

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## سند راهبردی و نقشه‌ی راه توسعه‌ی فناوری‌های نوین تجهیزات فشار قوی عایقی در مناطق با اقلیم خاص

مدیر پروژه: مهندس مجید رضایی  
گروه پژوهشی فشارقوی

راهبر: معاونت فناوری  
ناشر: پژوهشگاه نیرو

کارفرما: شرکت توانیر  
سفارش‌دهنده: وزارت نیرو

اعضای محترم کمیته راهبری تدوین سند:

✦ مهندس محمد اسکویی

✦ دکتر حمید جوادی

✦ دکتر امیر عباس شایگانی اکمل

✦ مهندس علیرضا شیرانی

✦ دکتر هاشم علی‌پور

✦ دکتر صادق میرغفوریان

✦ مهندس غلامرضا نعمتی

ویرایش اول

۱۳۹۴

طرح کلان و راهبردی "سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص" از مجموعه طرح‌های کلان و راهبردی پژوهشگاه نیرو می‌باشد و مقرر است که ضمن بررسی جامع ابعاد موضوع، سند راهبردی این طرح تدوین شود. مهم‌ترین فعالیت‌های مرتبط با این سند به قرار زیر است:

- تدوین مبانی سند توسعه فناوری‌ها
- ارزیابی هوشمندی فناوری‌ها
- تدوین ارکان جهت‌ساز
- تدوین برنامه اقدامات و سیاست‌ها
- تدوین ره‌نگاشت و برنامه عملیاتی
- تدوین برنامه ارزیابی و به‌روزرسانی

نوشتار پیش رو با عنوان "تدوین مبانی سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص"، گزارش مرحله اول از پروژه یاد شده می‌باشد که با هدف تبیین ابعاد موضوع و محدوده مطالعات و همچنین تبیین اساسی‌ترین مشخصه‌های فن‌آورانه در توسعه‌ی فناوری‌های مربوط تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص توسط گروه فشار قوی پژوهشگاه نیرو تهیه شده است.

## فهرست مطالب

مقدمه	۱
۱- توجیه‌پذیری	۱۱
۱-۱- توجیه‌پذیری فنی	۱۲
۱-۲- توجیه‌پذیری اقتصادی	۱۵
۱-۳- توجیه‌پذیری سیاسی	۲۴
۱-۴- توجیه‌پذیری اجتماعی	۲۶
۱-۵- توجیه‌پذیری زیست‌محیطی	۲۷
۱-۶- توجیه‌پذیری قانونی	۲۹
۱-۶-۱- سند چشم‌انداز و برنامه راهبردی بلندمدت وزارت نیرو	۲۹
۱-۶-۲- سند "اولویت‌های تحقیقاتی و فناوری مصوب کمیسیون‌های تخصصی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری" مصوبه‌ی سال ۱۳۹۰	۳۱
۱-۶-۳- هماهنگی وزارت نیرو با "سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی ابلاغیه ۱۳۹۲"	۳۲
۲- تعیین ابعاد موضوع و محدوده مطالعات	۳۳
۲-۱- تعیین سطح تحلیل	۳۳
۲-۲- تبیین افق زمانی تحلیل	۳۵
۳- تبیین مشخصه‌های فناوری	۳۸
۳-۱- سابقه‌ی فناوری	۴۰
۳-۲- سطح پیشرفته بودن فناوری	۴۷
۳-۳- تناسب فناوری	۵۲
۳-۴- حوزه‌ی استفاده‌ی فناوری	۵۶

- ۵۶-۳-۵- موقعیت راهبردی فناوری.....
- ۵۷-۳-۶- طبقه‌بندی فناوری از منظر چرخه عمر.....
- ۶۲-.....مراجع
- ۶۴-.....پیوست (الف). طبقه‌بندی اقلیمی مناطق مختلف کشور.....
- ۷۹-.....پیوست (ب): پهنه‌بندی تعداد روزهای همراه با ریزگرد.....
- ۸۰-.....پیوست (پ). نقشه پهنه‌بندی مناطق آب و هوایی کشور به لحاظ بارگذاری خطوط انتقال نیرو.....
- ۸۱-.....پیوست (ت). نقشه آلودگی مناطق خاص کشور بر اساس مطالعات میدانی سنجش آلودگی.....
- ۸۳-.....پیوست (ث). نقشه مناطق خورنده اتمسفری کشور بر اساس طول دوره‌ی رطوبت.....



## فهرست اشکال

- شکل (۱): سه الگوی احتمالی تغییرات منحنی‌های توزیع دما ..... ۱۴
- شکل (۲): تغییرات تقاضای برق بر حسب تغییر دمای متوسط روزانه (سمت راست) و تغییر دمای حداکثر متوسط روزانه (سمت چپ) در ناحیه ی CALISO کالیفرنیا در سال ۲۰۰۴ ..... ۱۵
- شکل (۳): هزینه‌ی روش‌های تعمیر و نگهداری برای پست نمونه طی ده سال ..... ۲۳
- شکل (۴): تحول بکارگیری گاز SF<sub>6</sub> در پست‌های GIS و کلیدهای گازی در کشور ژاپن ..... ۲۸
- شکل (۵): نمودار تغییر بار سالیانه با رشد متوسط ۷,۵٪ ..... ۵۵
- شکل (۶): ارتباط چرخه عمر فناوری با چرخه عمر زیرفناوری‌ها ..... ۵۹
- شکل (۷): وضعیت معیارهای سنجش جایگاه فناوری در چرخه عمر فناوری ..... ۶۰
- شکل (الف.۱): نقشه طبقه‌بندی اقلیمی مناطق مختلف هشتگانه ی کشور ..... ۶۶
- شکل (الف.۲): گروه اقلیمی (۱) ..... ۶۷
- شکل (الف.۳): گروه اقلیمی (۲) ..... ۶۸
- شکل (الف.۴): گروه اقلیمی (۳) ..... ۷۰
- شکل (الف.۵): گروه اقلیمی (۴) ..... ۷۱
- شکل (الف.۶): گروه اقلیمی (۵) ..... ۷۲
- شکل (الف.۷): گروه اقلیمی (۶) ..... ۷۳
- شکل (الف.۸): گروه اقلیمی (۷) ..... ۷۵
- شکل (الف.۹): نقشه گروه اقلیمی ۸ ..... ۷۷
- شکل (ب.۱): پهنه‌بندی تعداد روزهای همراه با ریزگرد در سال ۲۰۱۲ میلادی ..... ۷۹

## فهرست جداول

- جدول (۱): معیارهای تعیین شرایط خاص اقلیمی ..... ۴
- جدول (۲): بخشی از تعداد و خسارات ریزگردها بر شبکه برق خوزستان در سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۹۰ ..... ۱۶
- جدول (۳): بخشی از جراثیم ناشی از بروز پدیده گردوغبار در عدم پیش‌بینی صحیح بار مصرفی شبکه در سال ۱۳۹۰ ..... ۱۸
- جدول (۴): اثرات ریزگردها بر انرژی توزیع نشده (خودکار) شرکت‌های توزیع برق خوزستان ..... ۱۹
- جدول (۵): تعداد تجهیزات و میزان خطوط شست و شو شده در شبکه‌های توزیع خوزستان ..... ۲۰
- جدول (۶): هزینه برآورد خسارات ناشی از اثرات ریزگردها بر شبکه برق خوزستان طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۰ ..... ۲۱
- جدول (۷): تاثیر تغییرات اقلیمی بر شاخص‌های طراحی شبکه‌های برق مطابق گزارش اتحادیه‌ی اروپا ..... ۵۴
- جدول (الف.۱): مشخصات اقلیمی ویژه مناطق هشت‌گانه کشور ..... ۷۸

## مقدمه

وظیفه اصلی شبکه‌ی برق، فراهم کردن ولتاژ با شکل موج مناسب، کیفیت توان بالا و به طور دائم برای مصرف کنندگان است. در سطح جهانی و از جمله ایران نیز با در نظر گرفتن عواملی مانند رشد جمعیت، بزرگ شدن شهرها، افزایش سرانه‌ی مصرف انرژی الکتریکی و وابستگی کلیه‌ی فعالیت‌های اجتماعی، صنعتی، کشاورزی، اقتصادی و خدماتی به انرژی الکتریکی و در عین حال لزوم رشد شبکه‌ی برق، تامین مطلوب آن امری اجتناب‌ناپذیر و ضروری خواهد بود [۱].

معمولاً شبکه‌های انتقال و توزیع برق بر اساس شرایط آب و هوایی و نیز الگوی بار مصرفی پایدار طراحی می‌شوند. اما شرایط سنگین آب و هوایی و محیطی از جمله عوامل مهمی هستند که عملکرد تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها را در شبکه تحت تاثیر قرار می‌دهند و تنش‌های زیادی ممکن است بر این تجهیزات وارد آورند و سبب اخلاص سیستم قدرت شوند [۲]. عواملی چون آلودگی‌های محیطی، دمای بالا یا تغییرات زیاد دما در محیط، رطوبت محیطی، بارش‌های جوی، فشار بخار آب اشباع، پدیده‌ی شبنم، وزش بادهای شدید، یخ‌زدگی، کاهش چگالی هوا ناشی از ارتفاع زیاد نسبت به سطح دریا، برخورد صاعقه و پدیده‌ی ریزگرد می‌توانند سبب بروز مشکلات فراوان برای تجهیزات شبکه و عایق‌ها شوند [۳].

در مناطقی که به آن‌ها مناطق با اقلیم خاص گفته می‌شود، شدت برخی از عوامل محیطی مذکور به حدی است که با اثرگذاری نامطلوب بر روی سطوح عایقی و تجهیزات فشارقوی، سبب تسریع پدیده‌های زوال عایقی و پیرشدگی و لذا تغییر مشخصه‌های عایقی در زمانی کوتاه‌تر نسبت به سایر مناطق می‌شود، به گونه‌ای که به مرور زمان مشخصه‌های عایقی نسبت به مشخصه‌های زمان طراحی در آغاز بهره‌برداری از آن تجهیزات فاصله‌ی زیادی پیدا می‌کند. چنین مسئله‌ای می‌تواند کارائی تجهیزات فشارقوی و سطوح عایقی را به شدت تحت تاثیر قرار داده احتمال بروز شکست عایقی پیش‌بینی نشده را نیز بیشتر نماید که سبب قطعی غیرمنتظره و گاه خاموشی ناخواسته خواهد

شد. در عین حال عمر تجهیزات فشارقوی نیز در این مناطق، سریع‌تر از مناطق دیگر کاهش می‌یابد و لذا طی بازه‌های زمانی مشخص، ممکن است هزینه‌ی تعمیر یا تعویض تجهیزات را افزایش دهد [۳].

جهت وضوح بیشتر، عایق‌های مورد استفاده در تجهیزات فشارقوی و مشکلات آن‌ها به اختصار شرح داده می‌شود. در شبکه انتقال و توزیع نیرو (که کلیه‌ی خطوط انتقال و پست‌های فشارقوی و شبکه توزیع هوایی و زمینی را در بر می‌گیرد) کلیه‌ی اجزائی که از طریق سطوح عایقی<sup>۱</sup> با سطح ولتاژ شبکه تماس دارند و مطابق استاندارد IEC رده‌ی ولتاژی آن‌ها برای فرکانس ۵۰ هرتز بالاتر از ۱ کیلوولت است تحت عنوان تجهیزات فشارقوی نامیده می‌شوند [۵۴].

نکته‌ی بسیار مهم در خصوص تجهیزات فشارقوی آن است که طول عمر مفید این تجهیزات در واقع تابعی از طول عمر مفید سطوح عایقی بکار رفته در آن‌هاست. عایق‌ها در تجهیزات فشارقوی، وظیفه‌ی جدا کردن اجزاء مرتبط با ولتاژ و اجزاء بدون برق را به عهده دارند. ابعاد و محدودیت‌های عملکرد تجهیزات فشارقوی توسط سطوح عایقی مورد استفاده در آن‌ها تعیین می‌شود [۶].

در عین حال انتخاب مناسب عایق برای تجهیزات فشارقوی و همچنین تعمیر و نگهداری مناسب سطوح عایقی در این تجهیزات تا حد زیادی تعیین‌کننده کیفیت عملکرد تجهیزات فشارقوی خواهد بود. از این رو در راستای بهره‌برداری مناسب تجهیزات فشارقوی، همواره دو مسئله پیش رو خواهد بود [۶]:

<sup>۱</sup> . Insulation

<sup>۲</sup> . شایان توجه است که در خصوص برخی تجهیزات، ممکن است عرف صنعت برق از منظر سطح ولتاژی با استاندارد IEC مطابق نباشد. برای مثال در مورد کابل‌ها عرف بدین صورت است که منظور از کابل‌های فشار قوی کابل‌های طراحی شده برای ولتاژهای بالاتر از ۵۰ کیلوولت است و کابل‌های بین ۱۰ کیلوولت و ۳۳ کیلوولت به عنوان کابل‌های فشار متوسط (MV Cables) شناخته می‌شوند. لازم به ذکر است که به منظور تبعیت از استاندارد IEC، در این سند کلیه‌ی تجهیزات فشار متوسط و فشار قوی بالاتر از ۱ کیلوولت مشمول خواهد شد.

۱- دانش کافی در خصوص انواع و مشخصات مواد عایقی قدیمی، مواد عایقی مورد استفاده در حال حاضر و

همچنین افق آتی تغییر و تحولات مربوط به آن‌ها

۲- دانش کافی در خصوص رفتار مواد عایقی در طول بهره‌برداری بلندمدت در شبکه، به خصوص تحت شرایط

خاص محیطی

از همین رو دانش کافی در خصوص عایق‌ها و تغییر مشخصات آن‌ها در طول بهره‌برداری برای آگاهی از شرایط

تجهیزات شبکه و همچنین پیش‌بینی وضعیت آتی آن‌ها حائز اهمیت فراوانی است.

طی سال‌های اخیر پذیرش مواد عایقی جدید در صنعت برق به گندی صورت گرفته است که علت آن را می‌توان

عواملی همانند محدودیت‌های اقتصادی، تغییر در فناوری‌های تولید و همچنین الزامات مربوط به حصول احتمال

بالا در عملکرد پیوسته‌ی قابل اطمینان شبکه برق برای دوره‌های زمانی افزون بر ۲۵ سال دانست. عایق‌های مورد

استفاده در تجهیزات فشارقوی را می‌توان در چند دسته‌ی عایق‌های جامد، عایق‌های مایع، عایق‌های گازی، خلاء و

سیستم‌های عایقی اشباع شده با مایع طبقه‌بندی کرد.

عایق‌های تجهیزات فشارقوی در مدت زمان بهره‌برداری ممکن است دچار آسیب‌هایی شوند که کیفیت عایقی

آن‌ها را کاهش می‌دهد که برخی از مهمترین آن‌ها عبارتند از افزایش تلفات دی‌الکتریک، تخلیه جزئی و پدیده‌ی

پیرشدگی.

در ارتباط با مناطق با اقلیم خاص از منظر اثرگذاری بر تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها، تاکنون هیچگونه تعریف

جامع و کاملی شامل مشخصات، ویژگی‌ها و معیارهای اندازه‌گیری در هیچ یک از استانداردهای معتبر فعلی ارائه

نشده است. آنچه معمولاً توسط استانداردهای معتبر بیان می‌شود، برخی ملاحظات مربوط به انتخاب تجهیزات و

سطوح عایقی در شرایط محیطی غیرمعمول است تا به این ترتیب عملکرد و کارایی و طول عمر مفید تجهیزات

فشارقوی و سطوح عایقی شبکه تاثیرپذیری کمتری از شرایط محیطی داشته باشد [۳].

بر مبنای مطالعات پیشین انجام شده در خصوص تدوین "استاندارد مناطق خاص کشور"، جدول (۱) پارامترهای تعیین‌کننده محیطی اقلیم‌های با مناطق خاص کشور را نشان می‌دهد. هر منطقه‌ای که حائز شرایط بیشتری از موارد ارائه شده در جدول باشد به لحاظ اقلیمی وضعیت دشوارتری را داراست. یادآوری این نکته ضروری است که در میان شرایط محیطی ارائه شده در جدول (۱)، پارامترهای دمایی، رطوبت و همچنین آلودگی (به ویژه از نوع دریایی و پاشش نمک) به لحاظ تاثیرگذاری بر تسریع سرعت پیرشدگی تجهیزات فشارقوی، کاهش استقامت سطوح عایقی، کاهش راندمان تجهیزات و ایجاد خوردگی در قطعات فلزی تجهیزات فشارقوی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۳].

جدول (۱): معیارهای تعیین شرایط خاص اقلیمی

مقدار معیار تعیین شرایط خاص اقلیمی	پارامتر محیطی	
بزرگتر از ۴۰	حداکثر مطلق	دما (درجه سانتیگراد)
کوچکتر از -۴۰	حداقل مطلق	
بزرگتر از ۳۰	متوسط ماهانه	
بزرگتر از ۲۰	متوسط سالانه	
بزرگتر از ۳۵	متوسط روزانه	
تاکنون معیاری ارائه نگردیده است.	نوسان دمای روزانه	
تاکنون معیاری ارائه نگردیده است.	نوسان دمای سالانه	
بزرگتر از ۱۰۰۰	ارتفاع از سطح دریا (متر)	
سطح آلودگی بالاتر از حد متوسط <sup>(۱)</sup>	آلودگی	
تاکنون معیاری ارائه نشده است.	صاعقه و سطح ایزوکرونیک	
بزرگتر از ۲۰	بار یخ (میلیمتر)	
بزرگتر از ۱۰۰۰	اشعه ماوراء بنفش (وات بر متر مربع)	
بزرگتر از ۳۴	در شرایط عادی	باد (متر بر ثانیه)
بزرگتر از ۲۰	در شرایط یخبندان	
بزرگتر از ۲/۲	متوسط روزانه	فشار بخار اشباع (کیلو پاسکال)
بزرگتر از ۱/۸	متوسط ماهانه	
بالاتر از ۹۵ درصد	متوسط روزانه	رطوبت نسبی (درصد)
بالاتر از ۹۰ درصد	متوسط ماهانه	
بالاتر از ۵۰ درصد (در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد)	دما-رطوبت	
C5 و C4 <sup>(۱)</sup>	بر مبنای کلاس خوردگی IEC	
		شدت خوردگی اتمسفری

مقدار معیار تعیین شرایط خاص اقلیمی	پارامتر محیطی	
T5 <sup>(۱)</sup>	بر مبنای ISO 9223	طول دوره‌ی رطوبت (از منظر اثرگذاری بر شدت خوردگی)
کلاس P3 <sup>(۱)</sup>	بر مبنای ISO 9223	میزان سولفید موجود در اتمسفر (از منظر اثرگذاری بر شدت خوردگی)
کلاس S3 <sup>(۱)</sup>	بر مبنای ISO 9223	میزان کلر موجود در اتمسفر (از منظر اثرگذاری بر شدت خوردگی)
بالاتر از ۱ تا ۲	حداکثر میزان نرخ بارش باران (میلیمتر بر دقیقه)	
بزرگتر از ۱۰۰	تعداد روزهای یخبندان	
تاکنون معیاری ارائه نشده است.	پدیده‌ی ریزگرد	
<sup>(۱)</sup> شاخص آلودگی و شاخص‌های خوردگی در گزارش فاز دو ارائه شده است.		

اگر در منطقه‌ای ترکیب چند پارامتر عمده‌ی آب و هوایی مانند دمای بالا، رطوبت بالا و سطح آلودگی بالا حضور داشته باشد عمر و کارایی تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها به شدت تحت تاثیر قرار می‌گیرد که پیامدهای نامطلوبی همچون افزایش قابل توجه تلفات شبکه، آمار بالای وقوع حوادث و خاموشی‌های ناخواسته و کاهش طول عمر مفید تجهیزات فشارقوی و سطوح عایقی را به دنبال خواهد داشت [۳].

موقعیت و وضعیت خاص جغرافیایی ایران (اختلاف حدود ۱۵ درجه عرض جغرافیایی بین شمالی‌ترین و جنوبی‌ترین نقاط شهری کشور و اختلاف بیش از ۲۵۰۰ متر بین ارتفاع مرتفع‌ترین و پست‌ترین این نقاط، وجود دیواره بلند و یکپارچه رشته کوه‌های البرز در شمال و رشته کوه‌های مرتفع زاگرس در امتداد شمال غربی به جنوب شرقی و وجود دریای مازندران در مرز شمالی و خلیج فارس و دریای عمان در مرز جنوبی) شرایط آب و هوایی کاملاً متفاوتی را در نقاط مختلف کشور پهن‌آور پدیده آورده است. طبق مطالعات انجام شده در تدوین "استاندارد مناطق خاص کشور"، مناطق مختلف ایران از منظر شرایط آب و هوایی به هشت گروه اقلیمی طبقه‌بندی شده است که در پیوست (الف) معرفی شده‌اند که برخی از این مناطق از منظر تاثیرپذیری شبکه‌ی برق از شرایط محیطی حائز اهمیت بیشتری هستند [۳].

برخی مشکلات مربوط به تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص شامل موارد زیر است که در

گزارش فاز دو همین سند به طور مفصل تشریح خواهد شد [۳ و ۸ و ۹]:

۱- تاثیر شرایط سنگین آب و هوایی بر تسریع پدیده‌ی خوردگی در قطعات و مواد سازنده‌ی تجهیزات

۲- تاثیرگذاری آلودگی نشست کرده بر سطوح عایقی در پیرشدگی تجهیزات فشارقوی

۳- تاثیر دمای بالای محیطی در پیرشدگی تجهیزات فشارقوی

۴- تاثیر آلودگی نشست کرده در افت کارایی سطوح عایقی در تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها

۵- تاثیر تغییرات دما و رطوبت در تنزل عملکرد محفظه‌های هوایی تجهیزات فشارقوی

۶- تاثیر نامطلوب اشعه‌ی ماوراء بنفش بر روی تجهیزات فشارقوی

۷- تاثیرات نوسان روزانه دما بر روی عملکرد قطعات مکانیسم موجود در تجهیزات فشارقوی

۸- تاثیر بارش‌های جوی بر روی عملکرد سطوح عایقی

۹- تاثیر رطوبت زیاد در ایجاد شکست عایقی

۱۰- تاثیر فشار بخار آب اشباع محیط بر عملکرد تجهیزات پست‌های داخلی

۱۱- اثرات نامطلوب شبنم بر استقامت عایقی تجهیزات فشارقوی

۱۲- تاثیر مخرب بادهای شدید بر سازه‌های پست‌ها و خطوط فشارقوی

۱۳- اثرات نامطلوب یخ بر روی تجهیزات فشارقوی در پست‌ها و خطوط انتقال

۱۴- اثرات مخرب باد و یخ توامان از طریق ایجاد پدیده‌ی گالوپینگ در خطوط انتقال

۱۵- اثرات ارتفاع از سطح دریا بر تجهیزات فشارقوی و سطوح عایقی

۱۶- بررسی اثرات منفی صاعقه روی تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها

۱۷- تاثیرات نامطلوب پدیده‌ی ریزگرد بر روی تجهیزات فشارقوی و سطوح عایقی



به طور کلی تحت تاثیر شرایط نامطلوب محیطی و آب و هوایی، تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها دچار مشکلات فراوانی خواهند شد که در بلندمدت کارآیی و مشخصات طراحی آن‌ها را به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد و در عین حال بهره‌برداری از شبکه‌ی برق را تحت تاثیر نامطلوب قرار خواهد داشت که برخی از این عواقب عبارتند از [۳ و ۶]:

۱- تشدید و تسریع پدیده‌ی پیرشدگی تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها و کاهش عمر مفید این تجهیزات

۲- افزایش میزان تعویض تجهیزات که سبب تحمیل هزینه‌های هنگفت خواهد شد.

۳- کاهش راندمان بهره‌برداری از شبکه‌ی برق به علت تغییر مشخصات فنی تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در طول زمان که می‌تواند سبب ناکارآمدی قابل توجه آن‌ها در شبکه شود.

۴- کاهش کیفیت برق که منجر به عدم رضایت مصرف‌کنندگان خواهد شد.

۵- افزایش خاموشی‌های ناخواسته ناشی بروز اتصال کوتاه در شبکه به علت شکست الکتریکی در تجهیزات فشارقوی و سطوح عایقی

۶- احتمال افزایش خاموشی‌های برنامه‌ریزی شده به علت لزوم صورت‌بندی برنامه‌های تعمیر و نگهداری و تعویض تجهیزات فرسوده و غیر کارآمد

۷- افزایش هزینه‌های تعمیر و نگهداری

طبق بسیاری از مستندات مربوط به بهره‌برداری شبکه‌ی برق کشور، تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در برخی از نقاط کشور همچون مناطق گرمسیر جنوبی، مناطق سردسیر کوهستانی و نیز مناطقی که در آن‌ها پدیده‌ی ریزگرد وجود دارد در معرض زوال و پیری زودرس قرار دارند که نه تنها هزینه‌های تعمیر و نگهداری و همچنین تعویض را افزایش می‌دهد، بلکه ممکن است سبب قطعی برق ناخواسته نیز شود.

برای مثال در شبکه‌ی برقِ مناطق حاشیه‌ای خلیج فارس و دریای عمان مشکلات زیادی تجربه شده که به علت شرایط خاص آب و هوایی این مناطق است. در این مناطق دمای بالا و تابش شدید اشعه‌ی خورشید شدت پیرکنندگی را افزایش می‌دهند. دوره‌های خشک بدون بارندگی شستشوی سطوح آلودگی را ناممکن می‌سازد که

متعاقب اولین بارش (معمولاً) شدید می‌تواند منجر به شکست الکتریکی شود. در عین حال آلودگی شدید به علت پاشش نمکی دریایی که هم خاصیت خوردگی و هم تحت تاثیر رطوبت خاصیت رسانایی دارد به شدت زمینه را برای ایجاد کانال‌های رسانا بر روی سطوح عایقی ایجاد می‌کند که علاوه بر کاهش کارایی سطوح عایقی، زمینه‌ی لازم برای آسیب‌دیدن و پیرشدن آن‌ها را نیز فراهم می‌آورد. همچنین لازم به ذکر است که مشکلات شبکه‌ی برق استان خوزستان به علت پدیده‌ی نامطلوب ریزگرد طی سال‌های اخیر بسیار تشدید شده که در فصل بعدی همین سند، در بخش توجیه‌پذیری اقتصادی به هزینه‌های هنگفت تحمیلی به شبکه‌ی برق در این استان اشاره خواهد شد [۳].

از همین رو در مناطق جنوبی کشور عایق‌ها و تجهیزات فشارقوی به شدت در معرض پیرشدگی و آسیب‌دیدگی و کاهش طول عمر مفید قرار دارند که این موضوع در گزارشات حوادث بهره‌برداری این مناطق بسیار گزارش شده است. در گزارش فاز دوم همین سند به اثرات نامطلوب محیطی در اقلیم‌های خاص کشور بیشتر اشاره خواهد شد. طی سال‌های اخیر برخی فعالیت‌های تحقیقاتی و میدانی به منظور شناسایی دقیق‌تر اثرات محیطی در مناطق جنوبی کشور و همچنین مناطق کویری و استانهای شمالی کشور صورت گرفته است که در فصل سوم همین سند، در بخش سابقه‌ی فناوری به آن اشاره خواهد شد.

با این اوصاف مطالعه و بررسی راهکارهای عملی مربوط به ارتقاء و بهبود شبکه‌ی برق مناطق با اقلیم خاص کشور مسئله‌ای حائز اهمیت است. در این میان طرح توسعه‌ی فناوری‌های نوین تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها برای مناطق با اقلیم خاص ضرورت می‌یابد که در فصل بعدی شاخص‌های الزامی جهت توجیه‌پذیری تدوین سندی مرتبط با این موضوع تشریح شده است.

به طور معمول راهکارهای سنتی مقابله با اثرات نامطلوب محیطی و آب و هوایی در مناطق با اقلیم خاص با هدف کاهش تاثیرپذیری تجهیزات فشارقوی و سطوح عایقی عبارتند از [۹۳]:

↔ طراحی‌های بالادستی<sup>۱</sup> با هدف انتخاب تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها با مشخصه‌هایی بالاتر از حدود نرمال و متداول تا به این ترتیب نرخ زمال و پیرشدگی کاهش یابد.

↔ برنامه‌های فشرده‌تر تعمیر و نگهداری<sup>۲</sup> توسط شستشوی برنامه‌ریزی شده‌ی سطوح عایقی که آلودگی‌های نشسته بر سطوح عایقی را تمیز نمایند.

در کنار راهکارهای سنتی، بکارگیری دو گروه دیگر از فناوری‌ها می‌تواند منجر به فراهم آمدن شرایط مطلوب برای شبکه در مناطق خاص کشور شود. طبیعی است که چنین اقداماتی بار اقتصادی اولیه‌ای را ایجاد می‌نماید که اثربخشی آن در بازه‌ای بلندمدت نتیجه‌بخش خواهد بود. این دو گروه عبارتند از:

↔ فناوری‌های ساخت تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها

↔ فناوری‌های بهره‌برداری از تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها

برخی اهداف کلی بکارگیری این فناوری‌ها در مناطق با اقلیم خاص عبارتند از:

↔ افزایش طول عمر تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها

↔ کاهش اثرات محیطی بر روی تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها

↔ ایجاد اطلاعات لازم جهت تدوین برنامه‌های تعمیر و نگهداری پیش از تخریب ناخواسته

↔ بازبینی و مونیتورینگ وضعیت تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها با هدف کسب داده‌های مرتبط با وضعیت آن‌ها به منظور آنالیز وضعیت و پیش‌بینی وضعیت

<sup>۱</sup> . Overdesign

<sup>۲</sup> . Maintenance

### ↔ کاهش میزان قطعی‌ها و خاموشی‌های ناخواسته

از همین رو این گروه از فناوری‌ها در مناطق با اقلیم خاص کشور، می‌تواند سبب کاهش اثرات نامطلوب محیطی بر روی مشخصات تجهیزات و عایق‌ها و همچنین ممانعت از کاهش کارایی آن‌ها حین بهره‌برداری شود که طبیعتاً مانع از ضررهای ناشی از تحمیل هزینه‌های ناخواسته و بیش از حد پیش‌بینی شد.

نکته‌ی مهم، اهمیت بومی‌سازی در مقوله‌ی فناوری‌های تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها است که باید به دقت مورد نظر قرار گیرد. زیرا ممکن است بسیاری از تجربیات صورت گرفته در کشورهای دیگر در زمینه‌ی تاثیرات محیطی بر شبکه‌ی برق، به علت تفاوت شرایط محیطی آن کشورها در مقایسه با شرایط ما، از نظر دانشی چندان کارساز نباشد. برای مثال شبکه‌ی برق در برخی از نواحی آمریکای شمالی با مشکل طوفانهای بسیار شدید مواجه است که در کشور ما چنین پدیده‌ای با آن شدت رخ نمی‌دهد. لذا ممکن است فناوری‌های آن کشورها برای بهبود وضعیت شبکه در آن مناطق بعضاً تناسبی با نیازهای شبکه‌ی برق مناطق با اقلیم خاص کشور ما نداشته باشد. طبیعتاً سطح بومی‌سازی (دانش پایه‌ی ساخت، دانش پایه‌ی بهره‌برداری، میزان ایجاد تغییرات در فناوری) موضوعی حائز اهمیت است و باید مورد توجه قرار گیرد.

اما مسئله مهم دیگری که باید مورد توجه قرار گیرد بحران گرمایش زمین است که عاملی تاثیرگذار در بغرنج شدن هرچه بیشتر شرایط آب و هوایی کشور ما خواهد بود که نه تنها می‌تواند شرایط آب و هوایی مناطق با اقلیم خاص کشور را سخت‌تر نماید، بلکه ممکن است حتی سبب تغییرات آب و هوایی در مناطقی دیگر از کشور طی سال‌های آتی شود که در حال حاضر مناطق با اقلیم خاص محسوب نمی‌شوند و از همین رو حوزه‌ی جغرافیایی مناطق با اقلیم خاص کشور را گسترش خواهد داد. طبق گزارش بانک توسعه‌ی آسیایی [۱۰] که در سال ۲۰۱۲ در خصوص لزوم تطبیق‌پذیری شبکه‌های برق با تغییرات محیطی در حوزه‌ی آسیا ارائه شد، تا به امروز در کشورهای آسیایی به موضوع حائز اهمیت افزایش آسیب‌پذیری شبکه‌ی برق این کشورها در برابر تغییرات آب و هوایی قاره‌ی آسیا طی سال‌های اخیر، شامل پدیده‌های نوظهور و نسبتاً شدید آب و هوایی همچون طوفانهای دریایی، افزایش

دمای هوا، تغییر الگوی بارش و افزایش سطح آب دریا توجه چندانی نشده است. در بخش توجیه‌پذیری فنی در همین سند این موضوع بیشتر بررسی خواهد شد.

سند راهبردی توسعه‌ی فناوری تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص، با هدف شناسایی این دسته از فناوری‌های نوین که سبب بهبود کارایی شبکه‌ی برق در مناطق با اقلیم خاص کشور می‌شوند تدوین می‌گردد تا در نهایت بر اساس شاخص‌های مرتبط با اسناد راهبردی کشور، این فناوری‌ها را اولویت‌بندی نماید و همچنین چارچوب کلی لازم جهت تحقق دستیابی به فناوری‌های نوین اولویت‌دار را ارائه نماید.

در فاز اول سند راهبردی توسعه‌ی فناوری تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص، مقدمات لازم برای تدوین سند ارائه می‌شود و ابعاد طرح و ویژگی‌های ذاتی فناوری راهبردی مورد بررسی تشریح می‌گردد:

**در بخش اول:** توجیه‌پذیری تدوین سند راهبردی توسعه‌ی فناوری تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص از زوایای سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فنی، زیست‌محیطی و قانونی تبیین می‌شود.

**در بخش دوم:** به ابعاد موضوع و محدوده مطالعات تعیین شده اختصاص خواهد داشت که بر مبنای تعیین سطح تحلیل مشتمل بر مرزبندی جغرافیایی موضوع، و مشخص کردن افق برنامه‌ریزی بر اساس تعیین بازه زمانی اجرای برنامه و سیاست‌ها صورت خواهد گرفت.

**در بخش سوم:** با بررسی جایگاه فناوری از ابعاد ماهیت و چرخه عمر، تصویری از خصوصیات فناوری راهبردی تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص به منظور استفاده‌ی سیاست‌گذاران و تحلیل‌گران با هدف بهبود تصمیم‌گیری‌های آتی ارائه می‌شود.

## ۱- توجیه‌پذیری

هدف از تدوین گزارش توجیه‌پذیری، بررسی محیط پیرامون فناوری و تحلیل محیط حقوقی و اسناد ملی و اسناد بخشی مرتبط با توسعه فناوری است. تحلیل محیط پیرامون فناوری، یک ابزار استراتژیک مناسب برای شناخت تصویر کلی از محیطی که فناوری مورد نظر در آن اجرا می‌شود محسوب می‌گردد.

این ابزار می‌تواند در راستای بهره‌برداری از فرصت‌ها و حداقل نمودن تهدیدهایی که فناوری با آن‌ها مواجه است مورد استفاده قرار گیرد. به منظور تحلیل محیط خارجی، می‌توان آینده‌ی فناوری را در افق بلندتری از زمان مشاهده کرد و علاوه بر آن تا حدودی فرصت‌ها و تهدیدهای پیش روی فناوری مورد نظر را شبیه‌سازی نمود. در این بخش مولفه‌های سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فنی، زیست‌محیطی و قانونی اثرگذار بر روند توسعه‌ی فناوری مورد بررسی قرار گرفته است.

نکته‌ی مهم در خصوص توجیه‌پذیری، تلاش برای ارائه شواهد لازم و ضروری برای توجیه موضوع این سند بر مبنای نیازهای بومی و ملی است.

## ۱-۱- توجیه‌پذیری فنی

در مقدمه‌ی این سند شواهد کافی دال بر توجیه فنی موضوع این سند، یعنی توسعه‌ی فناوری‌های نوین تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص ارائه شده است.

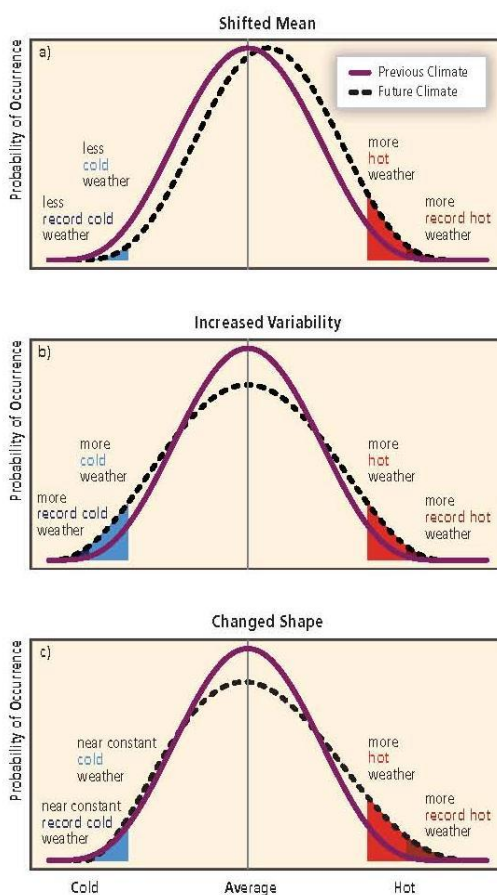
تداوم بحران گرمایش زمین که طبیعتاً شرایط آب و هوایی ایران را در آینده ممکن است بسیار زیاد تحت تاثیر قرار دهد و منجر به تغییرات بیشتر در شرایط اقلیمی کشور شود از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. طبق گزارشات موسسات تحقیقاتی در زمینه‌ی آینده‌ی اقلیمی جهان در سایه‌ی این بحران، تغییرات آب و هوایی زیر در بسیاری از نواحی جغرافیایی رخ خواهد داد که تاثیرات نامطلوبی بر شبکه‌های برق ممکن است داشته باشد [۱۱و۹]:

۱. تغییر الگوی بارندگی، به این صورت که در برخی نواحی میزان بارش کم خواهد شد و ممکن است متعاقب افزایش فواصل زمانی میان بارندگی‌ها شدت بارش‌ها بسیار شدید شد. همچنین احتمال افزایش رگبار تگرگ وجود دارد. این تغییرات اثربخشی الگوهای شستشوی طبیعی خطوط انتقال و پست‌ها را در برخی مناطق کاهش دهد. همچنین شرایط تشکیل یخ و برف تغییر خواهد کرد.

۲. افزایش نسبی دما در طول روز و شب که توام با امواج حرارتی جوی، سبب تابستانهای خشک‌تر، سیلاب‌های بیشتر و تغییر الگوهای بار مصرفی خواهد شد و شدت فرایندهایی همانند خوردگی را افزایش خواهد داد و در عین حال کارآیی تجهیزات را کاهش می‌دهد. طبق گزارش IPCC01WG2 متوسط دمای کره‌ی زمین طی ۸۰ سال آینده ۰,۲ تا ۰,۴ درجه افزایش خواهد داشت. برای نمونه در شکل (۱) سه الگوی مختلف پیش‌بینی شده‌ی برای توزیع دمای زمین بر اساس مقایسه‌ی وضعیت فعلی و وضعیت آینده نشان داده شده است. نمودار اول جابجایی در منحنی توزیع دما را نشان می‌دهد که حاکی از افزایش میانگین دماست. در نمودار دوم افزایش تغییرپذیری در منحنی توزیع دما نشان داده شده است که حاکی از افزایش میزان نقاط دمای بالا است. نمودار سوم نیز تغییر منحنی توزیع دما طبق جهش نامتقارن الگوی توزیع به سمت دمای بالاتر را نشان می‌دهد.
۳. افزایش فعالیت صاعقه حین وقوع طوفانها که می‌تواند بر روی شبکه‌ی برق تاثیر گذارد و سبب افزایش میزان خاموشی‌های ناخواسته شود.
۴. تغییر الگوهای باد که علاوه بر احتمال افزایش سرعت نسبی باد در برخی مناطق، ممکن است جهت وزش باد غالب نیز تغییر کند که می‌تواند بر روی طراحی‌هایی که بر پایه‌ی الگوهای قدیمی بوده‌اند تاثیر نامطلوب داشته باشد.
۵. تغییر شرایط هیدرولوژی که ممکن است دسترسی به بخش‌هایی از شبکه و همچنین مونیتورینگ ریموت خطوط انتقال و همچنین تعمیر و نگهداری میبیتی بر روباتیک را دچار مشکل نماید.
۶. افزایش احتمالی مه در برخی نواحی که می‌تواند پدیده‌ی شکست عایقی<sup>۱</sup> را افزایش دهد.

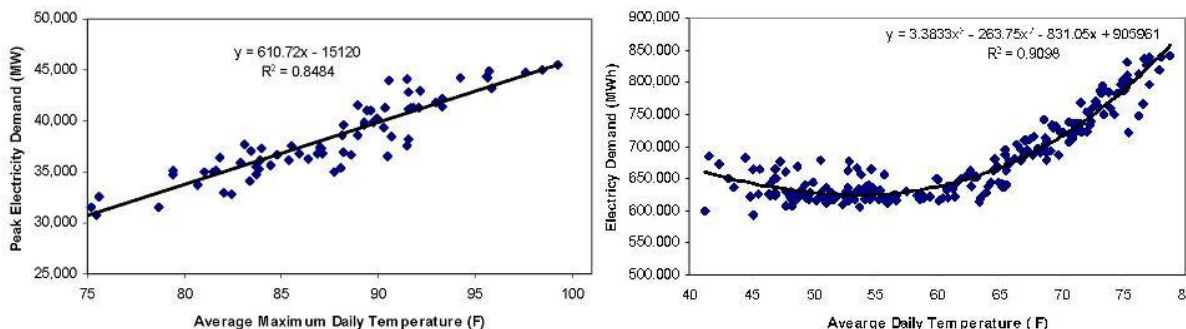
<sup>۱</sup> - Flashover

برای نمونه افزایش متوسط دما همزمان با کاهش منابع آب، تغییرات الگوی مهاجرت و نیز رشد افزایش جمعیت می‌تواند الگوی مصرف را در بسیاری از نقاط کشور تغییر دهد. برای مثال طبق گزارش مرکز تحقیقات تغییرات آب و هوایی کالیفرنیا آمریکا [۲۳] بر اساس مطالعه‌ی ناحیه‌ای از این ایالت مشخص شده است که تغییرات دما سبب افزایش تقاضای مصرف برق می‌شود. نمودار این تغییرات در شکل (۲) نشان داده شده است که به ترتیب تغییر الگوی مصرف را در سال ۲۰۰۴ بر حسب شاخص شاخص دمای متوسط روزانه و تغییر الگوی مصرف را در سپتامبر سال ۲۰۰۴ بر حسب شاخص حداکثر متوسط روزانه در سپتامبر سال ۲۰۰۴ نشان می‌دهد.



شکل (۱): سه الگوی احتمالی تغییرات منحنی‌های توزیع دما





شکل (۲): تغییرات تقاضای برق بر حسب تغییر دمای متوسط روزانه (سمت راست) و تغییر دمای حداکثر متوسط روزانه (سمت چپ)

### در ناحیه‌ی CaISO کالیفرنیا در سال ۲۰۰۴

چنین تغییراتی سبب بارگذاری بیشتر شبکه و لذا افزایش تنش بر تجهیزات شبکه شود که به علت همزمانی تنش بارگذاری با تنش‌های شرایط محیطی، سبب زوال مواد عایقی دی‌الکتریک، مکانیسم‌های عملکردی و مواد عایقی خنک‌کننده یا عایقی در تجهیزاتی چون ترانسفورماتور، کلیدهای قدرت و کابل‌ها شده و لذا زمینه‌ی آسیب رسیدن به تجهیزات شبکه، برای، دوچندان خواهد شد و افزایش آسیب‌پذیری شبکه به علت خطای اتصال کوتاه ناشی از شکست عایقی را منجر می‌گردد [۱۲].

با این احتساب ضرورت توجه به فناوری‌های نوین در خصوص تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص، با توجه به بُرنج شدن وضعیت آب و هوایی کشور طی سال‌های آینده بسیار حائز اهمیت خواهد بود.

## ۱-۲- توجیه‌پذیری اقتصادی

توجیه‌پذیری اقتصادی بکارگیری فناوری‌های نوین تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص بر اساس بررسی‌های بومی حائز اهمیت فراوانی خواهد بود تا به این ترتیب ضرورت تدوین سند از منظر فواید اقتصادی آشکار شود. برای وضوح بیشتر اهمیت این موضوع، زیان‌های اقتصادی ناشی از پدیده‌ی ریزگرد در شبکه‌ی برق استان خوزستان ارائه می‌شود. این پدیده متأسفانه چند سال است که به دلیل تغییر شرایط آب و هوایی منطقه‌ی خاورمیانه

در اقلیم برخی نقاط کشور ظاهر شده و علاوه بر خسارت‌های هنگفت انسانی و اجتماعی، اثرات نامطلوبی نیز بر صنعت برق کشور داشته است.

از آن‌جا که استان خوزستان بیشترین میزان مواجهه با این پدیده‌ی نامطلوب را طی چند سال اخیر تجربه کرده است، در ادامه به هزینه‌های تحمیلی ناشی از آن بر روی شبکه‌ی انتقال و توزیع بر اساس آمار و گزارشات بهره‌برداری اشاره خواهد شد [۸].

الف) هزینه‌های تحمیلی به شبکه‌ی برق استان خوزستان طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۰، بابت جبران خسارات ناشی از پدیده‌ی ریزگرد بر شبکه‌ی برق این استان طبق آمار و گزارشات بهره‌برداری شبکه‌ی انتقال و فوق توزیع استان خوزستان در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول (۲) بخشی از تعداد و خسارات ریزگردها بر شبکه برق خوزستان در سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۹۰ [۸]

ردیف	تجهیزات	نوع تعمیر/تست	تعداد	هزینه (میلیون ریال)
۱	ترانسفورماتور	تست ترانس قدرت	۱۲۸	۱۲۴۴
		تست رله		
		سرویس آچارکشی		
۲	بریکر	تعویض بریکر	۳۶۳	۲۵۷۹۴
		سرویس روانکاری		
		اُورها		
۳	سکسیونر	تعویض سکسیونر	۲۷۵	۹۸۲۰
		سرویس روانکاری سکسیونر		
۴	ترانس ولتاژ و جریان	تعویض CVT یا PT /تست	۵۰۵	۱۳۳۲۵
		سرویس و آچارکشی ترانس ولتاژ و CVT		
		تعویض فیوز		
		تعویض CT همراه با تست سرویس و آچارکشی ترانس جریان CT		
۵	برقگیر	تعویض برقگیر	۷۶	۱۱۳۰
		تست میگر و سرویس برقگیر		
۶	مقره	تعویض و سرویس مقره ساپورت	۷۶	۲۵۲

۳۱۵۱	۱۵۶۰	شست و شوی مقره و کل خط		
۲۱۵۵۴	۷۹۴۰	تعویض مقره		
۸۱	۷۵	سرویس مارشال کیوسک	تابلو مارشال کیوسک	۷
۷۲۱	۲۷۵	تعویض سرکابل	سرکابل	۸
		تست سرکابل و کابل		
۱۴۹۹۵	۲۳۷	شست و شوی پست	پست	۹
۱۲۸۰۰۰	۴۲۷	دکل و مقره و یراق‌آلات برای شبکه (KM)	تغییر طراحی	۱۰
۲۲۰۰۶۲		جمع		

ب) طبق مطالعات انجام شده، هر درجه افزایش شاخص آلودگی ناشی از پدیده‌ی ریزگرد، سبب افزایش هزینه‌های تحمیلی طراحی شبکه‌های برق فشارقوی و فوق توزیع معادل با میزان حداقل ۵ درصد خواهد شد. از آن‌جا که در شبکه انتقال نیرو در استان خوزستان، سالیانه چند صد کیلومتر مدار توسعه وجود دارد و برای نمونه در سال ۱۳۹۰ حدود ۴۲۷ کیلومتر مدار در ولتاژ ۴۰۰، ۲۳۰ و ۱۳۲ کیلوولت توسط انتقال نیروی برق خوزستان در حال بهره‌برداری بوده است، هزینه‌ی تحمیلی ناشی از یک درجه افزایش آلودگی، با لحاظ تقریب در حدود ۱۲۸ هزار میلیون ریال خواهد بود.

**نکته:** این افزایش هزینه‌ی طراحی، در استان‌هایی دیگر که با معضلات پدیده‌ی ریزگرد مواجه هستند نیز برقرار است؛ هرچند میزان درصد افزایش ممکن است متفاوت باشد.

پ) مدیریت شبکه برق ایران به صورت روزانه نسبت به خرید برق مصرفی خود از شرکت‌های توزیع (به صورت پیش‌بینی ۲۴ ساعته جهت روز آتی) اقدام می‌نماید و با توجه به وجود آیت‌های تشویق و جریمه در پیش‌بینی بار، پیش‌بینی بار مصرفی توسط شرکت‌های توزیع برق به یکی از ارکان در راستای موفقیت در بازار رقابتی تبدیل شده است. لذا بر اساس پیش‌بینی ۲۴ ساعت آینده توسط شبکه‌های توزیع، مقدار مورد نیاز برق مصرفی با اعلام به شرکت مدیریت شبکه، با یک مبلغ ریالی در صورت حساب‌های انرژی ثبت می‌شود که عدم پیش‌بینی صحیح می‌تواند مقدار خطای پیش‌بینی را بالا برده و جرائم سنگینی را برای شرکت‌های توزیع برق به همراه داشته باشد.

در این میان بروز پدیده گرد و غبار، ضررهای اقتصادی زیادی را از این منظر به شبکه‌ی برق استان خوزستان تحمیل کرده است.

علت آن به این موضع بازمی‌گردد که این پدیده در اکثر اوقات پیش‌بینی نشده رخ می‌دهد و از آن‌جا که معمولاً پیش‌بینی بار در روز قبل صورت گرفته است، بار شبکه را معمولاً در حدی که با پیش‌بینی مغایرت زیادی داشته باشد دستخوش تغییرات خواهد نمود. این امر سبب بالا رفتن جرائم ناشی از عدم پیش‌بینی صحیح بار مصرفی شبکه می‌شود و در نهایت مبالغ هنگفت جرائم را برای شرکت‌های توزیع برق به دنبال دارد. به عنوان نمونه جرائم صورت حساب فروش برق برای شرکت‌های توزیع نیروی برق شهرستان اهواز، مطابق آمار و گزارشات شرکت توزیع نیروی برق اهواز در جدول (۳) ارائه شده است.

ت) انرژی توزیع نشده یکی از شاخص‌های مهم شرکت‌های توزیع برق به شمار می‌رود، زیرا ارتباط مستقیمی با ضرر و زیان ناشی از عدم توزیع انرژی خریداری شده به مشترکین دارد. بر اساس آمار و گزارشات شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان بر روی میزان انرژی توزیع نشده ناشی از بروز پدیده گرد و غبار طی سال‌های ۱۳۸۷ لغایت ۱۳۹۰ که در جدول (۴) آمده است، میزان اتلاف انرژی و مبلغ زیان و ضرر وارده ۲۴۹/۱۲۰ میلیون ریال برآورد شده است که این موضوع می‌تواند از لحاظ اقتصادی برای شرکت‌های توزیع برق زیان‌های هنگفتی را به همراه داشته باشد.

### جدول (۳): بخشی از جرائم ناشی از بروز پدیده گردوغبار در عدم پیش‌بینی

#### صحیح بار مصرفی شبکه در سال ۱۳۹۰ [۸]

جریمه ناشی از عدم پیش‌بینی صحیح نیاز شبکه بر اثر بروز پدیده ریزگردها در صورت حساب برق (ریال)		جریمه ناشی از عدم پیش‌بینی صحیح نیاز شبکه بر اثر بروز پدیده ریزگردها در صورت حساب برق (ریال)		جریمه ناشی از عدم پیش‌بینی صحیح نیاز شبکه بر اثر بروز پدیده ریزگردها در صورت حساب برق (ریال)		جریمه ناشی از عدم پیش‌بینی صحیح نیاز شبکه بر اثر بروز پدیده ریزگردها در صورت حساب برق (ریال)	
مبلغ جریمه	تاریخ	مبلغ جریمه	تاریخ	مبلغ جریمه	تاریخ	مبلغ جریمه	تاریخ
۳۸۹۷۶۶۵۰۴۰	۹۰/۱۱/۳۰	۱۴۸۴۲۲۵۴۶۰۴	۹۰/۰۴/۱۸	۱۲۸۰۶۴۶۷۰۵۳۰	۹۰/۰۳/۱۳	۳۱۰۴۱۴۹۲۵۷	۹۰/۰۱/۰۵

جریمه ناشی از عدم پیش‌بینی صحيح نیاز شبکه بر اثر بروز پدیده ریزگردها در صورت حساب برق (ریال)		جریمه ناشی از عدم پیش‌بینی صحيح نیاز شبکه بر اثر بروز پدیده ریزگردها در صورت حساب برق (ریال)		جریمه ناشی از عدم پیش‌بینی صحيح نیاز شبکه بر اثر بروز پدیده ریزگردها در صورت حساب برق (ریال)		جریمه ناشی از عدم پیش‌بینی صحيح نیاز شبکه بر اثر بروز پدیده ریزگردها در صورت حساب برق (ریال)	
مبلغ جریمه	تاریخ	مبلغ جریمه	تاریخ	مبلغ جریمه	تاریخ	مبلغ جریمه	تاریخ
۳۳۵۶۵۰۱۴۴۷	۹۰/۱۲/۰۱	۵۳۱۸۳۲۴۹۸۰	۹۰/۰۴/۲۵	۲۱۹۹۱۰۴۸۰۲۱	۹۰/۰۳/۱۴	۱۶۶۶۷۹۷۰۶۴۷	۹۰/۰۱/۱۵
۴۷۱۵۷۶۸۵۳۱	۹۰/۱۲/۱۱	۱۵۹۱۳۴۶۷۷۴۳	۹۰/۰۴/۲۶	۳۶۷۴۰۱۵۳۹۱۰	۹۰/۰۳/۱۷	۱۲۹۵۳۶۰۱۶۵۴	۹۰/۰۱/۱۷
۶۰۹۱۳۰۲۷۳۷	۹۰/۱۲/۱۳	۲۳۹۰۳۰۴۲۱۲	۹۰/۰۴/۲۹	۸۵۸۳۳۶۳۱۸۸	۹۰/۰۳/۱۹	۶۷۱۰۲۳۲۲۵۴	۹۰/۰۱/۲۲
۵۳۲۵۰۶۳۹۸۹	۹۰/۱۲/۲۰	۵۱۷۴۸۷۰۴۹۰	۹۰/۰۵/۱۶	۲۴۹۸۲۷۳۲۱۲۴	۹۰/۰۳/۲۱	۱۱۴۲۷۵۱۶۲۷۸	۹۰/۰۱/۲۴
۵۰۵۵۰۸۱۲۶۲	۹۰/۱۲/۲۱	۱۳۹۸۷۶۹۶۵۶۷	۹۰/۰۵/۱۷	۲۰۳۱۵۳۱۱۸۸۱	۹۰/۰۳/۲۲	۲۷۱۶۴۹۶۷۸۶۰	۹۰/۰۱/۲۵
۵۱۴۴۳۵۴۹۷۹	۹۰/۱۲/۲۲	۵۲۰۷۸۰۷۱۲۳	۹۰/۰۵/۱۸	۱۶۹۷۶۷۶۳۴۹۷	۹۰/۰۳/۲۳	۵۱۸۹۶۱۹۹۷۵	۹۰/۰۱/۲۸
۵۵۲۹۸۰۹۲۷۲	۹۰/۱۲/۲۵	۱۳۲۴۷۲۳۸۷۳۶	۹۰/۰۵/۲۵	۵۸۷۳۴۴۱۹	۹۰/۰۳/۲۸	۱۵۴۱۲۶۶۹۸۲۹	۹۰/۰۱/۲۹
۸۲۶۱۴۲۵۶۰۳	۹۰/۱۲/۲۶	۸۰۳۰۹۹۵۰۶	۹۰/۰۵/۲۶	۱۳۲۹۷۸۴۶۱۸۴	۹۰/۰۳/۲۹	۱۶۰۸۰۰۴۱۴۱۲	۹۰/۰۱/۳۰
۱۱۸۷۵۳۳۷۱۹۸	۹۰/۱۲/۲۷	۵۸۴۰۸۴۴۵۹۱	۹۰/۰۵/۲۷	۲۱۰۴۱۴۶۲۵۷	۹۰/۰۴/۰۲	۱۱۸۴۴۲۸۴۶۸۷	۹۰/۰۱/۳۱
۱۰۴۷۴۳۳۳۳۳۸	۹۰/۱۲/۲۸	۷۵۱۶۱۱۰۴۹۴	۹۰/۰۵/۲۸	۱۳۴۴۷۸۴۴۰۹۰	۹۰/۰۴/۰۸	۶۷۶۹۵۰۲۷۱۷	۹۰/۰۲/۰۱
۱۵۸۵۲۴۹۲۸۸۲	۹۰/۱۲/۲۹	۲۳۶۰۲۶۹۹۶۹	۹۰/۰۱/۳۰	۷۵۰۵۰۸۲۶۷۹	۹۰/۰۴/۰۹	۱۵۴۰۶۸۷۸۴۴۱	۹۰/۰۲/۰۲
		۲۷۴۶۱۵۱۷۷۴	۹۰/۱۱/۰۱	۱۵۱۵۶۷۶۱۳۱۷	۹۰/۰۴/۱۰	۱۲۱۸۰۶۱۶۶۳۷	۹۰/۰۲/۰۳
		۹۶۶۷۹۷۲۹۵۰	۹۰/۱۱/۰۲	۱۰۹۲۳۹۵۱۶۳۰	۹۰/۰۴/۱۱	۸۴۴۳۳۰۷۵۳۱	۹۰/۰۲/۰۴
		۶۳۱۰۶۵۲۱۸۸	۹۰/۱۱/۱۴	۱۳۰۴۶۰۴۷۳۵۵	۹۰/۰۴/۱۲	۹۳۰۷۸۰۷۷۲۳	۹۰/۰۲/۰۷
		۶۵۲۴۲۷۱۳۹۸	۹۰/۱۱/۱۵	۲۴۵۶۰۳۷۶۵۷	۹۰/۰۴/۱۳	۹۷۱۸۹۰۳۶۷۳	۹۰/۰۲/۱۰
		۷۵۹۷۹۵۳۶۲۵	۹۰/۱۱/۲۹	۲۱۸۹۶۱۹۹۷۵	۹۰/۰۴/۱۵	۴۵۰۱۲۴۲۵۳	۹۰/۰۳/۱۲

جدول (۴): اثرات ریزگردها بر انرژی توزیع نشده (خودکار) شرکت‌های توزیع برق خوزستان [۸]

سال	میزان انرژی توزیع نشده (مگاوات ساعت)	مبلغ زیان وارده با احتساب حداقل ۱۰٪ انرژی توزیع نشده (خودکار) بر اثر ریزگردها (میلیون ریال)
۸۷	۲۵۷	۲۰۵۹
۸۸	۱۸۸۰۷	۱۵۰۵

۱۵۳۱	۱۸۴۴۴	۸۹
۱۳۳۷	۱۳۳۷۰	۹۰
۶۴۳۲	۷۶۳۶۵	جمع
محاسبات ریالی صورت گرفته براساس نرخ تمام شده برق در سال‌های ۱۳۸۷ الی ۱۳۹۰ صورت گرفته است.		

ث) مطابق آمار و گزارشات شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان، هزینه‌های تحمیل شده در اثر شست و شوی تجهیزات در شبکه‌های توزیع خوزستان مطابق جدول (۵) است.

**جدول (۵): تعداد تجهیزات و میزان خطوط شست و شو شده در شبکه‌های توزیع خوزستان [۸]**

ردیف	نام شهرستان	طول خطوط شست و شو شده (کیلومتر)	تعداد ترانس (دستگاه)	تعداد مقره میخی و بشقابی
۱	ماهشهر	۶۴۳/۲۹	۱۵۲۲	۳۳۴۲۶
۲	بندر امام	۳۳۱/۱۵	۷۰۹	۴۶۵۸۳
۳	هندیجان	۲۲۰/۱	۴۰۵	۱۶۴۹۳
۴	آبادان	۳۹۴/۹۸	۸۵۶	۴۴۸۷۱
۵	خرمشهر	۲۱۵/۹	۴۱۸	۱۳۲۲۹
۶	شادگان	۶۷	۲۳۸	۳۲۱۳
۷	اروند کنار	۴۲۴/۶	۸۱۷	۳۴۲۹۶
	جمع کل	۲۲۹۷/۰۲	۴۹۶۵	۱۹۲۱۱۱
<p>آب مقدار مصرفی به ازای هر کیلومتر: ۱۰۰۰ لیتر                      هزینه شست و شوی یک کیلومتر خط با محاسبه هزینه آب، ماشین‌آلات و نفر ساعت: ۲/۰۰۰/۰۰ ریال                      هزینه کل صرف شده جهت شست و شوی ۲۲۹۷ کیلومتر: ۴/۵۹۴/۰۰۰/۰۰۰ ریال</p>				

ج) شرکت توزیع استان خوزستان طی سال‌های ۱۳۸۷ الی ۱۳۹۰، در نواحی جنوب و جنوب شرق استان اقدام به تعویض ۳۲۵۰ عدد مقره اتکایی یا مقره آویزی و همچنین نصب ۱۷۰۰ عدد ساپورت جهت کات اوت فیوز نموده که هزینه‌های صرف شده در این خصوص به شرح زیر می‌باشد:

↪ هزینه تعویض ۳۲۵۰ مقره اتکایی: ۱/۷۸۷/۵۰۰/۰۰۰ ریال

↪ هزینه نصب ۱۷۰۰ عدد ساپورت: ۵۹۵/۰۰۰/۰۰۰ ریال

در جدول (۶) خلاصه‌ی هزینه‌های تحمیلی بر صنعت برق استان خوزستان طی سال‌های ۱۳۸۷ الی ۱۳۹۰ ارائه شده است.

**جدول (۶): هزینه برآورد خسارات ناشی از اثرات ریزگردها بر شبکه برق خوزستان طی سال‌های**

**[۸] ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۰**

شرح خسارات	مبلغ (میلیون ریال) در دوره سه ساله	مبلغ (میلیون ریال) (میانگین سالانه)
شستشوی ۲۲۹۷ کیلومتر خط انتقال	۴۵۹۴	۱۵۳۱,۳۳
هزینه تعویض ۳۲۵۰ مقره اتکایی (رده توزیع)	۷۸۷۱,۵	۲۶۲۳,۸۳
هزینه نصب ۱۷۰۰ عدد ساپورت	۵۹۵	۱۹۸,۳۳
زیان وارده بر اثر میزان انرژی توزیع نشده (در اثر ریزگردها)	۷۴۷۳۶	۲۴۹۱۲
جرائم ناشی از عدم پیش‌بینی صحیح بار مصرفی	۲۱۰۰۰	۷۰۰۰
خسارات وارده بر ترانسفورماتورها	۱۲۴۴	۴۱۴,۶۷
خسارات وارده بر بریکرها	۲۵۷۹۴	۸۵۹۸
خسارات وارده بر سگسیونرها	۹۸۲۰	۳۲۷۳,۳۳
خسارات وارده بر ترانسهای ولتاژ و جریان	۱۳۳۲۵	۴۴۴۱,۶۷
خسارات وارده بر برقگیرها	۱۱۳۰	۳۷۶,۶۷
خسارات وارده بر مقره‌های رده انتقال	۲۴۹۵۷	۸۳۱۹
خسارات وارده بر تابلو مارشال کیوسک	۸۱	۲۷
خسارات وارده بر سرکابل‌ها	۷۲۱	۲۴۰,۳۳
خسارات وارده بر پست‌ها	۱۴۹۹۵	۴۹۹۸,۳۳
خسارات ناشی از تغییر طراحی	۱۲۸۰۰۰	۴۲۶۶۶,۶۷
مجموع	۳۲۸۸۶۴	۱۰۹۶۲۱

از این رو بکارگیری کاهش هزینه‌های تحمیلی به شبکه‌ی برق ناشی از عوامل اقلیمی حائز اهمیت زیادی خواهد بود که طبیعتاً توجه به توسعه‌ی فناوری‌های نوین تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص را توجیه می‌نماید.

در این میان یک نکته‌ی اساسی وجود دارد و آن توجیه اقتصادی بکارگیری فناوری‌های نوین تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص با توجه به هزینه‌ی اولیه‌ی بکارگیری این فناوری‌ها است. برای نمونه ممکن است

هزینه‌ی برخی فناوری‌ها بسیار بالا باشد که ضرورت توجه به بازگشت سرمایه را ایجاب می‌نماید. طبیعتاً ممکن است یک فناوری نوین به لحاظ بازگشت سرمایه شرایط مناسبی را داشته باشد؛ اما یک فناوری دیگر آن‌چنان هزینه‌ی سنگینی را تحمیل نماید که مانع توجیه‌پذیری آن شود.

ذکر این نکته از این رو حائز اهمیت است که ارزیابی کلی فناوری‌های نوین به منظور توجیه‌پذیری اقتصادی بر پایه‌ی بازگشت سرمایه ممکن نیست و ضرورت دارد که هر فناوری جداگانه و با توجه به شرایط و موقعیت استفاده در شبکه‌ی برق (خطوط انتقال، پست یا شبکه‌ی توزیع) مورد بررسی قرار گیرد تا به لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیری یا توجیه‌ناپذیری آن معین شود.

در ادامه صرفاً برای نمونه و نه به عنوان یک معیار، خلاصه‌ای از مطالعات اقتصادی صورت گرفته در سال ۱۳۸۴ در خصوص بکارگیری پوشش RTV و پوشش گریس سیلیکونی به عنوان فناوری‌های نوین در مقره‌های فشارقوی با هدف کاهش هزینه‌های مربوط به تعمیر و نگهداری بر مبنای بازگشت سرمایه در برق منطقه‌ای هرمزگان ارائه می‌شود [۱۳]. این مطالعات به این منظور انجام شده که نشان دهد بکارگیری پوشش RTV هرچند هزینه‌ی اولیه‌ی زیادی را تحمیل می‌نماید، اما از طریق کاهش هزینه‌های هنگفت مربوط به شستشوی مقره‌ها می‌تواند منجر به بازگشت سرمایه طی چند سال شود که آن را توجیه‌پذیر می‌نماید و بکارگیری گریس سیلیکونی از منظر بازگشت سرمایه به لحاظ اقتصادی قابل توجیه نیست.

پست نمونه‌ی مورد مطالعه، پست ۲۳۰/۶۳ کیلوولت قشم است که دارای یک فیدر ۲۳۰ کیلوولت و شش فیدر ۶۳ کیلوولت است. در محاسبات انجام شده نرخ بهره ۱۸ درصد و نرخ تورم ۱۵ درصد در نظر گرفته شده است. این پست با توجه به سطح آلودگی محیط ۲۰ بار در سال شسته می‌شود. هزینه‌ی عملیات شستشوی مقره‌ها و سطوح عایقی پست (یعنی راهکار سنتی) برای یک سال، شامل هزینه‌های نیروی انسانی، آب مقطر و ماشین‌آلات، معادل ۱۶۳،۰۰۰،۰۰۰ ریال در سال ۱۳۸۴ است.



همچنین هزینه‌ی فناوری‌هایی چون گریس سیلیکون (که یک فناوری قدیمی است) و پوشش RTV (که یک فناوری جدید است) بر اساس هزینه‌های سال ۱۳۸۴ به صورت زیر است:

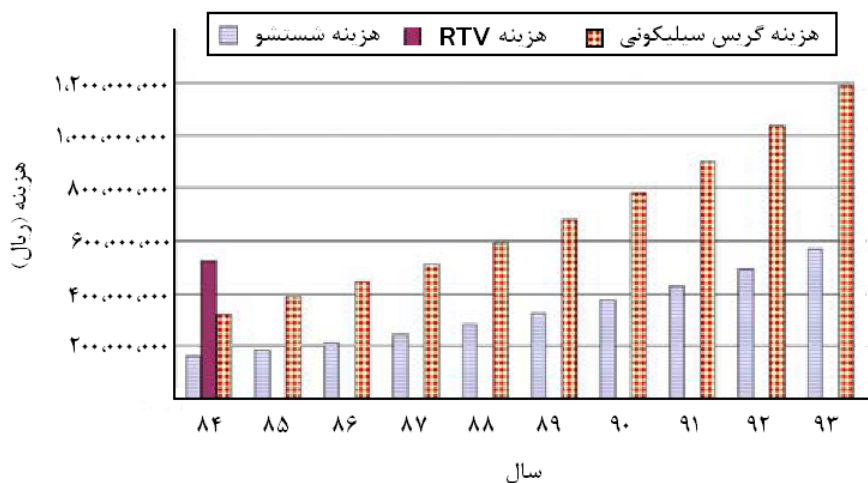
↔ هزینه‌ی فناوری جدیدتر از روش شستشو (گریس سیلیکونی) بر مبنای سال ۱۳۸۴:

ریال ۳۲۲,۶۰۰,۰۰۰

↔ هزینه‌ی فناوری نوین (پوشش RTV) بر مبنای سال ۱۳۸۴:

ریال ۵۲۶,۳۰۰,۰۰۰

در این میان روش اول همانند شستشوی مقرردها نیازمند تکرار سالیانه است؛ اما روش دوم تا ده سال نیازمند تکرار نیست. بر مبنای محاسبات انجام شده، هزینه‌های بکارگیری این روش‌ها طی ده سال در نموداری مطابق شکل (۳) نشان داده شده است.



شکل (۳): هزینه‌ی روش‌های تعمیر و نگهداری برای پست نمونه طی ده سال [۱۳]

با توجه به این نمودار، می‌توان دید که هزینه‌ی اولیه‌ی بکارگیری پوشش RTV که از روش گریس سیلیکونی بیشتر است، طی چهار سال مستهلک می‌شود و از همین رو به لحاظ اقتصادی کاملاً قابل توجیه است. اما روش

گریس سیلیکونی با توجه به این که بسیار بیشتر از روش سنتی شستشوی دوره‌ای است، به هیچ وجه قابل توجیه نیست.<sup>۱</sup> از این رو هر فناوری نوین بسته به شرایط بهره‌برداری و کاربرد باید به صورت مجزا مورد بررسی قرار گیرد تا به لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیری آن اثبات شود.

### ۱-۳- توجیه‌پذیری سیاسی

تدوین سند راهبردی توسعه‌ی فناوری‌های نوین تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص کشور از منظر سیاسی واجد اهمیت اساسی است.

اصولاً مناطق با اقلیم خاص در کشور ایران، در مناطق مرزی کشور همچون مناطق حاشیه‌ی خلیج فارس و دریای عمان و همچنین مناطق سردسیر واقع در مرزهای غربی کشور قرار دارند. با توجه به این نکته، توجه به دو مسئله‌ی مهم ضرورت می‌یابد.

نخست این که در مناطق با اقلیم خاص، امنیت تامین برق از منظر سیاسی اهمیت زیادی دارد. در این مناطق با توجه به نزدیکی به نواحی مرزی زمینی و دریایی و اثرپذیری بیشتر آن‌ها توسط عوامل تهدیدکننده‌ی آن سوی مرزها، ضرورت دارد که تامین دائم و باکیفیت برق در این حوزه‌ها مورد توجه قرار گیرد تا در صورت بروز هرگونه رخداد تهدیدآمیز از سوی کشورهای همسایه، زمینه‌های اختلال در این مناطق تا حد ممکن کاهش یابد. از این رو توجه به فناوری‌های نوین تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در این مناطق با توجه به نقش‌آفرینی سازنده‌ی آن در بهبود وضعیت شبکه‌ی برق و کاهش خاموشی‌ها از اهمیت قابل توجهی برخوردار است.

مورد دوم لزوم توجه به موضوع عدالت‌محوری در مناطق با اقلیم خاص است. از آن جا که بر اساس سیاست‌های ابلاغی اقتصاد مقاومتی در سال ۱۳۹۲ [۱۴]، تحقق اقتصاد عدالت‌بنیان از نتایج بکارگیری اقتصاد مقاومتی در کشور

<sup>۱</sup> - برای کسب اطلاعات بیشتر به مرجع [۱۳] رجوع شود

است، توجه به رویکرد عدالت‌محور در تامین برق با کیفیت و دائم در سراسر کشور ضرورت خواهد داشت. از آنجا که در مناطق با اقلیم خاص شبکه‌ی برق عدم توجه به تاثیر عوامل محیطی بر شبکه‌ی انتقال و توزیع برق ممکن است باعث کاهش بهره‌وری و کارایی تجهیزات شبکه شده در نهایت منجر به تنزل کیفیت برق و حتی خاموشی‌های ناخواسته گردد، توجه به رویکرد عدالت‌بنیان ایجاب می‌کند که افزایش بهره‌وری برق و کیفیت آن در این مناطق به منظور یکسان‌سازی آن با مناطق دیگر کشور که بعضاً وضعیت بهتری دارند اهمیت خواهد داشت. همچنین باید توجه داشت که برخی از ساکنان مناطق با اقلیم خاص را اقلیت‌های قومی و مذهبی کشور تشکیل می‌دهند که همین نکته ضرورت توجه بیشتر به رویکرد عدالت‌محور را آشکار می‌سازد تا به این ترتیب زمینه‌های لازم برای ثبات سیاسی در این مناطق فراهم آید و شاخص‌های رضایت شهروندان رشد کمی داشته باشد.

مسئله‌ی دیگری که باید به آن توجه نمود، اثرات تحریم‌ها بر روی گسترش فناوری‌ها در کشور ایران است که ضرورت ایجاد بسترهای مناسب جهت تولید دانش فنی متناسب با شرایط و نیازهای کشور را ایجاب می‌نماید. در خصوص شبکه‌ی برق در کشور نیز ضرورت خودکفایی با هدف کاهش اثرات تحریم ایجاب می‌نماید که فناوری‌های نوین در خصوص صنعت برق مورد توجه ویژه قرار گیرد تا به این ترتیب پیش از اعمال تحریم‌های سیاسی، بسترهای مناسب دانش‌محور به منظور بهبود و توسعه‌ی شبکه‌ی برق و افزایش کارایی تجهیزات آن فراهم آمده باشد تا به این ترتیب با بکارگیری راهبردهای موثر، از اثرات نامطلوب احتمالی ناشی از تحریم‌ها کاسته شود. طبیعتاً با توجه به آسیب‌پذیری بیشتر تجهیزات شبکه‌ی برق کشور در مناطق با اقلیم خاص که ممکن است هزینه‌های هنگفتی را تحمیل نماید، ایجاد بسترهای توسعه‌ی فناوری‌های مربوط به تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در این مناطق می‌تواند زمینه‌های لازم جهت خودکفایی و بی‌اثر کردن شرایط تحریم را برای صنعت برق کشور فراهم آورد. به همین علت توجه به فناوری‌های نوین تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در این مناطق با توجه به نقش آفرینی سازنده‌ی آن در بهبود وضعیت شبکه‌ی برق و کاهش خاموشی‌ها که منجر به رضایت ساکنان این مناطق و برقراری عدالت در برخورداری از برق مناسب خواهد شد از اهمیتی اساسی برخوردار است.

## ۱-۴- توجیه‌پذیری اجتماعی

یکی از ارکان اساسی توسعه‌ی پایدار<sup>۱</sup>، رکن اجتماعی آن است که در توسعه‌ی فناوری به خصوص در مناطق با اقلیم خاص همواره باید مد نظر قرار گیرد. هرچند برداشت‌ها و تعاریف گوناگونی در خصوص مفهوم توسعه‌ی پایدار وجود دارد، می‌توان توسعه‌ی پایدار را به معنای تلفیق اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی برای حداکثرسازی رفاه انسان‌های نسل فعلی، بدون آسیب به توانایی نسل‌های آتی برای برآوردن نیازهای‌شان تعریف کرد [۱۵ و ۱۶].

از سوی دیگر استفاده از فناوری‌های نوین تجهیزات شبکه‌ی برق در مناطق با اقلیم خاص، ممکن است در بلندمدت سبب کاهش مطلوب سرمایه‌گذاری‌های هنگفت تعمیر و نگهداری تجهیزات شود که طبیعتاً سودآوری حاصل از آن می‌تواند جهت تامین برق مناطق روستایی مورد استفاده قرار گیرد و افزایش رضایت اجتماعی را در این میان ساکنان این محدوده‌ها فراهم آورد.

نکته‌ای که در بخش سطح تحلیل در همین گزارش به آن بیشتر اشاره خواهد شد، تغییر الگوی مصرف برق به علت عواملی چون افزایش جمعیت و مهاجرت است که می‌تواند میزان بارگذاری شبکه را در برخی مناطق با اقلیم خاص کشور همچون بنادر تجاری جنوبی که برنامه‌های رونق تجاری و اقتصادی برای آن‌ها مد نظر است را تغییر دهد و شبکه‌ی برق را در آن نواحی آسیب‌پذیرتر نماید و سبب نارضایتی مردم و صنایع در این مناطق گردد.

در کنار موارد مذکور می‌توان به اهمیت شاخص‌های اشتغال و رشد تجاری در مناطق خاص کشور اشاره کرد. بهبود وضعیت شبکه‌ی برق در این نواحی، به دلیل ثبات در برقرسانی می‌تواند شاخص‌های امنیتی لازم برای توسعه‌ی تجاری و اقتصادی در این مناطق را افزایش دهد که افزایش رشد اشتغال در این مناطق را منجر خواهد شد.

<sup>۱</sup> - Sustainable Development

در عین حال توجه به فناوری‌های نوین در شبکه‌ی برق نیز می‌تواند به برقراری زمینه‌های جدیدی برای فعالیت‌های شغلی مرتبط منتهی شود. بدیهی است که عدم توجه به تامین برق مناسب در مناطق با اقلیم خاص، ممکن است زمینه‌های برخی پدیده‌های اجتماعی همچون مهاجرت به مناطق دیگر از جمله کلانشهرها را تقویت نماید که ضرورت توجه به جنبه‌ی اجتماعی توسعه‌ی پایدار را با هدف ایجاد بسترهای مناسب انگیزشی جهت ایجاد تعادل جمعیتی ایجاب می‌نماید.

بر اساس مواردی که به آن اشاره شد می‌توان گفت از منظر اجتماعی، افزایش کیفیت برق و همچنین بهبود عملکرد و افزایش بهره‌وری شبکه‌ی برق در این نواحی، از آن‌جا که می‌تواند منجر به افزایش رضایت ساکنان و صنایع حاضر در مناطق با اقلیم خاص شود، با بهینه کردن سرمایه‌گذاری‌های صنعت برق زمینه‌ی اقتصادی لازم برای ایجاد زیرساخت‌های مورد نیاز جهت برقرسانی به مناطق بدون برق را فراهم نماید و در راستای رونق تجاری و اشتغال‌زایی بسترسازی‌های لازم را صورت دهد و مانع مهاجرت ساکنان به نواحی دیگر شود، در مجموع حصول پایداری شرایط اجتماعی از منظر توسعه‌ی پایدار را در این مناطق محقق خواهد کرد.

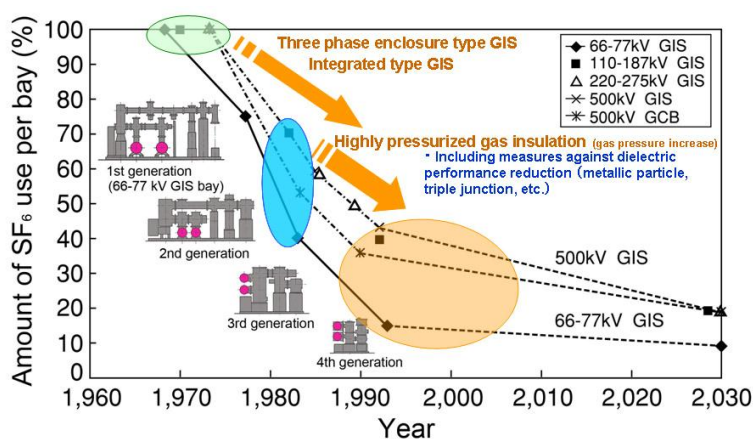
## ۱-۵- توجیه‌پذیری زیست‌محیطی

طی سال‌های اخیر، در طرح‌های توسعه و شکوفایی اقتصادی دو رویکرد در خصوص رابطه‌ی میان طرح‌های مورد نظر و مسئله‌ی زیست‌محیطی مورد توجه است [۹].

رویکرد نخست اهمیت حفاظت از محیط زیست، چه در ابعاد داخلی و چه در ابعاد جهانی است که جزء اولویت‌های سیاست‌گذاری در جهان محسوب می‌شود و مزایا و مشکلات زیست‌محیطی ناشی از اجرای فناوری بر روی شاخص‌های زیست‌محیطی را مورد بررسی قرار می‌دهد. از منظر این رویکرد باید گفت که در توسعه‌ی فناوری‌های نوین تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها باید ملاحظات زیست‌محیطی مورد توجه باشد اثرات احتمالی مخرب

زیست‌محیطی فناوری‌های نوین مد نظر قرار گیرد و همچنین فناوری‌هایی که ممکن است پیامدهای نامطلوبی بر محیط زیست داشته باشند از اولویت خارج شوند.

برای مثال چشم‌انداز آتی بکارگیری گاز SF<sub>6</sub> در صنعت برق جهان، به علت خاصیت گلخانه‌ای این گاز رو به کاهش است. برای مثال کاربرد گاز SF<sub>6</sub> در پست‌های GIS و کلیدهای گازی در کشور ژاپن طی چند دهه‌ی اخیر، با هدف کاهش آن بوده است که در نمودار شکل (۴) نشان داده شده است. در این نمودار، محور افقی نمایانگر بازه‌ی زمانی ۷۰ ساله و محور عمودی درصد میزان گاز استفاده شده برای هر بی<sup>۱</sup> پست است [۱۷].



شکل (۴): تحول بکارگیری گاز SF<sub>6</sub> در پست‌های GIS و کلیدهای گازی در کشور ژاپن

رویکرد دوم به موضوع حائز اهمیت تاثیرات پارامترهای زیست‌محیطی و اقلیمی بر روی طرح‌های مورد اشاره می‌پردازد که بسته به شرایط زیست‌محیطی و عوامل اقلیمی هر منطقه که می‌تواند بر عملکرد فناوری موثر باشد، می‌بایست همه‌ی ابعاد آن به دقت مورد بررسی قرار گیرد تا به این ترتیب طراحی و انتخاب فناوری‌های مناسب با

<sup>1</sup> - Bay

هر حوزه‌ی جغرافیایی، با ملاحظه‌ی اثرپذیری از شرایط محیطی منطقه‌ی مذکور صورت گرفته باشد تا علاوه بر بهینه‌سازی سرمایه‌گذاری‌ها، شرایط کیفی بهره‌برداری نیز در محدوده‌ی مطلوب و قابل قبولی برقرار شود. بدیهی است که ماهیت توسعه‌ی فناوری تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص، از آن‌جا که در صدد توسعه‌ی دانش فنی در خصوص فناوری‌های نوین با هدف کاهش اثرات نامطلوب محیطی بر این تجهیزات است، به طور کامل با این رویکرد تناسب دارد.

### ۱-۶- توجیه‌پذیری قانونی

چارچوب‌ها و الزامات حاکم بر فضای توسعه‌ی فناوری، یکی از ابعاد مهم در راستای توجیه‌پذیری طرح محسوب می‌شوند که این امر هم‌راستایی توسعه فناوری مورد نظر با اهداف و سیاست‌های کلان کشور را نشان می‌دهد. این امر در تحلیل قانونی بر اساس مطابقت موضوع با اسناد بالادستی قانونی موجود مورد بررسی قرار می‌گیرد.

#### ۱-۶-۱- سند چشم‌انداز و برنامه‌ی راهبردی بلندمدت وزارت نیرو

طی سال‌های اخیر طرح تدوین این سند [۱۸] در دستور کار این وزارتخانه قرار گرفت. تحقق آرمان و اهداف سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران، انسجام‌بخشی به برنامه‌ها و فعالیت‌ها و مستندسازی نگاه به افق‌های دور دست صنعت آب و برق از اهداف تدوین این سند به شمار می‌روند. اسناد خروجی این طرح به عنوان سند بالادستی مجموعه اجزای وزارت نیرو در نظر گرفته شده و با توجه به ابلاغ توسط وزیر محترم نیرو مبنای کلیه سیاست‌گذاری‌ها، برنامه‌ریزی‌ها و تصمیم‌گیری‌های صنعت آب و برق قرار می‌گیرد.

مجموعه حاضر برنامه‌ی راهبردی وزارت نیرو در افق ۱۴۰۴ را مشخص نموده و مشتمل بر اسناد مأموریت، چشم‌انداز، ارزش‌ها و راهبردهای وزارت نیرو و بخش‌های پنج‌گانه‌ی «آب و آبفا»، «برق و انرژی»، «آموزش، پژوهش و فناوری» و «پشتیبانی صنعت آب و برق» است. این مجموعه نتیجه مشارکت ارزشمند حدود ۲۸۰ نفر از مدیران، صاحب نظران، خبرگان و کارشناسان ارشد صنعت آب و برق در قالب انجام فعالیت‌های پشتیبانی و حضور فعال در

جلسات کمیته‌های تخصصی، کمیته راهبری و هماهنگی و شورای عالی طرح است. این اسناد با شناخت فرصت‌ها و تهدیدهای در پیشروی صنعت آب و برق به دست آمده و افق حرکتی آینده‌ی وزارت نیرو را تعیین نموده و نگاه بلندمدت را در تمامی سطوح این وزارتخانه نهادینه می‌نمایند.

مطابق بخش راهبردهای وزارت نیرو مندرج در این طرح، بند ۷-۱، بایستی "توسعه ظرفیت‌های تولید، انتقال و توزیع برق متناسب با نیازهای مصرف مدیریت شده و نوسازی و بهینه‌سازی آن‌ها" صورت پذیرد. بنابراین بکارگیری فناوری‌های نوین تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها جهت نوسازی و بهینه‌سازی شبکه‌ی برق در مناطق با اقلیم خاص که بیشتر از سایر مناطق تجهیزات و عایق‌های شبکه را در معرض آسیب و پیرشدگی و عدم کارآیی حین بهره‌برداری قرار می‌دهد الزام قانونی خواهد داشت.

در بند ۷-۵، بایستی "سازگاری زیست‌محیطی و ارتقاء ایمنی در فعالیت‌های صنعت برق" صورت گیرد. بنابراین تناسب تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها با شاخص‌های زیست‌محیطی به منظور کاهش اثرپذیری آنها از شرایط نامطلوب اقلیمی الزام قانونی خواهد داشت و طبیعتاً استفاده از فناوری‌های نوین به عنوان راه حلی اثربخش ضرورت خواهد داشت.

علاوه بر آن در بند ۱۰-۶، بایستی "ایجاد نظام پایش تحولات علمی و فناوری مرتبط با صنعت در سطح بین‌الملل" باید در دستور کار باشد که ضرورت توسعه‌ی فناوری‌های مربوط به شبکه‌ی برق را بر اساس مطالعات فعالیت‌های صورت گرفته در سطح بین‌الملل ملزم می‌دارد.

در عین حال از مطابق بند ۱۰-۷، بایستی "شناسایی فناوری‌های نوین و انتقال و بومی‌سازی فناوری‌های دارای مزیت نسبی" در دستور کار باشد. طبیعتاً توسعه‌ی فناوری‌های نوین مربوط به تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص، با توجه به این که پاسخگوی نیازهای بومی کشور (یعنی مناطق با اقلیم خاص در ایران) خواهد بود التزام قانونی خواهد داشت.



با توجه به ضرورت دستیابی به این الزامات قانونی، توسعه‌ی فناوری‌های نوین تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص التزام قانونی خواهد داشت.

## ۱-۶-۲- سند "اولویت‌های تحقیقاتی و فناوری مصوب کمیسیون‌های تخصصی وزارت

### علوم، تحقیقات و فناوری" مصوبه‌ی سال ۱۳۹۰

شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری در راستای انجام وظایف قانونی و با هدف بهره‌گیری حداکثری از توان علمی و دانش تخصصی صاحب‌نظران و خبرگان دانشگاهی و دستگاه‌های اجرایی کشور در حوزه‌های مختلف، اقدام به تشکیل ۱۱ کمیسیون تخصصی در زمینه‌های موضوعی نموده است که هرکدام از آنها بر اساس وظایف قانونی شورا در حوزه‌ی تخصصی مرتبط فعالیت می‌کنند. کمیسیون‌های تخصصی شورای عالی با بررسی و مطالعه حوزه‌های تخصصی مربوطه اولویت‌های تحقیقاتی و فناوری و طرح‌های کلان ملی را تعیین کرده‌اند [۱۹].

با توجه به اسناد قانونی مذکور (جزء ۱ بند م ماده ۲۲۴ قانون برنامه پنجم توسعه، جزء الف بند ۱۰۸ قانون بودجه سال ۱۳۹۰ کشور) اولویت‌های تحقیقاتی و فناوری کمیسیون‌های تخصصی مربوطه، برای استفاده‌ی دستگاه‌های مشمول اسناد قانونی مذکور، در این سند ارائه شده است.

مطابق اولویت‌های کمیسیون تخصصی انرژی، بند ۹، بایستی "فناوری‌های نوین و کارای شبکه‌های انتقال، توزیع برق" در دستور کار قرار گیرد. از این رو طرح تدوین سند راهبردی فناوری‌های نوین تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص الزام خواهد داشت.

علاوه بر آن در جدول سایر اولویت‌های تحقیقاتی کشور در این سند، بایستی اولویت‌های زیر در دستور کار قرار

گیرند:

↩ "استفاده از فناوری‌های جدید و انتقال تکنولوژی"

«دستیابی به روش‌ها و فناوری‌های نوین جهانی (انتقال فناوری و دانش فنی به کشور) و همگام‌سازی با

روند سریع پیشرفت جهانی»

«بروسازی آموزش‌های مرتبط با فناوری‌های جدید»

«انتقال فناوری و دانش فنی به کشور در عرصه‌هایی که هنوز نیاز به ورود فناوری خارجی می‌باشد»

«ارتقا و انتقال دانش فنی در بخش طراحی و مهندسی»

بر اساس این اولویت‌ها، طرح تدوین سند راهبردی فناوری‌های نوین تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص، از آن‌جا که هم با موضوعیت انتقال دانش در این حوزه ارتباط مستقیم دارد و علاوه بر آن زمینه‌های لازم برای بروزرسانی مورد نیاز شبکه‌ی برق بر اساس بکارگیری فناوری‌های نوین را فراهم می‌آورد و در عین حال دانش و فناوری مربوط به تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق خاص را ارتقاء خواهد بخشید التزام قانونی خواهد داشت.

### ۱-۶-۳- هماهنگی وزارت نیرو با «سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی ابلاغیه ۱۳۹۲»

در جلسه شورای عالی اقتصاد ۹ تیر ۱۳۹۳ در خصوص برنامه‌های وزارت نیرو برای تحقق اهداف اقتصاد مقاومتی، اعلام شد که بندهای ۳، ۸ و ۹ از سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی مربوط به حوزه‌ی کاری وزارت نیرو است. برخی اهداف و سیاست‌های این وزارتخانه برای تحقق بخشیدن به این سیاست‌ها در حوزه‌ی برق در این جلسه اعلام شد که بدین شرح است:

«توسعه زیرساخت‌ای تولید و انتقال برق و تلاش برای تأمین ملزومات تبدیل کشور به قطب تامین و

تبادل برق منطقه

«افزایش بهره‌وری برق در کلیه مراحل زنجیره تولید تا مصرف

«پایداری و بهبود کیفیت و کمیت خدمات آب و برق در بخش‌های مختلف مصرف

## ↔ کاهش تلفات انتقال و توزیع

این رویکردها نه تنها می‌تواند با ضرورت تدوین سند راهبردی توسعه‌ی فناوری‌های نوین تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص کشور هماهنگ باشد، بلکه از آن‌جا که رسیدن به وضعیتی پایدار، بهبودیافته و دارای بهره‌وری بالا را برای شبکه‌ی برق کشور الزام‌آور می‌نماید می‌تواند رویکرد تدوین این سند راهبردی را قانوناً توجیه نماید.

## ۲- تعیین ابعاد موضوع و محدوده مطالعات

در این بخش، ابعاد موضوع فناوری‌های نوین تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق خاص کشور مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در ابتدا سطح تحلیل بر پایه‌ی تبیین محدوده‌ی جغرافیایی با توجه به طبقه‌بندی اقلیمی کشور تعیین می‌شود. در ادامه افق زمانی تحلیل بر پایه‌ی بررسی بازه‌های کوتاه‌مدت، میان مدت یا بلندمدت تبیین خواهد شد.

### ۲-۱- تعیین سطح تحلیل

با توجه به تاثیرگذاری فناوری‌های نوین در ابعاد مختلف جامعه، تصمیم‌گیری راهبردی را می‌توان در سطوح مختلفی به انجام رساند. این سطوح را می‌توان در قالب جغرافیایی به سه سطح منطقه‌ای، ملی و فراملی تقسیم نمود:

↔ سطح منطقه‌ای، بیانگر تصمیم‌گیری در مورد زیربخش‌های ملی با پتانسیل اقتصادی فناورانه است.

↔ سطح ملی، بیانگر تصمیمات دولت‌ها در توسعه اقتصادی مرتبط با فناوری‌ها در یک کشور است.

↔ سطح فراملی، بیانگر همکاری‌های بین‌المللی در برنامه‌ریزی توسعه‌ی محصولات و فناوری‌ها است.

مشخص شدن این سطح، در تعیین اندازه مرزهای سیستم تحت مطالعه و انتخاب نوع ابزارهای سیاست‌گذاری و تدوین راهبرد موثر خواهد بود.

در وهله‌ی نخست ممکن است به نظر برسد با توجه به این‌که این سند برای مناطق خاص کشور (برای نمونه مناطق جنوبی کشور که شرایط آب‌وهوایی خاصی دارند) تدوین می‌شود، لذا سطح آن منطقه‌ای است. اما با توجه به تغییرات اقلیمی و آب و هوایی کشور طی سال‌های اخیر که منجر به بروز برخی پدیده‌های جدید در کشور شده است و همچنین افق آتی تغییرات اقلیمی کشور به علت تاثیرات گرمایش زمین (که در بخش توجیه‌پذیری فنی در همین سند مورد بررسی قرار گرفت) شاهد گسترش مناطق با اقلیم خاص در کشور خواهیم بود.

طی چند سال اخیر، بروز پدیده‌ی خشکسالی چه در مناطق مرکزی کشور و چه در کشورهای همسایه (به خصوص عراق) سبب تغییر شرایط اقلیمی بسیاری از نقاط کشور بوده است. در یک دهه‌ی گذشته، علاوه بر خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه و برخی دریاچه‌های کوچکتر، بعضی از تالاب‌ها و نیز رودخانه‌های کشور نیز خشک شده‌اند. این تغییرات آب و هوایی سبب بروز پدیده‌های نامطلوبی همچون پدیده‌ی طوفان ریزگرد و همچنین طوفان‌های نمکی در استان‌های مجاور دریاچه‌ی ارومیه شده است. برای نمونه طوفان‌های ریزگرد که نه تنها از کشورهای همسایه، بلکه گاهی از مناطق خشک مرکزی ایران نشأت می‌گیرد بعضاً نیمی از مناطق کشور را در مناطق شمال غربی، مناطق غربی، مناطق جنوب غربی و همچنین مناطق مرکزی تحت تاثیر قرار می‌دهند<sup>۱</sup>.

طبیعتاً این پدیده‌ها می‌توانند منجر به نشست حجم بالایی از آلودگی بر روی تجهیزات فشارقوی و سطوح عایقی شده، عملکرد آنها را تحت تاثیر قرار دهند. باید توجه داشت که سایر تغییرات اقلیمی کشور نیز به زیان عملکرد شبکه‌ی برق خواهد بود. برای مثال کاهش بارندگی طبیعتاً الگوی شستشوی فصلی آلودگی سطوح عایقی را تضعیف

<sup>۱</sup> - در پیوست (ب) مشخصات اقلیمی کشور از نقطه نظر ریزگرد ارائه شده است.

می‌نماید. در عین حال افزایش آماری بارش‌های ناگهانی پس از دوره‌های طولانی عدم بارش (که طبق گزارشات جهانی اقلیمی از ویژگی‌های پیش روی بسیاری از مناطق جهان و از جمله حوزه‌ی جغرافیایی ایران است) می‌تواند سبب بروز شکست الکتریکی در سطوح عایقی و لذا خاموشی در بسیاری از مناطق جغرافیایی ایران طی سال‌های آینده شود.

با توجه به تغییرات مشهود شرایط آب و هوایی در کشور، تغییرات پیش رو به واسطه‌ی بحران گرمایش زمین که شرایط بسیاری از نقاط کشور را به لحاظ آب و هوایی در وضعیت نامطلوب‌تری قرار خواهد داد، گستردگی بکارگیری تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در شبکه‌ی انتقال و توزیع، نقش استراتژیک توسعه‌ی این شبکه‌ها در کاهش هزینه تمام‌شده و همچنین نیاز به افزایش بهره‌وری در شبکه‌های انتقال و توزیع نیرو (که تمامی شرکت‌های برق منطقه‌ای و توزیع نیرو و همچنین برخی از صنایع سنگین را در بر می‌گیرد)، می‌توان گفت که محدوده‌ی مطالعات طرح از نظر جغرافیایی شامل تمامی استان‌های کشور است و از همین رو ابعاد موضوع طرح کلان و راهبردی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق خاص، در سطح ملی خواهد بود.

## ۲-۲- تبیین افق زمانی تحلیل

ماهیت اسناد راهبردی بر مبنای لحاظ نمودن افق‌های برنامه‌ریزی فراتر از زمان حال برای اقدامات و فعالیت‌های متناسب استوار است که هدف از برنامه‌ریزی آینده و تدوین افق‌های برنامه‌ریزی در اسناد راهبردی، در نظر گرفتن روندهای آتی، اتفاقات ممکن و تغییرات احتمالی است که بر نحوه توسعه فناوری و فرایندهای تصمیم‌گیری اثرگذار است. با در نظر گرفتن این افق‌های بلندمدت، امکان انجام برنامه‌های اجرایی فعالانه در توسعه فناوری مهیا خواهد شد. معمولاً در عمل تفاوت زیادی میان افق‌های برنامه‌ریزی تعیین شده در وجود دارد. این اختلافها معمولاً به دلیل تفاوت موضوعات مورد بحث و فاکتورهای اثرگذار بر توسعه سیستم مورد مطالعه پدیدار می‌گردد. بازه‌ی برنامه‌ریزی متوسط ۵ تا ۱۰ سال به‌طور معمول برای اسناد راهبردی در سطح ملی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگرچه در مواردی این بازه می‌تواند به ۳ سال تقلیل پیدا نموده و تا ۲۰ سال نیز ممکن است افزایش یابد. در این

خصوص بررسی تجربیات جهانی در توسعه فناوری‌های نوین یکی از شاخص‌های مهم در جهت تعیین افق زمانی به حساب می‌آید. در این خصوص به افق زمانی ارائه شده توسط موسسه‌ی EPRI [۲۰] و BCTC [۲۱] اشاره خواهد شد.<sup>۱</sup>

بیش از دو دهه‌ی قبل موسسه‌ی EPRI یکسری گزارش تحت عنوان Electricity Technology Roadmap [۲۲] را به چاپ رساند که نقشه راه صنعت برق جهان را بر اساس برنامه‌ریزی استراتژیک فناوری برای بازه‌ی ۴۰ تا ۵۰ سال ارائه داد. سند مذکور به عنوان سندی مرجع در بسیاری از کشورها و از جمله در ایران به منظور تدوین افق زمانی پروژه‌های صنعتی و از جمله صنعت برق کشور مورد استفاده قرار گرفته است.

اما یک دهه‌ی قبل موسسه‌ی EPRI مجموعه گزارشات جدیدی تحت عنوان Electric Power Industry Technology Scenarios را به چاپ رساند که علت آن به گفته‌ی خود موسسه‌ی EPRI تاثیر برخی عدم قطعیت‌ها همانند قیمت سوخت، شرایط اقتصادی در حال تحول، شرایط زیست‌محیطی جدید، پیشرفت‌های فناوری محور و همچنین سیاست‌گذاری‌های جدید مقررات فناوری‌ها عنوان شده است که با تغییر الزامات تحقیقات و توسعه (R&D) در زمینه‌ی فناوری‌ها و در عین حال تحت‌الشعاع قرار دادن افق زمانی فناوری‌های جدید، ضرورت بازنگری گزارش‌های قبلی را ایجاب نموده و منتهی به این گزارشات جدید شده است. این گزارش که در سال ۲۰۰۶ به چاپ رسیده، مبتنی بر افق زمانی ۲۰ ساله است.

همچنین در گزارش British Columbia Transmission Corporation (BCTC) که در سال ۲۰۰۸ تحت عنوان Transmission Technology Roadmap منتشر شده است، افق زمانی ۲۰ ساله برای تحقق اهداف فناوری صنعت برق این کمپانی تدوین شده است که پروژه‌هایی مرتبط با تاثیر شرایط محیطی بر شبکه‌ی برق و همچنین

<sup>۱</sup> - جزئیات مربوط به دو گزارش EPRI و BCTC، در گزارش فاز دوم همین سند راهبردی، در فصل آینده‌پژوهی ارائه خواهد شد.

فناوری‌های نوین در خصوص بهره‌برداری شبکه‌ی انتقال و توزیع و نیز ساخت مواد عایقی جدید در این افق دیده شده است.

بدین ترتیب بر پایه‌ی گزارشات EPRI و BCTC، افق بلندمدت ۲۰ ساله برای توسعه‌ی فناوری‌های نوین تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق خاص در نظر گرفته می‌شود. اما نکته‌ای که باید توجه داشت آن است که زمان تدوین این دو گزارش مربوط به سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۰۸ (به ترتیب ۸ سال و ۶ سال قبل) است. یعنی در واقع پژوهش‌ها و مطالعات مربوط به این حوزه‌ها آغاز شده است. لذا با توجه به توسعه‌ی فناورانه و همچنین رشد دانش در این حوزه طی چند سال اخیر و در کنار آن تجربیات موجود بین‌المللی، می‌توان افق زمانی کوتاه‌تری را برای توسعه‌ی فناوری تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص در نظر گرفت.

باید توجه داشت که سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران و سند چشم‌انداز وزارت نیرو، در افق ۱۴۰۴ تعریف شده است. لذا در نظر گرفتن افق زمانی ۱۰ ساله برای تدوین سند راهبردی توسعه‌ی فناوری تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص با اسناد بالادستی کشور مطابقت خواهد داشت.

اما طی سال‌های اخیر کشورهای توسعه‌یافته به موضوع اثرات شرایط محیطی بر شبکه‌ی برق روی آورده‌اند که همین امر احتمال توجه به فناوری‌های جدیدتر و همچنین رویکردهای نوینی را که ممکن است هنوز در اسناد راهبردی این کشورها دیده نشده باشد ممکن خواهد نمود. زیرا با توجه به گسترش جغرافیایی حوزه‌های بحرانی، این کشورها ناگزیر از توجه به نیازها و الزامات جدید فناورانه خواهند بود و برای آن که در بازار صنعت برق جهانی همچنان حضور داشته باشند ناگزیر از توجه به شرایط جدید کشورهای خواهی خواهند بود که بحران گرمایش زمین وضعیت جدیدی را برای آنها ایجاد می‌نماید. از همین رو این امکان هست که طی سال‌های آینده رویکرد توسعه‌ی فناوری در حوزه‌ی صنعت برق مجدداً تغییراتی داشته باشد. چنین امری لحاظ نمودن افق زمانی بیشتر از ۱۰ سال را برای سند توسعه‌ی فناوری تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص موجه می‌نماید.

لذا برای توسعه‌ی فناوری تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص، افق زمانی ۲۰ ساله در نظر گرفته می‌شود؛ با یادآوری این نکته که با توجه به شرایط پیش رو برای صنعت برق جهان به علت تغییرات آب و هوایی در آینده، فناوری‌های نوین مربوط به شبکه‌ی برق در مناطق با اقلیم خاص در افق زمانی مشخصی نمی‌گنجند.

طبیعتاً لحاظ نمودن افق زمانی ۲۰ ساله این امکان را فراهم خواهد آورد تا در صورت تحولات فناورانه‌ی جدید در خصوص تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص، هرگونه بازنگری احتمالی در اسناد راهبردی کشور و از جمله همین سند، با سرعت و انعطاف بیشتری صورت گیرد.

### ۳- تبیین مشخصه‌های فناوری

فناوری‌ها را می‌توان از منظر ماهیت کاربردی طبقه‌بندی نمود که هدف از آن، قراردادن فناوری‌های دارای مشخصات مشابه در یک گروه است. این کار تصمیم‌گیری در مورد فناوری‌های هم‌گروه را در مراحل بعدی تدوین اسناد ملی فناوری تسهیل خواهد نمود.

از حیث ماهیت کاربردی، می‌توان فناوری‌ها را از شش بُعد مختلف تقسیم‌بندی نمود که شامل بررسی سابقه‌ی فناوری، پیچیدگی فناوری، تناسب فناوری، حوزه‌ی استفاده‌ی فناوری، موقعیت راهبردی فناوری و طبقه‌بندی فناوری از منظر چرخه عمر است.

چنین الگویی را می‌توان در خصوص تبیین مشخصه‌های فناوری تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص پیاده‌سازی نمود که در ادامه تشریح خواهد شد. جزئیات توسعه‌ی فناوری‌های تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص در گزارش فاز دو این سند ارائه می‌گردد.



### ۳-۱- مرزبندی فناوری

در خصوص مرز و محدوده‌ی موضوعات مورد بررسی در این سند، باید به دو نکته‌ی مهم اشاره کرد:

الف) منظور از فناوری "نوین" فناوری‌های زیر است:

- فناوری‌های جدید؛ یعنی فناوری‌هایی که در کشور ما مورد استفاده قرار نگرفته‌اند.
- فناوری‌های موجود در مرحله بلوغ؛ یعنی فناوری‌هایی که در سطح جهانی در مرحله بلوغ قرار دارند و در کشور ما نیز مورد استفاده قرار گرفته‌اند، با این شرط که مطالعات میدانی و تجربیات بهره‌برداری از آن‌ها در کشور ما محدود بوده است.
- فناوری‌های موجود در مرحله رشد؛ یعنی فناوری‌هایی که در سطح جهانی در مرحله رشد قرار دارند و در کشور ما نیز مورد استفاده قرار گرفته‌اند، با این شرط که مطالعات میدانی و تجربیات بهره‌برداری از آن‌ها در کشور ما محدود بوده است.

ب) محدوده‌ی مطالعات این سند، شامل فناوری‌های نوین مربوط به تجهیزات عایقی شبکه‌ی انتقال و توزیع است شامل تجهیزاتی چون مقره، پوشینگ‌های تجهیزاتی مانند ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری و برقگیر، ترانسفورماتور قدرت، ترانسفورماتور توزیع و کابل خواهد بود.

با توجه به تنوع فناوری‌های مرتبط با تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها، ارزیابی کلی این نوع فناوری‌ها تا حد زیادی ناممکن است. اما از آن‌جا که تبیین مشخصه‌های فناوری در اسناد راهبردی بر اساس نگرش کل‌گرا به موضوع متکی است، لذا به منظور برآورده کردن تبیین کلی فناوری‌های نوین مربوطه و در عین حال ممانعت از ساده‌سازی بیش از حد که افزایش خطای تبیینی را به دنبال داشته باشد، سه گروه فناوری‌های نوین مربوط به تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها (شامل فناوری‌های مربوط به تولید و ساخت مواد عایقی، فناوری‌های مربوط به تولید و ساخت تجهیزات فشار قوی، و فناوری‌های مربوط به بهره‌برداری تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها) جداگانه بررسی و تبیین خواهد شد.

## ۳-۲- سابقه‌ی فناوری

بر اساس سابقه حضور، فناوری‌ها را می‌توان به دو دسته‌ی فناوری‌های جدید در مقابل فناوری‌های موجود تقسیم کرد. فناوری‌های جدید عبارتند از فناوری‌هایی که برای اولین بار در یک مرز بنگاهی، ملی و یا بخشی وارد شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند. بعنوان مثال هر نرم افزاری که برای اولین بار در کشور به منظور طراحی یک محصول بکار گرفته شود و جایگزین روش دستی طراحی گردد نوعی فناوری جدید محسوب می‌شود. از منظر اسناد راهبردی کشور که شامل این سند نیز می‌شود فناوری‌های نوین به نوعی شامل فناوری جدید و نوظهور (که هنوز در کشور مورد استفاده قرار نگرفته است) و در عین حال آن دسته از فناوری‌های موجود که به تازگی به طور محدود مورد استفاده قرار گرفته‌اند محسوب می‌شود. بر اساس تعریف ارائه شده، معیار تشخیص فناوری جدید از فناوری موجود، سابقه‌ی حضور آن فناوری در داخل مرزهای بنگاهی و یا ملی است. منظور از سابقه‌ی حضور نیز شکل‌گیری بازار برای آن فناوری است. طبیعتاً فناوری‌هایی که برای آنها در کشور بازار شکل گرفته است بایستی جزو فناوری‌های موجود قلمداد کرد. در عین حال آن دسته از فناوری‌هایی که برای آنها در کشور بازاری شکل نگرفته است، حتی اگر در کشورهای دیگر وارد بازار شده باشند، متعلق به دسته‌ی فناوری‌های جدید خواهند بود.

از آن‌جا که عنوان سند پیش رو توسعه‌ی فناوری‌های جدید در حوزه‌ی تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص است، طبیعتاً آن دسته از فناوری‌هایی را شامل می‌شود که هنوز وارد بازار ایران نشده‌اند؛ حتی اگر در کشورهای دیگر به سطح کاربردی و حتی رقابتی رسیده باشند.

در خصوص مطالعات پیشین در این حوزه در کشور و همچنین فعالیت‌های انجام شده تا به امروز در خصوص تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص کشور باید گفت که طی چند سال اخیر برخی پروژه‌های تحقیقاتی و میدانی به منظور شناسایی کمی و کیفی تاثیرات اقلیم خاص بر شبکه‌ی برق و همچنین مطالعه و بررسی و ساخت فناوری‌های مرتبط با موضوع انجام شده که طبیعتاً بستر لازم برای تدوین این سند را فراهم آورده است.

در سال ۱۳۸۶ پروژه‌ی "احداث پایگاه تحقیقاتی تجهیزات برقی مناطق گرمسیری" به کارفرمایی برق منطقه‌ای هرمزگان و با مشاوره‌ی پژوهشگاه نیرو انجام شد. این پایگاه به منظور رفع معضلات و مشکلات موجود در شبکه‌های انتقال و توزیع جنوب کشور با هدف مطالعه‌ی مشکلات ناشی از خوردگی و آلودگی در تجهیزات و تاسیسات برقی تاسیس شده و امید است که نقش بسزایی در بررسی و کاهش آسیب‌های تجهیزات برقی داشته باشد. اهداف تاسیس این پایگاه به قرار زیر است:

- ↔ افزایش پایداری و عمر شبکه‌های انتقال و توزیع در جنوب کشور
  - ↔ ارائه معیارهای فنی در انتخاب تجهیزات شبکه‌ی برق متناسب با شرایط آب و هوایی منطقه
  - ↔ بهره‌برداری مناسب از شبکه‌های انتقال و توزیع نیرو و رفع مشکلات بهره‌برداران
  - ↔ کاهش میزان حوادث، خطاها، خاموشی‌های ناخواسته و انرژی فروخته نشده در شبکه و افزایش رضایت مشتریان صنعتی، تجاری و مسکونی
  - ↔ بهبود و توسعه شبکه و خدمات مشتریان
  - ↔ شناسایی نقاط ضعف طراحی‌های فعلی و ارائه آنها به سازندگان جهت بهینه کردن محصولات نهایی
  - ↔ انجام آزمون و ارائه گواهی تائیدیه عملکرد مناسب تجهیزات در شرایط محیطی منطقه به سازندگان
  - ↔ مقایسه عملکرد تجهیزات ارائه شده به وسیله سازندگان مختلف در شرایط طبیعی منطقه
- برخی از پروژه‌های کاربردی که می‌توان در این پایگاه تحقیقاتی انجام داد شامل موارد زیر است:
- ↔ تعیین سطح آلودگی منطقه و بررسی شرایط خوردگی مدفون بر تجهیزات
  - ↔ تعیین سطح خوردگی اتمسفری منطقه
  - ↔ انتخاب صحیح ابعاد هندسی سطوح عایقی مقره‌های تجهیزات برای کاربرد در شرایط منطقه‌ای
  - ↔ بررسی و ارزیابی عملکرد مواد مختلف به کار رفته در ساختمان سطوح عایقی تجهیزات الکتریکی
  - ↔ بررسی عملکرد و رفتار مقره‌ها در شرایط نصب مختلف

↔ ارزیابی روش‌های مختلف تعمیر و نگهداری سطوح عایقی نظیر پوشش‌ها، گریس‌ها، افزایشنده‌های

فاصله خزشی و تخمین طول عمر مفید آنها

↔ احداث سایت خوردگی فلزات و محصولات بتنی

↔ مدلسازی و مانیتورینگ جریان نشتی تجهیزات مختلف

با احداث پایگاه تحقیقاتی تجهیزات برقی مناطق گرمسیری، این امکان برای محققان و پژوهشگران کشور فراهم شده است تا بتوانند با برخورداری از یک مجموعه مجهز منطقه‌ای، فعالیت‌های تحقیقاتی خود را در زمینه رفع مشکلات صنعت برق در جنوب کشور به انجام رسانند. این پایگاه تحقیقاتی با در اختیار داشتن امکانات انجام آزمون‌های میدانی می‌تواند به مثابه یک آزمایشگاه تحقیقاتی در خاورمیانه عمل نماید و به عنوان آزمایشگاه مرجع به ارائه گواهی تایید صحت عملکرد تجهیزات مختلف در شرایط خاص محیطی منطقه پردازد. همچنین با احداث پایگاه تحقیقاتی این امکان فراهم شده است که بتوان با ارائه خدمات مشاوره، سازندگان تجهیزات را در زمینه ارتقاء کیفی محصولات آنها جهت کارکرد بهینه در شرایط خاص محیطی منطقه یاری کرد.

بدیهی است که تدوین این سند راهبردی، با توجه به اولویت‌بندی فناوری‌های نوین مرتبط با تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص کشور، می‌تواند زمینه‌ی مناسبی جهت استفاده‌ی درست و بهینه از پایگاه تحقیقاتی به منظور مطالعات میدانی فناوری‌های نوین اولویت‌دار و ضروری برای مناطق کشور را فراهم آورده سبب تحقق اهداف تاسیس این پایگاه گردد.

طی سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۱ پروژه "تعیین حداکثر میزان آلودگی محیط در محدوده سازمان آب و برق خوزستان جهت طراحی ایزولاسیون خطوط و پست‌ها" به کارفرمایی شرکت توزیع نیروی برق خوزستان توسط پژوهشگاه نیرو انجام شد که هدف آن ارزیابی کمی سطح آلودگی نشسته بر سطوح عایقی در محدوده‌ی مورد اشاره بود که این پروژه شامل نصب ۳۰ ایستگاه اندازه‌گیری آلودگی و سنجش دوره‌ای آلودگی به صورت آزمایشگاهی بود. بر اساس نتایج این پروژه شاخص آلودگی در این محدوده تعیین شد که می‌تواند معیاری مناسب برای انتخاب

مشخصات عایقی تجهیزات فشارقوی و فناوری‌های نوین با دقت بیشتر باشد تا به این ترتیب در آینده عملکرد و کارایی شبکه بهبود یابد. در عین حال ضرورت مطالعه‌ی دقیق‌تر سطح آلودگی عایقی در نقاط دیگر کشور نیز آشکار شد.

به دنبال این پروژه و با توجه به معلوم شدن اهمیت شناسایی دقیق سطح آلودگی سطوح عایقی در مناطق با اقلیم خاص، پروژه " تعیین حداکثر میزان آلودگی محیط بر روی ایزولاسیون در مناطق خاص " طی سال‌های ۱۳۸۱ الی ۱۳۸۳ به کارفرمایی سازمان توانیر توسط پژوهشگاه نیرو انجام شد که با نصب ۱۰۵ ایستگاه تعیین سطح آلودگی در استان‌های هرمزگان، بوشهر، سیستان و بلوچستان، یزد، آذربایجان غربی، گیلان و مازندران میزان آلودگی نشسته بر سطوح عایقی در این نواحی مشخص شد و بر اساس آن نقشه پهنه‌بندی حداکثر آلودگی تاثیرگذار بر روی ایزولاسیون در مناطق خاص کشور تهیه گشت که می‌تواند در حکم راهنمایی مناسب برای دست‌اندرکاران صنعت برق و شرکت‌های سازنده یا پیمانکار در این حوزه‌های جغرافیایی به منظور انتخاب مشخصات طراحی مناسب برای تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها و همچنین استفاده‌ی مناسب از فناوری‌های نوین تلقی شود.

با توجه به ضرورت تدوین استانداردهای مرتبط با انتخاب و بهره‌برداری تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص کشور، در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ پروژه‌ای تحت عنوان "جمع‌آوری استاندارد مناطق خاص کشور برای شبکه‌های انتقال و توزیع نیرو بر اساس استانداردهای موجود" به کارفرمایی سازمان توانیر توسط پژوهشگاه نیرو انجام شد.

این مجموعه استاندارد بر اساس مطالعه‌ی استانداردهای موجود که با هدف کاهش معضلات و مشکلات صنعت برق در مناطق خاص ایران با بررسی تاثیرات شرایط محیطی بر روی عملکرد تجهیزات صنعت برق و ارائه راهکارهای لازم تهیه شده است، از چند مجلد به شرح زیر تشکیل شده که می‌تواند همراه مراجع الزامی آنها مورد استفاده قرار گیرد:

- ↔ جلد اول: پارامترهای محیطی تاثیرگذار بر تجهیزات برقی (اثرات، آمار و اطلاعات، طبقه‌بندی اقلیمی)
  - ↔ جلد دوم: مقره‌ها و تاثیرات شرایط محیطی بر آنها در مناطق خاص
  - ↔ جلد سوم: برقگیرهای اکسید فلزی و تاثیرات شرایط محیطی بر آنها در مناطق خاص
  - ↔ جلد چهارم: تابلوهای الکتریکی شبکه فشار متوسط و تاثیرات شرایط محیطی بر آنها در مناطق خاص
  - ↔ جلد پنجم: کاتوت فیوزهای توزیع و تاثیرات شرایط محیطی بر آنها در مناطق خاص
  - ↔ جلد ششم: ترانسفورماتورهای توزیع و قدرت روغنی و تاثیرات شرایط محیطی بر آنها در مناطق خاص
  - ↔ جلد هفتم: هادی‌ها و تاثیرات محیطی بر آنها در مناطق خاص
  - ↔ جلد هشتم: کابل‌های فشار متوسط توزیع و تاثیرات شرایط محیطی بر آنها در مناطق خاص
  - ↔ جلد نهم: سرکابل‌های توزیع و تاثیرات شرایط محیطی بر آنها در مناطق خاص
  - ↔ جلد دهم: پوشینگ‌ها و تاثیرات شرایط محیطی بر آنها در مناطق خاص
  - ↔ جلد یازدهم: راکتورها و تاثیرات شرایط محیطی بر آنها در مناطق خاص
  - ↔ جلد دوازدهم: خازن‌ها و تاثیرات شرایط محیطی بر آنها در مناطق خاص
  - ↔ جلد سیزدهم: ترانسفورماتورهای زمین و تاثیرات شرایط محیطی بر آنها در مناطق خاص
  - ↔ جلد چهاردهم: ترانسفورماتورهای ولتاژ و جریان و تاثیرات شرایط محیطی بر آنها در مناطق خاص
  - ↔ جلد پانزدهم: تیرها و کراس‌آرم‌های چوبی و تاثیرات شرایط محیطی بر آنها در مناطق خاص
- این استاندارد که پارامترهای محیطی تاثیرگذار بر تجهیزات برقی را مورد مطالعه قرار داده جهت نیل به اهداف ذیل تهیه و تدوین شده است:

- ↔ بررسی تاثیرات پارامترهای محیطی مختلف بر عملکرد عادی تجهیزات برقی
- ↔ ارائه حدود و معیارهای شرایط محیطی کارکرد عادی و غیرعادی تجهیزات برقی
- ↔ تعریف مناطق خاص و یا مناطق با شرایط اقلیمی ویژه

↔ طبقه‌بندی اقلیمی مناطق مختلف کشور

↔ بیان شرایط ویژه محیطی هر منطقه اقلیمی کشور و ملاحظات مربوطه به آنها

↔ بیان مشکلات و معضلات صنعت برق در مناطق خاص

↔ تاکید بر انجام پروژه‌های بنیادی نظیر تهیه نقشه‌های آلودگی و خوردگی اتمسفری

واضح است که با توجه به ضرورت‌های منتهی به تدوین استاندارد مذکور می‌توان از این مجموعه استاندارد به عنوان مرجعی جهت استفاده‌ی کارفرمایان محترم شبکه‌ی برق و نیز سازندگان تجهیزات و پیمانکاران مناطق با اقلیم خاص بهره گرفت.

در سال ۱۳۸۶ پروژه‌ی "طراحی و اجرای سیستم مانیتورینگ on-line ترانسفورماتور" توسط پژوهشگاه نیرو انجام شد که طی آن سیستم مانیتورینگ On-line ترانسفورماتور برای اولین بار در کشور در پژوهشگاه نیرو طراحی و پس از گذارندن آزمون‌های عملکردی و استاندارد از جمله آزمون‌های EMC، بر روی ترانسفورماتور ۲۳۰ کیلوولت پست کن در برق منطقه‌ای تهران نصب و با موفقیت اجرا گردید. با توجه به عملکرد مناسب این سیستم، واگذاری و تولید انبوه آن نیز انجام شد. بکارگیری این سیستم در شرایطی همانند اقلیم خاص که شرایط محیطی ممکن است موجب پیری زودرس و کاهش طول عمر ترانسفورماتور و یا تحمیل هزینه‌های تعمیرات و تعویض قطعات آن و همچنین سبب از مدار خارج شدن ترانسفورماتور و به تبع آن محدودیت در انتقال قدرت در شبکه شود می‌تواند با توجه به امکان پیش‌بینی وضعیت ترانسفورماتور منجر به بهره‌برداری مناسب از آن و ممانعت از تحمیل هزینه‌های ناخواسته و سنگین ناشی از تعمیر و نگهداری و تعویض شود.

در سال ۱۳۸۷ پروژه‌ی "مطالعه و بررسی روش‌های غیرمخرب تعیین وضعیت کابل‌های فشارمتوسط و فشارقوی XLPE" در پژوهشگاه نیرو انجام شد که طی آن ضمن مطالعه‌ی عوامل مؤثر بر ایجاد مکانیسم پیرشدگی و کاهش عمر کابل‌های فشارمتوسط و فشارقوی XLPE، روش‌های تعیین وضعیت کابل‌های فشارمتوسط و فشارقوی XLPE شامل دو گروه کلی اندازه‌گیری تخلیه‌جزئی و اندازه‌گیری پاسخ دی‌الکتریک و همچنین مهم‌ترین شرکت‌های فعال

سازنده خارجی و محصولات تجاری آنها در زمینه تعیین وضعیت کابل‌های فشارمتوسط XLPE مطالعه و بررسی شد. نتایج این پروژه می‌تواند زمینه‌ای برای انجام مطالعات میدانی و تحقیقاتی گسترده‌تر باشد تا بدین ترتیب بستری جهت اقدامات عملی به منظور بهره‌برداری مناسب از کابل‌ها در مناطق با اقلیم خاص فراهم آید.

در سال ۱۳۸۸ پروژه "تحقیق و بررسی راجع به ساخت مقره سوزنی پلیمری-سرامیکی" در پژوهشگاه نیرو انجام شد که هدف از آن امکان‌سنجی ساخت این نوع از مقره‌ها بود که به دلیل ساختار ترکیبی آنها (زیرا هم پلیمر و هم سرامیک در آن استفاده شده است)، مشخصات بسیار مناسبی جهت استفاده در مناطق با اقلیم خاص دارند که از آن جمله‌ی این مشخصات می‌توان به استحکام مکانیکی بالا، عملکرد مناسب در شرایط آلودگی و مقامت مناسب در برابر اشعه‌ی UV اشاره داشت که سبب طول عمر بالای آنها می‌شود و با توجه به این‌که هزینه‌ی ساخت داخلی آنها به مراتب کمتر از هزینه‌ی خرید آنها است لذا تولید داخلی آن برای صنعت برق بسیار مقرون به صرفه خواهد بود.

در سال ۱۳۹۱ پروژه "تخمین عمر مقره‌های سیلیکونی و پوشش‌های RTV در خطوط و پست‌های منتخب انتقال و فوق توزیع استان هرمزگان با بهره‌گیری از پایگاه تحقیقاتی هرمزگان" انجام شد که طی آن با توجه به ماهیت و خواص و مشخصات مقره‌های کامپوزیتی نوع سیلیکون رابری و نیز مشخصات پوشش‌های RTV و با هدف ارزیابی عملکرد ایزولاسیون، برخی نمونه‌ها با سناریوهای خاصی تحت انجام آزمون‌های تخریبی و غیرتخریبی قرار گرفت و برخی دیگر نیز به صورت میدانی در تحت شرایط سرویس‌دهی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج بررسی‌های میدانی و آزمایشگاهی منجر به روشن شدن وضعیت و نیازمندیهای آتی جهت بهره‌برداری مطمئن از ایزولاسیون در مناطق مورد مطالعه شد و همچنین تخمین عمر پوشش‌های RTV و تخمین عمر مقره‌های سیلیکونی صورت گرفت که نتایج حاصل از آن می‌تواند جهت بهبود بهره‌برداری از مقره‌ها در شبکه‌ی برق مناطق با اقلیم خاص بکار رود.

بر اساس موارد ذکر شده باید گفت که علی‌رغم برخی مطالعات صورت گرفته، سیاست بکارگیری این دسته از فناوری‌ها هنوز در ابتدای راه قرار دارد. از سویی بکارگیری فناوری‌های نوین تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها در



مناطق با اقلیم خاص در حدی بسیار محدود (همانند بکارگیری پوشش RTV برای سطوح عایقی سرامیکی) در کشور مورد استفاده قرار گرفته است و از سوی دیگر مطالعات میدانی مرتبط با این نوع فناوری‌ها بسیار محدود بوده است.

طبیعتاً با توجه به ضرورت تناسب این فناوری‌های تازه‌وارد به کشور با شرایط خاص محیطی، لزوم مطالعات میدانی همچنان وجود دارد که توجه به دانش فنی نوین و به‌روز شده را ایجاب می‌نماید. می‌توان گفت که به طور کلی بکارگیری فناوری‌های نوین، ضرورت توجه هدفمند و برنامه‌ریزی شده با توجه به اولویت‌های مورد نیاز را ایجاب می‌نماید که تدوین سند جاری گامی مهم جهت تعیین نقشه راه در این حوزه خواهد بود.

### ۳-۳ - سطح پیشرفته بودن فناوری

فناوری‌ها به دو گروه فناوری‌های پیشرفته در مقابل فناوری‌های ساده تقسیم‌بندی می‌شوند که منظور از "فناوری پیشرفته" فناوری‌هایی دارای ویژگی‌های زیر است:

↪ علم‌محور بودن: در فناوری‌های پیشرفته سهم دانش علمی به مراتب بیشتر از سهم دانش فنی و تجربی در فناوری‌های ساده است. به همین دلیل کاربران آنها را عمدتاً مهندسان و محققان تشکیل می‌دهند.

↪ طول عمر کوتاه: معمولاً فناوری‌های پیشرفته دارای طول عمر کوتاه‌تری نسبت به فناوری‌های ساده هستند، زیرا در راستای کسب موقعیت برتر رقابتی یا بهبود عملکرد صنعت نقشی حیاتی ایفا دارند و به همین دلیل تلاش زیادی جهت بهبود آنها از طریق توسعه فناوری‌های قدیمی و گسترش مرزهای دانش صورت می‌گیرد. این امر باعث پدیدآمدن ایده‌های جدید، تبدیل شدن این ایده‌ها به نوآوری فناورانه و خلق فناوری‌های جدید خواهد شد. بدین ترتیب با تحولات سریع فناوری با سرعتی بیشتر از قبل، منسوخ شدن فناوری‌های رایج و جایگزینی آنها با فناوری‌های پیشرفته‌ی نوظهور قابل مشاهده خواهد بود.

↔ سطح بالای پیچیدگی: معمولاً فناوری‌های پیشرفته ترکیبی از چند شاخه‌ی علمی هستند که مبین پیچیده بودن آنها در مقایسه با فناوری‌های ساده است.

↔ هزینه‌ی بالای تحقیقات و توسعه (R&D): این نوع فناوری‌ها به علت ماهیت بین رشته‌ای خود و اینکه معمولاً از ترکیب چند زمینه‌ی مختلف علمی برخوردارند سرمایه‌گذاری بیشتری را در مرحله‌ی ایده‌پردازی و نوآوری طلب می‌کنند. از طرفی کوتاه بودن دوره عمر این فناوری‌ها فرصت کمی را برای بازگشت سرمایه فراهم می‌کند. به همین دلیل هزینه‌های تحقیقات و توسعه به ازای هر واحد محصول تولید شده به کمک این فناوری‌ها، به مراتب از هزینه‌های مشابه در محصولات تولید شده به کمک فناوری‌های ساده بیشتر است.

↔ سهم بالای فناوری در قیمت تمام شده کالا/خدمات: به نظر برخی از صاحب‌نظران، هر فناوری عامل تبدیل یکسری ورودی‌ها (همانند مواد، انرژی، سرمایه و...) به یکسری خروجی‌ها (شامل کالا و خدمات) است. می‌توان گفت که قیمت تمام‌شده‌ی یک کالا/خدمات، از مجموع ارزش ورودی‌های مصرف‌شده و هزینه‌های صرف‌شده برای تبدیل ورودی‌ها به خروجی‌ها تشکیل می‌شود. در مورد کالا/خدمات تولیدی به کمک فناوری‌های پیشرفته، نسبت هزینه‌ی ورودی‌ها در مقایسه با هزینه‌های تبدیل ناچیز است و لذا سهم و ارزش مواد بکار رفته بسیار کاهش می‌یابد. طبیعتاً قیمت محصول نهایی نیز ناشی از فناوری بکار رفته در آن خواهد بود.

در خصوص فناوری‌های ساخت و تولید مواد عایقی مورد استفاده در تجهیزات فشار قوی، به نوعی فناوری پیشرفته محسوب می‌گردد. این موضوع به خصوص در مورد فناوری‌های مربوط به ساخت و تولید مواد عایقی نسل جدید همچون ترکیبات پلیمری جدید، روغن‌های جدید و به خصوص آن دسته از ترکیبات گازی در حال مطالعه که قرار است به مرور جای گاز SF<sub>6</sub> را بگیرند قابل توجه است.

فناوری‌های ساخت و تولید مواد عایقی به علت آن‌که نیازمند بهره‌گیری از حوزه‌های دانشی گوناگون (مهندسی فشار قوی، مهندسی مواد، مهندسی متالورژی) هستند فناوری‌های پیچیده محسوب می‌شوند و طبیعتاً متکی به سطح گسترده‌ای از دانش هستند که به نوعی آنها را کاملاً علم‌محور می‌نماید. به خصوص در خصوص فناوری‌های جدید همچون مواد هوشمند و مواد نانو با خاصیت دی‌الکتریکی بالا باید گفت که این نوع فناوری‌ها با هدف تولید مواد عایقی مورد استفاده در صنعت برق هنوز در کشورهای توسعه یافته نیز در حال مطالعه و بررسی است. برای نمونه EPRI [۲۰] در گزارش خود افق زمانی تجاری شدن این نوع مواد را ۲۰ ساله در نظر گرفته است که این افق شامل بازه‌ای ۵ ساله برای تحقیقات و توسعه، بازه‌ای ۵ ساله برای بکارگیری این مواد در مقیاس آزمایشگاهی و بازه‌ای ۱۰ ساله برای تجاری شدن آن است. لذا می‌توان گفت که هزینه‌ی تحقیقات و توسعه برای رشد و توسعه‌ی این دسته از فناوری‌ها نیز بسیار زیاد است.

در مورد طول عمر باید گفت هرچند ممکن است به نظر برسد که با توجه به سرعت اخیر رشد و توسعه‌ی فناوری‌ها در جهان می‌توان فرض نمود که فناوری‌های تولید مواد عایقی جدید نیز سرعت بالایی دارند؛ اما این مسئله لزوماً به این معنی نیست که طول عمر این فناوری‌ها کوتاه است. روال مرسوم در صنعت برق آن است که آن دسته از مواد عایقی که در تجربیات واقعی بهره‌برداری در شبکه‌ی برق امتحان خود را پس داده‌اند و شرایط مناسبی را محقق نموده‌اند مورد توجه قرار گیرند. از این رو پس از ورود یک نوع فناوری جدید در زمینه‌ی تولید مواد عایقی جدید به بازار، در صورتی که سوابق آن در کشورهای دیگری که از مدت‌ها قبل آن را تجربه کرده‌اند موید کارآمدی آن باشد، طبیعتاً این نوع فناوری می‌تواند مدت‌ها مورد توجه دست‌اندرکاران صنعت برق قرار گیرد و لزوماً با آمدن یک فناوری جدید تولید مواد عایقی نیز منسوخ نخواهد شد. این موضوع از این حیث نیز قابل قبول است که اصولاً فناوری‌های تولید مواد عایقی انحصاری هستند و حتی در صورت کسب زمینه‌های لازم در کشور برای تولید مواد عایقی، این نوع فناوری‌ها محدود خواهند بود.

از منظر کالا/خدمات نیز باید گفت که مسئله‌ی اصلی در ساخت مواد عایقی در واقع فناوری‌های تبدیل مواد اولیه به مواد عایقی است که به علت بکارگیری فرایندهای شیمیایی و موادی پیچیده‌ی این نوع فناوری‌ها است. از همین رو تا به امروز فناوری‌های ساخت پلیمرها، عایق‌هایی نظیر XLPE و گازهای عایقی همانند SF<sub>6</sub> در اختیار چند کشور محدود توسعه‌یافته قرار داشته است و جزئیات تولید مواد عایقی در اختیار دیگر کشورها قرار نگرفته است. لذا هزینه‌ی تبدیل در این فناوری‌ها بسیار بالا خواهد بود.

با این اوصاف می‌توان گفت که فناوری‌های ساخت و تولید مواد عایقی در زمره‌ی فناوری‌های پیشرفته محسوب می‌گردند.

در خصوص تبیین فناوری‌های مربوط به ساخت و تولید تجهیزات فشارقوی از منظر پیشرفته بودن باید گفت که با توجه به تنوع تجهیزات فشارقوی، نمی‌توان در خصوص پیشرفته بودن آنها تبیین کلی ارائه داد. اما از منظر عایقی شاید مسئله دقیق‌تر قابل تحلیل باشد. در واقع باید گفت که هرچند فناوری ساخت و تولید بسیاری از تجهیزات فشارقوی هم‌اکنون در کشور موجود بوده و تجربیات زیادی در این خصوص وجود داشته است، با این حال مواد عایقی نسل‌های جدید (همچون پلیمرها، گاز SF<sub>6</sub> و XLPE) جزو محصولات وارداتی محسوب می‌شوند که طبیعتاً با فرض واردات مواد عایقی جهت ساخت تجهیزات فشار قوی، از سطح پیشرفته بودن فناوری ساخت تجهیزات نسبت به حالتی که ناچار به تولید خود مواد عایقی نیز باشیم کاسته خواهد شد.

همچنین باید توجه داشت که سهم فناوری در قیمت تبدیل برای ارائه‌ی کالا/خدمات، با فرض واردات مواد عایقی مورد نیاز از خارج با توجه به تجربیات موجود در کشور بسیاری از تجهیزات فشار قوی که سابقه‌ی تولید آنها در کشور وجود داشته است، کاهش خواهد یافت؛ هرچند که به منظور تبیین دقیق‌تر فناوری ساخت هر تجهیز فشار قوی باید به طور مجزا ارزیابی شود.

به این ترتیب می‌توان گفت که فناوری‌های ساخت تجهیزات فشار قوی، برای تجهیزاتی که تجربه‌ی ساخت و تولید آنها در کشور وجود داشته است، با فرض واردات مواد عایقی نوین سطح پیشرفتگی کمی خواهند داشت و فناوری‌هایی غیر پیشرفته تلقی خواهند شد.

باید توجه داشت که در خصوص آن دسته از تجهیزات فشارقوی که به علت ماهیت ساختاری خود به لحاظ عایقی، فناوری پیچیده‌ای تلقی می‌شوند و ناگزیر مسائل عایقی سبب پیچیده شدن جنبه‌های دیگر ساخت این تجهیزات خواهد شد (همانند فناوری ساخت کلیدهای خلاء فشار قوی که یکی از مشکلات اصلی در آنها بهبود عملکرد آب‌بندی جهت جلوگیری از نفوذ گاز، رطوبت و آلودگی و همچنین بالا بردن کیفیت الکترودها به منظور عملکرد بهتر عایقی است) طبیعتاً فناوری ساخت این نوع تجهیزات فشارقوی فناوری‌هایی پیشرفته تلقی می‌گردد. در خصوص فناوری‌های بهره‌برداری همانند فناوری‌های ساخت و تولید سیستم‌های مونتورینگ و تعیین وضعیت عایق‌ها و همچنین سیستم‌های پیش‌بینی وضعیت عایق‌ها باید گفت که در رویکرد نوین این نوع فناوری‌ها، حوزه‌هایی همانند رشد و توسعه‌ی نرم‌افزارهای موجود در این سیستم‌ها به منظور افزایش قابلیت‌های آنها در شناسایی وضعیت سطوح عایقی، تکامل سنسورهای اندازه‌گیری شاخص‌های وضعیت عایقی همچون جریان نشتی و مشخصات تخلیه جزئی، و همچنین رشد و توسعه‌ی روش‌های تعیین وضعیت غیرمخرب<sup>۱</sup> در عایق‌ها مورد توجه است که نیازمند مجموعه‌ی دانش‌های مختلف در خصوص عایق‌ها، آگاهی از مدل‌های پیرشدگی و آسیب‌دیدگی، کسب دانش بیشتر در خصوص تخلیه‌ی جزئی و همچنین کسب دانش در خصوص مکانیسم‌های تغییرات مشخصات عایق‌ها در شرایط بهره‌برداری است.

طبیعتاً برای مناطق با اقلیم خاص آن دسته از فناوری‌های نوینی نیاز خواهد بود که پارامترهای آب و هوایی را نیز جهت تحلیل وضعیت در نظر بگیرند که طبیعتاً فناوری را پیچیده‌تر خواهد کرد و در عین حال نیازمند

<sup>۱</sup> . Non-Destructive Diagnostics

هزینه‌های بالای تحقیقات و توسعه خواهد بود؛ به خصوص که مطالعات میدانی (و بعضاً بلندمدت) به همراه آزمون‌های مختلف نیز جهت افزایش اطلاعات در خصوص عملکرد عایق‌ها در شرایط واقعی عملکردشان اهمیت ویژه‌ای دارد.

با این احتساب می‌توان فناوری‌های بهره‌برداري تجهیزات فشارقوی و عایق‌ها را ترکیبی از فناوری‌های پیشرفته و غیر پیشرفته قلمداد کرد.

### ۳-۴- تناسب فناوری

بر طبق این معیار، فناوری مناسب، بر خلاف فناوری نامناسب، به فناوری‌هایی اطلاق می‌شود که از یک سو بیشترین سازگاری را با نیازهای شناسایی شده و از سویی دیگر بیشترین سازگاری را با منابع موجود (از جمله منابع فناورانه) داشته باشند. بنابراین یک فناوری مناسب لزوماً یک فناوری پیشرفته یا نوظهور نیست. بعنوان مثال استفاده‌ی کارآمد و مؤثر از یک فناوری پیشرفته وقتی امکان‌پذیر است که زیرساخت‌های لازم و در کنار آن مهارت‌های انسانی مورد نیاز فراهم آمده باشد.

یکی از معضلات رایج در کشورهای در حال توسعه یا کمتر توسعه‌یافته آن است که همواره تمایل زیادی در صنعت آنها وجود دارد که اختلاف سطح فناوری خود را با کشورهای توسعه یافته تا حد ممکن از بین ببرند و این کار را از طریق انتقال فناوری‌های پیچیده و پیشرفته انجام می‌دهند. در بسیاری از موارد، ممکن است شرایط لازم برای این انتقال در کشورهای واردکننده‌ی فناوری وجود نداشته باشد. این در حالی است که فناوری‌های نوظهور با درجه‌ی پیچیدگی کمتر ممکن است بطور مؤثری آنها را در تحقق اهدافشان یاری نماید.

از منظر تناسب با نیاز باید گفت که با توجه به شرایط پیش روی اقلیمی در جهان صنعت برق کشور ما نیز به ناپار باید با شرایط اقلیمی تا حد ممکن سازگار شود. مطابق گزارش اتحادیه‌ی اروپا در سال ۲۰۱۱ با عنوان تأثیرات تغییر اقلیم بر تقاضای برق [۲۴]، خلاصه‌ی از تأثیر تغییرات اقلیمی بر شاخص‌های طراحی شبکه‌های انتقال و توزیع در جدول (۷) آمده است. این ملاحظات به منظور ممانعت از کاهش کیفیت و هرگونه آسیب به شبکه ضرورت دارد.

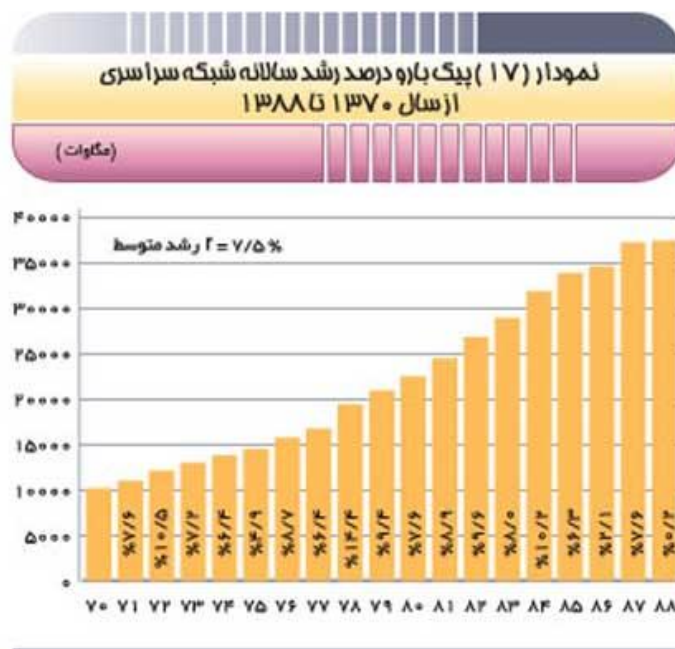
با این احتساب آن دسته از شبکه‌های انتقال و توزیع در کشور که بدون لحاظ نمودن این شاخص‌های آب و هوایی طراحی شده‌اند (که به نوعی شامل شبکه‌ی موجود در بسیاری از نقاط کشور خواهد بود) به شدت در معرض آسیب دیدگی تجهیزات و عایق‌ها خواهند بود. طبیعتاً تغییر شرایط اقلیمی کشور که طی چند سال اخیر نشانه‌های آن در بسیاری از استانهای کشور آشکار شده است، در حکم زنگ خطری برای شبکه‌ی برق کشور طی سال‌های آتی است که توجه به این موضوع و لزوم سرمایه‌گذاری مناسب و مطالعه شده را جهت بهبود و ارتقاء شبکه‌ی برق کشور در مناطق با اقلیم خاص ضروری می‌سازد.

جدول (۷): تاثیر تغییرات اقلیمی بر شاخص‌های طراحی شبکه‌های برق مطابق گزارش اتحادیه‌ی اروپا

شاخص اقلیمی	پدیده‌ی فیزیکی	حوزه‌ی اثر	تطبیق‌پذیری	الزام تغییر در طراحی
سرعت باد و طوفانها	آسیب ناشی از باد و توفان	تیرکای خطوط انتقال	متغیر	متغیر از مقدار متوسط تا مقدار بالا
	افزایش همرفت حرارتی	خطوط انتقال	پیوسته	تا ۲۰ درصد افزایش ظرفیت برای هر متر بر ثانیه افزایش سرعت باد
افزایش دما	کاهش نرخ نامی	ترانسفورماتورها	پیوسته	۱ درصد کاهش بارگذاری به ازای هر ۱ درجه‌ی سانتیگراد افزایش دما
	هدایت گرمایی کاهش یافته	خطوط انتقال	پیوسته	۰,۴ درصد افزایش مقاومت به ازای هر ۱ درجه‌ی سانتیگراد افزایش دما
		کابل‌های زمینی	پیوسته	۰,۵ درصد تا ۱ درصد کاهش بارگذاری به ازای هر ۱ درجه‌ی سانتیگراد افزایش دما
	افزایش میزان شکم	خطوط انتقال	۵۰ درجه‌ی سانتیگراد	در نظر گرفتن ۴,۵ سانتیمتر شکم به ازای هر درجه‌ی سانتیگراد افزایش دما
	آب شدن لایه‌های منجمد	تیرکها در پست	متغیر با توجه به شرایط محلی	تلفات کامل بالقوه در تامین برق بسته به شرایط محلی
	کاهش رطوبت	کابل‌های زمینی	بیش از ۵۵ درجه‌ی سانتیگراد در سطح کابل	کاهش ظرفیت بارگذاری کابل به میزان ۲۹ درصد
افزایش خشکسالی و کم‌آبی	نشست زمین‌های دارای خاک خشک	کابل‌های زمینی	متغیر	هزینه‌ی تعمیرات معادل ۴۲۰۰ دلار به ازای هر خطا
سیل	سیلاب‌گرفتگی		متغیر با توجه به شرایط محلی	تا ۱۰۰ درصد تلفات برق‌دهی
	شکستن کابل‌ها		متغیر با توجه به شرایط محلی	تا ۱۰۰ درصد تلفات برق‌دهی

در عین حال با توجه به بزوم گسترش شبکه‌ی برق کشور به علت رشد بار که در منحنی (۵) نشان داده شده است، در خصوص طرح و توسعه‌ی شبکه‌ی برق کشور توجه به فناوری‌های نوینی که بتوانند بازگشت سرمایه‌ی سریع‌تری نسبت به طراحی‌های بالادستی داشته باشند می‌بایستی مورد توجه قرار گیرند تا زمینه‌های لازم برای بکارگیری آنها در شبکه فراهم آید.





شکل (۵) : نمودار تغییر بار سالیانه با رشد متوسط ۷,۵٪

در این میان توجه به زیرساخت‌های لازم جهت تحقق هدف مذکور اهمیت خواهد داشت. طبیعتاً در خصوص نیروی انسانی مورد نیاز برای فناوری‌های تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها ضرورت آموزش‌های تخصصی و بهره‌گیری از دانش موجود در کشورهای توسعه‌یافته یا صاحب تجربیات مشابه جهت ارتقاء علمی و فنی آنها کاملاً مشهود است. در عین حال باید زمینه‌های رشد تحقیقات و توسعه مورد توجه باشد که با توجه به وجود مراکز تحقیقاتی و آموزشی در کشور چنین امری میسر است و امکان مطالعات آزمایشگاهی، میدانی و همچنین فناوری‌های ساخت تجهیزات فشار قوی و سیستم‌های مانیتورینگ وجود دارد. طبیعی است که علی‌رغم محدودیت‌های مالی می‌توان توسعه فناوری‌هایی همچون تعیین وضعیت سطوح عایقی و مانیتورینگ را به سمت فناوری‌هایی با سطح پیشرفتگی نه خیلی بالا سوق داد و در خصوص فناوری‌های بسیار پیشرفته (همانند ساخت سیستم‌های تعیین وضعیت بسیار پیشرفته و همچنین ساخت مواد عایقی) صرفاً انتقال فناوری را مورد توجه قرار داد.

از منظر زیرساخت‌های لازم جهت بکارگیری فناوری‌های نوین به هر حال باید توجه داشت که این مسئله خالی از موانع نخواهد بود و طبیعتاً برای هر فناوری خاص باید جداگانه ارزیابی شود.

### ۳-۵- حوزه‌ی استفاده‌ی فناوری

از نظر حوزه کاربرد، فناوری‌ها به دو دسته‌ی فناوری‌های محصول و فناوری‌های فرآیند تقسیم می‌شوند. فناوری‌های محصول عبارتند از فناوری‌هایی که در ترکیب کالا/خدمت بکار گرفته می‌شوند و فناوری‌های فرآیند نیز فناوری‌هایی هستند که در فرآیند تولید یک محصول و یا ارائه یک خدمت بکار برده می‌شوند. از این منظر باید گفت که آن دسته از فناوری‌های مرتبط با ساخت و تولید مواد عایقی یا تجهیزات و آن دسته از فناوری‌های مرتبط با بهره‌برداری (که در واقع جزو ارائه‌ی خدمات می‌شوند) در مجموع متعلق به فناوری‌های محصول هستند. اما دانش فنی مرتبط با ساخت و تولید مواد عایقی یا تجهیزات و نیز دانش فنی بهره‌برداری متعلق به فناوری‌های فرآیند خواهد بود.

### ۳-۶- موقعیت راهبردی فناوری

برحسب موقعیت راهبردی، فناوری‌ها را می‌توان به دو گروه فناوری‌های کلیدی یا راهبردی در مقابل فناوری‌های متعارف یا معمولی تقسیم کرد. لفظ "فناوری کلیدی یا راهبردی" به فناوری‌هایی اطلاق می‌شود که در تحقق اهداف راهبردی نقش کلیدی ایفا نمایند. به عنوان مثال چنانچه هدف راهبردی افزایش نوآوری در محصولات یا خدمات باشد، فناوری‌هایی که در طراحی، مهندسی، ساخت و آزمایش نمونه استفاده می‌شوند، می‌توانند نقش کلیدی ایفا نمایند. بدیهی است چنانچه هدف راهبردی تغییر کند، فناوری‌های کلیدی نیز متناسب با آن تغییر خواهند کرد. بنابراین فهرست فناوری‌های کلیدی ثابت نیست و ممکن است با گذشت زمان دچار تغییر شود.

فناوری‌های متعارف یا معمولی عبارتند از فناوری‌هایی که تسلط بر آنها ارزش زیادی ندارد. به عبارت دیگر امکان بهره‌گیری از توان موجود در خارج از مرزهای بنگاهی، بخشی یا ملی برای انجام عملیات مرتبط با فناوری‌های مذکور وجود دارد و مناسب است تا این عملیات را به خارج واگذار نمود.

در خصوص فناوری‌های نوین تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص باید گفت این فناوری‌ها به نوعی فناوری‌های راهبردی قلمداد می‌شوند. زیرا از یک سو بر افزایش نوآوری در حوزه‌های تولید مواد عایقی، تولید تجهیزات فشار قوی و نیز توسعه‌ی روش‌ها و سیستم‌های مونیتورینگ و تعیین وضعیت و تعمیر و نگهداری پیش-گویانه متکی هستند و از سوی دیگر با توجه به اینکه به دلیل مسائلی همچون تحریم ممکن است امکان بهره‌گیری از توان موجود در خارج از مرزهای بنگاهی و ملی محدود شود دستیابی به این فناوری‌ها می‌تواند برای صنعت برق کشور در حکم ضرورت باشد؛ به خصوص با توجه به تداوم بحران آب و هوایی کشور که متاثر از شرایط متغیر اقلیمی جهانی می‌تواند در آینده مشکلات شبکه‌ی برق کشور را افزایش دهد و هزینه‌های سنگینی را به صنعت برق کشور متحمل نماید. طبیعتاً همین مسئله وجه راهبردی توسعه‌ی فناوری‌های نوین تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص را بازگو می‌نماید.

بدیهی است که با توجه به گستره‌ی وسیع فناوری‌های مذکور، ممکن است توسعه‌ی برخی فناوری‌ها به لحاظ راهبردی و کلیدی بودن حاوی ارزش و اهمیت بیشتر و لذا اولویت‌دار باشند که در فازهای آتی این سند راهبردی مشخص خواهند شد.

### ۳-۷- طبقه‌بندی فناوری از منظر چرخه عمر

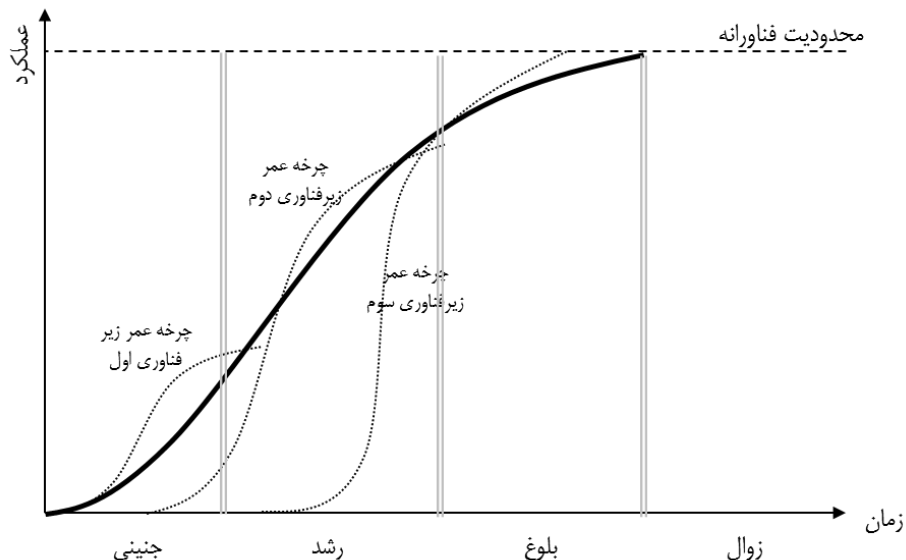
فناوری‌ها دارای تعاملاتی با بازار هستند که متغیر در طول زمان است و علاوه بر آن دارای یکسری ویژگی‌های عملکردی نیز هستند. این تغییرپذیری در طول زمان را باید در قالب طبقه‌بندی فناوری در طول مراحل چرخه

عمر<sup>۱</sup> به نمایش گذاشت. تغییر ویژگی‌های عملکردی فناوری و رسیدن به بلوغ فنی در طول زمان بیان‌گر چرخه عمر فناوری است.

چرخه عمر فناوری، مفهومی است که نحوه بهبود عملکرد یک فناوری را در طول زمان نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، محل قرارگیری یک فناوری در چرخه عمر، متأثر از منحنی‌های چرخه عمر فناوری‌های وابسته به آن می‌باشد. از آن‌جا که فناوری‌های پیچیده غالباً از فناوری‌های دیگری در سطوح پایین‌تر تشکیل شده‌اند، چرخه عمر آنها نیز مرکب از چرخه عمر اجزای تشکیل‌دهنده آن است. این منحنی دارای چهار مرحله یعنی مرحله جنینی (مرحله تحقیقات و توسعه)، مرحله رشد (مرحله رقابت در بازار بر مبنای دانش فنی)، مرحله بلوغ (مرحله رقابت در بازار بر مبنای قیمت) و مرحله زوال (مرحله خروج از بازار) است. این منحنی دارای چهار مرحله‌ی جنینی، رشد، بلوغ و زوال است که در شکل (۶) نشان داده شده است.

زمانی که یک فناوری به محدودیت طبیعی خودش برسد، جایی برای بهبود ندارد و به سمت زوال و جایگزینی با فناوری‌های دیگر حرکت می‌کند. بنابراین لازم است تا فناوری‌هایی برای توسعه انتخاب شوند که در مرحله زوال خود قرار نداشته باشند. برنامه‌ریزی برای توسعه فناوری‌های واقع در مرحله زوال منجر به هدررفت سرمایه‌گذاری‌های صورت گرفته و از دست دادن رقابت‌پذیری می‌گردد.

<sup>۱</sup> . Lifecycle



شکل (۶): ارتباط چرخه عمر فناوری با چرخه عمر زیرفناوری‌ها

تحلیل دقیق چرخه عمر هر فناوری باید به طور مجزا انجام شود که طبیعتاً ممکن است مدلی از مدل‌های مربوطه مورد استفاده قرار گیرد. با این حال برخی مدل‌های کلی‌تر نیز وجود دارد که بدون نیاز به ارزیابی‌های دقیق و پیچیده‌ی محاسباتی امکان ارزیابی چرخه عمر را به طور تقریبی فراهم می‌آورد. برای نمونه توسط مدل‌هایی با استفاده از سه معیار شامل تنوع مدل‌های موجود فناوری، نوع بهبودهای صورت گرفته، و نوع چیرگی موجود در صنعت (که در شکل (۷) نشان داده شده‌اند) می‌توان به صورت کیفی جایگاه هر فناوری را در چرخه عمر فناوری معین نمود که نشان‌دهنده‌ی ویژگی هر یک از این معیارها در مراحل چرخه عمر فناوری است.



شکل (۷): وضعیت معیارهای سنجش جایگاه فناوری در چرخه عمر فناوری

با استفاده از سه معیار شامل تنوع مدل‌های موجود فناوری، نوع بهبودهای صورت گرفته، و نوع چیرگی موجود در صنعت (که در شکل (۷) نشان داده شده‌اند) می‌توان به صورت حدودی جایگاه هر فناوری را در چرخه عمر فناوری معین نمود که نشان‌دهنده‌ی ویژگی هر یک از این معیارها در مراحل چرخه عمر فناوری است.

با استفاده از سه معیار شامل تنوع مدل‌های موجود فناوری، نوع بهبودهای صورت گرفته، و نوع چیرگی موجود در صنعت (که در شکل (۷) نشان داده شده‌اند) می‌توان به صورت حدودی جایگاه هر فناوری را در چرخه عمر فناوری معین نمود که نشان‌دهنده‌ی ویژگی هر یک از این معیارها در مراحل چرخه عمر فناوری است. مجدداً لازم به ذکر است که فناوری‌های تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها تنوع گسترده‌ای دارند و هرگونه ارزیابی کلی احتمال درصدی خطا را خواهد داشت.

علی‌رغم پیشرفت‌های زیاد در حوزه‌ی فناوری‌های نوین ساخت و تولید مواد عایقی باید گفت که لزوم سازگاری مواد عایقی جدید با محیط زیست، لزوم دارا بودن خواص عایقی مطلوب در محصولات جدید، رقابت‌پذیری با محصولات قدیمی (مثلاً تولید ترکیبات گازی با خواص مشابه گاز  $SF_6$ ) و رویکردهای جدید در این حوزه و همچنین توجه به مواد هوشمند، نانوتکنولوژی و ابرسانایی که طبیعتاً مستلزم مطالعات گسترده است، حاکی از فناوری‌هایی در مرحله جنینی است. در عین حال بسیاری از فناوری‌های این حوزه همانند ساخت ترکیبات سیلیکونی وارد مرحله رشد و حتی مرحله بلوغ شده است. نکته‌ی حائز اهمیت آن است که بر اساس تجربیات مربوط به مواد عایقی، آن دسته از فناوری‌های عایقی که در دهه‌های قبل وارد مرحله زوال شده‌اند اساساً به علت

رویکردهای زیست‌محیطی بوده است که برای نمونه می‌توان به زوال فناوری‌های تولید روغن‌های دارای عوارض نامطلوب زیست‌محیطی همچون PCB و آسکارل اشاره کرد. با توجه به اینکه در فناوری‌های نوین مسائل زیست-محیطی بسیار حائز اهمیت است لذا می‌توان گفت که مجموعه‌ی فناوری‌های نوین ساخت و تولید مواد عایقی، در مراحل جنینی، رشد یا بلوغ قرار دارند.

از منظر عایقی می‌توان گفت که بخش وسیعی از فناوری‌های تجهیزات فشار قوی نیز به تبع فناوری‌های مربوط به مواد عایقی چرخه عمر مشابهی خواهند داشت. این نوع فناوری‌ها را می‌توان به طور عمده در مراحل رشد و بلوغ ارزیابی نمود و به این مسئله نیز اشاره داشت که آن دسته از تجهیزات فشار قوی که در مرحله جنینی قرار دارند (همانند مقره‌های ترکیبی) چندان گسترده نیستند.

در خصوص فناوری‌های نوین بهره‌برداری (مونیتورینگ، تعیین وضعیت و تعمیر و نگهداری پیشگویانه) باید گفت که این نوع فناوری‌ها به علت آن که تابعی از گستره‌ی وسیعی از دانش فنی در خصوص خواص عایقی و مدل‌سازی آسیب‌های خارجی هستند و از سویی دیگر بهبود آن‌ها متکی به تحلیل میدانی وسیع است در مراحل جنینی و رشد قرار دارند و اگر هم برخی تجهیزات (مانند تجهیزات بصری تعیین وضعیت خطوط) به مرحله بلوغ رسیده باشند بسیار محدود هستند. در عین حال باید توجه داشت که با توجه به شرایط بُغرنج آب و هوایی که صنعت برق را در ایران و جهان متأثر خواهد نمود، طبیعتاً این نوع فناوری‌ها جهت استفاده در مناطق با اقلیم خاص می‌توانند طی سال‌ها در چرخه‌ی بازار و رقابت قرار داشته باشند. این نکته نیز حائز اهمیت است که با فرض اینکه برخی از این نوع فناوری‌ها طی چند دهه‌ی آینده با تحولات جدید تا حدودی کارآمدی خود را از دست بدهند و وارد مرحله‌ی زوال شوند، آن دسته فناوری‌هایی باید مورد توجه قرار گیرند که امکان ارتقاء (به لحاظ سخت‌افزاری و نرم‌افزاری) را دارا باشند تا به این ترتیب کارآمدی آن‌ها بسته به تکامل این نوع فناوری‌ها از طریق به‌روزشدن مجدداً احیاء شود.

## مراجع

- [1]. Eric Masanet (2013). *Life-Cycle Assessment of Electric Power Systems*. Annual Review of Environment and Resources, Volume 38.
- [2]. (2012). *Climate Risk and Adaptation in the Electric Power Sector*. Asian Development Bank (ADB).
- [۳]. (۱۳۸۴). جمع‌آوری استاندارد مناطق خاص شبکه‌های انتقال و توزیع نیروی برق کشور (جلد اول). پژوهشگاه نیرو.
- [4]. Kreuger, Frederik (1991). *Industrial High Voltage. Volume 1*. Delft University Press.
- [5]. Kreuger, Frederik (1991). *Industrial High Voltage. Volume 2*. Delft University Press.
- [6]. R. James, Q. Su. (2007). *Condition Assessment of High Voltage Insulation in Power System Equipment*. IET Power and Energy.
- [۷]. محمدرضا مشکوه‌الدینی (۱۳۸۹). ویژگی‌های مواد در مهندسی برق و الکترونیک. انتشارات دانشگاه صنعت آب و برق.
- [۸]. (۱۳۹۳). آسیب شناسی کلی تجهیزات انتقال و توزیع صنعت برق کشور در مواجهه با پدیده ریزگردها. پژوهشگاه نیرو.
- [9]. (1996). *The Electric Power Industry and Climate Change: Power Systems Research Possibilities*. PSERC Final Project Report.
- [10]. A. Iturregi et al (2009). *High Voltage Circuit Breakers: SF6 vs. Vacuum*. International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ09).
- [11]. Janos Toth (2009). *Impacts of Climate Change on the Planning, Operation and Asset Management of High Voltage Transmission Systems*. BC Transmission Corp. Research and Development.
- [12]. IPCC01WG2 (2001). *Intergovernmental Panel on Climate Change, Climate change: Impacts, adaptation and vulnerability*. IPCC Third Assessment Report



- [۱۳]. سید جمال‌الدین واسعی، ... انتخاب روش بهینه تعمیر و نگهداری ایزولاسیون و پیاده سازی آن در مناطق تحت پوشش برق منطقه ای هرمزگان. بیستمین کنفرانس بین‌المللی برق.
- [۱۴]. سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی. ابلاغیه سال ۱۳۹۲.
- [15]. (2001). *The DAC guidelines: Strategies for Sustainable Development*. OECD.
- [۱۶]. شمس‌السادات زاهدی، غلامعلی نجفی. بسط مفهومی توسعه پایدار. پژوهش‌های مدیریت در ایران ۱۳۸۵، شماره ۴۹.
- [17]. (2014). *Optimized Gas-Insulated Systems by Advanced Insulation Techniques*. Cigre Working Group D1.28.
- [۱۸]. (مرداد ۱۳۹۰). سند چشم‌انداز و برنامه راهبردی بلندمدت وزارت نیرو.
- [۱۹]. سند "اولویت‌های تحقیقاتی و فناوری مصوب کمیسیون‌های تخصصی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری" مصوبه‌ی سال ۱۳۹۰.
- [20]. (2006). *Scenario-Based Technology R&D Strategy for the Electric Power Industry: Final Report*. EPRI, Program on Technology Innovation.
- [21]. (2008). *Transmission Technology Roadmap: Pathways to BC's Future Grid*. British Columbia Transmission Corporation.
- [22]. (1999). *Electricity Technology Roadmap*. EPRI.
- [23]. (2006). *Climate Change and Electricity Demand in California*. California Climate Change Center.
- [24]. (2011). *The Impact of Climate Change on Electricity Demand*. European Commission.

## پیوست (الف). طبقه‌بندی اقلیمی مناطق مختلف کشور

### • مقدمه

مطابق استاندارد IEC 60721، شرایط اتمسفری هوای آزاد به پنج دسته‌ی عمده‌ی آب و هوایی با هشت زیرمجموعه به لحاظ گرما و رطوبت طبقه‌بندی می‌شود که عبارتند از:

۱- شرایط آب و هوایی بسیار سرد<sup>۱</sup> با حداقل درجه حرارت مطلق ۶۵- درجه سانتیگراد که تنها در نواحی نظیر قطب‌ها، سبیری و آلاسکا مشاهده می‌گردد و هیچ نقطه‌ای از کشور را شامل نمی‌شود.

۲- شرایط آب و هوای سرد با متوسط حداقل درجه حرارت مطلق ۵۰- درجه سانتیگراد و متوسط حداکثر مطلق ۳۲+ درجه سانتیگراد که تنها در نقاط کوهستانی کشور و در ارتفاعات بلند اطراف مناطقی نظیر سنندج، همدان، آبدلی و زنجان قابل مشاهده است.

۳- شرایط آب و هوایی معتدل<sup>۲</sup> که به دو دسته‌بندی معتدل سرد و معتدل گرم تقسیم‌بندی می‌شود:

۴- نواحی با شرایط آب و هوایی معتدل سرد: با متوسط حداقل مطلق ۳۳- و متوسط حداکثر مطلق ۳۴+ که تقریباً تمامی نواحی واقع در مناطق کوهستانی را شامل می‌شود.

۵- نواحی با شرایط آب و هوایی معتدل گرم: با متوسط حداقل ۲۰- و متوسط حداکثر ۳۵+ درجه سانتیگراد که بخش‌هایی از نواحی واقع در کوهپایه‌های رشته کوه‌های البرز و زاگرس، دشت مغان و بخش‌هایی از استان گلستان را شامل می‌شود.

۶- شرایط آب و هوایی گرم و خشک، سه زیرمجموعه‌ی گرم و خشک<sup>۱</sup>، گرم و خشک ملایم<sup>۲</sup> و شدیداً گرم و خشک<sup>۳</sup> را شامل می‌شود که بخش‌های زیادی از نواحی کویری و حاشیه فلات مرکزی کشور در این

<sup>۱</sup> - Extremely Cold

<sup>۲</sup> - Temperate

مجموعه قرار دارند. حداکثر درجه حرارت مطلق در نواحی شدیداً گرم و خشک برابر ۵۵+ درجه سانتیگراد است.

۷- شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب با دو زیرمجموعه گرم و مرطوب<sup>۴</sup> و گرم و مرطوبِ ملایم<sup>۵</sup> که نواحی اقلیمی سواحل جنوب کشور را (تا حدود زیاد و با تقریب مناسب) شامل می‌شود.

مناطق مختلف ایران را به لحاظ طبقه‌بندی اقلیمی می‌توان به چهار منطقه عمده آب و هوایی و با هشت زیرمجموعه‌ی اقلیمی تقسیم نمود. این طبقه‌بندی اقلیمی بر اساس هفت پارامتر مهم آب و هوایی تنظیم شده است که عبارتند از:

↔ متوسط حداقل دمای هوا در سردترین ماه سال

↔ متوسط حداکثر دمای هوا در گرمترین ماه سال

↔ معدل دمای سالانه هوا

↔ نوسان دمای روزانه هوا

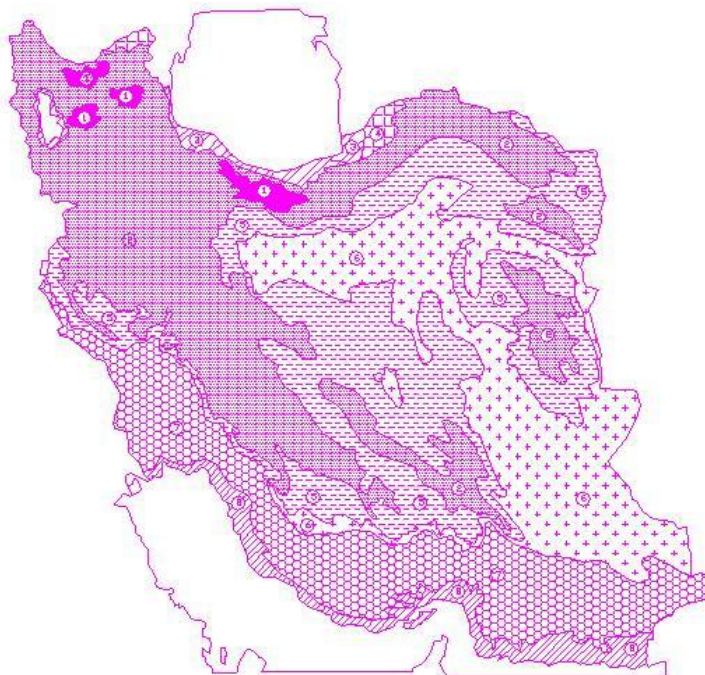
↔ نوسان دمای روزانه هوا در گرمترین ماه سال

↔ کل بارش سالانه

↔ حداقل رطوبت نسبی هوا در گرمترین ماه سال

موقعیت جغرافیایی مناطق مختلف اقلیمی کشور در شکل (الف.۱) نمایش داده شده است.

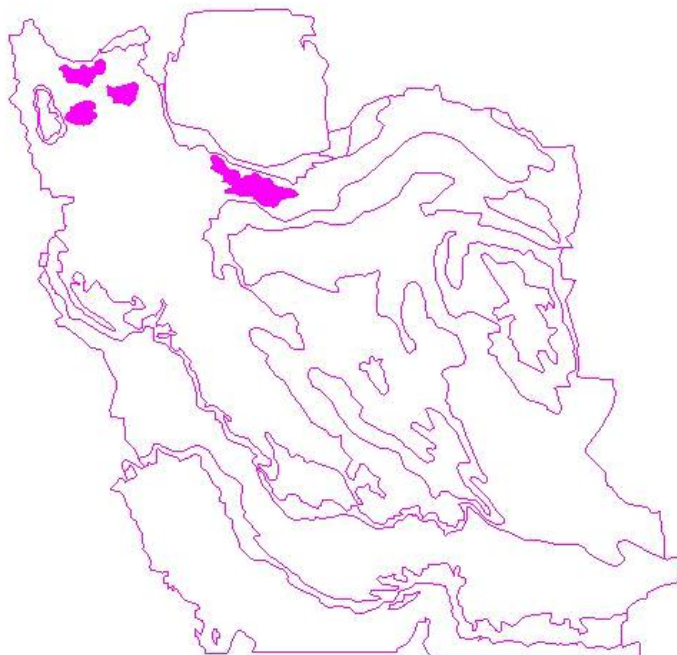
<sup>1</sup> - Warm Dry  
<sup>2</sup> - Mild Warm Dry  
<sup>3</sup> - Extremely Warm Dry  
<sup>4</sup> - Warm Damp  
<sup>5</sup> - Warm Damp, Equable



شکل (الف.۱): نقشه طبقه‌بندی اقلیمی مناطق مختلف هشت‌گانه‌ی کشور

### گروه اقلیمی (۱): اقلیم کوهستانی بسیار سرد در فصل زمستان

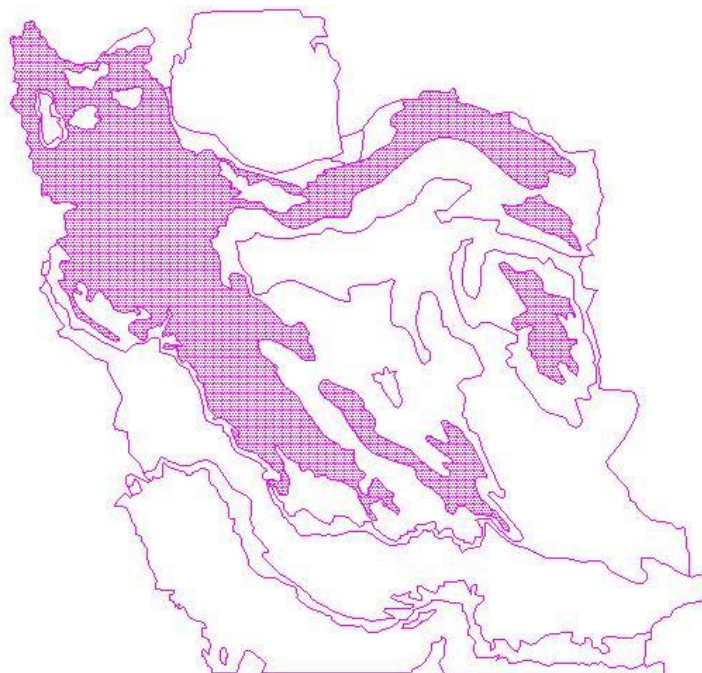
این گروه اقلیمی با یک زیرگروه اقلیمی دارای آب و هوایی شدیداً سرد در زمستانها و آب و هوایی مناسب در تابستانها می‌باشد و در مناطق مرتفع واقع در عرض‌های جغرافیایی بالاتر از ۳۵ درجه شمالی با ارتفاع بیش از ۲۰۰۰ متر عرض از سطح دریا شکل گرفته است. ابعلی، ليقوان و پلور از نقاط واقع در این گروه اقلیمی هستند که ارتفاع آنها به ترتیب ۲۴۵۰ متر، ۲۴۰۰ متر و ۲۱۰۰ متر است. موقعیت جغرافیایی این گروه اقلیمی در شکل (الف.۲) نشان داده شده است.



شکل (الف.۲): گروه اقلیمی (۱)

### گروه اقلیمی (۲): اقلیم کوهستانی

محدوده جغرافیایی این گروه اقلیمی، به طور وسیعی در اکثر نقاط کشور گسترش یافته است و به همین دلیل ارتفاع و عرض جغرافیایی نقاط مختلف واقع در این اقلیم بسیار متنوع است همانطور که در نقشه (الف.۳) مشخص می‌باشد این اقلیم آب و هوایی شامل ارتفاعات البرز و زاگرس و بخشی از ارتفاعات شرقی کشور می‌باشد. شرایط آب و هوایی نقاط مختلف واقع در این پهنه اقلیمی در زمستانها به دو گروه اصلی شدیداً سرد و نسبتاً سرد تقسیم می‌گردد. ویژگی دیگر این ناحیه نوسان دمای هوا روزانه می‌باشد.



شکل (الف.۳): گروه اقلیمی (۲)

### گروه اقلیمی (۳): نوار ساحلی دریای خزر و دریاچه ارومیه

این گروه اقلیمی عمدتاً به سواحل جنوبی دریای مازندران تا ارتفاع کمتر از ۷۰۰ متر و نوار باریکی در اطراف دریاچه ارومیه محدود می‌شود. عرض جغرافیایی بالا، ارتفاع کم و نزدیکی به دریا سه عامل مهم اقلیمی در این پهنه اقلیمی است که موجب نسبتاً سرد تا خنک بودن هوای نقاط واقع در این گروه در فصل زمستان و گرم و مرطوب بودن آن در فصل تابستان شده است. موقعیت جغرافیایی این مناطق در شکل (الف.۴) نمایش داده شده است.

#### الف) نواحی مجاور دریای خزر

از ویژگی‌های عمده این ناحیه اقلیمی نوسان دمای کم هوا در طول شب و روز، بارش باران زیاد و قرار داشتن در معرض آبهای ساحلی و پاشش آب دریا به تاسیسات ساحلی می‌باشد. وجود ماه‌های با هوای شرجی در طول دوره تابستان در این ناحیه بویژه در استان گیلان و غرب استان مازندران که سطح فشار بخار اشباع در هوا را

به حدود ۲۵ میلیمتر جیوه می‌رساند و وقوع پدیده شبنم به دفعات متوالی در طول سال از دیگر ویژگیهای این ناحیه اقلیمی می‌باشد.

از لحاظ تنوع آب و هوایی در مناطق ساحلی دریای خزر، می‌توان دو دسته‌بندی عمده را معرفی نمود. نخست، ناحیه معتدل خزری بسیار مرطوب است که نقاط غربی حاشیه دریاچه خزر شامل استان گیلان و بخش‌های غربی استان مازندران را دربرمی‌گیرد. میزان بارش باران در این نواحی در بیشترین مورد به ۲۰۰۰ میلیمتر در سال نیز می‌رسد. تابستانهای این منطقه نسبتاً گرم و مرطوب بوده و هوای شرجی تا مرز فشار بخار آب اشباع ۲۵ میلیمتر جیوه نیز در این منطقه مشاهده می‌گردد.

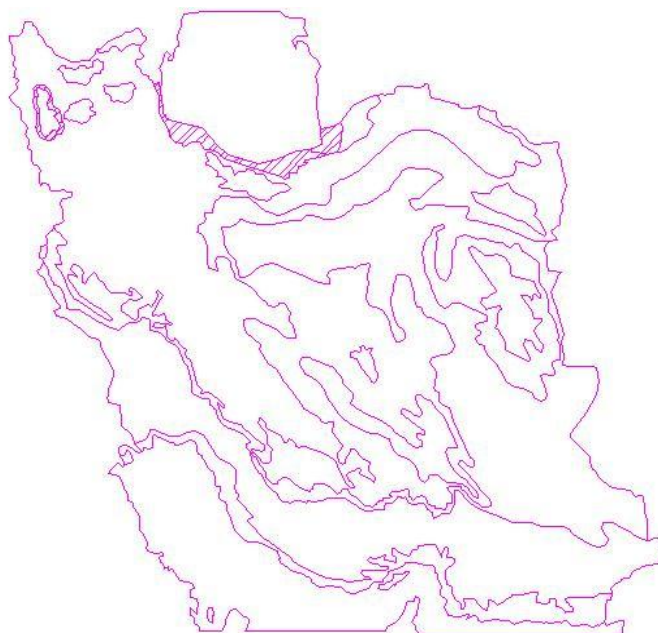
دوم، ناحیه معتدل خزری است که اکثراً نواحی شرقی ساحلی دریاچه خزر شامل مناطق شرق استان مازندران و بخش‌هایی از استان گلستان را دربرمی‌گیرد. در این منطقه شدت بارش به نسبت ناحیه اول کمتر بوده، میزان شرجی بودن هوا نیز در این مناطق نسبت به ناحیه اول تا حدودی کمتر می‌باشد و هر چه به سمت استان گلستان پیش می‌رویم این روند تغییرات سرعت بیشتری به خود می‌گیرد.

مقدار نمک دریای خزر در مقایسه با سواحل جنوبی پایین ولی میزان سولفات منیزیم آن بالاتر است.

#### ب) مناطق حاشیه‌ای دریاچه ارومیه

دریاچه ارومیه با داشتن آب شور با غلظت نسبتاً بالا در شرق شهرستان ارومیه مابین استانهای آذربایجان غربی و شرقی واقع و مساحت آن در حدود ۴۸۲۰ کیلومتر مربع است. طی چند سال اخیر به علت کاهش شدید این دریاچه، بخش اعظم آب آن خشک شده که سبب ایجاد زمینهای وسیع شورزار در اطراف آن شده است که عامل بوقوع پیوستن طوفان‌های نمکی هستند.





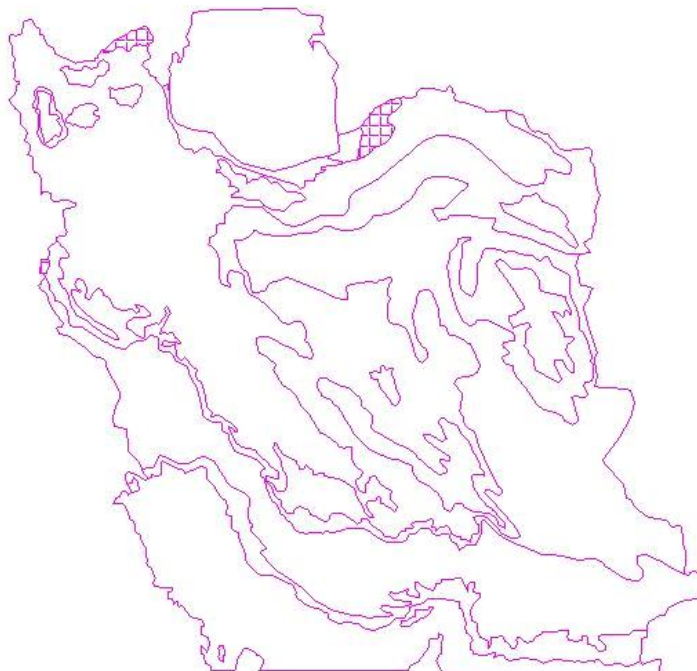
شکل (الف.۴): گروه اقلیمی (۳)

#### گروه اقلیمی (۴): بخش کوهستانی حاشیه‌ی دریای خزر

از نظر وضعیت آب و هوایی و محدوده جغرافیایی این گروه اقلیمی در دنباله اقلیم قبلی می‌باشد و در دو منطقه جدا از هم، به گروه‌های اقلیمی ۱ و ۳ محصور شده است. به طور خلاصه می‌توان گفت که این اقلیم در نقاطی واقع شده است که مرتفع‌تر از نقاط واقع در اقلیم قبلی و در فاصله‌ای دورتر از سواحل دریای مازندران قرار دارند. آب و هوای این مناطق در زمستان‌های سردتر از ناحیه ساحلی دریای خزر و در تابستان‌های گرم‌تر است. موقعیت جغرافیایی این گروه اقلیمی در شکل (الف.۶) نمایش داده شده است. از شهرهای واقع در این منطقه می‌توان به آزادشهر، گنبد قابوس، پارس‌آباد مغان اشاره کرد.

تعداد دفعات و نوع طوفان‌های گرد و خاک و غبار در این محدوده ناچیز می‌باشد. از ویژگی‌های دیگر این منطقه فعالیت‌های گسترده کشاورزی است که از لحاظ ایجاد آلودگی ناشی از فعالیت‌های کشاورزی حائز اهمیت است.





شکل (الف.۵): گروه اقلیمی (۴)

### گروه اقلیمی (۵): دامنه‌های مناطق کوهستانی کشور

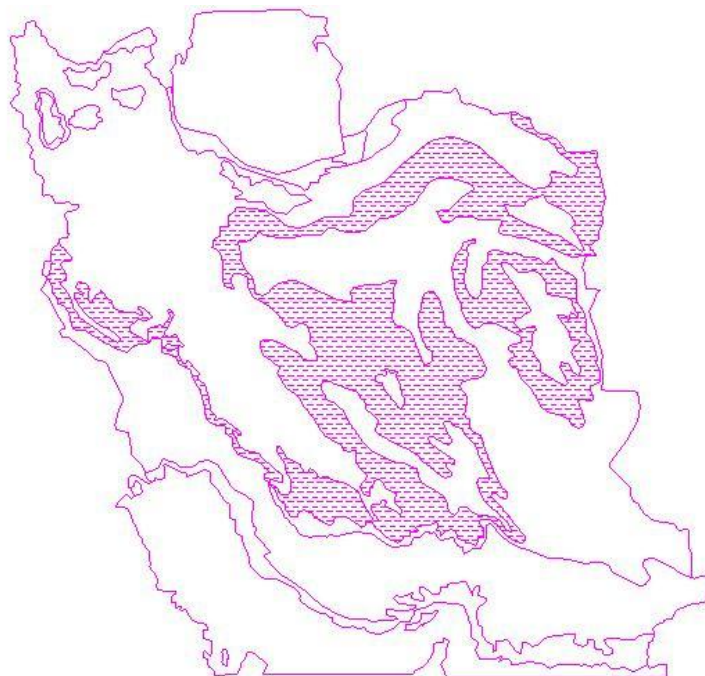
این گروه اقلیمی عمدتاً در بخش‌های مرکزی کشور و به صورت نوار باریکی در جنوب غربی کشور (در دامنه‌های جنوب غربی رشته کوه‌های زاگرس) و دامنه‌های جنوبی ارتفاعات البرز و ارتفاعات شرق کشور را شامل می‌گردد. اکثر نقاط این ناحیه دارای آب و هوایی نسبتاً سرد در زمستان و نسبتاً گرم و خشک در تابستان می‌باشد. رطوبت کم - بویژه در فصل تابستان، میزان بارش باران نسبتاً کم، قرار گرفتن در حاشیه کویر مرکزی و لوت ایران که آب و هوای این مناطق را تحت تاثیر خود نیز قرار داده است و با عنایت گسترش بی‌رویه کویرهای مذکور به سمت این مناطق، وجود هوای غبارآلود در این مناطق، را می‌توان از ویژگیهای این منطقه اقلیمی نام برد.

به لحاظ شرایط حرارتی در اکثر نقاط این منطقه دمای هوا در تابستانها و در گرمترین روزهای سال از ۴۰ درجه سانتیگراد نیز فراتر می‌رود ولیکن متوسط حداکثر دمای منطقه در گرمترین ماه سال از ۴۰ درجه سانتیگراد

تجاوز نمی‌کند. موقعیت جغرافیایی این مناطق در شکل (الف.۷) نشان داده شده است. در زیر مجموعه این ناحیه اقلیمی دو منطقه خاص آب و هوایی قرار دارند:

↩ اول - عباس‌آباد قم که در زمستان‌ها دارای شرایط بسیار سرد و در تابستان دارای شرایط بسیار گرم می‌باشد که از لحاظ تغییرات دمایی سالانه مورد توجه می‌باشد.

↩ دوم - ایوانکی و قصر شیرین که شرایط حرارتی آن در زمستان نسبتاً سرد - همانند شرایط تهران - و در گرمترین ماه سال بسیار گرم و مرطوب است. این ناحیه که یکی از نقاط نسبتاً شمالی کشور محسوب می‌شود شرایط حرارتی هوا در گرمترین ماه سال همانند شرایط تابستانی بندرعباس است که البته دوام این شرایط در بندرعباس بیشتر است. قصر شیرین نیز دارای آب و هوایی مشابه به ایوانکی می‌باشد که دارای نوسان روزانه دما بسیار بالاتر در گرمترین ماه سال می‌باشد.

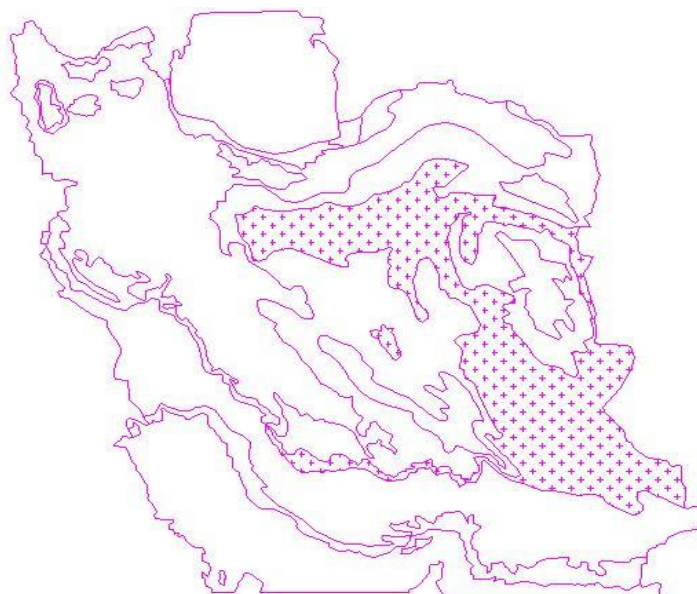


شکل (الف.۶): گروه اقلیمی (۵)

### گروه اقلیمی (۶): کویر مرکزی ایران شامل دشت لوت و دشت کویر

این گروه اقلیمی، عمدتاً مناطق پست و کویری بخش‌های مرکزی و جنوب شرقی کشور را دربر می‌گیرد. مرز شمالی این پهنه اقلیمی به ارتفاعات حدود ۱۰۰۰ متر و مرزهای جنوبی آن به ارتفاعات ۱۳۰۰ متر و بالاتر محدود می‌شود. طبس با عرض جغرافیایی حدود ۳۳/۵ درجه و ارتفاع ۶۹۰ متر شمالی‌ترین و کم‌ارتفاع‌ترین ایستگاه و خاش با عرض جغرافیایی حدود ۲۸ درجه و ارتفاع ۱۴۳۰ متر جنوبی‌ترین نقطه این پهنه اقلیمی است. در این گروه اقلیمی، شرایط زمستانی نسبتاً سرد و تا خنک و شرایط تابستانی نیمه‌گرم، خیلی گرم و یا خیلی گرم و خشک است. موقعیت جغرافیایی این منطقه اقلیمی در شکل (الف.۸) نمایش داده شده است. ایستگاه‌های واقع در این ناحیه خشک‌ترین نقاط اقلیمی کشور به شمار می‌روند، میرجاوه، چغارت، بم، طبس و زابل از جمله ایستگاه‌های خشک این ناحیه می‌باشند.

وجود دشت‌ها و تپه‌های نمکی، وقوع شب‌نم در طول سال و نوسان دمای سالانه بالا نیز از دیگر ویژگی‌های این ناحیه آب و هوایی است که لزوم بررسی مسائل ناشی از خوردگی و آلودگی را در این نواحی روشن می‌سازد.



شکل (الف.۷): گروه اقلیمی (۶)

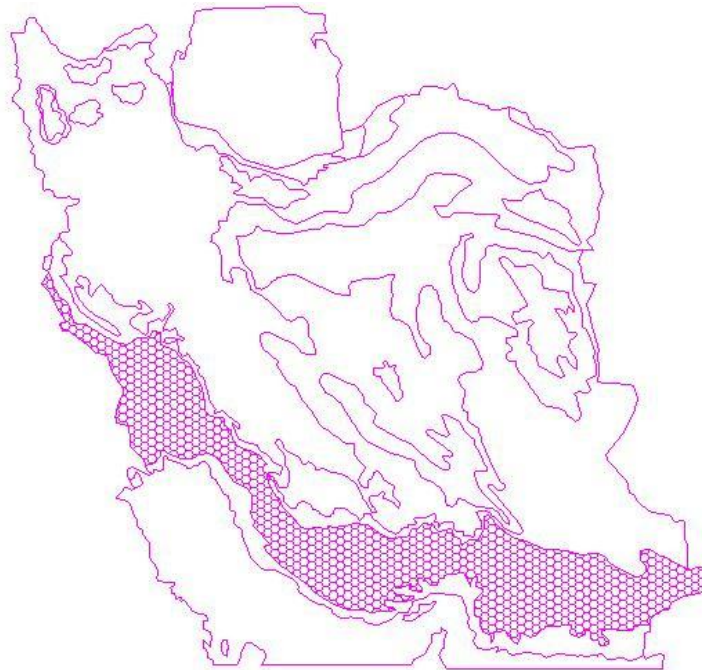
### گروه اقلیمی ۷: دشت‌های کم‌ارتفاع جنوب کشور

این گروه اقلیمی، دشت‌های کم‌ارتفاع جنوب کشور را دربر گرفته به صورت نواری کم‌عرض از غرب تا جنوب و جنوب شرقی کشور امتداد یافته است.

علی‌رغم گستردگی این پهنه اقلیمی تنوع عرض جغرافیایی و ارتفاع ایستگاه‌های واقع در آن زیاد نیست. در این اقلیم دو عامل مهم اقلیمی، یعنی ارتفاع و عرض جغرافیایی هر دو در جهت شدت بخشیدن به شرایط گرم بر هم منطبق شده‌اند. به همین دلیل در این پهنه اقلیمی، یکی از گرمترین شرایط آب و هوایی کشور پدیده آمده است.

در این اقلیم شرایط آب و هوایی در فصل زمستان، خنک یا معتدل و در تابستان، خیلی گرم و خشک، شدیداً گرم و خشک (نظیر ایرانشهر) و یا شدیداً گرم و نیمه‌مرطوب است (نظیر مناطق واقع در استان خوزستان به غیر از مناطق ساحلی) می‌باشد. خشک و بیابانی بودن محیط و وجود بادهای گرم و غبارآلود و تابش شدید آفتاب و نوسان روزانه دمای هوا و نیز وجود گنبد‌های نمکی و نمکزارها و عبور رودهای شور از ویژگی‌های این ناحیه می‌باشد.

موقعیت جغرافیایی این منطقه اقلیمی در شکل (الف.۸) نمایش داده شده است.



شکل (الف.۸): گروه اقلیمی (۷)

### گروه اقلیمی ۸: نوار ساحلی خلیج فارس و دریای عمان

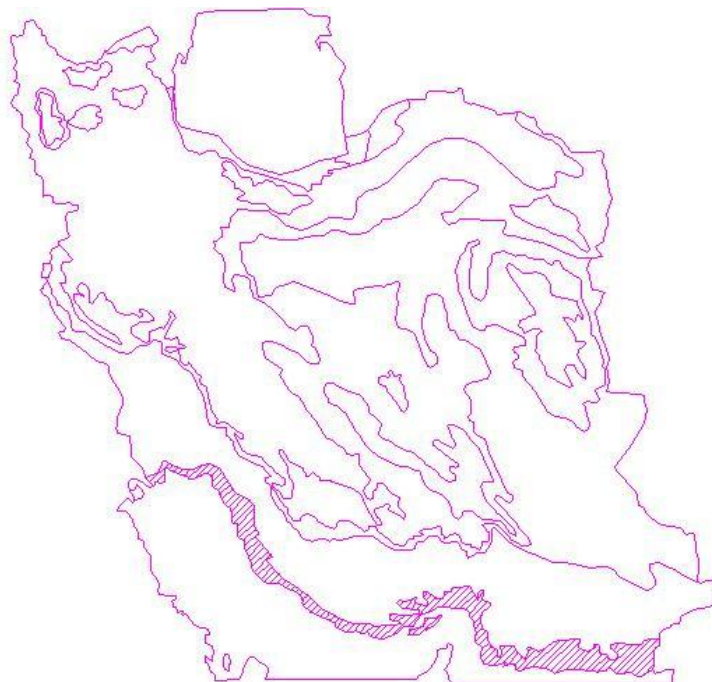
این گروه اقلیمی به صورت نوار باریک ۵ تا ۶۰ کیلومتر، در سواحل شمالی دریای عمان و خلیج فارس امتداد یافته است. تنوع عرض جغرافیایی و ارتفاع در این پهنه اقلیمی بسیار کم است. در این پهنه اقلیمی ترکیب سه عامل مهم اقلیمی یعنی ارتفاع کم، عرض جغرافیایی پایین و نزدیکی به دریا باعث پدید آمدن شرایطی بسیار گرم و مرطوب شده است که از وخیم‌ترین اقلیم‌های جهان محسوب می‌شود. موقعیت جغرافیایی این منطقه اقلیمی در شکل (الف.۹) نمایش داده شده است.

در نواحی ساحلی استان خوزستان شدت شرجی بودن و رطوبت هوا نسبت به مناطقی نظیر هرمزگان و بوشهر پایین‌تر است که این امر به علت تحت تاثیر قرار گرفتن این مناطق از آب و هوای صحرای عربستان است که منجر به کاهش میزان فشار بخار آب اشباع و بالعکس افزایش دمای محیط می‌شود. شرجی‌ترین منطقه این اقلیم را حد فاصل بندر لنگه تا چابهار بویژه در بندر جاسک می‌توان ارزیابی نمود.

شوری آب خلیج فارس در فصل زمستان که واردات آب کم می‌باشد ۴۸ در ۱۰۰۰ است که در مقایسه با شوری آب اقیانوس هند که ۳۵ در هزار و شوری آب دریای خزر که در قسمت‌های جنوبی تا ۱۴ در هزار است این نسبت زیاد است ولی در بهار که آب وارداتی افزایش می‌یابد از شوری آن تا حدودی کاسته می‌شود. آب دریای عمان نیز تا حدی شور است و شوری آن بطور متوسط ۳۷ در هزار می‌باشد.

مهمترین بادی که در مناطق ساحلی جنوبی کشورمان می‌وزد "باد شمال" است که در خلیج فارس نفوذ کامل دارد و تقریباً در مدت ۸ ماه از سال از شمال غربی می‌وزد، شدت و مدت وزش آن در خلیج عمان کمتر از خلیج فارس است، این باد در طول مدت وزش که شدت آن در تابستان بیشتر است گرد و غبار بسیاری همراه دارد که تمامی فضای خلیج را دربر می‌گیرد. باد دیگری موسوم به باد "ناشی" که به باد شمال شرقی گفته می‌شود، در فصل زمستان در سواحل ایران می‌وزد. در تنگه هرمز این باد گاهی شدید و این شدت از ۳ تا ۵ روز دوام دارد و در سواحل خلیج عمان فقط در زمستان می‌وزد در حالیکه در خلیج فارس هم در زمستان و هم در پاییز دیده می‌شود و شدت آن نسبتاً زیاد است. باد غالب در تنگه هرمز و شهر بندرعباس باد جنوبی می‌باشد که از طرف دریا به سمت خشکی می‌وزد.

میزان بالا بودن دمای نقطه شبنم در چنین مناطقی در جهان نظیر ندارد. بالاترین میزان دمای اندازه‌گیری شده سطح زمین در این مناطق ۵۴ درجه سانتیگراد گزارش شده است. نکته‌ی دیگری که بایستی مدنظر قرار گیرد افزایش دمای تجهیزات - که در درون پوشش و بسته‌بندی قرار دارند- در هنگام حمل و نگهداری می‌باشد که افزایش دمای حتی تا ۷۱ درجه سانتیگراد نیز در روز نیز می‌تواند برسد.



شکل (الف.۹): نقشه گروه اقلیمی ۸

### تقسیم‌بندی کلی و کاهش تنوع به جهت سهولت در طراحی‌ها

با توجه به آنچه که در ارتباط با پهنه‌بندی اقلیمی مناطق مختلف کشورمان ارائه گردید و با توجه به ویژگی‌های بیان گردیده در ارتباط با هر یک از اقلیم‌های ذکر شده، به جهت کاهش تنوع و سهولت شناخت می‌توان ایران را از نظر مناطق آب و هوایی به چهار منطقه اصلی تقسیم کرد که این طبقه‌بندی تا حدود زیادی منطبق با تقسیم‌بندی کشور از نظر باران و دمای هوا می‌باشد. مناطق اصلی عبارتند از:

- ۱- مناطق ساحلی جنوب دریای خزر شامل پهنه‌بندی اقلیمی ۳ و ۴
- ۲- مناطق کوهستانی کشور شامل پهنه‌بندی اقلیم‌های ۱ و ۲
- ۳- فلات مرکزی کشور شامل پهنه‌بندی اقلیم‌های ۵ و ۶ و ۷
- ۴- مناطق ساحلی جنوب شامل پهنه‌بندی اقلیمی ۸



این نکته حائز اهمیت است که در کنار طبقه‌بندی اقلیمی، توجه به سایر پارامترها و شرایط محیطی نظیر غبارآلود بودن هوا، وقوع مکرر طوفان‌های گرد و غبار، میزان شوری آب دریاها و دریاچه‌ها و پدیده‌ی ریزگرد که می‌توانند بر عملکرد تجهیزات فشارقوی تاثیر داشته باشند مورد توجه قرار گیرند.

در جدول (الف.۱) مشخصات اقلیمی خاص هر منطقه اقلیمی - شرایط خاص - ارائه گردیده است.

جدول (الف.۱): مشخصات اقلیمی ویژه مناطق هشت‌گانه کشور

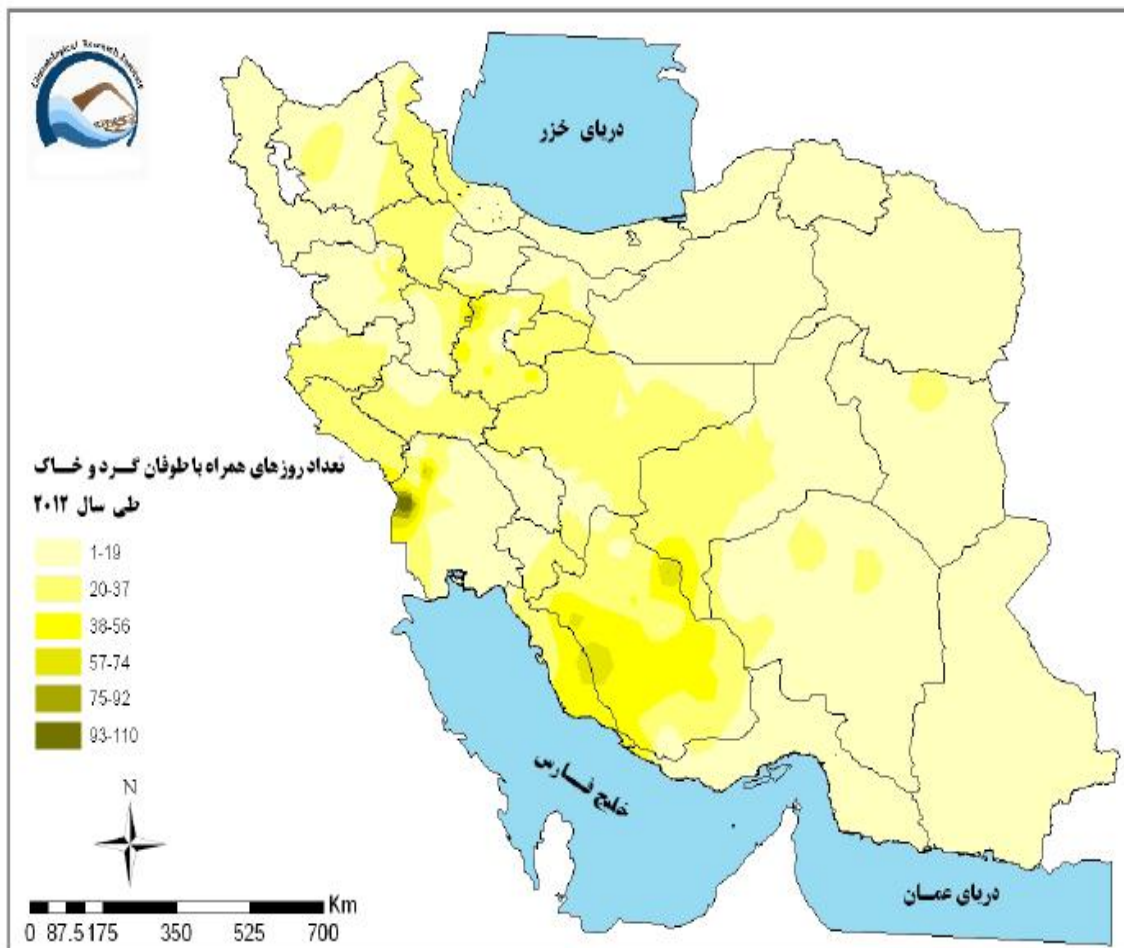
منطقه اقلیمی								شرایط اقلیمی ویژه	
۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱		
*	*	*	x	-	-	-	-	حداکثر مطلق $40^{\circ}\text{C}$ >	دما
-	-	-	-	-	-	x	x	حداقل مطلق $40^{\circ}\text{C}$ <	
*	*	*	-	-	-	-	-	متوسط ماهانه $30^{\circ}\text{C}$ >	
*	*	*	-	-	-	-	-	متوسط سالانه $20^{\circ}\text{C}$ >	
*	*	*	-	-	-	-	-	متوسط روزانه $35^{\circ}\text{C}$ >	
-	*	*	*	-	-	*	*	بیش از ۱۰۰۰ متر	ارتفاع از سطح دریا
x	x	x	x	x	x	x	x	در شرایط عادی $34 \text{ m/s}$ >	باد
-	-	-	-	-	-	*	*	در شرایط یخبندان $20 \text{ m/s}$ >	
*	*	*	x	x	x	-	-	بالاتر از شدت متوسط	آلودگی
-	-	-	-	-	-	*	*	بیش از ۲۰ میلی‌متر	بار یخ
x	x	x	x	-	-	-	-	بالاتر از $1000 \text{ W/m}^2$	اشعه UV
*	-	-	-	-	*	-	-	متوسط روزانه $2/2 \text{ kPa}$ >	فشار بخار اشباع
*	-	-	-	-	*	-	-	متوسط ماهانه $1/8 \text{ kPa}$ >	
-	-	-	-	-	x	-	-	متوسط روزانه بالاتر از ۹۵٪	رطوبت نسبی
-	-	-	-	-	x	-	-	متوسط ماهانه بالاتر از ۹۰٪	
*	-	-	-	-	-	-	-	بالاتر از ۵۰ درصد در دمای $40^{\circ}\text{C}$	
*	x	x	x	x	*	x	-	بالاتر از حد متوسط	خورندگی اتمسفری
x	-	-	-	-	x	x	x	بالاتر از ۱ تا ۲ میلی‌متر بر دقیقه	حداکثر میزان نرخ بارش روزانه
-	-	-	-	-	-	*	*	> ۱۰۰	تعداد روز یخبندان

\*: کاربرد دارد - -: کاربرد ندارد\*: در برخی مناطق می‌تواند رخ دهد.



## پیوست (ب): پهنه‌بندی تعداد روزهای همراه با ریزگرد

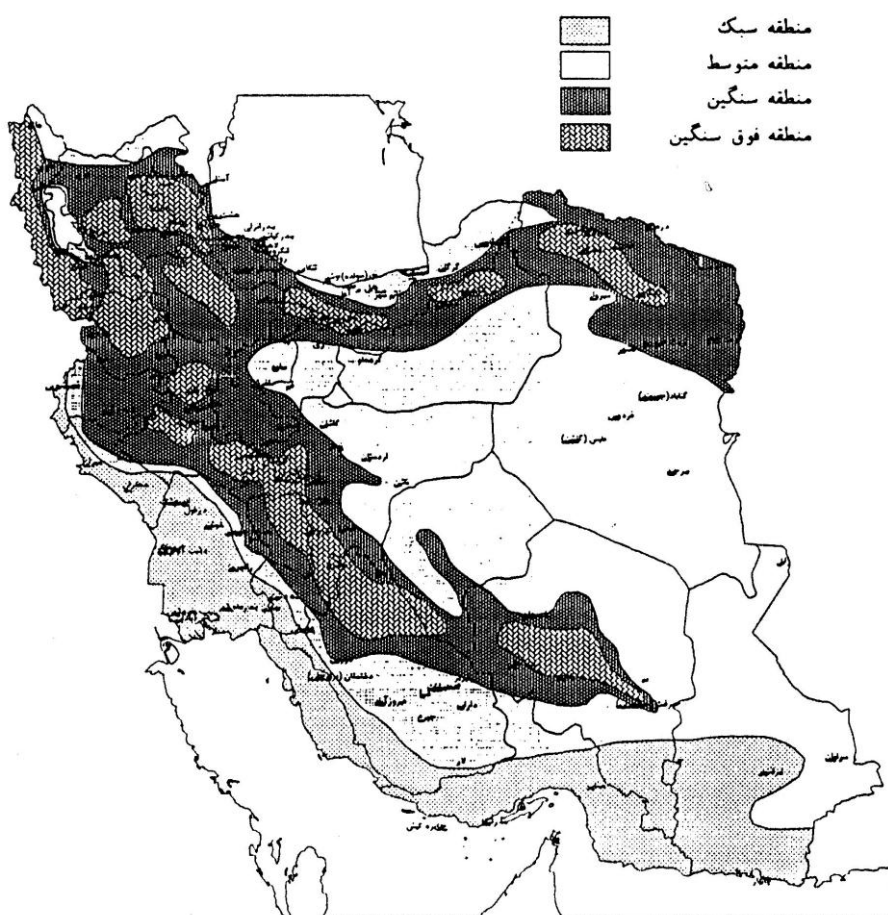
در شکل (ب.۱) پهنه‌بندی منتشر شده توسط مرکز ملی اقلیم‌شناسی ایران در خصوص تعداد روزهای همراه با ریزگرد در سال ۲۰۱۲ میلادی نشان داده است. باید توجه داشت که پهنه‌بندی ارائه شده ممکن است با وضعیت واقعی استانهای سیستان و بلوچستان و هرمزگان به طور کامل مطابقت نداشته باشد که به علت تعداد ناکافی ایستگاه‌های انتخاب شده در این استانها است.



شکل (ب.۱) پهنه‌بندی تعداد روزهای همراه با ریزگرد در سال ۲۰۱۲ میلادی

## پیوست (پ). نقشه پهنه‌بندی مناطق آب و هوایی کشور به لحاظ بارگذاری









### خطوط انتقال نیرو



پیوست (ت). نقشه آلودگی مناطق خاص کشور بر اساس مطالعات میدانی

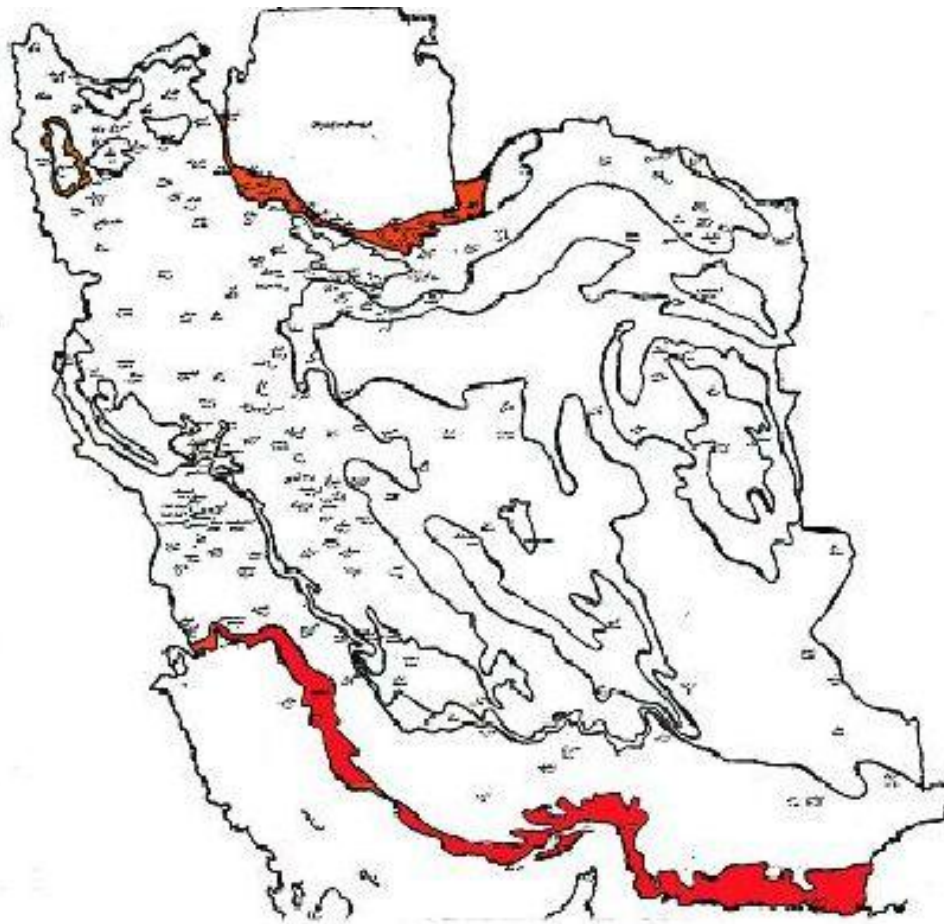
سنجش آلودگی



Medium		موسط	Extra Very Heavy		فوق العاده سنگین
Light - Medium		سبک - موسط	Very Heavy		خیلی سنگین
Light		سبک	Heavy		سنگین
Very Light		خیلی سبک	Medium - Heavy		موسط - سنگین

## پیوست (ث). نقشه مناطق خورنده اتمسفری کشور بر اساس طول دوره‌ی

### نمداری





## فهرست مطالب

مقدمه	۱
۱- شناسایی حوزه‌های فناورانه	۱
۱-۱- طبقه بندی تجهیزات عایقی فشار قوی	۱۰
۱-۱-۱- تجهیزات فشار قوی دارای عایق جامد	۱۰
۱-۱-۲- تجهیزات فشار قوی با عایق مایع	۴۱
۱-۱-۳- طراحی و ساخت تجهیزات فشار قوی دارای عایق خلاء	۴۳
۱-۱-۴- تجهیزات فشار قوی با عایق گازی	۴۶
۲- بهره‌برداری تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص	۶۲
۱-۲-۱- مدیریت عمر تجهیزات فشار قوی	۶۲
۲-۲-۱- کلیات تعمیر و نگهداری تجهیزات فشار قوی	۶۴
۳-۲-۱- ارزیابی وضعیت تجهیزات عایقی فشار قوی	۷۲
۴-۲-۱- دانش فنی و رویکردهای فناورانه در بهره‌برداری تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص	۷۶
۲- آینده‌پژوهی فناوری	۹۰
۱-۲- روند فناورانه	۹۱
۱-۱-۲- مروری بر فعالیتهای شرکت SIEMENS در زمینه‌ی فناوری کلیدهای قدرت	۹۱
۲-۱-۲- مروری بر فعالیتهای شرکت ABB در زمینه‌ی ترانسفورماتورهای خشک	۹۵
۳-۱-۲- رویکردهای اخیر و آتی در خصوص کلید قدرت خلاء و SF6 طبق گزارش CIGRE	۹۵
۴-۱-۲- روند بکارگیری خطوط GIL ساخت کمپانی SIEMENS	۹۸
۵-۱-۲- رویکرد اخیر در خصوص عایق اپوکسی رزین	۹۹
۶-۱-۲- رویکرد فناوری کابل فشار قوی در قبال XLPE	۹۹
۷-۱-۲- رویکرد فناوری عایقی در قبال نانوتکنولوژی	۱۰۰

- ۱۰۰ ..... ۸-۱-۲- رویکرد آتی در خصوص مقره‌های فشار قوی
- ۱۰۱ ..... ۹-۱-۲- مطالعات مقدماتی برای ساخت فناوری پست‌های با عایق تمام جامد در ژاپن
- ۱۰۱ ..... ۱۰-۱-۲- رویکرد آتی صنعت برق نسبت به فناوری GIS
- ۱۱-۱-۲- رویکردهای جدید ساخت ترانسفورماتورهای قدرت آب بندی شده به صورت هرمتیک  
توسط ALSTOM ..... ۱۰۲
- ۱۰۲ ..... ۱۲-۱-۲- رویکرد سازندگان سرکابل‌های پلیمری
- ۱۰۲ ..... ۱۳-۱-۲- روند آتی بکارگیری پست‌های ابرسانا
- ۱۰۳ ..... ۱۴-۱-۲- رویکردهای جدید در خصوص اندازه‌گیری تخلیه جزئی در عایق‌ها
- ۱۰۳ ..... ۱۵-۱-۲- اهمیت مدیریت عمر تجهیزات فشار قوی و تعیین وضعیت مبتنی بر شرایط
- ۱۰۴ ..... ۱۶-۱-۲- برخی تحولات در خصوص عایق روغنی در تجهیزات فشار قوی
- ۱۰۴ ..... ۱۷-۱-۲- رویکردهای جدید در خصوص بکارگیری عایق‌های جامد اشباع شده
- ۱۱۰ ..... ۲-۲- استراتژی آتی صنعت برق جهان طبق گزارش EPRI
- ۱۱۵ ..... ۳-۲- استراتژی آتی BCTC در خصوص فناوری‌های صنعت برق
- ۱۱۸ ..... ۴-۲- نتیجه‌گیری
- ۱۲۱ ..... مراجع
- ۳- پیوست (الف): برخی مشکلات مربوط به تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص .....  
۱۲۴
- ۴- پیوست (ب): مشخصات انواع محیط‌ها از نظر شاخص آلودگی ..... ۱۳۷
- ۵- پیوست (پ): شرایط آب و هوایی مناطق اقلیمی مختلف کشور و تاثیرات آنها بر تجهیزات عایقی فشار قوی ..  
۱۳۸

## فهرست اشکال

- شکل (۱-۱): درخت فناوری: طبقه بندی حوزه های فناورانه تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ..... ۲
- شکل (۲-۱): درخت فناوری: طبقه بندی عایق های جامد و تجهیزات فشار قوی با عایق جامد ..... ۴
- شکل (۳-۱): درخت فناوری: طبقه بندی عایق های مایع و تجهیزات فشار قوی با عایق مایع ..... ۶
- شکل (۴-۱): درخت فناوری: طبقه بندی تجهیزات فشار قوی با عایق خلاء ..... ۷
- شکل (۵-۱): درخت فناوری: طبقه بندی عایق های گازی و تجهیزات فشار قوی با عایق گازی ..... ۸
- شکل (۶-۱): درخت فناوری: طبقه بندی دانش فنی بهره برداری ..... ۹
- شکل (۷-۱): فرایند خودپالایندگی لایه دی‌اکسید تیتانیم بر روی سطح سرامیکی در شرایط سخت محیطی ..... ۱۵
- شکل (۸-۱): شماتیکی از مقره خود کراس آرم و نیروهای مکانیکی وارده ..... ۱۶
- شکل (۹-۱): مقایسه حریم خطوط کمپکت با مقره خود کراس آرم با طراحی دکلهای متعارف ..... ۱۷
- شکل (۱۰-۱): استفاده از مقره خود کراس آرم جهت ارتقاء ولتاژ خط ..... ۱۷
- شکل (۱۱-۱): استفاده از مقره خود کراس آرم جهت ارتقاء بارگذاری خط ..... ۱۸
- شکل (۱۲-۱): نمایی از کراس آرم کامپوزیتی ..... ۱۹
- شکل (۱۳-۱): سیستم چند محفظه‌ای ..... ۲۱
- شکل (۱۴-۱): مقره چند محفظه‌ای رده انتقال ..... ۲۲
- شکل (۱۵-۱): برقیگیر چند محفظه‌ای برای حفاظت برخورد غیر مستقیم صاعقه و حفاظت اضافه ولتاژ القایی ..... ۲۲
- شکل (۱۶-۱): آرایش برقیگیرها بمنظور حفاظت در برابر اضافه ولتاژهای القایی ناشی از صاعقه ..... ۲۳
- شکل (۱۷-۱): نمونه ای از مقره هیبریدی (سمت راست) و برش مقطعی آن (سمت چپ) ..... ۲۴
- شکل (۱۸-۱): نمونه ای از مقره توخالی کامپوزیتی مورد استفاده در کلید قدرت ..... ۲۶
- شکل (۱۹-۱): نمونه ترانسفوماتور PoleDry ساخت ABB ..... ۲۷
- شکل (۲۰-۱): نمونه ترانسفوماتور EcoDry ساخت ABB ..... ۲۸
- شکل (۲۱-۱): سرکابل اندازه گیر ولتاژ و جریان رده ۲۰ کیلوولت ..... ۳۰



- شکل (۱-۲۲): سرکابل اندازه‌گیر ولتاژ و جریان ..... ۳۰
- شکل (۱-۲۳): سکشن‌لایزر اندازه‌گیر ولتاژ و جریان نوع کات اوت ..... ۳۳
- شکل (۱-۲۴): سکشن‌لایزر اندازه‌گیر ولتاژ و جریان ..... ۳۳
- شکل (۱-۲۵): نمایی از نحوه نصب و کاربردهای مقره اندازه‌گیر ولتاژ و جریان در شبکه فشار متوسط ..... ۳۷
- شکل (۱-۲۶): اجزاء یک کابل ابررسانا ..... ۳۹
- شکل (۱-۲۷): ساختمان کلی ترانسفورماتور ابررسانا ..... ۴۰
- شکل (۱-۲۸): شماتیک کلی یک پست HTS ۲۴ کیلوولت یا ظرفیت ۱۰۰ مگاوات ..... ۴۱
- شکل (۱-۲۹): نمونه‌ای از یک ترانسفورماتور آب‌بندی شده بصورت هرمتیک ..... ۴۳
- شکل (۱-۳۰): شماتیک ساختار یک کلید قدرت خلاء ..... ۴۴
- شکل (۱-۳۱): ایجاد میدان مغناطیسی شعاعی برای VCB رده فشار متوسط ..... ۴۵
- شکل (۱-۳۲): ایجاد میدان مغناطیسی محوری برای VCB رده فشار قوی ..... ۴۶
- شکل (۱-۳۳): پست GIS به صورت روباز ..... ۵۰
- شکل (۱-۳۴): پست GIS به صورت سرپوشیده ..... ۵۰
- شکل (۱-۳۵): نمونه‌ای از ترانسفورماتور گازی SF<sub>6</sub> ..... ۵۲
- شکل (۱-۳۶): ساختمان یکی از فازهای سوئیچ‌گیر فشرده ..... ۵۵
- شکل (۱-۳۷): کلید قدرت نمونه‌ای برای مناطق سرد دارای تانک هیتر ..... ۵۶
- شکل (۱-۳۸): کلید قدرت سکسیونری ..... ۵۷
- شکل (۱-۳۹): ساختار نمونه‌ای یک GIL ..... ۵۸
- شکل (۱-۴۰): مجموعه‌ای از خطوط GIL عبوری از یک تونل ..... ۵۹
- شکل (۱-۴۱): یک نمونه پست هیبریدی PASS ..... ۶۱
- شکل (۱-۴۲): بررسی عملکرد تجهیزات از دیدگاه ریسک ..... ۶۷
- شکل (۱-۴۳): تاثیر عملیات نگهداری در به تاخیر انداختن زمان از کار افتادگی تجهیز ..... ۶۹
- شکل (۱-۲): شاخص MTBF برای کلیدهای قدرت SIEMENS طی چند دهه اخیر ..... ۹۲

- شکل (۲-۲): روند رونق یافتن کلیدهای فشرده در بازار جهانی ..... ۹۳
- شکل (۳-۲): فلوجارت ساخت کلیدهای قدرت SIEMENS ..... ۹۴
- شکل (۴-۲): مقایسه کیفیت عایقی چند عایق مرسوم در تجهیزات فشار قوی ..... ۹۷
- شکل (۵-۲): رونق یافتن کلیدهای VCB در مقایسه با کلیدهای GCB طی سالهای اخیر در ژاپن ..... ۹۸
- شکل (۶-۲): الگوریتم پیشنهادی CIGRE به منظور بهره برداری، تعمیر و نگهداری و از رده خارج نمودن ترانس ..... ۱۰۶
- شکل (۷-۲): الگوریتم ارائه شده توسط EPRI به منظور مدیریت عمر ترانس ..... ۱۰۹
- شکل (۸-۲): فلوجارت چهار سناریوی پیشنهادی EPRI برای تبیین افق زمانی فناوری‌ها ..... ۱۱۲
- شکل (۹-۲): فلوجارت سناریوهای پیشنهادی EPRI برای تبیین افق زمانی فناوری‌های انتقال برق ..... ۱۱۲
- شکل (۱۰-۲): فلوجارت سناریوهای پیشنهادی EPRI برای تبیین افق زمانی فناوری‌های نوین ..... ۱۱۳

## فهرست جداول

- جدول (۱-۲): افق زمانی فناوری‌های توسعه‌ی انتقال برق EPRI ..... ۱۱۴
- جدول (۲-۲): افق زمانی فناوری‌های نوآورانه ی برق EPRI ..... ۱۱۴
- جدول (۳-۲): افق زمانی برخی فناوری‌های کلیدی شبکه‌ی انتقال برق BCTC ..... ۱۱۷
- جدول (الف.۱): تاثیر پارامترهای محیطی بر عملکرد تجهیزات فشار قوی (گروه اول) ..... ۱۳۳
- جدول (الف.۲): تاثیر پارامترهای محیطی بر عملکرد تجهیزات برقی (گروه دوم) ..... ۱۳۴
- جدول (الف.۳): تاثیر پارامترهای محیطی بر عملکرد تجهیزات برقی (گروه سوم) ..... ۱۳۵
- جدول (الف.۴): تاثیر پارامترهای محیطی بر عملکرد تجهیزات برقی (گروه چهارم) ..... ۱۳۶
- جدول (ب.۱): مشخصات انواع محیط‌ها از لحاظ سطح آلودگی ..... ۱۳۷

## مقدمه

در گزارش فاز دوم سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص، ارزیابی هوشمندی فناوری که شامل دو بخش کلی ذیل است تدوین و تشریح شده است:

در بخش اول تحت عنوان "شناسایی حوزه فناورانه" حوزه‌ی فناورانه‌ی مشمول این سند در این بخش تبیین می‌گردد. ابتدا درخت فناوری که شمایی کلی از فناوری‌های نوین تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص را نشان می‌دهد ارائه می‌شود.

در ادامه فناوری‌های نوین مربوط به تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها در مناطق خاص به صورت به طور اختصاری شرح داده می‌شوند. لازم به ذکر است که فناوری‌های نوین شامل مجموعه‌ی فناوری‌ها، راهکارها، روش‌ها و الگوهای نوین است که به ساخت تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها و یا بهره‌برداری از تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها در شبکه مربوط باشد.

در بخش دوم تحت عنوان "آینده‌پژوهی" به منظور ارزیابی آینده فناوری‌های نوین تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص در جهان، ابتدا روند کلی برخی رویکردهای مهم در فناوری تجهیزات عایقی و فشار قوی در جهان ارائه خواهد شد و نشان داده می‌شود که مسیر فناورانه در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی مناسب برای مناطق با اقلیم خاص چگونه است و در عین حال بر اساس چه معیارها و ضوابطی طرح‌های کلان آتی در صنعت برق تدوین نموده شده است.

## ۱- شناسایی حوزه‌های فناورانه

برای شناسایی حوزه‌های فناورانه از روش‌هایی مانند QFT<sup>۱</sup>، رویکرد مبتنی بر فرایند<sup>۲</sup>، زنجیره‌ی ارزش پورتر<sup>۳</sup> و یا درخت فناوری استفاده می‌شود که دو مورد اول بیشتر مربوط به شناسایی در سطح بنگاه<sup>۱</sup> است. برای این پروژه می‌توان از زنجیره‌ی ارزش پورتر یا درخت فناوری استفاده کرد که بنا بر توصیه کارشناسان مشاور، درخت فناوری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

<sup>۱</sup> . Quality Function Deployment

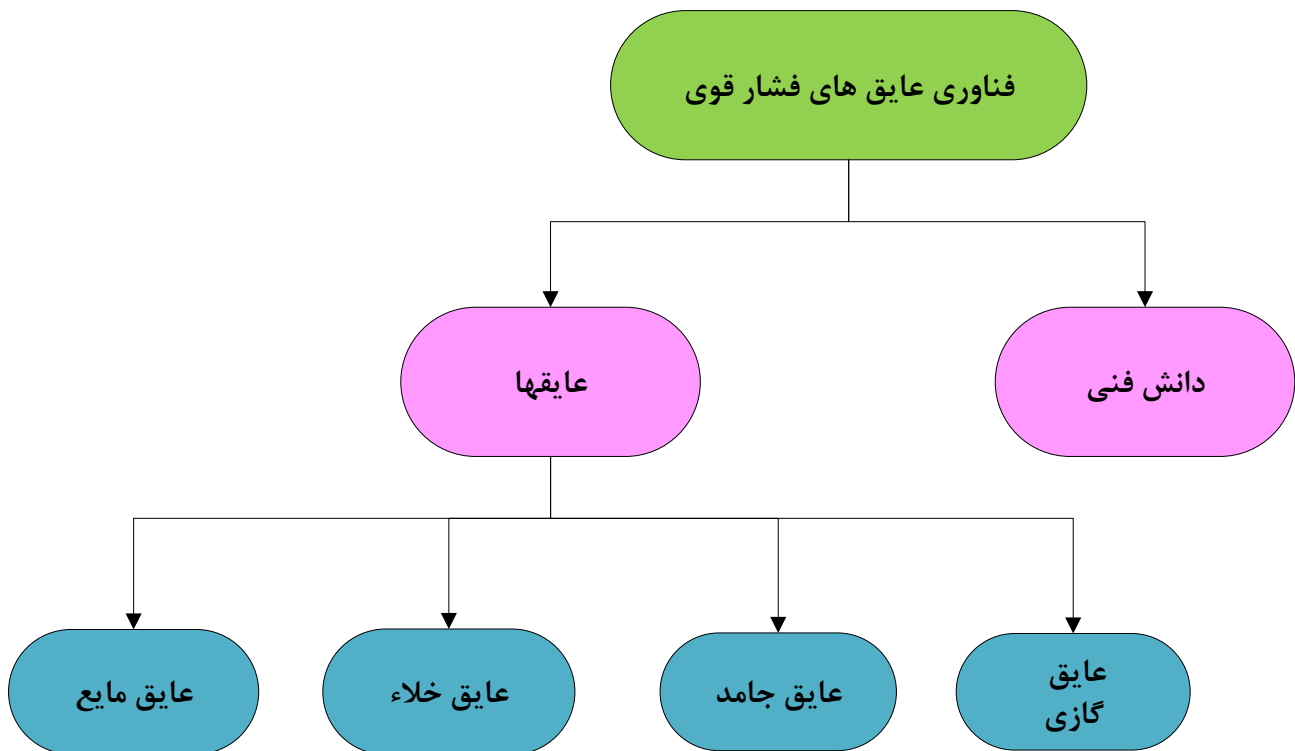
<sup>۲</sup> . Process-Base Approach

<sup>۳</sup> . Porter Value Chain

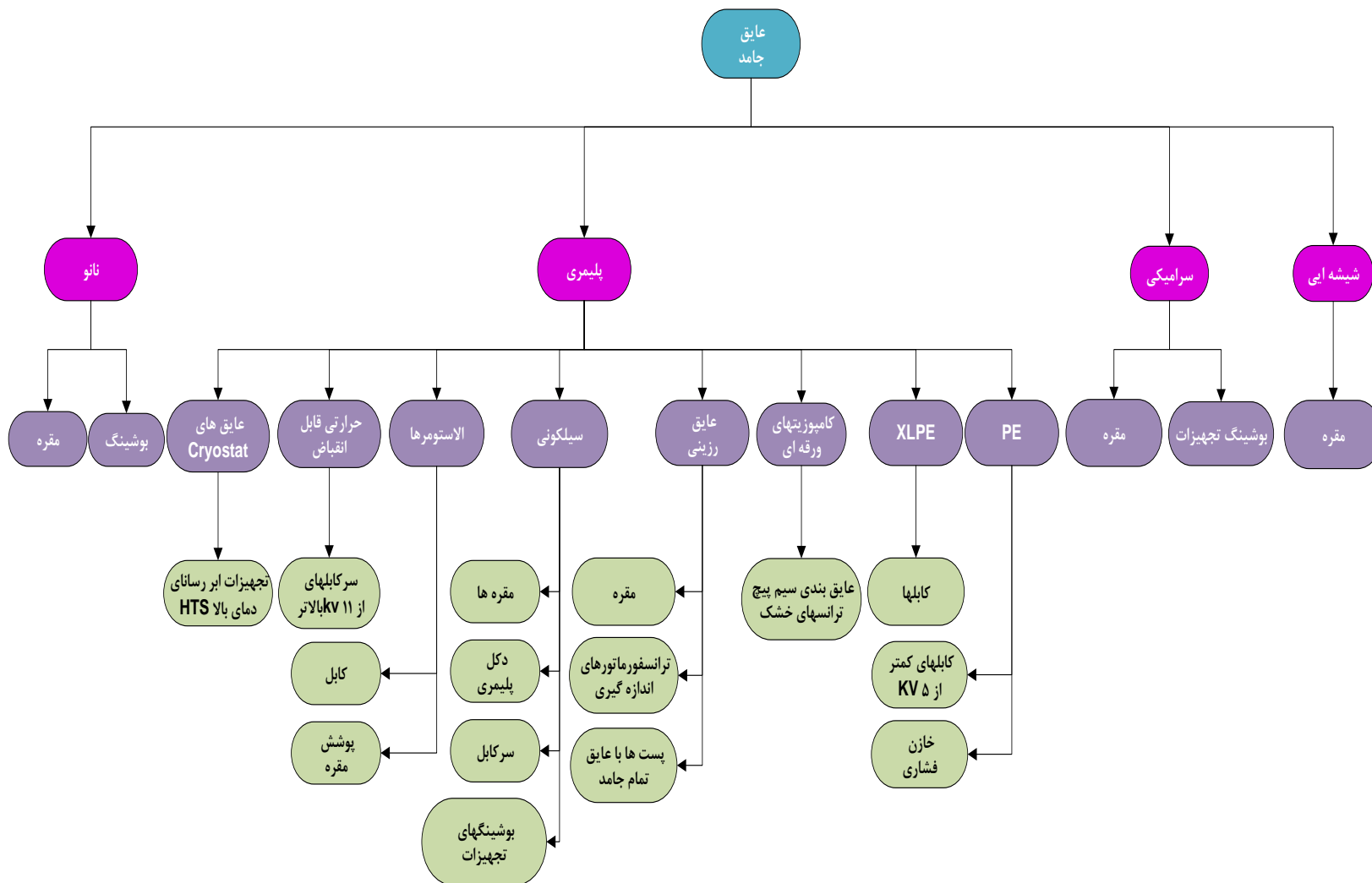
تقسیم‌بندی صورت گرفته جهت تدوین درخت فناوری بر اساس ابعاد ذیل صورت گرفته است:

۱. تجهیزات عایقی فشار قوی مناسب برای مناطق با اقلیم خاص
۲. بهره‌برداری تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص (شامل دانش فنی بهره‌برداری و تجهیزات مورد استفاده در بهره‌برداری تجهیزات عایقی فشار قوی)

در ادامه درخت فناوری مربوط به تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ارائه و تشریح خواهد شد.



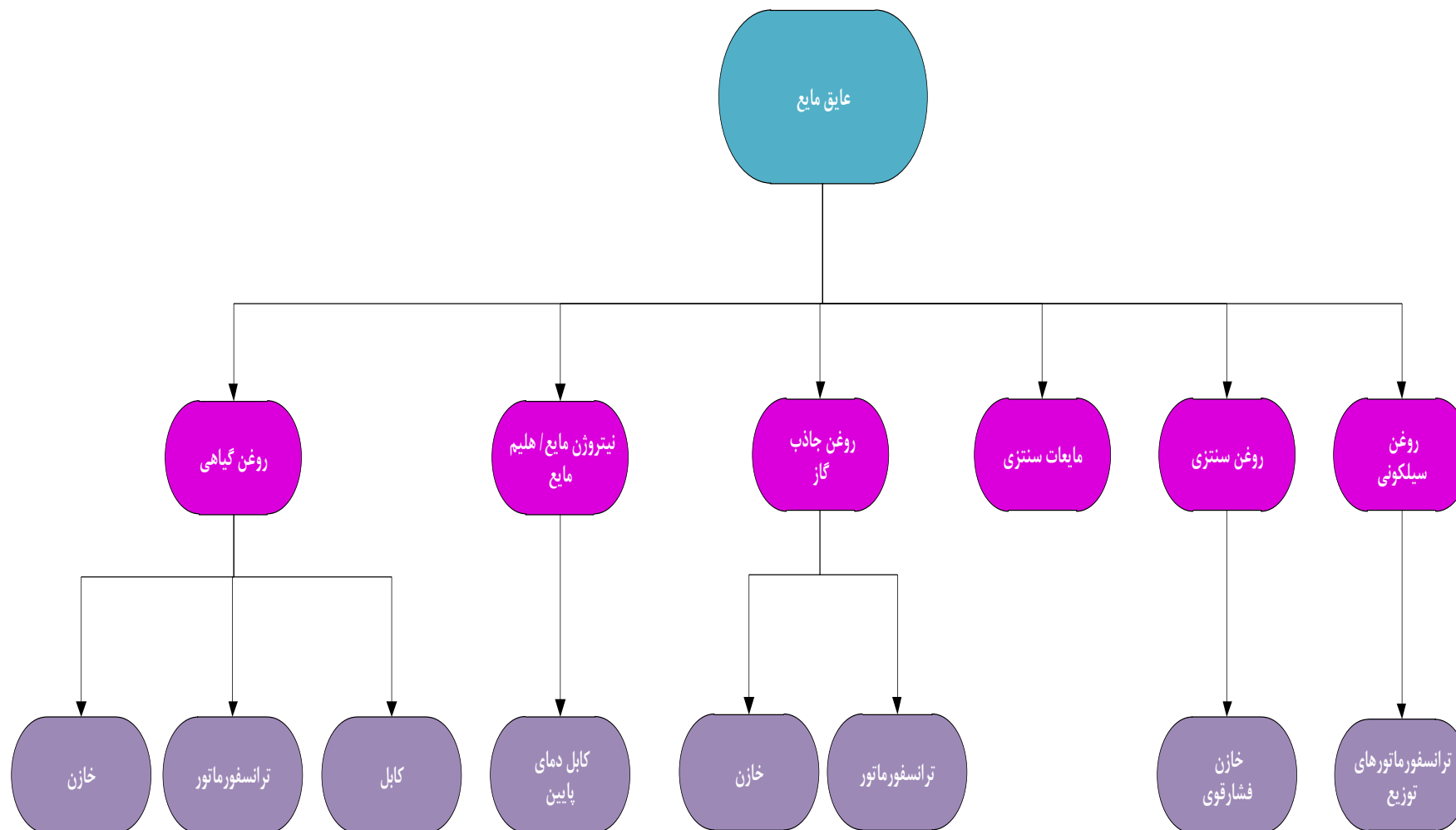
شکل (۱-۱): درخت فناوری: طبقه بندی حوزه های فناورانه تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص



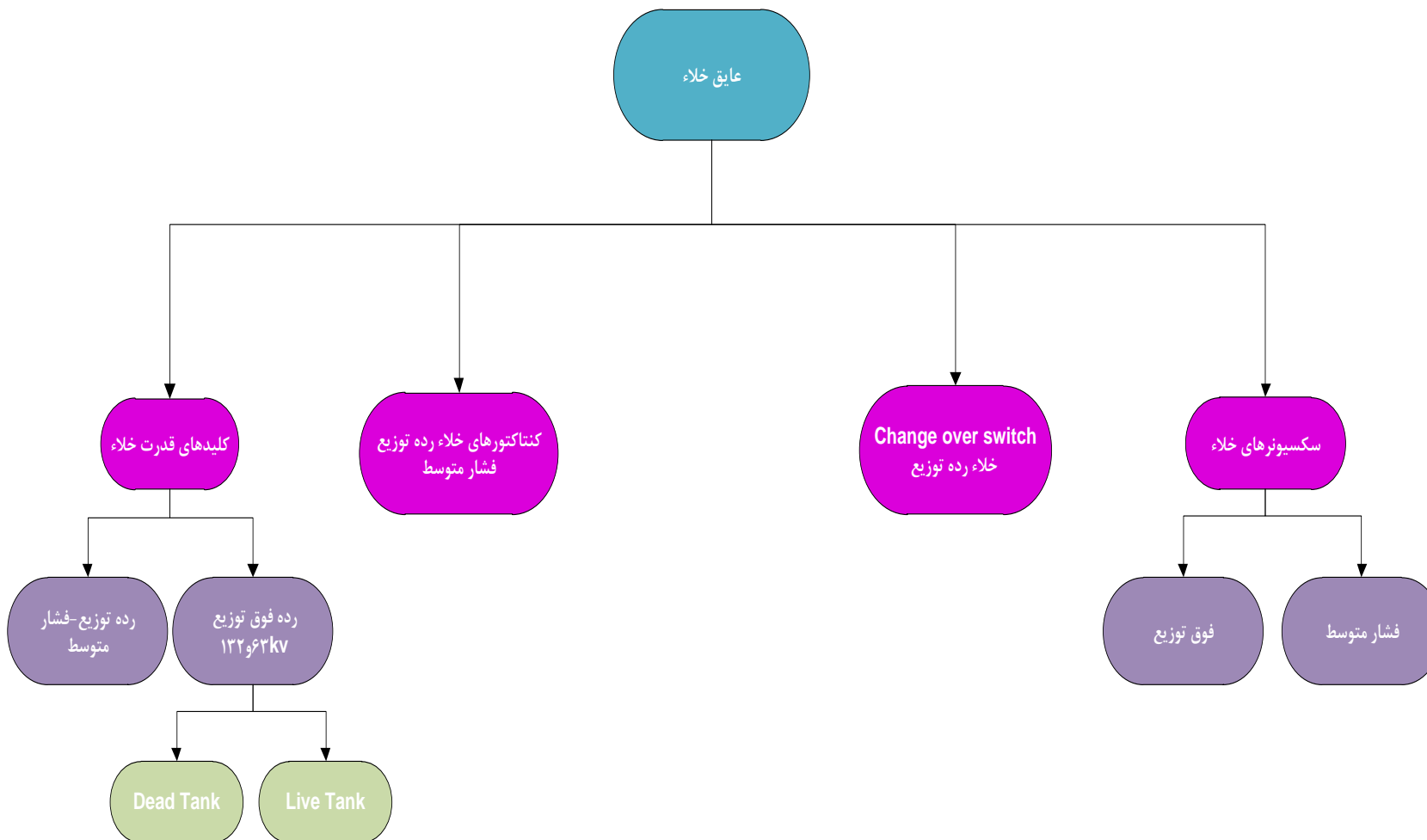
شکل (۱-۲): درخت فناوری: طبقه بندی عایق‌های جامد و تجهیزات فشار قوی با عایق جامد



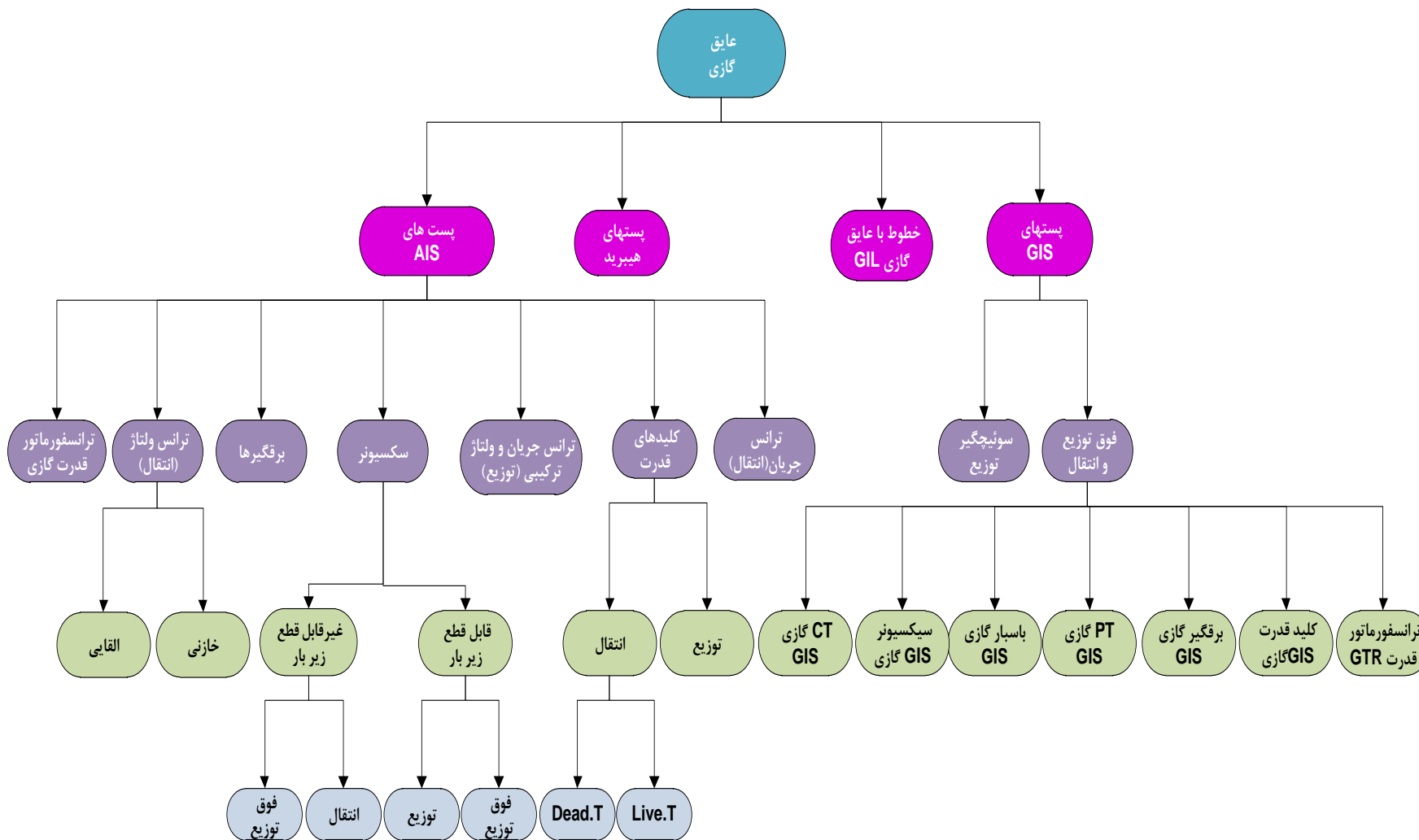




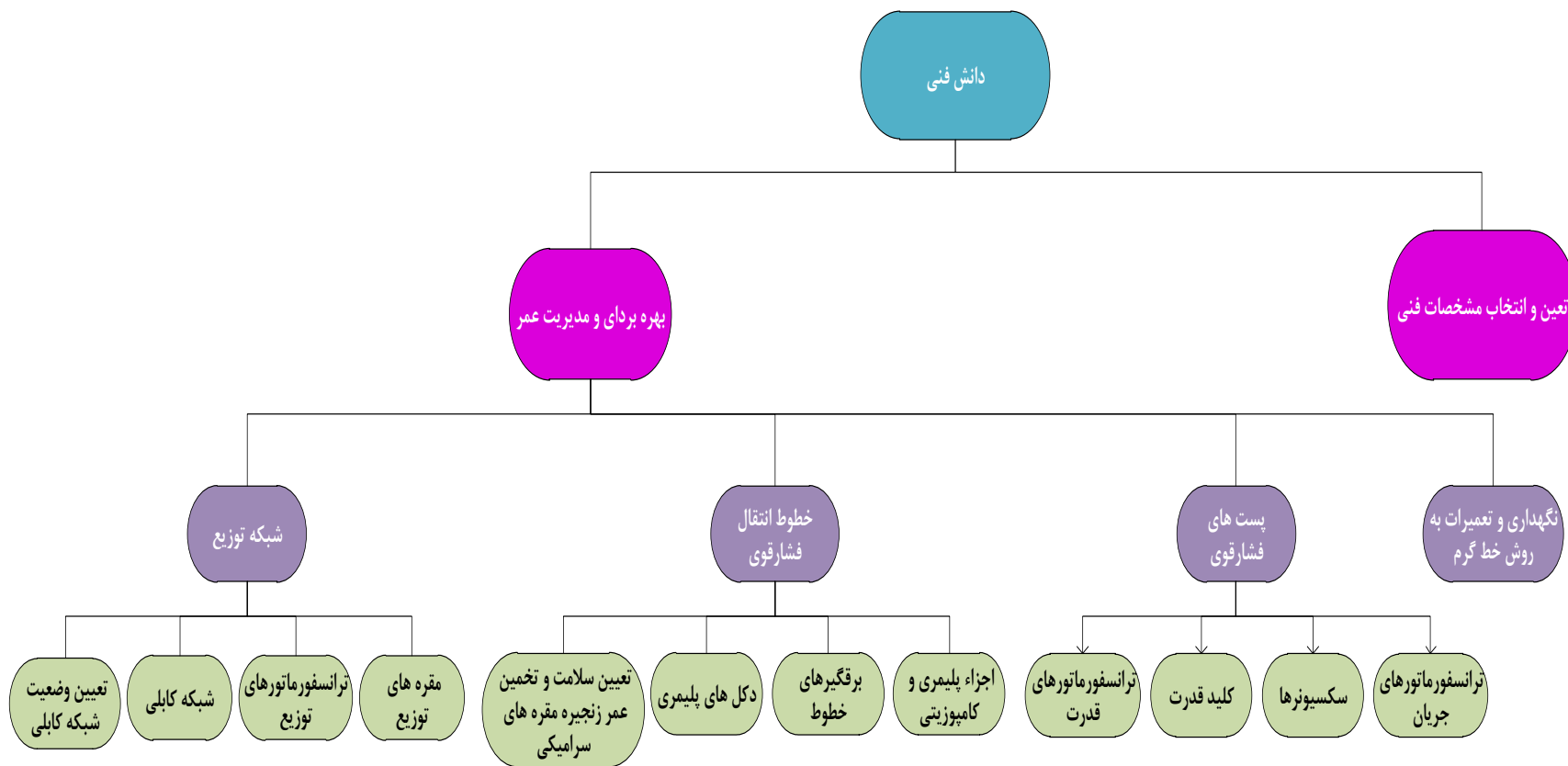
شکل (۱-۳): درخت فناوری: طبقه بندی عایق‌های مایع و تجهیزات فشار قوی با عایق مایع



شکل (۱-۴): درخت فناوری: طبقه بندی تجهیزات فشار قوی با عایق خلاء



شکل (۱-۵): درخت فناوری: طبقه بندی عایق‌های گازی و تجهیزات فشار قوی با عایق گازی



شکل (۱-۶): درخت فناوری: طبقه بندی دانش فنی بهره برداری

## ۱-۱- طبقه بندی تجهیزات عایقی فشار قوی

بطور کلی عایق‌های مورد استفاده در تجهیزات فشارقوی را می‌توان به تجهیزات با عایق جامد، با عایق مایع، با عایق گازی و با عایق خلاء طبقه‌بندی کرد که در ادامه به آن پرداخته می‌شود.

### ۱-۱-۱- تجهیزات فشار قوی دارای عایق جامد

#### مقدمه

مواد عایقی جامد بایستی دارای استحکام مناسب در برابر پدیده‌های سوراخ‌شدگی<sup>۱</sup> و ایجاد شیار و خزش<sup>۲</sup> باشند و علاوه بر آن باید بتوانند در برابر شرایط حرارتی، مکانیکی و محیطی مورد انتظار استقامت لازم را نشان دهند تا بدین ترتیب به لحاظ فنی و اقتصادی طراحی مناسبی را فراهم آورند.

توسعه صنعتی این عایق‌ها هرچند سیری پیوسته داشته، اما رویکرد مهندسی فشارقوی در خصوص بکارگیری مواد عایقی نوین در کاربردهای خاص غالباً توأم با احتیاط است و معمولاً بکارگیری مواد عایقی که آزمون خود را پس داده‌اند راه حل مناسب‌تری، برای بهره‌برداری بلندمدت<sup>۳</sup> است [۲]. در ادامه ابتدا به معرفی کلی و موجز انواع عایق‌های جامد اشاره گردیده و سپس به برخی فناوری‌های نوین در این خصوص اشاره می‌گردد.

#### • عایق‌های کاغذ و چوب اشباع شده با رزین یا روغن

چوب عایقی است که به علت دارا بودن استقامت مکانیکی و خواص قابل قبول الکتریکی از دیر باز مورد استفاده قرار داشته و در دکل‌ها و تیرک‌های شبکه‌ی توزیع و یا در شکل ورقه‌ای<sup>۴</sup> آن به صورت کاملاً خشک و چسب‌کاری شده و یا اشباع شده با رزین<sup>۵</sup>، در ترانسفورماتورها و بعضی از انواع سوئیچگیرهای قدیمی کاربرد داشته و دارند. [۲]

#### • شیشه

<sup>1</sup> - Puncture

<sup>2</sup> - Creep/Tracking

<sup>3</sup> - Long Term Performance

<sup>4</sup> - Laminated Form

<sup>5</sup> - Glued/Impregnated with Resins

شیشه عایقی قدیمی است که علاوه بر کاربرد در چترک‌های مقره‌های خطوط انتقال، به شکل ایاف شیشه در تولید هسته عایقی برای مقره‌های کامپوزیتی کاربرد دارد. تجربیات بکارگیری مقره‌های شیشه‌ای از برخی مشکلات این نوع مقره‌ها حکایت دارد که عبارتند از [۳]:

- خرد شدن بر اثر شکست الکتریکی شدید یا خراب‌کاری عمدی
- خوردگی سطح شیشه بر اثر تخلیه‌های الکتریکی سطحی طولانی‌مدت

#### • پرسلین

پرسلین طی چند دهه به عنوان عایق سازنده در مقره‌های خطوط انتقال و پوشینگ‌های تجهیزات بی‌رقیب بوده است. این عایق در شرایط آلودگی سطح متوسط<sup>۱</sup> عملکرد مناسب و نیز مشخصه شکست الکتریکی<sup>۲</sup> قابل قبولی دارد. استقامت مکانیکی آن نیز مناسب و بسیار توسعه یافته است. به لحاظ پیر شدگی نیز در برابر شرایط محیطی بسیار مقاوم است و عمر مفید بالایی دارد. اما برای کاربرد در نواحی با سطح آلودگی سنگین به لحاظ بهره برداری عملکرد مناسبی ندارد [۲].

معایب پرسلین به لحاظ عایقی، مستعد بودن آن برای ایجاد ترک<sup>۳</sup>، شکستگی<sup>۴</sup> بر روی آن بر اثر قرار گرفتن در معرض شوک‌های مکانیکی بویژه خرابکاریهای عمدی و یا سوراخ‌شدگی (پانچ شدگی) بر اثر شوک‌های ولتاژی شدید است [۳و۲].

#### • پلیمرها

طی سال‌های اخیر مواد پلیمری در صنعت برق بسیار رواج یافته‌اند. امروزه با توجه به ویژگی‌های منحصر به فرد مواد پلیمری، انواع مختلف این مواد در اکثر کشورهای پیشرفته صنعتی جایگزین بسیار مناسبی به جای فلزات، چوب و پلاستیک به شمار می‌آیند. از جمله ویژگی‌های مواد پلیمری کامپوزیتی می‌توان از وزن کم، مقاومت در برابر خوردگی، عمر خستگی بالا، قابلیت شکل‌پذیری خوب، سختی و استحکام بالا، جذب انرژی مناسب، مقاومت بالا در برابر ضربه، ضریب انبساط گرمایی کم، عایق بودن در برابر الکتریسیته و گرما، تنوع رنگ و کاربردهای وسیع آن در صنایع مختلف نام برد.

#### الف) رزین‌ها

1 - Moderate Pollution  
2 - Flashover Characteristics  
3 - Crack  
4 - Fracture

رزین‌ها<sup>۱</sup> موادی عایقی هستند که از قدیم کاربرد زیادی داشته و از لحاظ کاربرد مورد رضایت بوده‌اند. تولیدکنندگان این نوع عایق‌ها ترکیبات گوناگونی را عرضه کرده‌اند که بر پایه تغییر مواد قدیمی با هدف استخراج موادی جدید صورت گرفته است که دارای قابلیت‌های مشابه با رزین قالب‌گیری شده<sup>۲</sup> باشند که نمونه‌ی آن اپوکسی‌رزین‌های ترموسیت است. مشخصه‌ی عایقی این مواد تابعی از نوع و همچنین کیفیت پُرکننده‌های<sup>۳</sup> مورد استفاده در آن‌ها است، پُرکننده‌هایی مانند فایبرگلاس<sup>۴</sup> و یا سیلیکا<sup>۵</sup>. بطور نمونه اپوکسی‌رزین‌ها در مقره‌های تابلویی، ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ فشار متوسط تا فوق توزیع کاربرد زیادی دارند.

### (ب) سیلیکون رابرها

شامل عایق‌های سیلیکون رابری شامل HTV<sup>۶</sup>، LSR<sup>۷</sup> و RTV<sup>۸</sup> می‌شود [۲]:

- HTV ها در مقره‌های مورد استفاده در فضای باز بکار می‌روند، زیرا مقاومت خوبی در برابر کرونا<sup>۹</sup>، آزن، UV و اشکال گوناگون آلودگی دارند. این ماده به علت خاصیت آب‌گریزی<sup>۱۰</sup> باعث می‌شود که آب بر روی سطح آن به صورت قطره‌های کوچک ظاهر شود و همین مسئله سبب ایجاد مسیرهای دارای مقاومت بالای جریان نشی می‌گردد است که امکان ایجاد جرقه‌های باند خشک را به حداقل می‌رساند. شاید بتوان گفت که سیلیکون تنها ماده‌ای محسوب می‌شود که جمعاً دارای چنین خواص مطلوبی است.
- برای ساخت سطوح عایقی دارای شکل‌های پیچیده که ممانعت از تشکیل حفره<sup>۱۱</sup> در داخل عایق بسیار ضرورت دارد عایق‌های LSR بسیار مناسب هستند.
- عایق RTV نیز عنوان لایه‌ی پوششی بر روی مقره‌های پرسلینی بکار می‌رود، زیرا با ایجاد لایه‌ی آب‌گریز<sup>۱</sup> بر روی سطح پرسلین، کارایی این مقره‌ها را در برابر رطوبت و آلودگی بهبود می‌بخشد.

1 - Resin  
 2 - Cast Resin  
 3 - Filler  
 4 - Glass Fibre  
 5 - Silica  
 6 . The High Temperature Vulcanized Form of Silicone Rubber  
 7 . Liquid silicone rubber  
 8 . Room-Temperature-Vulcanized Silicone Rubber  
 9 . Crona  
 10 . Hydrophobic  
 11 . Void

پ) پلی‌اتیلن و پی‌وی‌سی

پلی‌اتیلن عایقی است که به علت دارا بودن استقامت الکتریکی بالا و تلفات کم، در صنعت کابل سازی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. [۲]. هرچند در آغاز به علت مشخصات حرارتی نامناسب پلی‌اتیلن، کاربرد آن چندان گسترش نیافته بود اما در نهایت با تولید نوع کراس لینک شده آن تحت عنوان XLPE<sup>۲</sup> استفاده از آن گسترش یافت. هرچند XLPE مستعد تخلیه جزئی‌های در حد چند پیکوکولن است، اما با این حال مشخصات عایقی آن به اندازه‌ای مناسب است که برای ساخت کابل‌های رده‌های ولتاژی مختلف و البته به طور محدود برای تولید کابل‌های ۵۰۰ کیلوولت بکار می‌رود [۲].

ت) پلی‌آمیدها

انواع مختلف پلی‌آمیدها عبارتند از [۲]:

- کامپوزیت‌های بر پایه Melinex/Mylar (همراه با فیبر پلی‌استر) که برای کلاس دمایی ۱۳۰ درجه (Class B) مناسب هستند.
- عایق Nomex (کاغذ پلی‌آمید<sup>۳</sup>) که برای کلاس دمایی ۱۵۵ درجه مناسب است
- عایق Kapton (غشاء پلی‌آمید<sup>۴</sup>) برای کلاس دمایی ۱۸۰ درجه (Class H) مناسب است
- عایق Nomex به شکل اشباع شده با رزین (معمولاً تحت شرایط خلاء) که در ترانسفورماتورهای نوع خشک در کلاس دمایی ۱۳۰ درجه (Class B) کاربرد دارد.

ث) پلی‌پروپیلن

پلی‌پروپیلن (PP) عایقی است که به علت دارا بودن استقامت الکتریکی بالا و تلفات ناچیز، به عنوان ماده‌ی دی‌الکتریک (به شکل غشائی) در خازن‌های فشارقوی به کار می‌رود. به منظور ممانعت از ایجاد پدیده‌ی تورم<sup>۵</sup> در مایعات دی‌الکتریک مورد

1 - Hydrophobic  
2 - Cross-Linked Polyethylene  
3 - Polyamid Paper  
4 - Polyamid Film  
5 - Swelling



استفاده در خازن‌ها، انتخاب درجه‌ی<sup>۱</sup> مناسب پلی‌پروپیلن اهمیت زیادی دارد. نوع جدیدی از عایق‌های پلی‌پروپیلن که با کاغذ لایه‌بندی شده‌اند، طی دو دهه‌ی اخیر در شبکه‌ی کابلی فشار قوی در انگلستان مورد استفاده قرار گرفته‌اند [۲]. اتیلن پروپیلن رابرها (EPR<sup>۲</sup>) در کابل‌های فشار متوسط اکستروژده شده کاربرد فراوان دارند. این نوع عایق‌ها انعطاف‌پذیر هستند، در آن‌ها پدیده‌ی درخت آبی<sup>۳</sup> شکل نمی‌گیرد، مقاومت خوبی در برابر تخلیه جزئی‌های داخلی دارند و مشخصات الکتریکی آن‌ها مناسب است. البته عایق‌های EPDM<sup>۱</sup> برای استفاده در مقره‌های مورد استفاده در فضای بیرونی عایقی مناسب‌تر از EPR به نظر می‌رسند، زیرا مقاومت بیشتری در برابر UV و کرونا دارند، هرچند که رفتار بلندمدت آن‌ها در شرایط آلودگی به طور دقیق مشخص نشده و همچنان در حال مطالعه است [۲].

#### • مواد نانو

طی سال‌های اخیر مواد نانو در ساخت مواد عایقی جهت استفاده در صنعت برق کاربرد داشته‌اند که شامل ساخت مواد نانو دی‌الکتریک و پُرکننده‌های مقیاس نانو جهت استفاده در ساختار مواد پلیمری به منظور افزایش خواص الکتریکی، مکانیکی و حرارتی آنها بوده است. البته رویکرد نانو در عایق‌ها هنوز تجاری‌سازی نشده است و مطالعات بیشتری در خصوص این کاربرد این مواد به عنوان عایق در تجهیزات فشار قوی باید صورت گیرد [۵].

نانوکامپوزیت‌های پلیمری در واقع کامپوزیت‌هایی هستند که در ساختار پلیمری آن‌ها پُرکننده‌هایی در مقیاس نانو به صورت همگن وجود دارد. از آن‌جا که ابعاد این پُرکننده‌ها بسیار کمتر از پُرکننده‌های قدیمی و همچنین میکروکامپوزیت‌ها است، از این رو مقدار مورد استفاده‌ی آن‌ها در ساختار پلیمر بسیار زیاد است. باید متذکر شد که میکروکامپوزیت‌ها هرچند خواص مکانیکی و حرارتی مناسبی دارند، اما خواص الکتریکی آن‌ها چندان مطلوب نیست. به همین جهت رویکرد نانو مورد توجه قرار گرفته است، زیرا خواص الکتریکی را نیز بهبود می‌بخشد و همین مسئله حاکی از مزایای نانو در مقایسه با میکروکامپوزیت-هاست [۶].

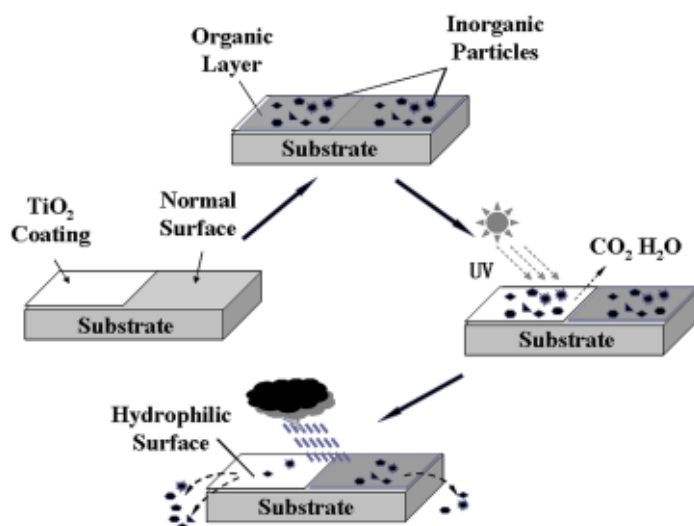
در عین حال مطالعات مختلف در خصوص بکارگیری مواد نانو در ساختار عایق‌ها با هدف بهبود خواص عایقی در شرایط آلودگی یکی از موضوعات حائز اهمیت است که همچنان در حال انجام است و البته دستاوردهایی در این حوزه حاصل شده

<sup>۱</sup> - Grade

<sup>۲</sup> . Ethylen Propylene Rubber

<sup>۳</sup> . Water Tree

است. برای مثال مطالعات نشان داده است که بکارگیری لایه‌ای از مواد نانوی دی‌اکسید تیتانیوم ( $\text{TiO}_2$ ) بر روی سطوح مقره-های سرامیکی، عملکرد این مقره‌ها را در شرایط آلودگی محیطی سنگین توأم با اثرات ناشی از عوامل محیطی دیگر مانند UV بسیار بهبود می‌دهد که علت آن فرایند خودپالایندگی<sup>۲</sup> توسط لایه‌ی این نوع نانو در شرایط محیطی است. بخاطر قدرت اکسیداسیون بالای  $\text{TiO}_2$  و خاصیت آب‌دوستی آن تحت شرایط تابش نور، هرگونه مواد ارگانیک چسبنده در لایه‌ی آلودگی نشسته بر روی سطح نانو اکسیده شده به  $\text{CO}_2$  و  $\text{H}_2\text{O}$  تبدیل می‌شود و مواد آلودگی باقیمانده نیز از طریق بارش معمولی به راحتی شستشو می‌شوند. این فرایند در شکل (۷-۱) نشان داده شده است [۷]. مطالعات دیگر نیز نشان داده است که بکارگیری ذرات نانوی سیلیکا در ساختار پلی‌اتیلن، در مقایسه با ذرات با ابعاد میکرونی، خواص ولتاژی و استقامت پلی‌اتیلن را در برابر شکست الکتریکی به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌دهد [۸].



شکل (۷-۱): فرایند خودپالایندگی لایه دی‌اکسید تیتانیوم بر روی سطح سرامیکی در شرایط سخت محیطی

### ۱-۱-۱-۱-۱ معرفی برخی فناوری‌های نوین تجهیزات فشار قوی با عایق جامد

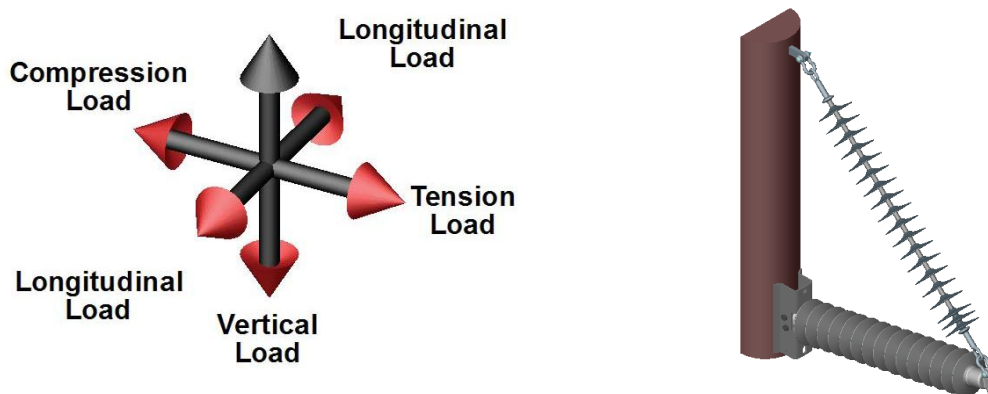
#### ۱-۱-۱-۱-۱-۱ مقره‌های خود کراس آرم

یکی از پارامترهای مهم در خطوط انتقال الکتریکی، شکل دکل و ابعاد آن است که تاثیر بسزایی در خواص الکتریکی و مکانیکی و همچنین حریم خط دارد. به دلایل زیادی تغییر شکل و کاستن ابعاد دکل‌ها همیشه موضوع مورد علاقه طراحان

<sup>1</sup> Ethylene Propylene Hexadiene Monomer

<sup>2</sup> Self-Cleaning Process

خطوط بوده که یکی از دلایل مهم حریم خط است، بخصوص در مناطق شهری تغییر آرایش دکل، هادی و کراس آرم‌ها می‌تواند به بهینه‌سازی ابعاد آن‌ها و کاستن هر چه بیشتر حریم کمک کند. بدین لحاظ استفاده از خطوط فشرده<sup>۱</sup> از اهمیت خاصی برخوردار است، بویژه اگر این خطوط چند مداره و دارای چندین سطح ولتاژ باشند، اثربخشی آن‌ها در کاهش حریم و بهبود صرفه اقتصادی نمایان‌تر می‌گردد. مقره‌های خود کراس آرم که بعنوان عایق بین هادی و برج قرار می‌گیرند در آرایش خطوط فشرده دارای دو عملکرد هستند. اولین عملکرد آن‌ها انجام وظیفه بعنوان عایق خط و دومین عملکرد قرار گرفتن بجای کراس آرم و تحمل بار مکانیکی است. بدین ترتیب با حذف کراس آرم فلزی دکل عملاً طول بازوهای نگه‌دارنده خط کاهش می‌یابد و این همان هدفی است که خطوط فشرده دنبال آن هستند. بکارگیری مقره‌های خودکراس آرم در آرایش خطوط انتقال کمپکت مزایای عدیده‌ای را به همراه خواهد داشت:



شکل (۸-۱): شماتیکی از مقره خود کراس آرم و نیروهای مکانیکی وارده

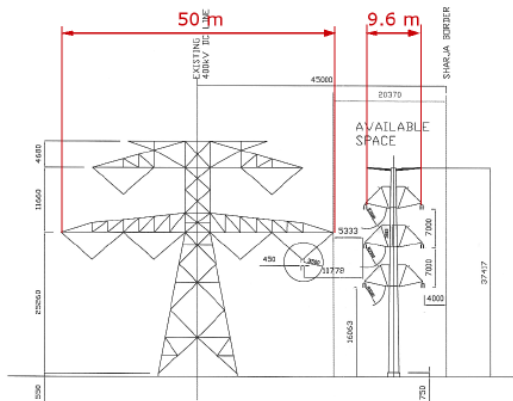
۱. کاهش محسوس هزینه کلی احداث خط با کاهش ارتفاع و سطح مقطع دکلها در مقایسه با دکلهای تلسکوپی متعارف

۲. امکان ارتقاء<sup>۲</sup> ولتاژ در خط موجود بدون افزایش حریم در برخی از آرایش‌ها

۳. امکان ارتقاء بارگذاری خط و امکان‌پذیری افزایش توان عبوری خط با افزایش دمای کار هادی

<sup>۱</sup> . Compact

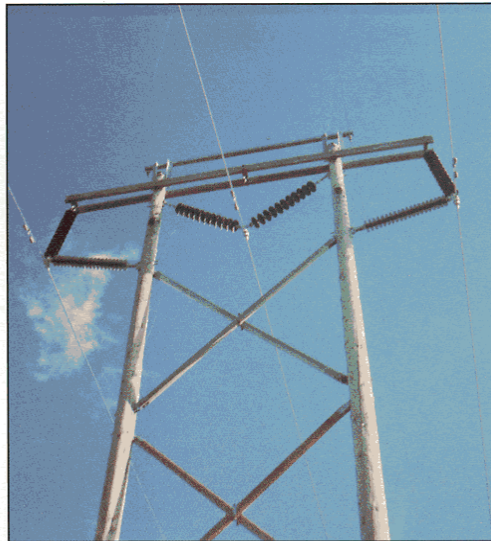
<sup>۲</sup> . Upgrading



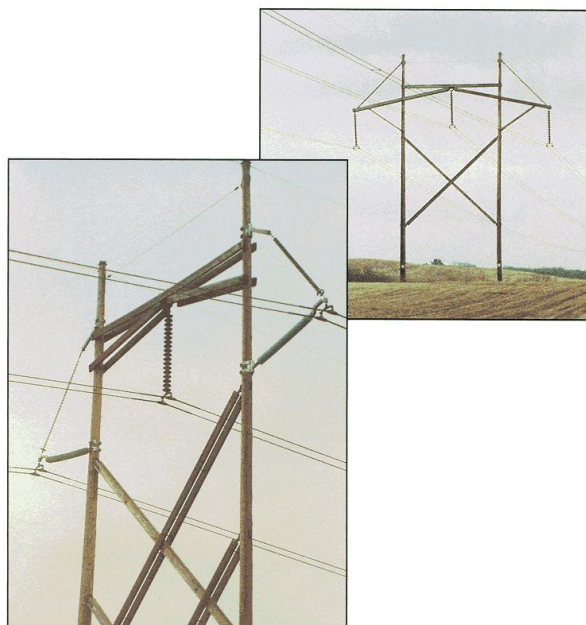
شکل (۹-۱): مقایسه حریم خطوط کمپکت با مقره خودکراس آرم با طراحی دکلهای متعارف

در شکل (۱۰-۱) ارتقاء ولتاژ در خط موجود و در شکل (۱۱-۱) ارتقاء بارگذاری خط موجود نشان داده شده است.

**“H”** frame construction is upgraded from 115 to 230 kV on the same right-of-way by restraining outside phase conductors with horizontal vee assemblies and positioning the center phase conductors with vee strings. Construction permitted using cost-effective Class 2 poles for 1590 MCM ACSR conductor on 1,000 ft. spans.



شکل (۱۰-۱): استفاده از مقره خودکراس آرم جهت ارتقاء ولتاژ خط



**B**efore: Outside phases on "K" frame structures of this design limited the power transfer capability of this 345 kV line. Maximum operating temperature was 120°F.

**A**fter: Raising conductor to new elevations permits greater sags associated with 212°F operation. More power can be transmitted and the need for expensive investment in new generation can be forestalled.

شکل (۱-۱۱): استفاده از مقره خودکراس آرم جهت ارتقاء بارگذاری خط

بطور خلاصه فشرده‌سازی خطوط انتقال که از طریق ساخت مقره خودنگهدار خط امکان‌پذیر می‌شود مزایای فنی و اقتصادی زیادی به همراه دارد که به طور خلاصه به موارد زیر اشاره می‌گردد:

- ۱- کاهش ارتفاع و سطح مقطع و وزن دکل‌ها
- ۲- حذف قسمتهای فلزی (کراس آرم) در فاصله فازها
- ۳- کاهش مساحت زمین و کمتر شدن معارض (کاهش نسبی حریم خط)
- ۴- کاهش تاثیر میدان‌های الکتریکی و اثرات زیست محیطی
- ۵- کاهش راکتانس خط و افزایش توان قدرت انتقال خط
- ۶- امکان افزایش توان<sup>۱</sup> در برخی خطوط موجود
- ۷- امکان افزایش سطح ولتاژ خط<sup>۲</sup> در برخی خطوط موجود
- ۸- کاهش کلی هزینه احداث خط

<sup>۱</sup> . Uprating

<sup>۲</sup> . Upgrading

لازم به ذکر است که تمام این مزایا باعث صرفه‌جویی اقتصادی و بهبود اثرات زیست‌محیطی نیز خواهند بود.

### ۱-۱-۱-۱-۲- کراس‌آرم‌های کامپوزیتی جهت فشرده‌تر کردن خطوط انتقال

کراس‌آرم (بازو) قسمتی از دکل انتقال نیرو است که بصورت یک بازو در روی دکل، نیروهای وارده از سیم‌ها را متحمل شده و آن‌ها را به سمت بدنه دکل هدایت می‌کند. با توجه به این که امروزه تمامی دکل‌های انتقال نیرو در داخل کشور از نبشی‌های فولادی ساخته می‌شوند و از آنجایی که این نبشی‌ها، رسانای الکتریکی می‌باشند، لذا به جهت حفظ فاصله الکتریکی، نیروهای وارده از سیم‌ها در فواصلی از بدنه دکل به دکل وارد می‌شوند. این فواصل موجود باعث ایجاد لنگرهای زیادی در کل دکل شده و بالطبع وزن دکل را افزایش می‌دهد. استفاده از مواد کامپوزیت در ساخت کراس‌آرم دکل‌ها، علاوه بر سبکی آن‌ها، به علت نارسانا بودنشان، می‌توانند سیم‌ها را در مکانی نزدیک‌تر به بدنه دکل منتقل نمایند. این امر باعث کاهش لنگرهای وارده به دکل شده و می‌تواند وزن کل دکل را به نحو قابل ملاحظه‌ای کاهش دهد. کاهش وزن دکل‌ها در طول یک خط می‌تواند باعث صرفه‌جویی قابل ملاحظه در هزینه احداث آن گردد.

پروفیل‌های پالترو شده، بیش از ده سال است که برای توزیع برق و کاربردهای روشنایی استفاده می‌شوند. مقاومت آن‌ها در برابر خوردگی و پوسیدگی، ویژگی‌های دی‌الکتریک و نسبت استحکام به وزن بالا، آن‌ها را جایگزینی ایده‌آل برای تیرهای چوبی، فولادی و بتنی کرده است.



شکل (۱-۱۲): نمایی از کراس‌آرم کامپوزیتی



### ۱-۱-۱-۱-۳- برقی‌های چند محفظه‌ای (MCA)<sup>۱</sup>

حفاظت از خطوط هوایی در مقابل صاعقه با استفاده از تکنیک ایجاد چندین فاصله هوایی سری برای جرقه‌زنی و خاموش سازی قوس دارای تاریخچه طولانی می‌باشد. استفاده از سیستم‌های چند فاصله هوایی بصورت ترکیب سری با مقاومت‌های غیرخطی برقی‌های شناخته شده SiC برای حفاظت تجهیزات پست در مقابل اضافه ولتاژ که در زمان خود نتایج موفقیت آمیزی را نیز در برداشته است، از جمله این تجربیات می‌باشد.

در سال‌های اخیر شرکت استریمر<sup>۲</sup> در کشور روسیه فعالیت‌هایی را در زمینه توسعه برقی‌های چند محفظه‌ای (سیستم چند محفظه‌ای) داشته است که از جمله آن‌ها موفقیت در ۱- تولید برقی‌ها چند محفظه‌ای در رنج ۱۰ تا ۳۵ کیلوولت و همچنین ۲- دستگاه جدید برقی‌های چند محفظه‌ای که ترکیبی از ویژگی‌ها و توانمندی‌های برقی‌های مفره می‌باشد. برقی‌های مفره‌ای چند محفظه‌ای توانایی حفاظت از خطوط هوایی در برابر صاعقه را در هر رنج ولتاژی دارا می‌باشند. افزایش ولتاژ خط نیازمند افزایش واحدهای زنجیره‌ای برقی‌ها، رنج ولتاژ و توانایی خاموش کردن قوس زنجیره برقی‌های مفره می‌باشد.

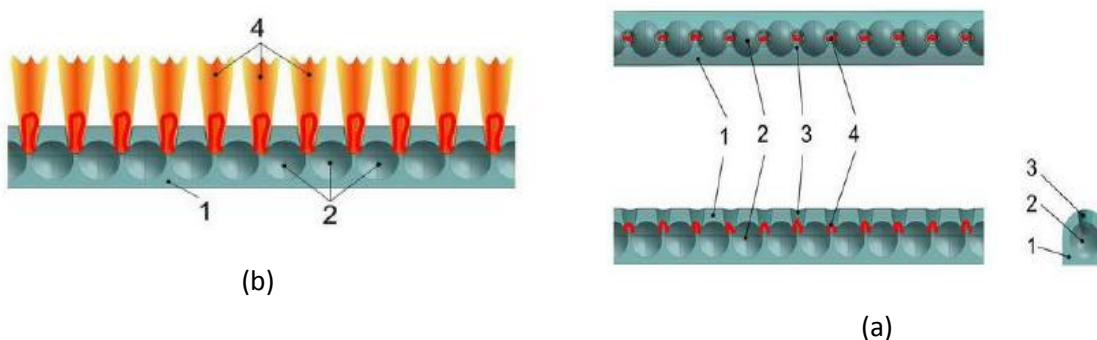
طراحی‌های مختلفی برای مفره‌ها با خاصیت برقی‌گیری وجود دارد. برقی‌های مفره‌ای چند محفظه‌ای محصولات متعددی برای نصب بر روی مفره‌های شیشه‌ای، چینی و یا پلیمری با استفاده از سیستم‌های چند محفظه‌ای سیستم چند محفظه‌ای می‌باشند. نصب یک سیستم چند محفظه‌ای ویژگی‌های برقی‌ها را بر روی مفره بدون اینکه تخریبی در توانایی عایقی آن رخ دهد اعمال می‌کند. بدین دلیل، کاربرد برقی‌های چند محفظه‌ای در خطوط هوایی باعث حذف سیم محافظ بدلیل عدم نیاز به آن می‌شود که مزیت‌های آن شامل کاهش ارتفاع، وزن و هزینه پایه است. علاوه بر کاهش کلی هزینه‌ها و عملکرد بهتر در حین صاعقه، در خطی با این ویژگی شاهد کاهش قابل چشمگیری در خطاهای ناشی از صاعقه، آسیب‌های قطع خط زیر بار و هزینه‌های نگهداری هستیم. برقی‌های مفره‌ای چند محفظه‌ای کارایی بهتری در حفاظت خطوط هوایی در برابر برخورد مستقیم صاعقه (DLS)<sup>۳</sup> دارند.

<sup>1</sup> - Multi-Chamber Arrester

<sup>2</sup> - Streamer

<sup>3</sup> - Direct Lightning Stroke

مکانیزم اساسی عملکرد این برقگیرها بر مبنای استفاده از تکنولوژی سیستم‌های چند محفظه‌ای (MCS)<sup>۱</sup> جهت محدود سازی جریان و خاموش کردن قوس استوار است (شکل (۱-۱۳)). همانطور که مشخص است سیستم چند محفظه‌ای از تعداد زیادی الکتروود فلزی گوی‌مانند که در پوششی سیلیکونی به ترتیب و آرایش خاصی تعبیه گردیده‌اند، تشکیل شده است. در امتداد بدنه و بر روی فاصله‌های هوایی بین الکتروودها روزنه‌هایی برای تخلیه گازها تعبیه شده است. هنگامیکه اضافه ولتاژ ناشی از صاعقه به این برقگیرها اصابت می‌کند باعث شکست الکتریکی فاصله هوایی بین هر دو الکتروود مجاور می‌شود. تخلیه الکتریکی که بین الکتروودها درون محفظه رخ می‌دهد به دلیل فاصله کم بین الکتروودها با فشار زیاد به سمت بدنه (روزنه‌های تعبیه شده در سطح) و محیط بیرون برقگیر رانده شده و در هوا خاموش می‌شود. فرآیند انفجار و طولانی شدن مسیر تخلیه الکتریکی بین الکتروودها در نهایت در جهت افزایش مقاومت کانال‌های تخلیه حرکت می‌کند، بنابراین این گونه برقگیرها جریان ایمپالس اضافه ولتاژ صاعقه را محدود می‌کند.



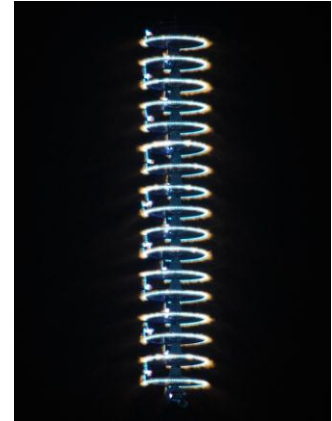
شکل (۱-۱۳): سیستم چند محفظه‌ای

(a) نمایی از لحظه وقوع تخلیه الکتریکی، (b) نمایی از لحظه پایان تخلیه الکتریکی

۱- پوشش سیلیکونی، ۲- الکتروودها، ۳- محفظه خاموش کننده قوس الکتریکی، ۴- کانال تخلیه

<sup>1</sup> - Multi-Chamber System





شکل (۱-۱۴): مقره چند محفظه‌ای رده انتقال

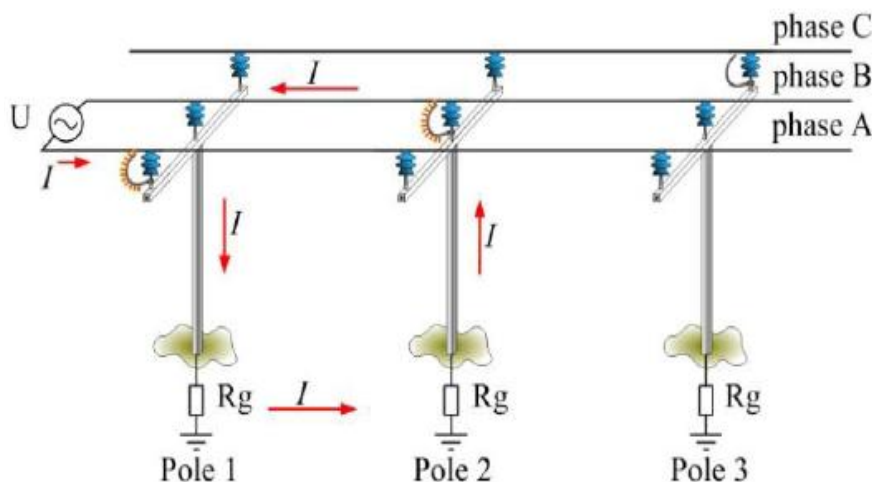
### برقگیرهای چند محفظه‌ای و حفاظت شبکه فشار متوسط در برابر اضافه ولتاژهای القایی

در شکل (۱-۱۵) یک برقگیر چند محفظه‌ای رده ۲۰ کیلوولت نشان داده شده است. از این نوع برقگیرها در خطوط kV ۲۰ (حداکثر ۲۴ kV) که در معرض اضافه ولتاژهای القایی ناشی از صاعقه هستند می‌توان استفاده نمود.



شکل (۱-۱۵): برقگیر چند محفظه‌ای برای حفاظت بر خورد غیر مستقیم صاعقه و حفاظت اضافه ولتاژ القایی

بطور عملی مشخص شده است که برای ولتاژهای بالاتر از ۱۰ kV بر روی هر فاز یک پایه بایستی یک برقگیر نصب شود. بنابراین مطابق شکل (۱-۱۶) یک واحد از این مدل بر روی یک فاز هر پایه نصب می‌شود. در این مورد، جریان AC که بدلیل ولتاژ القایی ناشی از برخورد صاعقه ایجاد می‌شود مسیر خود را از طریق مقاومت  $R_g$  زمین و پایه می‌بندد. وجود مقاومت اضافی در مدار زمین پایه باعث کمتر شدن مقدار جریان می‌شود که این خود کارایی برقگیر را در خاموش کردن قوس الکتریکی افزایش می‌دهد.



شکل (۱-۱۶): آرایش برقگیرها بمنظور حفاظت در برابر اضافه ولتاژهای القایی ناشی از صاعقه

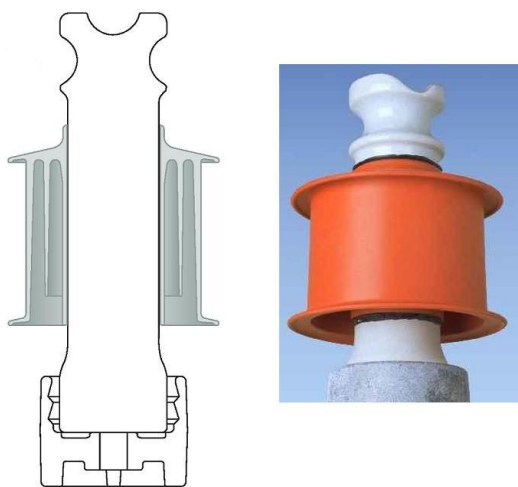
#### ۱-۱-۱-۱-۴- مقره‌ها و پوشینگ‌های هیبریدی

یکی از مشکلاتی که در بهره‌برداری از مقره‌ها در مناطق با آلودگی سنگین وجود دارد، افزایش شدید جریان ناشی است. جریان‌های ناشی، می‌تواند موجب بروز مشکلات مهمی در بهره‌برداری از شبکه گردند. از این میان، می‌توان به تلفات توان، ایجاد تداخل در امواج رادیویی و قطع شدن خط اشاره نمود.

یکی از ایده‌هایی که اخیراً در صنایع مختلف کاربرد زیادی پیدا کرده استفاده از طرح‌های ترکیبی است. معمولاً هدف از این نوع طرح‌ها، که به طرح‌های هیبریدی موسوم می‌باشند، دستیابی به مزایای چند طرح مختلف، در یک طرح واحد می‌باشد. صنعت مقره نیز، از این قاعده مستثنی نبوده و ایده استفاده از مقره‌های ترکیبی یا هیبریدی، از حدود دو دهه پیش مورد توجه قرار گرفته است. اولین محصولات تولیدشده از این نوع مقره‌ها، در خطوط راه‌آهن مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در طرح‌های ابداع شده از مقره‌های هیبریدی، عمدتاً از مواد پایدارتر نظیر سرامیک، به‌عنوان اجزای استحکامی مقره استفاده می‌شود. از سوی دیگر، با توجه به اهمیت خاصیت آگریزی محصولات پلیمری، جهت ایجاد مسیرهای عایقی با مقاومت مناسب، از روکش‌های سیلیکونی استفاده شده است. علاوه بر این، وجود سطوح حفاظت‌شده در ساختار روکش سیلیکونی، سبب خواهد شد که میزان جریان ناشی، که در نتیجه آلودگی و رطوبت ایجاد می‌شود، کاهش یابد.

بنابر آنچه گفته شد، مقره‌های پلیمری-سرامیکی علاوه بر دارا بودن خواص استحکامی مطمئن، که برگرفته از خصوصیات مقره‌های سرامیکی می‌باشد، از مشخصات عایقی مناسب پلیمرها نیز، بهره‌مند خواهند بود. استفاده از طرح ترکیبی، سبب کاهش حجم و وزن مقره گردیده، در نتیجه، مشکلات حمل و نقل و شکستن احتمالی مقره‌ها کاهش می‌یابد.

در مقره‌ها و پوشینگ‌های هیبریدی ساختار تجهیز ترکیبی از ماده‌ی پرسلین و ماده‌ی پلیمر است، به این صورت که بخش بیرونی (شامل چترک‌ها) از جنس الاستومر سیلیکونی است (تا به این ترتیب با ایجاد خاصیت آب‌گریزی در سطح مقره بتواند در شرایط همزمان آلودگی و رطوبت، مقاومت بالایی در برابر وقوع شکست الکتریکی در سطح مقره ایجاد نماید) و هسته‌ی داخلی نیز از جنس پرسلین است (تا بدین ترتیب استحکام مکانیکی مقره بیشتر شود). این نوع ساختار ترکیبی در مقره‌ها بیشتر برای مقره‌ی اتکایی مورد توجه بوده است و مقامت مناسبی برای شرایط محیطی نامطلوب که آلودگی توسط باد بر روی سطوح مقره می‌نشیند از خود نشان داده است [۹]. در شکل (۱-۱۷) نمونه‌ای از مقره‌ی هیبریدی و همچنین برش مقطعی این نوع مقره نشان داده شده است.



شکل (۱-۱۷): نمونه‌ای از مقره هیبریدی (سمت راست) و برش مقطعی آن (سمت چپ)

### ۱-۱-۱-۱-۵- فناوری مقره‌های توخالی یا پوشینگ‌های کامپوزیتی رده انتقال

در دهه اخیر با توجه به مشخصات مطلوب کامپوزیت‌های پلیمری در مقایسه با پرسلین، رویکرد جایگزینی پوشینگ‌ها یا مقره‌های توخالی کامپوزیتی به جای پوشینگ‌های پرسلینی بسیار مورد توجه قرار گرفت و توسعه یافته است. مزایای مقره‌های توخالی کامپوزیتی در مقایسه با پوشینگ‌های پرسلینی به قرار زیر است [۱۸]:

- عدم نیاز به اجرای برنامه‌های تعمیر و نگهداری نظیر شستشو برای سطوح عایقی مذکور
- عدم نیاز به اجرای پوشش‌های سیلیکونی RTV و پوشش‌های ضد آلودگی بر روی این سطوح
- کاهش زمان فرایند تولید<sup>۱</sup> این تجهیزات در مقایسه با نمونه‌های پرسلینی
- صرفه‌جویی در حمل و نقل این تجهیزات
- بهبود عملکرد الکتریکی عایقی در تجهیزات فشار قوی در شرایط محیطی نظیر آلودگی و رطوبت
- دارا بودن مقاومت بیشتر در برابر زلزله
- طراحی بهینه‌تر و نیز بارگذاری کمتر بر روی تجهیزات فشار قوی به علت سبکی این مقره‌ها
- عدم اشتعال‌پذیری
- آسیب‌پذیری کمتر در اثر خراب‌کاری‌های عمدی

از مقره‌های توخالی کامپوزیتی می‌توان در تجهیزات فشار قوی همچون ترانسفورماتور ولتاژ، ترانسفورماتور جریان، برقگیر، سوئیچگیر، تجهیزات GIS، سرکابل، خازن، راکتور و باسبار استفاده کرد. سرعت تجاری‌سازی این فناوری به دلایل ذیل بیشتر از مقره‌های پلیمری طول کشیده است [۱۸]:

۱. عدم ارتباط مستقیم میان تولیدکنندگان مقره‌های توخالی کامپوزیتی و سازندگان تجهیزات فشار قوی که تا حدود زیادی مدت زمان لازم جهت تجاری‌سازی این فناوری را به تاخیر انداخت.

۲. تاخیر زیاد در تدوین استاندارد برای این نوع تجهیزات که سبب شد تولیدکنندگان تجهیزات فشار قوی با اطمینان کمتری به این نوع فناوری نگاه نمایند.

با این حال امروزه مقره‌های توخالی در رده‌های ولتاژی فوق توزیع و انتقال تا ۵۰۰ کیلوولت ساخته شده و مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند. این نوع فناوری هم اکنون به عنوان جایگزین مستقیم به جای بوشینگ‌های پرسلینی مورد قبول واقع شده است. البته به نظر می‌رسد که به لحاظ قیمت، این نوع فناوری برای سطوح ولتاژی بالاتر از ۳۰۰ کیلوولت قابل رقابت با نمونه‌های مشابه پرسلینی باشد.

<sup>۱</sup> . Lead Time

در شکل (۱-۱۸) نمونه‌ای از مقره‌های توخالی کامپوزیتی که در ساختمان تجهیزات فشار قوی بکار رفته نشان داده شده است.



شکل (۱-۱۸): نمونه‌ای از مقره توخالی کامپوزیتی مورد استفاده در کلید قدرت

## ۱-۱-۱-۱-۶- فناوری‌های جدید در زمینه ساخت ترانسفورماتورهای خشک رده توزیع

### ۱. ترانسفورماتورهای توزیع هوایی نسل جدید با نام PoleDry ساخت شرکت ABB

در این نسل جدید از ترانسفورماتورهای توزیع خشک هوایی که به عنوان جایگزینی برای ترانسفورماتورهای توزیع هوایی روغنی مطرح شده‌اند (شکل ۱-۱۹)، مزایای زیر عنوان شده است:

- از میان برداشتن فاصله‌ی هوایی مابین سیم‌پیچ‌های اولیه و ثانویه که اثرات ناشی از آلودگی را کاهش می‌دهد و افزایش بالای قابلیت اطمینان را به دنبال خواهد داشت.
- استفاده از عایق جامد در ساختار سیم‌پیچی آن که از اپوکسی سیکلوالفائیک آب‌گریز ساخته شده است و در مقابل عواملی چون UV، خوردگی، آتش‌سوزی، بارندگی، آلودگی (صنعتی و دریایی)، رطوبت و نیز هر گونه آسیب، شرایط بهتری را

برای ترانسفورماتور مهیا می‌سازد و آن را جهت بکارگیری در فضای باز در مناطق دارای شرایط محیطی سخت و دشوار، مناسب می‌سازد.



شکل (۱-۱۹): نمونه ترانسفورماتور PoleDry ساخت ABB

## ۲. نسل آتی ترانسفورماتورهای خشک شرکت ABB به نام EcoDry

- شرکت ABB اعلام نموده است که قصد ساخت ترانسفورماتورهای خشک جدید بنام EcoDry بر اساس تحقیقات قبلی این شرکت (که در سال ۲۰۰۸ منتشر شده است) را دارد (شکل ۱-۲۰). این نسل در مقایسه با نسل‌های استاندارد ترانسفورماتور خشک، مشخصه‌های الکتریکی، مکانیکی، عایقی و موادی به مراتب بهتری را خواهد داشت که بطور خلاصه به قرار زیر است:
- ترانسفورماتورهای EcoDry دارای تلفات بی‌باری در حدود ۳۰ درصد ترانسفورماتورهای خشک معمولی هستند که طبیعتاً علاوه بر سازگاری با محیط زیست (به لحاظ کاهش تولید گرما ناشی از تلفات) امکان افزایش ظرفیت را نیز فراهم می‌کند.
  - به علت ساختار جدید سیم‌پیچی، علاوه بر تلفات کم‌باری تلفات بار نامی نیز کاهش خواهد یافت. چنین مسئله‌ای طول عمر عایق و در مجموع طول عمر ترانسفورماتور را افزایش خواهد داد.



شکل (۱-۲): نمونه ترانسفورماتور EcoDry ساخت ABB

### ۱-۱-۱-۱-۷- ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری هوشمند در شبکه توزیع و فوق توزیع

با گسترش و اهمیت یافتن ضرورت پیاده‌سازی سیستم‌های اتوماسیون توزیع، پایش و ارتقای کیفیت توان و نیز قابلیت اطمینان، و افزایش خواست شرکت‌های برق به هوشمندسازی برای اعمال مدیریت جامع فنی و اقتصادی بر توزیع توان الکتریکی، در اختیار داشتن سنسورهای اندازه‌گیری که بتواند علاوه بر در اختیار گذاشتن مقادیر دقیق برای کاربردهای مختلف، از هزینه ساخت و بهره‌برداری مناسبی نیز برخوردار باشند، حیاتی به نظر می‌رسد. امروزه در شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی، فشرده‌سازی تجهیزات برای کاهش هزینه‌های موادی و فضا و همچنین ارتقاء و اعمال مدیریت جامع فنی و اقتصادی حائز اهمیت زیادی است. در حال حاضر، نیاز به در اختیار داشتن ادواتی که بتوانند با اندازه‌گیری جریان و ولتاژ در بخش‌های مختلف شبکه فشار متوسط توزیع کشورمان، دستیابی به اهداف کوتاه‌مدت و دراز مدت فنی و اقتصادی را تسهیل کنند، ضروری به نظر می‌رسد.

در ادامه به برخی فناوری‌های ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری هوشمند که ساختار اندازه‌گیری آنها متفاوت از ساختار اندازه‌گیری تجهیزات CT و PT متعارف است اشاره می‌شود.

**حسگر اندازه‌گیر ولتاژ و جریان الحاق شونده به سرکابل تابلوهای کاربرد داخلی رده توزیع**



این تجهیز قادر است بدون نیاز به فضای اضافی در پست‌ها و بدون نیاز به اضافه کردن سلول اندازه‌گیری با حجم و وزن نسبتاً پایینی که دارد به راحتی در فضای بین محل ورود کابل فشارمتوسط و پوشینگهای عبوری تابلوها یا شینه‌های فشارمتوسط تابلوهای معمول و کمپکت نصب گردد و با اندازه‌گیری پارامترهای ولتاژ و جریان، سیگنالهای استاندارد آنالوگ در رده ۰ تا ۱ ولت AC برای اتصال به تجهیزات اندازه‌گیری الکترونیکی هوشمند (IEDها) شامل تجهیزات مونیتورینگ، کیفیت توان، اتوماسیون و مونیتورینگ و کنترل پارامترهای مختلف الکتریکی از قبیل انرژی، توان اکتیو و راکتیو، ضریب توان و ... وصل گردد.

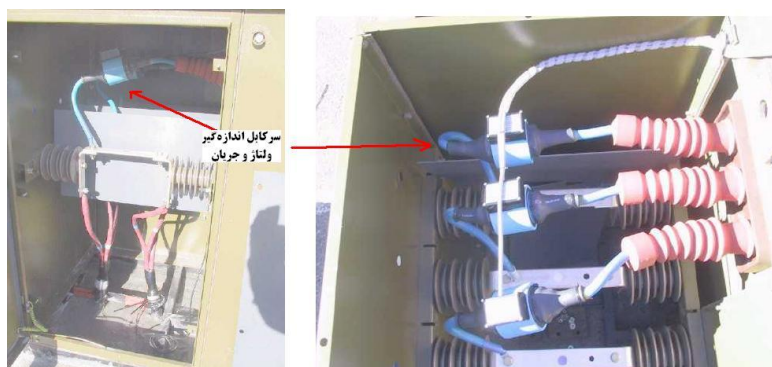
این تجهیز اندازه‌گیری با تکنولوژی فشرده و ترکیبی بکار رفته در آن از دقت اندازه‌گیری مناسبی برخوردار است و با عایقی از جنس رزین اپوکسی، ایزولاسیون مناسبی بین شبکه فشارمتوسط و بخش‌های حفاظت، کنترل و مونیتورینگ ایجاد می‌کند و از لحاظ وظیفه، کارکردی همچون یک ترانسفورماتور اندازه‌گیری ولتاژ و جریان ترکیبی دارد. به دلیل هزینه به مراتب پایین‌تر این تجهیز نسبت به تابلوی اندازه‌گیر ولتاژ و جریان فشار متوسط و سهولت نصب و عدم نیاز به فضای ویژه و دقت اندازه‌گیری مناسب و عدم نیاز به نگهداری، توجیه فنی و اقتصادی خوبی برای بکارگیری آن در شبکه فشارمتوسط توزیع وجود دارد. این تجهیز به صورت چپقی (Elbow) نمی‌باشد و با ساختار فشرده‌ای که دارد قابل نصب در ورودی تابلوهای معمول و نیز کمپکت از نوع داخلی (Indoor) می‌باشد. بطور خلاصه نتایج حاصل از ساخت این تجهیز در زیر عنوان شده‌اند:

- سهولت در مجهز کردن تابلوهای فشارمتوسط به سیستم اندازه‌گیری برای مقاصد ارتقای مدیریت فنی-اقتصادی بر شبکه
- پیاده‌سازی سریعتر و اقتصادی‌تر سیستم اتوماسیون توزیع شبکه فشارمتوسط
- هزینه اقتصادی به مراتب پایین‌تر از سیستم‌های اندازه‌گیری موجود
- در اختیار گذاردن مقادیر خروجی سیگنالهای استاندارد قابل اتصال به کلیه تجهیزات هوشمند IEDها بدون نیاز به استفاده از ترانسدیوسرها
- عدم نیاز به فضای ویژه و صرفه‌جویی اقتصادی و رفع محدودیت در اختیار نداشتن فضا در پست‌ها برای پیاده‌سازی بخش اندازه‌گیری
- توان ایستادگی در برابر خطاهای مختلف رخ داده در شبکه اعم از اضافه‌ولتاژها و اتصال کوتاه‌ها

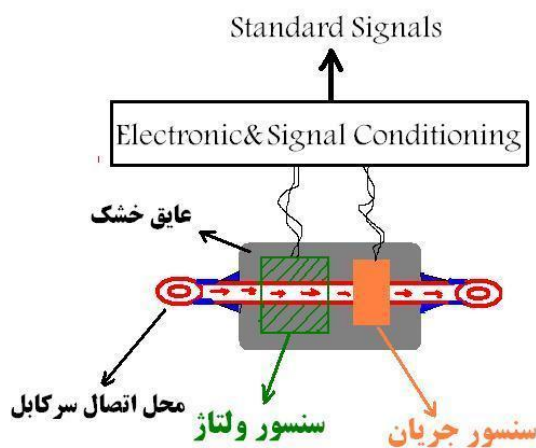


- عمر مناسب به دلیل عایق‌بندی با عایق خشک
- امکان اجرایی شدن سیستم‌های هوشمند سازی شبکه توزیع از جمله اتوماسیون، ثبات داده، مونیتورینگ انرژی و کیفیت توان و ...
- اندازه‌گیری خطی پارامترهای الکتریکی در محدوده نسبتاً وسیعتر

با طراحی و ساخت سرکابل اندازه‌گیر ولتاژ و جریان فشارمتوسط و استفاده از آن در تابلوهای معمول و فشرده، راه حل اقتصادی دستیابی به مقاصد اتوماسیون شبکه توزیع فشارمتوسط در دسترس خواهد بود. همینطور از این نوع سرکابل‌های اندازه‌گیر می‌توان برای مقاصد بررسی وضعیت کابل‌های آسیب‌دیده، در دسترس بودن داده‌های دقیق برای اپراتور شبکه در وضعیت‌های اضطراری، عملیات مانور و کلیدزنی مناسب و مقاصد بازآرایی فیدرها برای کاهش تلفات شبکه استفاده کرد.



شکل (۱-۲۱): سرکابل اندازه‌گیر ولتاژ و جریان رده ۲۰ کیلوولت



شکل (۱-۲۲): سرکابل اندازه‌گیر ولتاژ و جریان

### سکشنالایزر الکترونیکی کاتوتی رده توزیع فشار متوسط

سیستم‌های توزیع بالادستی با دو نوع خطای الکتریکی مواجه هستند که یکی خطاهای گذرا (موقت) و دیگری خطاهای دائمی است. با توجه به طبیعت سیستم در نظر گرفته شده، تقریباً ۹۰-۷۵٪ خطاهای رخ داده شده، موقتی هستند. خطاهای گذرا معمولاً در اثر اتصال هادی یک فاز با هادی فاز دیگر یا زمین در اثر درخت‌ها، پرندگان یا حیوانات دیگر، بادهای شدید، صاعقه، قوس سطحی و غیره بطور زودگذر رخ می‌دهد. خطاهای گذرا با قطع برق در یک مدت زمان کافی که برای خاموش شدن قوس لازم است برطرف می‌شوند. به خاطر آنکه این زمان به حداقل برسد و از سوختن‌های غیر ضروری فیوز جلوگیری شود از تکنیک قطع خیلی سریع یا لحظه‌ای و وصل مجدد اتوماتیک که در مدارشکن‌های قدرت کنترل شده از طریق رله است یا از قطع اتوماتیک و وصل مجدد از طریق ریکلوزرهای مدار، صورت می‌گیرد. سرعت بریکر، تنظیم رله و مشخصات ریکلوزر به گونه‌ای انتخاب می‌شود که قبل از آنکه فیوز سری (نزدیکترین فیوز به منبع خطا) بسوزد- که باعث می‌شود خطای لحظه‌ای به خطای دائمی تبدیل شود- ادوات اتوماتیک ذکر شده در بالا عمل کنند.

خطاهای دائمی به خطاهای گفته می‌شوند که نیاز به تعمیرات زیر را پیدا می‌کنند:

۱- جایگزین کردن هادی‌ها سوخته شده، فیوزهای سوخته و سایر ادوات دچار مشکل

۲- برداشتن شاخه‌های درخت از روی خط

۳- انجام دستی قطع و وصل مجدد مدارشکن یا ریکلوزر برای تعمیرات

خطاهای دائمی بوسیله فیوزهای کات اوت که در فیدرهای فرعی و انشعابات خط نصب می‌شوند انجام می‌گیرد. این عمل تعداد مشترکینی را که دچار خطای دائمی می‌شوند، محدود می‌کند و کمک می‌کند تا نقطه خطا با کاهش ناحیه مورد بحث، شناسایی بشود. بطور کلی نه تنها فیدرهای اصلی و فیدرهای منشعب از آنها در مدار توزیع توسط فیوزها محافظت می‌شوند بلکه پست‌ها نیز توسط مدارشکن و یا ریکلوزرهایی که داخل پست قرار گرفته‌اند از خطاهای رخ داده روی فیدر و tie line محافظت می‌شوند.

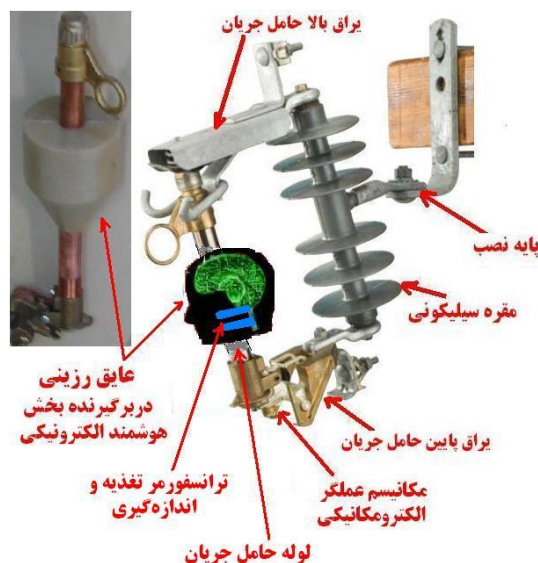
سکشنالایزرهای اتوماتیک خط، تجهیزات قطع‌کننده مستقل و کنترل شده به صورت اتوماتیک هستند و زمانی که بخش خطدار توسط ریکلوزر یا مدارشکن با قابلیت وصل مجدد بی‌برق شد، آن بخش را جدا می‌کند. در اصل سکشنالایزرها اضافه

جریان را حس می‌کنند و زمانی که خطا قطع شد یک شماره را ثبت می‌کنند. این وسیله زمانی که یک مقدار از پیش تعیین شده را شمرد مدار را قطع می‌کند.

سکشنالایزرها کاربردهای مجزایی به عنوان ادوات حفاظتی سیستم‌های توزیع دارند. سکشنالایزرها می‌توانند بین دو وسیله حفاظتی که امکان هماهنگی آن‌ها برای عملی نیست، بکار روند. سکشنالایزرها می‌توانند در سیستم‌های با بارگذاری متراکم و جایی که وسیله‌ای با صرفه اقتصادی برای جدا کردن خط اصلی مورد نیاز است، بکار رود. آن‌ها همچنین در پست‌هایی که امکان ایجاد هماهنگی با فیوزها به دلیل جریان زیاد خطای موجود ممکن نیست بکار می‌روند. کاربرد صحیح سکشنالایزرهای اتوماتیک خط وابسته به پارامترهای الکتریکی سیستم و نیز مشخصات عملکردی وسایل قطع‌کننده سمت بار و سمت منبع است. سکشنالایزرها قابلیت جدا کردن خطوط انشعابی که دچار خطا شده‌اند را دارا می‌باشند، بدون اینکه اختلالی در تغذیه انشعابات دیگر از خط اصلی تغذیه کننده پدید آید. جدا کردن انشعاب هنگامی صورت می‌گیرد که یک خطای جریانی غیر گذرا که بیشتر از مقدار جریان مشخص و تنظیم شده است، رخ داده باشد. این سکشنالایزر با ریکلوزر یا کلید قطع کننده مجهز به سیستم ریکلوز (که مثلاً به عنوان کلید سر فیدر دارای قدرت قطع بالایی است) طوری هماهنگ می‌شود که اگر خطای گذرای در انشعاب وجود داشته باشد که در مدت زمان مشخصی برطرف شود، سکشنالایزر با پردازش آن، قطع بی مورد انشعاب را سبب نخواهد شد. سکشنالایزر خود دارای قدرت قطع جریان خطا نمی‌باشد بلکه هماهنگ با ریکلوزر خط اصلی - در زمانی که ریکلوزر در اثر رخداد خطا قطع شده است تا زمان وصل مجدد آن که در حد چند ثانیه است - در زمان مرده مذکور به جداسازی انشعابی که در آن خطای ماندگار رخ داده است می‌پردازد. پس از آن با وصل مجدد ریکلوزر خط اصلی و کلیه انشعابات دیگر برقرار شده و تنها انشعابی که دچار خطا شده است از مدار خارج می‌شود. بدین ترتیب سکشنالایزر باعث ایجاد کمترین مقدار انرژی توزیع نشده و رفع خاموشی دیگر انشعابات می‌گردد. برخلاف مشکلات اساسی که در هماهنگ کردن عملکرد حفاظتی فیوزهای کات-اوت و ریکلوزر بالا دستی‌اش وجود دارد، مکانیزم هوشمند به کار رفته در کلیدهای سکشنالایزر به خوبی با ریکلوزر بالادستی‌اش قابل تنظیم است.

سکشنالایزر الکترونیکی کات‌اوتی یک تجهیز قطع کننده مستقل است که به طور اتوماتیک مدار الکتریکی اصلی را قطع می‌کند که این عمل پس از حس کردن و پاسخ دادن به یک تعداد مشخص ایمپالس‌های جریان خطا در خط اصلی که بزرگتر یا مساوی یک مقدار مشخص است رخ می‌دهد. سکشنالایزر زمانی عمل می‌کند که مدار الکتریکی اصلی بی‌برق شده باشد.

این تجهیز الکتریکی، در رده تجهیزات حفاظتی قرار می‌گیرد که با تشخیص و مدیریت خطاهای گذرا و ماندگار، هماهنگ با عملکرد ریکلوزر (یا کلید مجهز به رله ریکلوزینگ) بالادست، باعث کاهش زمان خاموشی‌های ناشی از خطاهای گذرا می‌شوند. کاهش خاموشی‌های برق، باعث کاهش انرژی الکتریکی توزیع نشده و نیز افزایش رضایت مصرف‌کنندگان برق می‌شود. به لحاظ ساختاری سکشنالایزر الکترونیکی کاتوتی ساختاری مشابه پایه فیوزهای کات-اوت دارد. دلیل طراحی سکشنالایزر الکترونیکی بر پایه ساختار پایه کاتوت، صرفه اقتصادی در ساخت و سهولت استفاده بوده‌است. اجزای سکشنالایزر الکترونیکی کاتوتی طوری طراحی شده‌اند که به راحتی بتوانند بدون هیچگونه تجهیزاتی نصب اضافی، بر روی تیرها و کنسول‌های معمول و موجود در شبکه فشارمتوسط هوایی نصب گردند.



شکل (۱-۲۴): سکشنالایزر اندازه‌گیر ولتاژ و جریان

شکل (۱-۲۳): سکشنالایزر اندازه‌گیر ولتاژ و جریان نوع کاتوت

مزایای این نوع تجهیز به قرار زیر است:

- |   |                              |
|---|------------------------------|
| ✓ حفاظت در برابر EMI و Surge              | ✓ قابلیت ریست شدن            |
| ✓ عملکرد dropout موفق (قطع خط در بی‌باری) | ✓ حفاظت در برابر جریان هجومی |
| ✓ قابلیت نصب سریع                         | ✓ مقاوم در برابر تغییرات دما |
| ✓ قابلیت اعتماد بالا و هزینه کمتر         | ✓ خود تغذیه                  |

✓ افزایش رضایت مصرف کنندگان برق

از این دستگاه می‌توان در موارد زیر استفاده کرد:

✓ در انشعابات هوایی فشارمتوسط توزیع که از نظر خطاهای رخ‌دهنده، پرحادثه هستند.

✓ سر انشعاب شهرکها و روستاهای دورافتاده و صعب‌العبور برای کاهش خاموشی‌های آنها

✓ ایجاد اتوماسیون توزیع و مدیریت بهینه خطوط فشارمتوسط توزیع

✓ بهینه‌سازی عملکرد تعمیرنگهداری خطوط توزیع با تسریع در یافتن خطوی که دچار خطای ماندگار شده‌اند

#### سیستم سنجش جریان و ولتاژ بر روی بوشینگ ترانسفورماتورهای فشارمتوسط

این تجهیز قادر به اندازه‌گیری مقادیر مؤثر واقعی ولتاژ و جریان هادی ۲۰ کیلوولت ترانسفورماتور هوایی است که با دقت بالا، به صورت دیجیتال، قابل نمایش و نیز ذخیره سازی طولانی مدت هستند. با توجه به مشکلات متعدد استفاده از CT و PT‌های معمول چه از نظر فنی و چه از نظر اقتصادی و گسترش نیاز به اعمال مدیریت جامع فنی - اقتصادی برسیستم توزیع ۲۰ کیلوولت برق و با مطرح شدن مباحث کنترل و مانور از راه دور، دیجیتال شدن پست‌های فشار قوی و بهینه‌سازی بهره‌برداری در شبکه، توجه اصلی برای این فناوری محسوب می‌شود.

#### سیستم سنجش جریان و سیستم ولتاژ در محل ورودی Elbow شبکه کابلی به داخل تابلوهای فشارمتوسط

در دهه های اخیر به دلیل مزایای مختلف شبکه کابلی نسبت به شبکه هوایی فشار متوسط به ویژه در شهرهای بزرگ و نواحی با تراکم بار زیاد و نیز مناطق صنعتی، استفاده از کابل‌های زیرزمینی در اولویت قرار گرفته است. با گسترش شبکه کابلی لزوم نظارت بر وضعیت آن برای پیشگیری از خطاهای مختلف و کاهش حوادث و خاموشی‌ها و کاهش تلفات در این شبکه مورد توجه ویژه قرار گرفته است. کابل‌های فشارمتوسط به طور سنتی با استفاده از اتصالات زانویی به نام Elbow به تابلوهای فشارمتوسط وارد می‌شوند. Elbow‌هایی که تاکنون مورد استفاده بوده‌اند به عنوان عناصر پسیو تنها نقش عبوردهنده کابل به تابلو را بر عهده داشته‌اند. طراحی و ساخت Elbow‌هایی که به سنسورهای ولتاژ یا جریان مجهز می‌باشند مدیریت شبکه و بهره‌برداران را قادر می‌سازد تا با جایگزینی آنها به جای Elbow‌های پسیو، بتوانند به مزایای متعدد اقتصادی و فنی دست

یابند. مزایای استفاده از این نوع Elbow‌های مدرن و اکتیو به دلیل قابلیت در اختیار گذاردن مقادیر شکل موج ولتاژ و جریان

شبکه کابلی فشار متوسط به صورت زیر می‌باشند:

- چک و کنترل سریع وضعیت خطوط جدید کابلی نصب شده
  - امکان پذیر کردن بررسی فنی بعضی خطاها در شبکه کابلی
  - در اختیار گذاردن اطلاعاتی از شبکه کابلی در مواقع اضطراری بهره‌برداری
  - کمک به عملکرد بهینه سیستم کلیدهای قطع
  - کمک با بازآرایی اتوماتیک شبکه برای کاهش تلفات
  - کاهش زمان خاموشی‌ها با کمک به تسریع در بازگشت شبکه به حالت عادی
  - کمک به اندازه‌گیری هارمونیک‌های شبکه برای بررسی بارکشی مصرف‌کنندگان
- لازم به ذکر است که شرکت‌های محدودی این تجهیزات را تولید می‌کنند.

#### مقره سنجش ولتاژ و جریان رده ۲۰ تا ۶۳ کیلوولت

امروزه استفاده بهینه از تمامی امکانات، فضاها و وسایل در صنعت برق در اولویت و اهداف اصلی صنعت برق محسوب می‌گردد. با پیشرفت تکنولوژی و آماده شدن زمینه‌های مناسب این امکان بوجود آمده است تا بتوان با تلفیق و ادغام وسایل و یا تجهیزاتی که با یکدیگر سنخیت داشته باشند، تجهیزاتی با توانمندی‌های بیشتری و با هزینه کمتر ایجاد نمود. امروزه با گسترش تکنولوژی دیجیتال در دستگاه‌های اندازه‌گیر توان، کیفیت توان و شاخص‌های مختلف یک سیستم قدرت، استفاده از سنسورهای جدیدی که خروجی آن‌ها سیگنال‌هایی است که برای دستگاه‌های الکترونیکی مناسب می‌باشند گسترش یافته‌اند. کاهش حجم، وزن، ابعاد و پهنای باند بیشتر و دقت بهتر همواره به استفاده از این سنسورها به عنوان جایگزین CT و PT‌هایی مرسوم مدنظر قرار گرفته است.

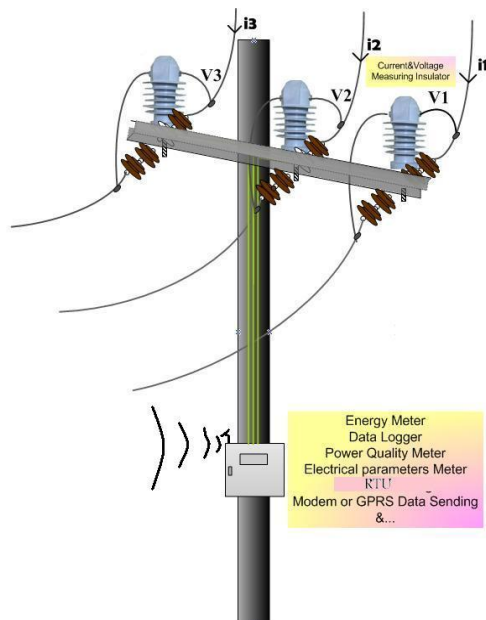
در CT و PT‌ها به دلیل استفاده از هسته مغناطیسی و شار مغناطیسی ماکزیمم مورد نیاز برای کارکرد آن‌ها در ناحیه خطی محدوده کاری‌شان، امکان کوچک کردن سایز و وزن را در آن‌ها نمی‌دهد اخیراً استانداردهای IEC در مورد سنسورهای جدید مورد استفاده در اندازه‌گیری سیستم‌های قدرت تدوین شده‌اند که حاکی از اهمیت و استفاده روزافزون از آن‌ها در جایگزینی بجای CT‌ها PT‌های مرسوم است.

این تجهیز در واقع براساس زمینه‌های مناسب فناوری ایجاد شده از ترکیب عایق اجزا اندازه‌گیر ولتاژ و جریان بوجود آمده است بطوریکه کل این واحدها یک عنصر کامل را تشکیل می‌دهند و امکان اندازه‌گیری مربوط به ولتاژ و جریان و اندازه‌گیری هارمونیک‌های آن‌ها را فراهم می‌آورند. این در حالی است که ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ مرسوم به علت استفاده از عناصر مغناطیسی مشکلاتی در اندازه‌گیری هارمونیک‌ها دارند. از طرف دیگر این وسیله جدید قادر به ثبت و ضبط پارامترهای الکتریکی است و می‌تواند بطور مستقل این پارامترها را ذخیره و توسط RTU به هر محل مورد نظر ارسال نماید. همچنین از آنجا که مسئله به اشباع رفتن در طرح سنسورهای جدید منتفی شده است می‌تواند جریان و ولتاژ گذرا را در پهنای باندها اندازه‌گیری ثبت و ضبط نماید. به بیان دیگر این وسیله قادر به ثبت وقایع گذرا بوده و بعنوان ثبات حالت‌های گذرای جریان و ولتاژ می‌تواند بکار گرفته شود. سیگنال‌های خروجی این تجهیز قادر به اتصال به دستگاه‌های اندازه‌گیر دیجیتال یا کامپیوتر می‌باشد تا بتوان مونتورینگ و کنترل مناسبی را انجام داد. هم اکنون CT و PT ترکیبی با سنسور نوری توسط شرکت‌های ABB و Alstom تولید شده است. مزایای استفاده از این تجهیز به قرار زیر است:

- اندازه‌گیری همزمان ولتاژ و جریان در یک تجهیز
  - مدیریت فنی برای کاهش تلفات سیستم
  - افزایش قابلیت اطمینان بهره‌برداری به دلیل عملکرد سریع در مانورها
  - افزایش بهره اقتصادی به سبب عملکرد سیستم‌ها در محدوده مقادیر اسمی طراحی‌شان
  - کاهش بار راکتیو به توسط کنترل هوشمند سیستم‌های کنترل کننده بار راکتیو (بارهای خازنی)
  - فراهم بودن اطلاعات مورد نیاز در هنگام بروز خطا برای مانیتورینگ اتفاقات خط و مانور
  - صرفه جویی در هزینه و مساحت زمین محل احداث پست
  - سهولت و سرعت در نصب (فشار متوسط)
- از این دستگاه می‌توان در موارد زیر استفاده کرد:
- اندازه‌گیری پارامترهای الکتریکی جریان و ولتاژ و دیگر پارامترهای استخراج‌شونده از سیگنال‌های سینوسی خروجی
  - اندازه‌گیری کیفیت برق
  - کنترل ولتاژ شبکه فشارمتوسط با اتصال به سیستم بانک خازنی سویچ‌شونده



• اتوماسیون شبکه توزیع فشار متوسط و فوق توزیع



شکل (۱-۲۵): نمایی از نحوه نصب و کاربردهای مقره اندازه‌گیر ولتاژ و جریان در شبکه فشار متوسط

### ۱-۱-۱-۱-۸- فناوری‌های مبتنی بر ابررسانای دمای بالا (HTS)

ابررساناهای دمای بالا که در اواسط دهه‌ی ۱۹۸۰ کشف شدند، موادی هستند که مقاومت الکتریکی خود را در دمای بالاتر از دمای ذوب نیتروژن مایع از دست می‌دهند. این دما از آن رو اهمیت دارد که نیتروژن مایع، سردکننده‌ای ارزان قیمت و در عین حال فراوان است. این مواد به طور معمول از اکسیدهای مس ساخته شده‌اند که دارای مواد دیگری در ترکیب خود هستند (yttrium و barium) و از همین رو به آن‌ها YBCO<sup>۱</sup> گفته می‌شود. از آن‌جا که این مواد اکسیدی هستند، شکننده بوده و نمی‌توان آن‌ها را در عمل به صورت معمول بکار گرفت. تلاش‌های اخیر در جهت پوشش‌دهی این مواد با هدف تبدیل آن‌ها به موادی انعطاف‌پذیر استوار بوده است [۱۰].

با این حال باید توجه کرد که تنوع ترکیبات شرکت‌کننده در ساختار ابررسانا حاکی از تفاوت‌های عملکردی آن‌ها خواهد بود که به منظور بکارگیری از آن‌ها، بایستی مطالعه شوند تا به این ترتیب امکان انتخاب ترکیبان مناسب فراهم آید. البته این

موضوع همچنان در حال مطالعه و بررسی است [۱۱]



استفاده از فناوری‌های مبتنی بر ابررسانای دمای بالا<sup>۲</sup> در صنعت برق طی چند سال اخیر در کشورهای توسعه یافته مورد توجه قرار گرفته‌اند. هدف از این فناوری‌ها در شبکه‌ی انتقال برق، افزایش ظرفیت انتقال برق در شبکه‌هایی است که به لحاظ ظرفیت انتقال با محدودیت‌هایی مواجه هستند و طبیعتاً جوابگوی رشد مصرف‌کنندگان نیستند. زیرا مواد ابررسانا دارای ظرفیت بیشتر انتقال انرژی الکتریکی هستند. در این نوع فناوری‌ها به سیستم خنک‌کننده احتیاج است که عموماً نیتروژن مایع به کار می‌رود و به این ترتیب هزینه‌ی سیستم بسیار کمتر از هزینه‌ی تجهیزات مبتنی بر ابررسانای دمای پایین<sup>۳</sup> خواهد بود، زیرا در فناوری LTS خنک‌سازی توسط گاز یا مایع هلیوم که گران‌تر است صورت می‌گیرد<sup>۴</sup> [۱۲].

کابل ابررسانا<sup>۵</sup> به عنوان یکی از راهکارهای مناسب که می‌تواند ظرفیت انتقال را افزایش دهد در کشورهای چون آمریکا، ژاپن و کره مورد توجه بوده است. ساختار معمول هسته‌ی این نوع کابل‌ها که در شکل (۱-۲۶) نشان داده شده است شامل اجزاء زیر است [۱۳]:

- هادی که توسط قرار دادن سیم‌های ابررسانا به شکل مارپیچ در قالب<sup>۶</sup> فرم می‌گیرد.
- بخش عایقی که شامل کاغذ ورقه‌ای پلی‌پروپیلن (که در دمای پایین، خواص عایقی مناسب و تلفات دی‌الکتریک پایینی دارد) و نیتروژن مایع (که البته نقش خنک‌کننده را هم دارد) می‌شود.
- لایه‌ی بیرونی که شامل سیم‌ها ابررسانا به صورت مارپیچی است که لایه‌ی شیلد را ایجاد می‌کند.

<sup>۱</sup> . Yttrium Barium Copper Oxides

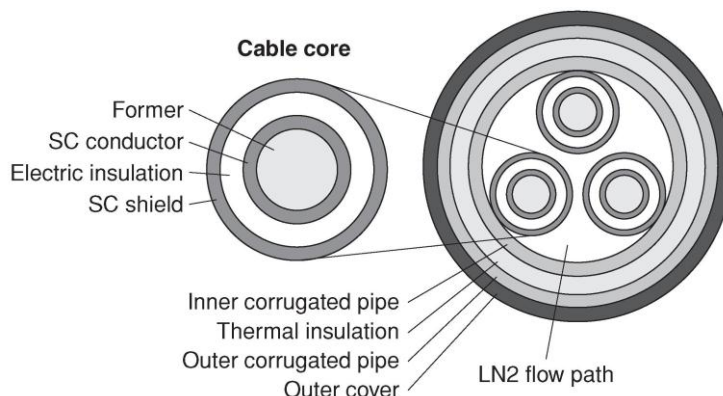
<sup>۲</sup> . High Temperature Superconducting (HTS) Technology

<sup>۳</sup> . Low Temperature Superconducting (LTS) Technology

<sup>۴</sup> . از همین رو ابررسانای دمای پایین (LTS) که در دمای بالاتر از دمای ذوب هلیوم مقاومت خود را از دست می‌دهد به علت گران بودن هلیوم و مشکلات کار با آن، کمتر از HTS مورد توجه است.

<sup>۵</sup> . Superconducting Cable (SC)

<sup>۶</sup> . Former



شکل (۱-۲۶): اجزاء یک کابل ابرسانا

مزایای کابل‌های ابرسانا به قرار زیر است و از همین رو در صنعت برق مورد توجه بوده است [۱۳]:

- ظرفیت بالای انتقال الکتریسیته در ابعاد فشرده
- تلفات الکتریکی پایین
- عدم هرگونه نشتی یا میدان الکترومغناطیسی به بیرون
- امپدانس پایین

باید توجه داشت که در مورد خواص عایقی این نوع کابل‌ها در بهره‌برداری بلندمدت همچنان عدم قطعیت‌هایی وجود دارد، به خصوص که هنوز دانش کافی در مورد تخلیه جزئی در این نوع کابل‌ها بدست نیامده و تعمیر و نگهداری پیشگویانه<sup>۱</sup> برای این نوع تجهیزات در حال مطالعه و بررسی است [۱۴].

ترانسفورماتورهای ابرسانا نیز نسلی از ترانسفورماتورها هستند که طی چند سال اخیر در بسیاری از کشورها مورد توجه قرار داشته‌اند. ساختار کلی این نوع ترانسفورماتورها در شکل (۱-۲۷) نشان داده شده است. همانطور که در شکل مشخص است، این نوع فناوری شامل اجزاء کلی زیر است [۱۵]:

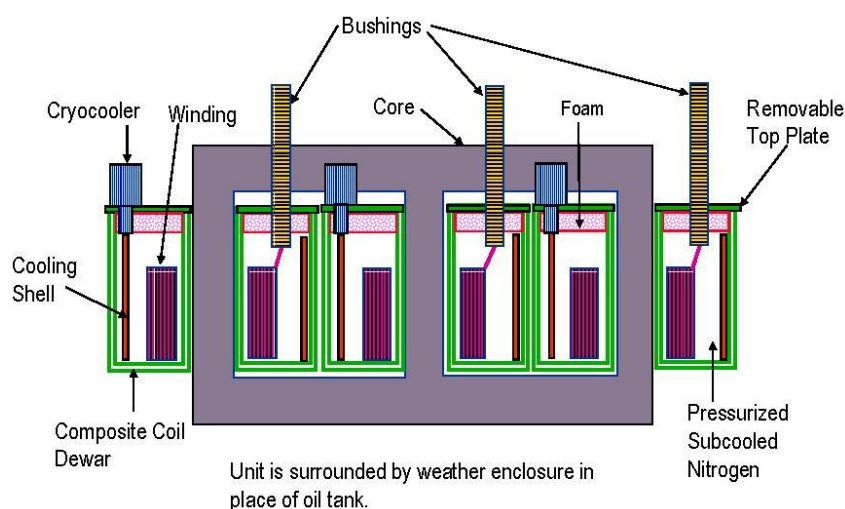
- سیم‌پیچ ترانسفورماتور که جنس آن‌ها از مواد ابرسانا و شامل صدها دور سیم‌پیچی است.
- هسته مغناطیسی که برای این نوع ترانسفورماتورها از طراحی‌های خاصی استفاده می‌شود تا تلفات را کاهش دهد.

<sup>۱</sup> . Predictive Maintenance

• ماده‌ی عایقی کریوژنیک<sup>۱</sup> همانند نیتروژن که معمولاً به صورت ترکیبی و همراه با پلاستیک تقویت‌شده توسط فیبر<sup>۲</sup> به شکل چنبره‌ای شکل مورد استفاده قرار می‌گیرد و به آن کریوستات<sup>۳</sup> گفته می‌شود. این ترکیب، هم نقش عایق الکتریکی و هم عایق حرارتی را ایفا می‌نماید.

• سیستم خنک‌کننده حاوی نیتروژن

• سایر اجزاء ترانسفورماتور



شکل (۱-۲۷): ساختمان کلی ترانسفورماتور ابرسانا

بکارگیری ترانسفورماتور HTS به علت مزایای ذیل مورد توجه است:

- توانایی تحمل اضافه بار بدون تشدید قابل ملاحظه در روند پیرشدگی و کاهش عمر عایق
- کاهش ابعاد و وزن ترانسفورماتور
- افزایش بازده
- حذف روغن

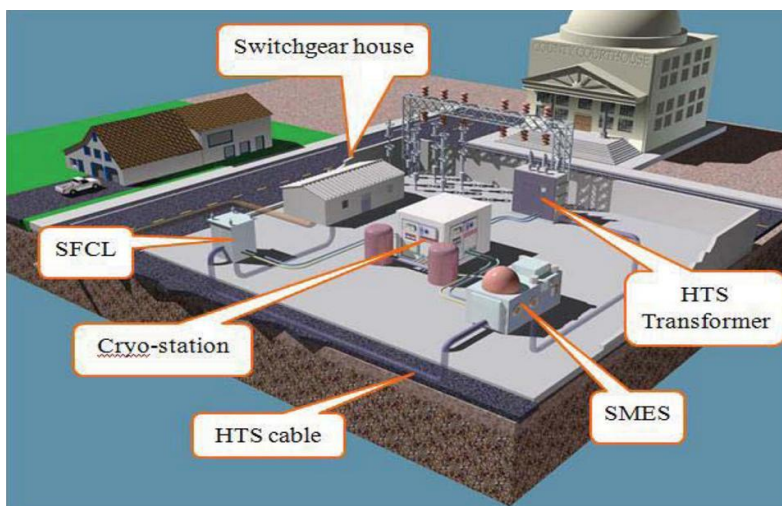
با این حال در خصوص ترانسفورماتورهای ابرسانا باید گفت که مطالعات زیادی در مورد اثرات پیرشدگی ناشی از تخلیه جزئی در آنها انجام شده و همچنان در حال انجام است تا بدین ترتیب دانش لازم جهت افزایش راندمان و صرفه‌ی اقتصادی

<sup>۱</sup> . Cryogenic (منظور، موادی هستند که در دمای پایین مورد استفاده قرار می‌گیرند و طبیعتاً باید در آن دماها رفتار و مشخصه‌ی مناسبی داشته باشند).

<sup>۲</sup> . Plastic Reinforced with Fibre

<sup>۳</sup> . Cryostat

آن‌ها در آینده‌ای نزدیک حاصل شود [۱۶]. در شکل (۱-۲۸) شماتیک کلی یک نمونه پست ۲۴ کیلوولت با ظرفیت ۱۰۰ مگاوات نشان داده شده است [۱۷].



شکل (۱-۲۸): شماتیک کلی یک پست HTS ۲۴ کیلوولت یا ظرفیت ۱۰۰ مگاوات

### ۱-۱-۲- تجهیزات فشار قوی با عایق مایع

مهمترین عایقی که در تجهیزات فشارقوی کاربرد دارد روغن است که هم به صورت منفرد و هم به صورت عامل اشباع<sup>۱</sup> برای مواد جامد عایقی (به شکل ورقه‌ای<sup>۲</sup> یا دارای خلل و فرج<sup>۳</sup>) بکار می‌رود. روغن در تجهیزاتی مانند ترانسفورماتور و کابل‌های فشارقوی، علاوه بر خاصیت عایقی، نقش واسطه انتقال‌دهنده‌ی حرارت را نیز ایفا می‌نماید. نوع و کیفیت روغن مورد نیاز بسته به کاربرد ویژه‌ی آن دارد که برای مثال می‌توان از یک سو به روغن‌های هیدروکربنی نرمال مورد استفاده در سوئیچگیر و ترانسفورماتور و از سوی دیگر به روغن‌های هیدروکربنی ویژه مورد استفاده در کابل‌ها و خازن‌ها اشاره کرد. برای کاربری روغن به عنوان مایع اشباع، روغن‌ها باید کاملاً خشک، بدون گاز و فیلتر شده باشند تا استقامت دی‌الکتریک بالایی را فراهم آورند [۲].

اخیراً بکارگیری روغن‌های جاذب گاز<sup>۴</sup> در تجهیزاتی چون ترانسفورماتورها و کابل‌ها و خازن‌ها مورد توجه قرار گرفته است که به علت کاهش میزان حباب‌های هوا در داخل ساختار این روغن‌ها است. طی سال‌های اخیر نیز IEC و CIGRE به

1 - Impregnant  
2 - Laminated Solid Material  
3 - Porous Solid Material  
4 - Gas-Absorbing Oil

مطالعه‌ی تخلیه جزئی در این نوع روغن‌ها توجه نشان داده‌اند. روغن‌های جایگزین آن‌ها، شامل روغن‌هایی مانند روغن‌های سیلیکونی که در ترانسفورماتورهای کوچک‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرند و نیز انواع گسترده‌ای از روغن‌های سنتزی هستند که به تازگی توسعه یافته و در خازن‌های قدرت کاربرد دارند. یک نمونه از انواع مایعات سنتزی که خواص مطلوبی داشته<sup>۱</sup> DDB است که برای اشباع عایق wrapped در کابل‌های HV مورد استفاده قرار می‌گیرد و در مقایسه با روغن طبیعی دارای مشخصه‌ی مناسب‌تری از نظر پیرشدگی و دارای خاصیت جذب گاز است [۲].

### ۱-۱-۲-۱-۱ معرفی برخی فناوری‌های تجهیزات فشار قوی با عایق مایع

#### ۱-۱-۲-۱-۱-۱ ترانسفورماتورهای قدرت رده فوق توزیع آب‌بندی شده بصورت هرمتیک

در ترانسفورماتورهای روغنی معمولی، عایق روغنی در معرض پیرشدگی و آسیب است که طبیعتاً طول عمر عایق را کاهش داده هزینه‌های تعمیر و نگهداری را افزایش و قابلیت اطمینان را کاهش می‌دهد. طبیعتاً جذب اکسیژن و رطوبت توسط روغن شدت فرایند زوال کیفیت عایقی روغن را افزایش می‌دهد. یکی از راهکارهای فناورانه برای کاهش این جنبه‌های نامطلوب، استفاده از ترانسفورماتورهای آب‌بندی شده بصورت هرمتیک است که از نقطه نظر بهره‌برداری بهینه‌تر از ترانسفورماتورهای روغنی هستند، زیرا ساختار آن‌ها کاملاً آب‌بندی شده است و مانع نفوذ رطوبت یا اکسیژن خواهد بود. مزایای این نوع ترانسفورماتورها به قرار زیر است:

- طول عمر سرویس‌دهی بیشتر
- نرخ بارگیری بالاتر
- کاهش هزینه‌ی تعمیر و نگهداری به علت پیرشدگی کُندتر روغن، عدم Dehydrating Breather و عدم وجود هرگونه جبران‌ساز آب<sup>۲</sup>
- عدم نفوذ رطوبت و اکسیژن به داخل روغن

<sup>۱</sup> - Dodecylbenzene

<sup>۲</sup> . Hydro-Compensator

- کاهش سرعت پیرشدگی عایق سلولوزی جامد (بر خلاف ترانسفورماتورهای روغنی معمولی که عایق سلولوزی آن‌ها در معرض پیرشدگی حرارتی، پیرشدگی هیدرولیتی و پیرشدگی اکسیدی هستند، در این نوع ترانسفورماتورها فقط پیرشدگی حرارتی رخ می‌دهد).

در شکل (۱-۲۹) نمونه‌ای از یک ترانسفورماتور آب‌بندی شده بصورت هرمتیک نشان داده شده است.



شکل (۱-۲۹): نمونه‌ای از یک ترانسفورماتور آب‌بندی شده بصورت هرمتیک

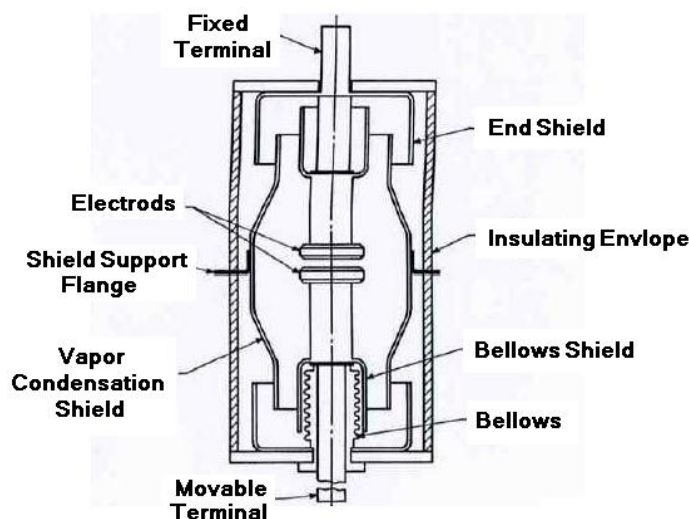
### ۱-۱-۳- طراحی و ساخت تجهیزات فشار قوی دارای عایق خلاء

خلاء یکی از انواع عایق محسوب می‌شود که در تجهیزاتی چون کلید قدرت خلاء<sup>۱</sup> به عنوان خاموش‌کننده‌ی قوس الکتریکی کاربرد دارد.

کلید قدرت از اجزاء مهم شبکه است که قادر است در موقع لزوم، جریان عادی شبکه و در موقع خطا جریان اتصال کوتاه و جریان اتصال زمین و یا هر نوع جریانی با هر اختلاف فازی را قطع کند، در میان انواع کلیدهایی که در دو دهه گذشته مورد استفاده قرار گرفته‌اند کلیدهای خلاء و کلیدهای با عایق گاز SF<sub>6</sub> به علت عمر زیاد و عدم نیاز به تعمیر و نگهداری و غیرقابل آتش‌زا بودن کلید (عدم وجود روغن) برتری بیشتری نسبت به کلیدهای قدیمی از نوع روغنی دارند.

<sup>۱</sup> . Vacuum Circuit Breaker (VCB)

مکانسیم عملکرد کلید قدرت خلاء به این صورت است که هنگام بروز خطای اتصال کوتاه، وقتی کنتاکت‌ها از هم جدا می‌شوند جریان عبوری از الکترودها باعث ایجاد تخلیه الکتریکی‌ای در کنتاکت‌ها می‌شود که فلز را بخار می‌کند (که به این جریان، قوس خلاء<sup>۱</sup> می‌گویند). این قوس در داخل پلاسمای حاصل از بخار شدن فلز الکتروود، تا رسیدن لحظه‌ی صفر جریان تداوم می‌یابد. در این لحظه قوس قطع می‌شود و بخار فلزی رسانا نیز میعان شده روی سطح فلزی الکتروود می‌نشیند. می‌توان گفت که استقامت الکتریکی این نوع کلیدها خیلی سریع بازیابی می‌شود [۲۰]. در شکل (۱-۳۰) شماتیک ساختار این نوع کلید نشان داده شده است.



شکل (۱-۳۰): شماتیک ساختار یک کلید قدرت خلاء

هرچند خلاء<sup>۲</sup> به لحاظ تئوریک عایقی ایده‌آل برای فواصل کم است، اما در عمل وجود هرگونه آلودگی و همچنین وجود گاز یا روغن در داخل خلاء (که بسیار محتمل نیز هست) می‌تواند کیفیت عایقی آن را به شدت کاهش دهد. با طراحی قابل قبول و بکارگیری مواد مناسب در الکترودهای کلیدهای خلاء<sup>۳</sup>، فناوری این کلیدها تا رده‌ی ولتاژ ۳۶ کیلوولت به سادگی توسعه یافته است [۲].

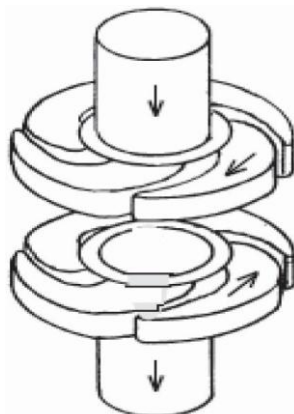
<sup>۱</sup> - Vacuum Arc

<sup>۲</sup> - Vacuum

<sup>۳</sup> - Vacuum Circuit Breaker (VCB)



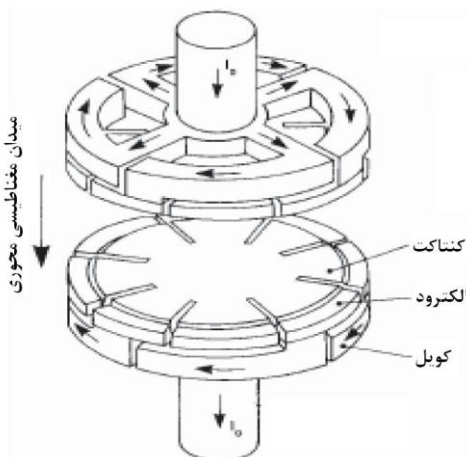
برای رده‌های ولتاژ متوسط جهت تسریع در خاموشی قوس، یک میدان مغناطیسی به صورت شعاعی ایجاد می‌شود که باعث می‌شود قوس به دور یک کنتاکت بچرخد که حاصل آن توزیع حرارتی یکنواخت در سطح کنتاکت است که انرژی را سریع‌تر تخلیه می‌نماید. شماتیک این نوع کنتاکت در شکل (۱-۳۱) نشان داده شده است [۲۰].



شکل (۱-۳۱): ایجاد میدان مغناطیسی شعاعی برای VCB رده فشار متوسط

اما در رده‌های ولتاژی بالاتر، ساخت کلید خلاء چندان ساده نبوده و فناوری آن پیچیده‌تر از فناوری کلیدهای رده‌ی فشار متوسط است. برای رده‌های ولتاژی فشار قوی، از سیستمی برای ایجاد میدان مغناطیسی محوری استفاده می‌شود، بدین صورت که با هدایت جریان قوس به داخل یک کوئل میدان مغناطیسی ایجاد می‌شود. البته در برخی طراحی‌ها از کنتاکت‌هایی به الکتروهای میدان مغناطیسی محوری نیز برای ایجاد میدان مغناطیسی استفاده می‌شود. هر چه این میدان مغناطیسی قوی‌تر باشد، توزیع شعاعی قوس بیشتر همگن می‌شود و انرژی جرقه سریع‌تر کاهش می‌یابد. در شکل (۱-۳۲) شماتیک سیستم ایجاد میدان نشان داده شده است [۲۰].





شکل (۱-۳۲): ایجاد میدان مغناطیسی محوری برای VCB رده فشار قوی

## ۱-۱-۴ - تجهیزات فشار قوی با عایق گازی

هوا نقش عایقی مهمی در بسیاری از تجهیزات فشارقوی دارد و خواص عایقی آن بسیار مورد مطالعه قرار گرفته است. هوا از نقطه نظر خواص عایقی دو ویژگی مطلوب را دارا است که یکی استقامت شکست پیش‌بینی‌پذیر<sup>۱</sup> و دیگری خاصیت خودبازیابی<sup>۲</sup> است و همین خواص منجر به استفاده از آن جهت ایجاد تجهیزاتی چون برقیگرهای دارای فاصله‌ی هوایی<sup>۳</sup> شده است. آگاهی دقیق از خواص عایقی هوا در شرایط وجود رطوبت در آن حائز اهمیت بسیار زیادی است، زیرا عملکرد صحیح هوا به عنوان عایق در شرایط آب و هوایی نامناسب حائز اهمیت فراوانی است [۲].

علاوه بر هوا، برخی دیگر از عایق‌های گازی که در تجهیزات فشارقوی مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از گاز هگزافلوراید سولفور (SF<sub>6</sub>)<sup>۴</sup>، گاز نیتروژن و گاز فرئون<sup>۵</sup> (مانند C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> و C<sub>2</sub>F<sub>5</sub>C<sub>1</sub>) که در تجهیزاتی همچون سوئیچگیر، کابل و ترانسفورماتور کاربرد دارند [۲].

1 - Predictable Breakdown Strength  
 2 - Self-Restoring Property  
 3 - Gap-Type Surge Arresters  
 4 - Sulphur Hexafluoride  
 5 - Freon

## ۱-۱-۴-۱-۱- معرفتی برخی فناوری‌های تجهیزات فشار قوی دارای عایق گازی

### ۱-۱-۴-۱-۱-۱- پست‌های GIS

در این نوع از پست‌ها، عایق گازی (معمولاً  $\text{SF}_6$ ، در مواردی گاز  $\text{N}_2$  و اخیراً به طور محدود ترکیبات گازی جدید) به عنوان عایق اصلی تجهیزات سازنده‌ی پست مورد استفاده قرار می‌گیرد که به این ترتیب حداقل فاصله عایقی بین تجهیزات در مقایسه با پست‌های با عایق هوایی (AIS) و در نتیجه ابعاد پست کاهش می‌یابد [۲۱]. در این پست‌ها به لحاظ وجود محفظه‌های حاوی گاز عایقی که فازهای مختلف و قسمت‌های برق‌دار را از زمین و از یکدیگر ایزوله می‌نماید، به رعایت فواصل عایقی بین تجهیزات آنگونه که در پست‌های AIS رعایت می‌شود نیازی نیست. همچنین بخاطر وجود محفظه زمین شده‌ی در برگیرنده تجهیزات برق‌دار و در نتیجه عدم تماس افراد با این پست‌ها خطری برای پرسنل ایجاد نمی‌شود. [۲۲].

پست‌های GIS در مقایسه با پست‌های AIS سطح ایمنی بهره‌برداری بالاتر، هزینه‌ی بهره‌برداری پایین‌تر و همچنین اثرپذیری کمتر از شرایط زیست محیطی را فراهم می‌آورند، هر چند باید توجه داشت که سرمایه‌گذاری اولیه آن‌ها بطور محسوس بالاتر است [۲۳]. پست‌های GIS کنونی دارای مزایای کلی زیر هستند [۲۴]:

- بهره‌وری اقتصادی
- قابلیت اطمینان بالا
- محفظه‌بندی<sup>۱</sup> ایمن
- طول عمر سرویس‌دهی بالاتر
- هزینه‌های تعمیر و نگهداری پایین‌تر
- دسترسی آسان‌تر و طراحی ارگونومیک‌تر
- عملکرد مناسب حتی در شرایط بسیار نامطلوب محیطی

<sup>۱</sup> . Encapsulation

در خصوص پست‌های GIS نوع SF<sub>6</sub> به علت اینکه این گاز اثرات گلخانه‌ای دارد چشم‌انداز صنعت برق کشورهای توسعه یافته به سمت رویکردهایی همچون مدیریت این گاز در تجهیزات فشار قوی به منظور کاهش ورود آن به جو و همچنین بکارگیری ترکیبات گازی جدید است [۲۱]. اما باید در نظر داشت که در مقایسه با تجهیزات روغنی، تجهیزات گاز SF<sub>6</sub> در کل به لحاظ زیست محیطی مطلوب‌تر هستند. برخی از ویژگی‌های مطلوب پست‌های GIS شامل موارد ذیل است [۲۵]:

۱. از آنجا که هادی‌ها و عایق‌های پست‌های GIS در داخل محفظه قرار دارند اثرات شرایط محیطی به خصوص آلودگی بر روی سطوح عایقی تجهیزات پست‌های GIS کاهش قابل ملاحظه‌ای خواهد داشت که طبیعتاً هزینه‌های تعمیر و نگهداری را کاهش می‌دهد. البته باید توجه داشت که عملکرد تجهیزات کنترل‌کننده‌ی فشار گاز باید مناسب با شرایط جوی باشند و اثر تغییرات احتمالی درجه حرارت محیط بر روی فشار گاز نیز باید تست شود.

۲. هرچه سطح ولتاژ بهره‌برداری بیشتر شود نسبت فضای مورد نیاز این نوع پست‌ها در مقایسه با فضای مورد نیاز برای پست‌ها AIS با همان سطح ولتاژ، کاهش بیشتری دارد. همچنین انتخاب آرایش کلیدخانه و انتخاب نوع شینه‌ها، در چگونگی روند کاهش فضای مورد نیاز تاثیر خواهد گذاشت. در واقع کلیدخانه‌های پیچیده‌تر و آرایش‌های چند شینه‌ای در ایستگاه‌های با عایق گازی نسبت به ایستگاه‌های معمولی با همان آرایش انتخابی، کاهش فضای مورد نیاز بیشتری را نشان می‌دهند و برعکس هر چه کلیدخانه ساده‌تر و تعداد شینه‌ها کمتر انتخاب شود کاهش فضای مورد نیاز در ایستگاه‌های با عایق گازی نسبت به ایستگاه‌های معمولی کمتر می‌شود.

۳. فیدرهای کابلی در پست‌ها GIS نسبت به پست‌ها AIS فضای کمتری را اشغال می‌کنند. در عوض فیدرهای هوایی فضای بیشتری را اشغال می‌نمایند. اما در مجموع فضای اشغال شده توسط پست‌ها GIS به مراتب کمتر از فضای مورد نیاز پست‌ها AIS است.

۴. از آنجا که فضای مورد نیاز این پست‌ها کم است در داخل ساختمان قابل نصب هستند و بنابراین می‌توانند با توجه به محدودیت‌های موجود در حوزه‌ی شهری به لحاظ تامین زمین، راه‌حلی مناسب در مناطق مسکونی باشند. طبیعتاً از اثرات نامطلوبی مانند اختلالات رادیویی و سر و صدا که از ویژگی‌های پست‌های AIS بوده و شاخصه‌های نامطلوبی جهت فضای شهری هستند کاسته می‌شود.

۵. در محیط‌های صنعتی و کارخانجاتی که در آن‌ها توسعه پیش‌بینی نشده است نصب پست‌های GIS سبب خواهد شد که از فضای کارخانجات به نحو بهینه‌تری استفاده شود.
۶. با توجه به شرایط محیطی نیروگاه‌های آبی و نیز نیروگاه‌های تلمبه ذخیره‌ای و از آنجا که در اطراف این نیروگاه‌ها زمین مناسب برای پست‌های AIS در دسترس نیست لذا استفاده از پست‌های GIS می‌تواند مناسب باشد.
۷. از آنجا که در پست‌های GIS کلیه قطعات ولتاژ بالا در داخل محفظه‌ی گازی قرار دارند و به علاوه هادی‌های ولتاژ بالا در محفظه بسته قرار دارند، احتمال وقوع خطای ناشی از برخورد اجسام خارجی به صفر خواهد رسید.
۸. با توجه به عدم بکارگیری روغن در تجهیزات پست‌های GIS و بکارگیری عایق‌های گازی غیرقابل اشتعال همچون SF<sub>6</sub>، خطر آتش‌سوزی در این پست‌ها کاهش قابل توجهی خواهد یافت. از این رو این نوع پست‌ها برای استفاده در نواحی جنگلی که احتمال آتش‌سوزی بالا است مناسب خواهند بود.

- در این میان بایستی به برخی معایب این نوع پست‌ها در مقایسه با پست‌های AIS اشاره کرد که به شرح ذیل است [۲۵]:
۱. هزینه‌ی پست‌های GIS در مقایسه با پست‌های AIS بیشتر است که با افزایش ولتاژ از این اختلاف کاسته خواهد شد. طبیعتاً قیمت بالای زمین (به خصوص در فضای شهری) بکارگیری پست‌های GIS را به لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیر می‌نماید.
  ۲. هزینه‌ی تعویض تجهیزات معیوب شده مانند کلید قدرت و ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری در پست‌های GIS در مقایسه با پست‌های AIS سنگین‌تر است.
  ۳. برای بهره‌برداری و تعمیرات پست‌ها GIS، به دلیل تکنولوژی بالاتر و طبیعتاً پیچیدگی بیشتر، بایستی از افراد مجربی استفاده شود که دوره‌ی آموزشی مرتبط را طی کرده باشند.
  ۴. در پست‌های GIS پس از انجام تعمیرات و یا به هنگام راه‌اندازی اولیه، یکسری آزمایش‌های ولتاژ بالا لازم است که هزینه‌ی تجهیزات این نوع آزمایش‌ها نسبتاً بالا است.
  ۵. بر خلاف پست‌ها AIS که طی سال‌ها اخیر مقدمات ساخت تجهیزات آن‌ها در داخل کشور آغاز شده است و هم‌اکنون پاره‌ای از تجهیزات این نوع پست‌ها توسط سازندگان داخلی قابل تامین است، امکان ساخت تجهیزات پست‌های GIS هم

اکنون در کشور وجود ندارد و در عین حال دانش فنی تولید عایق گازی این نوع پست‌ها نیز در انحصار کشورهای محدودی است.

در شکل‌های (۳۳-۱) و (۳۴-۱) دو نمونه پست GIS، اولی به صورت روباز و دومی به صورت سرپوشیده نشان داده شده است.



شکل (۳۳-۱): پست GIS به صورت روباز



شکل (۳۴-۱): پست GIS به صورت سرپوشیده

پست‌های GIS هم در فضای روباز و هم در فضای سرپوشیده مورد استفاده قرار می‌گیرند. در خصوص پست GIS در فضای روباز، ممکن است برخی تجهیزات با عایق‌های دیگر نیز مورد استفاده قرار گیرند. اما در پست‌های GIS کاملاً سربسته، کلیه‌ی تجهیزات عایقی بر اساس عایق گازی طراحی می‌شوند و تجهیزات فشارقوی و باسبارهای مربوط به آنها در محفظه‌های حاوی گاز عایق SF<sub>6</sub> قرار گرفته‌اند.

در این پست‌ها بدلیل عدم تماس تجهیزات با محیط خارج، عوامل محیطی بر تجهیزات تاثیرگذار نیستند. لذا این پست‌ها برای مناطق صنعتی و شهری که میزان آلودگی هوا در آن‌ها زیاد است، برای مناطق کوهستانی بخاطر وجود برف و یخبندان در آن‌جا و نیز برای مناطق ساحلی که آلودگی نمکی ایجاد می‌کند مناسب هستند.

پست‌های کاملاً سربسته گازی به سه گروه عمده شامل پست‌های گازی استوانه‌ای، پست‌های گازی مکعبی و پست‌های گازی سیار تقسیم می‌شوند [۲۶].

- در پست‌های گازی استوانه‌ای یا پست‌های گازی معمولی، تجهیزات فشارقوی و باس‌بارها در محفظه‌های استوانه‌ای حاوی گاز  $SF_6$  قرار گرفته‌اند.

- در پست‌های گازی مکعبی، تجهیزات فشارقوی و باسبارها در محفظه‌های مکعبی شکل حاوی گاز  $SF_6$  قرار گرفته‌اند. به دلیل فرم مکعب مستطیلی این محفظه‌ها و در نتیجه کوتاهتر بودن ارتفاع آن‌ها نسبت به محفظه‌های استوانه‌ای، این پست‌ها دارای قابلیت فشردگی بیشتری هستند.

- در پست‌های گازی سیار نیز تجهیزات فشارقوی و باسبارها به همراه محفظه‌های گاز  $SF_6$  بر روی یک تریلی نصب می‌شوند. بخاطر وجود گاز  $SF_6$  فاصله عایقی مورد نیاز بین تجهیزات کاهش یافته و ابعاد پست سیار نوع گازی در مقایسه با پست سیار معمولی با عایق هوا کوچکتر می‌شود.

## ۱-۱-۴-۲- تجهیزات با عایق گازی مورد استفاده در پست‌های GIS

### ۱- ترانسفورماتور قدرت گازی

در ترانسفورماتورهای قدرت گازی که می‌توانند در پست‌های GIS مورد استفاده قرار گیرند، به جای استفاده از روغن که در ترانسفورماتورهای نوع روغنی نقش عایق‌کنندگی و خنک‌کنندگی را به عهده دارد، از گاز  $SF_6$  استفاده می‌شود که هم نقش عایقی و هم نقش خنک‌کنندگی را ایفا می‌نماید. این ترانسفورماتورها بیشتر در کشور ژاپن مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

مزایای استفاده از این ترانسفورماتورها در صورت استفاده در پست‌های GIS به قرار ذیل است [۲۵]:

۱- سازگاری بهتر با تجهیزات GIS

۲- عدم نیاز به استفاده از بوشینگ‌های پر هزینه روغنی یا گازی.

- ۳- حذف فرایند تصفیه‌ی عایق مایع روغنی
  - ۴- کاهش حجم و ارتفاع ترانسفورماتور به علت حذف منبع انبساط
  - ۵- کاهش وزن ترانسفورماتور به علت استفاده از گاز SF<sub>6</sub> بجای روغن
  - ۶- کاهش زمان نصب ترانسفورماتور
  - ۷- کاهش نویز تولیدی به علت بکارگیری فناوری‌های متفاوت ساخت شامل هسته‌های دارای خاصیت مغناطیسی بهتر، دقت بالای برش ورقه‌های هسته و استفاده از صفحات فشرده‌ی عایق صوتی
- به علت کوچکتر بودن ظرفیت گرمایی SF<sub>6</sub> نسبت به روغن، در ترانسفورماتور قدرت گازی برخی تمهیدات مانند عریض‌تر کردن کانال عبور گاز SF<sub>6</sub>، بالا بردن فشار SF<sub>6</sub>، استفاده از فن‌های با قدرت زیاد برای به گردش درآوردن گاز و استفاده از مواد عایقی مقاوم در برابر حرارت ناشی از دمای سیم‌پیچ‌ها انجام می‌شود [۲۵]. نمونه‌ای از ترانسفورماتور گازی SF<sub>6</sub> در شکل (۱-۳۵) نشان داده شده است.



شکل (۱-۳۵): نمونه‌ای از ترانسفورماتور گازی SF<sub>6</sub>



## ۲- ترانسفورماتور ولتاژ و جریان گازی

در ترانسفورماتورهای ولتاژ مورد استفاده در پست‌های GIS، سیم‌پیچ اولیه توسط گاز عایق شده و به ترمینال متصل است و سیم‌پیچی ثانویه نیز هسته را احاطه کرده است. اما در ترانسفورماتور جریان گازی، سیم‌پیچی ثانویه مستقیماً درون محفظه گاز قرار نگرفته است. زیرا در صورتیکه اتصال سیم‌پیچی ثانویه قطع شود و ترانسفورماتور جریان گازی به صورت مدار باز در مدار قرار گیرد به علت اینکه شار مخالفی وجود ندارد که با شار ناشی از جریان اولیه مخالفت کند، کل این شار مغناطیسی بر روی هسته به عنوان مغناطیس کننده عمل کرده و هسته در هر سیکل به اشباع می‌رود. سرعت بالای تغییرات شار هسته که از نقطه صفر نیز عبور می‌کند باعث تولید ولتاژ بالایی در ثانویه می‌شود که می‌تواند باعث شکست عایقی گاز SF6 شده و موجب خرابی ترانسفورماتور جریان گازی شود.

در عین حال بخاطر اینکه سیم‌پیچی ثانویه محفظه را در بر گرفته است باعث ایجاد یک جریان مغناطیسی درون پوسته آن، ایجاد تلفات و گرم شدن محفظه می‌شود که ممکن است زمینه‌ی شکست الکتریکی گاز را پدید می‌آورد. بنابراین برای جلوگیری از ایجاد این جریان القایی، شکافی در محفظه ایجاد می‌نمایند و آن را با مواد عایقی پر می‌کنند. همچنین اطراف هسته با قالبی از رزین پر شده است.

## ۳- کلید قدرت گازی

در کلید قدرت گازی، به علت اینکه فشار گاز داخل محفظه کلید قدرت بیشتر از قسمت‌های دیگر است محفظه‌ی آن بوسیله جداکننده‌های عایق از دیگر محفظه‌ها جدا می‌شود و گاز داخل کلید قدرت با گاز اجزاء دیگر پست GIS در ارتباط نیست.

گاز SF6 بخاطر اینکه دارای خاصیت الکترون‌گاتیویته است می‌تواند قوس ایجاد شده در محفظه کلید را که به واسطه‌ی قطع جریان بوجود آمده است سریعاً خاموش نماید و بخاطر بالا بودن استقامت عایقی گاز و خاصیت نسبتاً پایدارش در مقابل حرارت، اجازه برگشت قوس در دو سر کنتاکت کلید را بعد از خاموش کردن جرقه نمی‌دهد.

## ۴- سکسیونر گازی



سکسیونر وسیله قطع و وصل سیستم‌هایی است که تقریباً بدون جریان هستند. به عبارت دیگر سکسیونر مداراتی که فقط زیر ولتاژ هستند را از شبکه جدا می‌سازد. بکمک سکسیونر می‌توان جریان‌های کاپاسیتیو مفره‌ها، ماشین‌ها، تاسیسات برقی، کابل‌های کوتاه و جریان ترانسفورماتورهای ولتاژ و حتی ترانسفورماتور کم قدرت را قطع کرد.

سکسیونرهای گازی مورد استفاده در پست‌های GIS دارای خصوصیات متفاوت با سکسیونرهای عادی هوایی هستند:

- برخلاف سکسیونرهای هوایی که در فضای باز نصب می‌شوند و در معرض باد و باران و عوامل محیطی قرار دارند، سکسیونرهای گازی در محفظه‌های غوطه‌ور در گاز SF6 قرار دارند و لذا تحت تاثیر عوامل محیطی نیستند.
- این سکسیونرها فضای بسیار کمتری را اشغال می‌نمایند.
- سکسیونرهای هوایی باید طوری ساخته شوند که در اثر عواملی چون وزن تیغه یا فشار باد، سکسیونر خود به خود بسته نشود و همچنین عبور جریان اتصال کوتاه باعث لرزش تیغه‌ها یا باز شدن آن‌ها نگردد. حال آنکه در سیستم GIS به علت قرار داشتن سکسیونر در داخل محفظه هیچ یک از مسائل و مشکلات فوق پدیدار نمی‌شود.
- نصب سکسیونر گازی برای پست GIS بسیار آسان‌تر از نصب سکسیونر هوایی در پست AIS است.

#### ۵- برقگیر گازی

در برقگیرهای رایج اکسید روی با توجه به سطح ولتاژی که برقگیر در آن مورد استفاده قرار می‌گیرد تعداد مشخصی قرص ZnO به صورت ستونی بر روی هم قرار می‌گیرند که ارتفاع برقگیر تابعی از طول مجموع قرص‌های مذکور است. با توجه به اهمیت کاهش ارتفاع در برقگیرهای هوایی، با به هم زدن دانه‌بندی بلورهای اکسید روی می‌توان با حفظ مقاومت هر قرص، ارتفاع این قرص‌ها را به نصف کاهش و بدین طریق ارتفاع ستون قرص‌ها و در نتیجه خود برقگیر را به نصف تقلیل داد. اما در این حالت ولتاژ قرار گرفته بین ابتدا و انتهای دو ستون قرص‌ها می‌تواند از روی لبه بیرونی‌شان تخلیه الکتریکی انجام دهد لذا در صورت ایجاد اضافه ولتاژ، باعث شود که مسیر جریان از داخل قرص‌ها بسته نشود.

در برقگیرهای گازی، با بکار بردن عایق SF6 بجای هوا این مشکل برطرف می‌گردد. زیرا استقامت عایقی بالا است و در عین حال ارتفاع برقگیر نیز قابل کاهش است. همچنین در این برقگیرها می‌توان مسیر قرارگیری این قرص‌ها را بر روی یکدیگر، بجای ترتیب ستونی به صورت مارپیچ قرارداد تا ارتفاع برقگیر به مراتب کاهش یابد.

استفاده از برقگیرهای گازی موجب می‌شود تا بتوان برقگیر را در فاصله نزدیکی از تجهیزات GIS قرار داد که این امر موجب می‌شود تا اضافه ولتاژهای بوجود آمده به طور کامل و موثر توسط برقگیر محدود شده و موجب خسارت به تجهیزات نشود.

### ۱-۱-۴-۱-۳- معرفی برخی فناوری‌های جدید کلید قدرت گازی مورد استفاده در پستهای متعارف

شرکت SIEMENS سه نوع کلید قدرت طراحی کرده است که می‌تواند جهت کاربرد در مناطق با اقلیم خاص کارآمد باشد.

#### ۱. ساخت سوئیچگیر فشرده‌ی مبتنی بر Dead Tank تا رده‌ی ولتاژی ۲۴۵ کیلوولت

سوئیچگیر فشرده‌ی مبتنی بر Dead Tank<sup>۱</sup> در واقع ترکیبی از کلید قدرت، سکسیونر، سکسیونر زمین و المان‌های دیگر است و قابلیت اطمینان بالایی دارد. در ساختمان این سوئیچگیر، در واقع کلید قدرت Dead Tank و سکسیونر GIS و سکسیونر زمین GIS با یکدیگر ترکیب شده‌اند و لذا مزایای هر دو نوع اجزاء مورد استفاده در AIS و GIS را در خود دارد. تصویر ساختمان یکی از فازهای نمونه‌ی سه فاز این سوئیچگیر در شکل (۱-۳۶) نشان داده شده است.



شکل (۱-۳۶): ساختمان یکی از فازهای سوئیچگیر فشرده

#### ۲. ساخت کلیدهای قدرت مناسب برای بهره‌برداری در نواحی بسیار سرد

این کلیدها بر اساس عملکرد قطع گاز فشرده و مکانیسم محرک فنری استوار هستند. خود این کلیدها چند نوع هستند:

<sup>۱</sup> . Dead Tank Based Compact Switchgear

- کلیدهای دارای گاز خالص  $SF_6$
- کلیدهای دارای ترکیب گازی  $SF_6$  با  $N_2$  یا  $CF_4$
- استفاده از تانک هیتر در ساختمان کلید قدرت به منظور گرم کردن فضای داخل گازی

این کلیدها برای دماهای کاری  $-40$  تا  $-60$  سانتیگراد کاربرد دارند. در خصوص کلیدهای با ترکیب گازی، هرچه دمای کاری پایین‌تر باشد درصد گازی که با  $SF_6$  ترکیب می‌شود ( $N_2$  یا  $CF_4$ ) باید بیشتر باشد، زیرا عملکرد عایقی گاز  $SF_6$  با کاهش دمای محیطی ضعیف‌تر از دمای محیطی بالاست.

نمونه‌ای از تانک هیتر که در کلید قدرت برای دماهای بسیار پایین مورد استفاده قرار می‌گیرد در شکل (۱-۳۷) نشان داده شده است.



شکل (۱-۳۷): کلید قدرت نمونه‌ای برای مناطق سرد دارای تانک هیتر

### ۳. ساخت کلید قدرت سکسیونری

کلید قدرت سکسیونری<sup>۱</sup> ترکیبی از کلید قدرت و سکسیونر است. اولین مزیت این تجهیز آن است که مشکلات مربوط به آرایش مرسوم (که در آن کلید قدرت و سکسیونر از هم جدا هستند) را ندارد، یعنی اینکه مشکلات محیطی ناشی از برف و آلودگی و یخ که در محل اتصال کلید قدرت و سکسیونر (که سبب کاهش قابلیت اطمینان می‌شود) تاثیر گذاشته سبب کاهش قابلیت اطمینان شبکه خواهد شد در این ساختار جدید وجود ندارد. دومین مزیت، آن است که قیمت این تجهیز از قیمت مجموع

<sup>۱</sup> . Disconnecting Circuit Breaker

کلید قدرت و سکسیونر در آرایش معمولی کمتر خواهد بود. سومین مزیت آن نیز کاهش زمان نصب خواهد بود. در شکل (۱-۳۸) (۳۸) تصویر این تجهیز نشان داده شده است.



شکل (۱-۳۸): کلید قدرت سکسیونری

#### ۱-۱-۴-۱-۴- فناوری خطوط با عایق گازی (GIL)

فناوری خطوط GIL توسط شرکت Siemens توسعه پیدا کرد و طی چند دهه‌ی اخیر در شبکه‌های زیرزمینی به عنوان جایگزینی برای کابل‌های روغنی و حتی XLPE در ولتاژهای بالا محسوب شده است [۲۷]. این نوع خطوط شامل هادی‌های آلومینیومی لوله‌ای است که در لوله‌ای فلزی قرار گرفته‌اند که لوله‌ی مذکور حاوی گاز عایقی است. این نوع فناوری برای شرایطی که خطوط هوایی چندان کارآمد یا قابل اجرا نیست، همانند مناطق با جمعیت بالا و همچنین مناطقی که شبکه از شرایط محیطی تاثیر زیادی متحمل می‌شود کاربرد دارد. در عین حال در شرایطی که بکارگیری کابل‌ها به ناچار شرایط کاری آن‌ها را تا مرزهای طراحی آن‌ها ناگزیر می‌نماید، خطوط GIL جایگزین مناسبی محسوب می‌شوند. برخی از ویژگی‌های مناسب خطوط GIL به قرار زیر است [۲۸]:

- عدم تاثیرپذیری خط GIL از شرایط محیطی که عدم پیرشدگی تجهیزات آن و لذا طول عمر مورد انتظار طولانی را سبب خواهد شد.
- ظرفیت انتقال توان بالا
- تلفات انتقال کم

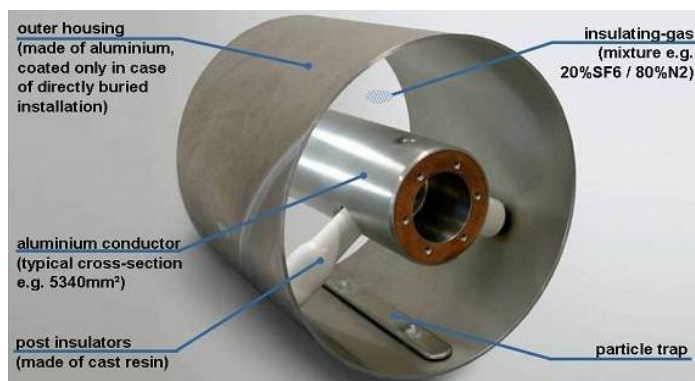
- کاپاسیتانس کم که امکان انتقال در فواصل طولانی بدون نیاز به جبران‌سازی را فراهم می‌کند.
- قابلیت اطمینان بالا
- ایمنی بالا از نظر بهره‌برداری (مقاوم در برابر آتش‌سوزی، عدم تاثیرپذیری بخش بیرونی به علت خطای داخلی)
- قابلیت اجرایی برای بازبست<sup>۱</sup> خطوط
- کم بودن میزان میدان‌های مغناطیسی بیرونی که استفاده از آن‌را برای فضای شهری و پُرجمعیت مناسب می‌سازد.
- قابل اجرا هم بر روی زمین، هم در داخل تونل و هم به صورت دفن شده

طبق گزارش SIEMENS در سال ۲۰۰۲ در بازه زمانی ۲۵ سال بهره‌برداری از خطوط GIL، مشکل خاصی در خصوص

بکارگیری این نوع فناوری مشاهده نشده است [۲۸].

در شکل (۱-۳۹) ساختار یک نمونه خط GIL و در شکل (۱-۴۰) مجموعه‌ای از خطوط GIL که از داخل تونل عبور کرده-

اند نشان داده شده است.



شکل (۱-۳۹): ساختار نمونه‌ای یک GIL

<sup>۱</sup> . Reclose



شکل (۱-۴۰): مجموعه‌ای از خطوط GIL عبوری از یک تونل

### ۱-۱-۴-۱-۵- فناوری پست‌های هیبریدی گازی- هوایی در رده فوق توزیع

این پست‌ها ترکیبی از پست‌های GIS و AIS هستند که برای عایق‌سازی فاصله‌ی بین باسبارها در این پست‌ها از عایق هوا و برای عایق‌سازی فاصله‌ی بین تجهیزات فشارقوی از عایق گازی SF<sub>6</sub> استفاده می‌شود. برای اتصال سمت باسبار به هر بی<sup>۱</sup> بایستی الزاماً پوشینگ هوایی یا پوشینگ گازی SF<sub>6</sub> بکار گرفته شود. در این پست‌ها فقط تجهیزات فشارقوی درون محفظه‌های گاز SF<sub>6</sub> قرار دارند و باسبارها درون محفظه قرار ندارند. در عین حال حریم هوایی در آن‌ها متناسب با سطح ولتاژ بین باسبارها باید رعایت شود. هزینه‌ی این پست‌ها تفاوت چندانی با پست‌های سربسته ندارد [۲۵].

طبیعتاً اثرپذیری این پست‌ها از شرایط محیطی نسبت به پست‌های GIS بیشتر، اما نسبت به پست‌های AIS کمتر است. در پست‌های هیبریدی مدل PASS که توسط شرکت ABB و در واقع بر پایه‌ی فناوری پست‌های GIS ساخته شده‌اند کلیه تجهیزات اعم از کلید قدرت، سکسیونر، کلید زمین، و سنسورهای اندازه‌گیری ولتاژ و جریان (که بجای ترانسفورماتورهای ولتاژ و جریان بکار گرفته شده‌اند) همگی به صورت یکپارچه در یک محفظه با عایق گازی SF<sub>6</sub> در کنار هم قرار گرفته‌اند [۲۵]. این تجهیزات در کارخانه‌ی سازنده پیش‌مونتاژ شده و سپس در محل سایت تحویل می‌گردد. در عین حال توسط گاز SF<sub>6</sub> به طور کامل پُر می‌شوند و کلیه‌ی تست‌های مورد نیاز برای راه‌اندازی پست بر روی آن‌ها صورت می‌گیرد. پست مدل PASS از آن جهت ساده است که از یک سیستم اتصال<sup>۲</sup> و کلید<sup>۳</sup> تشکیل شده است. این پست‌ها با تکنولوژی کنترل و نظارت هوشمند

<sup>۱</sup> . Bay

<sup>۲</sup> . Plug

<sup>۳</sup> . Switch

اداره می‌شوند که شامل کنترل دیجیتالی فرآیند است و انتقال اطلاعات مربوط به پست توسط کابل‌های فیبر نوری انجام می‌پذیرد. لازم به ذکر است که این‌گونه پست‌ها می‌توانند به صورت دستی نیز مورد بهره‌برداری قرار گیرند. برخی از مزایای پست‌های مدل PASS نسبت به پست‌های AIS به قرار زیر است [۲۵]:

۱. هزینه‌های عملیاتی پی‌ریزی و فونداسیون تجهیزات بسیار کمتر می‌شود.
  ۲. صرفه‌جویی در فضای اشغال شده به میزان بیش از ۵۰٪ کاهش می‌یابد.
  ۳. در صورت ارائه خدمات پشتیبانی از طرف شرکت سازنده، نگهداری و تعمیرات اینگونه پست‌ها آسان‌تر است که البته غالباً بر اساس تعویض و نه تعمیر استوار خواهد بود.
  ۴. نصب پی‌ها سریعتر صورت می‌گیرد.
  ۵. از آن‌جا که باسبارها بشکل لوله‌ای هستند طراحی پست با پروفیل کمتری صورت می‌پذیرد و میزان سازه‌های فولادی مورد نیاز نیز کاهش می‌یابد.
  ۶. تعداد مقره‌ها و پوشینگ‌های واقع شده در فضای بیرونی کاهش می‌یابد و لذا حوادث ناشی از آلودگی بر روی سطوح عایقی پایین می‌آید.
  ۷. مقره‌های زنجیره‌ای بندرت و یا به مقدار اندک مورد نیاز می‌باشند.
  ۸. سازه‌های فولادی و مواد مورد نیاز جهت تسطیح زمین و فونداسیون بسیار اندک است که در نتیجه مقدار بتن مورد نیاز نیز کاهش می‌یابد.
  ۹. قابلیت نصب این نوع پست‌ها، هم در فضای سرپوشیده و هم در فضای آزاد وجود دارد.
- در شکل (۱-۴۱) نمونه‌ای از پست هیبریدی PASS نشان داده شده است.





شکل (۱-۴۱): یک نمونه پست هیبریدی PASS

#### ۱-۱-۴-۱-۶- تکنولوژی MTS در پست‌ها جهت کاهش ابعاد پست

صنعت برق در کشورهای مختلف دنیا به سرعت در حال تغییر می‌باشد و علاوه بر خصوصی‌سازی که باعث رقابتی شدن این صنعت شده است عوامل دیگری هم در ایجاد این تغییر موثر هستند که از آن جمله می‌توان به مطرح شدن الزاماتی جدید همچون هماهنگی طراحی پست‌ها با محل احداث آن‌ها، کاهش اثرات زیست محیطی ناشی از احداث پست، کاهش فضای مورد نیاز برای احداث پست، کاهش مدت زمان نصب و راه‌اندازی پست، بهبود قابلیت اطمینان و قابلیت دسترسی پست، کاهش تعداد دفعات و مدت زمان تعمیر و نگهداری و منطقی بودن احداث پست از نظر هزینه کلی دوره کار پست اشاره کرد. براین اساس استفاده از تجهیزات کامپکت و ماژولار از اهمیت بالایی برخوردار شده است.

در این بین تجهیزات MTS<sup>۱</sup> از جمله راه حل‌های مطرح در این زمینه هستند که براساس جدیدترین تکنولوژی روز در زمینه تجهیزات GIS برای پست‌های احداث شده در فضای باز و یا در فضای بسته بکار گرفته می‌شوند. در این تجهیزات کلیدهای قدرت، سکسیونرها، کلیدهای زمین و ترانس‌های ولتاژ و جریان در یک محفظه گاز فشرده قرار دارند. به طوریکه به عنوان مثال دو بی ۱۴۷ کیلو ولتی MTS به فضایی برابر با فضای مورد نیاز برای یک بی با رنج ولتاژی مشابه در پست‌های AIS نیاز دارد.

<sup>۱</sup> - Mixed Technology Switchgear



استفاده از تجهیزات MTS که به صورت تجهیزات ماژولار و از پیش ساخته هستند باعث می‌شود تا مدت زمان نصب و راه‌اندازی در مقایسه با پست‌های AIS که هر یک از تجهیزات جداگانه نصب و راه‌اندازی می‌شوند، به شدت کاهش پیدا کند و همچنین امکان ایجاد خطا در حین نصب تجهیزات نیز به شکل قابل ملاحظه‌ای کم می‌شود. در نتیجه توسعه پست‌های AIS به استفاده از تجهیزات MTS هم از نظر زمان اجرای پروژه و هم از نظر هزینه‌های مختلف مربوط به زمین و هزینه‌های دراز مدت تعمیر و نگهداری بسیار مقرون به صرفه به نظر می‌رسد. با توجه به مطالب فوق سرمایه‌گذاری در جهت انتقال این تکنولوژی به سازندگان و تولیدکنندگان تجهیزات فشارقوی در داخل کشور ارزشمند بوده و گامی در جهت خودکفایی در عرصه تولید تکنولوژی روز دنیا می‌باشد.

## ۱-۲- بهره‌برداری تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

بهره‌برداری تجهیزات عایقی و فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص حائز اهمیت فراوانی است و بکارگیری سیاست‌های تعمیر و نگهداری و مدیریت عمر و تعیین وضعیت و مونیتورینگ در این مناطق تا حد زیادی می‌تواند کیفیت برق انتقالی را افزایش داده در کنار آن از اثرپذیری شبکه در برابر شرایط اقلیمی بکاهد.

### ۱-۲-۱- مدیریت عمر تجهیزات فشار قوی [۲۹ و ۳۰]

در دهه‌های اخیر، صنعت برق در بسیاری از کشورهای دنیا دستخوش تغییر و تحولات فراوانی شده است و با وقوع آزادسازی و خصوصی سازی در این صنعت، فضای کسب و کار در آن به سمت رقابتی شدن حرکت نموده است. در نتیجه سرمایه‌گذاران بخش خصوصی همواره تلاش می‌کنند که با بهبود عملکرد تجهیزات خود، ضمن کسب رضایت مشتریان، سود خالص خویش را افزایش دهند. از اینرو کسب و کار در صنعت برق دیگر یک مساله صرفاً فنی نیست و مباحث اقتصادی فراوانی در آن دخیل است که از آن جمله می‌توان به مدیریت دارایی اشاره کرد.

مدیران سرمایه همواره بدنبال یافتن راه‌حلی جهت حفظ توازن بین عملکرد سیستم و ریسک/هزینه، با توجه به محدودیت بودجه و منابع هستند و در این راستا به منظور مدیریت عمر تجهیزات خود، اتخاذ سازوکار مناسب جهت فعالیت در

فضای رقابتی صنعت برق و کاهش ریسک‌های موجود در این فضا، نیازمند اطلاعاتی هستند تا بتوانند منابع عدم قطعیت را پیش‌بینی نموده و اثرات آن‌ها را ارزیابی نمایند. برخی از سوالاتی که مدیران سرمایه با آن روبرو هستند عبارتند از:

- عمر باقی‌مانده تجهیزات چقدر است؟
- آیا می‌توان با اقدامات اصلاحی، عمر تجهیزات را افزایش داد؟ هزینه و سود این اقدامات چقدر است و چند سال عمر تجهیزات را افزایش می‌دهد؟
- در صورت انجام برنامه تعمیر و نگهداری، نرخ خطای مورد انتظار تجهیزات چقدر خواهد شد و چه تاثیری بر امنیت شبکه خواهد داشت؟
- مدیریت سرمایه در صنعت برق، در واقع تعیین راهکارهای کلیدی است که ضمن بیشینه کردن سود بلندمدت سرمایه‌گذار، عملکرد تجهیزات را بهبود داده و ریسک‌های موجود را مدیریت و آن‌ها را در محدوده قابل قبولی حفظ نماید. در مدیریت سرمایه موارد ذیل حائز اهمیت است:

- باید تمامی جوانب سیستم و تجربیات مرتبط دیده شود.
- هدف تعیین خط مشی و راهکارهای کلی است، نه تصمیمات بهره‌برداری.
- از دیدگاه تجاری به مسئله نگاه شود.
- هدف نه کمینه کردن هزینه‌ها بلکه بیشینه نمودن سود است.
- باید ریسک‌های موجود تحت کنترل باشند و اثرات آن‌ها دیده شده باشد، البته نه اینکه بصورت ۱۰۰٪ تضمین شوند.
- در مدیریت عمر تلاش می‌شود که ضمن مدیریت بهینه تجهیزات و حفظ عملکرد مطلوب آن‌ها، ریسک‌ها و هزینه‌ها در طول عمر تجهیزات به منظور دستیابی به سطح و کیفیت مطلوب سرویس مدیریت شوند. یکی از چالش‌های مدیران سرمایه، دستیابی به عملکرد مطلوب از طریق کنترل هزینه‌ها است. کنترل هزینه‌ها از طریق تخصیص بودجه، کاهش و یا افزایش هزینه‌ها صورت می‌گیرد. یکی از قسمت‌های اصلی مدیریت سرمایه، برنامه‌ریزی تعمیر و نگهداری شامل گزینه‌های زیر است:

- تعمیر و نگهداری اصلاحی و پیشگیرانه
- تعمیر و نگهداری بر اساس زمان

- تعمیر و نگهداری بر اساس شرایط
- تعمیر و نگهداری بر اساس قابلیت اطمینان
- تعمیر و نگهداری بر اساس وظیفه<sup>۱</sup>
- تعمیر و نگهداری بر اساس ریسک

مدیریت عمر بر اساس عملکرد تجهیزات رایج‌ترین روش مدیریت عمر است. در مدیریت عمر ترانس براساس شرایط، وضعیت فعلی ترانس با توجه به اسناد و تاریخچه بهره‌برداری، وقایع و اتفاقات شبکه و آزمایشات گوناگون ارزیابی می‌شود. در مرحله بعدی باید یک شاخص سلامت برای کمی کردن وضعیت تجهیزات ارائه نمود. از نتایج شاخص سلامت می‌توان برای اولویت‌بندی تجهیزات به منظور انجام اقدامات پیشگیرانه و اصلاحی استفاده نمود. همچنین باید نرخ خرابی تجهیزات مختلف تعیین شود تا بتوان از آن در ارزیابی وضعیت تجهیزات براساس ریسک استفاده نمود.

## ۱-۲-۲ - کلیات تعمیر و نگهداری تجهیزات فشارقوی [۲۹ و ۳۰]

با استفاده از عملیات تعمیر و نگهداری می‌توان فرایند پیر شدن تجهیزات عایقی را به تاخیر انداخت. عوامل بسیاری بر روی استراتژی تعمیر و نگهداری و بالطبع تصمیم‌گیری‌های مدیریت سرمایه تاثیرگذارند. یکی از مسائل مهم در دسته‌بندی استراتژی‌های مدیریت سرمایه، تعیین این مطلب است که آیا شرایط و اهمیت تجهیزات در آن دیده شده است یا نه؟ بطور مفهومی<sup>۲</sup> چند نوع استراتژی عملیات تعمیر و نگهداری وجود دارد:

### ۱. تعمیر و نگهداری اصلاح‌کننده<sup>۱</sup> یا اصلاح گرایانه

در نگهداری اصلاح‌کننده عملیات تعمیر بعد از وقوع خطا صورت می‌پذیرد. در این نوع استراتژی به شبکه و تجهیزات آن اجازه داده می‌شود تا زمانی که که دچار آسیب و خرابی نشده‌اند بکار خود ادامه دهند و فقط زمانی نسبت به تعمیر و بازسازی آن‌ها اقدام می‌شود که خرابی و آسیب جدی در تجهیز مذکور رخ داده باشد. اتخاذ این نوع روش نگهداری در مواقعی توصیه

<sup>۱</sup> Duty-Based Maintenance

<sup>۲</sup> -Conceptually

می‌شود که خارج شدن بدون برنامه‌ریزی قبلی تجهیزات از مدار، سبب بروز مشکلات زیاد نشود و زمان رفع عیب نیز بسیار کوتاه باشد.

در این استراتژی که ساده‌ترین روش تعمیر و نگهداری است هیچ اقدامی تا زمان وقوع اختلال در عملکرد اجزاء مختلف یک تجهیز فشار قوی انجام نمی‌شود. پس از وقوع اختلال در عملکرد اجزاء مختلف، شرایط آن‌ها بررسی می‌شود تا تعیین شود که المان مورد نظر باید تعمیر شود و یا نیاز به تعویض آن است.

این روش دارای معایب نیز هست: اتخاذ این روش (به خصوص در شبکه توزیع) در صورت بروز حوادث غیر مترقبه باعث افزایش احتمال وقوع خطرات و خاموشی‌های ناشی از حوادث طبیعی می‌گردد که تخریب تجهیزات را در پی خواهد داشت. این امر سبب افزایش میزان خاموشی‌ها و احتمال وقوع خسارت به تجهیزات دیگر نیز می‌گردد. از همین رو این رویکرد در مورد شبکه‌های توزیع توصیه نمی‌شود.

همچنین در سیستم‌های انتقال این روش از لحاظ اقتصادی به صرفه نیست، زیرا ممکن است عواقب و پیامدهای ناشی از وقوع اختلال در عملکرد المان معینی، بیش از هزینه تعمیر و نگهداری آن باشد.

این استراتژی تعمیر و نگهداری تنها برای تجهیزاتی که حیاتی نیستند و خروج آن‌ها تاثیر زیادی بر روی سیستم قدرت ندارد، مناسب است. به عنوان مثال در شبکه‌های توزیع از این روش برای کابل‌های MV-XLPE و یا تجهیزاتی که تعداد آن‌ها زیاد بوده و نرخ خرابی آن‌ها پایین است، استفاده می‌شود.

## ۲. تعمیر و نگهداری بر اساس زمان

روش معمول تعمیر و نگهداری شبکه انتقال تعمیر و نگهداری بر اساس زمان است. در این روش بازدیدها و اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه در بازه‌های زمانی معین انجام می‌شود. این بازه‌های زمانی اغلب توسط سازندگان تجهیزات و براساس تجربیات آن‌ها و بهره‌برداران و اهمیت اجزاء مختلف تعیین می‌شود. برای اینکه بتوان شرایط یک تجهیز را تعیین نمود، باید اطلاعاتی در مورد وضعیت کنونی آن تجهیز در دست داشت. وضعیت کنونی یک تجهیز با شاخص‌های معینی تعیین می‌شود. همچنین به منظور تعیین وضعیت یک تجهیز، از شاخص‌های سلامتی و روش‌های تشخیص استفاده می‌شود. تعمیر و نگهداری

بر اساس شرایط، میزان دسترس‌پذیری تجهیزات را افزایش داده هزینه تعمیر و نگهداری را کاهش می‌دهد. از این روش بیشتر در شبکه‌های فشار قوی و فوق فشار قوی استفاده می‌شود.

### ۳. تعمیر و نگهداری بر اساس قابلیت اطمینان

در شبکه‌های فوق فشارقوی، تمرکز بر روی اهمیت اجزاء با توجه به ضرورت پیوستگی سیستم است. در برنامه‌ریزی تعمیر و نگهداری بر اساس قابلیت اطمینان، علاوه بر اینکه شرایط اجزاء و تجهیزات مختلف سیستم در نظر گرفته می‌شود، به تاثیر آن‌ها بر روی شبکه قدرت نیز توجه می‌شود. در برنامه‌ریزی تعمیر و نگهداری بر اساس قابلیت اطمینان ضمن تعیین اولویت‌بندی اقدامات تعمیر و نگهداری، همچنین اولویت‌های جایگزینی و نوسازی نیز تعیین می‌شود. در واقع در این نوع تعمیر و نگهداری، از دیدگاه اقتصادی به مسئله نگاه می‌شود و به این سوال پاسخ داده می‌شود که اقدامات تعمیر و نگهداری مقرون به صرفه‌تر است یا باید اقدامات دیگری نظیر جایگزینی و از رده خارج نمودن تجهیز را انجام داد.

### ۴. تعمیر و نگهداری بر اساس عملکرد

ممکن است در بررسی قابلیت اطمینان تجهیزات، فقط عملکرد آن تجهیز مهم باشد. در این صورت تعمیر و نگهداری بر اساس عملکرد<sup>۱</sup> خواهد بود. در این نوع از تعمیر و نگهداری به این سوال پاسخ داده می‌شود که آیا استراتژی تعمیر و نگهداری اتخاذ شده، موثرترین و اقتصادی‌ترین راه برای دستیابی به عملکرد مطلوب تجهیزات است یا نه؟ از جمله مزایای این استراتژی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

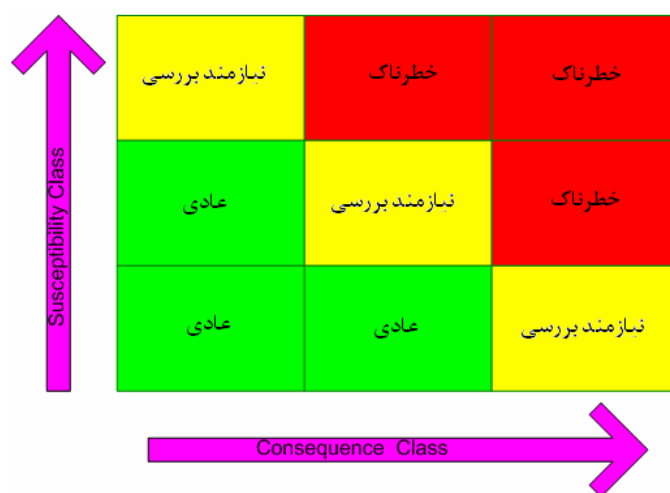
- تعیین یک چارچوب موثر و مناسب برای تعمیر و نگهداری تجهیزات
- بررسی ریسک
- تعیین راهکاری برای مدیریت و اولویت‌بندی برنامه‌های تعمیر و نگهداری به منظور دستیابی به عملکرد مناسب سیستم و مدیریت دارایی
- استفاده از داده‌ها و اطلاعات موجود به منظور ارزیابی و پیش‌بینی خرابی‌هایی که ممکن است در آینده در تجهیزات رخ دهد.

<sup>1</sup> Performance Focused Maintenance (PFM)

- در نظر گرفتن مسائل اقتصادی و موارد مرتبط با مشتریان در برنامه‌ریزی تعمیر و نگهداری به منظور ارائه راهکار مناسبی برای تعمیر و نگهداری که از لحاظ اقتصادی و فنی بهینه باشد.
- امکان اولویت‌بندی تجهیزات و راهکارهای تعمیر و نگهداری بصورت دینامیک
- تعیین برنامه‌ریزی تعمیر و نگهداری براساس شرایط واقعی بهره‌برداری سیستم

### ۵. تعمیر و نگهداری بر اساس ریسک

در برنامه‌ریزی تعمیر و نگهداری بر اساس قابلیت‌اطمینان ممکن است مسائلی نظیر جریمه‌های ناشی از خروج تجهیزات و انرژی تامین نشده نیز در نظر گرفته شود. این نوع تعمیر و نگهداری را تعمیر و نگهداری بر اساس ریسک می‌نامند. در این استراتژی، دو پارامتر اساسی یعنی ریسک ناشی از خروج تجهیز و پیامدهای آن دیده می‌شود. در شکل (۱-۴۲) مثال ساده‌ای از ارزیابی وضعیت تجهیزات براساس ریسک ناشی از خروج آن‌ها و پیامدهای خروج ارائه شده است. این شکل یک ماتریس ۳ در ۳ را نشان می‌دهد که یک ستون آن بیانگر نتایج و آثار وقایع و ستون دیگر آن احتمال رخداد است.



شکل (۱-۴۲): بررسی عملکرد تجهیزات از دیدگاه ریسک

## ۶. نگهداری پیش‌گیرانه<sup>۱</sup>

نگهداری پیش‌گیرانه شامل مجموعه فعالیت‌های مربوط به نظارت و بررسی منظم تجهیزات قبل از وقوع هر گونه خطا یا آسیبی به آن‌هاست. هدف اصلی از نگهداری پیش‌گیرانه کاهش میزان آسیب و خرابی تجهیزات و افزایش طول عمر آن‌ها است. در این استراتژی، در زمان‌های مشخص از قبل تعیین و تعریف شده، نسبت به بازسازی و مقاوم‌سازی قسمت‌های مختلف شبکه اقدام می‌گردد. هدف از این روش کاهش احتمالی خرابی تجهیزات است.

برای نمونه در پست‌ها فوق توزیع و توزیع، مطابق این استراتژی فرآیند شناسایی و رفع معایب اولویت‌دار به منظور کاهش خاموشی‌ها با استفاده از روش‌های زیر انجام می‌گیرد:

۱- تجزیه و تحلیل وضعیت بارگیری شبکه در فصل پرباری

- شناسایی و اولویت‌بندی پست‌های پر بار

- شناسایی و اولویت‌بندی فیدرهای پر بار

- شناسایی و اولویت‌بندی پست‌های نامتعادل

- شناسایی و اولویت‌بندی فیدرهای نامتعادل

۲- تجزیه و تحلیل حوادث براساس نرخ خرابی پست‌ها

۳- تجزیه و تحلیل حوادث براساس نرخ خرابی فیدرهای فشار ضعیف

۴- تجزیه و تحلیل حوادث براساس نرخ خرابی فیدرهای فشار متوسط

۵- تجزیه و تحلیل حوادث براساس نقاط حادثه‌خیز

۶- شناسایی و رفع معایب بر اساس برنامه بازدید و سرویس پست‌ها و خطوط فشار متوسط و فشار ضعیف و روشنایی

معاير و انشعابات

۷- استفاده از نتایج دستگاه ترموویژن برای شناسایی نقاط داغ و نیز اتصالات سست و شل

۸- شناسایی طرح‌های آینده سازمان‌های خدماتی علی‌الخصوص شهرداری در ارتباط با طرح‌های عقب‌نشینی و

جابجایی تاسیسات

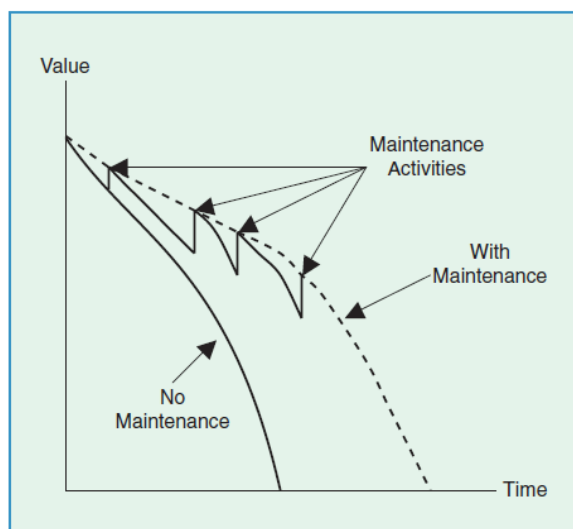
<sup>1</sup> -Prevenrative

## ۹- تجزیه و تحلیل گزارشات دستگاه نظارت بر بهره‌برداری

## ۱۰- تجزیه و تحلیل گزارشات مردمی

همانطور که ملاحظه می‌شود در اکثر این روش‌ها، فرآیند شناسایی پس از وقوع حادثه صورت می‌گیرد و بهره‌برداران شبکه منتظر وقوع حادثه می‌مانند تا پس از وقوع عیب و ایجاد خرابی، نسبت به تعمیر و نهایتاً تجزیه و تحلیل حادثه براساس نرخ خرابی اقدام نمایند.

نکته‌ی حائز اهمیت در این خصوص ارتباط تعمیر و نگهداری پیشگیرانه و نقش آن در کُند شدن فرایند پیرشدگی تجهیزات است. از آن‌جا که استفاده از تجهیزات، در طول زمان باعث می‌شود که ارزش آن‌ها پایین بیاید، عملیات نگهداری پیشگیرانه این امکان را فراهم می‌آورد که فرایند پیر شدگی به تاخیر بیافتد. این نکته در منحنی شکل (۱-۴۳) نشان داده شده است.



شکل (۱-۴۳): تاثیر عملیات نگهداری در به تاخیر انداختن زمان از کار افتادگی تجهیز

این نکته قابل ذکر است که اگر چه عملیات نگهداری فرایند پیر شدگی را کُند می‌کند، ولی نمی‌تواند آن را به طور کامل متوقف کند. دو استراتژی برای پیاده‌سازی و اجرای عملیات نگهداری پیشگیرانه وجود دارد که عبارتند از نگهداری منظم<sup>۱</sup> و نگهداری پیشگویانه<sup>۲</sup>.

<sup>۱</sup> -Regular

<sup>۲</sup> -Predictive



در نگهداری منظم، عملیات تعمیر در یک سری بازه‌های زمانی خاص انجام می‌شود که این بازه‌ها بر اساس دستورالعمل‌های شرکت‌های سازنده یا بر اساس تجربیات بهره‌برداري بدست می‌آید. این روش بسیار پر کاربرد است، ولی ممکن است باعث ایجاد هزینه‌های زیاد (به علت انجام عملیات نگهداری غیر ضروری) و همچنین افزایش ریسک برای سیستم (به علت انجام نشدن عملیات نگهداری در زمان مورد نیاز) شود.

روش دیگر روش پیشگویانه است که در دهه‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است و شامل فرایندی متشکل از مدل‌سازی ریاضی، محاسبات، مانیتورینگ و تعیین وضعیت است. در این روش مراحل انجام کار عبارتند از:

- جمع‌آوری اطلاعات آماری کامل در مورد تجهیز نظیر سابقه بهره‌برداری، سوابق خطا و نتایج آزمون‌های دوره‌ای
- محاسبه تاثیرات اختصاصی هر تجهیز بر کل سیستم
- تخمین احتمال خطا بر اساس بررسی خطاهایی که در شبکه رخ داده است – هم شامل آن دسته از خطاهایی که توسط تعمیرات قابل رفع هستند و هم آن دسته از خطاهایی که پایان عمر تجهیز را نشان می‌دهند.
- تحلیل کیفی اثرات عملیات تعمیر و نگهداری بر نرخ وقوع خطا
- در نظر گرفتن شرایط اقتصادی و بحث قابلیت اطمینان در تعیین بهترین برنامه زمانی تعمیرات

در این روش با انجام نظارت بر وضعیت تجهیزات شبکه، زمان خرابی آن‌ها پیش‌بینی می‌شود. بدین ترتیب بهره‌برداری از تجهیزات بهینه خواهد شد.

در ادامه مزایای انتخاب استراتژی پیش‌گویانه شرح داده می‌شود:

#### ۱- پیش‌بینی زمان وقوع خرابی تجهیزات

یکی از اجزای اساسی استراتژی نگهداری پیش‌گویانه اندازه‌گیری شاخص‌ها مهم شبکه به منظور تعیین وضعیت عملکرد تجهیزات در زمان حوادث از جمله حوادث طبیعی است. در این روش دو وضعیت مهم باید تشخیص داده شوند:

- وضعیت اول: حد هشدار
- وضعیت دوم: حد خطر (رسیدن به حداکثر مجاز اشکال تا قبل از خرابی تجهیز)

پس از مشاهده‌ی اولین نشانه‌های بروز یک اشکال در تجهیزات شبکه، یک فاصله‌ی زمانی تا خرابی آن وجود دارد که در این مدت زمان، کیفیت عملکرد تجهیزات ممکن است کاهش نیابد یا این که کمی کاهش بیابد. با محاسبه‌ی زمانی که سیستم به وضعیت هشدار می‌رسد و نیز فاصله‌ی زمانی موجود تا خرابی تجهیزات (که در اینجا زمان وقوع حوادث طبیعی نامشخص است) می‌بایست سریعاً نسبت به رفع عیب اقدام نمود و قبل از اینکه تجهیزات در وضعیت خطر قرار گیرند اقدام اصلاحی باید بلافاصله صورت پذیرد.

داشتن طرح و برنامه‌ی زمانی مدون و از پیش تعیین شده می‌تواند در ساماندهی و تسریع این فعالیت‌ها بسیار موثر باشد، زیرا بازسازی کامل تجهیزات زیربنایی کاری بسیار زمان‌بر است.

#### ۲- نظارت مداوم بر وضعیت تجهیزات

۳- کاهش زمان بازسازی و بهینه‌سازی شبکه و در نتیجه افزایش بهره‌وری تیم بهره‌بردار پس از وقوع حوادث طبیعی

#### ۴- کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری

باید توجه داشت که پس از وقوع حوادث طبیعی و از کار افتادن شبکه، هزینه واقعی فقط هزینه بازسازی نیست، بلکه هزینه‌های نامشهود دیگری نیز وجود دارند که به طور قابل ملاحظه از هزینه‌ی تعمیرات بیشتر هستند. از جمله این هزینه‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

○ هزینه انرژی توزیع نشده

○ هزینه نارضایتی مشترکین

○ هزینه ناشی از کاهش بهره‌وری نیروی انسانی بعثت اثرات منفی خرابی‌ها بر روی نیروی انسانی و عدم تمرکز

#### فکری کارکنان

○ هزینه بازسازی مجدد تجهیزات

○ هزینه‌های اجتماعی بعد از وقوع حوادث طبیعی

#### ۵- افزایش قابلیت اطمینان

افزایش قابلیت اطمینان در استفاده از تجهیزات بعد از وقوع حوادث طبیعی از دیگر مزایای انتخاب استراتژی پیش‌گویانه است. همچنین با انتخاب این نوع استراتژی می‌توان با توجه به اهمیت هر یک از سطوح ولتاژ، مقاوم‌سازی را از بالاترین سطح ولتاژ شروع کرد و و تا پایین‌ترین سطح ولتاژی ادامه داد.

#### ۶- بهره‌وری و نتایج اقتصادی

به انتخاب این استراتژی از نقطه نظر موارد ذیل سودآور خواهد بود:

۱- سود ناشی از عدم سرمایه‌گذاری برای نصب و راه‌اندازی و بهره‌برداری از تجهیزات جدید با اولویت‌بندی عیوب و با توجه به اهمیت و وزن هر یک از حوادث و نیز وقوع و نرخ زمان خرابی تجهیزات که مانع از سرمایه‌گذاری بی‌مورد می‌شود.

۲- سود ناشی از عدم تعویض بی‌مورد تجهیزات قدیمی با توجه به تخمین عمر باقیمانده‌ی آن‌ها

### ۱-۲-۳- ارزیابی وضعیت تجهیزات عایقی فشار قوی [۲]

عایق‌های تجهیزات فشارقوی در مدت زمان بهره‌برداری ممکن است دچار آسیب‌هایی شوند که کیفیت عایقی آن‌ها را کاهش می‌دهد. مهمترین این مشکلات عبارتند از افزایش تلفات دی‌الکتریک، پدیده‌ی تخلیه جزئی و پدیده‌ی پیرشدگی عایق که سنجش آن‌ها از مهمترین رویکردهای ارزیابی عایق‌های تجهیزات فشار قوی محسوب می‌شود.

#### ۱. اندازه‌گیری تلفات دی‌الکتریک

تلفات دی‌الکتریک<sup>۱</sup> پدیده‌ای است که باعث ناپایداری حرارتی<sup>۲</sup> یا فرار حرارتی<sup>۳</sup> و حتی گاهی خطای عایقی در عایق‌های جامد می‌شود. این پدیده به علت عوامل مرتبط با ساخت عایق همانند بکارگیری رزین نامناسب و یا تاثیر رطوبت رخ می‌دهد. حالت دوم، یعنی رطوبت، می‌تواند به علت عواملی همانند پیرشدگی شیمیایی، آب‌بندی ضعیف تجهیزات فشارقوی و همچنین

<sup>1</sup> - Dielectric Losees

<sup>2</sup> - Thermal Instability

<sup>3</sup> - Thermal Runaway

روپه‌ی نادرست فرایند ساخت بوجود آید. باید توجه داشت که وجود توامان اثرات ناشی از انرژی پراکنده شده توسط تخلیه جزئی‌های بزرگ، می‌تواند تلفات دی‌الکتریک را بسیار زیاد نماید.

به منظور شناسایی کیفیت عایقی، اندازه‌گیری تلفات دی‌الکتریک و روش‌های آن یکی از راه‌حل‌های مناسب محسوب می‌شود که منجر به توسعه‌ی روش‌های عملی شده است. همچنین شرایط حرارتی عایق‌ها به عنوان تابعی از تلفات دی‌الکتریک موضوعی حائز اهمیت در اندازه‌گیری تلفات دی‌الکتریک قلمداد می‌شود.

## ۲. اندازه‌گیری تخلیه جزئی

تخلیه جزئی شکست الکتریکی محلی و گازی است که مرتبط با گازهای داخل عایق‌ها یا واسطه‌های محیطی (مانند هوا) بوده و بر اثر شرایط تنش در عایق پدیدار می‌شوند. مکان‌هایی که احتمال ایجاد این پدیده در آن‌ها وجود دارد عبارتند از: هرگونه حفره<sup>۱</sup> یا فضای خالی<sup>۲</sup> در عایق‌های جامد یا ورقه‌ای، هوای اطراف الکترودها یا اینترفیس‌های ساپورت که در معرض تنش الکتریکی زیاد قرار داشته باشند، لبه‌های تیز در سطوح یا فضای آزاد (گاز/ هوا یا مایع) و نیز هرگونه شرایطی مانند اتصال شکسته یا اتصال ضعیف که سبب ایجاد اختلاف پتانسیل شود. در سیستم‌های مبتنی بر عایق هوایی همانند خطوط انتقال پست‌های AIS، این تخلیه‌ها تحت عنوان کرونا یا اختلالات رادیویی<sup>۳</sup> شناخته می‌شوند. معمولاً برای آغاز تخلیه جزئی در شرایط بهره‌برداری، ترکیب همزمان تنش روی عایق و آلودگی لازم است. همچنین طراحی نامناسب در زمان تولید شرایط ایجاد تخلیه جزئی را در عایق بوجود می‌آورد.

آسیب‌های ناشی از تخلیه جزئی در عایق‌ها بستگی به نوع مواد عایقی دارد، به خصوص این که محصولات جانبی فرایند تولید عایق، به خصوص گازها، در داخل ساختار عایق به صورت محلی پدید آمده‌اند یا خیر. آسیب‌های تخلیه جزئی در داخل روغن در مقایسه با عایق‌های جامد معمولاً چندان زیاد نیست. در خصوص کرونا نیز باید گفت که به علت ایجاد ازن می‌تواند عاملی تخریب‌کننده باشد.

در عایق‌های جامد مانند رزین و پلی‌اتیلن، تخلیه جزئی در حد چندین پیکوکولن سبب شکل‌گیری Tracking داخلی یا پدیده‌ی درختی<sup>۴</sup> می‌شود که به صورت شاخه‌ای گسترش پیدا می‌کند. در رزین‌های مبتنی بر میکا<sup>۱</sup> هرچند تخلیه جزئی به علت

<sup>۱</sup> - Void

<sup>۲</sup> - Cavity

<sup>۳</sup> - Radio Interferences

<sup>۴</sup> - Treeing

وجود مواد ارگانیک محتمل است، اما گسترش پدیده‌ی درختی توسط ذرات میکا بسیار محدود می‌شود، به گونه‌ای که امکان استقامت در برابر تخلیه جزئی برابر با صدها پیکوکولن در تنش‌های معمول بهره‌برداری برای سالیان متوالی وجود خواهد داشت. در سطوح عایقی در معرض آلودگی واقع در پست‌های AIS و نیز در صفحات عایقی فشرده‌ی اشباع در روغن، به دلیل ایجاد تخلیه جزئی در سطوح خزشی<sup>۲</sup> که Tracking را گسترش می‌دهد، ممکن است منتهی به شکست الکتریکی<sup>۳</sup> شود. در عایق‌های (رزینی یا اشباع با روغن) بسته به جهت تنش الکتریکی وارد به ساختار عایق ممکن است حفره‌های حاوی گاز گسترش یابند و مدت‌ها نیز باقی بمانند. در شرایط معمول بهره‌برداری و تنش ممکن است خوردگی حتی اگر تخلیه جزئی در حد چند صد پیکوکولن باشد سبب خطای عایقی نشود، اما اگر میزان حفره‌ها به طور قابل ملاحظه افزایش یابد شکست عایقی می‌تواند رخ بدهد. با این حال بر اساس تجربیات بدست آمده، بسیاری از عایق‌های اشباع در روغن و همچنین پوشینگ‌های ۱۳۲ کیلوولت که عایق آن‌ها از نوع SRBP<sup>۴</sup> است علی‌رغم دارا بودن تخلیه‌های جزئی در حد ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ پیکوکولن، توانسته‌اند تا چندین ماه از خود استقامت نشان دهند.

تعیین مدل تخلیه جزئی و همچنین اندازه‌گیری آن از دیرباز موضوعی مورد توجه بوده و همچنان نیز در حال بررسی است. از آن جا که تخمین میزان انرژی ناشی از تخلیه جزئی جهت شناسایی وضعیت عایق اهمیت زیادی دارد، ابزارهای اندازه‌گیری جدید و همچنین سیستم‌های اندازه‌گیری کامپیوتری بر پایه‌ی نرم‌افزارهای آنالیز مناسب توسعه یافته است.

### سنجش میزان پیرشدگی

یکی از پدیده‌های مهم در عایق‌ها، خرابی و زوال<sup>۵</sup> تدریجی آن‌ها است که به علت تنش‌هایی<sup>۶</sup> چون تنش حرارتی، تنش الکتریکی، تنش مکانیکی و تنش ناشی از تشعشعات رخ می‌دهد و منجر به پدیده‌ی پیرشدگی<sup>۷</sup> در عایق‌ها می‌گردد که منظور از آن تغییرات ماده‌ی عایقی است.

<sup>1</sup> - Micaeous Resin

<sup>2</sup> - Creep

<sup>3</sup> - Flashover

<sup>4</sup> - Synthetic-Resin-Bonded Paper

<sup>5</sup> - Degradation

<sup>6</sup> - Stresses

<sup>7</sup> - Ageing or Aging

تنش‌های حرارتی ناشی از گرمای داخلی حاصل از اضافه جریان، جریان فوکو، شارهای سرگردان و همچنین دمای بالای محیطی و نیز عدم تهویه‌ی مناسب ایجاد می‌شود. تحت این عوامل ممکن است به علت مجاورت ماده‌ی عایقی با دمای بالاتر از دمای نامی، ماده‌ی عایقی به مرور زمان دچار تجزیه‌ی شیمیایی و در نهایت شکست شیمیایی شود.

همچنین ممکن است شکست فیزیکی به علت عدم تناسب ضریب حرارتی مواد مجاور با یکدیگر رخ دهد که برای مثال در عایق‌های جامد اشباع شده با روغن مشاهده می‌شود. همچنین باید به این نکته توجه داشت که تغییرات مکرر تنش حرارتی در طول زمان می‌تواند باعث پیری زودرس و نهایتاً شکست حرارتی شوند<sup>۱</sup>.

تنش‌های الکتریکی به علت وجود گرادیان ولتاژ در مواد عایقی ایجاد می‌شوند. وجود گرادیان ولتاژ در شرایط گذرای حرارتی و الکتریکی و نیز دماهای بالا و همچنین ایجاد آن بر اثر قرار گرفتن سطوح موادی جدید بر روی سطوح عایقی (مثلاً لایه‌ی آلودگی که بر سطوح عایقی می‌نشیند) می‌تواند سبب تسریع پدیده‌ی زوال عایقی (تغییر مشخصات عایق) و پیرشدگی آن شود. تنش‌های مکانیکی نیز به علت پدیده‌های مکانیکی همانند لرزش، ارتعاشات، نیروهای گریز از مرکز و نیروهای وارد بر سطوح عایقی به علت بروز پدیده‌هایی چون گذراهای الکترومغناطیسی یا اتصال کوتاه رخ می‌دهد و ممکن است در کوتاه‌مدت یا بلندمدت مواد عایقی را به لحاظ فیزیکی دچار آسیب نماید.

تنش‌های ناشی از تشعشعات یونیزه‌کننده، مانند UV ممکن است گاهی (و نه همیشه) سبب تغییرات شیمیایی در عایق‌های پلیمری و سیلیکونی و در نهایت شکسته‌شدن ساختارهای مولکولی آن‌ها شود. در برخی ترکیبات پلیمری ممکن است پس از شکسته شدن ساختار مولکولی، برخی پیوندهای کراس‌لینک اتفاق بیفتند که نتیجه‌ی آن تقویت ساختار مولکولی عایق و بهبود مشخصات عایقی خواهد بود. همچنین وجود برخی از انواع آلودگی می‌تواند سبب آسیب رساندن به سطوح مواد عایقی شود و استقامت آن‌ها را نسبت به Tracking کاهش دهد.

تخمین پیرشدگی عایق‌ها یکی از مهمترین موضوعات حال حاضر صنعت برق است که مطالعات مختلفی همچون مدل‌سازی تنش‌ها و نیز بررسی‌های آزمایشگاهی و میدانی جهت کسب دانش دقیق‌تر در خصوص فرایند پیرشدگی عایق‌ها انجام شده و

<sup>۱</sup> - پیری زودرس، افت شدید مشخصه‌ی عایق زودتر از زمان پیش‌بینی شده‌ی طراحی است. طبیعی است که هر عایقی در نهایت دچار پیرشدگی خواهد شد. اما اگر شدت پیرشدگی سریع‌تر رخ دهد، تجهیز فشار قوی زودتر از زمان موعود مشخصه‌ی عایقی خود را از دست می‌دهد و به ناچار باید سریع‌تر تعمیر یا تعویض شود. در غیر اینصورت بروز شکست عایقی در آن سبب تخریب آن، احتمال تخریب سایر تجهیزات و خاموشی ناخواسته خواهد شد.

همچنان در حال بررسی و پژوهش است که سبب رشد و توسعه‌ی روش‌های مانیتورینگ و تعیین وضعیت عایق‌ها در تجهیزات فشارقوی شده است.

سیستم‌های مانیتورینگ یا به صورت آنلاین و یا آفلاین پارامترهای مهم وضعیت عایقی را اندازه‌گیری می‌نمایند که از این داده‌ها می‌توان برای تعیین وضعیت تجهیزات عایقی استفاده نمود که می‌تواند بر پایه‌ی اطلاعات حاصل از مانیتورینگ و یا آزمون‌های مخرب یا غیرمخرب صورت گیرد.

باید توجه داشت که رویکرد مانیتورینگ و تعیین وضعیت تجهیزات عایقی فشار قوی، در مناطق با اقلیم خاص اهمیت زیادی دارد، زیرا شبکه متاثر از شرایط سخت محیطی و طبیعتاً تجهیزات نیز به شدت در معرض آسیب خواهند بود. از همین رو سیاست‌های مناسب جهت مانیتورینگ و تعیین وضعیت تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص حائز اهمیت زیادی است.

## ۱-۲-۴- دانش فنی و رویکردهای فناورانه در بهره‌برداری تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با

### اقلیم خاص

#### ۱-۲-۴-۱- گروه اول: تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها در پست‌های فشار قوی [۳۱]

فناوری‌ها و روش‌های نوین بمنظور برآورده نمودن اهداف و ضرورت‌های زیر باید مورد توجه و برنامه‌ریزی قرار گیرند:

۱. توسعه‌ی تکنیک‌ها و روش‌های تدوین مشخصات اسناد فنی
۲. بازرسی، ارزیابی و مدیریت مالی بر پایه مدیریت ریسک در یک پست فشار قوی
۳. افزایش طول عمر تجهیزات
۴. کاهش خطاهای عملکردی تجهیزات کلیدی و حساس
۵. کاهش اشتباهات کلیدزنی، افزایش ایمنی کارکنان و ممانعت از خاموشی
۶. تهیه بانک‌های اطلاعاتی کلیه سوابق بهره‌برداری نظیر سوابق خطا، رژیم بارگذاری و سوابق تعمیرات و نگهداری از تجهیزات پست‌های فشار قوی همراه با نتایج تحلیلی دوره‌ای

۷. تهیه و تدوین راهنماهای Best Practices تعمیر و نگهداری تجهیزات، مدیریت جریان خطا، زمین کردن پست، ملاحظات ایمنی حین کلیدزنی و بطور کلی افزایش قابلیت اطمینان تجهیزات پست‌ها
- برخی از رویکردها و فناوری‌های نوین در خصوص مدیریت عمر و بهره‌برداری پست‌های فشار قوی عبارتند از:
۱. کسب دانش در خصوص مدل‌های پیرشدگی اجزاء تشکیل‌دهنده تجهیزات پست‌های فشارقوی
  ۲. فراهم آمدن ابزارها و نرم‌افزارهای نوین تعیین وضعیت و تعیین میزان ریسک در تجهیزات
  ۳. راهبرد نوین مدیریت طول عمر و مدیریت روغن کاری در کلیدهای قدرت
  ۴. توسعه استفاده از محدودکننده‌های جریان خطا (FCL)<sup>۱</sup> تا سطح فوق توزیع
  ۵. روش‌های نوین تعیین وضعیت کلید قدرت با بکارگیری اطلاعات دریافتی از رله‌ها
  ۶. راهبردها نوین مدیریت رله‌های قدیمی<sup>۲</sup> و تجمیع با رله‌های نسل آینده
  ۷. پیاده‌سازی الگوهای نوین تعمیر و نگهداری مبتنی بر وضعیت<sup>۳</sup> با هدف کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری
  ۸. راهکارهای نوین کاهش نشتی از طریق مدیریت بهبود یافته گاز SF6
  ۹. روش‌های نوین تعمیر و نگهداری پیشگویانه‌ی اجرایی<sup>۴</sup> به منظور کاهش خاموشی

### ۱-۲-۴-۱-۱- راهبردهای نوین در مدیریت عمر ترانسفورماتورهای قدرت

راهبردهای نوین مدیریت موثر طول عمر ترانسفورماتورها در پست‌های فشار قوی، در دو گروه شامل فناوری‌های نوین مونتورینگ وضعیت و نیز الگوریتم‌های نوین جهت تحلیل داده‌های مربوط به مونتورینگ طبقه‌بندی می‌شوند که برخی از آن‌ها عبارتند از:

۱. ساخت و توسعه سنسورهای نوین جهت ارزیابی وضعیت ترانسفورماتور
۲. توسعه الگوریتم‌های نوین تحلیل داده‌های حاصل از سنسورهای ارزیابی وضعیت ترانسفورماتورها

۱. Fault Current Limiters

۲. Legacy Relays

۳. Condition – Based Maintenance

۴. Implement Predictive Assessment



۳. روش‌های نوین تعیین میزان پیرشدگی ترانسفورماتور بر پایه ارزیابی رفتار دینامیک مواد نشانگر شیمیایی در روغن ترانسفورماتور (بدون نیاز به اطلاع از سوابق ترانسفورماتور و روغن)
۴. تصمیم‌گیری بهبود یافته و موثر در خصوص تعویض و یا نوسازی<sup>۱</sup> ترانسفورماتور
۵. ارزیابی بهبود یافته طول عمر باقیمانده در ترانسفورماتور
۶. راهکار نوین توسعه طول عمر ترانسفورماتور بر پایه امکان فیلتراسیون پیوسته آنالاین اکسیژن و رطوبت به همراه فناوری‌های غشائی<sup>۲</sup> که هدف از آن‌ها ایجاد پتانسیل مناسب برای تعمیر و نگهداری کم هزینه و حداقل است.
۷. فناوری‌های نوین آشکارسازی و تحلیل پیشرفته جهت ارزیابی تخلیه جزئی<sup>۳</sup>، انتشار صوت، لرزش و گازهای حل‌شده<sup>۴</sup> در روغن و تپ‌چنجر تحت بار<sup>۵</sup> با هدف تصمیم‌گیری بهتر

### ۱-۲-۴-۱-۲- راهبردهای نوین مدیریت طول عمر کلید قدرت

این راهبردها با توجه به اهمیت موضوعات زیر مورد باید توجه قرار گیرند:

۱. تاثیرپذیری قابل توجه چرخه عمر کلید قدرت از مواد و اجزاء تشکیل‌دهنده
  ۲. عدم تاثیر زوال برخی از اجزاء همچون اجزاء ارتباطی<sup>۶</sup> و ادوات قطع‌کننده<sup>۷</sup> از شاخص گذر زمان
  ۳. تاثیرپذیری نرخ زوال مواد روغن‌کاری<sup>۸</sup> و آب‌بندها از زمان
  ۴. اهمیت شناسایی وضعیت پیرشدگی اجزاء مختلف کلید در تعیین استراتژی و ملزومات تعمیر و نگهداری و نوسازی
  ۵. لزوم کسب اطلاعات کافی توسط بهره‌برداران از مواد سازنده کلیدهای قدرت و عملکرد اجزاء تشکیل‌دهنده آن
- برخی راهبردهای نوین مدیریت طول عمر کلید قدرت عبارتند از:
۱. تعیین مشخصه پیرشدگی اجزاء کلید قدرت مانند پمپ‌ها، کمپرسورها، شیرهای کنترلی، مکانیسم‌های عملکرد بازبست، روغن‌ها، رینگ‌های حلقوی<sup>۱</sup>، درزگیرها<sup>۲</sup>، رله‌ها و ادوات کنترلی

- 1 . Refurbishment
- 2 . Membrane Technology
- 3 . Partial Discharge (PD)
- 4 . Dissolved Gases
- 5 . Load Tap Changer
- 6 . Linkage
- 7 . Interrupter
- 8 . Lubricant

۲. تعیین عمر مورد انتظار برای مواد سازنده اجزاء کلید قدرت و سیستم‌های فرعی آن
۳. تدوین راهنمای جامع افزایش طول عمر مفید کلیدهای قدرت
۴. روشهای نوین ارتقاء یافته‌ی قابل اجرا به لحاظ هزینه<sup>۳</sup> برای پیاده‌سازی راهکار تعمیر و نگهداری مبتنی بر وضعیت
۵. بهینه‌سازی عملیات تعمیر و نگهداری (کاهش ریسک، کاهش هزینه، کاهش احتمال تعویض کلید قدرت) و افزایش قابلیت اطمینان بهره‌برداری از کلید قدرت
۶. تعیین وضعیت یاتاقان‌های پیر شده در بهره‌برداری میدانی (شامل غلطک<sup>۴</sup>، سوزن<sup>۵</sup>، گوی<sup>۶</sup>) مربوط به نقاط کلیدی مکانیسم عملکردی کلید قدرت (مانند یاتاقان ضامن تریپ<sup>۷</sup>)
۷. بکارگیری داده‌های مربوط به رله‌ها در جهت تعیین وضعیت کلیدهای قدرت
۸. تعیین مشخصات مشکلات ناشی از وقوع خطاها در کلید قدرت (حاصل عملکرد نادرست اجزاء و روغن‌های زوال یافته) شامل مواردی چون تریپ آهسته‌تر از مقدار نرمال، مکانیسم بازبست غیر نرمال، خطاهای پمپ‌ها یا کمپرسورها

### ۱-۲-۴-۱-۳- رویکردهای نوین مدیریت عمر و بهره‌برداری از سکسیونر در پست‌های فشار قوی

۱. انجام مطالعات در خصوص مکانیسم‌های خطا و حالات مختلف زوال
۲. پیاده‌سازی برنامه‌های تعمیر و نگهداری مناسب‌تر
۳. فراهم آمدن روشهای مناسب تعیین وضعیت براساس آنالیز نتایج بدست آمده از آزمون‌ها
۴. افزایش طول عمر مفید سکسیونرها
۵. آنالیز نمونه‌های اجزاء یا زیر سیستم‌های سکسیونرهای پیرشده در آزمایشگاه به منظور ارزیابی وضعیت کلی سکسیونر

### ۱-۲-۴-۱-۴- فناوری‌های نوین بهره‌برداری از عایق‌های خارجی در پست‌های فشار قوی

۱. توسعه آزمون‌های میدانی و آنالیز برقگیرها در شرایط بهره‌برداری

1 . O-ring  
 2 . Gasket  
 3 . Enhanced Cost-Effective Methods  
 4 . Roller  
 5 . Needle  
 6 . Ball  
 7 . Trip Latch Bearing

۲. بکارگیری مقره‌های دارای لعاب نیمه هادی
  ۳. اعمال پوشش‌های سیلیکونی RTV<sup>۱</sup> بر روی مقره‌ها و پوشینگ‌های تجهیزات
  ۴. بکارگیری چترک افزا در جهت افزایش فواصل خزشی در مناطق آلوده
  ۵. افزایش فواصل عایقی با بکارگیری بوسترشید<sup>۲</sup> در مناطق آلوده و مناطق با طوفان‌های یخی
  ۶. مونیتورینگ جریان نشستی مقره‌ها در مناطق آلوده و یا دارای پدیده‌ی یخ‌زدگی
  ۷. توسعه و ارتقا سخت افزارهای مورد نیاز برنامه‌های تعمیر و نگهداری شستشوی آنلاین و آفلاین
- ۱-۲-۴-۱-۵- رویکردهای نوین مدیریت عمر و بهره‌برداری از ترانسفورماتور جریان و ولتاژ

۱. شناخت حالات خطا و مکانیسم زوال براساس آزمونهای پیرشدگی بر پایه تعیین وضعیت التزامی<sup>۳</sup>
۲. افزایش طول عمر مفید ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ

#### ۱-۲-۴-۱-۶- مدیریت نوین گاز SF6 در پست فشار قوی

از آن‌جا که SF6 یک گاز گلخانه‌ای است رعایت الزامات زیست محیطی در خصوص بکارگیری آن در پست‌های فشار قوی یک ضرورت محسوب شده و الگوهای نوین مدیریت آن را در شبکه ایجاب می‌کند. برخی از الگوهای نوین مدیریت گاز SF6 در پست‌های فشار قوی به قرار زیر است:

۱. کاهش نشر گاز SF6 به فضای خارج از تجهیز با بکارگیری تکنولوژی‌های نوین
۲. انجام آزمونهای آزمایشگاهی و میدانی جهت کسب دانش پیاده‌سازی مدیریت گاز SF6 در پست‌های فشار قوی به طرق آسان و کم هزینه
۳. تهیه مازول‌های کامپیوتری جهت ایمنی SF6، آنالیز SF6، کار کردن با SF6
۴. مطالعه نقاط نشست گاز SF6 و راهکارهای آب‌بندی
۵. مطالعه امکان جایگزینی گاز SF6 با موادی که مشکلات زیست محیطی کمتری دارند

<sup>۱</sup> . Room Temperature Vulcanized (RTV) Coatings

<sup>۲</sup> . Booster Shed

<sup>۳</sup> . Needs-Assessment

## ۱-۲-۴-۱-۷- فناوری‌های نوین مونیتورینگ و تعیین وضعیت پست‌های فشارقوی

یکی از مهمترین وجوه بهره‌برداری شبکه‌های فشار قوی، مونیتورینگ و تعیین وضعیت اجزا سازنده شبکه است که از نقطه نظر فراهم آوردن اطلاعات مفید در خصوص کیفیت عملکرد تجهیزات حائز اهمیت است و اهداف زیر را برآورده می‌سازد:

۱. ارزیابی وضعیت پیرشدگی تجهیزات

۲. فراهم آوردن اطلاعاتی که بر اساس آن می‌توان مانع بروز خطا در شبکه شد.

۳. به حداکثر رسانیدن ظرفیت بهره‌برداری از تجهیزات در آینده

۴. زمان‌بندی مناسب جهت بازرسی و تعمیر و نگهداری تجهیزات

۵. فراهم آوردن ایمنی برای پرسنل

۶. حفاظت از محیط زیست

برخی از فناوری‌های نوین مونیتورینگ و تعیین وضعیت پست‌های فشار قوی به قرار زیر است:

۱. توسعه زیرساخت‌های لازم برای پیاده‌سازی استراتژی‌های توسعه یافته مونیتورینگ وضعیت تجهیزات پست

۲. آنالیز داده‌های حاصل از تکنولوژی‌های نوین مونیتورینگ وضعیت جهت شناسایی دقیق‌تر مکانیسم پیرشدگی و متعاقب

آن تعیین الگوهای تعمیر و نگهداری متناسب با آن

۳. توسعه تکنولوژی‌های نوین جهت مونیتورینگ برقگیرها، کلیدهای قدرت، ترانسفورماتورهای قدرت، ترانس‌های جریان،

شبکه کابلی

۴. توسعه و بهبود تکنولوژی مادون قرمز جهت مونیتورینگ وضعیت در پست‌های فشار قوی

## ۱-۲-۴-۲- گروه دوم: رویکردهای نوین مدیریت عمر و بهره‌برداری خطوط انتقال هوایی [۳۲]

رویکردهای نوین در خطوط انتقال هوایی، در راستای تحقق اهداف زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد:

۱. شناسایی میزان پیرشدگی به منظور ارائه راهکار جهت افزایش قابلیت اطمینان

۲. افزایش عمر تجهیزات

۳. کاهش خطاهای مربوط به تجهیزات و توسعه روش‌های مرتبط با تعمیر و نگهداری و مونیتورینگ و ارزیابی شبکه

برخی از رویکردهای نوین در مورد خطوط انتقال هوایی به قرار زیر است:

۱. فراهم آوردن روشهای بازبینی و ارزیابی (IAM)<sup>۱</sup>

۲. توسعه بانک‌های اطلاعاتی خطاهای اجزاء خط

۳. روش‌های جدید بازبینی و ارزیابی خطوط انتقال هوایی

۴. تهیه‌ی ماژول‌های آنلاین E-Learning

### ۱-۲-۴-۲-۱- مدیریت عمر دکل‌های پلیمری

از آن‌جا که روشهای بازبینی دکل‌های پلیمری بسیار محدود است، برآورد عمر باقیمانده آن‌ها همواره چالشی بزرگ پیش روی بهره‌برداران بوده است. به منظور جلوگیری از وقوع خطا، زوال باید سریعاً شناسایی شود تا این امکان را فراهم آورد که برنامه‌های جایگزینی تجهیزات فرسوده یا عملیات اصلاح تجهیزات به موقع و طی فرصت کافی اجرا شوند. برخی از رویکردهای نوین مدیریت دکل‌های پلیمری به قرار زیر است:

۱. بهبود مواد کامپوزیتی و روشهای تولید کامپوزیت

۲. ارتقاء روشهای بازبینی و ارزیابی و توسعه روشهای اصلاح دکل‌های پلیمری

۳. مطالعه روشهای تعیین وضعیت بر مبنای فاکتورهای محیطی

۴. مطالعه مکانیسم‌هایی که می‌تواند منجر به بروز خطا شوند

۵. مطالعه مکانیسم پیرشدگی دکل‌های پلیمری

۶. مطالعه توزیع میدان‌های الکتریکی در دکل پلیمری

### ۱-۲-۴-۲-۱- فناوری‌های نوین مدیریت عمر و بهره‌برداری برقگیرهای خطوط انتقال

در خصوص برقگیرهای خطوط انتقال، توسعه تکنولوژی‌های نوین بازبینی حین بهره‌برداری بر اساس پارامترهای زیر در اولویت است:

- بازبینی بر اساس تصویربرداری
- بازبینی بر اساس مادون قرمز

<sup>۱</sup> . Inspection and Assessment Methods

• تعیین وضعیت بر اساس اندازه‌گیری مستقیم جریان نشتی در اجزاء اکسید روی

### ۱-۲-۴-۲-۳- فناوری‌های نوین مدیریت عمر اجزاء پلیمری و کامپوزیتی خطوط انتقال هوایی

این اجزاء شامل مقره‌های پلیمری، مقره‌های کششی مهاری و کراس آرم‌های فایبرگلاس هستند. فناوری‌ها و رویکردهای

نوین مرتبط با آن‌ها تحقق اهداف زیر را به دنبال دارد:

۱. کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری و تعویض تجهیزات

۲. جلوگیری از خاموشی‌های ناخواسته یا غیر ضروری

۳. تضمین بیشتر عملکرد بلند مدت اجزاء کامپوزیت

۴. پیاده‌سازی بهینه‌تر برنامه‌های تعویض اجزاء پلیمری

برخی از فناوری‌ها و رویکردهای نوین در خصوص مدیریت عمر این اجزاء به قرار زیر است:

۱. آزمون‌های پیرکنندگی تسریع شده در ولتاژهای بالا و مقایسه با شرایط بهره‌برداری واقعی

۲. توسعه آزمون‌های کوتاه مدت تعیین وضعیت با هدف تعیین عمر باقیمانده از طریق شناسایی تاثیرات تخلیه‌های الکتریکی

داخل میله فایبرگلاس و تاثیر آن روی عمر مقره

۳. تهیه‌ی بانک‌های اطلاعاتی خطاهای اجزاء پلیمری با هدف برنامه‌ریزی تعمیر و نگهداری

۴. تعیین میزان آستانه کرونا در آب‌بندی‌های یراق‌آلات<sup>۱</sup>، ارزیابی بکارگیری و ماندگاری حلقه‌های کرونا و ارزیابی عمر

باقیمانده مقره‌هایی که به علت کرونا دچار پیرشدگی شده‌اند

۵. توسعه نرم‌افزارهای محاسبه‌گر میدان الکتریکی به منظور کمک در انتخاب صحیح حلقه‌های کرونا

۶. نرم‌افزارهای ارزیابی آماری و مدیریت کلان<sup>۲</sup> برای مقره‌های پلیمری

۷. مطالعات مدل‌سازی سه بعدی میدان همزمان با آزمون‌های پیرکنندگی تسریع شده

۸. بازبینی دوره‌های مقره‌های مورد آزمایش پیرکنندگی با استفاده از ابزارهای آشکارسازی IR/UV

<sup>۱</sup> . End-Fittings

<sup>۲</sup> . Population Management

باید یادآوری شود که یکی از مهمترین چالش‌ها، همین روش‌های تعیین وضعیت براساس تصاویر حاصل از ابزار آشکارساز است. در واقع حصول الگویی کاربردی و عملی که بر اساس آن بتوان از تصاویر حاصله ارزیابی نهایی را انجام داد هنوز در حال مطالعه است.

### ۱-۲-۴-۲-۴- روش‌های نوین تعیین سلامت و تخمین عمر زنجیره مقره‌های سرامیکی

با توجه به گستردگی زیاد بکارگیری مقره‌های سرامیکی در خطوط انتقال و از آنجا که عمر بهره‌برداری از آن‌ها به ۳۰ تا ۵۰ سال رسیده است، شناسایی مقره‌هایی که از نظر وقوع خطا پتانسیل ریسک بالایی دارند بسیار ضرورت دارد تا به این ترتیب هزینه‌های مربوط به خاموشی و تعویض نابهنگام مقره‌ها کاهش پیدا کند. توجه به این موضوع به دلایل ذیل اهمیت دارد:

۱. لزوم بکارگیری تجربیات بکارگیری مقره‌های سرامیکی در سایت‌های جدید
  ۲. فقدان تجربیات کافی در مورد کیفیت مقره‌های ساخته شده توسط تولیدکنندگان تازه‌کار
  ۳. فقدان سوابق دانش محور و تجربی کافی در خصوص بکارگیری پوشش‌های سیلیکون رابر بر روی مقره‌های سرامیکی و شیشه‌ای
  ۴. لزوم شناسایی زنجیره مقره‌های سرامیکی با ریسک بالا و یا مجموعه زنجیره مقره‌های با ریسک بالا پیش از وقوع خطا
  ۵. توجه ویژه به مشکلات بهره‌برداری زنجیره مقره‌های سرامیکی در خطوط انتقال هوایی
- روش‌های نوین تعیین یکپارچگی زنجیره مقره‌های سرامیکی به قرار زیر است:

۱. توسعه روشهای تعیین وضعیت میدانی مقره‌ها از فواصل دور با هدف شناسایی ترک خوردگی<sup>۱</sup> خارج از بخش فلزی، ترک خوردگی زیر کلاهدک فلزی و نقاط شکست اجزاء پرسلینی یا شیشه‌ای
۲. پایه‌ریزی روشهای تعیین وضعیت نوین بر پایه‌ی انجام آزمونهای دوره‌ای مکانیکی حرارتی بر روی مقره‌ها و مقایسه با نمونه‌های پیر شده موجود
۳. تکوین روشهای نوین تعیین وضعیت مقره‌ها براساس آزمونهای حد نهایی دمایی افزایش یافته‌ی حرارتی- مکانیکی<sup>۲</sup> و تدوین استانداردهای مرتبط با آن

<sup>۱</sup> . Crack

<sup>۲</sup> . Increased Thermal - Mechanical Temperature Limits

۴. شناسایی تغییرات مربوط به مشخصه‌های طراحی مقره‌ها با گذشت زمان به منظور تمایز گذاشتن بین سازندگان مختلف

مقره‌ها و تعیین وضعیت جمعیتی مقره‌ها

۵. توسعه‌ی آزمون‌های غیرمخرب لرزشی برای شناسایی ترک‌خوردگی‌های داخلی زنجیره مقره‌های سرامیکی

#### ۱-۲-۴-۲-۵- گروه سوم: مدیریت عمر و بهره‌برداری تجهیزات شبکه توزیع [۳۳ و ۳۴]

روش‌ها و فناوری‌های نوین جهت تعیین وضعیت و تعیین عمر باقیمانده تجهیزات شبکه‌ی توزیع به منظور برآورده شدن

اهداف زیر مورد استفاده قرار می‌گیرند:

۱- خاموشی کمتر سرویس‌دهی شبکه توزیع

۲- افزایش شاخص‌های کیفیت توان و قابلیت اطمینان

۳- کاهش هزینه‌های تعمیرات مربوط به خاموشی

برخی از فناوری‌ها و راهکارهای نوین تعیین وضعیت شبکه‌های توزیع به قرار زیر است:

#### ۱-۲-۴-۲-۶- مدیریت عمر و بهره‌برداری شبکه کابلی

با توجه به اینکه بسیاری از کابل‌های شبکه توزیع طی سالهای زیادی مورد بهره‌برداری بوده‌اند، بسیاری از آن‌ها دچار

پیرشدگی گشته‌اند و طول عمر مفید برخی از آن‌ها نیز ممکن است سپری شده باشد. طبیعتاً تعویض این کابل‌های فرسوده و

جایگزینی آن‌ها با کابل‌های نو مستلزم صرف هزینه فراوان است. لذا اخیراً توسعه استراتژی مدیریت جایگزینی برای توجیه آن

اهمیت یافته است. این استراتژی معمولاً شامل موارد ذیل است:

- نصب کابل

- تعمیر و نگهداری شبکه کابلی

- تعیین میزان سلامت شبکه کابلی

- احیاء مجدد شبکه کابلی

- جایگزینی کابلهای زیرزمینی و سیستم‌های کابلی

طبیعتاً شناسایی و تدوین و فرموله کردن متدولوژی‌های نوین در این راستا حائز اهمیت است.



## ۱-۲-۴-۷- تعیین وضعیت پیشرفته شبکه کابل

برای شبکه‌های کابلی که نزدیک پایان عمر طراحی و سرویس خود هستند، تعیین وضعیت نصب شده بسیار حائز اهمیت است که هدف آن، فراهم آوردن دانش کافی در خصوص مواردی چون شرایط فعلی شبکه کابلی، پیاده‌سازی یک برنامه چند مرحله‌ای جایگزینی کابل‌ها براساس اولویت‌بندی و کاهش هزینه‌های ناخواسته مربوط به میزان خطاهای افزایش یافته در شبکه کابلی است.

مشکل اصلی تعیین وضعیت شبکه کابلی، زمانی است که مدارات شبکه به صورت هیبرید باشند (ترکیبی از همه انواع کابل‌های) و یا اینکه شبکه دارای شاخه‌های بسیار زیادی باشد. معمولاً اساس تکنولوژی‌های تعیین وضعیت، مبتنی بر تلفیق یک روش جدید با روشهای قدیمی اندازه‌گیری تخلیه جزئی یا اندازه‌گیری ضریب پراکندگی است و انتظار بهره‌برداران این است که این تکنولوژی‌های نوین بتواند سطح پیش‌بینی عملکرد آتی شبکه کابلی و همچنین طول عمر باقیمانده آن را بهبود بخشد. مطالعات تکمیلی جهت دستیابی به تضمین مورد نظر، شامل موارد ذیل می‌تواند باشد:

۱. مواد و طراحی‌های بهبود یافته جهت افزایش ظرفیت همراه با کاهش هزینه‌ها
۲. تعیین رویه‌های طراحی و نصب به منظور تامین ملزومات مکانیکی و الکتریکی
۳. توسعه روشهای تعیین وضعیت زمان حقیقی
۴. مطالعه مکانیسم‌های پیرشوندگی و وقوع خطا در شبکه کابلی
۵. توسعه روشهای تعمیر و نگهداری و همچنین بهره‌برداری
۶. توسعه و تکامل ابزارها، روش‌ها و تکنولوژی‌های نوین جهت بازبینی و تعیین وضعیت (همانند سنسورهای پیشرفته، تعیین وضعیت آنلاین) با هدف کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری، افزایش قابلیت اطمینان و بهبود کیفیت بهره‌برداری
۷. توسعه آزمون‌های آزمایشگاهی جهت شناسایی رفتار کابل‌های دی‌الکتریک اکستروود شده با هدف بهبود مشخصات فنی و استاندارد کردن طراحی آن‌ها
۸. مطالعات بهره‌برداری از شبکه کابلی در دمای بالا جهت افزایش ظرفیت انتقالی با هزینه کمتر برای مصرف‌کنندگان

می‌توان فناوری‌ها و روش‌های نوین در خصوص کابل‌های دی‌الکتریک اکستروود شده را به صورت زیر طبقه‌بندی نمود:

۱. تاییدیه‌های آزمایشگاهی برای مدل‌های ترمومکانیکی کابل‌های دی‌الکتریک اکستروود شده در داکت‌ها و لوله‌ها
۲. آزمون‌های میدانی کابل‌ها بر پایه‌ی بکارگیری منبع فرکانس خیلی پایین (VLF)<sup>۱</sup> برای کابل‌های ولتاژ بالا
۳. تعیین ارتباط میان پارامترهای سطح ولتاژ اعمالی VLF، مدت زمان انجام آزمون و توانایی تشخیص موارد اشکال در کابل
۴. تعیین همبستگی بین نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌های تخلیه جزئی بدست آمده از هر دو گروه آزمون رزونانسی و آزمون VLF
۵. کاربردهای پیشرفته کابل‌های فیبر نوری یکپارچه در شبکه کابل‌های دی‌الکتریک اکستروود شده

لازم به ذکر است که کابل‌های فیبر نوری که در داخل کابل دی‌الکتریک اکستروود شده و یا در قسمت خارجی غلاف آن با کابل یکپارچه می‌شوند تا بتوانند ارزیابی‌های بیشتری نسبت به مونیتورینگ دمایی صورت دهند، جهت تعیین وضعیت میزان سلامتی کابل‌ها بر پایه شناسایی رفتار الکتریکی، مکانیکی یا حرارتی کابل بکار گرفته می‌شوند و مطالعات زیر را ملزوم می‌دارند:

- تبیین روشی جهت اندازه‌گیری تخلیه جزئی و محل‌یابی خطا
- طراحی اپتوالکترونیکی مناسب جهت کاربردهای نوین
- روش‌های آشکارسازی موثر جهت شناسایی آسیب‌های احتمالی وارد آمده به فیبر نوری حین نصب و بهره‌برداری
- ۶. مطالعه اثرات مکانیکی بر روی کابل‌های دی‌الکتریک اکستروود شده و مفصل‌های کابلی مورد استفاده در شبکه‌های کابلی
- ۷. مطالعه مشخصه ترمودینامیکی برای همه حالات نصب در شبکه کابلی

## ۱-۲-۴-۲-۸- فناوری‌های نوین در مورد شبکه کابلی دی‌الکتریک ورقه‌ای

شبکه‌های کابلی دی‌الکتریک ورقه‌ای<sup>۲</sup> هم اکنون در دنیا بسیار زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرد و شامل انواع ذیل است:

۱. کابل‌های HPFF<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> . Very Low Frequency

<sup>۲</sup> . Laminar Dielectric Cable Systems

<sup>۳</sup> . High-Pressure Fluid-Filled

۲. کابل‌های HPGF<sup>۱</sup>

۳. کابل‌های SCFF<sup>۲</sup>

موارد مهم در مورد این شبکه‌ها که در تدوین فناوری‌ها و روشهای نوین باید مدنظر داشت عبارتند از:

۱. هزینه‌های مربوط به جایگزینی شبکه فرسوده

۲. تبعات بروز خطای الکتریکی

۳. نشست مایع داخل کابل بخاطر خوردگی لوله

در مورد این نوع کابل‌ها برآورده شدن اهداف زیر حائز اهمیت است:

۱. کسب دانش کافی در خصوص مکانیسم‌های بالقوه بروز خطا (مانند خوردگی لوله یا رفتارهای ترمومکانیکی) با هدف طول

عمر بیشتر سرمایه‌گذاری‌ها، خاموشی‌های کمتر مصرف‌کنندگان، افزایش رضایت مصرف‌کنندگان و هزینه‌های بهره‌برداری

پایین‌تر

۲. مونیتورینگ زمان حقیقی سیستم کابلی جهت تعیین وضعیت میزان پیرشدگی

۳. فناوری‌ها و ابزارهای نوین که بتوانند هزینه‌های تعمیر و نگهداری را کاهش دهند

۴. آشکارسازی سریع نشستی‌های مایع داخل کابلی که می‌تواند شرایط محیطی، ایمنی عمومی و کاهش زمان و هزینه تعمیر و

نگهداری را رقم زند.

می‌توان فناوری‌ها و روشهای نوین در خصوص شبکه‌های کابلی دی‌اکتریک ورقه‌ای را به صورت زیر طبقه‌بندی نمود:

۱. مطالعه اثرات ضریب پراکندگی<sup>۳</sup> مایع داخل کابل جین سرویس بر روی عملکرد عایقی کابل، سرکابل و مفصل شامل

اثرات آن بر تلفات دی‌اکتریک، گرمادهی بالقوه، استقامت شکست عایقی و طول عمر مورد انتظار

۲. مطالعه اثرات خوردگی و ممانعت از آن در شبکه کابلی از نوع عبوری از داخل<sup>۴</sup> لوله شامل: جدا شدن پوشش لوله در

لوله‌های قدیمی، تاثیر محیط داخلی و خارجی لوله بر روی میزان خوردگی، بهبود روشهای آشکارسازی و جلوگیری از

خوردگی

<sup>۱</sup> . high-pressure gas-filled

<sup>۲</sup> . Self-Contained Fluid-Filled

<sup>۳</sup> . Dissipation Factor

<sup>۴</sup> . Pipe-Type Cable Systems

۳. فناوری‌های نوین تعیین وضعیت آنالاین و آفلاین شبکه‌ی کابلی دی‌الکتریک ورقه‌ای شامل: سنسورهای نوین، دیجیتایزرها، ثبات‌ها، سیستم‌های تله‌متری و شبکه‌ی ارتباطی مورد نیاز جهت انتقال داده‌های توزیع شده، با هدف تسهیل مونیتورینگ زمان حقیقی شبکه از نزدیک
۴. مطالعه بر روی مایعات عایقی نوین برای شبکه‌های کابلی HPFF و SCFF براساس هیدروکربن‌های طبیعی و سنتز شده با خواص محیطی بهتر و همچنین شناسایی منابعی جهت تامین بدیل‌هایی برای مایعات عایقی متداول امروزی برخی کیفیات مورد انتظار مواد عباتند از: تضمین Biodegradability بالا حتی در محیط‌های با میزان اکسیژن کم، مانند زیر زمین
۵. توسعه فناوری مفصل‌های انتقالی<sup>۱</sup> برای کابل‌های HPFF و XLPE تا سطح ولتاژ ۳۴۵kV در سطح تولید، توسعه این فناوری نیازمند همکاری پژوهشگران، بهره‌برداران و تولیدکنندگان جهت امکان‌سنجی ساخت مفصل‌های انتقالی کوچکتر، ارزان‌تر و قابل اطمینان‌تر است.
۶. توسعه پروتکل‌های آزمایشی و طراحی‌های قطعات آزمون<sup>۲</sup> جهت توسعه فناوری نوین تعیین وضعیت پیش‌بینی‌کننده برای حوادث ناشی از خمش ترمومکانیکی در کابل‌های عبوری از داخل لوله (که ممکن است منجر به بروز خطا در شبکه کابلی شود)
۷. مطالعه در خصوص آنالیز گازهای حل نشده در کابل دی‌الکتریک ورقه‌ای
۸. فناوری‌های نوین آشکارسازی نشتی در کابل‌های HPFF و SCFF با هدف تشخیص میزان نشتی‌های با سرعت یا نشتی‌های با حجم بسیار پایین براساس تحلیل داده‌ها
۹. انجام آزمون‌های تکرارشونده و تسریع شده بر روی نمونه‌های کابلی و تعیین زوال عایقی‌شان

<sup>۱</sup> . مفصل‌های انتقالی (Transition Joints) جهت اتصال کابل‌های دی‌الکتریک ورقه‌ای به کابل‌های دی‌الکتریک اکستروژده شده مورد استفاده قرار می‌گیرند.

<sup>۲</sup> . Test Rig

## ۱-۲-۴-۹- تکنولوژی‌های رباتیک در بهره‌برداری شبکه توزیع و تعمیرات خط گرم

بکارگیری تکنولوژی رباتیک گزینه‌ای مناسب جهت استفاده در شبکه توزیع هوایی و زمینی است. پرسنل مشغول به کار در شبکه توزیع هوایی معمولاً در معرض شرایط آب و هوایی نامساعد و شرایط کاری سخت هستند. پرسنل مشغول به کار در شبکه توزیع زمینی در معرض تخلیه‌های الکتریکی، گرما، گاز، رطوبت و شرایط نامساعد قرار دارند.

بکارگیری تکنولوژی رباتیک در طول مدت بهره‌برداری روتین از شبکه، می‌تواند در جهت تحقق اهداف ذیل راهگشا باشد:

۱. انجام ارزیابی‌های ایمنی محیطی

۲. حذف شرایط خطرناک الکتریکی

۳. ارزیابی میزان آسیب به شبکه

در خصوص شبکه هوایی، رویکرد آتی به سمت بکارگیری وسایل نقلیه هوایی<sup>۱</sup> است. در خصوص شبکه زمینی نیز رویکرد آتی به سمت بکارگیری ربات‌های کنترل از راه دور<sup>۱</sup> خواهد بود.

## ۲- آینده‌پژوهی فناوری

آینده‌پژوهی گستره‌ای وسیع دارد که چون با حوزه‌های فراوانی از دانش و مطالعات بشری سروکار دارد و می‌توان آن را در

چند قابل کلی شرح داد که عبارتند از [۳۵]:

- دیدگاه‌های متفاوت در مورد آینده
- ویژگی‌های تفکر آینده
- دوره‌های زمانی در آینده پژوهی
- موضوعات مهم آینده پژوهی
- روشهای تحقیق در آینده پژوهی
- مراحل طراحی سناریوی آینده

<sup>۱</sup> . Aerial Vehicles

درک این نکته که برای پیش بینی آینده، فراتر از دانش علمی، گاهی به ایده‌ای خلاقانه نیاز است تا زمینه‌های لازم برای تحقق ناممکن‌ها فراهم شود از اهمیت قابل توجهی برخوردار است.

به منظور بررسی آینده‌پژوهی در حوزه‌ی فناوری‌های مربوط به عایق‌ها و تجهیزات فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص، مطالعه‌ی تطبیقی بر اساس چند نمونه صورت گرفته ارائه خواهد شد که روند کنونی و آتی مرتبط با تجهیزات عایقی فشار قوی را (که می‌تواند برای مناطق با اقلیم خاص کارساز باشد) مورد بررسی قرار می‌دهد.

## ۲-۱- روند فناوریانه

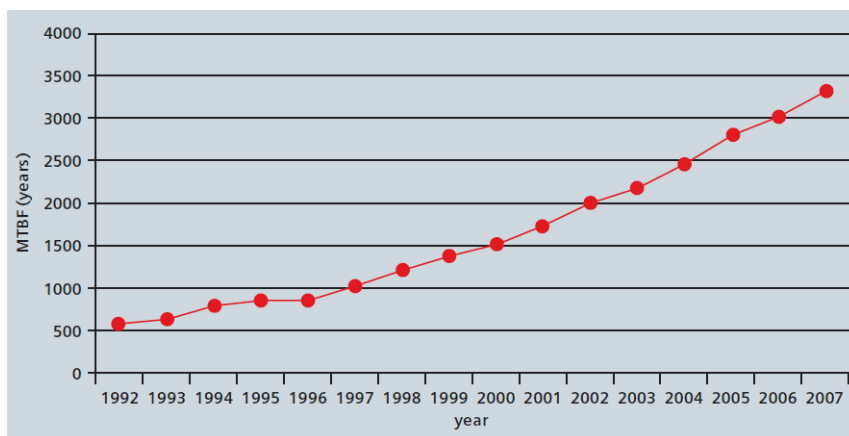
### ۲-۱-۱- مروری بر فعالیت‌های شرکت SIEMENS در زمینه‌ی فناوری کلیدهای قدرت

شرکت SIEMENS طی سال‌های اخیر با هدف ساخت کلیدهای قدرتی که بتوانند نیازمندی‌های محیطی، فنی و اقتصادی را فراهم آورند در زمینه‌ی ساخت این تجهیزات و بکارگیری در بسیاری از کشورها فعالیت داشته است و طبیعتاً از یکسری فناوری‌های جدید در ساختمان این تجهیزات بهره‌برده است. این کلیدها تا رده‌ی ولتاژی ۱۱۰۰ کیلوولت AC و ۸۰۰ کیلوولت DC ساخته شده‌اند.

کلیدهای قدرت ساخت SIEMENS که امروزه تولید می‌شوند و مورد استفاده قرار می‌گیرند طول عمری تا ۵۰ سال دارند و فاصله‌ی زمانی تعمیر و نگهداری آن‌ها بین ۲۰ تا ۲۵ سال است. همچنین شاخص زمان میانگین مابین خطاهای اصلی (MTBF)<sup>۲</sup> در این کلیدها در محدوده‌ی چند هزار سال است که از قابلیت اطمینان بالای این کلیدها حکایت دارد. در شکل (۲-۱) تغییرات این شاخص طی چند سال اخیر نشان داده شده است.

<sup>۱</sup> . Remote Controlled Robotics

<sup>۲</sup> . Mean-Time-Before-Failure



شکل (۱-۲): شاخص MTBF برای کلیدهای قدرت SIEMENS طی چند دهه اخیر

این کمپانی طی سال‌های اخیر محصولاتی نیز تولید کرده است که برخی از آن‌ها (که در بخش اول این گزارش تشریح شده‌اند) به قرار زیر است:

۱. ساخت سوئیچگیر فشرده‌ی مبتنی بر Dead Tank<sup>۱</sup> تا رده‌ی ولتاژی ۲۴۵ کیلوولت

۲. ساخت کلیدهای قدرت مناسب برای بهره‌برداری در نواحی بسیار سرد

۳. ساخت کلید قدرت سکسیونری<sup>۲</sup>

برخی رویکردهای کمپانی SIEMENS در ساخت کلیدهای قدرت طی سال‌های اخیر به شرح زیر است که طی سال‌ها آینده این فناوری‌ها رشد و توسعه و بهبود خواهند داشت:

۱. با توجه به اینکه کاهش میزان نشتی گاز SF<sub>6</sub> به محیط بیرونی یکی از اهداف شرکت‌های توسعه‌یافته طی سال‌های اخیر بوده است، یکی از دستاوردهای مهم شرکت SIEMENS، ساخت محفظه‌های نگهدارنده‌ی گاز<sup>۳</sup> است که نرخ نشتی گاز آن‌ها کمتر از 0.5 p.a. است. طبیعتاً چنین محفظه‌هایی امکان نفوذ رطوبت و آلودگی را نیز به درون کلید کاهش می‌دهد که به این ترتیب کیفیت عایق گازی در طول زمان در سطح بالایی باقی خواهد ماند. در این راستا این کمپانی آزمون‌های سنجش نشتی و فشار کلیدهای قدرت را با هدف اطمینان از کاهش درصد نشتی‌ها تا حد بالایی بهبود و توسعه داده است.

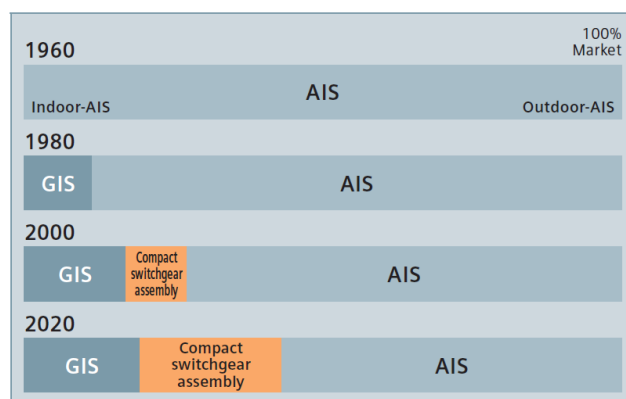
<sup>۱</sup> . Dead Tank Based Compact Switchgear

<sup>۲</sup> . Disconnecting Circuit Breaker

<sup>۳</sup> . Gas Tight Housing

۲. از آن‌جا که درصد بالای بروز خطا در کلید قدرت به خاطر اجزای فعال مکانیکال آن است، رویکرد شرکت SIEMENS به سمت کاهش تعداد قطعات فعال در کلید جهت دارد (که طبیعتاً تنش معمول به قطعات فعال نیز کاهش خواهد یافت). در این راستا قطع‌کننده‌هایی ساخته شده‌اند که انرژی عملیاتی کمتری مصرف کرده مکانیسم محرک فنری ساده‌ای دارند و بر اساس مطالعات فراوان در خصوص فیزیک قطع جرقه‌ی الکتریکی توسط این کمپانی اجرایی شده است. این فناوری برای کلیدهای قدرت فشار قوی تا رده‌ی انتقال ساخته شده است.

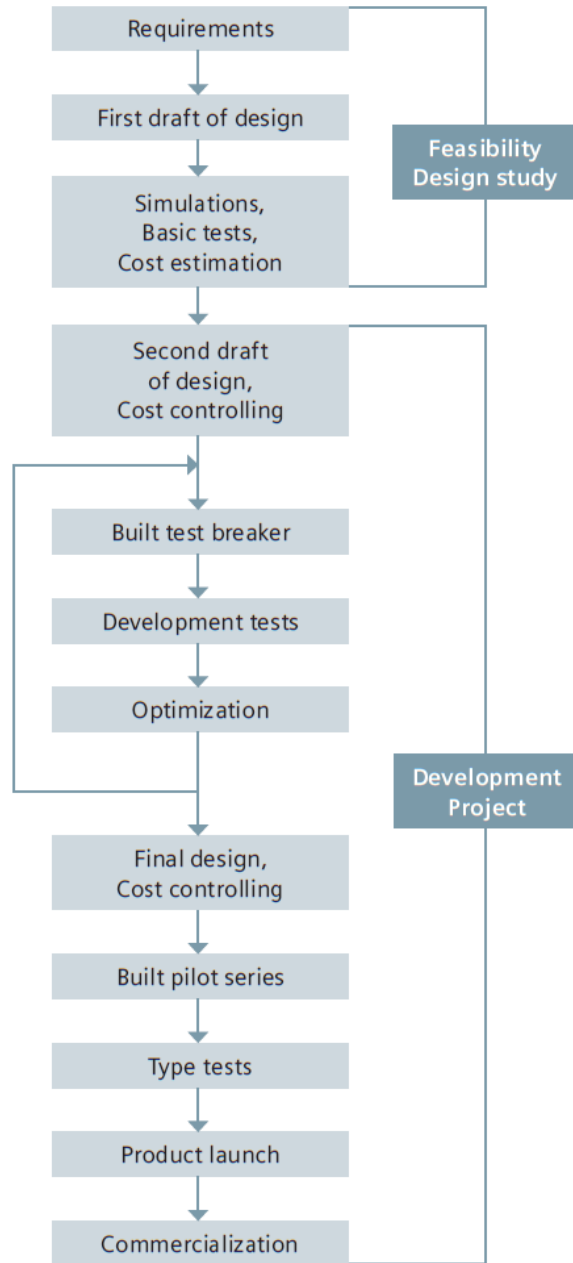
۳. فشرده کردن تجهیزات فشار قوی (به طور خاص کلیدهای قدرت) یکی از رویکردهای مهم این کمپانی طی سال‌های اخیر بوده است که در آینده نیز توسعه خواهد یافت. برای مثال مطابق ادعای این کمپانی، کلیدهای قدرت فشرده در آینده بیشتر تجاری‌سازی خواهند شد. در شکل (۲-۲) نمودار چشم‌انداز آتی فروش کلید قدرت فشرده در مقایسه با تجهیزات AIS و GIS نشان داده شده است که از افزایش فروش این نوع سوئیچگیر طی سال‌های آتی حکایت دارد.



شکل (۲-۲): روند رونق یافتن کلیدهای فشرده در بازار جهانی

طبق ادعای SIEMENS، هزینه‌ی بهره‌برداری پایین کلیدهای قدرت این کمپانی نتیجه‌ی کیفیت بالا، طول عمر توسعه‌یافته و فواصل زمانی زیاد تعمیر و نگهداری است. در عین حال تغییر رویکرد از تعمیر و نگهداری مبتنی بر زمان به سوی تعمیر و نگهداری مبتنی بر وضعیت می‌تواند به لحاظ هزینه سودمندی بیشتری داشته باشد. فرایند کلی توسعه‌ی کلیدهای قدرت شرکت SIEMENS در فلوچارت زیر نشان داده شده است که از ارزیابی فنی اقتصادی بر اساس شناسایی نیازمندی‌ها شروع می‌شود و در نهایت به اجرای پروژه‌ی چندمرحله‌ای توسعه‌ی کلید و سرانجام تجاری‌سازی منتهی می‌شود.





شکل (۲-۳): فلوجارت ساخت کلیدهای قدرت SIEMENS

## ۲-۱-۲ - مروری بر فعالیت‌های شرکت ABB در زمینه‌ی ترانسفورماتورهای خشک

کمپانی ABB با توجه به سابقه‌ی طولانی در زمینه‌ی فناوری‌های فشار قوی همواره ادعا داشته است که ضرورت‌های پیش روی صنعت برق جهانی را در راستای توسعه‌ی فناوری‌های فشار قوی مد نظر قرار داده است که در ادامه به برخی از دستاوردهای اخیر و نیز طرح‌های آتی این کمپانی اشاره می‌شود.

۱. ساخت نسل‌ها جدیدی از ترانسفورماتورهای خشک توزیع هوایی به نام PoleDry که طبق گزارش ABB کارایی زیادی در نواحی دارای شرایط آب و هوایی سخت دارد (و در بخش اول به آن اشاره شد).

۲. تلاش برای تکمیل و ساخت ترانسفورماتورهای خشک جدید بنام EcoDry (که در بخش اول به آن اشاره شد). این کمپانی معتقد است که با تجاری شدن این نسل جدید از ترانسفورماتورهای خشک، تحولی بزرگ در شبکه‌های انتقال و توزیع صورت خواهد گرفت.

۳. ساخت انواع دیگری از نسل‌های تجاری شده‌ی ترانسفورماتور خشک همچون HiDry و TriDry

همچنین کمپانی ABB افزایش قابلیت اطمینان شبکه‌ی برق و سازگاری زیست‌محیطی (چه به لحاظ تاثیرگذاری بر آن و چه به لحاظ تاثیرپذیری از آن) را مد نظر قرار داده است که از همین رو بهبود کیفیت ساخت اجزای تجهیزات بزرگی مانند ترانسفورماتورهای قدرت را در دستور کار دارد که امروزه منجر به ساخت پوشینگ‌ها و مقره‌های تجهیزات با مشخصه‌ی بالا مناسب برای شرایط بد آب و هوایی شده است و با توجه به تغییرات شرایط آب و هوایی جهان و لزوم سازگاری شبکه‌ی برق با محیط، افزایش کیفیت عملکرد قطعات تجهیزات فشار قوی و همچنین مواد مورد استفاده در تجهیزات فشار قوی را می‌توان رویکرد آتی این کمپانی قلمداد نمود.

## ۲-۱-۳ - رویکردهای اخیر و آتی در خصوص کلید قدرت خلاء و SF6 طبق گزارش CIGRE

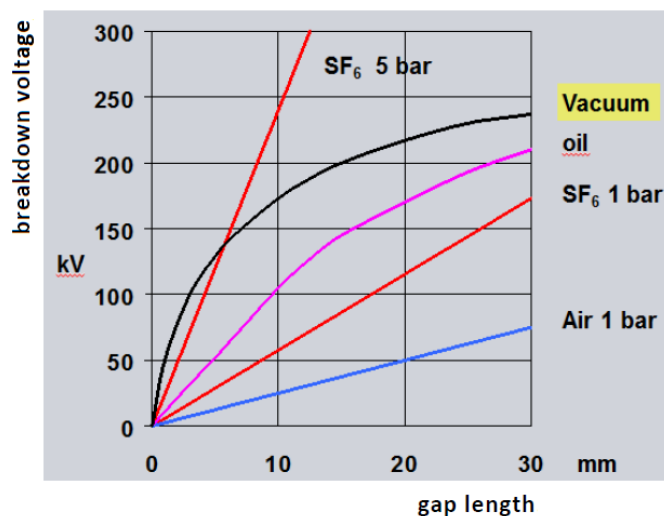
در خصوص گاز SF6 باید گفت که سیاست‌گذاری‌های پیش رو در خصوص آینده‌ی این گاز به عنوان عایق در تجهیزات فشارقوی تا حدودی پیچیده است. از سویی به علت خواص عایقی مناسب این گاز و عدم اشتعال‌پذیری آن طی دهه‌های اخیر مطالعات زیادی در خصوص آن انجام شده است و تجهیزات SF6 پیشرفت‌های زیادی داشته‌اند. برای مثال مطالعه‌ی خواص عایقی گاز SF6 در صورت احتمال وجود ذرات ناخالصی در آن حائز اهمیت زیادی بوده است، زیرا کیفیت عملکرد تجهیزات را به خصوص در پست‌های GIS بسیار تحت تاثیر قرار می‌دهد. مناسب بودن این گاز به عنوان عایق سبب شد که تجهیزات

SF<sub>6</sub> به طور گسترده مورد توجه قرار گیرند و این گاز تاکنون در بسیاری از تجهیزات فشارقوی همچون سوئیچگیر، ترانسفورماتور جریان، ترانسفورماتور قدرت، کابل‌ها، پست‌های گازی (GIS) و خطوط انتقال گازی (GIL) مورد استفاده قرار گرفته است [۲ و ۲۲].

اما از سویی دیگر از آن‌جا که SF<sub>6</sub> گازی گلخانه‌ای<sup>۱</sup> است و می‌تواند مشکلات زیست‌محیطی ایجاد نماید، کشورهای توسعه یافته ملزم به رعایت پیمان کیوتو رویکرد خود را به سوی کاهش بکارگیری این گاز یا حذف آن از طریق یافتن ترکیبات جدید برنامه‌ریزی کرده‌اند. مطابق گزارش CIGRE چشم‌انداز پست‌های GIS در کشورهای توسعه‌یافته، به سوی کاهش استفاده از این گاز در تجهیزات فشارقوی این پست‌ها طی سال‌های آینده است. به همین علت بکارگیری ترکیبات گازی جدید بجای SF<sub>6</sub> یکی از موضوعات مطرح در این حوزه است که برای مثال می‌توان به برنامه‌ی نصب پست GIS در آینده‌ی نزدیک توسط شرکت ABB اشاره کرد که به گفته‌ی این شرکت از ترکیبات گازی جدید بجای گاز SF<sub>6</sub> استفاده خواهند نمود. اما تاکنون کیفیت ترکیبات گازی جدید از نقطه نظر عایقی به پای گاز SF<sub>6</sub> نرسیده است و از همین رو این یافتن ترکیبات گازی جدید یا بهبود فناوری تجهیزات عایقی دارای این ترکیبات با هدف عملی ساختن این رویکرد همچنان موضوعی در حال بررسی است. در عین حال در ترکیبات گازی جدید خود گاز SF<sub>6</sub> نیز لزوماً به طور کامل حذف نمی‌شود، بلکه درصد آن کاهش می‌یابد و با گازهایی چون نیتروژن ترکیب می‌شود [۲۲].

در سال‌های اخیر بکارگیری گاز نیتروژن برای استفاده در تجهیزاتی چون خازن‌های فشارقوی و برخی از انواع کابل‌ها مورد توجه قرار گرفته است [۲]. این موضوع با توجه به ارزان بودن و همچنین راحتی کار با این گاز حائز اهمیت است. از این رو ترکیب این گاز با SF<sub>6</sub> در کلید قدرت مورد توجه است. با این حال گاز SF<sub>6</sub> همچنان بهترین گاز عایقی برای کلید فشار قوی به نظر می‌رسد. حتی در ترکیبات گازی دارای SF<sub>6</sub> نیز گاز مذکور تا حد زیادی کیفیت عایقی را تضمین می‌نماید. برای مثال ترکیب SF<sub>6</sub>/N<sub>2</sub> با درصد 20/80 دارای مشخصه‌ی استقامت عایقی ۷۰ تا ۸۰ درصد گاز SF<sub>6</sub> خالص است. در شکل (۲-۴) منحنی ولتاژ شکست نسبت به فاصله عایقی برای گازهای مختلف نشان داده شده است که نشان‌دهنده مشخصه‌ی مطلوب گاز SF<sub>6</sub> است.

<sup>1</sup> - Greenhouse



شکل (۲-۴): مقایسه کیفیت عایقی چند عایق مرسوم در تجهیزات فشار قوی

البته مطالعات جدید نشان داده است که ترکیبات گازی فاقد گاز SF<sub>6</sub> ممکن است در آینده برای بهره‌برداری در مناطق بسیار سرد (کمتر از ۵۰- درجه سانتیگراد) قابل قبول باشند، زیرا در شرایط آب و هوایی بسیار سرد عملکرد گاز SF<sub>6</sub> با مشکل مواجه می‌شود [۲۲].

در عین حال باید توجه داشت که طی سال‌های اخیر مدیریت گاز SF<sub>6</sub> در تجهیزات فشارقوی و پست‌های GIS با هدف کنترل آب‌بندی<sup>۱</sup> تجهیزات فشارقوی SF<sub>6</sub> به منظور کاهش میزان نشتی این گاز و ممانعت از ورود آن به فضای بیرون اهمیت یافته است [۲].

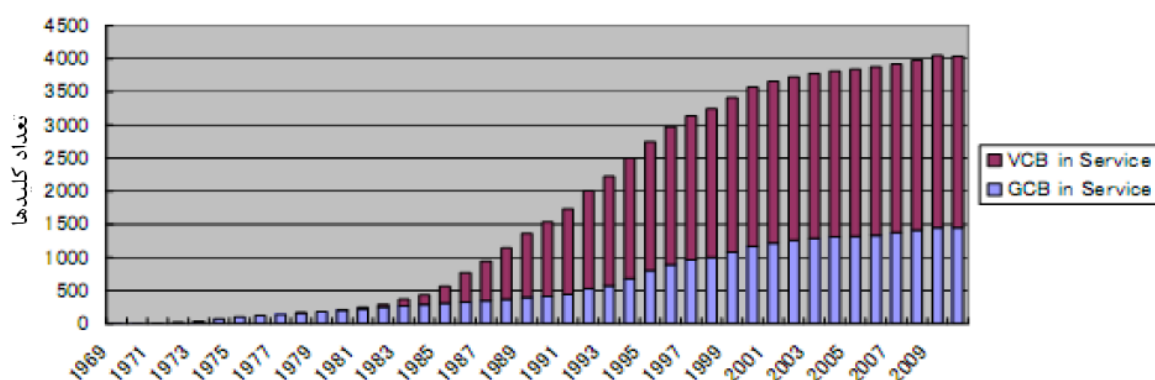
با توجه به رویکرد آتی صنعت برق جهانی به سوی کاهش استفاده از گازهای گلخانه‌ای همانند گاز SF<sub>6</sub>، کشورهای توسعه‌یافته طی سال‌های اخیر نسبت به بهبود عملکرد کلیدهای قدرت خلاء از نقطه نظر عایقی و همچنین افزایش سطح ولتاژ مطالعات فراوانی را انجام داده‌اند [۲].

طی یک دهه اخیر بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته موفق شده‌اند سطح ولتاژی کلیدهای قدرت خلاء را افزایش داده و کاربرد آن‌ها را اجرایی نمایند. خلاصه‌ای از این تحولات در گزارش CIGRE ارائه شده است. باید اشاره کرد که فناوری مربوط

<sup>۱</sup> - Sealing

به کلیدهای خلاء را تا سطوح ولتاژی ۱۶۸ کیلوولت افزایش یافته است و ارتقاء سطح ولتاژی آن همچنان در حال بررسی است [۳۶].

منحنی شکل (۲-۵) روند افزایشی تقاضا برای کلیدهای قدرت خلاء را نسبت به SF<sub>6</sub> برای رده‌ی ولتاژی ۷۲ کیلوولت در ژاپن نشان می‌دهد.



شکل (۲-۵): رونق یافتن کلیدهای VCB در مقایسه با کلیدهای GCB طی سال‌های اخیر در ژاپن

## ۲-۱-۴ - روند بکارگیری خطوط GIL ساخت کمپانی SIEMENS

در نسل اول فناوری خطوط GIL که طی سال‌های ۱۹۷۳ تا ۱۹۹۰ مورد استفاده قرار گرفت، گاز خالص SF<sub>6</sub> مورد استفاده قرار می‌گرفت، لوله‌های فلزی از جنس آلومینیم با beadهای صاف بودند، welding به صورت دستی انجام می‌شد، فقط فاصله‌دهنده‌های نوع بشقابی<sup>۱</sup> مورد استفاده قرار می‌گرفت و برای هر پروژه‌ای طراحی به صورت ویژه انجام می‌شد. اما طبق تجربیات بدست آمده از مشکلات مربوط برای این خطوط (یعنی نسل اول) و نیز مواردی از خاموشی‌های ناشی از وقوع رخداد‌های سنگین محیطی مانند توفان‌های سنگین توام با رعد و برق، در این نوع فناوری تغییرات زیادی صورت گرفت که منجر به ظهور نسل دوم این فناوری شد و از دهه‌ی ۱۹۹۰ به بعد مورد استفاده قرار گرفت. در نسل دوم، از ترکیب گازهای

<sup>۱</sup> . Disc Spacer

SF<sub>6</sub> و N<sub>2</sub> به عنوان عایق استفاده شد، welding به صورت اتوماتیک انجام شد و فرایند کنترل آن به صورت اولتراسونیک انجام شد، از مقره‌های اتکایی استفاده شد و همچنین سیستم مونیوتورینگ بسیار پیشرفته‌ای مورد استفاده قرار گرفت [۲۸]. لازم به ذکر است که بکارگیری این نوع فناوری در کشورهای توسعه یافته بسیار مورد توجه است. گزارشات شرکت SIEMENS نیز حاکی از عملکرد قابل قبول این تجهیزات و اثرپذیری ناچیز از شرایط محیطی بیرونی است.

## ۲-۱-۵- رویکرد اخیر در خصوص عایق اپوکسی رزین

در خصوص عایق اپوکسی رزین، باید گفت که به غیر از مشکلات حرارتی به علت تفاوت میان ضریب انبساط حرارتی رزین و هادی، مشکل اصلی در توسعه‌ی این نوع عایق حذف تخلیه جزئی در حفره‌های درون عایق است، به خصوص که رزین بسیار مستعد تخلیه جزئی‌های کوچک است و همین مسئله می‌تواند در نهایت منجر به خطای عایقی<sup>۱</sup> شود. لذا کنترل کیفیت و مونیوتورینگ تخلیه جزئی برای این نوع عایق‌ها حائز اهمیت فراوان است [۲].

یکی از محدودیت‌های اپوکسی رزین‌ها کاربرد ناگزیر آن‌ها در فضای سرپوشیده<sup>۲</sup> است. در سالیان اخیر به دنبال طرح‌های تحقیقات و توسعه (R&D)، نوع جدیدی از این عایق بنام اپوکسی رزین سیکلوالیفاتیک<sup>۳</sup> که پُرکننده‌ی مناسبی در آن‌ها به کار رفته برای بهره‌برداری در فضای بیرونی معرفی شده‌اند [۲]. البته برخی ادعاها نیز مطرح شده است که حاکی از لزوم احتیاط در بکارگیری مقره‌های اپوکسی رزین سیکلوالیفاتیک در رده‌ی توزیع جهت شرایط آلودگی سنگین هستند [۳].

## ۲-۱-۶- رویکرد فناوری کابل فشار قوی در قبال XLPE

فناوری‌های ساخت عایق XLPE به ویژه با هدف بدست آمدن خواص دی‌الکتریک مطلوب برای این نوع عایق همچنان در حال بهبود است و وارد مرحله‌ی تجاری شده است [۳۷ و ۳۸]. به همین علت توسعه‌ی فناوری ساخت کابل‌های فشار قوی XLPE و به ویژه افزایش سطح ولتاژی این کابل‌ها حائز اهمیت زیادی است و رویکرد آتی کشورهای توسعه یافته نیز به سوی بهره‌برداری بیشتر از این نوع کابل، به خصوص در سطوح ولتاژی فشار قوی و فوق فشار قوی است.

<sup>1</sup> - Failure

<sup>2</sup> - Indoor

<sup>3</sup> - Cycloaliphatic Epoxy Resin

## ۲-۱-۷- رویکرد فناوری عایقی در قبال نانو تکنولوژی

باید گفت که علی‌رغم دستاوردهای بکارگیری نانو در ساختار عایقی، هنوز اطمینان کافی در خصوص کاربرد مناسب این مواد در ساختار عایق تجهیزات فشار قوی، به ویژه تغییرات خواص آن‌ها در طول زمان، به دست نیامده و مطالعات بیشتری بایستی صورت گیرد [۶].

با توجه به اینکه این نوع فناوری به طور گسترده در حال مطالعه و تحقیق و بررسی است، برنامه‌ی آتی کشورهای توسعه یافته، تلاش برای تجاری سازی آتی این فناوری است، زیرا در این صورت مشخصه‌های منحصر به فرد این مواد می‌تواند آینده‌ی فناوری‌های صنعت برق را به طور چشمگیری متحول سازد.

## ۲-۱-۸- رویکرد آتی در خصوص مقره‌های فشار قوی

در خصوص فناوری لعاب نیمه‌هادی نیز باید به این نکته توجه کرد که با توجه به اهمیت بالا بردن کیفیت این مواد جهت استفاده در مقره‌ها، رویکرد تولیدکنندگان لعاب نیمه‌هادی افزایش کیفیت لعاب نیمه‌هادی، به ویژه برای استفاده در مناطق با آلودگی زیاد و شرایط محیطی سخت است. اما به طور عموم سازندگان این مواد تا حد ممکن جزئیات مربوط به فرمولاسیون و فرایند ساخت لعاب نیمه‌هادی را مخفی نگه می‌دارند [۷].

طی دهه‌های اخیر رویکرد بکارگیری مقره‌های پلیمری به عنوان جایگزینی برای مقره‌های سرامیکی و شیشه‌ای با هدف بهبود کارایی در شرایط محیطی سخت مورد توجه قرار گرفت و در کشور ما نیز این رویکرد تا حد زیادی جا افتاده است. اما از آن جا که استقامت مکانیکی مقره‌های پلیمری در مقایسه با مقره‌های پرسلینی کمتر است و در عین حال مشکلات دیگری نیز دارند (که در گزارش به آن اشاره شد) همچنان مطالعات میدانی در مورد این مقره‌ها نیز در حال انجام است و حتی موضوعاتی چون بکارگیری پلیمرهای با کیفیت بالاتر، نانوسیلیکون‌ها و همچنین بکارگیری پوشش‌های سیلیکونی (مانند RTV) بر روی سطوح پرسلینی همچنان مورد توجه و در حال بررسی است. نکته‌ی مهم در خصوص پوشش‌های RTV، بهبود کیفیت موادی آن است که به خصوص نقش مواد پُرکننده در آن بسیار اهمیت دارد.

با این حال باید گفت که رویکرد کلی در فناوری ساخت مقره‌ها، بکارگیری مواد پلیمری است که طبیعتاً بهبود کیفیت پلیمر جهت مناطق با اقلیم خاص یکی از رویکردهای مهم رقابتی در این فناوری خواهد بود.

## ۲-۱-۹ - مطالعات مقدماتی برای ساخت فناوری پست‌های با عایق تمام جامد در ژاپن

اخیراً به علت اثرات گلخانه‌ای گاز SF<sub>6</sub> و قوانین سخت‌گیرانه نسبت به این موضوع در کشورهایی چون ژاپن، مطالعاتی در خصوص بکارگیری پست‌های با عایق تمام جامد<sup>۱</sup> در موسسه‌ی CIEPI ژاپن در حال مطالعه است که مبنای آن بکارگیری ترانسفورماتور با عایق تمام جامد و همچنین تجهیزات ارتباطی با عایق تمام جامد است و در خصوص مشخصات مورد نیاز این تجهیزات مطالعاتی انجام گرفته است که برخی از آن‌ها عبارتند از [۳۹]:

- طراحی خاص و شکل سیم‌بندی ترانسفورماتورها به صورت عمودی با هدف فراهم آوردن گرادیان دمایی صاف در داخل ترانسفورماتور (به دلیل حذف لایه‌ی عایقی بین سیم‌بندی‌ها)
  - استفاده از پُرکننده‌های مناسب دارای هدایت حرارتی بالا (همانند نیتريد آلومینیم) جهت بهبود مشخصه‌ی پراکندگی حرارتی<sup>۲</sup> اپوکسی رزین
  - استفاده از اتصال‌دهنده‌های مناسب بنام Hyper Connections
- لازم به ذکر است که این نوع طرح همچنان در دست بررسی است و هنوز اجرایی نشده است.

## ۲-۱-۱۰ - رویکرد آتی صنعت برق نسبت به فناوری GIS

امروزه فناوری پست‌های GIS علاوه بر رده‌ی فشارقوی و فوق توزیع، جهت استفاده در رده‌ی فشار متوسط توزیع نیز توسعه یافته است و به لحاظ چرخه عمر فناوری نتایج مناسبی داشته است [۲۶].

انگیزه‌های کشورهای توسعه‌یافته برای توسعه‌ی این نوع فناوری به واسطه‌ی مزایای آن مسئله‌ای واضح است. در عین حال باید توجه داشت که کارایی نوع سرپوشیده‌ی این پست‌ها برای استفاده در مناطق با اقلیم خاص بسیار مورد توجه است.

<sup>۱</sup> . All-Solid Insulated Substation

<sup>۲</sup> . Thermal dispersion



## ۲-۱-۱۱- رویکردهای جدید ساخت ترانسفورماتورهای قدرت آب‌بندی شده به صورت هرمتیک

### توسط ALSTOM

طی سال‌های اخیر ساخت ترانسفورماتورهای قدرت آب‌بندی شده به صورت هرمتیک توسط کمپانی ALSTOM بهبود زیادی یافته که برخی از رویکردهای زیر را شامل بوده است و عملاً این نوع ترانسفورماتور را به رقیبی جدی برای ترانسفورماتورهای نوع روغنی تبدیل کرده است [۱۹]:

- کاهش نیازمندی به هرگونه سیستم مونیتورینگ
- بکارگیری تپ چنجر تحت بار با کلید خلاء که فاقد هرگونه خوردگی کنتاکت است.
- سیستم‌ها خنک کننده‌ی نوآورانه با طراحی ویژه در رادیاتورهای آن‌ها که حتی در بالاترین دما یا فشار محتمل، میزان جریان همرفتی خنک‌کنندگی آن‌ها به هیچ وجه تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد.

## ۲-۱-۱۲- رویکرد سازندگان سرکابل‌های پلیمری

امروزه رویکرد شرکت‌های سازنده‌ی سرکابل در جهان بکارگیری هرچه بیشتر پلیمرهایی با مشخصات مطلوب‌تر برای سرکابل‌هاست، به خصوص اینکه مقاومت آن‌ها را در برابر UV افزایش دهند. از همین رو می‌توان گفت که رویکرد بکارگیری سرکابل‌های پلیمری با توجه به حساسیت‌های مربوط به ارتقاء کیفیت آن‌ها، برای مناطق دارای شرایط محیطی سخت، گزینه‌ای مناسب خواهند بود [۴۰].

## ۲-۱-۱۳- روند آتی بکارگیری پست‌های ابررسانا

طرحی که هم‌اکنون در کشورهای توسعه‌یافته در حال مطالعه و بررسی است پست‌های ابررسانای دمای بالا است که کلیه‌ی تجهیزات اصلی آن‌ها (ترانسفورماتور، کابل‌ها، محدودکننده‌های جریان خط<sup>۱</sup> و ذخیره‌سازهای انرژی مغناطیسی ابررسانا<sup>۲</sup>) دارای فناوری HTS باشند. این طرح از آن رو مورد توجه قرار گرفته است که از سویی در آینده‌ای نزدیک

<sup>۱</sup>. Fault Current Limiters

<sup>۲</sup>. Superconducting Magnetic Energy Storage (SMES)

ترانسفورماتورهای HTS تجاری‌سازی خواهند شد و از سویی دیگر کل پست تنها نیازمند یک سیستم خنک کننده‌ی نیتروژنی خواهد بود.

البته طبق مطالعات اقتصادی صورت گرفته احتمالاً این نوع پست‌ها، در آینده فقط برای رده‌ی توزیع توجیه‌پذیر خواهند بود [۱۲].

## ۲-۱-۱۴- رویکردهای جدید در خصوص اندازه‌گیری تخلیه جزئی در عایق‌ها

در روش‌های جدیدتر اندازه‌گیری تخلیه جزئی، تخمین برخی مشخصات تخلیه جزئی‌ها همچون زمان وقوع آن‌ها در سیکل فرکانس قدرت، نرخ تکرار<sup>۱</sup> تخلیه جزئی، پلاریته‌ی آن، انرژی تجمعی<sup>۲</sup> منتشرشده توسط آن و سایر تحلیل‌های آماری بر اساس داده‌های بدست آمده مورد توجه قرار گرفته است. این روش‌های جدید در واقع بسط یافته‌ی روش‌های قدیمی‌تری هستند که مبتنی بر اندازه‌گیری در شرایط خاص بودند. سیستم‌های دیجیتالی نوین<sup>۳</sup>، امکان آشکارسازی و تحلیل شکل موج‌های پالس تخلیه جزئی را به صورت منفرد در محدوده‌ی زمانی نانو ثانیه امکان‌پذیر ساخته است [۲].

این روش‌ها در حال مطالعه و بهبود و توسعه است و نتایج آن‌ها هر سال در کنفرانس‌های IEEE، DEIS و ISH گزارش می‌شود. در عین حال روش‌های اندازه‌گیری نوینی که بتوانند منبع تخلیه جزئی<sup>۴</sup> را تشخیص دهند در حال مطالعه هستند که برخی از نتایج مربوط به آن‌ها توسط CIGRE ارائه شده است.

## ۲-۱-۱۵- اهمیت مدیریت عمر تجهیزات فشار قوی و تعیین وضعیت مبتنی بر شرایط

توسعه‌ی فناوری‌های مونیتورینگ و تعیین وضعیت تجهیزات فشار قوی به خصوص برای کاربرد در مناطق با اقلیم خاص یکی از موضوعات مهم صنعت برق است. اهمیت این موضوع از آن رو است که بخش وسیعی از شبکه‌ی برق جهانی متناسب با شرایط آب و هوایی‌ای طراحی شده است که با توجه به تغییرات پیش روی آب و هوایی جهان ممکن است کارآمدی خود را از دست داده به علت بروز مشکلات عایقی در تجهیزات فشار قوی واجد بروز خطا و کاهش قابلیت اطمینان گردد. از این رو این مسئله بسیار مورد توجه قرار دارد.

<sup>۱</sup> - Repetition Rate

<sup>۲</sup> - Cumulative Energy

<sup>۳</sup> - New Digitized Systems

<sup>۴</sup> - Partial Discharge Source

## ۲-۱-۱۶ - برخی تحولات در خصوص عایق روغنی در تجهیزات فشار قوی

در سال‌های اخیر به مسئله‌ی تاثیرات ناشی از وجود ذرات ناخالصی بر روی استقامت عایق‌های روغنی و نیز تعیین آزمایشگاهی تجمع ذرات در روغن در ترانسفورماتورهای قدرت ولتاژ بالا توجه زیادی شده و به تازگی در برخی شرکت‌های سازنده‌ی ترانسفورماتور، این موضوع در طراحی‌های این تجهیزات مورد استفاده قرار گرفته است، هرچند هنوز کسب اطلاعات در خصوص تنش‌های آغازگر تخلیه جزئی<sup>۱</sup>، به ویژه ناشی از ولتاژ موجی<sup>۲</sup> برای طراحی بهتر ضرورت دارد و لذا همچنان در حال مطالعه است [۲].

یکی از موضوعات دیگری که علی‌رغم مطالعات آزمایشگاهی فراوان درباره‌ی آن همچنان در پروژه‌های مطالعاتی مورد توجه است رفتار ماکروسکوپیکی روغن در فواصل کوچک و بلند است که هدف آن درک مکانیسم شکست الکتریکی و به خصوص تخلیه‌ی جزئی، در حضور یا فقدان آلودگی است، به خصوص در شرایط رطوبت، رسانا بودن یا نارسا بودن آلاینده‌ها و نیز وجود هوا [۲].

در دهه اخیر در ژاپن، آمریکا و اروپا، به تولید روغن‌های دارای مشخصه‌ی اثر شارژ الکترواستاتیک<sup>۳</sup> توسط روش‌های با نرخ جریان<sup>۴</sup> در حدود ۱,۵ متر بر ثانیه توجه شده که در ساختار عایقی تجهیزاتی چون ترانسفورماتورهای قدرت ولتاژ بالا بکار رفته‌اند. همچنین توسط CIGRE فناوری‌های نوین به منظور ارزیابی میزان تمایل شارژ الکترواستاتیکی<sup>۵</sup> در روغن (هم تازه و هم پیرشده) توسعه یافته است [۲].

در عین حال بکارگیری روغن‌های گیاهی که عوارض زیست‌محیطی کمتری دارند به عنوان روغن اشباع‌کننده در ترانسفورماتورها در حال مطالعه و بررسی است که ممکن است در آینده تجاری شوند.

## ۲-۱-۱۷ - رویکردهای جدید در خصوص بکارگیری عایق‌های جامد اشباع شده

در خصوص عایق‌های کاغذ و چوب اشباع شده، دستیابی به کارایی موثر در تنش‌های الکتریکی بالا به منظور طول عمر مورد انتظار حداقل ۲۰ تا ۳۰ سال، از زمینه‌های مهم تحقیقاتی در خصوص این نوع عایق‌ها طی سال‌های اخیر بوده است و از

<sup>۱</sup> - Partial Discharge Inception Stress

<sup>۲</sup> - Surge Voltage

<sup>۳</sup> - Electrostatic Charging Effect

<sup>۴</sup> - Flow Rate

<sup>۵</sup> - Electrostatic Charging Tendency

همین رو توجه به موضوعاتی همانند میزان رطوبت، میزان گاز ماده‌ی اشباع، تلفات در تنش‌های حین بهره‌برداری، تنش‌های آغاز تخلیه جزئی<sup>۱</sup>، محل تخلیه جزئی و مشخصه‌ی پیرشدگی را موجب شده است [۲].

طی سال‌های اخیر مطالعاتی در خصوص بکارگیری عایق ترکیبی که در آن‌ها به جای مایع اشباع‌کننده‌ی عایق جامد از گاز استفاده شود صورت گرفته است. برای مثال ترکیب عایق جامد و گاز SF6 جهت استفاده در کلیدهای بازبست در رده‌ی MV اخیراً مطرح شده است که می‌تواند در آینده منجر به ساخت و تجاری شدن این نوع ادوات شود. البته عدم قطعیت‌هایی در خصوص استقامت عایقی این نوع ترکیبات همچنان وجود دارد که راه کارهای لازم جهت افزایش این شاخص مهم عایقی در دست بررسی است و البته تا حدی نیز امیدبخش بوده است [۴۱].

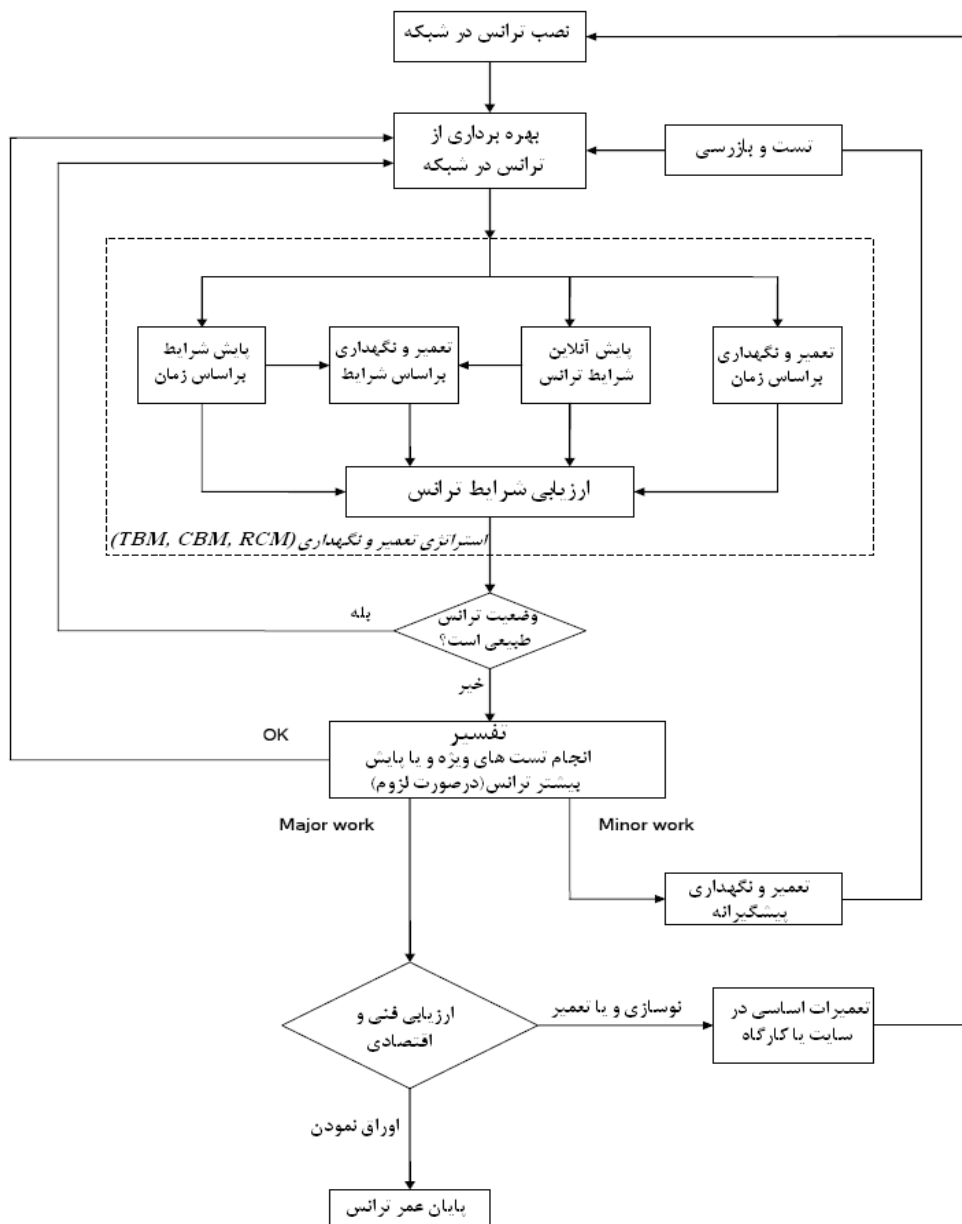
همچنین در آینده ممکن است نیتروژن مایع و یا هلیوم مایع به عنوان اشباع‌کننده‌ی دی‌الکتریک‌های پلاستیکی Lapped در کابل‌های دمای پایین مورد استفاده قرار گیرند، البته به شرطی که به کارگیری آن‌ها به لحاظ تجاری کاملاً توجیه شود و به اثبات برسد [۲].

برخی از الگوریتم‌های جدید مدیریت عمر ترانسفورماتور [۳۳]

## ۱. اصول مدیریت عمر ترانسفورماتور مطابق گزارشات CIGRE

در گزارشات CIGRE نحوه برنامه‌ریزی تعمیر و نگهداری ترانسفورماتور بر اساس زمان و براساس شرایط تشریح شده و الگوریتم زیر به منظور بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری و از رده خارج نمودن ترانسفورماتور پیشنهاد شده است که فلوچارت آن در شکل (۲-۶) نشان داده شده است.

<sup>1</sup> - Partial Discharge Inception Stresses



شکل (۲-۶): الگوریتم پیشنهادی CIGRE به منظور بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری و از رده خارج نمودن ترانس

## ۲. اصول مدیریت عمر ترانسفورماتور طبق رویکرد شرکت ABB

شرکت ABB به منظور مدیریت ترانسفورماتورها بر اساس شرایط، الگویی ارائه نموده است که در آن برنامه‌ی مدیریت عمر

ترانسفورماتور به چهار قسمت تقسیم می‌شود:

- پایش مجموعه ترانس‌ها

- ارزیابی شرایط و طراحی ترانس

- ارزیابی عمر ترانس

- ارائه راهکارهای مهندسی به منظور مدیریت عمر

در مرحله اول مجموعه ترانسفورماتورها براساس احتمال وقوع خطا و اهمیت خروج آن‌ها بررسی شده و پس از رتبه‌بندی آن‌ها، ترانس‌های پرخطرتر تعیین می‌شوند.

در مرحله دوم به ارزیابی وضعیت ترانسفورماتور و شرایط آن پرداخته می‌شود و تست‌هایی به منظور ارزیابی بخش‌های مختلف ترانسفورماتور نظیر هسته، سیم‌پیچی‌ها، بوشینگ و... انجام می‌شود. در این مرحله نتایج ارزیابی وضعیت ترانسفورماتور که بوسیله تست‌های روتین و پیشرفته بدست آمده است با اطلاعات مربوط به طراحی ترانسفورماتور (که کارخانه سازنده منتشر می‌کند) مقایسه شده و به هر آیت در ارزیابی وضعیت ترانسفورماتور (به عنوان مثال وضعیت سیم‌پیچی، تپ چنجر و...) امتیازی تعلق می‌گیرد.

در مرحله سوم ترانسفورماتورها بر اساس ریسک ناشی از خروج، نتایج آزمایشات اولیه مربوط به ارزیابی شرایط ترانسفورماتور و نتایج مربوط به آزمایشات پیشرفته دسته‌بندی می‌شوند. تفاوت ارزیابی ریسک در این مرحله و مرحله اول در این است که ارزیابی ریسک در این مرحله دقیق‌تر صورت می‌گیرد.

در مرحله چهارم، اقدامات مهندسی بر اساس رتبه‌بندی مرحله سوم صورت می‌گیرد. هدف از این اقدامات کاهش ریسک، افزایش عمر و بهبود وضعیت فنی ترانس‌ها می‌باشد. اقدامات مهندسی که در این مرحله تعیین می‌شوند عبارتند از:

- اقدامات تعمیر و نگهداری پیشگیرانه و اصلاحی

- تعیین نوع اقدامات مربوط به تعمیر ترانس

- جابجایی و یا انتقال ترانس

- نوسازی و یا از رده خارج نمودن ترانس

آزمایش‌های تعیین وضعیت که توسط شرکت ABB به منظور تعیین وضعیت ترانسفورماتور استفاده می‌شود عبارتند از:

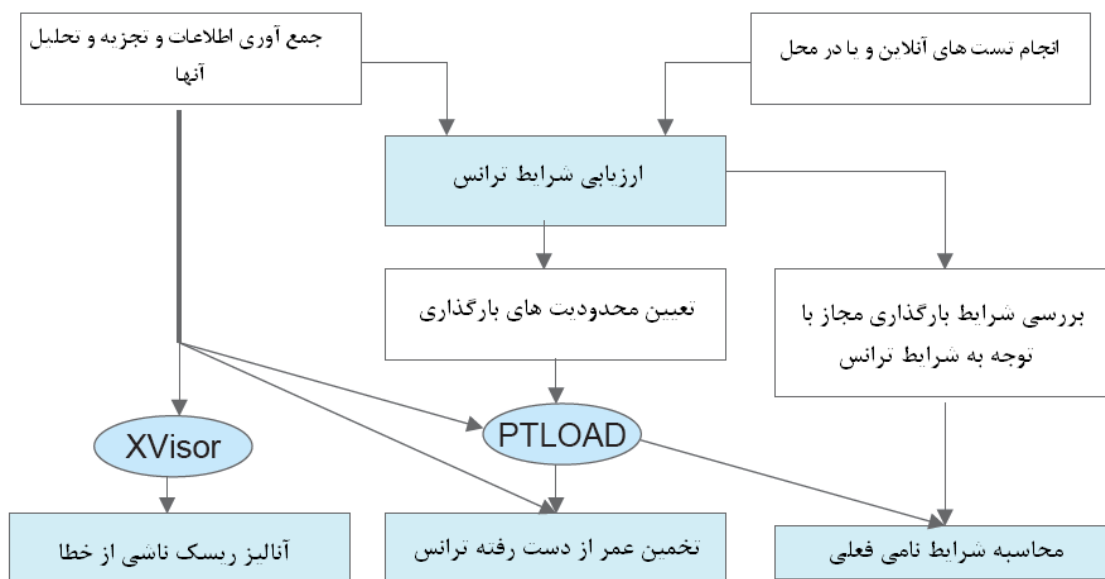
- تعیین مقاومت سیم‌پیچی

- تعیین مقدار خازن، ضریب توان و تلفات دی‌الکتریک سیم‌پیچی

- تعیین مقدار خازن، ضریب توان و تلفات دی‌الکتریک پوشینگ
- اندازه‌گیری مقاومت استاتیک و دینامیک OLTC
- تعیین امپدانس اتصال کوتاه و جریان تحریک ترانس
- ترموگرافی
- تعیین نسبت تبدیل ترانس
- تست‌های روغن و آزمایش DGA
- آنالیز پاسخ فرکانسی
- پاسخ فرکانسی دی‌الکتریک (DFR و FDS) برای پوشینگ و سیم‌پیچی‌ها
- تست‌های تخلیه جزئی

### ۳. اصول مدیریت عمر ترانسفورماتور طبق رویکرد شرکت EPRI

شرکت EPRI الگوریتمی را به منظور مدیریت عمر ترانسفورماتور ارائه نموده که در شکل (۲-۷) نشان داده شده است و مطابق آن خروجی‌های این الگوریتم شامل آنالیز ریسک ناشی از خطا، تخمین عمر از دست رفته ترانسفورماتور و محاسبه میزان بارگذاری ترانسفورماتور است.



شکل (۲-۷): الگوریتم ارائه شده توسط EPRI به منظور مدیریت عمر ترانس

اقدامات و آزمایش‌هایی که EPRI از آن‌ها به منظور ارزیابی شرایط ترانسفورماتور استفاده می‌کند، عبارتند از:

- ارزیابی رطوبت
- ترموگرافی مادون قرمز
- تشخیص تخلیه جزئی
- تشخیص آلودگی‌های صوتی و لرزش‌ها
- آنالیز پاسخ فرکانسی
- اندازه‌گیری طیف فرکانسی لرزش
- اولتراسونیک
- تست روغن و DGA
- تست‌های عملکرد ترانس
- بازرسی‌های چشمی
- نرم‌افزار EPRI Xvisor



• سیستم خبره برای تشخیص خطا در ترانسفورماتور (ANNEPS)

## ۲-۲- استراتژی آتی صنعت برق جهان طبق گزارش EPRI

بیش از دو دهه‌ی قبل موسسه‌ی EPRI یکسری گزارش تحت عنوان Electricity Technology Roadmap [۴۲] را به چاپ رساند که نقشه راه صنعت برق جهان را بر اساس برنامه‌ریزی استراتژیک فناوری برای بازه‌ی ۴۰ تا ۵۰ سال ارائه داد. سند مذکور به عنوان سندی مرجع در بسیاری از کشورها و از جمله در ایران به منظور تدوین افق زمانی پروژه‌های صنعتی و از جمله صنعت برق کشور مورد استفاده قرار گرفته است.

اما یک دهه قبل موسسه‌ی EPRI مجموعه گزارشات جدیدی تحت عنوان Electric Power Industry Technology Scenarios [۴۳] را به چاپ رساند که علت آن به گفته‌ی خود موسسه‌ی EPRI تاثیر برخی عدم قطعیت‌ها همانند قیمت سوخت، شرایط اقتصادی در حال تحول، شرایط زیست محیطی جدید، پیشرفت‌های فناوری محور و همچنین سیاست‌گذاری‌های جدید مقررات فناوری‌ها عنوان شده است که با تغییر الزامات تحقیقات و توسعه (R&D) در زمینه‌ی فناوری‌ها و در عین حال تحت‌الشعاع قرار دادن افق زمانی فناوری‌های جدید، ضرورت بازنگری گزارش‌های قبلی را ایجاب نموده و منتهی به این گزارشات جدید شده است. این گزارش‌ها که نخستین شماره‌ی آن در سال ۲۰۰۵ به چاپ رسیده است، مبتنی بر ارائه‌ی افق زمانی ۲۰ ساله برای فناوری‌های جدید بر مبنای چهار سناریوی کلی زیر است:

۱. سناریوی Digging in Our Heels

۲. سناریوی Supply to the Rescue

۳. سناریوی Double Whammy

۴. سناریوی Biting the Bullet

در سناریوی اول که بر مبنای قیمت بالای گاز طبیعی و قیمت پایین جرمه برای انتشار گاز CO<sub>2</sub> استوار است، تمایل برای فناوری‌های بسیار پیشرفته<sup>۱</sup> با رویکردی کند اما ثابت به سمت بکارگیری فناوری‌های دارای بهره‌وری بالا از منظر مصرف

<sup>۱</sup> . High-Tech

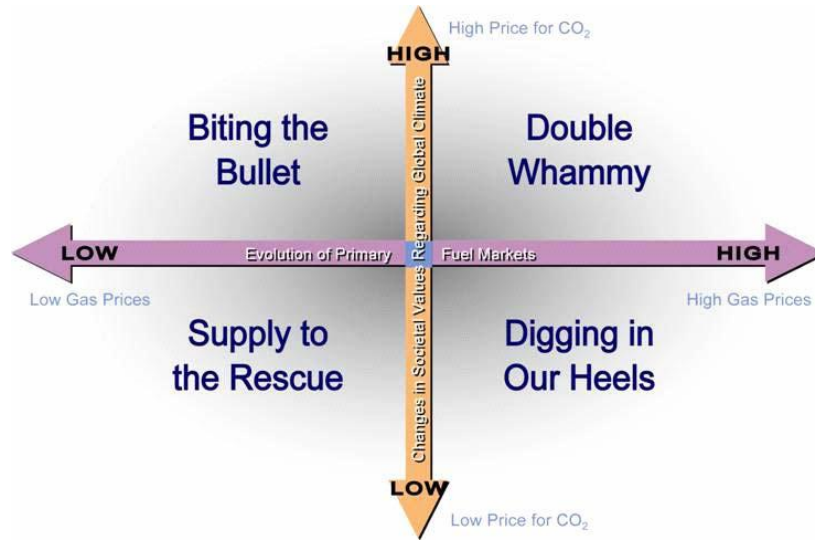
انرژی وجود دارد. در عین حال برای مصرف‌کنندگان برق، استاندارد بهره‌گیری از صنعت برق هرچند بالا است، اما همگام با سایر جنبه‌های اقتصادی نیست و تمایل چندانی برای فراهم آوردن سرویس‌دهی با کیفیت بالا و همچنین انجام تحقیقات در خصوص فناوری‌های نوین و جایگزینی زیربنای شبکه وجود نخواهد داشت. این سناریو هم‌اکنون در برخی از مناطق آمریکا مورد توجه است.

در سناریوی دوم که بر مبنای قیمت پایین گاز طبیعی و قیمت پایین جریمه برای انتشار گاز CO<sub>2</sub> استوار است، به باور برنامه‌ریزان فناوری سرعت فعلی توسعه‌ی تعدیل شده در کیفیت زیست‌محیطی کفایت می‌کند و فناوری‌های نوین به مرور منجر به پیشرفت خواهد شد. در عین حال ابداعات فناوری‌ها به سمت اقتصاد دانش محور و رشد اقتصادی تعدیل شده سوق خواهد داشت. این سناریو در اغلب مناطق آمریکا در دهه‌ی ۹۰ میلادی مورد توجه بوده است.

در سناریوی سوم که بر مبنای قیمت بالای گاز طبیعی و قیمت بالای جریمه برای انتشار گاز CO<sub>2</sub> استوار است، سرعت سرمایه‌گذاری‌ها و نوآوری‌ها تسریع خواهد شد. این رویکرد بیشتر برای صنایع مرتبط با انرژی موضوعیت دارد و در حال حاضر در اتحادیه‌ی اروپا و ژاپن بسیار مورد توجه است.

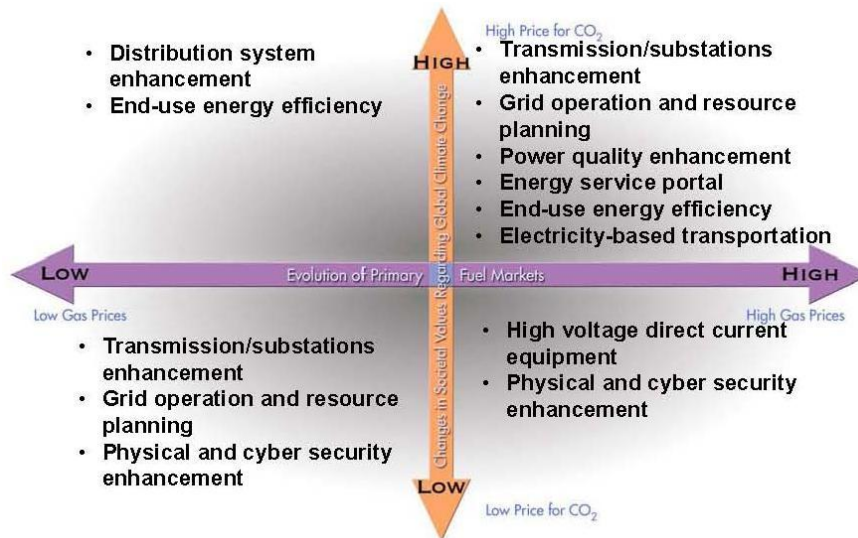
در سناریوی چهارم که بر مبنای قیمت پایین گاز طبیعی و قیمت بالای جریمه برای انتشار گاز CO<sub>2</sub> استوار است، سیاست-گذاری‌ها و تدوین مقررات برای صنعت به گونه‌ای است که در کوتاه‌مدت ممکن است تبعات سنگینی را به لحاظ اقتصادی تحمیل نموده و رشد اقتصادی را کند نماید، اما نتایج ارزشمند آن برای جامعه در بلندمدت آشکار خواهد شد. در این سناریو، آن دسته از فناوری‌هایی که هنوز به مرحله‌ی بلوغ نرسیده‌اند، علی‌رغم عدم قطعیت‌های مربوط به هزینه‌های چرخه‌ی عمر و سودآوری بلندمدت، تجاری‌سازی شده و وارد بازار رقابتی می‌شوند. چنین سناریویی در حال حاضر در فرانسه مورد توجه است.

فلوچارت این چهار سناریو در شکل (۲-۸) نشان داده شده است:



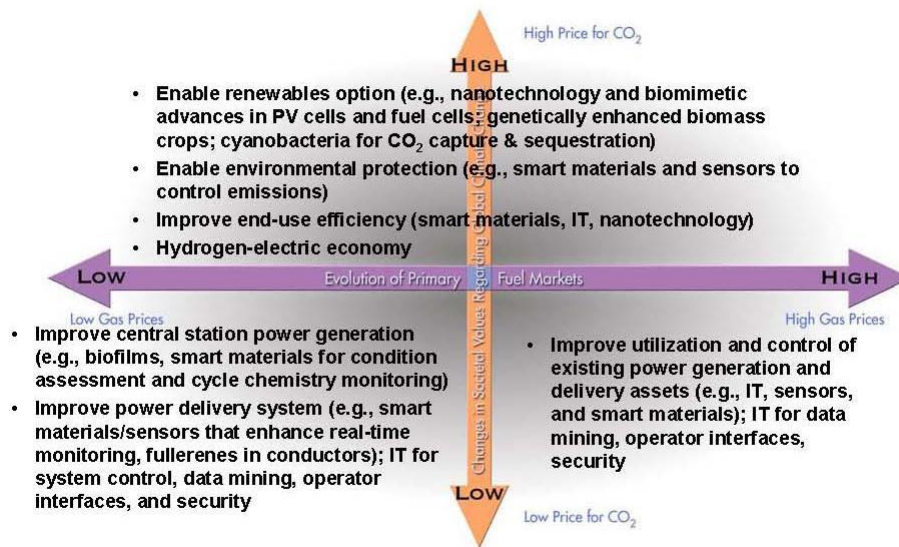
شکل (۲-۸): فلوجارت چهار سناریوی پیشنهادی EPRI برای تبیین افق زمانی فناوری‌ها

طبق این گزارش، سناریوهای مربوط به چالش‌های مربوط به تحقیقات و توسعه در انتقال برق مطابق شکل (۲-۹) است که هدف کلی آن تامین برق برای مصرف‌کنندگان با درجه‌ی بالایی قابلیت اطمینان و کیفیت توان است. همچنین سناریوهای مربوط به فناوری‌های نوآورانه در صنعت برق در شکل (۲-۱۰) نشان داده شده است که در شش گروه کلی شامل بیوتکنولوژی، مواد هوشمند<sup>۱</sup>، نانو تکنولوژی، تکنولوژی اطلاعات، سنسورها و اقتصاد مبتنی بر برق هیدروژنی هستند.



شکل (۲-۹): فلوجارت سناریوهای پیشنهادی EPRI برای تبیین افق زمانی فناوری‌های انتقال برق

<sup>1</sup> . Smart Materials



شکل (۲-۱۰): فلوجارت سناریوهای پیشنهادی EPRI برای تبیین افق زمانی فناوری‌های نوین

در جداول (۲-۱) و (۲-۲)، افق زمانی آن دسته از فناوری‌هایی که با موضوعیت این سند راهبردی، یعنی تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص در تناسب هستند، به ترتیب برای حوزه تحقیقات و توسعه‌ی انتقال برق و فناوری‌های نوآورانه ارائه شده است. بر اساس این جداول، افق زمانی فناوری‌های نوین بازه‌ی یک ۲۰ ساله شامل سه دوره‌ی کوتاه مدت (۱ الی ۵ سال)، بازه‌ی میان‌مدت (۶ الی ۱۰ سال) و بلندمدت (۱۱ الی ۲۰ سال) است.

جدول (۱-۲): افق زمانی فناوری‌های توسعه‌ی انتقال برق EPRI

بازه‌ی بلندمدت: ۱۱ الی ۲۰ سال	بازه‌ی میان‌مدت: ۶ الی ۱۰ سال	بازه‌ی کوتاه‌مدت: ۱ الی ۵ سال	حوزه‌ی فناوریانه
ارزیابی و به‌روزرسانی فناوری‌ها و روش‌های نوین	گسترش فناوری در مقیاس وسیع	توسعه و ارائه‌ی فناوری‌های مدیریت تجهیزات انتقال و پست	تعیین وضعیت و تعمیر و نگهداری ارتقاء یافته، افزایش طول عمر تجهیزات پیرشده در شبکه‌ی انتقال و پست‌های برق
پیشرفت مداوم فناوری	گسترش فناوری در مقیاس وسیع	توسعه و ارائه‌ی فناوری	کلیدهای حالت جامد کارآمد
گسترش و ارزیابی فناوری‌های مربوط به شبکه‌ی خود-درمان‌گر در مقیاس وسیع	ارائه‌ی فناوری در مقیاس آزمایشیِ جمع‌شده	گسترش سیستم مونیورینگ و کنترل دامنه‌ی وسیع موجود	توسعه‌ی اجزاء سیستم کنترلی در شبکه‌ی خود-درمان‌گر
توسعه، مونیورینگ و ارزیابی مقیاس وسیع فناوری	تجمع میدانی اجزاء و سیستم‌های مرتبط	ارزیابی میدانی اجزاء آزمایشی در سیستم‌های توزیع اتوماتیک پیشرفته	فناوری‌های مربوط به سنسورها و مونیورینگ در شبکه‌ی توزیع (در کنار فناوری‌های دیگر به منظور ایجاد شبکه‌ی قابل کنترل و منعطف)
ارزیابی و اصلاح فناوری‌های کنترل کیفیت توان جمع‌شده با سیستم اتوماسیون و توسعه در مقیاس وسیع	توسعه‌ی شبکه‌ی مونیورینگ	تهیه‌ی استانداردهای رتبه-بندی، طراحی سیستم‌های مونیورینگ و سیستم‌های ارتباطی	توسعه و ارائه‌ی فناوری‌های مربوط به توانمندی‌سازی شبکه در تامین برق با کیفیت و یاری دهنده در خصوص مشخصات طراحی تجهیزاتِ end use در شبکه‌ی توزیع

جدول (۲-۲): افق زمانی فناوری‌های نوآورانه‌ی برق EPRI

بازه‌ی بلندمدت: ۱۱ الی ۲۰ سال	بازه‌ی میان‌مدت: ۶ الی ۱۰ سال	بازه‌ی کوتاه‌مدت: ۱ الی ۵ سال	حوزه‌ی فناوریانه
ارائه‌ی تجاری کاربرد به-صرفه و ماندگارِ موادِ نانوی دارای خاصیتِ دی-الکتریکی بالا	ارائه‌ی مقیاس آزمایشگاهی کاربردهای موادِ نانوی دارای خاصیتِ دی‌الکتریکی بالا	مطالعات اکتشافی و آزمایشگاهی و تاییدی در زمینه‌ی موادِ نانوی خاصیتِ دی‌الکتریکی بالا	توسعه‌ی نانو تکنولوژی در سنسورها و شبکه‌ها، موادِ ساختاری و کاتالیزورها بیوتکنولوژی، موادِ هوشمند و سنسورها

## ۲-۳- استراتژی آتی BCTC در خصوص فناوری‌های صنعت برق

در گزارش BCTC<sup>۱</sup> که در سال ۲۰۰۸ تحت عنوان Transmission Technology Roadmap [۴۴] منتشر شده است، افق زمانی ۲۰ ساله برای تحقق اهداف فناوری صنعت برق این کمپانی تدوین شده است که در ادامه فقط به آن بخش‌هایی که با سند راهبردی توسعه‌ی فناوری تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص ارتباط دارند اشاره خواهد شد. در این راهبرد ابعاد گوناگونی ارائه شده است که در ادامه به آن‌ها اشاره خواهد شد.

۱. تحلیل موقعیت که شامل موارد زیر است:

- تغییرات شرایط آب و هوایی و رخدادهای نامطلوب محیطی
- جایگزینی زیربنای فرسوده
- رشد و تقویت قابل توجه شبکه
- افزایش میزان نرخ کنترل‌پذیری در شبکه
- پیچیدگی شبکه: استانداردهای قابلیت اطمینان، انتقال غیرمتراکم<sup>۲</sup>، برنامه‌ریزی‌های بلندمدت، ابتکار عمل منطقه‌ای
- خواسته‌های مصرف‌کنندگان از منظر قابلیت اطمینان

۲. هدف کلی: فراهم آوردن ارزش کسب و کار در حوزه‌ی انتقال برق از طریق تحقیقات، ارائه‌ی دستاوردها و اجرای نوآوری-های فناورانه که قابلیت اطمینان، بهره‌وری و پذیرش عمومی نسبت به شبکه را ارتقاء می‌دهد.

۳. اهداف عینی جزئی که شامل موارد زیر است:

- کاهش ریسک‌های عملیاتی و اثرپذیری شبکه توسط عوامل فیزیکی به خصوص عوامل طبیعی
- توسعه‌ی شبکه‌ی انتقال به سمت بهره‌گیری از حداکثر ظرفیت ممکن خود، کاهش تلفات و توانمندسازی در زمینه‌ی امنیت و خودبستگی<sup>۱</sup> شبکه
- برنامه‌ریزی برای گسترش سریع‌تر شبکه‌ی انتقال با هزینه‌ی کمتر همراه با چرخه عمر و هزینه‌ی بهبودیافته

<sup>۱</sup> . British Columbia Transmission Corporation

<sup>۲</sup> . Uncongested Transmission

- مدیریت تجهیزات فعلی برای تحقق قابلیت اطمینان و به حداقل رساندن هزینه‌های تعمیر و نگهداری و تقویت<sup>۲</sup> بلنمدت
- فراهم آوردن ابزارهای آنالیز مرتبط با داده‌های وضعیت شبکه به منظور ارتقاء سطح تصمیم‌گیری توسط اپراتورها، طراحان و مدیران
- ۴. ابتکار عمل در حوزه‌های فناورانه که شامل حوزه‌های زیر است:
  - امنیت شبکه‌ی برق:
    - ✓ فناوری کابل‌های فشار قوی (کابل‌های موجود و کابل‌های آینده)
    - ✓ کاهش تراکم شبکه
    - ✓ ارزیابی ریسک و ارزش‌گذاری چارچوب خطرات ناشی از عوامل محیطی
    - ✓ مدل‌سازی شرایط محیطی و آب و هوایی
    - ✓ امنیت فیزیکی شبکه
  - کارآمدی و رهبری زیست محیطی:
    - ✓ کاهش تلفات شبکه
    - ✓ تاثیر پارامترهای محیطی بر شبکه
  - شبکه‌ی انتقال هوشمند:
    - ✓ تجهیزات هوشمند برای مونی‌تورینگ و همچنین سنس کردن شبکه از راه دور<sup>۳</sup>
    - ✓ تعیین مقادیر نامی تجهیزات به صورت پویا<sup>۱</sup>
  - شبکه‌های انتقال آینده:
    - ✓ بکارگیری مواد پیشرفته در ساختمان تجهیزات شبکه
    - ✓ روش‌های نوین عملیات میدانی و روباتیک

<sup>۱</sup> . Self Sufficiency

<sup>۲</sup> . Sustainment

<sup>۳</sup> . Remote Sensing

۵. افق زمانی برخی فناوری‌های مهم در شبکه‌ی انتقال که با موضوع تدوین سند راهبردی توسعه‌ی فناوری تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص مرتبط هستند در جدول (۲-۳) ارائه شده است.

جدول (۲-۳): افق زمانی برخی فناوری‌های کلیدی شبکه‌ی انتقال برق BCTC

بازه‌ی بلندمدت: ۱۱ الی ۲۰ سال	بازه‌ی میان‌مدت: ۶ الی ۱۰ سال	بازه‌ی کوتاه‌مدت: ۱ الی ۵ سال	حوزه‌ی فناوری
کابل‌های ابررسانای دمای بالا	بکارگیری کابل‌های XLPE فشار قوی	تعیین وضعیت کابل‌های فشار قوی	فناوری کابل‌های فشار قوی
پیاده‌سازی پروژه‌های تعیین مقادیر نامی مدار حرارتی پویا	محاسبه‌ی TTC <sup>۲</sup> و ATC <sup>۳</sup> زمان حقیقی	تعیین مقدار نامی مدار حرارتی پویا برای تجهیزات شبکه‌ی انتقال	کاهش تراکم شبکه
اجرای کردن نتایج مطالعات در آشکارسازی خطرات فیزیکی برای شبکه		مطالعه‌ی فناوری‌های شناسایی خطرات ناشی از عوامل محیطی	ارزیابی ریسک و ارزش‌گذاری چارچوب مربوط به خطرات فیزیکی ناشی از عوامل محیطی
نصب پایگاه‌های تحقیقاتی در زمینه‌ی مطالعه‌ی اثرات محیطی بر شبکه	اجرای کردن نتایج مدل‌سازی-ها جهت تغییر استانداردها و تجربیات	مدل‌سازی شرایط آب و هوایی و محیطی	مدل‌سازی و تعیین پاسخ شرایط محیطی و آب و هوایی
پیاده‌سازی و اجرای فناوری‌های مطالعه شده		مطالعه‌ی فناوری‌های سختی-سازی و مواد پیشنهادی دیگر برای تجهیزات شبکه	امنیت فیزیکی شبکه
اجرای کردن نتایج حاصل از مطالعات		انجام مطالعات پیش‌نیاز	کاهش تلفات شبکه
سنس کردن اتوماتیک شبکه از راه دور	بکارگیری سنسورهای هوشمند	مطالعات اولیه	تجهیزات هوشمند برای مونیتورینگ و همچنین سنس کردن شبکه از راه دور
بکارگیری میدانی تجهیزات داری مواد پیشرفته		توسعه و ارائه‌ی مواد پیشرفته	بکارگیری مواد پیشرفته در ساختمان تجهیزات شبکه
انجام کارهای میدانی بر پایه‌ی فناوری روباتیک در پست‌های فشار قوی	انجام کارهای میدانی بر پایه‌ی فناوری روباتیک در خطوط انتقال	مطالعه و ارائه‌ی روش‌های روباتیک	روش‌های نوین عملیات میدانی و روباتیک جهت بازبینی و تعیین وضعیت

۱. Dynamic Rating of Assets

۲. Total Transfer Capacity

۳. Available Transfer Capacity



بازه‌ی بلندمدت: ۱۱ الی ۲۰ سال	بازه‌ی میان‌مدت: ۶ الی ۱۰ سال	بازه‌ی کوتاه‌مدت: ۱ الی ۵ سال	حوزه‌ی فناوریانه
			شبکه‌ی انتقال

## ۲-۴- نتیجه‌گیری

به طور کلی می‌توان رویکرد کلی صنعت برق جهان را از منظر فناوری‌های عایقی فشار قوی در جهت تناسب با مناطق با اقلیم خاص به قرار زیر دانست:

۱. سازگاری با محیط زیست بر مبنای تقویت ساختار شبکه‌ی برق در برابر عوامل ناساز محیطی
۲. سازگاری با محیط زیست با هدف ممانعت از تشدید بحران زیست محیطی و گرمایش زمین

از این منظر می‌توان رویکردهای جاری و آتی در خصوص تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص را به صورت زیر طبقه‌بندی نمود:

الف) رویکرد جاری و آتی در خصوص فناوری‌های ساخت عایق‌ها

۱. کاهش هرچه بیشتر استفاده از روغن به عنوان عایق و توجه بیشتر به عایق‌های جامد یا گازی جهت استفاده در تجهیزات عایقی
۲. افزایش کیفیت عایقی مواد جامد در تجهیزاتی چون ترانسفورماتورهای جدید
۳. ساخت و تولید مایعات گیاهی به عنوان مایع اشباع‌کننده به عنوان جایگزین روغن در ترانسفورماتورهای روغنی
۴. یافتن و بکارگیری ترکیبات گازی جدید که بتواند جایگزین گاز خالص SF<sub>6</sub> شود.
۵. بهبود کیفیت مواد پلیمرهای مورد استفاده در صنعت برق، به ویژه سیلیکون، با هدف تأثیرپذیری کمتر این مواد از شرایط نامطلوب محیطی
۶. مطالعه در خصوص مواد نانو (نانوسرامیک‌ها، نانوسیلیکون‌ها و مواد هوشمند) جهت استفاده به عنوان عایق در تجهیزات فشار قوی
۷. توسعه‌ی بکارگیری عایق‌های ترکیبی در تجهیزات فشار قوی

ب) رویکرد جاری و آتی در خصوص فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی

۱. افزایش کیفیت ساخت تجهیزات عایقی فشار قوی با هدف افزایش قابلیت اطمینان آن‌ها جهت استفاده در شرایط محیطی خاص (مانند ترانسفورماتورها، کابل‌ها، سوئیچگیرها، مقره‌ها و نیز پوشینگ‌های تجهیزات فشار قوی)
۲. فشرده کردن هرچه بیشتر تجهیزات عایقی فشار قوی همانند سوئیچگیرها که به علت دارا بودن فناوری‌های ساخت پیچیده‌تر در این نوع فناوری‌ها، کاهش اثرپذیری آن‌ها از شرایط محیطی حاصل خواهد شد (این رویکرد می‌تواند منجر به ساخت محصولات جدید نیز شود).
۳. توجه بیشتر به فناوری ساخت کلید خلاء با هدف ارتقاء رده ولتاژی آن‌ها و بهبود عملکرد عایقی
۴. تلاش برای بهبود و توسعه فناوری کلیدهای قدرت گازی غیر SF6
۵. توجه هرچه بیشتر به ممانعت از نشستی گاز SF6 به محیط که طبیعتاً لازمه‌ی آن دست یافتن به فناوری‌هایی خواهد شد که طبیعتاً در برابر نفوذ رطوبت و آلودگی مقاوم خواهد بود.
۶. بهبود کیفیت سطوح عایقی خارجی پلیمری در تجهیزات فشار قوی (شامل مقره‌های پلیمری، پوشش‌های سیلیکونی RTV، مقره‌های هیبریدی و پوشینگ‌های پلیمری) جهت تناسب با مناطق با اقلیم خاص
۷. بکارگیری عایق‌های نانو در تجهیزات فشار قوی در آینده
۸. بکارگیری فناوری‌های ابررسانایی در صورت توجیه‌پذیری فنی اقتصادی آن‌ها در آینده
۹. بکارگیری پست‌های با عایق تمام جامد رده‌ی توزیع در آینده
۱۰. توسعه فناوری ساخت کابل XLPE با هدف افزایش رده ولتاژی و بهبود کیفیت عایقی

پ) رویکرد جاری و آتی در خصوص فناوری‌های بهره‌برداری

۱. ارتقاء سخت‌افزاری و نرم‌افزاری سیستم‌های مونیترینگ و تعیین وضعیت تجهیزات عایقی جهت مدیریت عمر تجهیزات عایقی فشار قوی در شبکه‌ی انتقال و توزیع
۲. پیاده‌سازی الگوهای جدیدتر تعمیر و نگهداری برای تجهیزات فشار قوی، به ویژه تجهیزات مهمی چون ترانسفورماتور قدرت
۳. استفاده از سنسورهای هوشمند و مونیترینگ از راه دور به منظور افزایش قابلیت اطمینان شبکه انتقال و توزیع

۴. استفاده از فناوری رباتیک در تعمیر و نگهداری شبکه‌های انتقال

۵. توسعه‌ی دانش مدل‌سازی شرایط آب و هوایی جهت بهره‌گیری در الگوهای تعیین وضعیت تجهیزات فشار قوی

## مراجع

- [۱]. محمدرضا مشکوه‌الدینی (۱۳۸۹). ویژگی‌های مواد در مهندسی برق و الکترونیک. انتشارات دانشگاه صنعت آب و برق.
- [2]. R. James, Q. Su. (2007). Condition Assessment of High Voltage Insulation in Power System Equipment. IET Power and Energy.
- [3]. Holtzhausen. High Voltage Insulators. ICD Technologies Electrical.
- [4]. V. Dave et al (2013). Nanotechnology for outdoor Highvoltage insulator: An experimental Investigation. International Conference on Global Scenario in Environment and Energy. Vol. 5, No. 2.
- [5]. C. Pazhanimuthu (2012). Investigation of Dielectric and Thermal Properties of Nano-Dielectric Materials in Electrical Applications. International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT) Volume 2, Issue 2.
- [6]. K. Lau et al. (2011). Polymer Nanocomposites in High Voltage Electrical Insulation Perspective: A Review. Malaysian Polymer Journal, Vol. 6, No. 1, p 58-69.
- [7]. M. Farzaneh et al. (2009). Insulators for Icing and Polluted Environments. John Wiley & Sons.
- [8]. M. Roy et al. (2005). Polymer Nanocomposite Dielectrics-the Role of the Interface. IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation. Volume 12, Issue 4.
- [9]. TE Connectivity. Raychem Hybrid Line Post Insulator. TE Connectivity Limerick Ireland.
- [10]. J. C. Mulburg et al. (2007). The Design, Construction and Operation of Long-Distance High-Voltage Electricity Transmission Technologies. Argonne National Laboratory.
- [11]. J. Keith (2006). Overview of Nanodielectrics: Insulating Materials of the Future. IEEE Electrical Insulation Symposium.
- [12]. G. Schöffner et al (2006). Gas Insulated Transmission Lines – Successful Underground Bulk Power Transmission for more than 30 Years. The 8th IEE International Conference on AC and DC Power Transmission.
- [13]. T. Masuda et al. (2005). High-Temperature Superconducting Cable Technology and Development Trends. SEI Technical Review. No. 59.

- [14]. A. Jain A et al. (2013). Review Partial Discharge Activity in Electrical Insulation. International Journal of Electrical, Electronics and Computer Engineering. ISSN No. 2277-2626.
- [15]. X. Chen et al. (2007). Development and Technology of HTS Transformers. Research Communication. Vol. 1, No. 1.
- [16]. H. Okubo et al. (2004). Technical Trend of Superconducting and Electrical Insulating Material for HTS Power Applications. CIGRE Working group SC D1.15.
- [17]. M. Gadeppanavar et al. (2013). Design of Future Substation. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering. Volume 3, Issue 3.
- [18]. CBC. Composite Hollow Core Insulators For Electric Apparatus
- [19]. ALSTOM. Hermetik: Low Maintenance Power Transformer
- [20]. A. Iturregi et al (2009). High Voltage Circuit Breakers: SF6 vs. Vacuum. International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ09).
- [21]. Hans-Erik Olovsson et al. Next Generation Substation. ABB Review.
- [22]. CIGRE (2014). Optimized Gas-Insulated Systems by Advanced Insulation Techniques. CIGRE Working Group D1.28.
- [23]. M. Kezunovic (2010). The 21st Century Substation Design. Power Systems Engineering Research Center (PSERC).
- [24]. Siemens (2013). Gas-Insulated Switchgear up to 550 kV, 63 kA, 5000A Type 8DQ1.
- [25]. Hermann Koch (2014). GIS: Gas Insulated Substations. Wiley-IEEE.
- [26]. (2003). SF6-GIS-Technology for Power Distribution – Medium voltage : Life Cycle Assessment. Solvay Fluor und Derivate.
- [27]. Element Technologies for All-solid Insulated Substation. CRIEPI Japan. (<http://criepi.denken.or.jp/en/electric/05e.pdf>)
- [28]. (2009). Undergrounding high voltage electricity transmission. The technical issues. National Grid.
- [۲۹]. پژوهشگاه نیرو (۱۳۹۲). بررسی استهلاک (تعیین زمان مفید بهره‌برداری) تجهیزات در شبکه برق تحت پوشش شرکت توزیع نیروی برق هرمزگان. کارفرما: شرکت توزیع نیروی برق هرمزگان.
- [۳۰]. پژوهشگاه نیرو (۱۳۹۱). مطالعات اولیه و بررسی سابقه موضوعی مدیریت عمر ترانسفورماتورهای قدرت. کارفرما: توانیر.

- [31]. EPRI Portfolio (2012). Substations - Program 37.
- [32]. EPRI Portfolio (2012). Overhead Transmission - Program 35.
- [33]. EPRI Portfolio (2012). Distribution Systems - Program 180.
- [34]. EPRI Portfolio (2012). Underground Transmission - Program 36.
- [۳۵]. احسان گل‌پرور. آینده پژوهی: مقدمه‌ای بر آینده پژوهی. نشریه توسعه مهندسی بازار. سال هفتم، خرداد و تیر ۱۳۹۲، شماره ۳۱.
- [36]. GIGRE (2014). The Impact of the Application of Vacuum Switchgear at Transmission Voltages. Working Group A3.27.
- [37]. P.J. Caronia et al. (2003). New XLPE Insulation Materials for HV and EHV Cable. JICABLE '03.
- [38]. N. Hampton et al. (2007). Long-Life XLPE Insulated Power Cable. Jicable '07.
- [39]. Element Technologies for All-solid Insulated Substation. CRIEPI Japan. (<http://criepi.denken.or.jp/en/electric/05e.pdf>)
- [40]. Cellpack (2013). Medium Voltage Catalogue: Systems for Professionals.
- [41]. A.M. Chaly et al. (2005). Novel Approach for Designing Insulation of Medium Voltage. CIRED 18th International Conference on Electricity Distribution. Turin.
- [42]. EPRI (2006). Program on Technology Innovation. Scenario-Based Technology R&D Strategy for the Electric Power Industry: Final Report
- [43]. EPRI (1999). Electricity Technology Roadmap.
- [44]. British Columbia Transmission Corporation (2008). Transmission Technology Roadmap. Pathways to BC's Future Grid.

### ۳- پیوست (الف): برخی مشکلات مربوط به تجهیزات فشار قوی و

#### عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص

- تاثیر شرایط سنگین آب و هوایی بر تسریع پدیده خوردگی در قطعات و مواد سازنده‌ی تجهیزات

#### فشار قوی

پدیده خوردگی<sup>۱</sup> واکنش شیمیایی یا الکتروشیمیایی بین یک ماده، معمولاً یک فلز، و محیط اطراف آن است که به تغییر خواص ماده منجر خواهد شد. با توجه به اینکه از لحاظ ترمودینامیکی مواد اکسید شده نسبت به مواد در حالت معمولی در سطح پایین‌تری از انرژی قرار دارند، بنابراین تمایل رسیدن به سطح انرژی پایین‌تر سبب اکسید (خورده) شدن فلز می‌گردد.

پدیده خوردگی در تمامی دسته‌های اصلی مواد، شامل فلزات، سرامیک‌ها، پلیمرها و کامپوزیت‌ها اتفاق می‌افتد، اما وقوع آن در فلزات اثرات تخریبی قابل توجه‌تری بجای می‌گذارد. در عمل نمی‌توان به طور کامل از خوردگی جلوگیری نمود، اما می‌توان میزان آن را به حد قابل قبول رسانید. خوردگی می‌تواند منجر به تغییر مشخصات کاری تجهیزات فشار قوی و همچنین عایق‌هایی چون پلیمر شود. در عین حال سرعت رَوَندِ آن شاخصی مهم در طول عمر مفید تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها محسوب می‌شود.

برخی فاکتورهای محیطی (همانند آلودگی‌های نمکی و رطوبت) می‌تواند شدت و روند خوردگی را تسریع و تشدید نماید. برای مثال در مناطق جنوبی کشور، عواملی همچون غلظت بالای یون‌های کلر در مناطق دریایی و و نیز وجود سولفور در مناطق نفت‌خیز، به همراه دمای بالا شرایطی را ایجاد کرده است که تقریباً هر نوع فلزی تحت آن شرایط دچار خوردگی می‌شود و از همین رو پیرشدگی<sup>۲</sup> تجهیز تسریع شده عمر مفید آن سریعاً کاهش خواهد یافت.

در این مناطق انواع خوردگی‌ها شامل پوشش‌های گالوانیزه، آلومینیوم، فولاد، روی، برنج، پوشش‌های پلیمری، بتون و نظایر آن‌ها به وضوح قابل رویت است. عناصر تشکیل‌دهنده خطوط انتقال و توزیع نظیر دکل‌ها، هادی‌ها، کلیدها و براق‌آلات که هر یک به نوعی از مواد فوق‌الذکر ساخته شده‌اند در معرض خوردگی قرار دارند.

1. Corrosion

2. Ageing or Aging

همچنین بارندگی‌های مداوم می‌تواند باعث شسته شدن سطح زنگ‌زده فلزات و هادیها شده مقدار خوردگی را افزایش دهد. در مناطق ساحلی جنوب دریای خزر، به لحاظ ریزش بارش‌های متوالی در طول سال میزان این نوع خوردگی نسبت به سایر نقاط کشور بالاتر است. در ضمن در فصل زمستان، میزان خوردگی تجهیزات در اثر تماس باران‌های اسیدی با سطوح تجهیزات افزایش می‌یابد که علت آن آمیخته شدن گازهای حاصل از سوخت مصرفی برای گرم کردن کارخانجات و منازل با باران است. همچنین گازهای حاصل از فعل و انفعال‌های شیمیایی که در تابستان به هوا داده و بوسیله باد در فضا پراکنده می‌شوند در زمستان بوسیله باران مجدداً حل شده و بر روی سطوح نشست می‌کند. طبیعی است که دامنه این فعالیت گازها در مناطقی که دارای زمستان‌های گرم هستند (همانند مناطق جنوبی) بیشتر است. به همین علت شبنم حاصل از رطوبت محیط، در تثبیت یون‌های املاح بر روی مواد به شدت تاثیر می‌گذارد. مهمترین یونهایی که در زمستان به صورت نمک و به کمک شبنم بر روی سطوح می‌نشینند عبارتند از:  $Ca^{+2}$ ،  $Na^{+1}$ ،  $SO_4^{-2}$ ،  $Cl^{-}$ .

در مناطق ساحلی، با افزایش فاصله از دریا میزان خوردگی به نحو موثری کاهش می‌یابد.

#### • تاثیرگذاری آلودگی نشست کرده بر سطوح عایقی در پیرشدگی تجهیزات فشار قوی

اگر به هر دلیل لایه‌ای از مواد آلاینده بر روی سطوح عایقی تجهیزات فشار قوی بنشیند، همراه با برخی شرایط سنگین محیطی همانند دمای بالا، شدت تابش زیاد و رطوبت زیاد، می‌تواند با ایجاد برخی کانال‌ها و حفره‌ها بر روی سطوح عایقی سبب ایجاد جرقه‌های الکتریکی شود که به مرور و با گسترش یافتن آن، آن بخش از سطح عایقی که در معرض جرقه‌های الکتریکی قرار دارند کیفیت عایقی خود را از دست می‌دهند. این پدیده در درازمدت منجر به کاهش عمر مفید تجهیزات فشار قوی و سطوح عایقی می‌شود، طول عمر مفید آن‌ها را کاهش می‌دهد و هزینه‌هایی بیشتر از هزینه‌های پیش‌بینی شده را جهت تعمیر و نگهداری و همچنین تعویض تجهیزات تحمیل می‌نماید.

#### • تاثیر آلودگی نشست کرده بر سطوح عایقی در افت کارایی سطوح عایقی در تجهیزات فشار قوی و

عایق‌ها



اگر به هر دلیل لایه‌ای از مواد آلاینده بر روی سطوح عایقی تجهیزات فشار قوی بنشیند، از آنجا که مقاومت الکتریکی پایین‌تری را نسبت به مقاومت الکتریکی عایق اصلی دارا هستند، تحت شرایط سنگین محیطی همانند دمای بالا، شدت تابش زیاد و رطوبت زیاد، می‌تواند سبب ایجاد تخلیه و شکست الکتریکی و در نتیجه اتصال کوتاه شود. تعدد چنین پدیده‌ای ممکن است قطعی‌ها و خاموشی‌های ناخواسته را در شبکه به دنبال داشته باشد که می‌تواند سبب کاهش کیفیت توان، افزایش هزینه‌های تعمیر و نگهداری و همچنین نارضایتی مصرف‌کنندگان شود.

در برخی مناطق همانند مناطق جنوبی کشور، وجود عواملی چون هوای شرجی، خاک‌های حاوی نمک، بادهای منطقه‌ای و عدم وجود باران‌های دائم در منطقه، باعث می‌شود که پس از طی مدت زمانی نسبتاً کوتاه، بر روی سطوح ایزولاسیون قشری از آلودگی نشست کند که خواص عایقی را شدیداً تحت تاثیر قرار خواهد داد. از همین رو بهبود کیفیت شبکه در این نواحی مستلزم هزینه‌های هنگفت تعمیر و نگهداری است.

### • تاثیر دمای بالای محیطی در پیرشدگی تجهیزات فشار قوی

اگر تجهیزات فشار قوی‌ای که برای بهره‌برداری در شرایط دمایی خاصی طراحی و ساخته شده‌اند در معرض طولانی مدت دمای بالاتر یا پایین‌تر از مشخصه‌ی طراحی خود مورد استفاده قرار گیرند ممکن است دچار کاهش طول عمر مفید بهره‌برداری شوند و کارایی آن‌ها کاهش یابد.

### • تاثیر تغییرات دما و رطوبت در تنزل عملکرد محفظه‌های هوایی تجهیزات فشار قوی

تشعشعات حرارتی و پدیده همرفت حرارتی بالا در تجهیزاتی نظیر تابلوهای بیرونی، منبع انبساط و تانک ترانسفورماتورها، برقگیرها و تجهیزاتی نظیر آن‌ها که دارای محفظه‌های هوایی محصور هستند، منجر به افزایش دمای داخل محفظه‌ها می‌شود که ممکن است باعث وقوع پدیده‌ی تنفس، جذب رطوبت و نیز آلودگی‌های محیط شود که در نواحی گرم و مرطوب حائز اهمیت است.

در تابلوهای برق، از آنجا که نقاط مختلف دارای توزیع حرارتی و الکتریکی مختلفی هستند دماها و میزان رطوبت‌های متفاوت می‌تواند نقاط دمایی شبنم متفاوتی را ایجاد نماید. همچنین می‌تواند منجر به پدیده‌ی کندانسیون و متعاقب آن ایجاد پدیده‌ی شبنم بر روی سطوح سرد نظیر قطعات فلزی در تجهیزات فشار قوی و به ویژه قطعات مکانیزم آن‌ها شود. تغییرات دوره‌ای دما ممکن است منجر به تغییر فشار و ظهور پدیده‌ی تنفس شود که جذب رطوبت و آلودگی‌های معلق در هوا را به دنبال خواهد داشت که معمولاً در تجهیزاتی همانند جعبه‌های سرکابل و یا تانک‌های پر شده از روغن (در مناطقی که رطوبت می‌تواند به روغن نفوذ کند) روی می‌دهد.

#### • تاثیر نامطلوب اشعه‌ی ماوراء بنفش بر روی تجهیزات فشار قوی

بالا بودن میزان اشعه ماوراء بنفش و انرژی جذب شده بر واحد سطح، می‌تواند بر روی پوشش‌های رنگ و سطوح پلیمری در تجهیزات فشار قوی تاثیرات نامطلوبی به جای گذارد و کیفیت آن‌ها را کاهش دهد.

#### • تاثیرات نوسان روزانه دما بر روی عملکرد قطعات مکانیزم در تجهیزات فشار قوی

قطعات مکانیزم در تجهیزات فشار قوی که معمولاً وظیفه‌ی بازیست را به عهده دارند، ممکن است به علت دارا بودن ثابت زمانی حرارتی بالا نتوانند سریعاً به تغییرات سریع دمایی (برای مثال دمای زیاد در طول روز و دمای پایین هنگام شب) واکنش نشان دهند. از این رو در مناطقی که نوسان دما در طول شبانه‌روز بالاست، کیفیت عملکرد آن‌ها ممکن است تنزل یابد.

#### • تاثیر بارش‌های جوی بر روی عملکرد سطوح عایقی

بارش‌های جوی، دو گونه اثر متفاوت بر روی عملکرد سطوح عایقی دارند. در حالت نخست، ممکن است بارندگی سبب شستشوی آلودگی‌های نشسته بر روی سطوح عایقی نماید که در این صورت اثر آن مثبت بوده سبب کاهش خطاهای رخ داده در شبکه‌ی برق خواهد شد. اما در حالت دوم، بارندگی‌های ناچیز و کوتاه مدت در طول دوره‌ی خشک و یا بارندگی‌های ابتدای دوره‌ی بارش پس از پایان دوره‌ی خشک ممکن است میزان خطاهای رخ داده در شبکه را افزایش دهند که علت آن به این نکته باز می‌گردد که این بارندگی‌ها، به جای تمیز کردن سطوح عایقی، سطوح آلودگی را مرطوب می‌کنند که با ایجاد مسیر

الکترولیت مناسب و متعاقب آن افزایش جریان نشتی، می‌تواند منجر به تخلیه‌ی الکتریکی در سطح عایق شود. از همین رو در اکثر مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور، دفعات وقوع خطا در طول دوره خشک و به ویژه در اوایل دوره‌ی بارندگی پس از دوره‌ی خشک افزایش محسوسی می‌یابد.

اگر میزان بارش در طراحی برخی از تجهیزات فشار قوی و سطوح عایقی همچون فاصله‌ی چترک‌های مقره‌ها، نوع عایق‌ها و مقره‌ها، فواصل بین تجهیزات و فاصله‌ی بین فاز به زمین و فازها از یکدیگر لحاظ نشده باشد، می‌تواند عملکرد این تجهیزات را حین بهره‌برداری در شرایط بارندگی دچار اختلال نماید. به علاوه بارش سالیانه‌ی زیاد و نیز میزان بالای بارش حداکثر روزانه ممکن است بر روی تاسیساتی که در زیر زمین و پایین‌تر از سطح صفر احداث شده‌اند تاثیرگذار باشد

### • تاثیر رطوبت زیاد در ایجاد شکست عایقی

سطح رطوبت بالای ۶۰ درصد ممکن است در شرایط محیطی تمیز گهگاهی باعث کاهش میزان ولتاژ شکست عایقی شود. اما در صورتیکه آلودگی محیطی بر روی سطوح عایقی نشسته باشد این میزان سطح رطوبتی همواره باعث کاهش ولتاژ شکست عایقی خواهد شد.

در عین حال تاثیرات رطوبت بر روی تجهیزات فشار قوی و سطوح عایقی غالباً بایستی در ترکیب آن با سایر عوامل محیطی نظیر شدت دما و یا میزان نوسان دما بررسی نمود. برای مثال عمده‌تاً در محیط‌های بسته، رطوبت بالا در اثر تغییر ناگهانی درجه حرارت تبدیل به مایع می‌شود که ممکن است باعث شکست عایقی یا حتی خوردگی از نوع اکسیداسیون در قسمتهای فلزی شود.

در مناطقی مانند مناطق جنوبی کشور، با افزایش رطوبت هوا تعداد خطاهای عایقی ناشی از آلودگی تا زمان شروع دوره‌ی بارش افزایش می‌یابد و معمولاً از اوایل مردادماه تا اواسط مهرماه به حداکثر مقدار خود می‌رسد. در این مناطق وقوع شب‌های متوالی در هنگام شب و اوایل صبح، همانند بارش‌های خفیف عمل کرده با ایجاد سطوح الکترولیت روی مقره‌ها زمینه‌ی ایجاد شکست عایقی را بوجود می‌آورد. تجربه نشان داده است که در اکثر موارد خطاهای عایقی در هنگام بروز شب‌ها در صبحگاهان رخ می‌دهد.

### • تاثیر فشار بخار آب اشباع محیط بر عملکرد تجهیزات پست‌های داخلی

مطابق با استاندارد IEC 60694، در طراحی پست‌های داخلی<sup>۱</sup>، متوسط میزان فشار بخار آب اشباع در یک شبانه روز نباید از ۲/۲ کیلوپاسکال (۲۲ میلی بار) تجاوز کند و متوسط میزان فشار بخار آب اشباع ماهانه نیز نباید از ۱/۸ کیلوپاسکال (۱۸ میلی بار) تجاوز نماید. در صورت تجاوز از محدوده‌های مذکور (که معمولاً در مناطق جنوبی کشور معمولاً رویت می‌شود) باید سیستم تهویه‌ی مناسب برای پست‌های داخلی در نظر گرفته شود. در غیر اینصورت شرایط برای وقوع کندانسیون و چگالش در فضای پست بوجود آمده منجر به افزایش خطاهای عایقی، افزایش تلفات و تشدید شدت خوردگی محیط خواهد شد و عملکرد کلیه تجهیزات داخلی نظیر تابلوها و تجهیزات تابلویی نظیر ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ و کلیدها را دچار اختلال خواهد ساخت.

### • اثرات نامطلوب شبنم بر استقامت عایقی تجهیزات فشار قوی

شبنم هنگامی پدید می‌آید که در اثر تراکم بخار آب بر روی سطوح مختلف دمای سطوح مزبور کمتر از نقطه شبنم هوا باشد. از آنجا که فشار بخار آب در هوا بیشتر از فشار آن در سطح ذرات معلق در هوا است، بخار آب به طرف بدنه ذرات کشیده می‌شود و بر اثر تماس به صورت مایع بر روی آن‌ها جمع می‌شود. در بین ذرات معلق در هوا، ذرات نمک بهترین و پُرتراکم‌ترین و در عین حال فراوان‌ترین آن‌ها هستند. شبنم بویژه شب هنگام همراه با کاهش دما باعث کم شدن استقامت الکتریکی عایق می‌شود. هرچه سطح عایق بیشتر آلوده به مواد خارجی باشد، میزان کاهش استقامت عایقی نیز بیشتر خواهد شد.

### • تاثیر مخرب بادهای شدید بر سازه‌های پست‌ها و خطوط فشار قوی

در تجهیزات، سازه‌ها و ساختمان‌های پست‌های فشار قوی نیروی حاصل از باد به عنوان یکی از فاکتورهای موثر در استقامت سازه اهمیت دارد که عدم توجه به آن ممکن است سبب خرابی سازه‌ها و خسارت‌های بسیار زیاد به شبکه گردد. باید توجه داشت که سرعت باد متاثر از توپولوژی منطقه است و در ارتفاعات مختلف متفاوت خواهد بود. در عین حال در شرایط طوفانی سرعت باد بسیار متغیر است که باید مد نظر قرار گیرد.

<sup>1</sup> Indoor

در خطوط انتقال انرژی نیز باد می‌تواند بر دکل‌ها و سایر قسمت‌های خط تاثیر مخرب داشته باشد که موید اهمیت توجه به طراحی سازه است. از آن‌جا که خطوط انتقال در طول مسیر خود از مناطق مختلفی عبور می‌کنند، در هر بخشی ممکن است شرایط وزش باد متفاوت باشد که بایستی مورد توجه باشد.

### • اثرات نامطلوب یخ بر روی تجهیزات فشار قوی در پست‌ها و خطوط انتقال

بار یخ که بر روی تجهیزات فشار قوی و سازه‌ها ظاهر می‌شود، معمولاً بصورت‌های شبنم یخ‌زده، مه یخ‌زده، یخ یا برف است. انواع مختلف بار یخ می‌تواند بصورت منفرد و یا در شرایط تغییرات سریع جوی بصورت ترکیبی از آن‌ها باشد. بار یخ به خصوص در خطوط انتقال اهمیت زیادی دارد و می‌تواند منجر به مشکلات زیر شود:

- ناپایداری مکانیکی تجهیزات و سطوح عایقی و سازه‌ها که منجر به وقوع خطاها شود.
- ایجاد اتصال کوتاه بین فازها یا فاز و زمین که باعث ایجاد قوس و خسارت به تجهیزات خواهد شد.
- ناپایداری مکانیکی بر اثر تخلیه ناگهانی بار یخ از روی سیم دارای یخ سنگین که ممکن است حتی سبب ایجاد قوس الکتریکی و خسارت به تجهیزات نیز شود.

### • اثرات مخرب باد و یخ توامان از طریق ایجاد پدیده‌ی گالوپینگ در خطوط انتقال

گالوپینگ نوعی از ارتعاشات هادی با دامنه‌ی زیاد و فرکانس کم است که بر اثر وزش باد در شرایط وجود یخ بر روی هادی‌ها، تخلیه‌ی ناگهانی یخ از روی هادی و گاه وقوع اتصال کوتاه شدید رخ می‌دهد و باعث جهش هادی به سمت بالا و پایین می‌شود. فرکانس نوسانات این پدیده معمولاً بین ۰٫۲ هرتز تا ۱ هرتز به شرط سرعت باد بین ۷ متر بر ثانیه تا ۲۲ متر بر ثانیه است. عوامل ایجاد کننده گالوپینگ را می‌توان سرعت، باد، درجه حرارت محیط، رطوبت، نوع یخ روی سیم و ارتفاع برج دانست. وقوع پدیده‌ی گالوپینگ می‌تواند سبب اثرات زیر بر روی تجهیزات شبکه گردد:

- کاهش فاصله ایزولاسیون بین هادی‌ها و بین هادی‌ها و زمین که باعث بروز قوس الکتریکی و باز بست کلیدهای فشار قوی می‌شود.

- اثرات تخریبی در پیچ‌های دکل‌ها، یراق‌آلات و اتصالات دکل‌ها و کلمپ مقره‌های آویزی

- خوردگی فولاد برج و خرابی دکل‌های چوبی در گالوینگ‌های طولانی مدت
- خوردگی هادی‌ها، جامپرها، دمپرها و اسپیسر دمپرها.
- برش پین مقره‌ها در زنجیره کششی
- تخریب رشته‌های فرعی هادیهای باندل

### • اثرات ارتفاع از سطح دریا بر تجهیزات فشار قوی و سطوح عایقی

با افزایش ارتفاع از سطح دریا، وزن مخصوص هوا کاهش یافته همزمان خاصیت عایقی هوا که در سطوح عایقی خارجی تجهیزات نقش عمده دارد نیز کاهش می‌یابد. از طرف دیگر خاصیت تبادل حرارت بین تجهیزات و محیط و یا به عبارتی راندمان انتقال حرارت کم می‌شود. ضمناً با افزایش ارتفاع، فشار هوا کاهش یافته و این کاهش فشار باعث بوجود آمدن نشتی در سیستم‌های آب‌بندی، سوراخ شدن منابع تحت فشار، تغییر در ماهیت فیزیکی و شیمیایی مواد و تشدید در تبخیر اجسام می‌گردد.

در عین حال کاهش ارتفاع نیز باعث افزایش فشار هوا و ایجاد اثرات مکانیکی بر محفظه‌ها و مخازن آب‌بندی شده می‌گردد.

### • بررسی اثرات منفی صاعقه<sup>۱</sup> روی تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها

منظور از پدیده‌ی صاعقه انتقال بارهای الکتریکی انباشته شده در ابرها به زمین و یا بالعکس از طریق یک قوس الکتریکی است. ظهور بارهای الکتریکی در دو قطب غیرهمنام، با ایجاد میدان الکتریکی بین آنها شرایط مناسب جهت یونیزاسیون هوای مجاور قطب‌ها را فراهم می‌سازد. با یونیزه گشتن مسیر باریک و نامشخصی از هوا در فاصله بین دو قطب، جریان بسیار ناچیز تخلیه جزئی (جریان پیشرو) آغاز و این جریان بلافاصله به قوس کامل (تخلیه کامل) منجر می‌شود.

اضافه ولتاژهای گذرای ناشی از برخورد صاعقه به خطوط انتقال، در تعیین سطوح عایقی تجهیزات و دستگاههای حفاظت در مقابل صاعقه اهمیت زیادی دارند. هنگامی که خط انتقال در معرض برخورد صاعقه قرار می‌گیرد امواج ولتاژی و جریانی بوجود می‌آیند که در طول خط با سرعتی نزدیک به سرعت نور حرکت می‌کنند. به محض رسیدن این امواج به ترمینال‌های

<sup>1</sup> Lightning

خط، امواج ولتاژ و جریان انعکاسی بوجود می‌آیند که در طول خط با امواج اولیه ترکیب می‌شوند و به خاطر وجود تلفات بعد از چند انعکاس تضعیف شده از بین می‌روند.

هر چند اندوکتانس سری سیم‌پیچ‌های ترانسفورماتور به طور موثری مانع عبور امواج سیار به سطح ولتاژی دیگر خواهد شد، اما انعکاس چندباره‌ی موج سیار می‌تواند باعث تقویت اضافه ولتاژ شده سطح ولتاژ را تا حدی افزایش دهد که سبب ایجاد جرقه روی عایق ترانسفورماتور یا خط و نهایتاً آسیب دیدگی آن شود. کلیدهای فشار قوی با سرعت عملکرد قطع‌کنندگی ۵۰ میلی‌ثانیه برای حفاظت در برابر آن بسیار کُند هستند. لذا امواج صاعقه که می‌توانند در چند میکرو ثانیه به حداکثر مقدار خود می‌رسند قبل از باز شدن کلید فشار قوی می‌توانند عایق را تخریب کنند.

برقگیرهای فشار قوی تجهیزاتی حفاظتی هستند که قادرند با جذب انرژی صاعقه حد ولتاژ را در حد BIL حفظ نموده سطوح عایقی تجهیزات را در مقابل اضافه ولتاژها محافظت نمایند. همچنین زمین کردن مناسب پست و تجهیزات مرتبط با آن مانند ترانسفورماتورها و کلیدها می‌تواند تا حد زیادی سلامتی تجهیزات و پرسنل را در مقابل این ولتاژها حفظ کند.

بر طبق نتایج تجربی، نوع بارهای الکتریکی صاعقه بستگی به شرایط جغرافیایی منطقه، فصل سال و ارتفاع تاسیسات مورد اصابت رعد و برق دارد. برای مثال حدود ۹۰ درصد صاعقه‌هایی که در مناطق کوهستانی و بیشه‌زارها با خطوط انتقال برخورد می‌کنند بار الکتریکی منفی دارند که به صورت موج منفی جریان تخلیه ظاهر می‌شود. معمولاً درصد تخلیه‌های جوی با ابرهای الکتریکی مثبت در فصل زمستان از ۱۰ درصد تجاوز نمی‌کند که طبیعتاً در صورت افزایش از این حد باید مورد توجه قرار گیرد. در هر منطقه‌ای، به تعداد روزهای وقوع صاعقه طی یک سال عدد کرونیك گفته می‌شود. هنگام برآورد درصد وقوع صاعقه در هر منطقه، از منحنی‌های ایزوکرونیک<sup>۱</sup> استفاده می‌شود.

در جداول (الف.۱) تا (الف.۴) خلاصه‌ای از اثرگذاری عوامل و فاکتورهای محیطی بر عملکرد تجهیزات فشار قوی ارائه شده است.

<sup>1</sup> Isokeronic

جدول (الف.۱): تاثیر پارامترهای محیطی بر عملکرد تجهیزات فشار قوی (گروه اول)

نام تجهیزات فشار قوی						عامل محیطی	
هادی	کابل	کات اوت فیوز	بوشینگ	برقگیر	مقره		
*	×	*	*	*	*	دریایی	آلودگی اتمسفری
*	×	*	*	*	*	بیابانی	
*	×	*	*	*	*	صنعتی	
*	×	*	*	*	*	کشاورزی و سایر	
—	*	*	*	*	*	حداکثر	درجه حرارت
—	—	*	*	*	*	حداقل	
—	—	*	*	—	—	متوسط روزانه	
—	—	—	—	—	—	متوسط ماهانه	
—	—	—	*	—	—	متوسط سالانه	
*	×	*	*	*	*	حداکثر تحت تابش آفتاب	
—	*	* <sup>(۱)</sup>	* <sup>(۱)</sup>	* <sup>(۱)</sup>	* <sup>(۱)</sup>	نوسان دما	
* <sup>(۲)</sup>	*	*	*	*	*		رطوبت
* <sup>(۲)</sup>	×	*	*	*	*	شبنم	بارش
* <sup>(۲)</sup>	×	*	*	*	*	باران و برف	
*	—	*	*	*	*		بار یخ و برف
—	×	*	*	*	* <sup>(۳)</sup>		ارتفاع از سطح دریا
*	—	*	*	*	*	عادی	باد
*	—	*	*	*	*	در شرایط یخ	
—	*	*	*	*	*		اشعه UV
*	*	*	*	*	*		صاعقه و رعد و برق
—	*	—	*	*	—	کنوکسیون	تشعشع حرارتی
—	*	—	—	—	—		خورندگی خاک
—	*	—	—	—	—	جانوران موزی	موجودات
—	—	*	—	*	*	پرنده‌گان	
—	*	*	*	*	*	بیولوژیک	

×: بستگی به نوع کاربری دارد

—: کاربرد ندارد

\*: کاربرد دارد

(۱) تاثیر نوسان دما به دو صورت مدنظر است: اول شوک حرارتی وارده به تجهیز و دوم امکان وقوع شبنم در مناطق مرطوب.

(۲) تشدید روند خوردگی یا افزایش طول دوره نموداری مدنظر است.

(۳) تاثیر ارتفاع از سطح دریا بر کاهش سطح عایقی است.



جدول (الف.۲): تاثیر پارامترهای محیطی بر عملکرد تجهیزات برقی (گروه دوم)

نام تجهیزات فشار قوی					عامل محیطی	
یراق‌آلات	کلید قدرت	خازن‌ها	تابلو داخلی	تابلو خارجی		
*	*	*	*	*	دریایی	آلودگی اتمسفری
*	*	*	*	*	بیابانی	
*	*	*	*	*	صنعتی	
*	*	*	*	*	کشاورزی و سایر	
* <sup>(۳)</sup>	*	*	*	*	حداکثر	درجه حرارت
—	*	*	*	*	حداقل	
—	*	*	*	*	متوسط روزانه	
—	—	—	—	—	متوسط ماهانه	
—	—	*	—	—	متوسط سالانه	
—	*	*	—	*	حداکثر تحت تابش آفتاب	
—	*	—	*	*	نوسان دما	
*	*	*	*	*		رطوبت
*	*	*	*	*	شبنم	بارش
*	*	*	—	*	باران و برف	
*	*	*	—	*		بار یخ و برف
—	*	*	*	*		ارتفاع از سطح دریا
*	*	*	—	*	عادی	باد
*	*	*	—	—	در شرایط یخ	
—	* <sup>(۲)</sup>	* <sup>(۲)</sup>	—	* <sup>(۱)</sup>		اشعه UV
—	*	*	*	*		صاعقه و رعد و برق
—	—	*	—	*	کنوکسیون	تشعشع حرارتی
—	—	—	—	—		خورندگی خاک
—	—	*	*	*	جانوران مودی	موجودات
—	*	*	—	—	پرندهگان	
—	*	*	*	*	بیولوژیک	

\*: بستگی به نوع کاربری دارد

—: کاربرد ندارد

\*: کاربرد دارد

(۱) منظور، تاثیر UV بر پوشش‌های رنگ تابلو و لاستیک‌های آب‌بندی است.

(۲) تاثیر UV بر مقره‌های پلیمری تجهیزات مذکور و نیز پوشش رنگ تابلو مکانیزم مدنظر است.

(۳) تاثیر حداکثر دما بر افزایش روند خوردگی مدنظر است.

(۴) در طراحی خازن در نظر گرفته می‌شود.

جدول (الف.۳): تاثیر پارامترهای محیطی بر عملکرد تجهیزات برقی (گروه سوم)

نام تجهیزات فشار قوی				عامل محیطی	
پایه چوبی	کراس آرم فلزی	کراس آرم چوبی	سرکابل		
*	*	*	*	دریایی	آلودگی اتمسفری
*	*	*	*	بیابانی	
*	*	*	*	صنعتی	
*	*	*	*	کشاورزی و سایر	
×	* <sup>(۱)</sup>	×	*	حداکثر	درجه حرارت
—	—	—	*	حداقل	
—	—	—	—	متوسط روزانه	
—	—	—	—	متوسط ماهانه	
—	—	—	—	متوسط سالانه	
*	—	*	*	حداکثر تحت تابش آفتاب	
—	—	—	*	نوسان دما	
*	*	*	*	نسبی	رطوبت
*	*	*	*	شبنم	بارش
*	*	*	*	باران و برف	
*	*	—	*		بار یخ و برف
—	—	—	*		ارتفاع از سطح دریا
*	*	*	*	عادی	باد
*	*	*	*	در شرایط یخ	
—	—	—	* <sup>(۲)</sup>		اشعه UV
*	—	*	*		صاعقه و رعد و برق
—	—	—	—	کنوکسیون	تشعشع حرارتی
*	—	—	—		خورندگی خاک
*	—	—	—	جانوران موذی	موجودات
*	—	*	*	پرندهگان	
*	—	*	*	بیولوژیک	

×: بستگی به نوع کاربری دارد

—: کاربرد ندارد

\*: کاربرد دارد

(۱) در اینجا تاثیر درجه حرارت بر تشدید روند خوردگی مدنظر بوده است.

(۲) تاثیر UV بر سرکابل‌های پلیمری مدنظر می‌باشد.

جدول (الف.۴): تاثیر پارامترهای محیطی بر عملکرد تجهیزات برقی (گروه چهارم)

نام تجهیزات فشار قوی					عامل محیطی	
ترانس جریان و ولتاژ indoor	ترانس جریان و ولتاژ outdoor	ترانسفورماتور زمین	راکتور	ترانسفورماتور		
— <sup>(۳)</sup>	*	*	*	*	دریایی	آلودگی اتمسفری
—	*	*	*	*	بیابانی	
—	*	*	*	*	صنعتی	
—	*	*	*	*	کشاورزی و سایر	
*	*	*	*	*	حداکثر	درجه حرارت
*	*	*	*	*	حداقل	
—	*	*	*	*	متوسط روزانه	
—	—	*	*	*	متوسط ماهانه	
—	—	*	*	*	متوسط سالانه	
—	*	* <sup>(۱)</sup>	* <sup>(۱)</sup>	* <sup>(۱)</sup>	حداکثر تحت تابش آفتاب	
*	*	*	*	*	نوسان دما	
*	*	*	*	*		رطوبت
*	*	*	*	*	شبنم	بارش
—	*	*	*	*	باران و برف	
—	—	*	*	*		بار یخ و برف
*	*	*	*	*		ارتفاع از سطح دریا
—	* <sup>(۲)</sup>	*	*	*	عادی	باد
—	—	*	*	*	در شرایط یخ	
—	*	*	*	*		اشعه UV
—	*	*	*	*		صاعقه و رعد و برق
—	—	*	*	*	کنوکسیون	تشعشع حرارتی
—	—	—	—	—		خورندگی خاک
—	*	*	*	*	جانوران موذی	موجودات
—	*	*	*	*	پرندگان	
— <sup>(۳)</sup>	*	*	*	*	بیولوژیک	

×: بستگی به نوع کاربری دارد

—: کاربرد ندارد

\*: کاربرد دارد

(۱) تاثیر درجه حرارت تحت تابش آفتاب بر راندمان تجهیزات مذکور و بارگذاری آن‌ها می‌باشد.

(۲) تاثیر باد در نشست و یا برداشت آلودگی و خودپالایندگی مقره تجهیزات مذکور و نیز استحکام مکانیکی آن‌ها مدنظر می‌باشد.

(۳) حفاظت مورد نیاز بایستی در تابلوها دیده شده باشد.

## ۴- پیوست (ب): مشخصات انواع محیط‌ها از نظر شاخص آلودگی

آلودگی باعث کاهش قابلیت اطمینان بهره‌برداری از خطوط و پست‌های انتقال می‌گردد. مطابق استاندارد IEC 60815 سطوح آلودگی به چهار سطح کلی: سبک، متوسط، سنگین و خیلی سنگین تقسیم‌بندی می‌شود که در جدول (ب.۱) مشخصات تقریبی انواع محیط‌ها به لحاظ شدت آلودگی ارائه شده است.

جدول (ب.۱): مشخصات انواع محیط‌ها از لحاظ سطح آلودگی

توضیحات	سطح آلودگی
<ul style="list-style-type: none"> <li>• نواحی غیر صنعتی و دارای تراکم کم منازل مسکونی مجهز به تجهیزات گرمایشی</li> <li>• نواحی دارای تراکم کم فعالیتهای صنعتی یا مسکونی که در معرض وزش باد و (یا) بار آن‌های دوره‌ای قرار دارند.</li> <li>• نواحی کشاورزی [اگر پاشش ذرات ناشی از کودهای شیمیایی که توسط باد منتقل می‌شوند و یا ذرات حاصل از سوزاندن محصولات کشاورزی وجود داشته باشند سطح آلودگی ممکن است بیشتر گردد]</li> <li>• نواحی کوهستانی</li> </ul> <p>تمامی این نواحی باید در فاصله حداقل ۱۰ تا ۲۰ کیلومتر از دریا و در مناطقی قرار داشته باشند که مستقیماً در معرض بادهای دریایی قرار نداشته باشند.</p>	سبک
<ul style="list-style-type: none"> <li>• نواحی صنعتی که تولید کننده دوده‌های صنعتی نمی‌باشند، همراه با (و یا بدون) تراکم متوسطی از منازل مسکونی مجهز به تجهیزات گرمایشی</li> <li>• نواحی دارای تراکم زیاد فعالیتهای صنعتی و (یا) مسکونی که در معرض وزش باد و (یا) بار آن‌های دوره‌ای قرار دارند.</li> <li>• نواحی‌ای که نزدیک به ساحل دریا نیستند (حداقل چندین کیلومتر از خط ساحلی دورتر می‌باشند)، ولی موقعیت آن‌ها به گونه‌ای است که در معرض بادهای دریایی واقع شده‌اند.</li> </ul>	متوسط
<ul style="list-style-type: none"> <li>• نواحی دارای تراکم زیاد فعالیتهای صنعتی و نیز نواحی واقع در حومه شهرهای بزرگ همراه با تراکم زیاد تجهیزات گرمایشی</li> <li>• نواحی نزدیک دریا و یا در معرض وزش بادهای نسبتاً شدید دریایی.</li> </ul>	سنگین
<ul style="list-style-type: none"> <li>• نواحی با گستره جغرافیایی متوسط که در معرض گرد و غبار رسانا و یا دوده‌های صنعتی خاص که رسوبی رسانا با ضخامت زیاد را ایجاد می‌کنند قرار دارند.</li> <li>• نواحی با گستره جغرافیایی متوسط در محدوده نزدیک به ساحل که در معرض پاشش آب دریا و یا بادهای بسیار سنگین و آلوده کننده دریایی قرار دارند.</li> <li>• نواحی بیابانی با دوره‌های طولانی خشک و بی‌باران که در معرض بادهای شدید حامل ذرات شن و نمک و نیز تحت شرایط چگالش (میعان) دوره‌ای قرار گرفته‌اند.</li> </ul>	خیلی سنگین
<p><b>یادآوری</b> - میزان فاصله از ساحل، به عواملی چون توپوگرافی ناحیه ساحلی و نیز شرایط وزش بادهای سنگین دریایی منطقه دارد.</p>	

## ۵- پیوست (پ): شرایط آب و هوایی مناطق اقلیمی مختلف کشور و

### تأثیرات آنها بر تجهیزات عایقی فشار قوی

#### • گروه اقلیمی (۱): اقلیم کوهستانی بسیار سرد در فصل زمستان

بر اساس استاندارد جامع مهندسی و طراحی خطوط انتقال ایران- نقشه پهنه‌بندی مناطق چهارگانه آب و هوای کشور- این ناحیه اقلیمی کشور از لحاظ شرایط بارگذاری خطوط انتقال در منطقه فوق سنگین قرار دارد که بایستی در طراحی خطوط انتقال در این نواحی مورد توجه قرار گیرد.

وجود ارتفاعات بسیار بلند و دره‌های بسیار عمیق و تنگ این منطقه باید در طراحی خطوط انتقال و در نظر گرفتن پدیده‌هایی نظیر گالوپینگ و نوسانات آتولین<sup>۱</sup> و همانند آن مورد توجه قرار گیرد.

از آن‌جا که تمام نقاط این اقلیم در ارتفاعی بیش از ۲۰۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد یکی از موارد مهم کاهش سطوح ایزولاسیون به دلیل کاهش چگالی هوا در این نواحی است که می‌تواند بر عملکرد سطوح عایقی تأثیر بگذارد.

در این اقلیم پدیده‌ی یخ‌زدگی زنجیره مقره‌ها، نیروهای ناشی از بار یخ روی سطوح عایقی خطوط و شوک‌های حرارتی وارده بر روی زنجیره مقره‌ها در ابتدای فصل گرما بواسطه ذوب شدن برف و یخ همواره باید مد نظر قرار گیرد.

#### • گروه اقلیمی (۲): اقلیم کوهستانی

با توجه به استاندارد جامع مهندسی و طراحی خطوط انتقال ایران- نقشه پهنه‌بندی مناطق چهارگانه آب و هوایی کشور- نقاط واقع در این ناحیه‌ی اقلیمی اکثراً از شرایط سنگین و فوق سنگین در بارگذاری خطوط انتقال نیروی کشور برخوردارند.

در این مناطق همانند منطقه‌ی اقلیمی (۱) یک بحث یخ‌زدگی مقره‌ها و سطوح عایقی و نیز شوک‌های حرارتی ناشی از ذوب این یخ و برف‌ها در اوائل فصل گرما بایستی در طراحی‌ها مدنظر قرار گیرد.

وجود نواحی با ارتفاعات بالاتر از ۱۵۰۰ متر در این ناحیه اقلیمی، لزوم توجه به هماهنگی عایقی را در طراحی پست‌ها و خطوط واقع در این نواحی نمایان می‌سازد.

## • گروه اقلیمی (۳): نوار ساحلی دریای خزر و دریاچه ارومیه

### الف. مناطق حاشیه‌ی دریای خزر

وجود جنگلهای انبوه و رشد سریع آنها در این منطقه باعث می‌شود که بواسطه برخورد درختان و گیاهان به ویژه در حالت مرطوب با هادیهای خطوط توزیع آمار تعداد خطاهای اتصال زمین در منطقه شدیداً افزایش یافته و اجرای عملیات هرس شاخه‌ها بطور متناوب گریزناپذیر گردد. از دیگر ویژگیهای این منطقه وجود زیستگاههای حیات وحش و قرار گرفتن در مسیر کوچ پرندگان مهاجر (آلودگی ناشی از پرندگان) و نیز وجود چشمه‌های آبگرم و نیز شرایط مساعد برای رشد و نمو انواع خزها، جلبک‌ها و قارچها اشاره کرد که به ویژه بر روی سطوح عایقی تاثیرگذار هستند.

مطابق با استاندارد جامع مهندسی و طراحی خطوط انتقال نیروی ایران - نقشه پهنه‌بندی مناطق چهارگانه آب و هوای کشور - مناطق حاشیه خزر به دو ناحیه از لحاظ بارگذاری خطوط تقسیم می‌گردند:

۱- ناحیه بارگذاری سنگین (عمدتاً شامل نواحی غربی در استان گیلان را تا شهر تنکابن)

۲- ناحیه بارگذاری متوسط (عمدتاً شامل نواحی شرقی در استان مازندران و گلستان)

بالا بودن میزان رطوبت نسبی در این نواحی به حدی است که در چندین ماه از سال متوسط رطوبت نسبی ماهیانه از ۸۰ درصد نیز فراتر می‌رود که باعث عمده معضلات این منطقه شامل خوردگی تجهیزاتی فلزی نظیر تابلوهای برق، هادیهای خطوط انتقال و توزیع، دکلهای انتقال نیرو، یراق‌آلات خطوط و مقره‌ها، ترانسفورماتورها خواهد بود.

### ب. مناطق حاشیه‌ی دریاچه ارومیه

خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه به علت آن که منجر به شکل‌گیری طوفان‌های نمکی می‌شود، می‌تواند اثیرات بسیار نامطلوبی بر شبکه‌ی برق مجاور داشته باشد که لازم است با بررسی راههای پیشگیرانه، نسبت به کاهش خسارات احتمالی اقدام گردد. آنالیز آب دریاچه ارومیه نشان داده است که میزان کلرورها و سولفاتها، به خصوص کلرور سدیم و سولفات کلسیم و منیزیم در

آن به میزانی قابل توجه وجود دارد که طبیعتاً با نشستن بر روی تجهیزات فشار قوی و سطوح عایقی می‌تواند آسیب‌هایی جدی وارد کند.

#### • گروه اقلیمی (۴): بخش کوهستانی حاشیه‌ی دریای خزر

این گروه اقلیمی از لحاظ شرایط بارگذاری خطوط انتقال، در منطقه‌ای با شدت متوسط قرار دارد. از ویژگی‌های این منطقه، فعالیت‌های گسترده کشاورزی در آن است که سبب نشست آلودگی‌های کشاورزی بر روی تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها خواهد شد.

#### • گروه اقلیمی (۵): دامنه‌های مناطق کوهستانی کشور

با توجه به گسترش بی‌رویه‌ی کویرهای مرکزی ایران به سمت این مناطق، وجود طوفان‌های گرد و غبار و همچنین پدیده‌ی ریزگرد که طی سال‌های اخیر ظاهر شده است زمینه‌ی تاثیرات نامطلوب بر روی تجهیزات فشار قوی و سطوح عایقی وجود دارد که باید مورد توجه قرار گیرد.

#### • گروه اقلیمی (۶): کویر مرکزی ایران شامل دشت لوت و دشت کویر

این مناطق از لحاظ بارگذاری خطوط انتقال انرژی دارای شرایط بارگذاری متوسط هستند. در عین حال وجود دشت‌ها و تپه‌های نمکی، وقوع شب‌نم در طول سال و نوسان دمای سالانه بالا از دیگر ویژگی‌های این ناحیه آب و هوایی است که لزوم بررسی خوردگی و آلودگی روشن می‌سازد. مطابق با استاندارد DIN 50019 مناطق مرکزی ایران واقع در دشت لوت و اطراف آن جزء مناطق با شرایط هوایی بسیار گرم و خشک و آزار دهنده محسوب می‌شوند و عملکرد تجهیزات فشار قوی و سطوح عایقی و همچنین طول عمر مفید آن‌ها تحت تاثیر عوامل نامطلوب زیر قرار دارند:

حداکثر دمای بالاتر از ۴۰ درجه سانتیگراد، نوسان دمای سالانه زیاد، متوسط دمای سالانه بالاتر از ۲۰ درجه سانتیگراد، وقوع طوفان‌های گرد و خاک به دفعات زیاد در طول سال و انتشار ذرات نمکی در فضا، وجود گنبد‌های نمکی و عبور رودهای شور و وجود دریاچه‌های نمک و معضل خوردگی‌های مدفون، بارش سالانه بسیار کم و ناچیز که سطوح عایقی را شستشو

نمی‌دهد، تابش شدید آفتاب و افزایش دمای سطحی اجسام در این مناطق و نیز اثرات اشعه ماوراء بنفش، نوسان دمای روزانه بالا و وقوع پدیده شبنم، وزش شن‌باده‌ها و مسائل ناشی از ساییدگی گالوانیزاسیون هادی‌ها و لعاب مقره‌ها

### • گروه اقلیمی ۷: دشتهای کم‌ارتفاع جنوب کشور

در این گروه اقلیمی، عملکرد تجهیزات فشار قوی و سطوح عایقی به واسطه‌ی پارامترهای شاخص محیطی شامل موارد زیر می‌تواند تحت تاثیر قرار گیرد و سبب کاهش طول عمر مفید آن‌ها شود:

حداکثر دمای مطلق بالاتر از ۴۰ درجه سانتیگراد، متوسط دمای روزانه بالاتر از ۳۵ درجه سانتیگراد در گرمترین ماه سال، متوسط دمای ماهانه بالاتر از ۳۰ درجه سانتیگراد در گرمترین ماه سال، تغییرات دمای روزانه بالا بویژه در گرمترین ماه سال و احتمال وقوع پدیده شبنم، متوسط دمای سالانه بالاتر از ۲۰ درجه سانتیگراد، تابش شدید آفتاب و افزایش دمای سطحی اجسام تا حد قابل ملاحظه و بالا بودن میزان اشعه UV، تعداد وقوع دفعات طوفان‌های گرد و غبار بسیار زیاد، وجود منابع عظیم نفت و گاز و آلودگی‌های ناشی از آن‌ها، وزش شن‌باده‌ها و مسائل ناشی از ساییدگی گالوانیزاسیون هادی‌ها و لعاب مقره، بارش سالانه بسیار کم و ناچیز که سطوح عایقی را تمیز نمی‌کند و وجود گندهای نمکی و عبور رودهای شور و معضل خوردگی‌های مدفون

### • گروه اقلیمی ۸: نوار ساحلی خلیج فارس و دریای عمان

شاید بتوان گفت که این ناحیه، از منظر عملکرد تجهیزات فشار قوی و سطوح عایقی یکی از بدترین اقلیم‌های آب و هوایی جهان باشد. در این اقلیم که مطابق استاندارد DIN 50019 جزو شرایط آب و هوایی شدیداً گرم و مرطوب<sup>۱</sup> است، عملکرد تجهیزات فشار قوی و سطوح عایقی به واسطه‌ی پارامترهای محیطی زیر به شدت تحت تاثیر قرار دارند:

حداکثر دمای بالاتر از ۴۰ درجه سانتیگراد و دوام آن در چندین ماه گرم سال، متوسط دمای ماهانه بالاتر از ۳۰ درجه سانتیگراد در ماه‌های گرم، متوسط دمای روزانه بالاتر از ۳۵ درجه سانتیگراد در ماه‌های گرم، متوسط دمای سالانه بیش از ۲۰ درجه سانتیگراد، تابش شدید خورشید در این مناطق و بالا بودن تعداد ساعات آفتابی و افزایش دمای سطحی اجسام در زیر تابش نور خورشید و بالا بودن میزان اشعه ماوراء بنفش، میزان بارش باران سالانه کم ولیکن به صورت ناگهانی و بالا بودن

<sup>1</sup> Extreme Hygrothermal



میزان بارش حداکثر روزانه، وزش بادهای شدید حدود ۴۵ متر بر ثانیه، وجود شرایط شرجی هوا در حدود ۸ تا ۱۱ ماه از سال (بویژه در نواحی بوشهر - هرمزگان و جنوب سیستان و بلوچستان) و بالا بودن دمای نقطه شبنم و وقوع مکرر پدیده شبنم در طول سال و لزوم توجه به مسائل عایقی و پدیده کرونا، رطوبت نسبی و مطلق بالای محیط و قرار گرفتن در کلاسهای شدید خوردگی C4 و یا C5، تعداد دفعات وقوع طوفان‌های گرد و خاک در این نواحی و مسائل آلودگی ناشی از آن، نزدیکی به دریا و آلودگی نمکی و پاشش آب به تاسیسات ساحلی، بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی و وجود خاکهای محتوی کلروسولفات و دیگر عناصر خورنده، وجود منابع عظیم نفت و گاز و نیز گنبدهای نمکی و مساله آلودگیهای کربنی و نمکی، بالا بودن فشار بخار آب اشباع محیط از حد ۱/۸ کیلوپاسکال جهت تجهیزات داخلی در چند ماه از سال.

## فهرست مطالب

مقدمه .....	۱
۱- چشم‌انداز توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص .....	۲
۱-۱- مبانی نظری در خصوص تدوین و تبیین بیانیه چشم‌انداز .....	۳
۲-۱- تعریف چشم‌انداز .....	۳
۳-۱- ویژگی‌های یک چشم‌انداز مطلوب .....	۴
۴-۱- ضرورت تدوین چشم‌انداز .....	۶
۵-۱- انواع چشم‌اندازها .....	۷
۶-۱- روش‌های تبیین بیانیه چشم‌انداز .....	۹
۷-۱- فرآیند (روش منتخب) تدوین چشم‌انداز .....	۱۲
۸-۱- نتایج حاصل از بررسی اسناد بالادستی .....	۱۴
۹-۱- نتایج حاصل از بررسی ابعاد چشم‌اندازی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در کشورهای مختلف (مطالعات تطبیقی) .....	۱۸
۱-۹-۱- بررسی چشم‌انداز شبکه برق امریکای شمالی مطابق گزارش دپارتمان انرژی امریکا .....	۱۹
۲-۹-۱- بررسی چشم‌انداز پست‌های هوشمند در شبکه برق امریکا مطابق گزارش EPRI .....	۲۰
۳-۹-۱- بررسی چشم‌انداز تقویت شبکه برق امریکا مطابق گزارش PSERC .....	۲۱
۴-۹-۱- بررسی چشم‌انداز شبکه برق اسکاتلند و انگلستان مطابق گزارش ENSG .....	۲۱
۵-۹-۱- بررسی چشم‌انداز شبکه برق کشورهای اتحادیه اروپا مطابق گزارش EUREL .....	۲۲
۶-۹-۱- بررسی چشم‌انداز شبکه برق کشور کانادا مطابق گزارش CEA .....	۲۲
۷-۹-۱- بررسی چشم‌انداز شبکه برق کشور هندوستان .....	۲۳
۸-۹-۱- بررسی چشم‌انداز شبکه برق کشور ویتنام مطابق گزارش رسمی دولت ویتنام .....	۲۴
۹-۹-۱- بررسی چشم‌انداز شبکه برق ایالت ویکتوریای استرالیا مطابق گزارش VENCORP .....	۲۴

- ۱-۹-۱۰- بررسی چشم‌انداز شرکت‌های فعال در حوزه تجهیزات فشار قوی ..... ۲۵
- ۱-۱۰-۱- ارزیابی دیدگاه خبرگان حوزه انتقال نیرو در خصوص تجهیزات عایقی فشار قوی ..... ۲۶
- ۱-۱۱-۱- تبیین چارچوب بیانیه و پیش‌نویس بیانیه چشم‌انداز ..... ۲۷
- ۱-۱۲-۱- تعریف واژگان چشم‌انداز (توصیفات پساچشم‌اندازی) ..... ۳۰
- ۲- تعیین اهداف کلان توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ..... ۳۱
- ۱-۲-۱- مبانی نظری تدوین اهداف کلان برنامه راهبردی ..... ۳۱
- ۲-۲- حوزه‌های اهداف تعیین شده ..... ۳۲
- ۳-۲- ویژگی‌های اهداف تعیین شده ..... ۳۳
- ۲-۴- تدوین اولیه اهداف کلان بر اساس ورودی‌ها ..... ۳۴
- ۲-۵- تأیید و نهایی‌سازی اهداف کلان ..... ۳۵
- ۲-۶- فرآیند تدوین اهداف توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ..... ۳۶
- ۲-۷- مراحل تدوین اهداف توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ..... ۳۷
- ۲-۷-۱- نتایج حاصل از بررسی گزارش مطالعات تطبیقی ..... ۳۸
- ۲-۷-۱-۱- بررسی اهداف شبکه برق امریکای شمالی مطابق گزارش دپارتمان انرژی امریکا ..... ۳۹
- ۲-۷-۱-۲- بررسی اهداف شبکه برق کشورهای اتحادیه اروپا مطابق گزارش EUREL ..... ۴۰
- ۲-۷-۱-۳- بررسی اهداف شبکه برق هوشمند کشور هندوستان ..... ۴۰
- ۲-۷-۱-۴- بررسی اهداف صورتجلسه مصوب اتحادیه اروپا در خصوص مطالعات استراتژیک شبکه برق آینده ..... ۴۱
- ۲-۷-۱-۵- بررسی اهداف شرکت‌های فعال در حوزه تجهیزات فشار قوی ..... ۴۲
- ۲-۷-۲- نتایج حاصل از بررسی گزارش آینده‌پژوهی ..... ۴۲
- ۲-۷-۳- نتایج حاصل از بررسی گزارش توجیه‌پذیری ..... ۴۳
- ۲-۷-۴- نتایج حاصل از بررسی چشم‌انداز تدوین شده ..... ۴۴

۲-۷-۵- نتایج حاصل از بررسی اسناد بالادستی..... ۴۴

۲-۸- اهداف کلان تعیین شده در سند توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

..... ۴۸

۳- تعیین راهبردهای توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ..... ۵۲

۳-۱- دسته‌بندی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی بر اساس شاخص‌های جذابیت و توانمندی ۵۳

۳-۱-۱- شاخص‌های ارزیابی جذابیت و توانمندی فناوری‌ها..... ۵۵

۳-۱-۲- پرسشنامه ارزیابی جذابیت و توانمندی فناوری‌ها..... ۵۸

۳-۱-۳- نتایج ارزیابی پرسشنامه ارزیابی جذابیت و توانمندی فناوری‌ها ..... ۵۹

۳-۲- ماتریس جذابیت - توانمندی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ۶۳

۳-۲-۱- ناحیه‌بندی ماتریس جذابیت - توانمندی..... ۶۴

۳-۳- روش اکتساب فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ..... ۷۱

۳-۴- راهبردهای تعیین شده برای توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

..... ۷۴

منابع و مراجع ..... ۸۰

پیوست ۱ - اسامی اعضای کمیته راهبری..... ۷۹

پیوست ۲ - پرسشنامه ارزیابی چشم‌انداز..... ۷۹

پیوست ۳- پرسشنامه ارزیابی اهداف..... ۸۲

پیوست ۴- پرسشنامه ارزیابی جذابیت و توانمندی فناوری‌ها..... ۸۵

## فهرست اشکال

- شکل (۱-۳): بررسی ابعاد قدرت و مزایای چشم‌انداز ..... ۷
- شکل (۲-۳): گام‌های پردازش یک چشم‌انداز مطلوب ..... ۱۱
- شکل (۳-۳): مدل اجرایی خلق چشم‌انداز ..... ۱۳
- شکل (۴-۳): مدل توسعه مفهومی مبنا جهت انجام مطالعات تطبیقی ..... ۱۹
- شکل (۵-۳): زمینه‌های چشم‌انداز توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی ..... ۲۸
- شکل (۶-۳): ویژگی‌های اهداف کلان ..... ۳۴
- شکل (۷-۳): نحوه تعیین اهداف کلان در سند توسعه فناوری ..... ۳۶
- شکل (۸-۳): مدل اجرایی تدوین اهداف ..... ۳۸
- شکل (۹-۳): ارتباط بین اهداف، حوزه‌های اهداف و زمینه‌های چشم‌انداز ..... ۵۱
- شکل (۱۰-۳): متدولوژی تدوین ارکان جهت‌ساز توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ..... ۵۳
- شکل (۱۱-۳): ماتریس جذابیت - توانمندی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ..... ۶۴
- شکل (۱۲-۳): اثر پراکندگی فناوری‌ها بر انتخاب نواحی در ماتریس جذابیت - توانمندی ..... ۶۵
- شکل (۱۳-۳): اثر تنوع کاربرد و حساسیت دستیابی به فناوری بر ناحیه‌بندی ماتریس جذابیت - توانمندی سه ناحیه‌ای ..... ۶۶
- شکل (۱۴-۳): نحوه اولویت‌بندی نواحی در نظر گرفته شده در ماتریس جذابیت - توانمندی ..... ۶۷
- شکل (۱۵-۳): ماتریس نرمال شده جذابیت - توانمندی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ..... ۶۸
- شکل (۱۶-۳): ناحیه‌بندی ماتریس نرمال شده جذابیت - توانمندی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ..... ۶۸
- شکل (۱۷-۳): الگوریتم تعیین روش اکتساب فناوری ..... ۷۲

## فهرست جداول

- جدول (۱-۳): عناوین سیاست‌ها و برنامه‌های مصوب بررسی شده ..... ۱۵
- جدول (۲-۳): زمینه‌هایی که با توجه به اسناد بالادستی، باید در تدوین بیانیه اولیه چشم‌انداز در نظر گرفته شوند.. ۱۶
- جدول (۳-۳): زمینه‌هایی که با توجه به مطالعات تطبیقی شرکت‌های حوزه تجهیزات فشار قوی، باید در تدوین بیانیه اولیه چشم‌انداز در نظر گرفته شوند..... ۲۵
- جدول (۴-۳): اهداف تعیین شده برای توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص براساس مطالعات تطبیقی شرکت‌های حوزه تجهیزات فشار قوی..... ۴۲
- جدول (۵-۳): اهداف تعیین شده برای توسعه فناوری تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص بر اساس مطالعه گزارش آینده‌پژوهی..... ۴۳
- جدول (۶-۳): اهداف تعیین شده برای توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص بر اساس مطالعه گزارش توجیه‌پذیری..... ۴۳
- جدول (۷-۳): اهداف تعیین شده برای توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص بر اساس مطالعه چشم‌انداز تدوین شده..... ۴۴
- جدول (۸-۳): اهداف تعیین شده برای توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص بر اساس مطالعه اسناد بالادستی..... ۴۵
- جدول (۹-۳): نظرات اعضای کمیته راهبری در رابطه با اهداف توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص..... ۴۹
- جدول (۱۰-۳): جمع‌بندی نتایج پرسشنامه ارزیابی جذابیت و توانمندی فناوری‌ها..... ۶۲
- جدول (۱۱-۳): نتیجه اولویت‌بندی پژوهش‌های بنیادی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص..... ۶۳
- جدول (۱۲-۳): ناحیه‌بندی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص..... ۷۰

جدول (۳-۱۳): روش اکتساب پیشنهادی برای توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم

۷۳ ..... خاص

۸۰ ..... جدول (ب-۱): نظرسنجی زمینه‌های چشم‌انداز

۸۱ ..... جدول (ب-۲): نظرسنجی ویژگی‌های چشم‌انداز

۸۴ ..... جدول (ج-۱): نظرسنجی ویژگی‌های اهداف

۸۸ ..... جدول (د-۱): جدول پاسخ پرسشنامه ارزیابی جذابیت - توانمندی

## مقدمه

در گزارش فاز سوم سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص، ارکان جهت‌ساز توسعه فناوری که شامل چهار بخش کلی ذیل است، تدوین و تشریح شده است:

در بخش اول تحت عنوان "تدوین چشم‌انداز"، چشم‌انداز فناوری در افق صنعت، که دورنمایی از دستیابی به اهداف در افق زمانی انتهایی سند است مشخص خواهد شد. ابتدا، مبانی نظری تدوین چشم‌انداز به منظور آشنایی بیشتر با ماهیت چشم‌انداز و درک بهتر آن ارائه می‌شود. سپس، روش منتخب تدوین چشم‌انداز به طور اختصاری شرح داده خواهد شد. در انتها نیز منابع مطالعات مبنا برای تدوین چشم‌انداز معرفی شده و با بررسی این منابع، چشم‌انداز توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص تدوین می‌گردد.

در بخش دوم تحت عنوان "تعیین اهداف کلان"، به منظور شفاف نمودن مسیر نیل به چشم‌انداز توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص، ابتدا چارچوب نظری تدوین اهداف کلان را از نظر خواهیم گذراند. سپس، با بررسی منابع پیشنهادی در فرآیند منتخب تدوین اهداف، به تعیین اهداف کلان می‌پردازیم و در انتها نیز بر طبق نظرسنجی خبرگان، اهداف نهایی را ارائه خواهیم کرد.

در بخش سوم تحت عنوان "تدوین راهبردها"، خطوط اصلی رسیدن به اهداف را تعیین می‌کنیم. این بخش سه مرحله را دنبال خواهد کرد؛ اول اینکه، رویکرد انتخابی در تدوین سند راهبردی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص بسته به جایگاهش در چرخه عمر چیست؟ دوم اینکه اولویت‌های توسعه و حوزه‌های برگزیده توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص چیست؟ و سوم اینکه روش مناسب اکتساب مطابق با اولویت‌ها و رویکرد اتخاذی چه خواهد بود؟

در بخش چهارم تحت عنوان "تدوین سیاست‌های کلان" نیز، چارچوبی کلی مشخص خواهد شد که کیفیت رسیدن به هدف را تعریف خواهد کرد. در این بخش با بررسی منابع مورد وثوق به منظور تدوین سیاست‌های کلان و بر طبق متدولوژی پیشنهادی، سیاست‌های کلان توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص را تبیین خواهیم نمود.



## ۱- چشم‌انداز توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با

### اقلیم خاص

به طور کلی، چشم‌انداز<sup>۱</sup> بیانگر افق و جایگاه مطلوب، آرمانی و رقابتی برای سازمان، صنعت یا تکنولوژی است. چشم‌انداز، امیدها و اهداف آرمانی را نشان می‌دهد و یادآوری می‌کند که جهت حرکت به کدام سو ادامه می‌یابد. به عبارت دیگر، چشم‌انداز آینده‌ای است واقع‌گرایانه، محقق‌الوقوع و جذاب که کلید رهبری حرکت به سوی اهداف است. بر این اساس، در خصوص موضوع سند، چشم‌انداز شامل جایگاه مطلوب کشور در موضوع سند خواهد بود.[۱]

اهمیت چشم‌انداز از ابعاد گوناگونی قابل بررسی است. می‌توان گفت که چشم‌انداز دو کارکرد اصلی دارد: نخست، از به بیراهه کشیده شدن فعالیت‌ها جلوگیری کرده و دوم اینکه همواره امید را برای نیل به اهداف تعیین شده تقویت می‌نماید. انواع آینده که در چشم‌انداز به آن پرداخته می‌شود، در سه دسته طبقه‌بندی می‌شود: آینده ممکن، آینده محتمل و آینده مطلوب.

**آینده‌های ممکن:** شامل تمامی آینده‌هایی است که می‌تواند اتفاق بیفتد. مهم نیست که این آینده‌ها تا چه حد احتمال وقوع داشته باشند و یا حتی دست‌نیافتنی باشند.

**آینده‌های محتمل:** آنچه به احتمال بسیار زیاد در آینده به وقوع خواهد پیوست.

**آینده‌های مطلوب:** آنچه مطلوب‌ترین و ارجح‌ترین رویداد آینده به شمار می‌رود.

هدف از نگارش این گزارش، تدوین بیانیه اولیه چشم‌انداز توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص می‌باشد. بیانیه اولیه چشم‌انداز باید مبتنی بر مطالعات صورت گرفته (خصوصاً چشم‌انداز سایر کشورها) و اسناد بالادستی (خصوصاً اسناد راهبردی صنعت برق) تدوین گردد. با توجه به اینکه تدوین بیانیه اولیه چشم‌انداز نیازمند شناخت اساس و چهارچوب نظری تدوین چشم‌انداز و ملاحظات کلی تدوین چشم‌انداز می‌باشد، در ابتدا به بررسی چارچوب نظری و ملاحظات کلی تدوین و تبیین چشم‌انداز پرداخته می‌شود. پس از آن، با تجزیه و تحلیل مطالعات انجام شده و اسناد بالادستی، به تدوین بیانیه اولیه چشم‌انداز می‌پردازیم. سپس، پیش‌نویس بیانیه اولیه چشم‌انداز تدوین می‌شود. در آخر، پیش‌نویس اولیه

<sup>۱</sup>Vision

بیانیه چشم‌انداز، پس از اخذ نظرات خبرگان و هیئت رئیسه و نظارت کارفرما، تکمیل و اصلاح شده و در این گزارش ارائه خواهد شد.

## ۱-۱- مبانی نظری در خصوص تدوین و تبیین بیانیه چشم‌انداز

همان‌طور که اشاره شد، یکی از گام‌های اساسی در تدوین برنامه راهبردی، تدوین چشم‌انداز است. در حقیقت، پس از تدوین مأموریت، می‌بایست مقصد نهایی در یک افق زمانی مشخص تعیین گردد. با تهیه چنین تصویری از آینده، فعالیت‌ها و تصمیم‌گیری‌های کلان، فرابخشی و بخشی دارای یک هدف واحد هستند و این هدف، رسیدن به چشم‌انداز تعیین شده می‌باشد.

در این بخش از گزارش، به بررسی مبانی نظری در انتخاب یک چشم‌انداز مناسب و همچنین بررسی الزامات آن پرداخته شده است. بر این اساس، ابتدا تعاریف و ویژگی‌های چشم‌انداز از منابع علمی مختلف ارائه شده و سپس متدولوژی‌های تدوین چشم‌انداز معرفی می‌شوند.

## ۱-۲- تعریف چشم‌انداز

واژه چشم‌انداز در زبان فارسی به معنی تصویری است که از آینده در نظر انسان مجسم می‌شود. در مطالعات انجام گرفته، تعاریف مختلفی از چشم‌انداز وجود دارد که برخی از مهم‌ترین آن‌ها به شرح ذیل ارائه می‌شود:

- ۱) آینده واقع‌گرایانه، قابل تحقق و جذاب
- ۲) بیان صریح سرنوشتی که باید به سوی آن حرکت کرد
- ۳) هنر دیدن نادیدنی‌ها
- ۴) یک عامل کلیدی در رهبری و یک جنبش ذهنی از شناخته‌ها به ناشناخته‌ها که رهبران اثربخش را قادر می‌سازد تا با در کنار هم قرار دادن حقایق، آرزوها، ایده‌آل‌ها، فرصت‌ها و تهدیدها، آینده‌ای جذاب برای خود خلق کنند
- ۵) تصویر مطلوب (شفاف، واقعی، جذاب و قابل قبول) و آرمان قابل دستیابی در افق زمانی معین بلندمدت که متناسب با مبانی ارزشی ذینفعان تعیین می‌گردد
- ۶) تصویر مطلوب و آرمان قابل دستیابی جامعه در افق زمانی معین بلندمدت که متناسب با مبانی ارزشی و آرمان‌های

نظام و مردم تعیین می‌گردد

(۷) تصویر آینده‌ای که در جستجوی خلق آن هستیم و هر چه این تصویر از نظر جزئیات غنی‌تر باشد، جالب‌توجه‌تر خواهد بود

(۸) ارائه‌دهنده یک تصویر مطلوب، آرمانی و قابل دستیابی که مانند چراغی در افق بلندمدت سازمان و ذینفعانش قرار دارد و واجد ویژگی‌های جامع‌نگری، آینده‌نگری، ارزش‌گرایی و واقع‌گرایی می‌باشد

بر اساس این تعاریف، می‌توان دریافت که، چشم‌انداز علاوه بر این که برانگیزاننده، هدایتگر و جهت‌دهنده جامعه و الهام‌بخش، وحدت‌آفرین و قابل فهم برای همه اقشار می‌باشد، باید از ویژگی‌های آینده‌نگری، واقع‌گرایی، ارزش‌گرایی و جامع‌نگری نیز برخوردار بوده و تغییر اساسی در وضع موجود ایجاد کند تا بتوان عزم ملی را جهت تحقق آن فراهم آورد. همچنین، چشم‌انداز هر مجموعه اگر به صورت دقیق، جامع و آینده‌نگرانه تعریف شده باشد، می‌تواند مسیر حرکت آن مجموعه را همواره هدفمند و جهت‌دار نماید. لذا، آگاهی کامل مدیران مجموعه به چشم‌انداز، می‌تواند آن‌ها را در تصمیمات کلیدی یاری دهد. البته چشم‌انداز می‌تواند در طی زمان نیز تکمیل گردد. از دیدگاهی دیگر، چشم‌انداز، آمیزه‌ای از ارزش‌ها و داوریه‌های مبتنی بر ایدئولوژی و واقعیت‌های اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی می‌باشد. طبق این دیدگاه، هر ایدئولوژی، ترسیم‌کننده یک چشم‌انداز است. لذا، در مقام برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری باید ایدئولوژی واحدی حاکم باشد تا چشم‌انداز واحدی شکل بگیرد. بر مبنای تعاریف مختلف ارائه شده، ویژگی‌های زیادی را برای یک چشم‌انداز مطلوب می‌توان مدنظر قرار داد که در ادامه و مبتنی بر یافته‌های کتابخانه‌ای به تعدادی از آن‌ها اشاره خواهد شد.

### ۱-۳- ویژگی‌های یک چشم‌انداز مطلوب

برخی از مهم‌ترین ویژگی‌های یک چشم‌انداز مطلوب که در این مطالعه نیز مورد توجه و تمرکز قرار خواهند گرفت، عبارتند

از: [۱]

(۱) در زمان مورد نظر کمیت‌پذیر و قابل دستیابی باشد.

(۲) برآیند آثار ناشی از مزیت‌ها (مؤلفه‌های قوت و فرصت) و چالش‌ها (نقاط ضعف و تهدید) با توجه به استراتژی‌های

تعیین‌شده تبیین گردد.

۳) جامع، تحول‌گرا، آینده‌نگر و پویا باشد.

۴) دارای افق زمانی معین باشد.

۵) بلندپروازانه و در عین حال منحصر به فرد باشد.

۶) برانگیزاننده مشارکت همگانی و مشوق حرکت باشد.

۷) حال و آینده را به هم پیوند دهد؛ یعنی در عین آنکه واقع‌گرایانه باشد، با آرمان‌ها نیز مطابقت داشته باشد.

۸) برای ذینفعان، اطمینان‌بخش و توجه‌برانگیز باشد.

۹) دارای حس مالکیت و تعلق باشد و این حس را در ذینفعان تقویت نماید.

۱۰) تعیین‌کننده مسیر حرکت و به وجود آورنده هدفی منسجم باشد. به این منظور، باید تصویری ممکن از اهداف

مطلوب در چشم‌انداز مد نظر باشد.

۱۱) تداوم‌بخش برنامه‌ریزی و اجرا باشد.

۱۲) نشان‌دهنده فرصت‌های موجود و راه بهره‌جویی از این فرصت‌ها باشد.

این در حالی است که در سیستم‌ها و سازمان‌هایی با مقیاس‌های کوچک‌تر، ویژگی‌های زیر را نیز باید برای چشم‌انداز

متصور شد:

- ایجادکننده رضایت شغلی، تعهد، علاقه و غرور در ذینفعان و انرژی‌دهنده به آنها باشد.

- در حوزه هدف، اثرگذار و معنی‌بخش به جوانب مختلف زندگی باشد.

- مشوق یادگیری باشد.

- مشخص‌کننده مخاطب باشد.

- مشخص‌کننده استاندارد برتر باشد.

- کوتاه و دقیق باشد.

- مرتبط با تمام ذینفعان باشد.

## ۱-۴- ضرورت تدوین چشم‌انداز

از دیگر مواردی که باید در تدوین بیانیه اولیه چشم‌انداز در نظر گرفته شود، درک و بیان ضرورت و اهمیت تدوین چشم‌انداز است. همان طور که اشاره شد، ضرورت اصلی تدوین چشم‌انداز، تعیین افق، جایگاه و موقعیت مطلوب است. با تعیین این مفاد، از منحرف شدن از مسیر اصلی جلوگیری شده و امید فعالیت در مجموعه ذینفعان مدنظر تقویت می‌شود. به طور کلی چشم‌انداز در سطوح مختلف ملی، بخشی و سازمانی در پاسخ به مجموعه سؤالاتی مشابه سؤالات زیر تعریف می‌شود:

- ۱) آیا اختلال و سردرگمی نسبت به اهداف وجود دارد؟
- ۲) آیا افراد از میزان چالش در کار خود رضایت دارند؟
- ۳) آیا در حال از دست دادن بازار، شهرت یا اعتبار هستیم؟
- ۴) آیا رقبای جدیدی در حال ظهور هستند که قرار است خدمات بهتری ارائه دهند؟
- ۵) آیا به نظر می‌رسد که روند حرکتی جامعه با تغییرات محیطی هماهنگ نیست؟
- ۶) آیا احساس غرور و افتخار در جامعه ما کاهش یافته است؟
- ۷) آیا کسانی هستند که صرفاً برای پول کار می‌کنند و هیچ تعهدی نسبت به جامعه نداشته باشند؟
- ۸) آیا اجتناب از ریسک در جامعه، بیش از حد لازم است؟ (افراد تمایل به مسئولیت‌پذیری ندارند، در چارچوب قوانین و مقررات محدود مانده‌اند و در مقابل تغییر مقاومت می‌کنند؟)
- ۹) آیا احساس مشترک نسبت به پیشرفت یا حرکت به سمت جلو مشاهده می‌شود؟

چنانچه پاسخ هر یک از سؤالات فوق در یک نظام، مثبت قلمداد شود، اصلاح ساختارهای راهبردی و تعریف چشم‌انداز جدید اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. لذا، برخورداری از یک چشم‌انداز مؤثر، جامع و کارآمد حائز اهمیت است.

## ۱-۵- انواع چشم‌اندازها

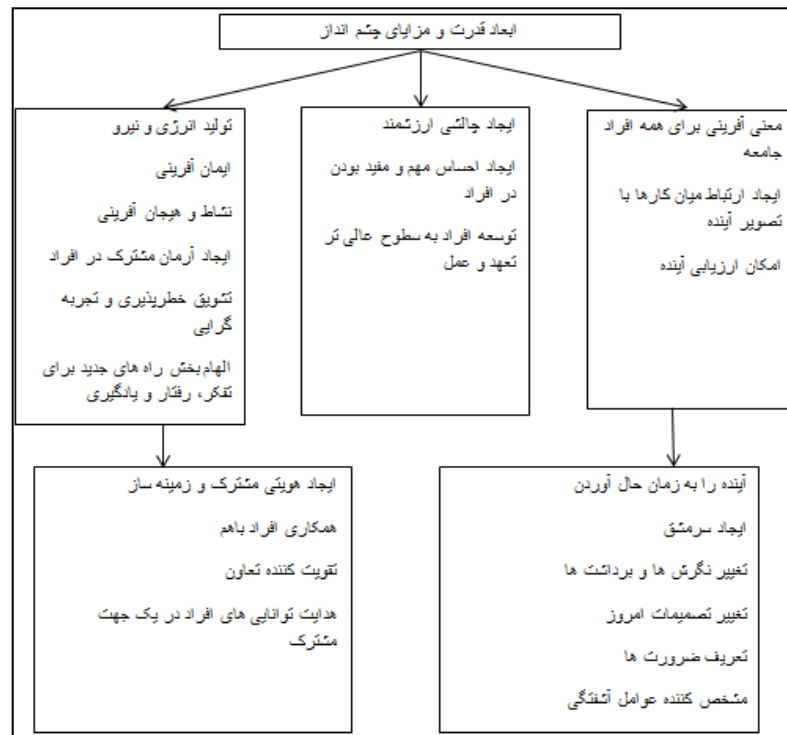
پیش از بررسی انواع چشم‌اندازها، در ابتدا به بررسی محتوا و ارکان یک چشم‌انداز پرداخته می‌شود. در این ارتباط، توصیه شده است که هر بیانیه چشم‌انداز از لحاظ محتوایی باید سه عنصر زیر را روشن سازد:

(۱) صحنه و یا مرزهای رقابتی

(۲) مزیت رقابتی

(۳) قابلیت رقابتی یا شایستگی‌های محوری

برخی از مزایا و ابعاد قدرت چشم‌انداز در نمودار شکل (۱-۳) ارائه شده است.



شکل (۱-۳): بررسی ابعاد قدرت و مزایای چشم‌انداز

اکثر چشم‌اندازها به بیان جمله‌ای کیفی و کلی پرداخته‌اند. با این وجود، می‌توان چشم‌انداز را به چهار نوع زیر دسته‌بندی

نمود: [۱]

### • چشم‌انداز کمی

چشم‌اندازی است که در آن شاخص‌های کمی برای آینده مطلوب بیان شده و سپس هر یک از این شاخص‌ها عددگذاری می‌شوند. چشم‌اندازهای کمی می‌توانند از نوع عددی (به عنوان مثال، میزان تولید در افق زمانی چشم‌انداز) و یا از نوع درصدی (به عنوان مثال، درصد سهم تولید در کشور یا منطقه در افق زمانی چشم‌انداز) باشند.

### • چشم‌انداز کیفی

بر خلاف چشم‌انداز کمی، در این چشم‌انداز، به بیان جملاتی کیفی و عاری از اعداد و ارقام پرداخته می‌شود. این نوع چشم‌انداز، شاخص‌های کیفی را برای نشان دادن آینده مطلوب سازمان به کار می‌برند.

### • چشم‌انداز رتبه‌ای

در چشم‌انداز رتبه‌ای، جایگاه کشور یا سازمان یا بخش بین دیگران به عنوان ملاک بیان آینده مطلوب در نظر گرفته شده است. به عنوان مثال، ممکن است کشور یا سازمانی در بیانیه چشم‌انداز خود اعلام نماید که قصد دارد در بین رقبا جایگاه سوم را داشته باشد.

### • چشم‌انداز مقایسه‌ای

در چشم‌انداز مقایسه‌ای، جایگاه آینده در مقایسه با رقبای اصلی ترسیم می‌شود و ملاک پیشرفت و توسعه، برتری نسبت به یک رقیب خاص اعلام می‌گردد.

البته، باید توجه داشت که چشم‌اندازهای رتبه‌ای و مقایسه‌ای تا حدی زیرمجموعه چشم‌اندازهای کمی و کیفی هستند و از این رو، چشم‌اندازها در دو دسته کلی کیفی و کمی قابل طبقه‌بندی خواهند بود.

پس از شناسایی مبانی پایه، ضرورت‌های خلق چشم‌انداز، و معرفی انواع آن، نوبت به شناخت روش‌های تبیین چشم‌انداز می‌رسد. از این رو، در ادامه گزارش، به بررسی روش‌های مختلف تبیین چشم‌انداز پرداخته شده است.

## ۱-۶- روش‌های تبیین بیانیه چشم‌انداز

به بیان کسانی که مسیر دشوار تدوین چشم‌انداز را طی کرده‌اند، این مسیر دارای پیچیدگی و سختی وصف‌ناپذیری است. از این رو، روش‌های متنوعی توسط محققان مختلف برای تدوین بیانیه چشم‌انداز پیشنهاد شده است. به دلیل پیچیدگی موجود در این فرآیند، می‌توان گفت که هیچ کدام از روش‌های موجود کامل نیست و به همین دلیل در اکثر موارد برای تدوین بیانیه چشم‌انداز باید از ترکیب چند روش استفاده نمود. لذا، در ادامه، برخی از مهم‌ترین روش‌های تدوین و خلق چشم‌انداز ارائه شده است.

### • روش ۵ چرا

کالینز و پوراس (۱۹۹۶) طی مقاله‌ای در مجله "بررسی‌های بازرگانی هاروارد" توصیه کردند که کار را با این پرسش آغاز کنید که "چرا این کالاها و خدماتی که ما تولید می‌کنیم مهم هستند؟". این سؤال را ۵ بار تکرار کنید تا به هدف بنیادین خود پی ببرید.

### • روش استوارت

توماس استوارت (۱۹۹۳) قالبی را به شرح زیر طراحی کرده است که تدوین چشم‌انداز را برای هر جامعه‌ای تسهیل می‌نماید:

- ✓ جایگاه جامعه (رهبر، پیشرو، جهانی، ...)
- ✓ ویژگی کالا و خدمات (نوآور، ارزان، متنوع، باکیفیت، ...)
- ✓ ویژگی مشتریان و ذینفعان (بازار جهانی، خلق ارزشی برای ذینفعان، ...)
- ✓ نوع صنعت

### • روش برت نی‌نوس

برت نی‌نوس (۱۹۹۲) روش نسبتاً پیچیده ولی جامع‌تری را برای تدوین چشم‌انداز معرفی کرده است که این روش شامل مراحل زیر می‌باشد:

- ✓ وضعیت فعلی جامعه، کسب و کار و نحوه فعالیت



- ✓ تعیین مرزهای چشم‌انداز (شناسایی ذینفعان و نیازهای آنان)
- ✓ تعیین جایگاه جامعه در محیط آتی
- ✓ ارزیابی و انتخاب چشم‌انداز نهایی

### • روش کیگلی

به زعم کیگلی (۱۹۹۶)، چشم‌انداز رهبر، بر درک گذشته و حال دلالت دارد و مهم‌تر از آن، نقشه‌راهی برای آینده ارائه می‌کند و به افراد راهکارهایی در جهت عمل و عکس‌العمل برای تحقق آینده مطلوب عرضه می‌دارد. باید توجه داشت که پس از تبیین هر یک از ارکان چشم‌انداز، کیگلی در فرآیندی با نام فرآیند برنامه‌ریزی رایزنی رهبری، نحوه تدوین چشم‌انداز را در گام‌های زیر خلاصه می‌کند:

- ۱) انتخاب افراد شرکت‌کننده در تدوین چشم‌انداز
- ۲) تدارک جلسه‌آشنایی مختصر برای تمام افراد گروه مرکزی
- ۳) تهیه و ارسال پرسشنامه برای هر یک از اعضا و گروه‌های مرتبط
- ۴) مصاحبه با افرادی که این شیوه را ترجیح می‌دهند
- ۵) جمع‌آوری پاسخ‌ها و دسته‌بندی پاسخ‌های مشابه
- ۶) خلاصه کردن نتایج
- ۷) آماده‌سازی و ارسال کتاب داده‌ها برای اعضای گروه مرکزی

### • روش لاتام

در روش لاتام (۱۹۹۵)، هشت گام معرفی شده است که به شرح زیر می‌باشند:

- ۴) گام اول: جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات بنیادین
- ۵) گام دوم: طوفان ذهنی
- ۶) گام سوم: حذف اضافات
- ۷) گام چهارم: تدوین سند اولیه

- ۸) گام پنجم: تصحیح بیانیه
- ۹) گام ششم: آزمون معیارها
- ۱۰) گام هفتم: کسب تأیید یا تصحیح
- ۱۱) گام هشتم: ابلاغ چشم‌انداز

این در حالی است که، چشم‌انداز به هر روشی که انتخاب و خلق گردد باید مبتنی بر گام‌های خلق آن و مطابق با رویکرد ارائه شده در شکل (۲-۳) پردازش و ارائه شود. در شکل (۲-۳)، گام‌های پردازش چشم‌انداز به طور خلاصه ذکر شده است:



شکل (۲-۳): گام‌های پردازش یک چشم‌انداز مطلوب

## ۱-۷- فرآیند (روش منتخب) تدوین چشم‌انداز

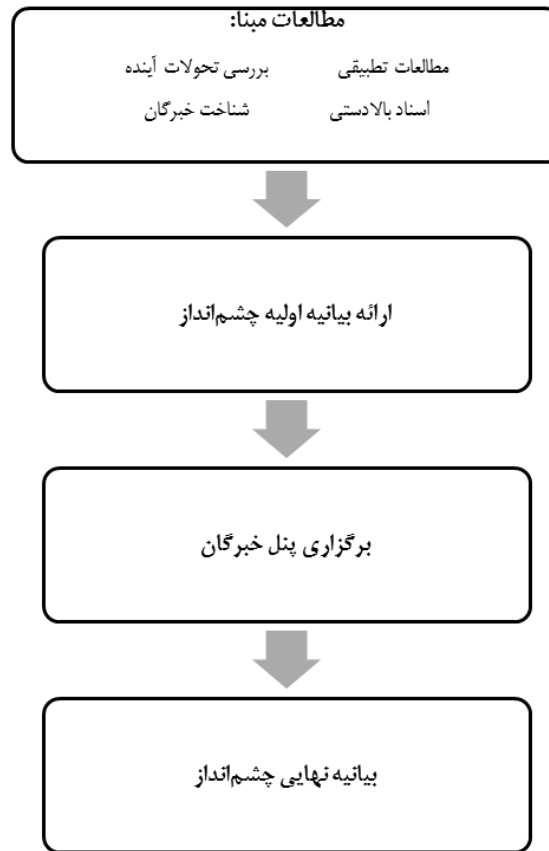
با معرفی روش‌ها، الزامات، ویژگی‌ها و تعاریف متعدد برای یک چشم‌انداز مطلوب، می‌توان به انتخاب یک روش پیشنهادی ترکیبی برای تدوین چشم‌انداز پرداخت. در این راستا، آنچه قابل توجه و اساسی خواهد بود آن است که مشخص شود در حوزه ارائه، بسط و خلق یک بیانیه چشم‌انداز، توجه به چه مواردی حائز اهمیت است. به منظور در نظر گرفتن این موارد در بیانیه چشم‌انداز، باید به یک سری سؤالات کلیدی و اساسی توجه شود. این سؤالات عبارتند از:

۱) رسالت اصلی چیست؟ ما امروز چه هستیم؟ آرزو داریم چه بشویم؟ توانمندی اصلی ما چیست؟

۲) چگونه آرزوی اصلی بیان شده در بیانیه چشم‌انداز محقق خواهد شد؟ راهبرد رشد داخلی سیستم در هر یک از زیربخش‌های اصلی آن چیست؟

۳) اگر زیر بخش‌های اصلی پتانسیل لازم برای رشد را نداشته باشند، راهبرد رشد خارجی برای تحقق آرزوی چشم‌انداز تبیین شده کدام است؟

در واقع، می‌توان اشاره کرد که روش (متدولوژی) منتخب تدوین هر چشم‌انداز، پاسخ به سؤالات فوق‌الذکر بوده و پیشنهاد می‌شود برای تدوین چشم‌انداز بر اساس فلوجارت ارائه شده در شکل (۳-۳) عمل شود.



شکل (۳-۳): مدل اجرایی خلق چشم‌انداز

از این رو، بر اساس روش منتخب، گام‌های خلق یک چشم‌انداز به شرح زیر می‌باشد:

در مرحله اول، به بررسی اسناد بالادستی مرتبط، مطالعات تطبیقی، تحولات آینده، نظرات خبرگان و توقعات آنها و ... پرداخته شده و با استفاده از این بررسی‌ها یک دید کلی نسبت به فضای سازمان، صنعت و یا سیستم مورد مطالعه به دست می‌آید.

در مرحله دوم، با توجه به اطلاعات حاصل شده و دید به دست آمده از مرحله قبل، به تدوین بیانیه ابتدایی چشم‌انداز پرداخته می‌شود. باید توجه کرد که چشم‌انداز تدوین شده باید به سؤالات اساسی فوق‌الذکر (از جمله ما امروز چه هستیم؟ آرزو داریم چه بشویم؟ توانمندی اصلی ما چیست؟ چگونه آرزوی اصلی بیان شده در بیانیه رسالت را محقق خواهیم کرد؟ راهبرد رشد داخلی ما در هر یک از زیر بخش‌های اصلی چیست؟ و...) پاسخ دهد.

در مرحله سوم، که در شکل (۳-۳) از آن تحت عنوان برگزاری پنل خبرگان یاد شده است، چشم‌انداز اولیه با خبرگان در میان گذاشته می‌شود. در این مرحله، پس از دریافت و بررسی نظرات خبرگان، در صورت لزوم، تغییراتی در بیانیه اولیه چشم‌انداز

داده می‌شود. سپس، در مرحله چهارم، با استفاده از تکنیک‌هایی مانند طوفان ذهنی، بیانیه نهایی چشم‌انداز که مورد قبول تمام مقامات اصلی سازمان باشد، نهایی و تدوین می‌شود.

لازم به یادآوری است که چشم‌انداز تدوین شده باید مورد ارزیابی قرار گیرد تا کارایی آن اثبات شود. برای اثبات کارایی چشم‌انداز، بیانیه نهایی چشم‌انداز تدوین شده، از لحاظ دارا بودن صفات و ویژگی‌های ضروری چشم‌انداز، بررسی و سنجیده می‌شود و در صورتی که صفات و ویژگی‌های ذکر شده را دارا باشد، چشم‌انداز از کارایی خوبی برخوردار خواهد بود. بر اساس کلیت اجمالی بیان شده از روش منتخب تدوین چشم‌انداز، در ادامه، مطابق با گام‌های تبیین شده، به بررسی مطالعات تطبیقی، نظرات خبرگان و اسناد بالادستی حوزه فناوری‌های تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص پرداخته خواهد شد.

## ۱-۸- نتایج حاصل از بررسی اسناد بالادستی

همان‌طور که اشاره شد، یکی از مهم‌ترین مراحل در تدوین سند راهبردی، تبیین چشم‌انداز است. به منظور تبیین چشم‌انداز، ضرورت دارد که به بررسی اسناد مختلف پرداخته شود. یکی از منابع اصلی برای تدوین بیانیه اولیه چشم‌انداز، اسناد بالادستی مرتبط با حوزه مد نظر می‌باشند. با توجه به متنوع بودن ارگان‌های قانون‌گذار، اسناد بالادستی متعددی در رابطه با تجهیزات عایقی فشار قوی بررسی شده‌اند که لیست این اسناد در جدول (۳-۱) ارائه شده است.

جدول (۳-۱): عناوین سیاست‌ها و برنامه‌های مصوب بررسی شده

ردیف	سند یا قانون تصویب شده	مرجع صادرکننده	تاریخ تصویب
۱	چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴	مقام معظم رهبری	۱۳۸۲
۲	تعیین و ابلاغ سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف توسط مقام معظم رهبری	مقام معظم رهبری	۱۳۸۹
۳	تعیین و ابلاغ سیاست‌های اقتصاد مقاومتی توسط مقام معظم رهبری	مقام معظم رهبری	۱۳۹۲
۴	تعیین و ابلاغ سیاست‌های کلی علم و فناوری توسط مقام معظم رهبری	مقام معظم رهبری	۱۳۹۳
۵	سیاست‌های کلی نظام در زمینه انرژی	مجمع تشخیص مصلحت نظام	۱۳۷۹
۶	سیاست‌های کلی نظام در مورد پدافند غیرعامل	مجمع تشخیص مصلحت نظام	۱۳۸۹
۷	سیاست‌های کلی نظام در خصوص موضوع خودکفایی دفاعی و امنیتی	مجمع تشخیص مصلحت نظام	۱۳۹۱
۸	قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران	مجلس شورای اسلامی	۱۳۵۸
۹	قانون برنامه اول توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی جمهوری اسلامی ایران	مجلس شورای اسلامی	۱۳۶۸
۱۰	قانون برنامه دوم توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی جمهوری اسلامی ایران	مجلس شورای اسلامی	۱۳۷۵
۱۱	قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی جمهوری اسلامی ایران	مجلس شورای اسلامی	۱۳۸۰
۱۲	قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی جمهوری اسلامی ایران	مجلس شورای اسلامی	۱۳۸۴
۱۳	قانون برنامه پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی جمهوری اسلامی ایران	مجلس شورای اسلامی	۱۳۹۰
۱۴	قانون هدفمند نمودن یارانه‌ها	مجلس شورای اسلامی	۱۳۸۸
۱۵	قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی	مجلس شورای اسلامی	۱۳۸۹
۱۶	اساسنامه شرکت مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران (توانیر)	هیئت وزیران	۱۳۸۱
۱۷	اساسنامه شرکت سهامی سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا)	هیئت وزیران	۱۳۸۱
۱۸	اساسنامه سازمان بهره‌وری انرژی (سابا)	هیئت وزیران	۱۳۸۳
۱۹	نقشه جامع علمی کشور	شورای عالی انقلاب فرهنگی	۱۳۸۹
۲۰	سند ملی توسعه بخش برق و انرژی‌های نو	سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور	۱۳۸۴
۲۱	سند برنامه‌های راهبردی صنعت، معدن و تجارت	بخش صنعت، معدن و تجارت جمهوری اسلامی ایران	۱۳۸۴
۲۲	قانون تأسیس وزارت نیرو	مجلس سانا	۱۳۵۳

در اکثر اسناد بررسی شده، سیاست‌های کلی کشور مشخص شده و به طور خاص به سیاست‌های مربوط به تجهیزات عایقی فشار قوی اشاره نشده است. لیکن، با مطالعه قوانین و سیاست‌های مرتبط و با توجه به پتانسیل‌های موجود در رابطه با فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی، زمینه‌های قابل تصور برای چشم‌انداز پیشنهادی را می‌توان برداشت کرد. زمینه‌ها و مواردی که با توجه به اسناد بالادستی باید در بیانیه چشم‌انداز در نظر گرفته شوند به طور اجمالی در جدول (۳-۲) آمده است.

جدول (۲-۳): زمینه‌هایی که با توجه به اسناد بالادستی، باید در تدوین بیانیه اولیه چشم‌انداز در نظر گرفته شوند

ردیف	سند یا قانون تصویب شده	بخش مربوط به انرژی	موارد و ویژگی‌های قابل برداشت از قانون که در تدوین بیانیه اولیه چشم‌انداز باید در نظر گرفته شوند
۱	چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴	توسعه یافته	دستیابی به جایگاه مناسب در میان کشورهای توسعه‌یافته جهان در افق ۱۴۰۴
		عدالت اجتماعی	توسعه پایدار و عدالت محور فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی در افق ۱۴۰۴
		برخوردار از دانش پیشرفته	توسعه دانش انتقال و توزیع برق در افق ۱۴۰۴
		متکی بر تولید ملی	تربیت نیروی انسانی متخصص و بومی‌سازی دانش انتقال و توزیع برق در افق ۱۴۰۴
		مستقل و مقتدر با سازمان دفاعی	استقلال سیاسی-اقتصادی کشور و افزایش توان دفاعی کشور در افق ۱۴۰۴
		بهرمندی از محیط زیست مطلوب	توجه به محیط زیست و تلاش برای افزایش ایمنی محیط زیست در افق ۱۴۰۴
۲	سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف ابلاغی از سوی مقام معظم رهبری	بند ۷- اولویت دادن به افزایش بهره‌وری در تولید، انتقال و مصرف انرژی در ایجاد ظرفیت‌های جدید تولید انرژی	افزایش راندمان و بهره‌وری انتقال برق با به کارگیری فناوری تجهیزات عایقی فشار قوی
		بند ۲- پیشسازی اقتصاد دانش بنیان، پیاده‌سازی و اجرای نقشه جامع علمی کشور و ساماندهی نظام ملی نوآوری به منظور ارتقاء جایگاه جهانی کشور و افزایش سهم تولید و صادرات محصولات و خدمات دانش بنیان و دستیابی به رتبه اول اقتصاد دانش بنیان در منطقه.	دستیابی به جایگاه مناسب در میان کشورهای پیشرو در حوزه تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها و دستیابی به جایگاه اول منطقه در تولید دانش بکارگیری فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی
۳	سیاست‌های اقتصاد مقاومتی ابلاغی از سوی مقام معظم رهبری	بند ۳- محور قرار دادن رشد بهره‌وری در اقتصاد با تقویت عوامل تولید، توانمندسازی نیروی کار، تقویت رقابت‌پذیری اقتصاد، ایجاد بستر رقابت بین مناطق و استانها و به کارگیری ظرفیت و قابلیت‌های متنوع در جغرافیای مزیت‌های مناطق کشور.	افزایش بهره‌وری تولید و توزیع انرژی برق در کلیه مراحل زنجیره تولید تا مصرف
		بخش ۱-۲- ارتقاء جایگاه جهانی کشور در علم و فناوری و تبدیل ایران به قطب علمی و فناوری جهان اسلام	تأمین ملزومات تبدیل کشور به قطب دانش فنی تولید، توزیع و انتقال برق جهان اسلام
۴	سیاست‌های کلی علم و فناوری ابلاغی از سوی مقام معظم رهبری	بخش ۵-۱- افزایش سهم علم و فناوری در اقتصاد و درآمد ملی، ازدیاد توان ملی و ارتقاء کارآمدی	توسعه فناوری‌های تولید، توزیع و انتقال برق به منظور سودآوری ملی

ردیف	سند یا قانون تصویب شده	بخش مربوط به انرژی	موارد و ویژگی‌های قابل برداشت از قانون که در تدوین بیانیه اولیه چشم‌انداز باید در نظر گرفته شوند
۵	سیاست‌های کلی نظام در بخش پدافند غیرعامل	بند ۱۰- حمایت لازم از توسعه فناوری و صنایع مرتبط مورد نیاز کشور در پدافند غیرعامل با تأکید بر طراحی و تولید داخلی.	تربیت نیروی انسانی متخصص و بومی‌سازی دانش طراحی و تولید تجهیزات عایقی فشار قوی
۶	قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران	اصل ۳ بند ۱۱- تقویت کامل بنیه دفاع ملی از طریق آموزش نظامی عمومی برای حفظ استقلال و تمامیت ارضی و نظام اسلامی کشور	بکارگیری فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در راستای تقویت توان دفاعی کشور
		اصل ۳ بند ۱۳- تأمین خودکفایی کشور در علوم و فنون و صنعت ...	بومی‌سازی کامل تولید و بکارگیری تجهیزات عایقی فشار قوی
		اصل ۴۸- بهره‌گیری عادلانه از منابع طبیعی و امکانات در سطح کشور (بهره‌مندی یکسان همه افراد کشور از نعمت گاز طبیعی و برق و...)	ارتقای سطح رفاه اجتماعی از طریق به کارگیری تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص
		اصل ۵۰- حفاظت محیط زیست که نسل امروز و نسل‌های بعد باید در آن حیات اجتماعی رو به رشدی داشته باشند، وظیفه عمومی تلقی می‌شود.	استفاده از فناوری‌های نوین تجهیزات فشار قوی در توزیع انرژی به منظور جلوگیری از تخریب محیط زیست
		اصل ۸۱- خودکفایی کشور در امور صنعت و تجارت و عدم اعطای امتیاز تجاری، اقتصادی و صنعتی به بیگانگان	بومی‌سازی بکارگیری فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی
۷	قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی جمهوری اسلامی ایران	اصل ۱۵۳- استقلال کشور(لغو قراردادهایی که سبب سلطه بیگانه بر منابع طبیعی کشور شود) اصل ۱۵۴: استقلال و آزادی کشور در زمینه‌های مختلف	استقلال سیاسی و اقتصادی کشور
		بند ۲۶- تقویت، توسعه و نوسازی صنایع دفاعی کشور با تأکید بر گسترش تحقیقات و سرعت دادن به انتقال فناوری‌های پیشرفته	تسریع انتقال فناوری‌های پیشرفته و نوین تجهیزات عایقی فشار قوی به منظور تقویت، توسعه و نوسازی صنایع دفاعی کشور
۸	قانون برنامه پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی جمهوری اسلامی ایران	ماده ۱۳۳- تبصره ۵ - چنانچه بخش خصوصی با سرمایه خود، تلفات انرژی برق را در شبکه انتقال و توزیع کاهش دهد، وزارت نیرو موظف است نسبت به خرید انرژی بازیافت شده با قیمت و شرایط در دوره زمانی که به تصویب شورای اقتصاد می‌رسد، اقدام و یا مجوز صادرات به همان میزان را صادر کند.	توجه به کاهش تلفات انرژی برق در شبکه انتقال و توزیع و تلاش برای تشویق بخش خصوصی به کاهش اتلاف انرژی برق



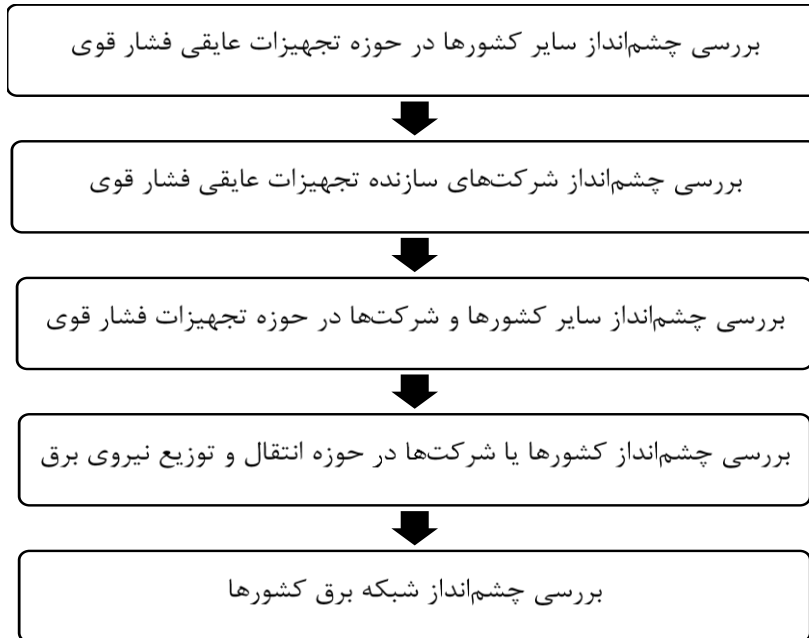
ردیف	سند یا قانون تصویب شده	بخش مربوط به انرژی	موارد و ویژگی‌های قابل برداشت از قانون که در تدوین بیانیه اولیه چشم‌انداز باید در نظر گرفته شوند
۹	اساسنامه شرکت مادر تخصصی مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران (توانبر)	ماده ۷- موضوع فعالیت شرکت: هرگونه فعالیت در راستای تأمین برق مطمئن و اقتصادی برای کلیه مصارف خانگی، صنعتی، عمومی، کشاورزی، تجاری و غیره	توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی به منظور تأمین برق مطمئن و کم هزینه
۱۰	نقشه جامع علمی کشور	بخش ۲-۲- اهداف کلان نظام علم و فناوری کشور	کاهش تلفات انرژی برق با بهره‌مندی از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی
۱۱	سند ملی توسعه بخش برق و انرژی‌های نو	بخش ۲-۱- بسترسازی برای رشد سریع اقتصادی بخش ۵-۲- تسهیل ترانزیت برق توسط شبکه‌های برق کشور	استفاده از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی به منظور تسریع رشد اقتصادی کشور و تسهیل انتقال برق
۱۲	سند برنامه‌های راهبردی وزارت صنعت، معدن و تجارت	بخش ۲-۱- افزایش بهره‌وری (رتبه جهانی ایران در سهم بهره‌وری از رشد تولید ناخالص ملی بین ۲۰ کشور نخست باشد). بخش ۳-۱-۴- گسترش پژوهش و نوآوری	دستیابی به جایگاه قابل قبول جهانی از طریق افزایش بهره‌وری به وسیله توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی

## ۹-۱- نتایج حاصل از بررسی ابعاد چشم‌اندازی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی

### فشار قوی در کشورهای مختلف (مطالعات تطبیقی)

همان طور که در بررسی چهارچوب نظری تبیین بیانیه چشم‌انداز و فرآیند منتخب تدوین چشم‌انداز اشاره شد، بررسی ابعاد چشم‌اندازی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در سایر کشورها، منبع مناسبی است که می‌توان از آن در تدوین بیانیه اولیه چشم‌انداز استفاده کرد. در این مرحله، پس از بحث و بررسی‌های صورت گرفته به همراه تیم فنی پروژه، مدل توسعه مفهومی مبنا جهت انجام مطالعات تطبیقی در این حوزه مشخص شده است. این مدل در شکل (۳-۴) ارائه شده است. با جستجوی منابع اطلاعاتی بر مبنای این مدل توسعه مفهومی، و با توجه به حجم بازار فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی، پراکندگی جغرافیایی و همچنین نظرات خبرگان، چشم‌انداز تعداد زیادی از کشورها مورد بررسی قرار گرفت که عبارتند از: کشورهای منطقه امریکای شمالی، امریکا، اسکاتلند، انگلستان، کشورهای اتحادیه اروپا، کانادا، هندوستان، ویتنام و استرالیا. همچنین چشم‌انداز شرکت‌های بسیاری همچون ABB، Siemens، Alstom، Hitachi، Toshiba و BCTC و ... نیز در

خصوص بکارگیری تجهیزات فشار قوی در انتقال و توزیع برق به عنوان مطالعه تطبیقی بررسی شده است. ابعاد چشم‌اندازی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در اسناد مذکور در ادامه ارائه می‌شود.



شکل (۳-۴): مدل توسعه مفهومی مبنای جهت انجام مطالعات تطبیقی

### ۱-۹-۱ - بررسی چشم‌انداز شبکه برق امریکای شمالی مطابق گزارش دپارتمان انرژی امریکا [۲]

در گزارش دپارتمان انرژی امریکا<sup>۱</sup> (DOE)، تحت عنوان «Grid 2030»، چشم‌انداز ملی صنعت برق امریکای شمالی در ۱۰۰ سال آینده ارائه شده است که در واقع از مشخصات شبکه برق امریکای شمالی در سال ۲۰۳۰ حکایت دارد. در این چشم‌انداز، ویژگی‌های زیر برای شبکه برق آینده امریکا در نظر گرفته شده است:

۱. شبکه برق آینده بر پایه زیر ساخت کنونی شبکه برق ساخته خواهد شد؛ یعنی اجزاء متداول شبکه برق همچون خطوط انتقال، پست‌های برق، ترانسفورماتورها و سایر اجزایی که هم اکنون در شبکه برق ایفای نقش می‌کنند، در آینده نیز نقش مهمی را بر عهده خواهند داشت. با این حال، به‌کارگیری فناوری‌های نوین، شاخص‌هایی همچون راندمان، کیفیت و امنیت شبکه برق کنونی را افزایش داده و امکان توسعه شبکه برق را فراهم می‌کند.

<sup>۱</sup>United States Department Of Energy (DOE)

۲. شبکه برق آینده شبکه‌ای کاملاً اتوماتیک است که در آن، همه اجزاء شبکه، پایش و کنترل می‌شوند و انتقال برق و

اطلاعات بین بخش‌های مختلف سهولت می‌یابد.

۳. پیشرفت قابل توجه فناوری‌های نوین در شبکه برق آینده، انتقال انرژی با حداقل تلفات را ممکن خواهد کرد. زبان‌های

اقتصادی ناشی از خاموشی‌های ناخواسته و کیفیت پایین برق بسیار نادر خواهد بود و انتقال و توزیع برق با قابلیت

اطمینان و کیفیت بالا انجام خواهد گرفت که متضمن کاهش اثرات زیست‌محیطی است.

از بررسی این سند مشخص شد که در راستای انجام تحقیقات برای توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی،

افزایش کیفیت و پایداری و کاهش اثرات زیست‌محیطی شبکه برق بسیار حائز اهمیت است.

### ۱-۹-۲- بررسی چشم‌انداز پست‌های هوشمند در شبکه برق آمریکا مطابق گزارش EPRI [۳]

مرکز تحقیقات نیروی برق آمریکا<sup>۱</sup> (EPRI) در سال ۲۰۰۱ گزارشی را در خصوص پست‌های هوشمند ارائه کرده است. این

گزارش، در واقع، نتایج پروژه پست‌های هوشمند انجام شده توسط شرکت EPRI است که هدف آن، ارزیابی رویکردها و

توسعه‌های آتی در زمینه پست، تجهیزات پست و فناوری‌هایی است که می‌توانند در طراحی تجهیزات و ایستگاه برق سهیم

باشند. این گزارش، سنسورها، شبکه‌های ارتباطی، مونیتورینگ، تعیین وضعیت و توسعه تحلیل داده‌ها را مورد توجه قرار داده

است. در بخش‌های مختلف این گزارش مفصل، چشم‌انداز مربوط به ترانسفورماتورهای قدرت، کلیدهای قدرت و پست‌های

GIS ارائه شده است. جنبه‌هایی از این چشم‌اندازها که به عایق‌ها و تجهیزات عایقی مرتبط هستند، در ادامه آورده خواهند شد.

الف- چشم‌انداز بلند مدت ترانسفورماتور قدرت شامل کاهش هزینه سرمایه‌گذاری، کاهش هزینه تعمیر و نگهداری، قابلیت

اطمینان بهبود یافته و افزایش زمان لازم جهت تعویض دستگاه است.

ب- چشم‌انداز بلند مدت GIS شامل افزایش میزان قابلیت تعمیر و نگهداری از طریق دسترسی‌های مناسب و

استراتژی‌های جایگزینی ماژولها، افزایش طول عمر بهره‌برداری و کاهش هزینه‌های بهره‌برداری از طریق توسعه روشهایی

جهت آب‌بندی تجهیزات جهت ممانعت از نشتی گاز SF<sub>6</sub>، توسعه سیستم‌های مونیتورینگ الکتریکی و مکانیکی به علت

افزایش تقاضا برای آنها است.

<sup>1</sup>Electric Power Research Institute (EPRI)

پ- چشم‌انداز بلندمدت سیستم‌های اندازه‌گیری نوری شامل کوچکتر شدن ابعاد و وزن این نوع سنسورها است.

با مطالعه چشم‌اندازهای ارائه شده در این سند، می‌توان افزایش قابلیت اطمینان، افزایش طول عمر تجهیزات و کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری را از مهمترین ویژگی‌های چشم‌انداز EPRI دانست.

### ۱-۹-۳- بررسی چشم‌انداز تقویت شبکه برق آمریکا مطابق گزارش PSERC [۴]

مرکز تحقیقاتی مهندسی سیستم‌های قدرت آمریکا<sup>۱</sup> (PSERC) رویکردهایی را به منظور تقویت شبکه برق آمریکا در برابر اثرات تخریبی ناشی از شرایط بد آب و هوایی پیشنهاد می‌کند. طبق ارزیابی این مؤسسه، جایگزینی تجهیزات جدید به جای تجهیزات موجود در شبکه برق آمریکا، با هدف تطبیق‌پذیری شبکه با شرایط بد آب و هوایی و تغییر الگوی مصرف، امری غیر واقع‌گرایانه است. از این رو، استراتژی بهبود شرایط شبکه برای این مؤسسه اولویت دارد. رویکردهای این مؤسسه ممکن است ملزومات جدید در طراحی تجهیزات شبکه و نیز زیرساخت‌های اطلاعاتی شبکه برق را ایجاب نمایند. همچنین، ممکن است منجر به توسعه فناوری‌های جدید به منظور ارزیابی اثرات چندگانه هر دو شاخص شرایط آب و هوایی و شرایط بارگذاری سنگین شوند.

از بررسی این سند می‌توان این موضوع را استنتاج کرد که توسعه دانش فنی بهره‌برداری از تجهیزات عایقی فشار قوی و همچنین کاهش آسیب‌پذیری تجهیزات از شرایط محیطی می‌تواند از زمینه‌های چشم‌اندازی سند مورد مطالعه باشد.

### ۱-۹-۴- بررسی چشم‌انداز شبکه برق اسکاتلند و انگلستان مطابق گزارش ENSG [۵]

شورای راهبردی شبکه‌های برق<sup>۲</sup> (ENSG) یک انجمن سطح بالا است که ذینفعان شبکه‌های برق در کشورهای مختلف را به منظور حمایت دولت در جهت رفع چالش‌های بلند مدت شبکه برق از جمله مشکلات حاصل از تغییرات آب و هوایی، و همچنین تضمین انرژی پاک، ایمن و مقرون به صرفه، گرد هم می‌آورد. مطابق گزارش این انجمن در سال ۲۰۰۹، یکی از ابعاد چشم‌انداز شبکه برق انگلستان و اسکاتلند در سال ۲۰۲۰ تقویت شبکه برق است که بر پایه سیاست‌هایی همچون

<sup>۱</sup>Power Systems Engineering Research Center (PSERC)

<sup>۲</sup>Energy Networks Strategic Group (ENSG)

یکپارچه‌سازی تولید، کاهش میزان تولید کربن و حفظ امنیت پیوسته برق‌رسانی استوار است. همچنین، طبق این چشم‌انداز، هرگونه توسعه زیرساخت‌های شبکه برق نیز باید بر پایه ارزیابی‌های اثرپذیری شبکه از شرایط محیطی صورت پذیرد. به علاوه، در گزارشی که ENSG در سال ۲۰۱۲ به منظور بروزرسانی گزارش قبلی خود ارائه کرده است، بر یکپارچه‌سازی و تقویت شبکه برق تأکید شده است. از این رو، می‌توان توسعه و تقویت شبکه برق و همچنین تولید انرژی سازگار با محیط زیست را از جمله ویژگی‌های بارز این چشم‌انداز دانست. [۶]

### ۱-۹-۵- بررسی چشم‌انداز شبکه برق کشورهای اتحادیه اروپا مطابق گزارش EUREL [۷]

مجمع ملی مهندسی برق اروپا (EUREL) در سال ۲۰۱۳، چشم‌انداز شبکه برق اروپا در سال ۲۰۴۰ را منتشر کرد. نکات مورد توجه این چشم‌انداز به قرار زیر است:

۱. کاهش گازهای گلخانه‌ای
۲. افزایش امنیت برق‌رسانی
۳. افزایش امنیت رقابت‌پذیری

در این راستا، مجمع ملی مهندسی برق اروپا برخی پیشنهادات را نیز در رابطه با شبکه‌های انتقال و توزیع ارائه کرده است که از جمله آنها می‌توان به افزایش راندمان تجهیزات، توسعه فناوری‌های نوین شبکه انتقال، سرمایه‌گذاری برای افزایش قابلیت اطمینان شبکه برق و بهبود امکان کنترل و حفاظت هوشمند شبکه‌های برق و ایجاد خود در مان‌گری شبکه اشاره کرد. با این تفاسیر، به نظر می‌رسد که افزایش پایایی و رقابت‌پذیری اقتصادی و کاهش اثرات زیست‌محیطی از رویکردهای اصلی این چشم‌انداز باشد.

### ۱-۹-۶- بررسی چشم‌انداز شبکه برق کشور کانادا مطابق گزارش CEA [۸]

بنا بر گزارش انجمن برق کانادا<sup>۱</sup> (CEA) که در سال ۲۰۱۲ منتشر شده است، چشم‌انداز سال ۲۰۵۰ این کشور متمرکز بر نوسازی مجدد شبکه برق از طریق تغییر تدریجی بهینه تأمین تقاضای برق است؛ به گونه‌ای که حداکثر مقدار انرژی الکتریکی به مصرف‌کنندگان منتقل شود و در عین حال، سهم دخیل در اقتصاد کربنی نیز کاهش یابد. در نتیجه، ویژگی‌های این

<sup>۱</sup>Canadian Electricity Association (CEA)

چشم‌انداز بر پایه توسعه و نوسازی مجدد شبکه برق، انتقال حداکثر مقدار انرژی و کاهش تولید آلاینده‌های زیست‌محیطی از جمله کربن استوار خواهد بود.

### ۱-۹-۷- بررسی چشم‌انداز شبکه برق کشور هندوستان

طبق گزارش وزارت صنایع سنگین و سرمایه‌گذاری عمومی دولت هند که در سال ۲۰۱۲ منتشر شده است، چشم‌انداز صنعت تجهیزات الکتریکی این کشور تا سال ۲۰۲۳ عبارت است از: تبدیل شدن کشور هند به کشوری شاخص در زمینه تولید تجهیزات الکتریکی و دست یافتن به ۱۰۰ میلیون دلار سود خالص از طریق ایجاد تعادل بین واردات و صادرات برق. مطابق این گزارش، ۵ کارگروه تخصصی در حوزه‌های مختلف برای تحقق بخشیدن به این چشم‌انداز تشکیل شده است که در بخش اهداف معرفی خواهند شد. [۹]

همچنین، بر اساس گزارش وزارت نیروی هند که در سال ۲۰۱۳ منتشر شده است، چشم‌انداز شبکه هوشمند کشور هندوستان عبارت است از: تبدیل بخش انرژی هند به یک سیستم ایمن، تطبیق‌پذیر، پایدار و دارای قابلیت دیجیتالی که بتواند انرژی قابل اطمینان و باکیفیتی را برای همه ذینفعان فراهم آورد. [۱۰]

علاوه بر این، با توجه به اهمیت بالای ایالات جنوبی هندوستان به لحاظ جایگاه فناورانه و به ویژه نقش مهم انرژی الکتریکی در این مناطق، توسعه زیرساخت‌های شبکه برق در این بخش‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است. از این رو، سند چشم‌اندازی دیگری برای توسعه شبکه برق در این مناطق ارائه شده است. بر طبق این سند، بخشی از ابعاد چشم‌انداز صنعت برق در این بخش تا سال ۲۰۲۳ به قرار زیر است:

۱. نزدیک به نیمی از سرمایه‌گذاری در صنعت برق این ایالت تا سال ۲۰۲۳ به توسعه شبکه انتقال و توزیع اختصاص خواهد یافت و مابقی در سایر حوزه‌ها همچون تولید، افزایش ظرفیت شبکه و ایجاد شبکه هوشمند سرمایه‌گذاری خواهد شد.

۲. توسعه شبکه برق در جهت دستیابی به شبکه تقویت شده با تلفات کمتر، ظرفیت افزایش یافته و یکپارچه‌سازی شده خواهد بود. [۱۱]

با توجه به این اسناد و بیانیه چشم‌اندازهای آنها می‌توان ویژگی‌های شبکه برق آتی کشور هندوستان را به صورت شبکه‌ای تقویت شده، با ظرفیت تولید، انتقال و توزیع بالا، ایمن و سازگار با محیط زیست دانست.

### ۱-۹-۸- بررسی چشم‌انداز شبکه برق کشور ویتنام مطابق گزارش رسمی دولت ویتنام [۱۲]

بر اساس گزارش رسمی دولت ویتنام در سال ۲۰۱۱، چشم‌انداز توسعه نیروی برق این کشور تا سال ۲۰۳۰ شامل اجزاء زیر است:

۱. توسعه بخش برق در پیوند با توسعه اجتماعی - اقتصادی با هدف ضمانت برق‌رسانی کافی
۲. بهره‌برداری مؤثر از منابع انرژی ملی در جهت توسعه برق همراه با واردات معقول برق، سوخت و سایر منابع تولید انرژی الکتریکی ضمن توجه به ذخیره‌سازی سوخت و افزایش امنیت انرژی برای نسل‌های آینده.
۳. بهبود تدریجی کیفیت برق به منظور تأمین انرژی، باکیفیت رو به افزایش.
۴. نرخ‌گذاری هزینه برق متناسب با مکانیسم سرمایه‌گذاری به منظور تشویق سرمایه‌گذاری در توسعه برق و تشویق استفاده از برق به شیوه‌ای مؤثر و توأم با صرفه‌جویی.
۵. توسعه برق‌رسانی با لحاظ کردن حفاظت از منابع طبیعی و تضمین توسعه پایدار
۶. تأسیس و توسعه تدریجی بازار برق و تنوع‌دهی در سرمایه‌گذاری و تجارت در صنعت برق
۷. توسعه بخش برق بر پایه به‌کارگیری مناسب و بهینه منابع اولیه انرژی در هر ناحیه و تداوم، ترویج و گسترش برق‌رسانی روستایی به منظور تضمین تدارک کافی، پیوسته و ایمن برق در همه نواحی

از بررسی این چشم‌انداز مشخص است که توسعه پایدار شبکه برق در جهت تحقق عدالت اجتماعی و افزایش رقابت اقتصادی در تولید برق پاک، پایا و باکیفیت از ویژگی‌های عمده صنعت برق آینده کشور ویتنام می‌باشد.

### ۱-۹-۹- بررسی چشم‌انداز شبکه برق ایالت ویکتوریای استرالیا مطابق گزارش VENCORP [۱۳]

شرکت شبکه‌های انرژی ایالت ویکتوریای استرالیا<sup>۱</sup> (VENCORP) که یک سازمان دولتی است، از سال ۱۹۹۷ مسئول بهره‌برداری از شبکه‌های برق و گاز ایالت ویکتوریای استرالیا است. در گزارش رسمی این شرکت که در سال ۲۰۰۵ به چاپ رسیده است، چشم‌انداز صنعت برق این ایالت، دست یافتن به سطح برق‌رسانی با حداکثر قابلیت اطمینان و کارآمدی از طریق بازار رقابتی ملی عنوان شده است. در این خصوص، تضمین بهره‌وری و کارآمدی برق‌رسانی به عنوان مأموریت ویژه

<sup>۱</sup>Victorian Energy Networks Corporation (VENCORP)

VENCorp مطرح شده است. از این رو، تولید، انتقال و توزیع برق پایا، باکیفیت و بهره‌ور از مهمترین ویژگی‌های این چشم‌انداز خواهد بود.

### ۱-۹-۱۰- بررسی چشم‌انداز شرکت‌های فعال در حوزه تجهیزات فشار قوی

پس از بررسی شرکت‌های بسیار در حوزه برق و انرژی و همچنین شرکت‌های سازنده و یا تعمیرکننده تجهیزات فشار قوی بر اساس مدل توسعه مفهومی مبنا جهت انجام مطالعات تطبیقی ارائه شده در شکل (۳-۴)، آن دسته از شرکت‌هایی که چشم‌انداز بیان شده توسط آنها مرتبط با توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی بود، به منظور انجام مطالعه تطبیقی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج این بررسی در جدول (۳-۳) آورده شده است.

جدول (۳-۳): زمینه‌هایی که با توجه به مطالعات تطبیقی شرکت‌های حوزه تجهیزات فشار قوی، باید در تدوین بیانیه اولیه چشم‌انداز

#### در نظر گرفته شوند

شرکت	حوزه بیان چشم‌انداز	چشم‌انداز	زمینه‌های قابل استخراج
ABB [۱۴]	برق و انرژی	توسعه روش‌های بسیار نوین مبتنی بر به‌کارگیری فناوری‌های نوین پایش و کنترل بهبود یافته به منظور بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های برق و تبدیل آن به شبکه خوددرمانگر	<ul style="list-style-type: none"> <li>افزایش خط‌انداپذیری شبکه برق</li> <li>کاهش آسیب‌پذیری و اثرپذیری شبکه از عوامل محیطی</li> </ul>
BCTC [۱۵]	برق و انرژی	فراهم آوردن ارزش کسب و کار در حوزه انتقال برق از طریق تحقیقات، ارائه دستاوردها و اجرای نوآوری‌های فناورانه که قابلیت اطمینان، بهره‌وری و پذیرش عمومی نسبت به شبکه را ارتقاء می‌دهد	<ul style="list-style-type: none"> <li>رقابت‌پذیری اقتصادی</li> <li>افزایش ایمنی و بهره‌وری</li> </ul>
Alstom [۱۶]	برق و انرژی	توسعه راه حل‌های نوآورانه برای ایجاد شبکه برق انعطاف‌پذیر، قابل اطمینان، قابل حصول و پایدار	افزایش قابلیت اطمینان و پایداری شبکه برق
Schneider Electric [۱۷]	انتقال و توزیع برق	تأمین انرژی ایمن، قابل اطمینان، بهینه، صرفه‌جویانه و سازگار با محیط زیست و دست یافتن به حداقل میزان خاموشی شبکه برق	<ul style="list-style-type: none"> <li>افزایش پایداری شبکه</li> <li>کاهش خاموشی‌ها</li> <li>افزایش سازگاری با محیط زیست</li> </ul>
Red Electric [۱۸]	انتقال برق	سرویس برق رسانی با بالاترین کیفیت، دارا بودن مدیریت اخلاقی و مسئولیت‌پذیر، حفظ تعهد استوار نسبت به توسعه پایدار و ارزش آفرینی برای ذینفعان	<ul style="list-style-type: none"> <li>افزایش کیفیت انتقال برق</li> <li>توسعه پایدار شبکه انتقال برق</li> </ul>
UPE [۱۹]	تجهیزات فشار قوی	تأمین محصولات دارای کیفیت رقابتی و در سطح جهانی و دارای قابلیت اطمینان	<ul style="list-style-type: none"> <li>افزایش کیفیت</li> </ul>



• افزایش قابلیت اطمینان			
• افزایش کیفیت • افزایش قابلیت اطمینان	تأمین سرویس‌دهی با بالاترین کیفیت و تدارک راه‌حل‌های ارزشمند و قابل اطمینان برای مشتریان	سیستم‌های مانیتورینگ و اندازه‌گیری تجهیزات فشار قوی	ISA [۲۰]

## ۱-۱۰- ارزیابی دیدگاه خبرگان حوزه انتقال نیرو در خصوص تجهیزات عایقی فشار قوی

در این حوزه باید توجه داشت که دیدگاه‌های خبرگان و کارشناسان داخلی با توجه به شناخت مطلوب ایشان از وضعیت فعلی حوزه انتقال نیرو، بسیار حائز اهمیت و اساسی است. مبتنی بر یافته‌های کتابخانه‌ای اعم از نشریات، مقالات، مصاحبه‌ها، سخنرانی‌ها و سایر نقل قول‌های منتشر شده، و همچنین بر مبنای صحبت‌های اخیر و نقطه نظرات کلان مسئولین و کارشناسان تخصصی حوزه مورد بحث از جمله ریاست محترم جمهور، وزیر محترم نیرو، وزیر محترم نفت، قائم مقام وزیر نیرو، مدیرعامل برق منطقه‌ای استان‌های تهران و مازندران و سایر صاحب‌نظران، عمده نظرات خبرگان و کارشناسان در موارد زیر خلاصه می‌شود:

- تأمین ایمنی در کل زنجیره تولید، انتقال و توزیع انرژی برق<sup>۱</sup>
- تأکید بر لزوم ارتقای بهره‌وری به جای توسعه فیزیکی در صنعت برق<sup>۲</sup>
- نیاز به ارائه آموزش‌های تخصصی به مدیران و کارشناسان صنعت<sup>۲</sup>
- تکیه بر توانمندی‌های بومی به منظور انجام وظایف فراتر از چهارچوب ملی<sup>۳</sup>
- افزایش راندمان و کاهش تلفات انرژی در صنایع کشور<sup>۳</sup>
- لزوم بهینه‌سازی مصرف برق و ایجاد تعادل بین تولید و مصرف<sup>۳</sup>
- افزایش تولید برق پاک با استفاده از توسعه ظرفیت‌های نیروگاه‌های برق‌آبی<sup>۴</sup>
- افزایش نرخ تولید و بهبود صادرات برق به کشورهای منطقه<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> برداشت شده از متن سخنان معاون بهره‌برداری شرکت توزیع نیروی برق استان تهران در شروع سال تحصیلی ۱۳۹۳، روزنامه دنیای اقتصاد، ۱۳۹۳/۷/۱۳

<sup>۲</sup> برداشت شده از متن سخنان وزیر نیرو در آیین زنگ آموزش و توسعه شایستگی‌های مدیران وزارت نیرو و شرکت‌های تابعه در محل پژوهشگاه نیرو، خبرگزاری ایسکانیوز، ۱۳۹۳/۷/۱۲

<sup>۳</sup> برداشت شده از متن مصاحبه مدیر دفتر آموزش و اطلاع رسانی سازمان بهره‌وری انرژی ایران با خبرگزاری مهر، ۱۳۹۳/۷/۱۲

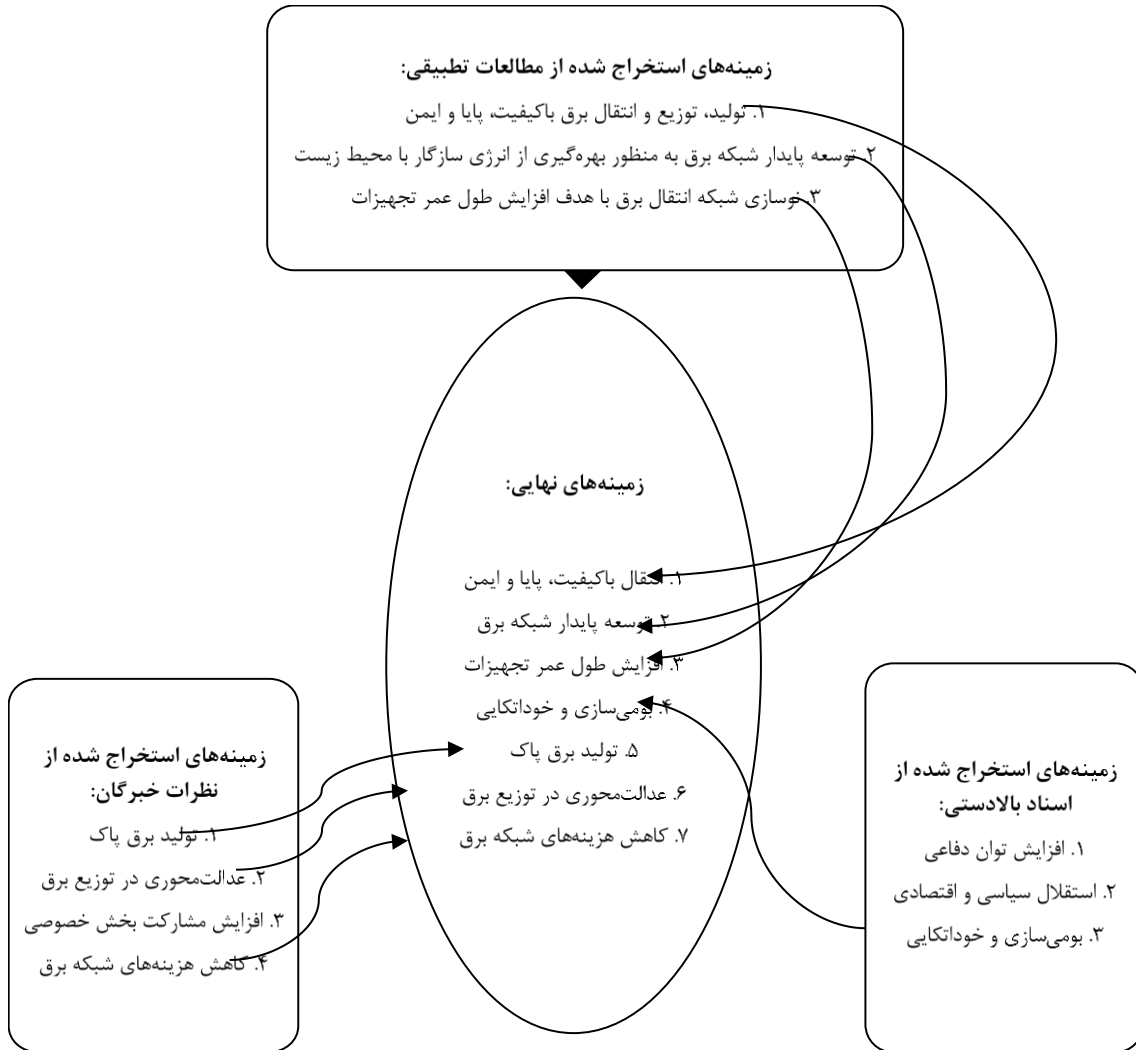
<sup>۴</sup> برداشت شده از متن سخنان مدیرعامل آب منطقه‌ای مازندران، روزنامه رسالت، ۱۳۹۳/۷/۱۰

- جلوگیری از تولید انرژی آسیب‌رسان به محیط زیست<sup>۲</sup>
- تعدیل هزینه‌های مصرف برق در نقاط مختلف کشور<sup>۳</sup>
- سعی در خروج از بحران کمبود انرژی با استفاده از انرژی‌های نو<sup>۴</sup>
- استفاده از فناوری‌های نوین به منظور کاهش قطعی‌های برق<sup>۵</sup>
- تحقق توسعه پایدار در سایه مدیریت کارآمد انرژی<sup>۶</sup>
- خودکفایی در عرصه ساخت نیروگاه‌های تولید انرژی<sup>۵</sup>
- ایجاد ظرفیت‌های پشتیبانی و تضمینی برای سرمایه‌گذاران عرصه برق<sup>۷</sup>
- افزایش مشارکت اثرگذار بخش خصوصی در حوزه‌هایی از تأمین آب و برق<sup>۶</sup>

## ۱۱-۱- تبیین چارچوب بیانیه و پیش‌نویس بیانیه چشم‌انداز

با توجه به بررسی‌های صورت گرفته بر روی اسناد بالادستی، ابعاد چشم‌اندازی اسناد سایر کشورها و نظرات خبرگان، زمینه‌های مهم در تدوین چشم‌انداز توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی مشخص شده است. این زمینه‌ها در شکل (۳-۵) آمده است.

- <sup>۱</sup> برداشت شده از متن گفتگوی معاون برنامه‌ریزی و توسعه شبکه شرکت مادر تخصصی مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران (توانیر) با پایگاه اطلاع‌رسانی وزارت نیرو (پاون)، روزنامه جام جم، ۱۳۹۳/۷/۱۰
- <sup>۲</sup> برداشت شده از متن گفتگوی نماینده استان اصفهان در مجلس شورای اسلامی با خبرگزاری مهر، ۱۳۹۳/۷/۱۰
- <sup>۳</sup> برداشت شده از متن گفتگوی قائم مقام وزیر نیرو در مورد برنامه‌های وزارت نیرو در برنامه ششم توسعه با خبرگزاری دانشجویان ایران (ایسنا)، ۱۳۹۳/۷/۹
- <sup>۴</sup> برداشت شده از متن سخنان مدیر عامل شرکت توزیع نیروی برق کردستان در نشست خبری مدیران عامل صنعت آب و برق استان کردستان، روزنامه جمهوری اسلامی، ۱۳۹۳/۶/۱۸
- <sup>۵</sup> برداشت شده از سخنان معاون هماهنگی تولید شرکت مادر تخصصی مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران (توانیر) در مورد رونق استفاده از فناوری‌های جدید، خبرگزاری فارس نیوز، ۱۳۹۳/۶/۱۸
- <sup>۶</sup> برداشت شده از متن سخنرانی وزیر نفت در دهمین همایش بین‌المللی انرژی به میزبانی وزارت نیرو، خبرگزاری موج، ۱۳۹۳/۶/۴
- <sup>۷</sup> برداشت شده از متن سخنان ریاست محترم جمهوری در نشست با وزیر، معاونان و مدیران ارشد وزارت نیرو، پایگاه اطلاع‌رسانی وزارت نیرو (پاون) به نقل از پایگاه اطلاع‌رسانی ریاست جمهوری، ۱۳۹۲/۱۲/۸



شکل (۳-۵): زمینه‌های چشم‌انداز توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی

با جمع‌بندی زمینه‌های استنتاج شده از منابع مذکور مشخص می‌گردد که بیانیه چشم‌انداز باید شامل مفاهیم و ارزش‌های زیر باشد:

۱. توسعه فناوری با در نظر گرفتن ملاحظات اقتصادی و به منظور تعدیل هزینه‌های شبکه انرژی
۲. توسعه فناوری با تأکید بر برقراری عدالت و رفاه اجتماعی و بهبود رقابت اقتصادی
۳. توسعه فناوری با در نظر گرفتن ملاحظات زیست محیطی
۴. توسعه فناوری با بومی‌سازی دانش طراحی، تولید و بهره‌برداری از تجهیزات عایقی فشار قوی

۵. تربیت نیروی انسانی متخصص به منظور رسیدن به خودکفایی
۶. توسعه پایدار فناوری برای تسهیل رشد پرشتاب و مستمر اقتصادی
۷. توسعه فناوری با در نظر گرفتن ملاحظات ایمنی در بکارگیری فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی
۸. توسعه فناوری متضمن افزایش کیفیت و کفایت برق تولیدی کشور
۹. توسعه فناوری برای تولید، انتقال و توزیع برق مطمئن و پایا

بر اساس موارد ذکر شده، بیانیه اولیه چشم‌انداز توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در کشور به شرح زیر تبیین و اعلام می‌گردد:

با اتکال به قدرت لایزال الهی و در پرتو ایمان، عزم و مجاهدت ملی، جمهوری اسلامی ایران در مسیر تحقق آرمان‌ها و اصول خود در افق ۱۴۰۴ با اهتمام بر تحقق خوداتکایی ملی و تجلی عدالت اجتماعی، با دستیابی به دانش فنی ساخت و بهره‌برداری از تجهیزات عایقی فشار قوی سازگار با محیط زیست در مناطق با اقلیم خاص در راستای کاهش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات تجهیزات عایقی فشار قوی، کاهش خاموشی‌های ناخواسته شبکه برق و افزایش قابلیت اطمینان و ایمنی شبکه‌های انتقال برق در سطح ملی و منطقه‌ای، تأمین برق پایا، باکیفیت و کم‌هزینه را دنبال می‌کند.

سپس، این بیانیه به همراه پرسشنامه ارزیابی چشم‌انداز (پیوست ۲) برای اعضای کمیته راهبری ارسال شد و پس از دریافت نتایج، چشم‌انداز نهایی به شرح صفحه بعد اصلاح گردید. ضمناً، اسامی اعضای کمیته راهبری در پیوست (۱) آورده

شده است.

با اتکال به قدرت لایزال الهی و در پرتو ایمان، عزم و مجاهدت ملی، جمهوری اسلامی ایران در مسیر تحقق آرمان‌ها و اصول خود در افق ۱۴۰۴، با اهتمام بر تحقق خوداتکایی ملی، افزایش رقابت‌پذیری اقتصادی و تجلی عدالت اجتماعی، با دستیابی به دانش فنی ساخت، توسعه و بهره‌برداری از تجهیزات عایقی فشار قوی سازگار با محیط زیست در مناطق با اقلیم خاص و در راستای کاهش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات تجهیزات عایقی فشار قوی، افزایش

## ۱-۱۲- تعریف واژگان چشم‌انداز (توصیفات پساچشم‌اندازی)

- خودتکایی: حالتی است که به هیچ کمک خارجی، حمایت یا تعامل برای بقاء نیاز نباشد. این امر می‌تواند با آموزش نیروی انسانی متخصص و توسعه فناوری‌ها و تجهیزات نوین به منظور بومی‌سازی تکنولوژی محقق شود و زمینه‌ساز استقلال سیاسی نیز باشد.
- رقابت‌پذیری اقتصادی: رقابت‌پذیری توانایی افزایش سهم بازار، سوددهی، رشد ارزش افزوده و ماندن در صحنه رقابت عادلانه و بین‌المللی برای یک دوره طولانی است.
- عدالت اجتماعی: شرایطی است که همگان بتوانند از آن به طور مساوی بهره‌برند و به سایر عوامل زیست محیطی، اجتماعی، اقتصادی و سیاسی نسل حاضر و نسل‌های آینده ضرری وارد نسازد.
- سازگار با محیط زیست: به معنی عدم آسیب‌رسانی و اثرگذاری انرژی تولید، منتقل و توزیع شده بر محیط و همچنین عدم آسیب‌پذیری و اثرپذیری انرژی تولید، منتقل و توزیع شده از عواملی همچون تغییرات دما، بارندگی، وجود گرد و غبار، فعالیت حشرات موذی و ... است.
- برق پایا: برقی است که توانایی لازم برای تامین نیازهای توان و انرژی الکتریکی مشترکین با در نظر گرفتن خروجی‌های برنامه‌ریزی شده و خروجی‌های برنامه‌ریزی نشده محتمل اجزای شبکه، و توانایی تحمل اغتشاشات ناگهانی مانند اتصال کوتاه الکتریکی یا از دست دادن غیرمنتظره اجرای شبکه را توأماً داشته باشد. به عبارت دیگر به شبکه برقی که توانایی تامین برق کافی و ایمن برای مصرف‌کنندگان را داشته باشد، شبکه برق پایا گویند.

– برق اقتصادی: برقی است که مجموع هزینه‌های ایجاد، توسعه، نگهداری و بهره‌برداری آن کمینه بوده و منافع حاصل از تولید آن بیشینه باشد.

## ۲- تعیین اهداف کلان توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

در ادامه روند تدوین سند، اهداف کلان در توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص تعیین شده‌اند. اهداف، در برنامه‌های توسعه یک فناوری، بیانگر مقاصد و یا خواسته‌های مطلوب حاصل از توسعه فناوری می‌باشند که از طریق انجام اقدامات پیشنهادی محقق می‌شوند. اگرچه اهداف ممکن است در سطوح مختلفی قابل تعریف باشند، لیکن، در سند راهبردی لازم است صرفاً اهداف اساسی معرفی شوند. اهداف اساسی به اهدافی گفته می‌شود که بر جهت‌گیری‌های اصلی فعالیت‌های حوزه سند تأثیرگذار هستند.

### ۲-۱- مبانی نظری تدوین اهداف کلان برنامه راهبردی

یکی از گام‌های اساسی در تعیین جهت‌گیری‌های کلان یک برنامه راهبردی، تدوین اهداف توسعه در راستای چشم‌انداز تعریف شده است. این هدف‌گذاری، در سطح کلان، به منظور شفاف نمودن مسیر نیل به چشم‌انداز انجام می‌گیرد. در حقیقت، اهداف مذکور پاسخگوی یک سؤال اساسی با عنوان "به منظور رسیدن به چشم‌انداز در افق زمانی تعیین شده، به چه مقاصدی باید دست یافت؟" است. با تعیین این اهداف در مسیر دستیابی به چشم‌انداز، کنش‌گران دخیل در نظام توسعه فناوری، اهداف بلند مدتی را دنبال می‌کنند و در نتیجه، برنامه‌ریزی‌ها، تصمیم‌گیری‌ها و فعالیت‌های خود را براساس آن اهداف به صورت دقیق‌تر و با جزئیات بیشتر انجام می‌دهند. [۱]

در روش‌شناسی پیشنهادی، تدوین اهداف با دو رویکرد بالا-به-پایین و پایین-به-بالا صورت می‌پذیرد. رویکرد بالا-به-پایین رویکردی هدف محور است که به دنبال ترسیم یک آینده مطلوب برای توسعه صنعت می‌باشد. در مقابل، رویکرد پایین-به-بالا نگاهی مسئله‌محور<sup>۱</sup> به توسعه صنعت دارد. با استفاده از رویکرد ترکیبی تدوین اهداف، از یک طرف، هم‌راستایی اهداف با چشم‌اندازهای کلان ملی و سایر ارکان جهت‌ساز بالادستی حفظ شده و از طرف دیگر، تمام مسائل و مشکلات موجود در

<sup>۱</sup>Issue-based

مسیر توسعه صنعت مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرند. در این بخش، فرآیند تدوین اهداف کلان با نگاهی بالا-به-پایین صورت می‌گیرد. این اهداف در راستای چشم‌انداز و با تعریف حوزه‌های اهداف مشخص می‌شوند. علاوه بر حوزه‌های هدف که بیان‌کننده ابعاد اهداف هستند، کیفیت و ویژگی‌های این اهداف نیز باید تعیین شود. به منظور تعیین حوزه‌ها و ویژگی‌های ضروری اهداف، به بررسی مدل‌های هدف‌گذاری پرداخته خواهد شد.

## ۲-۲- حوزه‌های اهداف تعیین شده

در منابع برنامه‌ریزی راهبردی در سطح بنگاه، مطالعات مختلفی با موضوعیت تدوین حوزه‌های اهداف تعیین شده است. در زیر، به طور خلاصه به بررسی این مدل‌ها پرداخته می‌شود:

- **حوزه‌های اهداف در مدل کارت امتیازی متوازن (کاپلان و نورتون، ۱۹۹۶) [۲۱]**

- منظر مالی (سودآوری، رشد درآمد و افزایش بهره‌وری)
- منظر مشتری (تعیین مشتریان و تعیین ارزش‌های پیشنهادی بنگاه با توجه به مشتریان)
- منظر فرآیندهای داخلی (روابط با تأمین‌کنندگان، تصمیم‌گیری در مورد توسعه محصولات و خدمات جدید، خدمات پس از فروش و مهندسی مجدد فرایندهای تولید)
- منظر یادگیری و رشد (رضایت کارکنان، فضای مناسب کاری، دسترسی به سیستم‌های اطلاعاتی لازم و برنامه‌های آموزش کارکنان)

- **حوزه‌های اهداف در مدل پیرس و رابینسون<sup>۲</sup> (۲۰۰۴) [۲۲]**

توجه به مشتری، نوآوری، بهره‌وری، بخش مالی، منابع انسانی و لحاظ کردن محیط خارجی

- **حوزه‌های اهداف براساس مدل ترکیبی فیلیپس (۲۰۰۹) [۲۳]**

- بازار (سعی در حفظ سهم بازار فعلی، افزایش صادرات)
- نوآوری (بالا بردن توان نوآوری و طراحی محصول)

<sup>1</sup>Kaplan & Norton

<sup>2</sup>Pierce & Robinson

- بهره‌وری (بهبود کیفیت محصولات تولیدی، افزایش بهره‌وری واحدهای تولیدی و خدماتی شرکت)
  - منابع مالی (استفاده بهینه از منابع مالی شرکت و خارج از شرکت برای تأمین اهداف بازار)
  - منابع انسانی (ایجاد انگیزه برای ارائه کار بهتر)
  - مسئولیت‌های اجتماعی (حفظ محیط زیست و حفظ ایمنی و بهداشت محیط کار)
  - منابع اولیه (تلاش برای تأمین مواد اولیه مورد نیاز از داخل کشور)
- **حوزه‌های اهداف براساس مدل دکتر اعرابی<sup>۱</sup> (۱۳۸۶) [۲۴]**

- سودآوری
- بهره‌وری (ساده‌سازی رویه‌ها و سیستم‌ها بر مبنای استانداردهای جهانی)
- موضع رقابتی (ارتقای نقش و جایگاه در اقتصاد ملی، توسعه همکاری‌های بین‌المللی و منطقه‌ای)
- پیشرفت کارکنان (سرمایه‌گذاری در نیروی انسانی و ظرفیت‌سازی)
- روابط کارکنان
- رهبری فناورانه
- مسئولیت اجتماعی (جلب رضایت، اعتماد و مشارکت خدمت‌گیرندگان)

## ۳-۲- ویژگی‌های اهداف تعیین شده

در ادبیات موضوع، علاوه بر حوزه‌های هدف ذکر شده، ویژگی‌هایی نیز برای اهداف بیان شده است. این ویژگی‌ها که با

عنوان Smart Goals مطرح می‌شوند، عبارتند از:

- S: مشخص باشد<sup>۲</sup> (به طور واضح و عینی بیان‌کننده تغییری باشد که قرار است اتفاق بیافتد).
- M: قابل اندازه‌گیری باشد<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> این مدل در مورد تدوین استراتژی گمرک ایران مورد استفاده قرار گرفته است.

<sup>۲</sup> Specific

<sup>۳</sup> Measurable



- A: قابل دستیابی باشد<sup>۱</sup>
- R: واقع‌گرایانه باشد<sup>۲</sup>
- T: محدود به زمان باشد<sup>۳</sup> (شکل ۳-۶).



شکل (۳-۶): ویژگی‌های اهداف کلان

## ۲-۴- تدوین اولیه اهداف کلان بر اساس ورودی‌ها

با در نظر داشتن مدل‌های هدف‌گذاری بنگاهی و نیز با کسب بینش از مطالعات موردی صورت پذیرفته، می‌توان به معرفی گام‌های ضروری در تدوین اهداف پرداخت. روش پیشنهادی برای تدوین اهداف کلان می‌تواند به صورت دریافت ورودی از نظرات خبرگان هم‌راستا با چشم‌انداز، اصول ارزشی و هوشمندی فناوری باشد. در این روش، ابتدا لازم است تا از نظرات خبرگان پیرامون اهداف کلان توسعه صنعت استفاده شود. این کار با برگزاری پنل‌های خبرگی و بحث گروهی میان متخصصین، در چارچوب نتایج حاصل از هوشمندی فناوری (روندهای رشد و توسعه فناوری در آینده)، با تأکید بر مولفه‌های موجود در چشم‌انداز و در نظر داشتن اصول ارزشی صورت می‌گیرد. در مجموع می‌توان این طور بیان نمود که اهداف، ترجمه چشم‌انداز در ابعاد مختلف است.

<sup>1</sup> Achievable

<sup>2</sup> Realistic

<sup>3</sup> Time Bound

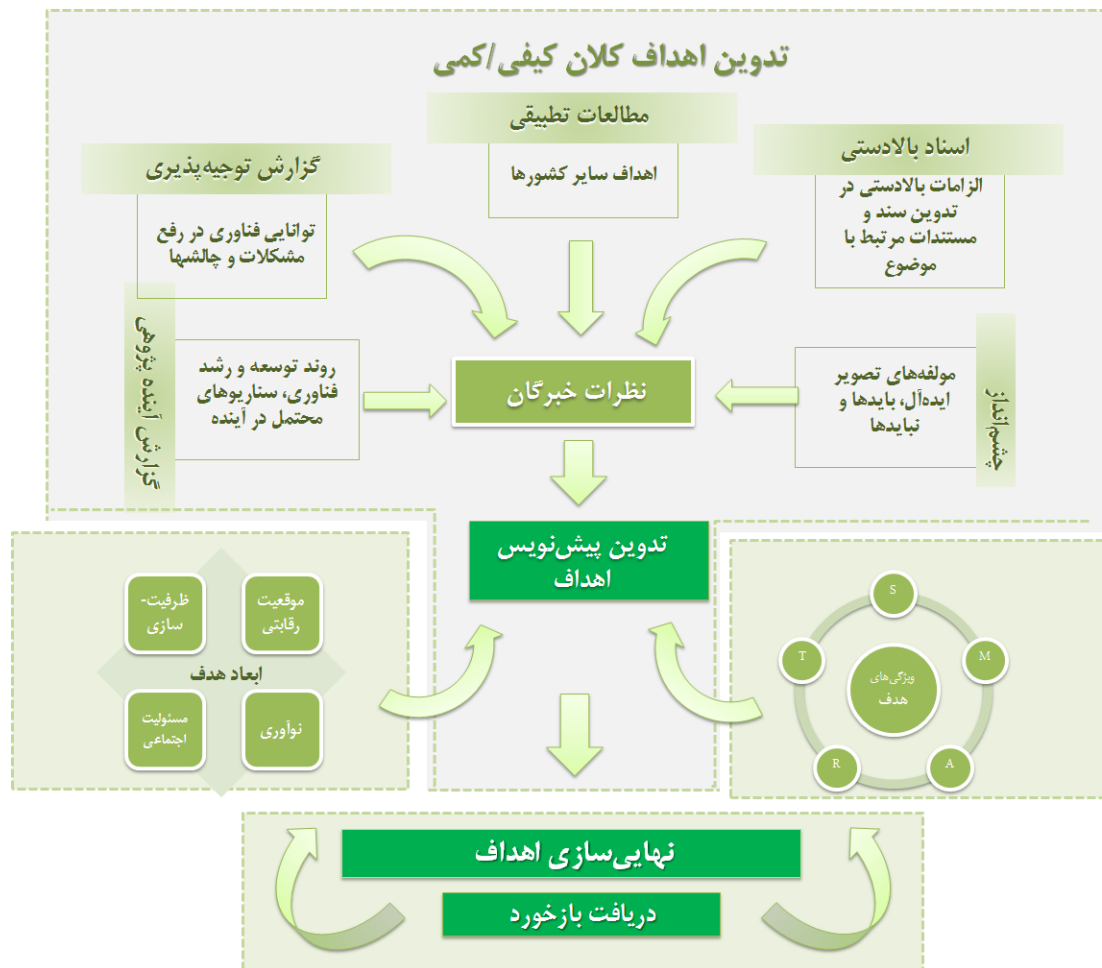
با توجه به نظرات جمع‌آوری شده متخصصین پیرامون اهداف کلان، در این مرحله لازم است تا تحلیل‌گران به پالایش این نتایج با در نظر داشتن دو محور حوزه‌های هدف و ویژگی‌های هدف پردازند. به عبارت دیگر، تحلیل‌گران، نظرات خبرگان را در حوزه‌های هدف دسته‌بندی نموده و با در نظر داشتن ویژگی‌های ضروری، آن‌ها را بازنویسی می‌کنند.

حوزه‌های اهداف به معرفی ابعادی می‌پردازند که لازم است به آن‌ها پرداخته شود. اگرچه، این حوزه‌ها در هر مورد مطالعاتی دارای تفاوت‌ها و دسته‌بندی‌های مختلفی هستند، اما می‌توان یک حالت عمومی برای این حوزه‌ها ارائه نمود. این دسته‌بندی تنها به منظور سامان‌دهی ذهنی برنامه‌ریزان در تدوین اهداف اسناد راهبردی است و الزامی در پوشش همه‌جانبه آن‌ها در هر مورد مطالعاتی به وجود نمی‌آورد.

## ۲-۵- تأیید و نهایی‌سازی اهداف کلان

اهداف کلان راهنمای توسعه در سایر مراحل خواهند بود. بنابراین، اهداف اولیه تعیین شده، برای نهایی شدن نیازمند تأیید دوباره افراد متخصص است. اجرای این مرحله به کاهش خطاهای ناشی از بازنویسی و پالایش اهداف توسط تحلیل‌گران کمک می‌کند.

از آنجا که تدوین گام‌های مختلف سند در یک فرایند تعاملی به وقوع می‌پیوندد، اهداف کلان تدوین شده در این بخش ممکن است با تدوین گام‌های بعدی سند دچار تغییر و اصلاح شوند. تدوین اهداف خرد (اهداف پایین-به-بالا) و دریافت تصویر واقعی‌تر از وضعیت موجود یکی از مهمترین بازخوردهایی است که می‌تواند منجر به بازبینی در اهداف کلان شود. مراحل تدوین اهداف کلان، به طور خلاصه در شکل (۳-۷) به صورت گرافیکی ارائه شده است.



شکل (۳-۷): نحوه تعیین اهداف کلان در سند توسعه فناوری [۱]

## ۲-۶- فرآیند تدوین اهداف توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با

### اقلیم خاص

به منظور تدوین اهداف کلان توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص، ابتدا باید به مرور ادبیات و مطالعه تعاریف و مفاهیم مرتبط با اهداف پرداخته شود. نتیجه مرور ادبیات و مطالعات انجام گرفته در بخش‌های قبلی این فصل ارائه شده است. اهم این مباحث عبارت بودند از تعریف اهداف، رابطه چشم‌انداز و مأموریت با اهداف، ویژگی‌های اهداف، حوزه‌های اهداف بلندمدت و ... که به صورت مفصل ارائه گشت.

مطابق فرآیند ذکر شده در بخش‌های قبل، در این گزارش، به منظور تعیین اهداف توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص از منابع مختلفی استفاده شده است، که عبارتند از:

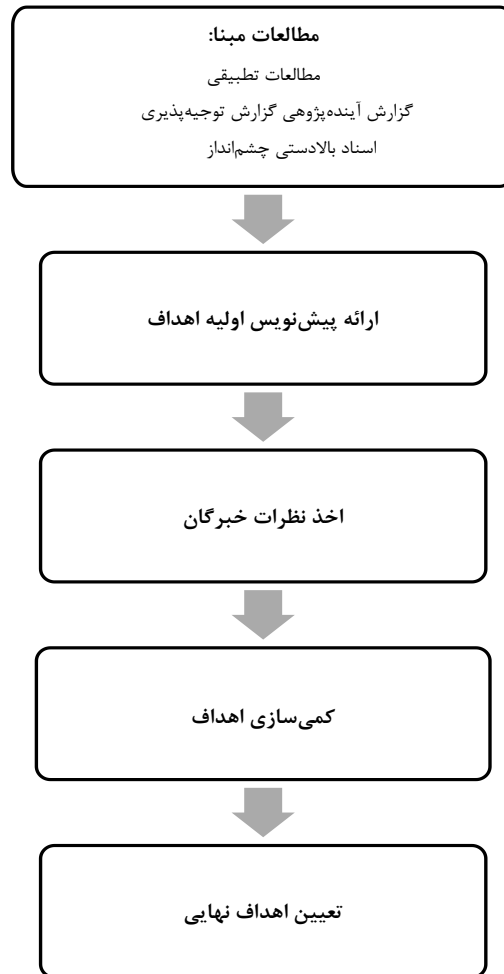
- ۱- مطالعات تطبیقی انجام شده در حوزه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص
- ۲- گزارش آینده‌پژوهی تهیه شده برای فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص
- ۳- گزارش توجیه‌پذیری استفاده از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص
- ۴- چشم‌انداز تدوین شده در حوزه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص
- ۵- اسناد بالادستی مربوط به تجهیزات عایقی فشار قوی

## ۷-۲- مراحل تدوین اهداف توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با

### اقلیم خاص

همان گونه که در شکل (۳-۷) مشخص است، اهداف توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص کشور، باید در جهت رسیدن به چشم‌انداز و در مسیر استراتژی کلان انرژی کشور باشد و با توجه به قابلیت‌های فناوری تعیین گردند. در اینجا لازم است تفاوت بین شاخص‌های چشم‌انداز و اهداف بیان شود. شاخص‌های چشم‌انداز از یکسری عوامل کلی تشکیل شده‌اند که بازه زمانی آن بلند مدت است. در حالیکه اهداف، بازه زمانی کوتاه‌تر و نیز ابعاد و سنجه‌های جزئی‌تری نسبت به شاخص‌های چشم‌انداز دارند.

به منظور تدوین اهداف در این سند، با بررسی مطالعات مبنا شامل مطالعات تطبیقی، گزارش آینده‌پژوهی، گزارش توجیه‌پذیری، چشم‌انداز سند و اسناد بالادستی، پیش‌نویس اولیه اهداف تدوین شد. سپس، با اخذ نظرات خبرگان حوزه تجهیزات فشار قوی، به بررسی اطلاعات حاصل از این منابع پرداخته و اهداف نهایی سند مورد بحث، تعیین می‌گردد. در نهایت، پس از نهایی‌سازی اهداف و تعیین بازخوردها، اهداف کمی و کیفی با توجه به نظرات خبرگان مشخص می‌شوند. روش (متدولوژی) منتخب تدوین اهداف در شکل (۳-۸) نشان داده شده است.



شکل (۳-۸): مدل اجرایی تدوین اهداف

در ادامه، اهداف استخراج شده به عنوان نتایج حاصل از بررسی منابع مختلف ارائه شده است.

## ۲-۷-۱ - نتایج حاصل از بررسی گزارش مطالعات تطبیقی

همانطور که در ادبیات مربوط به تعیین اهداف اشاره شد، برنامه‌های کلان سایر کشورها و شرکت‌های فعال در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی می‌تواند منبع مناسبی برای شناسایی اهداف و اولویت‌های موجود باشد و کمک شایانی به انتخاب اهداف کلان کند. در این مرحله، اسناد سایر کشورها و شرکت‌های فعال در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی بر مبنای مدل توسعه مفهومی ارائه شده در شکل (۳-۴) و در نظر گرفتن پراکندگی جغرافیایی و روند توسعه تکنولوژیکی شرکت‌ها و کشورها مورد بررسی قرار گرفتند. از این رو، حوزه‌های اهداف بررسی شده و نتایج حاصل از تحلیل آنها در ادامه آورده شده است.

## ۲-۷-۱- بررسی اهداف شبکه برق امریکای شمالی مطابق گزارش دپارتمان انرژی امریکا [۲]

اهداف متصور شده برای شبکه برق امریکای شمالی در ۱۰۰ سال آینده طبق گزارش دپارتمان انرژی امریکا (Grid2030) به سه دوره کوتاه‌مدت (تا سال ۲۰۱۰)، میان‌مدت (تا سال ۲۰۲۰) و بلندمدت (تا سال ۲۰۳۰) تفکیک شده است. همچنین، این سند اهداف شبکه برق را در حوزه‌های مختلفی بیان نموده است. از این رو، با توجه به حوزه فناوری تعیین شده برای سند راهبردی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی، تنها به بیان اهداف مرتبط با تجهیزات فشار قوی در دو رده انتقال برق و توزیع برق اکتفا می‌کنیم. برخی از این اهداف به شرح زیر هستند:

### – اهداف تا سال ۲۰۱۰ (کوتاه‌مدت)

#### ○ رده انتقال

- شفافیت اطلاعاتی زمان حقیقی برای همه بهره‌برداران شبکه

#### ○ رده توزیع

- آشکارسازی خاموشی در هر محل بصورت ریموت
- استفاده از شبکه بصورت بهبودیافته و با هزینه کمتر

### – اهداف تا سال ۲۰۲۰ (میان‌مدت)

#### ○ رده انتقال

- کاهش متوسط تلفات شبکه به اندازه ۵۰٪

#### ○ رده توزیع

- انتقال اطلاعات و توان به صورت زمان حقیقی و دوطرفه

### – اهداف تا سال ۲۰۳۰ (بلندمدت)

#### ○ رده انتقال

- ۱۰۰ درصد توان الکتریکی جاری در شبکه هوشمند

همانطور که ملاحظه می‌شود اهداف این سند در حوزه‌های کاهش تلفات خطوط انتقال، کاهش هزینه توزیع برق و کاهش خاموشی‌ها بیان شده است.

## ۲-۱-۷-۲- بررسی اهداف شبکه برق کشورهای اتحادیه اروپا مطابق گزارش EUREL [۷]

اهداف مرتبط با تجهیزات فشار قوی شبکه برق اروپا تا سال ۲۰۴۰ طبق گزارش مجمع ملی مهندسی برق اروپا (EUREL) به قرار زیر است:

۱. امنیت تأمین برق، برای نمونه کاهش وابستگی به خرید برق

۲. امنیت رقابت‌پذیری، برای مثال قیمت‌های انرژی منصفانه

۳. کاهش ۸۰ تا ۹۵ درصدی گازهای گلخانه‌ای

همچنین، در این سند، به منظور تحقق این اهداف، راهکارهایی از قبیل افزایش قابل توجه بازدهی تجهیزات، بودجه‌ریزی برای کاهش توان پیک، بودجه‌ریزی برای تحقیق و توسعه در همه بخش‌های تولید، انتقال و توزیع، ایجاد انگیزش برای توسعه شبکه‌های انتقال بسیار بلند کم‌تلفات (HVPC یا HVAC) و ایجاد انگیزش برای سرمایه‌گذاری در زمینه کنترل هوشمند، حفاظت و توابع خودرمانگر شبکه پیشنهاد شده است.

با مرور اهداف و راکارهای ارائه شده در سند مذکور، می‌توان حوزه‌های اهداف را به صورت افزایش راندمان شبکه برق و کاهش تلفات شبکه انتقال برداشت کرد.

## ۲-۱-۷-۳- بررسی اهداف شبکه برق هوشمند کشور هندوستان [۱۰]

برخی از اهداف مرتبط با تجهیزات فشار قوی ارائه شده در سند که قرار است طبق برنامه‌ای زمانبندی شده و مطابق با برنامه ۱۴م وزارت نیروی کشور هندوستان تحقق یابد عبارتند از:

– تأمین برق پایدار و همیشگی به همه مصرف‌کنندگان در سراسر کشور

– کاهش تلفات در همه بخش‌های شبکه توزیع به زیر ۱۰ درصد

– توسعه شبکه‌های میکرو در ۲۰ هزار روستا و مراکز صنعتی و تجاری

– اجرای برنامه‌های افزایش بازدهی انرژی به صورت دینامیک (هوشمند) در سطح ملی

از بررسی این اهداف نیز می‌توان به حوزه‌های اهدافی همچون کاهش قطعی شبکه و خاموشی‌های غیرمترقبه، کاهش تلفات شبکه برق، برقراری عدالت اجتماعی و افزایش راندمان انتقال و توزیع برق پی برد.

## ۲-۷-۱-۴- بررسی اهداف صورتجلسه مصوب اتحادیه اروپا در خصوص مطالعات استراتژیک شبکه برق آینده [۲۵]

مطابق گزارش اتحادیه اروپا در سال ۲۰۰۷، اهداف استراتژیک این اتحادیه در چهار کارگروه مطالعاتی «مدیریت سرمایه در بخش انتقال و توزیع»، «شبکه انتقال آینده، معماری و ابزارهای جدید»، «معماری و ابزارهای لازم جهت بهره‌برداری، بازیابی شبکه و برنامه‌های دفاعی» و «بهره‌برداری پیشرفته شبکه فشار قوی و شبکه‌های هوشمند یکپارچه» ارائه شده است. این اهداف عبارتند از:

– اهداف کارگروه مطالعاتی مدیریت سرمایه در بخش انتقال و توزیع

○ سرمایه‌گذاری روی روش‌ها، مدل‌ها و ابزارهای پیشرفته مونتورینگ، تعیین وضعیت به منظور نگهداری و

تعمیرات پیشگیرانه

○ عرضه پروژه‌ها با به کارگیری زیرساخت‌های کنونی شبکه

– اهداف کارگروه مطالعاتی شبکه انتقال آینده، معماری و ابزارهای جدید

○ توسعه تجهیزات و کاربردهای هوشمند در شبکه انتقال به منظور فراهم آوردن سطوح قابلیت بهره‌برداری

میان شبکه‌ای

– اهداف کارگروه مطالعاتی معماری و ابزارهای لازم جهت بهره‌برداری، بازیابی شبکه و ابزارهای دفاعی

○ هدف اصلی از منظر دفاعی و بازیابی، ایجاد یک شبکه خوددرمانگر دارای سطح بالایی از کنترل پیشگیرانه

مرکززدایی شده و مدیریت خاموشی‌ها در تلفیق با بازیابی اتوماتیک شبکه است.

– اهداف کارگروه مطالعاتی بهره‌برداری پیشرفته شبکه فشار قوی و شبکه‌های هوشمند یکپارچه

○ ارزیابی و ارتقاء امنیت زمان حقیقی شبکه‌های انتقال

○ ارزیابی حالت، کیفیت و دقت شبکه‌های انتقال

اهداف ارائه شده توسط این اتحادیه نیز بیانگر اهمیت بسزای توسعه فناوری‌های تجهیزات فشار قوی در راستای کاهش

تلفات و خاموشی‌های شبکه و رسیدن به یک شبکه یکپارچه و خوددرمانگر است.



## ۲-۷-۱-۵- بررسی اهداف شرکت‌های فعال در حوزه تجهیزات فشار قوی

پس از بررسی شرکت‌های بسیار در حوزه برق و انرژی و همچنین شرکت‌های سازنده و یا تعمیرکننده تجهیزات فشار قوی بر اساس مدل توسعه مفهومی مبنا جهت انجام مطالعات تطبیقی ارائه شده در شکل (۳-۴)، آن دسته از شرکت‌هایی که اهداف بیان شده توسط آنها مرتبط با توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی بود، به منظور انجام مطالعه تطبیقی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج این بررسی در جدول (۳-۴) آورده شده است.

جدول (۳-۴): اهداف تعیین شده برای توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص براساس

## مطالعات تطبیقی شرکت‌های حوزه تجهیزات فشار قوی

عنوان گزارش	اهداف	حوزه‌های هدف استخراج شده
گزارش BCTC [۱۵]	۱. توسعه شبکه انتقال تا بالاترین حد انتقال توان ۲. کاهش تلفات و فراهم کردن ایمنی برق‌رسانی ۳. مدیریت سرمایه‌های کنونی به منظور افزایش شاخص‌های قابلیت اطمینان و به حداقل رسانیدن هزینه‌های تعمیر و نگهداری و پشتیبانی ۴. کاهش اثرات ناشی از ریسک‌های فیزیکی و عملیاتی	۱. کاهش تلفات ۲. افزایش ایمنی شبکه برق ۳. افزایش قابلیت اطمینان ۴. کاهش هزینه نگهداری و تعمیرات
اهداف مطالعاتی کمیته خطوط انتقال CIGRE [۲۶]	۱. افزایش قابلیت اطمینان خطوط انتقال ۲. افزایش قابلیت دسترس‌پذیری خطوط انتقال ۳. افزایش ظرفیت بکارگیری خطوط انتقال	۱- افزایش قابلیت اطمینان ۲- افزایش قابلیت دسترس‌پذیری ۳- افزایش ظرفیت خطوط انتقال
اهداف مطالعاتی کمیته پست‌های فشار قوی CIGRE [۲۶]	۱. بهبود قابلیت اطمینان ۲. مدیریت بهینه سرمایه ۳. کاهش اثرات زیست‌محیطی و تسریع توسعه پایدار پست‌های برق	۱. افزایش قابلیت اطمینان ۲. افزایش سازگاری با محیط زیست ۳. توسعه پایدار
اهداف مطالعاتی کمیته تجهیزات فشار قوی CIGRE [۲۶]	۱. بهبود مشخصات فنی تجهیزات رده انتقال و توزیع ۲. افزایش قابلیت اطمینان تجهیزات رده انتقال و توزیع	افزایش قابلیت اطمینان تجهیزات فشار قوی

## ۲-۷-۲- نتایج حاصل از بررسی گزارش آینده‌پژوهی [۲۷]

علاوه بر مطالعات تطبیقی، با مطالعه گزارش‌های مربوط به آینده‌پژوهی و با توجه به رویکرد فناورانه سایر کشورها و مؤسسات، می‌توان اهداف مختلفی را پیشنهاد نمود. از سوی دیگر، در گزارش آینده‌پژوهی، فضای حاکم بر فناوری تجهیزات عایقی فشار قوی در جهان نیز مورد بررسی قرار گرفته است. بنابراین، اهداف مستخرج حاصل از مطالعه فضای فناورانه این

کشورها و مؤسسات می‌تواند زمینه‌های اهداف خوبی را در اختیار ما قرار دهد. دو هدف کلی مستخرج از گزارشات آینده‌پژوهی در انتهای فاز دوم مورد اشاره قرار گرفته‌اند. همچنین، رویکردهای فناورانه مرتبط با آنها نیز بیان شده‌اند. با این حال، بنا بر موضوعیت ارائه اهداف در این بخش از گزارش، اهداف حاصل از مطالعه گزارش آینده‌پژوهی در جدول (۳-۵) نیز ارائه شده است.

جدول (۳-۵): اهداف تعیین شده برای توسعه فناوری تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص بر اساس مطالعه گزارش

#### آینده‌پژوهی

عنوان گزارش	اهداف
اهداف مستخرج از آینده‌پژوهی	افزایش سازگاری با محیط زیست بر مبنای تقویت ساختار شبکه برق در برابر عوامل ناسازگار محیطی
	افزایش سازگاری با محیط زیست با هدف ممانعت از تشدید بحران زیست‌محیطی و گرمایش زمین

### ۲-۷-۳- نتایج حاصل از بررسی گزارش توجیه‌پذیری [۲۸]

یکی از پارامترهای مهم در تعیین اهداف کلان توسعه فناوری‌های مختلف، توانایی و پتانسیل بکارگیری فناوری در زمینه‌های مختلف است؛ به طوری که با فعال‌سازی و شکوفاسازی پتانسیل‌های فناوری در این حوزه‌ها بتوان به نتایج مناسبی دست یافت. قابلیت‌ها و پتانسیل‌های بکارگیری فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی به طور مفصل در گزارش توجیه‌پذیری توسعه این فناوری‌ها بحث شده و می‌توان گفت که گزارش توجیه‌پذیری یک منبع مناسب برای تعیین توانایی فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی و تعیین اهداف برای آینده می‌باشد. اهداف استنباط شده از گزارش توجیه‌پذیری، در جدول (۳-۶) آورده شده است.

جدول (۳-۶): اهداف تعیین شده برای توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص بر اساس مطالعه

#### گزارش توجیه‌پذیری

مرجع استخراج اهداف	اهداف
گزارش توجیه‌پذیری فنی	کاهش تأثیرپذیری و آسیب‌پذیری شبکه انتقال برق از محیط زیست با بهره‌گیری از توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی
گزارش توجیه‌پذیری سیاسی	ارتقای توان دفاعی کشور در مناطق مرزی از طریق تأمین دائم و با کیفیت برق در این حوزه‌ها با استفاده از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی
	بهبود و توسعه شبکه برق و کارایی تجهیزات به منظور خودکفایی و بی‌اثر کردن شرایط تحریم برای صنعت برق کشور با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین صنعت برق
گزارش توجیه‌پذیری اجتماعی	تحقق رویکرد عدالت‌محور در تأمین برق بهره‌ور در مناطق با اقلیم خاص با استفاده از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی

اهداف	مرجع استخراج اهداف
کاهش هزینه‌های تحمیلی شبکه‌های برق فشار قوی با به‌کارگیری فناوری‌های نوین ساخت و بهره‌برداری تجهیزات عایقی فشار قوی	گزارش توجیه‌پذیری اقتصادی
کاهش جرائم ناشی از عدم پیش‌بینی صحیح بار مصرفی شبکه با بهره‌گیری از فرآیندهای نوین تجهیزات عایقی فشار قوی و توسعه این فناوری‌ها	
کاهش میزان نشر آلاینده‌های زیست محیطی خصوصاً گازهای گلخانه‌ای با استفاده از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در راستای انتقال انرژی پاک	گزارش توجیه‌پذیری زیست محیطی

### ۲-۷-۴ - نتایج حاصل از بررسی چشم‌انداز تدوین شده

از آنجا که در تدوین چشم‌انداز، ویژگی‌های کلی فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی در سال ۱۴۰۴ مورد بحث واقع شد و برخی از این ویژگی‌ها می‌بایست با تعریف و تدوین اهداف راهبردی محقق گردند، در این قسمت به استخراج اهداف از ویژگی‌های چشم‌انداز خواهیم پرداخت. اهداف استخراج شده در جدول (۳-۷) آورده شده‌اند.

جدول (۳-۷): اهداف تعیین شده برای توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص بر اساس مطالعه

#### چشم‌انداز تدوین شده

اهداف	ویژگی‌های چشم‌انداز
کاهش تلفات خطوط انتقال و توزیع برق	افزایش پایداری شبکه
کاهش خاموشی‌های ناخواسته شبکه برق	
افزایش طول عمر تجهیزات عایقی فشار قوی	کاهش هزینه تولید
کاهش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات در زنجیره انتقال و توزیع برق	
خودکفایی و بی‌اثر کردن شرایط تحریم در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی	خوداتکایی
کاهش مشکلات پیش روی انتقال و توزیع برق در مناطق دورافتاده با اقلیم خاص	عدالت محوری
کاهش نوسانات برق انتقالی و بهبود پیوستگی توزیع برق در مناطق با اقلیم خاص	افزایش کیفیت برق

### ۲-۷-۵ - نتایج حاصل از بررسی اسناد بالادستی

با توجه به متنوع بودن ارگان‌های قانون‌گذار، اسناد بالادستی متعددی در رابطه با تجهیزات عایقی فشار قوی بررسی شده‌اند که لیست این اسناد در جدول (۳-۸) ارائه شده است. در اکثر اسناد بررسی شده، سیاست‌های کلی کشور مشخص شده و به طور خاص به سیاست‌های انتقال انرژی یا تجهیزات فشار قوی اشاره نشده است. با مطالعه قوانین و سیاست‌های مرتبط، با توجه به پتانسیل‌های موجود در بکارگیری تجهیزات عایقی فشار قوی، اهداف قابل استنتاج از این قوانین تعیین شده‌اند. این اهداف در جدول (۳-۸) آورده شده‌اند.

جدول (۳-۸): اهداف تعیین شده برای توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص بر اساس مطالعه

## اسناد بالادستی

ردیف	قانون تصویب شده	بخش مربوط به انرژی	ویژگی‌های قابل استنتاج از قانون که در تدوین اهداف کلان باید در نظر گرفته شوند.
۱	چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴	عدالت اجتماعی	کاهش تبعیض و افزایش عدالت اجتماعی در مناطق با اقلیم خاص از طریق توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی
		برخوردار از دانش پیشرفته	ایجاد دانش فنی در زمینه تجهیزات فشار قوی با افزایش بودجه تحقیقاتی کشور در این زمینه
		متکی بر تولید ملی	تربیت نیروی انسانی متخصص و بومی‌سازی دانش انتقال انرژی با هدف خوداتکایی
		مستقل و مقتدر با سامان دفاعی	افزایش توان دفاعی کشور از طریق کاهش اختلال در شبکه انتقال برق در مناطق با اقلیم خاص
		بهره‌مندی از محیط زیست مطلوب	استفاده از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در راستای کاهش آلاینده‌های زیست محیطی
۲	قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران	دست یافتن به جایگاه اول اقتصادی، علم و فناوری در سطح منطقه آسیای جنوب غربی (شامل آسیای میانه، قفقاز، خاورمیانه و کشورهای همسایه)	حفظ جایگاه اول منطقه از نظر میزان تولید و انتقال نیرو
		اصل ۳ بند ۱۱- تقویت کامل بنیه دفاع ملی از طریق آموزش نظامی عمومی برای حفظ استقلال و تمامیت ارضی و نظام اسلامی کشور	حفظ استقلال و تمامیت ارضی کشور با بکارگیری فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی
		اصل ۳ بند ۱۳- تأمین خودکفایی کشور در علوم و فنون و صنعت	بومی‌سازی کامل تولید و انتقال انرژی از طریق بکارگیری تجهیزات عایقی فشار قوی
		اصل ۴۸- بهره‌گیری عادلانه از منابع طبیعی و امکانات در سطح کشور (بهره‌مندی یکسان همه افراد کشور از نعمت گاز طبیعی و برق و...)	ارتقای سطح رفاه اجتماعی از طریق توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص
		اصل ۵۰- حفاظت محیط زیست که نسل امروز و نسل‌های بعد باید در آن حیات اجتماعی رو به رشدی داشته باشند، وظیفه عمومی تلقی می‌شود.	توسعه پایدار فناوری‌های نوین تجهیزات فشار قوی در توزیع انرژی به منظور جلوگیری از تخریب محیط زیست
اصل ۸۱- خودکفایی کشور در امور صنعت و تجارت و عدم اعطای امتیاز تجاری، اقتصادی و صنعتی به بیگانگان	اصل ۱۵۳- استقلال کشور (لغو قراردادهایی که سبب سلطه بیگانه بر منابع طبیعی کشور شود)	اصل ۱۵۴: استقلال و آزادی کشور در زمینه‌های مختلف	خودکفایی کشور در امور صنعت و تجارت و عدم اعطای امتیاز تجاری، اقتصادی و صنعتی به بیگانگان

ردیف	قانون تصویب شده	بخش مربوط به انرژی	ویژگی‌های قابل استنتاج از قانون که در تدوین اهداف کلان باید در نظر گرفته شوند.
۳	قانون برنامه اول توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی جمهوری اسلامی ایران	<b>بند ۴-۴۸-</b> بهره‌برداری از تأسیسات صنعت برق کشور از طریق افزایش ضریب بهره‌برداری، ضریب بار و راندمان حرارتی نیروگاه‌ها و کاهش تلفات انرژی در شبکه‌های انتقال و توزیع	استفاده از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی به منظور افزایش راندمان انتقال و توزیع انرژی الکتریکی در مناطق با اقلیم خاص در راستای تحقق بخشیدن بند ۴-۴۸ برنامه اول توسعه
۴	قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی جمهوری اسلامی ایران	<b>بند ۲۰-</b> تقویت امنیت و اقتدار ملی با تأکید بر رشد علمی و فناوری	تولید برق ایمن با قطعی کم به منظور افزایش امنیت و اقتدار ملی با توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص
		<b>بند ۲۶-</b> تقویت، توسعه و نوسازی صنایع دفاعی کشور با تأکید بر گسترش تحقیقات و سرعت دادن به انتقال فناوری‌های پیشرفته	گسترش تحقیقات مرتبط با فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در راستای تقویت، توسعه و نوسازی صنایع دفاعی کشور
۵	قانون برنامه پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی جمهوری اسلامی ایران	<b>ماده ۱۳۳- تبصره -</b> چنانچه بخش خصوصی با سرمایه خود، تلفات انرژی برق را در شبکه انتقال و توزیع کاهش دهد، وزارت نیرو موظف است نسبت به خرید انرژی بازیافت شده با قیمت و شرایط در دوره زمانی که به تصویب شورای اقتصاد می‌رسد، اقدام و یا مجوز صادرات به همان میزان را صادر کند.	توسعه رقابت اقتصادی و افزایش مشارکت بخش خصوصی در تولید و انتقال انرژی الکتریکی
۶	سیاست‌های کلی نظام در بخش پدافند غیرعامل	<b>بند ۱۰-</b> حمایت لازم از توسعه فناوری و صنایع مرتبط مورد نیاز کشور در پدافند غیرعامل با تأکید بر طراحی و تولید داخلی.	توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی با هدف جلوگیری از تمرکز ذخائر انرژی در یک محل
۷	سیاست‌های کلی نظام در بخش خودکفایی دفاعی و امنیتی	<b>بند ۳-</b> دستیابی به فناوری‌های برتر مورد نیاز دفاعی و امنیتی حال و آینده با تأکید بر نوآوری و پشتیبانی از توسعه آن‌ها.	بکارگیری فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در تأمین نیازهای دفاعی کشور
۸	سیاست‌های اقتصاد مقاومتی ابلاغی از سوی مقام معظم رهبری	<b>بند ۲-</b> پیشتازی اقتصاد دانش بنیان، پیاده‌سازی و اجرای نقشه جامع علمی کشور و ساماندهی نظام ملی نوآوری به منظور ارتقاء جایگاه جهانی کشور و افزایش سهم تولید و صادرات محصولات و خدمات دانش بنیان و دستیابی به رتبه اول اقتصاد دانش بنیان در منطقه.	دستیابی به جایگاه مناسب در میان کشورهای پیشرو در حوزه تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها و دستیابی به جایگاه اول منطقه در تولید دانش بکارگیری فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی

ردیف	قانون تصویب شده	بخش مربوط به انرژی	ویژگی‌های قابل استنتاج از قانون که در تدوین اهداف کلان باید در نظر گرفته شوند.
		<p><b>بند ۳-</b> محور قراردادن رشد بهره‌وری در اقتصاد با تقویت عوامل تولید، توانمندسازی نیروی کار، تقویت رقابت‌پذیری اقتصاد، ایجاد بستر رقابت بین مناطق و استانها و به کارگیری ظرفیت و قابلیت‌های متنوع در جغرافیای مزیت‌های مناطق کشور.</p>	<p>ایجاد بستر رقابت بین مناطق مختلف کشور با هدف افزایش بهره‌وری و از بین بردن تبعیض منطقه‌ای با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین تولید و توزیع انرژی برق در کلبه مراحل زنجیره تولید تا مصرف</p>
		<p><b>بند ۸-</b> مدیریت مصرف با تأکید بر اجرای سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف و ترویج مصرف کالاهای داخلی همراه با برنامه ریزی برای ارتقاء کیفیت و رقابت‌پذیری در تولید.</p>	<p>افزایش کیفیت و امنیت عرضه انرژی الکتریکی با توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی</p>
		<p><b>بند ۹-</b> اصلاح و تقویت همه‌جانبه نظام مالی کشور با هدف پاسخگویی به نیازهای اقتصاد ملی، ایجاد ثبات در اقتصاد ملی و پیشگامی در تقویت بخش واقعی.</p>	<p>افزایش قدرت مالی و اقتصادی کشور از طریق کاهش هزینه‌ها با استفاده از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی</p>
۹	نقشه جامع علمی کشور	<b>بخش ۲-۲-</b> اهداف کلان نظام علم و فناوری کشور	<p>کسب دانش فنی استفاده از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در کشور و تبدیل شدن به کشور پیشرو در زمینه مطالعه فناوری‌های جدید این حوزه</p>
۱۰	سند ملی توسعه بخش برق و انرژی‌های نو	<p><b>بخش ۱-۲-</b> بسترسازی برای رشد سریع اقتصادی <b>بخش ۲-۵-</b> تسهیل ترانزیت برق توسط شبکه‌های برق کشور</p>	<p>افزایش صادرات برق از طریق کاهش تلفات شبکه برق با استفاده از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص</p>
۱۱	سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف ابلاغی از سوی مقام معظم رهبری	<b>بند ۷-</b> اولویت دادن به افزایش بهره‌وری در تولید، انتقال و مصرف انرژی در ایجاد ظرفیت‌های جدید تولید انرژی	<p>افزایش سهم منابع تجدیدپذیر در تولید الکتریسیته با استفاده از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی</p>
۱۲	سند برنامه‌های راهبردی وزارت صنعت، معدن و تجارت	<p><b>بخش ۱-۲-</b> افزایش بهره‌وری رتبه جهانی ایران در سهم بهره‌وری از رشد تولید ناخالص ملی بین ۲۰ کشور نخست باشد. <b>بخش ۳-۱-۴-</b> گسترش پژوهش و نوآوری</p>	<p>افزایش مطالعات مرتبط با دانش تجهیزات عایقی به منظور افزایش نوآوری در بهره‌برداری از تجهیزات عایقی فشار قوی</p>
۱۳	قانون هدفمند کردن یارانه‌ها	<b>بخش ۱-ج -</b> میانگین قیمت فروش داخلی برق به گونه ای تعیین شود که به تدریج تا پایان برنامه پنجساله پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران معادل قیمت تمام شده آن باشد.	<p>توسعه عدالت اجتماعی با استفاده از توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص</p>

ردیف	قانون تصویب شده	بخش مربوط به انرژی	ویژگی‌های قابل استنتاج از قانون که در تدوین اهداف کلان باید در نظر گرفته شوند.
۱۴	سیاست‌های کلی علم و فناوری ابلاغی از سوی مقام معظم رهبری سیاست‌های کلی علم و فناوری ابلاغی از سوی مقام معظم رهبری	بخش ۱-۲- ارتقاء جایگاه جهانی کشور در علم و فناوری و تبدیل ایران به قطب علمی و فناوری جهان اسلام	تأمین ملزومات تبدیل کشور به قطب تولید، توزیع و انتقال برق جهان اسلام
		بخش ۵-۱- افزایش سهم علم و فناوری در اقتصاد و درآمد ملی، ازدیاد توان ملی و ارتقاء کارآمدی	افزایش کارآمدی با استفاده از بهره‌گیری از فناوری‌های نوین در شبکه توزیع و انتقال برق
۱۵	اساسنامه شرکت مادر تخصصی مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران (توانیر)	ماده ۷- موضوع فعالیت شرکت: هرگونه فعالیت در راستای تأمین برق مطمئن و اقتصادی برای کلیه مصارف خانگی، صنعتی، عمومی، کشاورزی، تجاری و غیره	افزایش امنیت و کاهش هزینه انتقال برق با استفاده از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی

## ۲-۸- اهداف کلان تعیین شده در سند توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی

### در مناطق با اقلیم خاص

بر اساس نتایج حاصل از بررسی منابع ذکر شده، اهداف کلان سند راهبردی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار

قوی در مناطق با اقلیم خاص در ۴ حوزه اصلی تدوین شدند که عبارتند از:

۱- افزایش سازگاری با محیط زیست،

۲- کاهش هزینه‌های انتقال و توزیع برق،

۳- ارتقای سطح عدالت اجتماعی و

۴- افزایش پایایی انرژی انتقالی.

در ادامه، اهداف کلان اولیه در هر یک از حوزه‌های اهداف به قرار زیر تدوین شدند:

➤ افزایش سازگاری با محیط زیست

- کاهش تأثیرپذیری و آسیب‌پذیری تجهیزات عایقی فشار قوی در شبکه انتقال و توزیع برق از عوامل ناسازگار محیطی همچون صاعقه، طوفان، زلزله و ...
- ممانعت از تشدید بحران زیست‌محیطی، آلودگی زیست‌محیطی و گرمایش زمین از طریق کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای

## ➤ کاهش هزینه‌های انتقال و توزیع برق

- افزایش طول عمر تجهیزات عایقی فشار قوی رده انتقال و توزیع مناطق با اقلیم خاص
- کاهش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات تجهیزات عایقی فشار قوی در شبکه انتقال و توزیع برق مناطق با اقلیم

خاص

## ➤ ارتقای سطح عدالت اجتماعی

- کاهش خاموشی‌های ناخواسته شبکه برق در مناطق دورافتاده و دارای اقلیم خاص در راستای تحقق عدالت

اجتماعی

## ➤ افزایش پایایی انرژی انتقالی

- کاهش تلفات برق در شبکه انتقال و توزیع در مناطق با اقلیم خاص

پس از بحث و گفتگو با اعضای کمیته راهبری پروژه و نظرسنجی از آنها با استفاده از پرسشنامه ارزیابی اهداف (پیوست ۳)، از اعضای خواسته شد تا در مورد میزان تطابق اهداف اولیه تدوین شده، با ویژگی‌های اهداف، بیانیه چشم‌انداز و اسناد بالادستی حوزه تجهیزات فشار قوی اظهار نظر کنند. همچنین، در این جلسه، از اعضای کمیته راهبری خواسته شد تا در صورتی که هدف دیگری را علاوه بر اهداف اولیه بیان شده، مناسب این پروژه می‌دانند، آنها را بیان کرده و پیشنهاد دهند. خلاصه نظرات مهم اعضای حاضر در جلسه در جدول زیر آمده است:

جدول (۳-۹): نظرات اعضای کمیته راهبری در رابطه با اهداف توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم

خاص

نام خبره	سمت	نظرات
دکتر علیپور	مدیر فنی انتقال توانیر	عبارت "کاهش تلفات برق" در هدف آخر به عبارت "کاهش تلفات برق ناشی از تجهیزات عایقی فشار قوی" تغییر یابد تا بتوان هدف مورد نظر را کمی‌سازی کرد.
دکتر جوادی	عضو هیئت علمی دانشگاه صنعت آب و برق شهید عباسپور	کاهش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات خطوط و پست‌ها نیز به اهداف اضافه گردد.
دکتر شایگانی	عضو هیئت علمی دانشگاه تهران	ترتیب و اولویت بیان اهداف تغییر یابد.

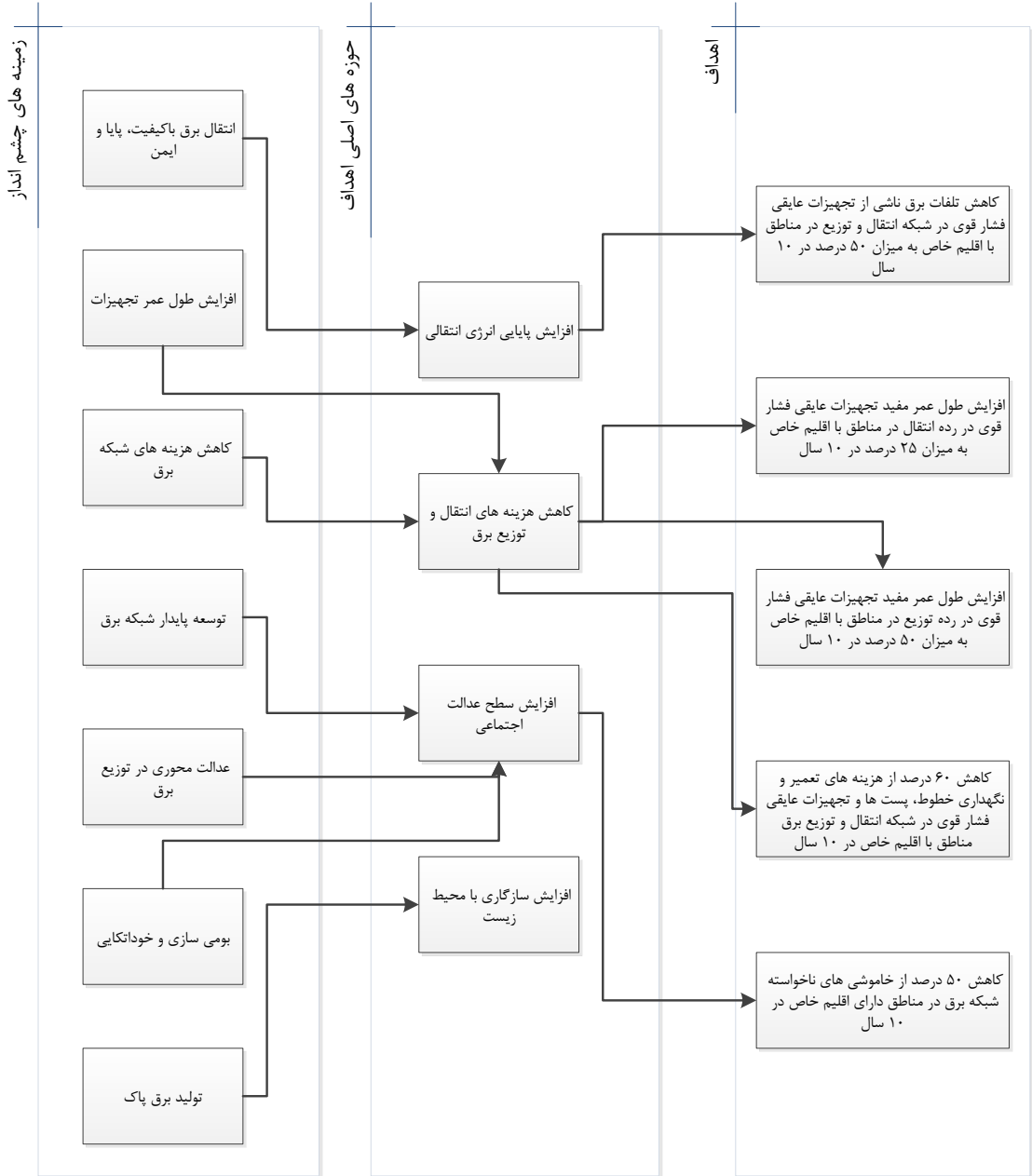


نام خبره	سمت	نظرات
مهندس نعمتی	کارشناس بازنشسته شرکت توزیع برق استان هرمزگان	در کمی‌سازی اهداف دقت شود تا اهداف در افق ۱۰ ساله قابل دستیابی باشند.
مهندس اسکویی	رئیس پژوهشکده کنترل و ابزار دقیق پژوهشگاه نیرو	عبارت «افزایش طول عمر» به عبارت «افزایش طول عمر مفید» تغییر یابد و این هدف در دو رده انتقال و توزیع به صورت جداگانه بیان شود.
مهندس رضایی	مدیر گروه پژوهشی فشار قوی پژوهشگاه نیرو	اهداف بیان شده در حوزه افزایش سازگاری با محیط زیست حذف شود. زیرا نقطه اثر پروژه حاضر به طور خاص به افزایش سازگاری زیست‌محیطی مرتبط نمی‌شود.

در نتیجه، با بررسی این نظرات، اهداف کلان توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص شناسایی شده‌اند. همچنین، به منظور کمی‌سازی و قابل‌اندازه‌گیری کردن اهداف کلان، هر کدام از اهداف و درصدهای کمی مربوط به آن، در جلسه کمیته راهبری مورد بحث گذاشته شد و نظرات اعضای کمیته در مورد درصدهای تخصیص یافته به هر هدف پرسیده شد. به این ترتیب، در طول جلسه، با کم و زیاد کردن اعداد کمی مربوط به هر هدف، طبق نظرات مختلف اعضا، سرانجام درصدهای مورد توافق تمامی اعضا برای هر هدف بدست آمد. اهداف نهایی مورد قبول اعضای کمیته راهبری به قرار زیر هستند:

- (۱) کاهش تلفات برق ناشی از تجهیزات عایقی فشار قوی در شبکه انتقال و توزیع در مناطق با اقلیم خاص به میزان ۵۰ درصد در طی ۱۰ سال
- (۲) کاهش ۶۰ درصد از هزینه‌های تعمیر و نگهداری خطوط، پست‌ها و تجهیزات عایقی فشار قوی در شبکه انتقال و توزیع برق مناطق با اقلیم خاص در طی ۱۰ سال
- (۳) کاهش ۵۰ درصد از خاموشی‌های ناخواسته شبکه برق در مناطق دارای اقلیم خاص در طی ۱۰ سال
- (۴) افزایش طول عمر مفید تجهیزات عایقی فشار قوی در رده انتقال مناطق با اقلیم خاص به میزان ۲۵ درصد در طی ۱۰ سال
- (۵) افزایش طول عمر مفید تجهیزات عایقی فشار قوی در رده توزیع مناطق با اقلیم خاص به میزان ۵۰ درصد در طی ۱۰ سال

همچنین، نحوه ارتباط اهداف مستخرج در این سند با زمینه‌های چشم‌انداز و حوزه‌های اصلی اهداف در شکل (۳-۹) نشان داده شده است.



شکل (۳-۹): ارتباط بین اهداف، حوزه‌های اهداف و زمینه‌های چشم‌انداز

### ۳- تعیین راهبردهای توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

در گام سوم از مرحله سوم طرح تدوین سند راهبردی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص، به تدوین راهبردها پرداخته می‌شود. راهبردها مجموعه جهت‌گیری‌های اصلی برای دستیابی به اهداف را مشخص می‌کنند. در راستای تعیین راهبردها، باید ابتدا اولویت‌بندی فناوری‌های مورد نظر انجام گیرد. لذا، در این بخش، ابتدا درباره اولویت‌بندی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی بحث می‌شود و سپس مبانی نظری تدوین راهبردهای توسعه فناوری ارائه می‌شود. در ادامه، فرایند مورد استفاده در تدوین راهبردها مورد بحث قرار می‌گیرد و در انتها نیز راهبردها و سیاست‌های کلان شناسایی شده برای توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی معین می‌گردد.

به منظور انجام این مرحله، تیم مدیریتی پس از بررسی و مطالعه مدل‌های مطرح در زمینه تدوین راهبرد و تعیین اولویت‌های توسعه، و اخذ مشاوره از اساتید فن، طی برگزاری جلسات متعدد، مدل و متدولوژی مناسبی را ارائه نمود. در متدولوژی ارائه شده برای تدوین مرحله سوم پروژه، علاوه بر تعیین چشم‌انداز و اهداف، سه بخش دیگر نیز در نظر گرفته شده‌اند که عبارتند از:

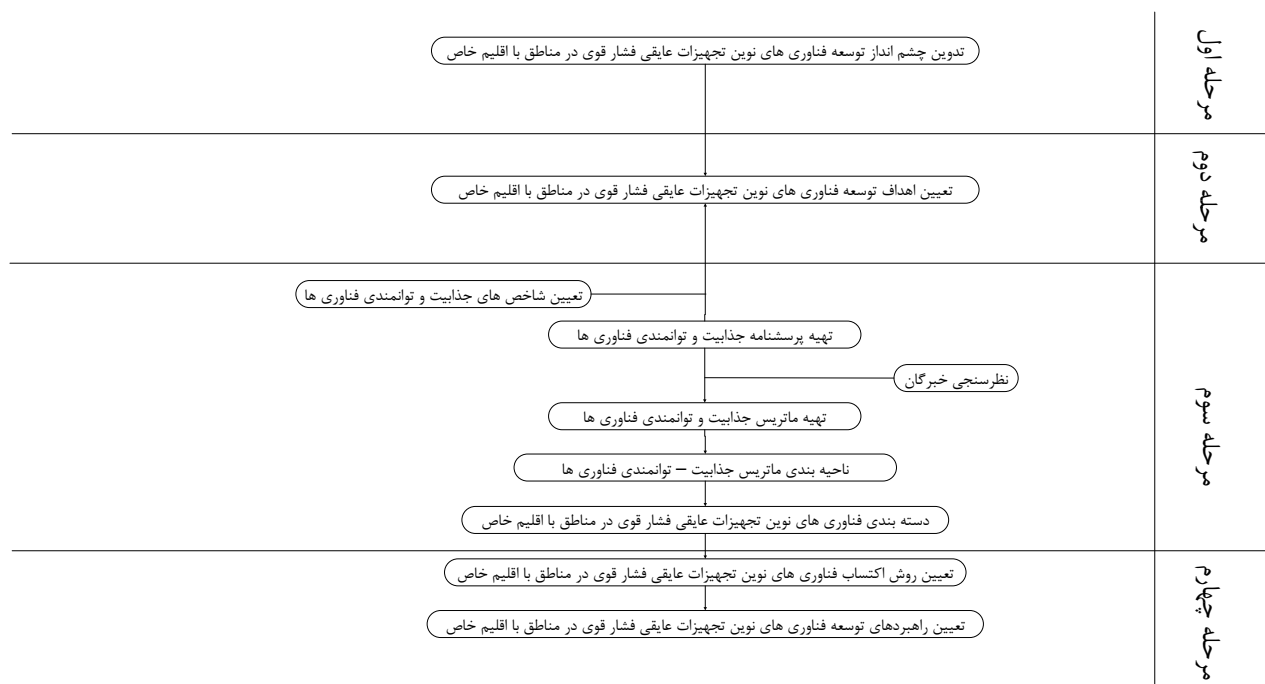
۱. دسته‌بندی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی بر اساس شاخص‌های جذابیت و توانمندی

۲. تعیین روش اکتساب فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی

۳. تبیین راهبردهای توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی

متدولوژی منتخب به منظور اولویت‌بندی فناوری‌ها و ارائه راهبردها در راستای تحقق چشم‌انداز و اهداف در شکل (۳-۱۰)

ارائه شده است.



شکل (۳-۱۰): متدولوژی تدوین ارکان جهت ساز توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

مراحل اول و دوم متدولوژی ارائه شده، در بخش‌های ۱ و ۲ گزارش حاضر مورد بحث واقع شده و تدوین شده است. لذا، در این مرحله از تدوین سند، به انجام مراحل سوم و چهارم، شامل دسته‌بندی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی پرداخته خواهد شد و در انتها نیز راهبردهای توسعه فناوری ارائه می‌شوند.

### ۳-۱- دسته‌بندی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی بر اساس شاخص‌های

#### جذابیت و توانمندی

در این مرحله تصمیم گرفته شد تا فناوری‌هایی که با عنوان فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی شناسایی شده‌اند، بر اساس نظرسنجی از خبرگان این حوزه دسته‌بندی شوند. این نظرسنجی براساس شاخص‌های ارزیابی جذابیت و توانمندی فناوری‌ها انجام گرفت. لذا، در اینجا لازم است تا توضیحاتی به صورت خلاصه در رابطه با معیارهای جذابیت و توانمندی ارائه شود.

جذابیت، به عنوان منافع بالقوه و توانایی در جذب منابع تعریف شده است که به ویژگی‌ها و کاربرد فناوری در مقایسه با سایر فناوری‌ها مرتبط است. معیار جذابیت، بیان کننده ابعاد ذاتی گزینه‌هایی است که برای سیاست‌گذار دارای مطلوبیت هستند. در تحقیقات آینده نگاری تکنولوژیک در سطح ملی کشور چک، جذابیت به چهار حوزه اصلی اهمیت اقتصادی، اهمیت اجتماعی، اهمیت زیست‌محیطی و فرصت‌های تحقیقاتی و تکنولوژیک تقسیم شده است و با توجه به این تعاریف، مجموعه‌ای از معیارهای جذابیت تعیین شده‌اند. این معیارها بایستی از طرفی بیانگر جذابیت قطعه مربوطه بوده و از طرف دیگر به گونه‌ای انتخاب شوند که بتوانند در مجموع، تمایزی میان قطعات مختلف ایجاد کنند. به عنوان مثال‌هایی از معیارهای جذابیت می‌توان به این موارد اشاره نمود:

- تنوع کاربرد فناوری در سایر قطعات و صنایع
- هزینه‌های به کارگیری فناوری
- هزینه دستیابی به دانش فنی بکارگیری فناوری
- میزان منافع اقتصادی حاصل از دستیابی به دانش فنی بکارگیری فناوری

در مقابل، شاخص توانمندی به دنبال ارزیابی قابلیت‌ها و زیرساخت‌های موجود به منظور برگزیدن هر کدام از گزینه‌هاست. لذا، به منظور ارزیابی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی، این معیارها توسط تیم اجرای پروژه طی جلساتی تدوین شده و سپس در پرسشنامه‌ای گنجانده شده است. این پرسشنامه‌ها، که نمونه‌ی آنها در پیوست (۴) ارائه شده است، به منظور ارزیابی جذابیت و توانمندی فناوری‌ها برای خبرگان این حوزه ارسال گردیده است. در موارد لازم نیز مصاحبه‌هایی ترتیب داده شد تا پرسشنامه‌ها به صورت دقیق‌تری کامل شوند.

نتایج حاصل از این پرسشنامه‌ها، در مجموع، مشخص کننده میزان جذابیت و توانمندی هر فناوری خواهد بود. همچنین، در انتهای پرسشنامه‌های ارسال شده، از خبرگان درخواست گردید تا به امتیازدهی انواع پژوهش‌های بنیادی مورد نیاز برای توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص (بر طبق نمودار ارائه شده در نتایج گزارش فاز سوم) بپردازند. هدف از انجام این کار، اولویت‌بندی این پژوهش‌ها و تعیین میزان ضرورت انجام آنها بوده است. در ادامه این بخش، روند طراحی و تحلیل پرسشنامه توضیح داده خواهد شد.

### ۳-۱-۱- شاخص‌های ارزیابی جذابیت و توانمندی فناوری‌ها

برای اندازه‌گیری جذابیت و توانمندی توسعه یک فناوری ابتدا باید شاخص‌های مرتبط با آن را شناسایی کرد. بدین منظور، ابتدا مجموعه‌ای از شاخص‌های موجود در ادبیات شناسایی شد و پس از برگزاری جلسات متعدد مدیریتی و بررسی به عمل آمده توسط کارشناسان تیم فنی پروژه، شاخص‌های مناسب پروژه مورد تایید قرار گرفت. شاخص‌های تعیین شده برای ارزیابی جذابیت فناوری‌ها عبارتند از:

- ✓ شاخص اول: میزان تقاضا برای فناوری در مناطق با اقلیم خاص: میزان تقاضا برای یک فناوری از پارامترهایی است که می‌تواند در محاسبه میزان جذابیت فناوری‌ها لحاظ گردد. این شاخص به طور غیرمستقیم به دومین هدف کمی تعیین شده مرتبط است؛ دلیل این امر نیز تأثیر مستقیم نوع فناوری‌ها بر افزایش هزینه‌های مرتبط با آنها بوده است. هر چه میزان تقاضا برای یک فناوری بیشتر باشد، به همان میزان فناوری از جذابیت بالاتری برخوردار خواهد بود.
- ✓ شاخص دوم: نقش فناوری در توسعه سایر فناوری‌ها: امکان بکارگیری فناوری در سایر حوزه‌ها یکی دیگر از معیارهای جذابیت می‌باشد که به معنای گستردگی کاربرد یک فناوری است. اگر یک فناوری بتواند در توسعه سایر فناوری‌ها نیز مورد استفاده قرار گیرد، این خود مصداقی از گستردگی کاربرد بوده و جذابیت را افزایش می‌دهد. این معیار نیز با دومین هدف کمی مرتبط است؛ به این صورت که هر چه یک فناوری بیشتر در سایر فناوری‌ها مؤثر باشد، به همان میزان می‌تواند بیشتر در راستای کاهش هزینه‌ها تأثیر بگذارد.
- ✓ شاخص سوم: میزان فوریت نیاز کشور در دستیابی به فناوری: این شاخص به دنبال شناسایی میزان ضرورت و بحرانی بودن توسعه فناوری در راستای کاهش خاموشی‌های ناخواسته شبکه برق است. به این صورت که، هر چه فوریت دستیابی به فناوری بیشتر باشد، جذابیت آن قطعه بیشتر خواهد بود.
- ✓ شاخص چهارم: میزان حمایت سازمان‌های دولتی و خصوصی از توسعه فناوری: هر چقدر که سازمان‌های دولتی و غیردولتی برای توسعه یک فناوری راغب‌تر باشند، آن فناوری از جذابیت بیشتری برای آن سازمان‌ها برخوردار است. همچنین، در صورتی که توسعه یک فناوری مورد حمایت سازمان‌ها قرار گیرد، این امر می‌تواند موجب کاهش هزینه‌های توسعه (شامل هزینه‌های نگهداری و تعمیرات) و سهولت همکاری‌های فناورانه گردد. لذا، افزایش میزان حمایت سازمان‌ها از یک فناوری می‌تواند موجب افزایش جذابیت توسعه آن فناوری شود.

✓ شاخص پنجم: هزینه دستیابی به دانش فنی و بومی‌سازی فناوری: این شاخص یکی از معیارهای ارزیابی اقتصادی می‌باشد که به بررسی هزینه مورد نیاز تحقیق و توسعه در زمینه فناوری مورد نظر می‌پردازد و ارزیابی میزان تاثیر فناوری بر دومین هدف کمی تدوین شده را بر عهده دارد. هر فناوری در جایگاه متفاوتی در چرخه عمر قرار دارد و بسته به میزان پیچیدگی فناوری مورد نظر، نیازمند هزینه‌ای است تا با پیشرفت در امر تحقیقات این فناوری، در مقیاس صنعتی مورد استفاده قرار گیرد. طبیعی است که هر چه این هزینه کمتر باشد، فناوری از جذابیت بیشتری برخوردار خواهد بود.

✓ شاخص ششم: جایگاه فناوری در چرخه عمر در کشور: هر فناوری بسته به میزان رشدی که در عرصه تحقیقاتی و صنعتی کشور داشته و دارد، موقعیتی در منحنی چرخه عمر فناوری (تکنولوژی) خواهد داشت. شاخص مورد بحث، به مقایسه فناوری‌ها از منظر چرخه عمر آنها می‌پردازد و میزان تاثیر هر یک از فناوری‌ها را در راستای تحقق اهداف کمی چهارم و پنجم مقایسه می‌کند. منحنی چرخه عمر فناوری به دسته‌های مختلفی تقسیم‌بندی شده است ولی در مورد شکل کلی آن (منحنی به صورت S شکل می‌باشد) اختلافی وجود ندارد. مرسوم‌ترین نوع تقسیم‌بندی این منحنی، سه مرحله جنینی، رشد و بلوغ را نشان می‌دهد.

در مرحله جنینی یا مرحله تحقیق و توسعه اولیه، تکنولوژی در مرحله تحقیقات اولیه است و در حد ارائه مقالات و یا تا حد کمی در مقیاس آزمایشگاهی قرار دارد. در این مرحله، تکنولوژی در حدی نیست که بتوان از آن در کاربردهای صنعتی استفاده کرد. در مرحله رشد، تکنولوژی تا حدی موفق عمل نموده ولی به طور کامل اقتصادی نشده و یا به لحاظ علمی مشکلات فنی محدودی دارد. لذا، از آن در حد چند نمونه محدود صنعتی استفاده می‌شود. در نهایت، در مرحله بلوغ، تکنولوژی کاملاً صنعتی شده و در تعداد زیادی واحد صنعتی از آن استفاده می‌گردد.

برای انجام تحقیقات در زمینه یک تکنولوژی، جذاب‌ترین مرحله، مرحله رشد است. در واقع، در این مرحله، تحقیقات رشد خوبی داشته و می‌توان به ادامه تحقیقات امید زیادی داشت و از طرفی به بلوغ هم نرسیده و می‌توان به عنوان یکی از پیشروهای این تکنولوژی مطرح شده و سود کلانی را عاید شرکت نمود. پس از مرحله رشد، مرحله جنینی از جذابیت بیشتری برای تحقیقات برخوردار است و در نهایت تکنولوژی بالغ قرار دارد. در مرحله تکنولوژی بالغ، تحقیقات به حد بلوغ رسیده و تنها می‌توان اندکی تغییر در آن ایجاد نمود. در این

مرحله، فرصت تحقیقات تا حد زیادی از بین رفته است؛ مگر تغییرات جزئی. لذا، این مرحله، برای توسعه فناوری، از جذابیت کمتری نسبت به سایرین برخوردار خواهد بود.

✓ شاخص هفتم: امکان صادرات فناوری در آینده: این شاخص تلفیقی از عوامل موثر بسیاری همچون نرخ رشد کاربرد فناوری، جایگاه فناوری در چرخه عمر، سیاست‌های دولتی موثر بر فناوری و ... می‌باشد و بدیهی است که هر چه امکان صادرات فناوری در آینده بیشتر باشد، فناوری در حال حاضر از جذابیت بیشتری برخوردار خواهد بود. لذا، این شاخص بر تحقق هدف خاصی متمرکز نمی‌باشد و تحقق تمامی اهداف را در نظر خواهد داشت.

✓ شاخص هشتم: میزان اشتغال‌زایی ناشی از توسعه این فناوری: این شاخص که به عنوان یک شاخص کلان و عمومی مطرح می‌شود، نظر بر ارزیابی تاثیرات توسعه فناوری بر سطح اشتغال جامعه و کاهش مشکلات عمومی آن خواهد داشت. هر چه مقدار این شاخص بزرگتر باشد، جذابیت فناوری بیشتر خواهد بود. همچنین، این شاخص نیز همچون شاخص هفتم یک شاخص عمومی بوده و در راستای تحقق تمامی اهداف تدوین شده است.

✓ شاخص نهم: نقش توسعه فناوری در تحقق توسعه پایدار: این شاخص نیز همانند شاخص قبل به ارزیابی نقش توسعه فناوری در سایر حوزه‌های غیرفناورانه می‌پردازد. بین این شاخص و میزان جذابیت فناوری نیز رابطه مستقیم برقرار بوده و افزایش این شاخص موجب افزایش جذابیت فناوری خواهد شد. این شاخص به نوعی بر مقایسه میزان کاهش تلفات برق توسط هر یک از فناوری‌ها نظر خواهد داشت.

همچنین، شاخص‌های تعیین شده برای ارزیابی توانمندی فناوری‌ها در ادامه آمده‌اند. لازم به ذکر است که شاخص‌های ارزیابی توانمندی بر ارزیابی میزان آمادگی صنعت و مجربان برای تحقق تمامی اهداف مذکور در سند تأکید دارند و نشانگر ارزیابی هدف منفردی نیستند.

✓ شاخص اول: وضعیت دانش فنی موجود برای توسعه فناوری: وضعیت مستندات و یا دانش فنی موجود در کشور، اولین معیار تعیین میزان توانمندی در نظر گرفته شده است. طبیعی است هرچه دانش فنی بیشتری موجود یا در دسترس باشد، توانمندی بالا می‌رود. دانش فنی در قالب مستندات موجود، مقالات و دانش‌های ثبت شده و ثبت نشده نیز مطرح می‌شود و از مقوله زیرساخت‌های تکنولوژی به شمار می‌آید.

✓ شاخص دوم: وضعیت زیرساخت‌های مورد نیاز برای توسعه فناوری: زیرساخت‌ها به دو دسته زیرساخت‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری تقسیم می‌شوند. منظور از زیرساخت‌های نرم‌افزاری، نرم‌افزارهای مورد نیاز جهت اجرای فناوری است. طبیعی



است که هرچه میزان امکانات نرم‌افزاری بیشتر فراهم می‌شود، امکان توسعه بیشتر و سریع‌تر در آن زمینه به وجود می‌آید. در بحث زیرساخت‌های سخت‌افزاری نیز، وضعیت تجهیزات و آزمایشگاه‌های موجود در کشور، اصلی‌ترین شاخص می‌باشد. طبیعی است که هرچه میزان امکانات سخت‌افزاری نیز بیشتر گردد، توانمندی تسریع و توسعه فناوری افزایش می‌یابد.

✓ شاخص سوم: وضعیت آمادگی سازمان‌های مرتبط برای توسعه فناوری: هر چه سازمان‌های مرتبط با توسعه فناوری دارای هماهنگی و آمادگی بیشتری باشند، بستر مناسبتری به منظور توسعه فناوری ایجاد خواهد شد. از این رو، افزایش شاخص میزان آمادگی سازمان‌های مرتبط با توسعه فناوری می‌تواند موجب افزایش معیار توانمندی گردد.

✓ شاخص چهارم: وجود قوانین و سیاست‌های مرتبط با توسعه فناوری: هر چقدر که قوانین و سیاست‌های تسهیل‌کننده و تشویقی برای توسعه فناوری موجود باشد، توانمندی توسعه فناوری بالاتر خواهد بود.

✓ شاخص پنجم: وجود مجریان (شرکتهای) توانمند برای توسعه فناوری: این معیار یکی از اساسی‌ترین فاکتورهای ارزیابی توانمندی است. در صورت وجود مجریان توانمند، امکان تحقیق و توسعه در زمینه این تکنولوژی بیشتر فراهم می‌گردد. توانمندی مجریان به معنای داشتن دانش و همچنین تجربه کافی است. قطعاً بدون در اختیار داشتن مجریان کارآمد، نمی‌توان به یک تکنولوژی از طرق داخلی و درون‌زا دست یافت.

مجدداً لازم به ذکر است که، معیارهای ارزیابی جذابیت و توانمندی فناوری‌ها بسیار متنوع هستند. به همین دلیل، در هر موضوعی، انتخاب معیارهای مناسب بسیار ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. در پروژه تدوین سند راهبردی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص نیز معیارهای فوق‌الذکر به عنوان معیارهای ارزیابی جذابیت و توانمندی شناسایی شدند. پس از معرفی معیارها، در ادامه، چگونگی تهیه و تحلیل پرسشنامه ارزیابی جذابیت و توانمندی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی را تشریح خواهیم کرد.

### ۳-۱-۲ - پرسشنامه ارزیابی جذابیت و توانمندی فناوری‌ها

پس از بررسی معیارهای جذابیت و توانمندی، اکنون به بررسی روش ارزیابی این معیارها پرداخته می‌شود. روش‌های مختلفی برای ارزیابی وجود دارد (از روش‌های ریاضی محض گرفته تا روش‌های کاملاً کیفی همچون پنل خبرگان) که روش منتخب در این قسمت استفاده از نظر کارشناسان از طریق ارسال پرسشنامه است. پرسشنامه طراحی شده حاصل ساعت‌ها کار کارشناسان تیم فنی و مدیریتی پروژه بوده و سعی شده است تا حد ممکن گویا و موجز باشد تا برای فرد پاسخ‌دهنده خسته‌کننده نباشد. از طرفی، سعی شده است سوالات به نحوی طراحی شوند که پاسخ‌های آن‌ها توانایی تفکیک جذابیت و

توانمندی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی را داشته باشند و از سوالات با پاسخ‌های مشترک یا بسیار شبیه هم برای فناوری‌های مختلف خودداری شود. این پرسشنامه شامل ۱۴ سوال است که مبتنی بر ۹ شاخص جذابیت و ۵ شاخص توانمندی معرفی شده در بخش قبل می‌باشد. همچنین، در پرسشنامه، ستونی طراحی شد تا هر متخصص میزان آشنایی خود را با هر یک از فناوری‌های نوین مورد نظر مشخص نماید. اعداد بین ۱ تا ۱۰ برای امتیازدهی این ستون پیشنهاد شدند؛ عدد ۱ به معنای عدم آشنایی با فناوری و عدد ۱۰ به منزله آشنایی کامل با فناوری مورد نظر است. به علاوه، برای جلوگیری از ایجاد سوگیری در نتایج، سطری به منظور جمع‌آوری نظرات متخصصین در خصوص میزان اهمیت هر یک از سوالات در اولویت‌بندی فناوری‌ها در پرسشنامه گنجانده شد. این امر کارشناسان را در تحلیل دقیقتر نتایج یاری می‌دهد. برای پر کردن این پرسشنامه، پیشنهاد شد که هر سوال راجع به تمام فناوری‌ها پاسخ داده شود. به عبارتی پاسخنامه به صورت ستونی پر شود. مزیت این کار انجام مقایسه ضمنی میان پاسخ‌ها در هر سوال برای فناوری‌های مختلف است که خود به افزایش دقت پاسخ‌ها کمک می‌کند. نحوه پاسخگویی به سوالات نیز به این ترتیب است که از پاسخ‌دهنده خواسته می‌شود تا براساس طیف لیکرت ۱۰ نقطه‌ای، عددی بین ۱ تا ۱۰ را در محل مربوط به هر یک از فناوری‌ها وارد کند. همچنین، در انتهای پرسشنامه‌ها نیز از خبرگان درخواست گردید که چنانچه فناوری‌های نوین دیگری را به منظور ارزیابی جذابیت و یا توانمندی آن‌ها در ذهن خود دارند که در پرسشنامه به آن اشاره نشده است، این فناوری‌ها را در سطرهای اختصاص یافته به این امر وارد کرده و فناوری‌ها را در هر سوال امتیازدهی کنند.

برای اولویت‌بندی پژوهش‌های بنیادی مورد نیاز برای توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی نیز، در یک سؤال، میزان اهمیت انجام این پژوهش‌ها از خبرگان پرسیده شد و سپس، از خبرگان خواسته شد تا در صورت مهم بودن این پژوهش‌ها، ۶ نوع اساسی از این پژوهش‌ها را که در پرسشنامه مشخص شده است، با استفاده از اعداد ۱ تا ۶ اولویت‌بندی کنند. نمونه‌ای از این پرسشنامه در پیوست (۴) آورده شده است.

### ۳-۱-۳- نتایج ارزیابی پرسشنامه ارزیابی جذابیت و توانمندی فناوری‌ها

پرسشنامه ارزیابی جذابیت و توانمندی در مجموع برای حدود ۵۰ نفر از خبرگان حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی در شرکت‌ها و سازمان‌های مختلف ارسال شد. مبنای انتخاب خبرگان بر پایه معیارهای زیر بوده است:

- شرکت یا سازمانی که شخص خبره در آن فعالیت دارد (سازمان‌هایی از قبیل وزارت نیرو، توانیر، برق‌های

منطقه‌ای، شرکت‌های سازنده تجهیزات فشار قوی، پژوهشکده‌ها و ...)

- حوزه تخصصی و یا رشته دانشگاهی شخص خبره ( افراد شاغل در حوزه تجهیزات فشار قوی و یا فارق‌التحصیل رشته مهندسی برق - گرایش قدرت)

- میزان تجربه کاری شخص خبره در حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی

۱۸ نفر از این خبرگان پرسشنامه را تکمیل نمودند که اسامی آنها به شرح زیر است:

۱. دکتر علیپور (مدیر فنی انتقال توانیر)
۲. دکتر جوادی (عضو هیئت علمی دانشگاه صنعت آب و برق شهید عباسپور)
۳. دکتر شایگانی (عضو هیئت علمی دانشگاه تهران)
۴. دکتر میرغفوریان (مدیرعامل شرکت برقگیر پارس)
۵. مهندس نعمتی (کارشناس بازنشسته شرکت توزیع نیروی برق استان هرمزگان)
۶. مهندس اسکویی (رئیس پژوهشکده کنترل و ابزار دقیق پژوهشگاه نیرو)
۷. مهندس فرضعلی‌زاده (رئیس پژوهشکده انتقال و توزیع پژوهشگاه نیرو)
۸. مهندس جلالی (رئیس پژوهشکده برق پژوهشگاه نیرو)
۹. مهندس رضایی (مدیر گروه پژوهشی فشار قوی پژوهشکده انتقال و توزیع پژوهشگاه نیرو)
۱۰. دکتر گیلوانژاد (مدیر گروه پژوهشی خط و پست پژوهشکده انتقال و توزیع پژوهشگاه نیرو)
۱۱. دکتر ریاحی (مدیر گروه پژوهشی غیرفلزی پژوهشکده شیمی و مواد پژوهشگاه نیرو)
۱۲. مهندس بهزادی (کارشناس پژوهشی گروه فشار قوی پژوهشکده انتقال و توزیع پژوهشگاه نیرو)
۱۳. مهندس واسعی (کارشناس پژوهشی گروه خط و پست پژوهشکده انتقال و توزیع پژوهشگاه نیرو)
۱۴. مهندس محمدی (مجری طرح توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در پژوهشگاه نیرو)
۱۵. مهندس خزایی (کارشناس پژوهشی گروه خط و پست پژوهشکده انتقال و توزیع پژوهشگاه نیرو)
۱۶. مهندس علم‌دوست (کارشناس پژوهشی گروه غیرفلزی پژوهشکده شیمی و مواد پژوهشگاه نیرو)
۱۷. مهندس ابیضی (مسئول آزمایشگاه فشار قوی پژوهشگاه نیرو)
۱۸. مهندس هوشمند (کارشناس پروژه‌ای گروه فشار قوی پژوهشگاه نیرو)

پس از دریافت پرسشنامه‌ها، نتایج وارد نرم‌افزار اکسل شد و محاسبات لازم برای دسته‌بندی فناوری‌ها انجام گرفت. لیکن، قبل از بیان نتایج، ذکر چند نکته در مورد نحوه جمع‌بندی نتایج ضروری است:

۱- به منظور ارزیابی جامعی از وضعیت جذابیت و توانمندی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی، بانک اطلاعاتی مختصری از افراد صاحب‌نظر و متخصص موضوع تشکیل گردید. با توجه به اینکه میزان خبرگی هر یک از این افراد در ابعاد مختلف موضوع متفاوت بود، ضروری بود این افراد ضمن مشارکت در فرآیند ارزیابی، نظراتشان بر اساس سطح خبرگی و دانش تخصصی‌شان در مورد موضوع لحاظ گردد.

۲- پس از جمع‌آوری نتایج بررسی و پالایش اولیه پرسشنامه‌های دریافتی، سوالاتی که بدون پاسخ بودند، در جمع‌بندی نتایج در نظر گرفته نشدند.

۳- با توجه به تفاوت سطوح دانشی افراد و اطلاع ایشان از فناوری‌ها، لازم است که به نظرات هر متخصص، وزنی تخصیص یابد. ولی ممکن است که یک فرد در یک فناوری، تخصص کافی داشته و در فناوری دیگر تخصص کافی نداشته باشد. راه حل این کار، در نظر گرفتن ستون میزان آشنایی فرد با آن فناوری خواهد بود. لذا، از این ستون به عنوان وزن نظرات متخصص در هر فناوری استفاده شد.

۴- به منظور جمع‌بندی نظرات، علاوه بر به دست آوردن وزن نظرات افراد، لازم است که وزن هر سوال و نسبت اهمیت هر سوال به مابقی سوالات به دست آید. به همین منظور سطری برای وزندهی به سوالات در پاسخنامه در نظر گرفته شد. وزن سوالات عددی بین ۱ تا ۱۰ می‌باشد.

۵- با توجه به این که پاسخ تمام سوالات اعدادی بین ۱ تا ۱۰ داشته است، در جمع‌بندی نهایی نیز عدد حاصله بین ۱ تا ۱۰ نرمال شده است. برای این منظور، عدد به دست آمده از مجموع نظرات بر مجموع میزان آشنایی‌های افراد در هر کاربرد تقسیم شده است تا عدد حاصل بین ۱ تا ۱۰ واقع شود با رعایت این ملاحظات، نتایج حاصل از تحلیل پرسشنامه‌های ارزیابی جذابیت و توانمندی فناوری‌ها در جدول (۳-۱۰) نمایش داده شده است. لازم به ذکر است که فناوری تجهیزات ایمنی و خط گرم در بهره‌برداری، در زمره فناوری‌های مورد ارزیابی در پرسشنامه نبوده است و با بهره‌گیری از قسمت مربوط به پیشنهادات در نظر گرفته شده در پرسشنامه، در طول فرایند نظرسنجی، توسط خبرگان اضافه گردیده است

جدول (۳-۱۰): جمع‌بندی نتایج پرسشنامه ارزیابی جذابیت و توانمندی فناوری‌ها

ردیف	فناوری	جذابیت فناوری	توانمندی فناوری
۱	بوشینگ کامپوزیتی تجهیزات فشار قوی پست‌ها	۵/۳۷	۶/۷۶
۲	خطوط و پست‌های فشار قوی تمام بسته فلزی با عایق گازی	۷/۸۴	۴/۹۴
۳	پوشش‌های سیلیکونی در سطوح عایقی	۷/۱۸	۶/۱۲
۴	پوشش‌های نانو در سطوح عایقی	۶/۶۴	۶/۱۱
۵	کلیدها و قطع‌کننده‌های خلاء با ولتاژ بالا	۶/۱۰	۳/۷۸
۶	سوئیچگیر فشار متوسط با عایق تمام جامد	۶/۸۵	۴/۶۹
۷	تجهیزات مازولار دارای کارکرد چندگانه	۶/۴۱	۶/۲۷
۸	پایش آنلاین و در محل خطوط و تجهیزات فشار قوی	۶/۶۴	۵/۸۹
۹	تجهیزات نوین مقابله با صاعقه	۶/۱۷	۶/۳۸
۱۰	ترکیبات روغن‌های گیاهی سازگار با محیط زیست به عنوان عایق در تجهیزات فشار قوی	۵/۳۴	۳/۱۴
۱۱	ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ با عایق‌های داخلی جامد	۵/۳۳	۵/۴۵
۱۲	سازه‌های نگهدارنده عایقی	۵/۴۵	۶/۸۶
۱۳	تابلوه‌های الکتریکی کامپوزیتی رده فشار متوسط	۶/۲۵	۶/۳۰
۱۴	ترانسفورماتورهای قدرت با عایق گازی	۵/۵۲	۴/۶۴
۱۵	ریکلوزر و سکشنالایزر رده فشار متوسط	۶/۳۰	۵/۸۳
۱۶	پایه‌های چوبی اشباع شده رده فشار متوسط تا انتقال	۳/۰۶	۳/۶۴
۱۷	تجهیزات ایمنی و خط گرم در بهره‌برداری	۵/۹۸	۳/۶۲

با توجه به جدول (۳-۹)، مشخص است که فناوری نوین خطوط و پست‌های فشار قوی تمام بسته فلزی با عایق گازی، فناوری نوین پوشش‌های سیلیکونی در سطوح عایقی و فناوری نوین پوشش‌های نانو در سطوح عایقی به ترتیب دارای بیشترین میزان جذابیت می‌باشند. همچنین، کمترین میزان جذابیت نیز به ترتیب مربوط به فناوری نوین پایه‌های چوبی اشباع شده رده فشار متوسط تا انتقال، فناوری نوین ترانس‌های جریان و ولتاژ با عایق‌های داخلی جامد و فناوری نوین ترکیبات روغن‌های گیاهی سازگار با محیط زیست به عنوان عایق در تجهیزات فشار قوی است.

در مورد معیار توانمندی نیز می‌توان مشاهده کرد که فناوری نوین سازه‌های نگهدارنده عایقی، فناوری نوین بوشینگ کامپوزیتی تجهیزات فشار قوی پست‌ها و فناوری‌های تجهیزات نوین مقابله با صاعقه به ترتیب بیشترین میزان توانمندی را دارا هستند. همچنین، فناوری نوین ترکیبات روغن‌های گیاهی سازگار با محیط زیست به عنوان عایق در تجهیزات فشار قوی، فناوری‌های نوین تجهیزات ایمنی و خط گرم در بهره‌برداری و فناوری نوین پایه‌های چوبی اشباع شده رده فشار متوسط تا انتقال نیز دارای کمترین میزان توانمندی هستند.

لیکن، از آنجا که تنها با توجه به هر یک از معیارهای جذابیت و توانمندی نمی‌توان دسته‌بندی درستی از فناوری‌ها انجام داد، در بخش بعد به تحلیل و دسته‌بندی فناوری‌ها با استفاده از بررسی جایگاه آنها در ماتریس جذابیت و توانمندی خواهیم پرداخت.

همچنین، برای پژوهش‌های بنیادی توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی نیز نتایج تحلیل پرسشنامه‌ها به قرار جدول (۱۱-۳) است.

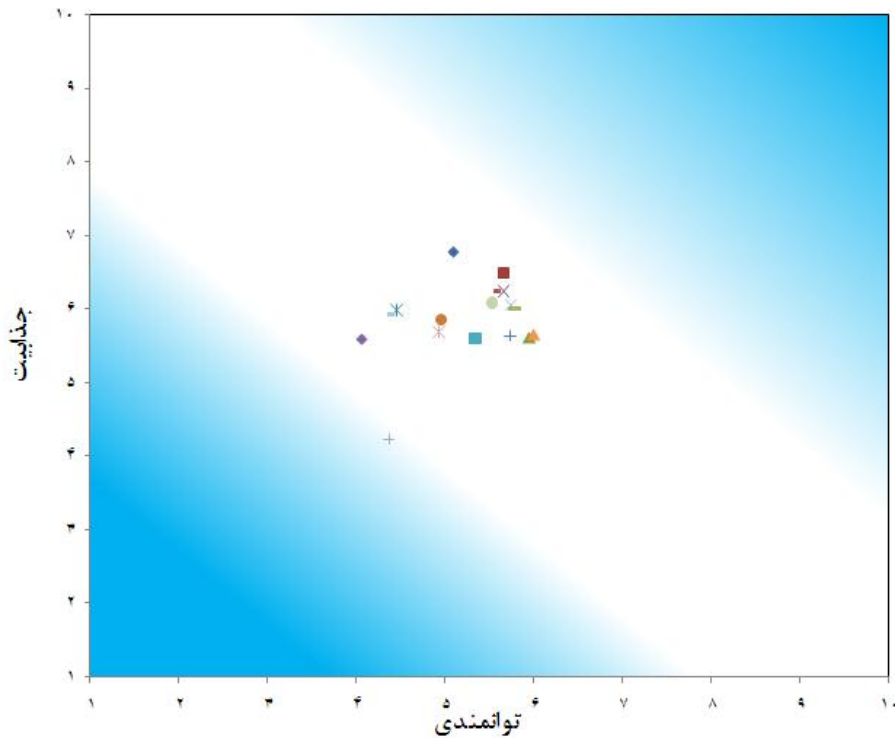
جدول (۱۱-۳): نتیجه اولویت‌بندی پژوهش‌های بنیادی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

اولویت	پژوهش بنیادی	اولویت	پژوهش بنیادی
۱	تهیه اطلس آلودگی و ریزگرد	۴	تهیه نقشه خوردگی خاک
۲	تهیه نقشه ایزوکرونیک	۵	تهیه اطلس مقاومت خاک
۳	تهیه نقشه خوردگی اتمسفری	۶	تهیه نقشه گالوپینگ

### ۳-۲- ماتریس جذابیت - توانمندی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق

#### با اقلیم خاص

قسمت اصلی تحلیل نتایج، با توجه به متدولوژی، از طریق تعیین جایگاه فناوری‌ها در ماتریس جذابیت - توانمندی صورت می‌گیرد. همان‌طور که از نام این ماتریس نیز مشخص است، از دو بعد جذابیت و توانمندی تشکیل شده است که محورهای افقی و عمودی ماتریس را تشکیل می‌دهد. بر اساس معیارهای مطرح شده در ابتدای بخش و جمع بندی نتایج پرسشنامه‌ها، هر کدام از ابعاد جذابیت و توانمندی تعیین شده‌اند و کافی است که این مقادیر در ماتریس نمایش داده شوند. به همین منظور، ماتریس حاصل در شکل (۱۱-۳) نشان داده شده است.



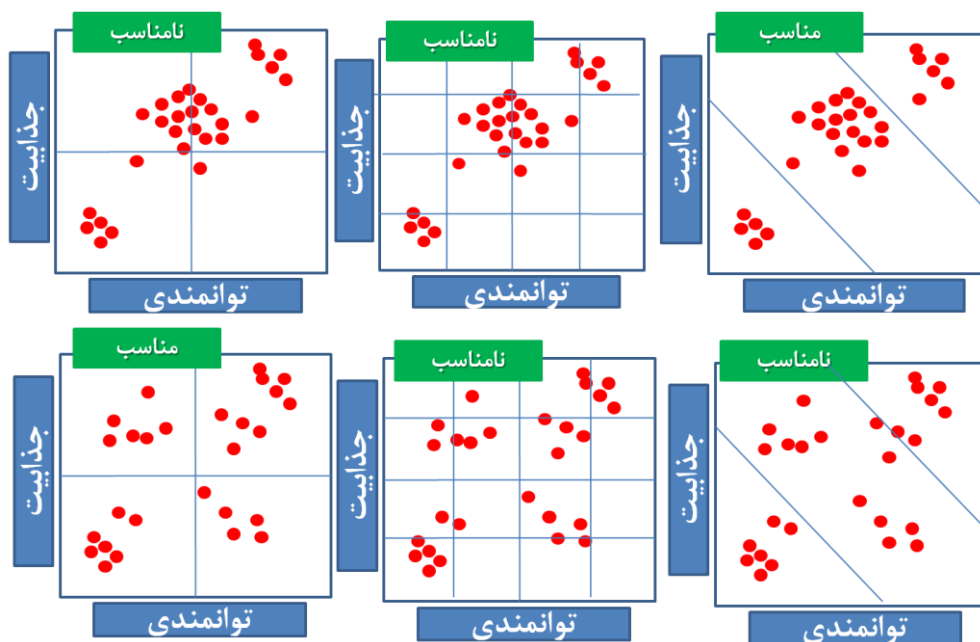
شکل (۳-۱۱): ماتریس جذابیت - توانمندی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

### ۳-۲-۱ - ناحیه‌بندی ماتریس جذابیت - توانمندی

با توجه به ادبیات موضوع، ماتریس جذابیت - توانمندی باید به تعدادی نواحی مستقل تقسیم شود تا بتوان بر اساس آن، رویکرد مناسب در قبال توسعه هر فناوری را به صورت دقیق‌تر تعیین نمود. این ماتریس، بیانگر جایگاه جذابیت و امکان‌پذیری هر یک از فناوری‌ها است و برای ناحیه‌بندی آن می‌توان از تقسیم سه ناحیه‌ای (با استفاده از خطوط شیب دار)، چهار ناحیه‌ای، نه ناحیه‌ای و یا حتی شانزده ناحیه‌ای استفاده نمود. تعداد و شکل نواحی در نظر گرفته شده در ماتریس جذابیت-توانمندی وابسته به دو پارامتر می‌باشد. یکی پراکندگی فناوری‌ها در ماتریس جذابیت-توانمندی، و دیگری کاربردهای فناوری (به این مفهوم که آیا توسعه فناوری کاربردهای متنوع و حساس مثل کاربرد دفاعی دارد یا نه؟).

اثر پراکندگی در ماتریس جذابیت - توانمندی تعیین‌کننده تعداد نواحی و شیب خطوط ناحیه‌بندی است. نواحی در نظر گرفته شده باید به گونه‌ای انتخاب شوند که به وسیله آنها بتوان دسته‌های مختلف فناوری‌ها را از هم تمیز داد؛ به عبارت دیگر، فناوری‌های دارای توانمندی و جذابیت تقریباً یکسان در یک ناحیه قرار گیرند. نحوه صحیح دسته‌بندی با توجه به پراکندگی فناوری‌ها در ماتریس جذابیت - توانمندی در شکل (۳-۱۲) ارائه شده است. در مجموع، ترجیح داده می‌شود که از یک سو تا

حد امکان تعداد نواحی انتخاب شده در ماتریس کمتر بوده و از سوی دیگر، فناوری‌ها بر روی مرزهای نواحی مختلف قرار نگیرند.

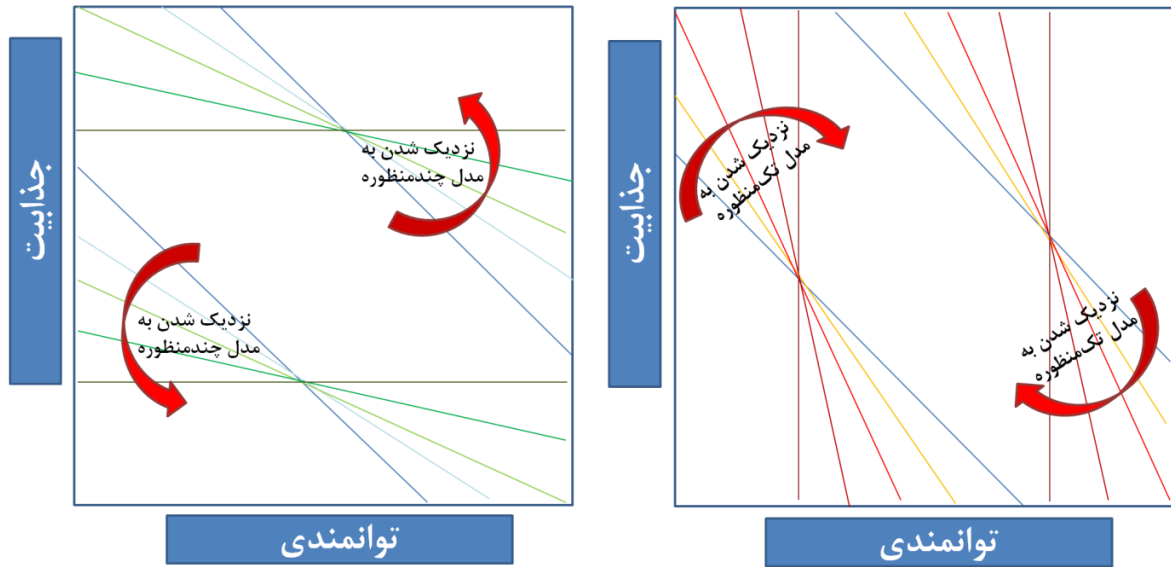


شکل (۳-۱۲): اثر پراکندگی فناوری‌ها بر انتخاب نواحی در ماتریس جاذبیت - توانمندی

کاربردهای متنوع فناوری نیز، سبب افزایش تأثیر شاخص جاذبیت نسبت به شاخص توانمندی می‌شود. فناوری‌های دارای بیشترین تنوع کاربردی و حساسیت دستیابی بسیار بالا (مانند فناوری‌های دارای کاربرد دفاعی) را فناوری‌های مبتنی بر مدل چندمنظوره و فناوری‌های دارای کمترین کاربرد و حساسیت دستیابی پایین را فناوری‌های مبتنی بر مدل تک‌منظوره می‌نامند. هر چقدر که فناوری مدنظر به مدل چندمنظوره نزدیک‌تر باشد، اهمیت پارامتر جاذبیت نسبت به توانمندی در اولویت‌بندی فناوری افزایش می‌یابد و برعکس، هر چه فناوری مدنظر به مدل تک‌منظوره نزدیک‌تر باشد، اهمیت پارامتر توانمندی نسبت به جاذبیت افزایش خواهد یافت.

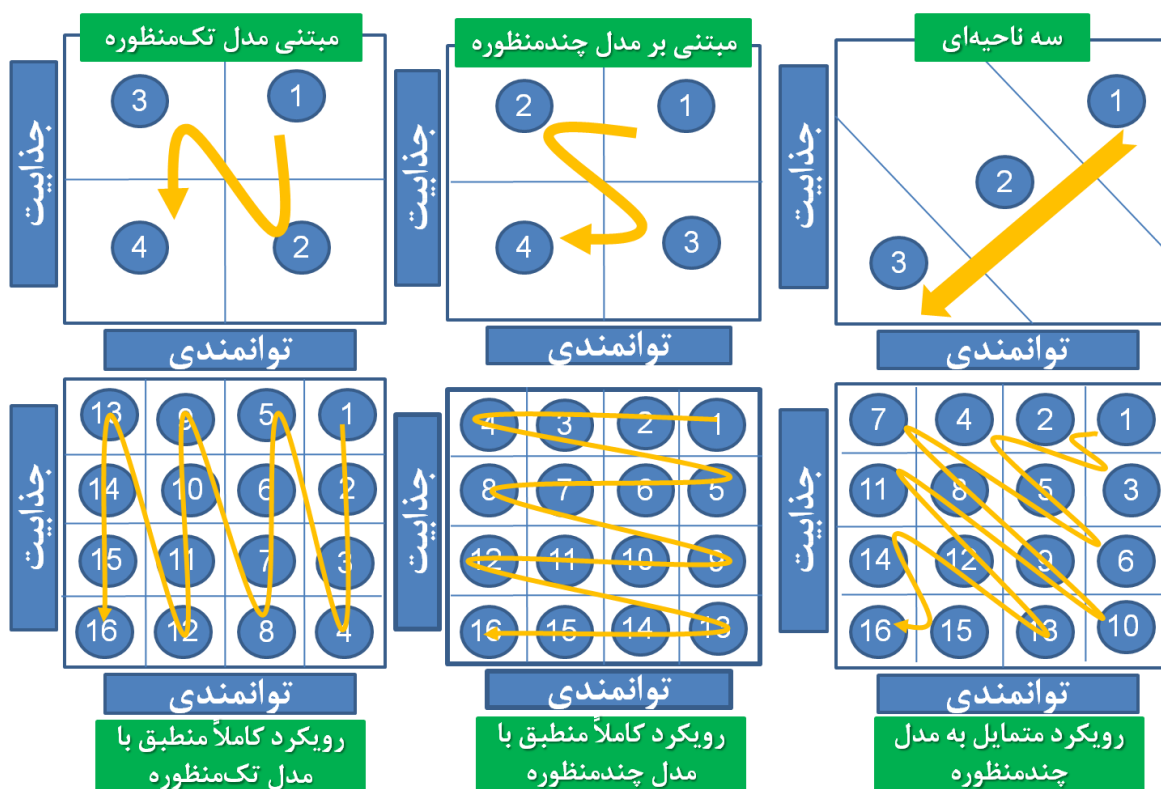
در ماتریس تقسیم شده به ۳ ناحیه با خطوط مورب، تغییر اهمیت یک پارامتر نسبت به پارامتر دیگر با تغییر در شیب مرزهای نواحی نشان داده می‌شود؛ به این صورت که با نزدیک شدن فناوری به مدل چندمنظوره، شیب مرزها (خطوط تعیین کننده نواحی سه‌گانه ماتریس) کم شده و با نزدیک شدن فناوری به مدل چندمنظوره، شیب مرزها زیاد می‌شود. نحوه تغییر نواحی سه‌گانه مشخص شده در ماتریس جاذبیت-توانمندی با تغییر تنوع کاربرد و حساسیت دستیابی به فناوری، در شکل (۳-۱۳) نشان داده شده است.





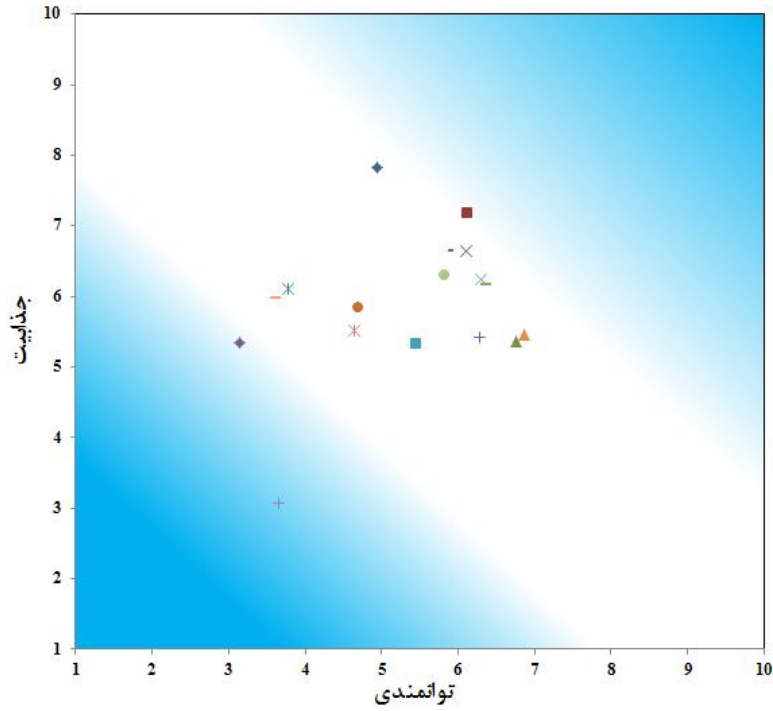
شکل (۳-۱۳): اثر تنوع کاربرد و حساسیت دستیابی به فناوری بر ناحیه‌بندی ماتریس جاذبیت - توانمندی سه ناحیه‌ای

اولویت‌بندی نواحی مختلف ماتریس جاذبیت - توانمندی تقسیم شده به ۳ ناحیه، همواره به صورت نشان داده شده در شکل (۳-۱۴) است. اما در رابطه با ماتریس‌های جاذبیت - توانمندی تقسیم شده به بیش از ۳ ناحیه، نحوه اولویت‌بندی نواحی وابسته به فاصله فناوری از مدل چند منظوره و تک‌منظوره می‌باشد. بر اساس نحوه اولویت‌بندی ارائه شده در شکل (۳-۱۴)، همواره ناحیه دارای بالاترین جاذبیت و توانمندی، بیشترین اولویت، و ناحیه دارای پایین‌ترین سطح جاذبیت و توانمندی، کمترین اولویت را در میان نواحی مختلف ماتریس خواهند داشت. با توجه به این شکل مشخص می‌گردد که هر چه فناوری به مدل چندمنظوره نزدیک‌تر باشد، اولویت‌بندی به اولویت‌بندی ردیفی نزدیک‌تر شده و هر چه فناوری به مدل تک منظوره نزدیک‌تر باشد، اولویت‌بندی به اولویت‌بندی ستونی نزدیک می‌شود.

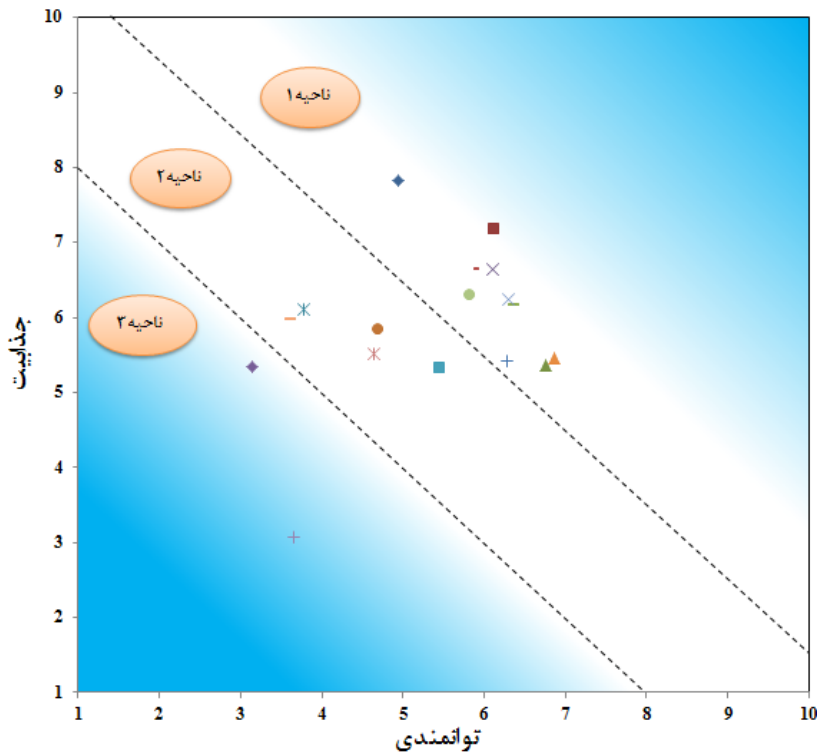


شکل (۳-۱۴): نحوه اولویت‌بندی نواحی در نظر گرفته شده در ماتریس جذابیت - توانمندی

در این میان، با توجه به نحوه پراکندگی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص در ماتریس جذابیت - توانمندی و نحوه تصمیم‌گیری در این پروژه، از روش تقسیم‌بندی سه ناحیه‌ای (با استفاده از خطوط شیب‌دار) استفاده می‌شود. همچنین، به علت آنکه تنوع کاربرد و حساسیت دستیابی به فناوری‌های مورد بررسی، در سطح متوسطی در نظر گرفته شده است، لذا، تاثیر شاخص‌های جذابیت و توانمندی یکسان در نظر گرفته شده و شیب خطوط ناحیه‌بندی ماتریس به صورت ۴۵ درجه فرض می‌شود. لیکن، از آنجا که نحوه پراکندگی نقاط داخل ماتریس به گونه‌ای است که تفکیک و دسته‌بندی آنها به سادگی امکان‌پذیر نمی‌باشد، ابتدا مقدار نقاط را از طریق ضرب در مقدار نسبی اختلاف آنها از میانگین معیار مورد بررسی، نرمال کرده و سپس، ماتریس را به ۳ ناحیه تفکیک می‌کنیم. شکل (۳-۱۵) ماتریس نرمال شده جذابیت - توانمندی و شکل (۳-۱۶) تقسیم‌بندی سه ناحیه‌ای ماتریس نرمال شده جذابیت - توانمندی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص را نشان می‌دهد.



شکل (۳-۱۵): ماتریس نرمال شده جذابیت - توانمندی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص



شکل (۳-۱۶): ناحیه‌بندی ماتریس نرمال شده جذابیت - توانمندی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم

خاص

در شکل فوق، ۳ ناحیه مشخص شده است و فناوری‌ها در هر کدام از این نواحی پخش شده‌اند. روش اکتساب فناوری‌های هر کدام از ناحیه‌های سه گانه به صورت زیر است:

۱. **توسعه درون‌زا:** این روش اکتساب مربوط به ناحیه یک ماتریس است که فناوری‌های قرار گرفته در این ناحیه دارای جذابیت و توانمندی بالایی هستند. استراتژی انتخابی برای حصول این فناوری‌ها، توسعه درون‌زا است. توسعه درون‌زا به معنی توسعه فناوری است که به صورت همه‌جانبه و در داخل کشور صورت گیرد و معمولاً از مرحله تحقیق و توسعه برای کسب یک فناوری شروع می‌شود.

۲. **همکاری فناورانه:** این استراتژی مربوط به فناوری‌های واقع در ناحیه دو ماتریس است که عمدتاً دارای جذابیت و توانمندی قابل قبولی بوده ولی مقادیر این معیارها به گونه‌ای نیست که روش اکتساب توسعه درون‌زا را برای حصول این فناوری‌ها توصیه کنیم. لذا، در این ناحیه باید دست به انتخاب زد و با توجه به شرایط فناوری مد نظر، روش اکتساب را تعیین نمود. به بیان دیگر، فناوری‌های قرار گرفته در ناحیه دوم ماتریس با روش‌های مختلف همکاری فناورانه حاصل خواهند شد. روش‌های همکاری فناورانه از دیدگاه کیزا<sup>۱</sup> عبارتند از:

أ. تملک شرکتی<sup>۲</sup>: شرکتی دیگر را به تملک خود در می‌آورد تا بتواند به تکنولوژی یا شایستگی تکنولوژی مورد نظر دست یابد.

ب. تملک فردی: شرکت جهت اکتساب تکنولوژی، متخصصین مربوطه را استخدام می‌نماید و یا شرکت کوچک دیگری را به منظور در اختیار گرفتن افراد برخوردار از توانمندی‌های تکنولوژیک و یا شایستگی‌های مدیریتی خریداری می‌کند.

ت. ادغام<sup>۳</sup>: در این روش، شرکت با شرکت دیگری که دارای تکنولوژی و یا شایستگی تکنولوژیک مورد نظر می‌باشد ادغام شده و شرکت جدیدی از ادغام دو شرکت به وجود می‌آید.

ث. خرید حق امتیاز<sup>۴</sup>: شرکت امتیاز تکنولوژی خاصی را خریداری می‌کند.

<sup>۱</sup>Chiesa

<sup>۲</sup>Acquisition

<sup>۳</sup>Merger

<sup>۴</sup>Licencing

- ج. مشارکت با سهام<sup>۱</sup>: در این روش، شرکت اول سهام شرکت دوم را که دارای تکنولوژی یا شایستگی تکنولوژیک بوده می‌خرد ولی بر آن کنترل مدیریتی ندارد.
- ح. سرمایه‌گذاری مشترک<sup>۲</sup>: شرکت، از طریق سهام، سرمایه‌گذاری مشترک رسمی صورت داده و شرکت سومی به وجود می‌آید تا هدف مشخص نوآوری تکنولوژی دنبال شود.
- خ. قرارداد تحقیق و توسعه<sup>۳</sup>: شرکت می‌پذیرد که مؤسسات تحقیقاتی، دانشگاه و یا شرکت‌های نوآور کوچک در زمینه تکنولوژی مشخص تحقیق نموده و شرکت هزینه‌های آن را بپردازد.
- د. سرمایه‌گذاری در تحقیقات<sup>۴</sup>: شرکت، در زمینه تحقیقات اکتشافی در مؤسسات تحقیقاتی، دانشگاه یا شرکت‌های کوچک نوآور سرمایه‌گذاری نموده و فرصت‌ها و ایده‌ها را دنبال می‌کند.
- ذ. اتحاد<sup>۵</sup>: شرکت منابع تکنولوژیک را با شرکت‌های دیگر به اشتراک گذاشته و نیل به هدف کلی نوآوری تکنولوژیک را تعقیب می‌کند.
- ر. کنسرسیوم<sup>۶</sup>: چندین مؤسسه و شرکت مشترکاً تلاش می‌کنند به هدف کلی نوآوری تکنولوژیک نایل شوند.
۳. **خرید:** این استراتژی برای فناوری‌هایی توصیه می‌گردد که در ناحیه سوم ماتریس واقع شده‌اند. بنابراین، از فناوری‌های این دسته که عمدتاً دارای جذابیت و توانمندی پایینی هستند، در سند توسعه چشم‌پوشی می‌کنیم و این دسته اصلاً جزء اولویت‌ها قرار ندارد.
- فناوری‌های قرار گرفته در هر ناحیه از ماتریس در جدول (۳-۱۲) نشان داده شده است.

جدول (۳-۱۲): ناحیه‌بندی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

ناحیه‌بندی فناوری‌ها	نوع
----------------------	-----

<sup>1</sup>Minority Equity

<sup>2</sup>Joint Venture

<sup>3</sup>R&D Contract

<sup>4</sup>Research Funding

<sup>5</sup>Alliance

<sup>6</sup>Consortium

ناحیه ۳	ناحیه ۲	ناحیه ۱
ترکیبات روغن‌های گیاهی سازگار با محیط زیست به عنوان عایقی در تجهیزات فشار قوی	تجهیزات ایمنی و خط گرم در بهره برداری	پوشینگ کامپوزیتی تجهیزات فشار قوی پست‌ها
پایه‌های چوبی اشباع شده رده فشار متوسط تا انتقال	کلیدها و قطع‌کننده‌های خلاء با ولتاژ بالا	خطوط و پست‌های فشار قوی تمام بسته فلزی با عایق گازی
	سوئیچ‌گیز فشار متوسط با عایق تمام جامد	پوشش‌های سیلیکونی در سطوح عایقی
	ترانسفورماتورهای قدرت با عایق گازی	پوشش‌های نانو در سطوح عایقی
	ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ با عایق‌های داخلی جامد	تجهیزات ماژولار دارای کارکرد چندگانه
		پایش آنلاین و در محل خطوط و تجهیزات فشار قوی
		تجهیزات نوین مقابله با صاعقه
		سازه‌های نگهدارنده عایقی
		تابلوهای الکتریکی کامپوزیتی رده فشار متوسط
		ریکلوزر و سکشنالایزر رده فشار متوسط

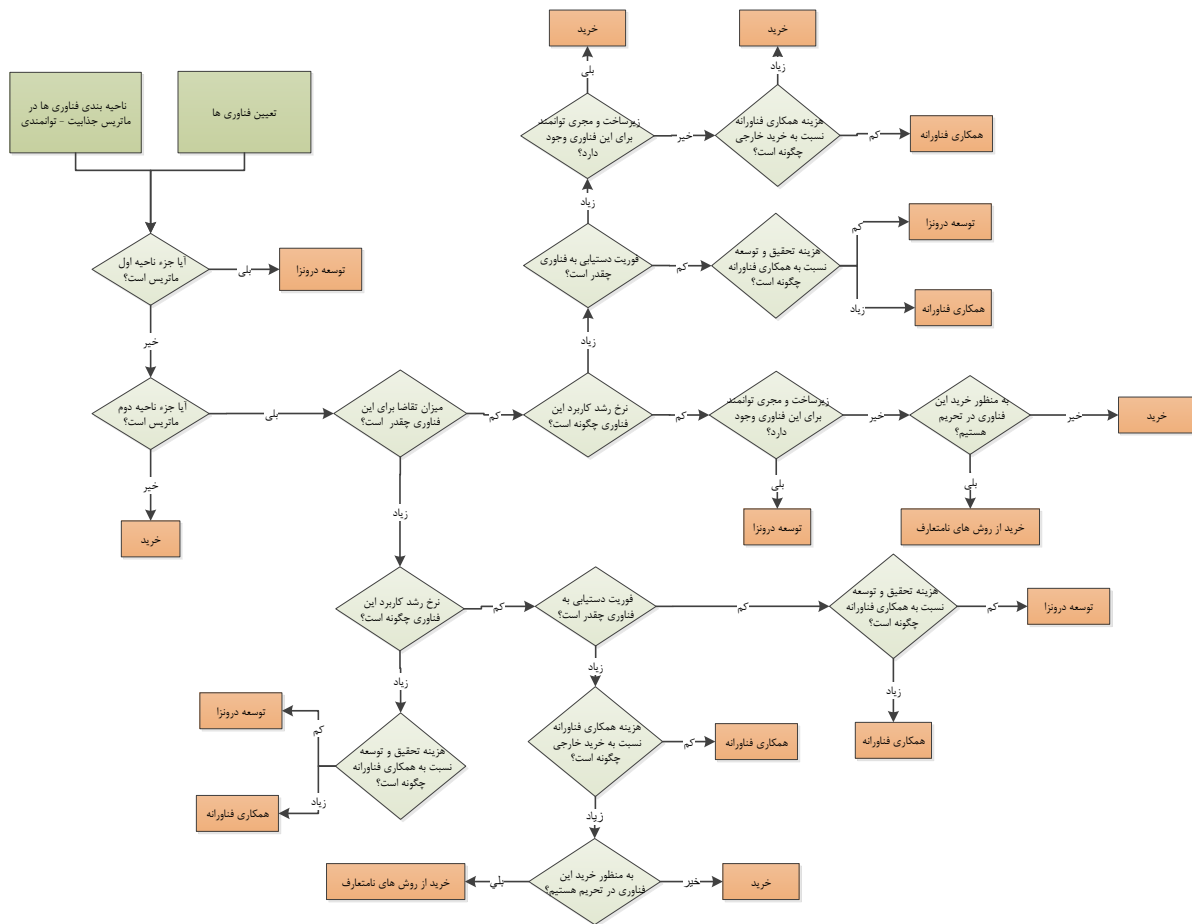
### ۳-۳- روش اکتساب فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

برای تعیین دقیق روش اکتساب، الگوریتمی توسط تیم مجری پروژه طراحی و ارائه شده است. این الگوریتم از تصمیم‌گیری متوالی بر پایه چند شرط استفاده می‌کند. با ورود هر فناوری، اولین شرطی که پس از تعیین ناحیه فناوری بررسی می‌شود، میزان تقاضای موجود برای بکارگیری آن فناوری در کشور می‌باشد. با توجه به اینکه میزان تقاضای استفاده از فناوری کم یا زیاد باشد، مسیر تعیین روش اکتساب فناوری متفاوت خواهد بود. با توجه به مسیر تعیین شده در بررسی شرط میزان تقاضا، در گام بعدی، برخی از ۶ سوال اساسی زیر باید بررسی شوند:

(۱) نرخ رشد کاربرد فناوری در کشور چگونه است؟

- ۲) فوریت دستیابی به فناوری در کشور چگونه است؟
- ۳) آیا مجری توانمند برای این فناوری در کشور وجود دارد؟
- ۴) هزینه تحقیق و توسعه در مقایسه با هزینه همکاری فناوریانه چگونه است؟
- ۵) هزینه همکاری فناوریانه نسبت به هزینه خرید خارجی چگونه است؟
- ۶) آیا به منظور خرید این فناوری در تحریم هستیم؟

الگوریتم پیشنهاد شده به منظور تعیین روش اکتساب در شکل (۳-۱۷) ارائه شده است.



شکل (۳-۱۷): الگوریتم تعیین روش اکتساب فناوری

با توجه به نظرات مهندس رضایی (مدیر پروژه)، مهندس هوشمند (کارشناس فنی پروژه) و مهندس رسولی (مشاور فرایندی پروژه) و همچنین، بررسی‌های انجام شده توسط تیم مجری پروژه، خروجی الگوریتم (روش اکتساب پیشنهادی) برای

فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص در جدول (۳-۱۳) آورده شده است.

جدول (۳-۱۳): روش اکتساب پیشنهادی برای توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

روشن اکتساب پیشنهادی	ساخت تجهیز	ناحیه
توسعه درونزا	بوشینگ کامپوزیتی تجهیزات فشار قوی پست‌ها	ناحیه ۱
توسعه درونزا	خطوط و پست‌های فشار قوی تمام بسته فلزی با عایق گازی	
توسعه درونزا	پوشش‌های سیلیکونی در سطوح عایقی	
توسعه درونزا	پوشش‌های نانو در سطوح عایقی	
توسعه درونزا	تجهیزات ماژولار دارای کارکرد چندگانه	
توسعه درونزا	پایش آنالین و در محل خطوط و تجهیزات فشار قوی	
توسعه درونزا	تجهیزات نوین مقابله با صاعقه	
توسعه درونزا	سازه‌های نگهدارنده عایقی	
توسعه درونزا	تابلوه‌های الکتریکی کامپوزیتی رده فشار متوسط	
توسعه درونزا	ریکلوزر و سکشنالایزر رده فشار متوسط	
خرید	تجهیزات ایمنی و خط گرم در بهره برداری	ناحیه ۲
خرید	کلیدها و قطع کننده‌های خلاء با ولتاژ بالا	
توسعه درونزا	سوئیچگیر فشار متوسط با عایق تمام جامد	
خرید	ترانسفورماتورهای قدرت با عایق گازی	
توسعه درونزا	ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ با عایق‌های داخلی جامد	ناحیه ۳
خرید	تجهیزات فشار قوی با عایق ترکیبات روغن‌های گیاهی سازگار با محیط زیست	
خرید	پایه‌های چوبی اشباع شده رده فشار متوسط تا انتقال	

همچنین، بنا بر نظرات اعضای کمیته راهبری و اعضای کمیسیون فنی و بنا بر نظرات ارائه شده توسط تیم مجری پروژه، مقرر گردید که فناوری نوین خطوط و پست‌های فشار قوی تمام بسته فلزی با عایق گازی و فناوری نوین پوشش‌های سیلیکونی در سطوح عایقی، علی‌رغم دارا بودن جذابیت بالا، به دلیل فقدان وجود توانمندی‌های لازم برای توسعه این فناوری‌ها و عدم وجود زیرساخت‌های توسعه آنها در کشور، از طریق انتقال فناوری محقق گردند. با این توضیحات راهبردهای تعیین شده برای توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص در بخش بعدی ارائه می‌گردد.



### ۳-۴- راهبردهای تعیین شده برای توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در

#### مناطق با اقلیم خاص

در راستای نیل به اهداف توسعه‌ی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص، باید راهبردهای توسعه این فناوری‌ها شناخته شود. به این منظور، پس از بررسی روش اکتساب فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی، ۲ راهبرد متناسب با روش اکتساب مشخص شده شناسایی شد. این راهبردها عبارتند از:

#### ۱. دستیابی به فناوری‌های نوین

بوشینگ کامپوزیتی تجهیزات فشار قوی پست‌ها،

پوشش‌های نانو در سطوح عایقی،

تجهیزات مازولار دارای کارکرد چندگانه،

پایش آنالین و در محل خطوط و تجهیزات فشار قوی،

تجهیزات نوین مقابله با صاعقه،

سازه‌های نگهدارنده عایقی،

تابلوه‌های الکتریکی کامپوزیتی رده فشار متوسط،

ریکلوزر و سکشنالایزر رده فشار متوسط،

سوئیچگیر فشار متوسط با عایق تمام جامد،

و ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ با عایق‌های داخلی جامد.

#### ۲. انتقال فناوری‌های نوین

خطوط و پست‌های فشار قوی تمام بسته فلزی با عایق گازی،

و پوشش‌های سیلیکونی در سطوح عایقی.

## ۴- نتیجه‌گیری

در فاز سوم از پروژه تدوین سند راهبردی و نقشه‌راه توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص، ارکان جهت‌ساز تدوین گردید. این ارکان شامل چشم‌انداز، اهداف و در نهایت راهبردها بوده است و متدولوژی تدوین هر یک از این بخش‌ها در گزارش ارائه شده است. در مجموع، این گزارش با روش تحلیلی و با تأکید بر نظرات خبرگان این حوزه تدوین شده است.

## منابع و مراجع

[۱]. «روش شناسی تدوین اسناد راهبردی توسعه فناوری‌های صنعت برق - راهنمای شماره ۱، ویرایش دوم»، پژوهشگاه

نیرو، آذر ۱۳۹۲

- [2]. United States Department of Energy (2003). "GRID 2030": A National Vision for Electricity's Second 100 Years. USA.
- [3]. EPRI (2001). Smart Substations: A Preliminary Assessment. 1001965.
- [4]. PSERC (2007). The Electric Power Industry and Climate Change: Power Systems Research Possibilities. Final Project Report.
- [5]. ENSG (2009). Our Electricity Transmission Network: A Vision for 2020. Department of Energy & Climate Change, UK.
- [6]. ENSG (2012). Our Electricity Transmission Network: A Vision for 2020 (Upgraded Format). Department of Energy & Climate Change, UK.
- [7]. EUREL (2013). Electrical Power Vision 2040 for Europe. A Documentary from the EUREL Task Force.
- [8]. Canadian Electricity Association (2014). Vision 2050: The Future of Canada's Electricity System.
- [9]. Ministry of Heavy Industries & Public Enterprises, Government of India (2013). Indian Electrical Equipment Industry Mission Plan 2012-2022.
- [10]. Ministry of Power, Government of India (2013). Smart Grid Vision and Roadmap for India. Indian Smart Grid Task Force (ISGTF).
- [11]. Khosrow Moslehi, Ranjit Kumar (2004). Vision for a Self-healing Power Grid. ABB Review 4.
- [12]. Mayer Brown (2011). Vietnam Power Development Plan for the 2011-2020 Period. Legal Update Infrastructure, Vietnam.
- [13]. VENCORP (2005). Vision 2030: 25 Year Vision for Victoria's Energy Transmission Network. Australia.
- [14]. <http://www.abb.com/cawp/czabb014/24410b313424426cc12574a40047093b.aspx>
- [15]. BC Transmission Corporation (2008). Transmission Technology Roadmap: Pathways to BC's Future Grid. Research and Development Program Office System Planning and Asset Management Division.

- [16]. <http://www.alstom.com/grid/about-us/>
- [17]. <http://www.east-med.schneider-electric.com/sites/east-med/en/company/profile/our-vision/our-vision.page>
- [18]. <http://www.ree.es/en/about-us/ree-2-minutes/mission-and-vision>
- [19]. <http://www.upe.co.in/index.php/management/goal--vision--mission>
- [20]. <http://www.isatest.com/index.php?page=mission>
- [21]. Kaplan, R.S., Norton, D.P., The balanced scorecard: translating strategy into action, 1996, Harvard Business Press.
- [22]. Pearce, J.A, Robinson, R.B, Strategic management: formulation, implementation, and control, 1997, Irwin/McGraw-Hill.
- [۲۳]. علی احمدی، علیرضا، تاج‌الدین، ایرج، فتح‌اله، مهدی، (۱۳۸۲)، نگرشی جامع بر مدیریت استراتژیک، تهران: تولید دانش.
- [۲۴]. اعرابی، سید محمد، (۱۳۸۵)، دستنامه برنامه ریزی استراتژیک، تهران: دفتر پژوهش‌های فرهنگی.
- [25]. European Commission (2007). Strategic Research Agenda for Europe's Electricity Networks of the Future. European Technology Platform SmartGrids.
- [26]. CIGRE (2014). Scope of Work & Activities. CIGRE Study Committees.
- [۲۷]. گزارش «تدوین سند توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص»، مرحله دوم، ارزیابی هوشمندی فناوری و آینده‌پژوهی فناوری‌های نوین تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص
- [۲۸]. گزارش «تدوین سند توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص»، مرحله اول، مبانی سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات فشار قوی و عایق‌ها در مناطق با اقلیم خاص
- [29]. [AvailableOnline]: <http://www.irna.ir/fa/News/81435682/>
- [30]. [AvailableOnline]: <http://www.dolat.ir/NSite/FullStory/News/?Serv=8&Id=257269>

## پیوست ۱ - اسامی اعضای کمیته راهبری

۱. دکتر علیپور (مدیر فنی انتقال توانیر)
۲. دکتر جوادی (عضو هیئت علمی دانشگاه صنعت آب و برق شهید عباسپور)
۳. دکتر شایگانی (عضو هیئت علمی دانشگاه تهران)
۴. دکتر میرغفوریان (مدیرعامل شرکت برقگیر پارس)
۵. مهندس نعمتی (کارشناس بازنشسته شرکت توزیع نیروی برق استان هرمزگان)
۶. مهندس اسکویی (رئیس پژوهشکده کنترل و ابزار دقیق پژوهشگاه نیرو)

## پیوست ۲ - پرسشنامه ارزیابی چشم‌انداز

صاحب‌نظر ارجمند

احتراماً، به اطلاع می‌رساند در راستای تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص، چشم‌انداز مربوط به توسعه این فناوری‌ها در حال تدوین است. بر این اساس، خواهشمند است ضمن مطالعه خلاصه گزارش تدوین چشم‌انداز، نظر خود را در مورد بیانیه اولیه چشم‌انداز در فرم پیوست منعکس نمایید.

با تشکر

جدول (ب-۱): نظرسنجی زمینه‌های چشم‌انداز

نظر شما در تایید، رد و یا ارتقای عبارت	زمینه‌ها (تم‌ها)ی چشم‌انداز
	بومی‌سازی و خوداتکایی
	افزایش عدالت اجتماعی
	افزایش پایایی شبکه برق
	کاهش هزینه انتقال و توزیع برق
	سازگاری زیست محیطی

در صورتی که زمینه‌های دیگری را مد نظر دارید که در بیانیه چشم‌انداز منعکس نشده است، در این بخش یادداشت

بفرمایید.

در این قسمت، اگر از نظر شما بیانیه چشم انداز، آینده مطلوب برای فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص را به طور کامل منعکس نمی‌کند، آینده مطلوب مورد نظر خود را توصیف کنید.

لطفا بیانیه چشم انداز را مطالعه کرده و جدول ذیل را در مورد آن پر نمایید.

جدول (ب-۲): نظرسنجی ویژگی‌های چشم‌انداز

ویژگی	بسیار مطلوب	مطلوب	متوسط	ضعیف	بسیار ضعیف	نظر ویژه
قابل دستیابی در افق مورد نظر (۱۰ سال) باشد.						
تا حد ممکن کمیت‌پذیر باشد.						
جامع، تحول‌گرا، آینده‌نگر و پویا باشد.						
بلندپروازانه و منحصر به فرد باشد.						
برانگیزاننده باشد.						
حال و آینده را به هم پیوند دهد یعنی در عین آنکه واقع‌گرایانه باشد، با آرمان‌ها نیز مطابقت داشته باشد.						



						توجه‌برانگیز برای جلب توجه ذینفعان (و فعالین این حوزه) بوده و موجب ایجاد اطمینان میان ایشان گردد.
						حس مالکیت و تعلق را در فعالین این حوزه ایجاد کند.
						در برنامه‌ریزی و اجرا ایجاد تداوم کند.
						فرصت‌های موجود را نشان داده، راه بهره‌جویی از فرصت‌ها را بنمایاند.
						کوتاه و به خاطر ماندنی باشد.

### پیوست ۳- پرسشنامه ارزیابی اهداف

صاحب‌نظر ارجمند

احتراماً، به اطلاع می‌رساند در راستای تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص، اهداف مربوط به توسعه این فناوری‌ها در حال تدوین است. بر این اساس، خواهشمند است ضمن مطالعه خلاصه گزارش تدوین اهداف، نظر خود را در مورد اهداف تدوین شده در فرم پیوست منعکس نمایید.

با تشکر

اهداف کلان تدوین شده مربوط به توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص به شرح

زیر می‌باشند:

کاهش تلفات برق در شبکه انتقال و توزیع در مناطق با اقلیم خاص به میزان  $X$  درصد در سال

افزایش طول عمر مفید تجهیزات عایقی فشار قوی در رده انتقال به میزان  $Y$  درصد در سال

افزایش طول عمر مفید تجهیزات عایقی فشار قوی در رده توزیع به میزان  $Z$  درصد در سال

کاهش سالانه  $M$  درصد از هزینه‌های تعمیر و نگهداری خطوط، پست‌ها و تجهیزات عایقی فشار قوی در شبکه انتقال و

توزیع برق

کاهش سالانه  $N$  درصد از خاموشی‌های ناخواسته جهت افزایش کیفیت شبکه برق در مناطق دارای اقلیم خاص

خواهشمند است مقادیر مناسبی را برای پارامترهای  $X, Y, Z, M$  و  $N$  معرفی نمایید.

$X=$

$M=$

$Y=$

$N=$

$Z=$

خواهشمند است اهداف را مطالعه کرده و جدول زیر را برای آنها پر نمایید.

جدول (ج-۱): نظرسنجی ویژگی‌های اهداف

ویژگی	بسیارمطلوب	مطلوب	متوسط	ضعیف	بسیار ضعیف	نظر ویژه
مشخص بودن						
قابل اندازه‌گیری بودن						
قابل دستیابی بودن						
واقع‌گرایانه بودن						
محدود به زمان بودن						

در این قسمت، اگر از نظر شما اهداف مشخص شده، اهداف توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص را به طور کامل منعکس نمی‌کند، اهداف مورد نظر خود را یادداشت بفرمایید.

در این قسمت، اگر از نظر شما اهداف مشخص شده با اسناد بالادستی هم‌راستا نمی‌باشد، اهداف مورد نظر خود را یادداشت بفرمایید.

در این قسمت، اگر از نظر شما اهداف مشخص شده با چشم‌انداز توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص هم‌راستا نمی‌باشد، اهداف مورد نظر خود را یادداشت فرمایید.

## پیوست ۴- پرسشنامه ارزیابی جذابیت و توانمندی فناوری‌ها

فرهیخته گرامی

به استحضار می‌رساند در راستای سیاست‌ها و برنامه‌های توسعه فناوری در حوزه انرژی، سند راهبردی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص با مشارکت کلیه فعالان و صاحب نظران، در پژوهشگاه نیرو، گروه پژوهشی فشار قوی در حال تدوین است. بر این اساس و به منظور ارزیابی جذابیت و توانمندی این فناوری‌ها، پرسشنامه‌ای تهیه شده است که مستدعی است در تکمیل این پرسشنامه دقت لازم را مبذول فرمایید. لطفا در صورت نیاز به راهنمایی، با کارشناس فنی یا مشاور فرایندی پروژه تماس حاصل فرمایید.

مجید رضایی

مدیر گروه فشار قوی و مدیر پروژه

مجید رضایی (مدیر گروه پژوهشی فشار قوی و مدیر پروژه) - ۰۲۱-۸۸۳۶۴۶۲۲

علی هوشمندخوی (کارشناس پروژه) - ۰۹۱۲۵۴۶۴۲۲۵

گروه مشاوران مدیریت توسعه عمید

تهران، شهرک قدس، بلوار دریا، بلوار پاک نژاد، کوچه بهاران، ساختمان مهرگان، واحد ۵ - تلفن: ۸۸۵۶۲۵۳۴

محمد رسولی (مشاور فرایندی پروژه): ۰۹۳۸۸۲۴۶۰۲۲

### پرسشنامه ارزیابی جذابیت و توانمندی

#### فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

نام و نام خانوادگی:	پست سازمانی:
تحصیلات / تخصص:	شماره تماس:
آدرس پست الکترونیک:	
آیا مایل هستید اطلاعات شخصی جنابعالی در بانک اطلاعاتی متخصصین ذخیره گردد؟	
تجربیات قبلی (در صورت امکان) به صورت خلاصه ضمیمه گردد.	

#### نحوه پاسخگویی به سؤالات:

این پرسشنامه حاوی ۱۴ سؤال است که ۹ سؤال اول مربوط به ارزیابی جذابیت و ۵ سؤال بعدی مربوط به ارزیابی توانمندی انواع فناوری‌های شناسایی شده (مندرج در جدول پاسخ) می‌باشد. پاسخ به هر سؤال می‌تواند توسط عددی بین ۱ (به منزله جذابیت یا توانمندی بسیار کم فناوری) تا ۱۰ (به منزله جذابیت یا توانمندی بسیار زیاد فناوری) بیان شود. همچنین، برخی از سؤالات (سؤالات شماره ۶، ۱۳ و ۱۴) توسط اعداد ۱ تا ۴ به همین منوال پاسخ داده خواهند شد.

نحوه پاسخگویی به سؤالات به این نحو است که در سطرهای جدول پاسخ (جدول شماره ۳)، فناوری‌های مورد نظر و در ستون‌های این جدول، سؤالات پرسشنامه درج شده است. خواهشمند است برای پاسخ به سؤالات، عدد مورد نظر برای هر کدام از سؤالات را در خانه مربوط به هر فناوری وارد کنید. همچنین، خواهشمند است در ستون سوم جدول پاسخ، میزان آشنایی خود را با هر کدام از فناوری‌ها به صورت عددی بین ۱ (به منزله آشنایی بسیار کم) و ۱۰ (به منزله آشنایی بسیار زیاد) وارد کرده و در سطر پایین شماره سؤالات نیز میزان کارایی هر سؤال برای اولویت‌بندی فناوری‌ها را با عددی بین ۱ (به منزله کارایی بسیار کم) و ۱۰ (به منزله کارایی بسیار زیاد) وارد نمایید.

به منظور مقایسه بهتر و دقیق‌تر فناوری‌های مختلف، پیشنهاد می‌شود که جدول به صورت ستونی پر شود.

جدول (د-۱): جدول پاسخ پرسشنامه ارزیابی جذابیت - توانمندی

میزان توانمندی					میزان جذابیت								میزان آشنایی شما با فناوری	فناوری	ردیف
وجود مجریان (شرکتهای) توانمند برای توسعه این فناوری	وجود قوانین و سیاست‌های مرتبط با توسعه این فناوری	وضعیت آمادگی سازمان‌های مرتبط برای توسعه فناوری	وضعیت زیرساخت‌های مورد نیاز برای توسعه این فناوری	وضعیت دانش فنی موجود برای توسعه این فناوری	نقش توسعه این فناوری در تحقق توسعه پایدار	میزان اشتغال زایی ناشی از توسعه این فناوری	امکان صادرات این فناوری در آینده	این فناوری در کجای چرخه عمر خود قرار دارد؟	هزینه دستیابی به دانش فنی و بومی‌سازی این فناوری	میزان حمایت سازمانهای دولتی و خصوصی از توسعه این فناوری	میزان فوریت نیاز کشور در دستیابی به این فناوری	نقش این فناوری در توسعه سایر فناوری‌ها			
۱ تا ۴	۱ تا ۴	۱ تا ۱۰	۱ تا ۱۰	۱ تا ۱۰	۱ تا ۱۰	۱ تا ۱۰	۱ تا ۱۰	۴ تا ۱	۱ تا ۱۰	۱ تا ۱۰	۱ تا ۱۰	۱ تا ۱۰	۱ تا ۱۰		
														۱	بوشینگ کامپوزیتی تجهیزات فشار قوی پست‌ها
														۲	خطوط و پست‌های فشار قوی تمام بسته فلزی با عایق گازی (GIS، GIL و MTS)
														۳	پوشش‌های سیلیکونی در سطوح عایقی
														۴	پوشش‌های نانو در سطوح عایقی (نظیر نانو کامپوزیت‌ها و نانوسرامیک‌ها)

میزان توانمندی		میزان جذابیت											میزان آشنایی شما با فناوری	فناوری	ردیف				
وجود مجریان (شرکت‌های) توانمند برای توسعه این فناوری	وجود قوانین و سیاست‌های مرتبط با توسعه این فناوری	وضعیت آمادگی سازمان‌های مرتبط برای توسعه فناوری	وضعیت زیرساخت‌های مورد نیاز برای توسعه این فناوری	وضعیت دانش فنی موجود برای توسعه این فناوری	نقش توسعه این فناوری در تحقق توسعه پایدار	میزان اشتغال‌زایی ناشی از توسعه این فناوری	امکان صادرات این فناوری در آینده	این فناوری در کجای چرخه عمر خود قرار دارد؟	هزینه دستیابی به دانش فنی و بومی‌سازی این فناوری	میزان حمایت سازمان‌های دولتی و خصوصی از توسعه این فناوری	میزان فوریت نیاز کشور در دستیابی به این فناوری	نقش این فناوری در توسعه سایر فناوری‌ها				میزان تقاضا برای این فناوری در مناطق با اقلیم خاص			
۱ تا ۴	۱ تا ۴	۱ تا ۱۰	۱ تا ۱۰	۱ تا ۱۰	۱ تا ۱۰	۱ تا ۱۰	۱ تا ۱۰	۴ تا ۱	۱ تا ۱۰	۱ تا ۱۰	۱ تا ۱۰	۱ تا ۱۰	۱ تا ۱۰						
																		۵	
																			۶
																			۷
																			۸

۵ کلیدها و قطع‌کننده‌های خلاء با ولتاژ بالا

۶ سوئیچگیر فشار متوسط با عایق تمام جامد

۷ تجهیزات ماژولار دارای کارکرد چندگانه (نظیر کلید قدرت و دیسکانکتورهای ترکیبی)

۸ پایش آنالاین و در محل خطوط و تجهیزات فشار قوی به منظور پیاده‌سازی الگوهای تعمیر و نگهداری پیشگویانه



میزان توانمندی					میزان جذابیت								میزان آشنایی شما با فناوری	فناوری	ردیف
وجود مجریان (شرکت‌های) توانمند برای توسعه این فناوری	وجود قوانین و سیاست‌های مرتبط با توسعه این فناوری	وضعیت آمادگی سازمان‌های مرتبط برای توسعه فناوری	وضعیت زیرساخت‌های مورد نیاز برای توسعه این فناوری	وضعیت دانش فنی موجود برای توسعه این فناوری	نقش توسعه این فناوری در تحقق توسعه پایدار	میزان اشتغال‌زایی ناشی از توسعه این فناوری	امکان صادرات این فناوری در آینده	این فناوری در کجای چرخه عمر خود قرار دارد؟	هزینه دستیابی به دانش فنی و بومی‌سازی این فناوری	میزان حمایت سازمان‌های دولتی و خصوصی از توسعه این فناوری	میزان فوریت نیاز کشور در دستیابی به این فناوری	نقش این فناوری در توسعه سایر فناوری‌ها			
۱ تا ۴	۱ تا ۴	۱ تا ۱۰	۱ تا ۱۰	۱ تا ۱۰	۱ تا ۱۰	۱ تا ۱۰	۱ تا ۱۰	۴ تا ۱	۱ تا ۱۰	۱ تا ۱۰	۱ تا ۱۰	۱ تا ۱۰	۱ تا ۱۰		
														تجهیزات نوین مقابله با صاعقه (نظیر برقگیرهای خط اکسید فلزی یا برقگیرهای چندمحفظه‌ای)	۹
														ترکیبات روغن‌های گیاهی سازگار با محیط‌زیست به عنوان عایق در تجهیزات فشار قوی	۱۰
														ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ با عایق‌های داخلی جامد	۱۱
														سازه‌های نگهدارنده عایقی (نظیر کراس آرم و	۱۲

میزان توانمندی					میزان جذابیت										میزان آشنایی شما با فناوری	فناوری	ردیف
وجود مجریان (شرکت‌های) توانمند برای توسعه این فناوری	وجود قوانین و سیاست‌های مرتبط با توسعه این فناوری	وضعیت آمادگی سازمان‌های مرتبط برای توسعه فناوری	وضعیت زیرساخت‌های مورد نیاز برای توسعه این فناوری	وضعیت دانش فنی موجود برای توسعه این فناوری	نقش توسعه این فناوری در تحقق توسعه پایدار	میزان اشتغال‌زایی ناشی از توسعه این فناوری	امکان صادرات این فناوری در آینده	این فناوری در کجای چرخه عمر خود قرار دارد؟	هزینه دستیابی به دانش فنی و بومی‌سازی این فناوری	میزان حمایت سازمان‌های دولتی و خصوصی از توسعه این فناوری	میزان فوریت نیاز کشور در دستیابی به این فناوری	نقش این فناوری در توسعه سایر فناوری‌ها	میزان تقاضا برای این فناوری در مناطق با اقلیم خاص				
۴ تا ۱	۴ تا ۱	۱۰ تا ۱	۱۰ تا ۱	۱۰ تا ۱	۱۰ تا ۱	۱۰ تا ۱	۱۰ تا ۱	۴ تا ۱	۱۰ تا ۱	۱۰ تا ۱	۱۰ تا ۱	۱۰ تا ۱	۱۰ تا ۱				

مقره خودکراس آرم پلیمری)

۱۳ تابلوهای الکتریکی کامپوزیتی رده فشار متوسط

۱۴ ترانسفورماتورهای قدرت با عایق گازی

۱۵ ریکلوزر و سکشنالایزر رده فشار متوسط

۱۶ پایه‌های چوبی اشباع شده رده فشار متوسط تا انتقال

در صورتیکه فناوری‌های مرتبط دیگری مد نظر جنابعالی می‌باشد، لطفا در جدول زیر نام آنها را درج کرده و امتیازدهی نمایید.

میزان توانمندی		میزان جذابیت											میزان آشنایی شما با فناوری	فناوری	ردیف					
وجود مجریان (شرکت‌های) توانمند برای توسعه این فناوری	۴ تا ۱	نقش توسعه این فناوری در تحقق توسعه پایدار	۱۰ تا ۱	میزان اشتغال‌زایی ناشی از توسعه این فناوری	۱۰ تا ۱	امکان صادرات این فناوری در آینده	۱۰ تا ۱	این فناوری در کجای چرخه عمر خود قرار دارد؟	۴ تا ۱	هزینه دستیابی به دانش فنی و بومی‌سازی این فناوری	۱۰ تا ۱	میزان حمایت سازمان‌های دولتی و خصوصی از توسعه این فناوری				۱۰ تا ۱	میزان فوریت نیاز کشور در دستیابی به این فناوری	۱۰ تا ۱	نقش این فناوری در توسعه سایر فناوری‌ها	۱۰ تا ۱
																				۱۷
																				۱۸

از نظر جناب‌عالی انجام پژوهش‌های بنیادی مورد نیاز صنعت برق جهت شناخت مناطق با اقلیم خاص تا چه حد ضرورت دارد؟ خواهشمند است توضیحات خود را ذکر فرمایید.



در صورت ضروری دانستن انجام پژوهش‌های بنیادی شناخت اقلیم، اولویت انجام هر یک از پژوهش‌های بنیادی زیر را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ در صورت امکان با استفاده از اعداد ۱ (به منزله کمترین اولویت) تا ۶ (به منزله بیشترین اولویت) نتیجه ارزیابی خود را اعلام فرمایید.

تهیه نقشه ایزوکرونیک	تهیه نقشه خوردگی خاک	تهیه نقشه گالوپینگ	تهیه نقشه خوردگی	تهیه اطلس آلودگی و ریزگرد	تهیه اطلس مقاومت خاک
			اتمسفری		

در صورتیکه مورد دیگر مد نظر سرکار عالی/جناب عالی می باشد در این قسمت ذکر نمایید:



## فهرست مطالب

مقدمه ..	۱
۱- چارچوب نظری تدوین اقدامات و سیاست‌های سند توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی	
فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ..	۲
۱-۱- کارکردها در نظام نوآوری فناورانه ..	۳
۲-۱- ابعاد ساختاری در نظام نوآوری فناورانه ..	۱۵
۲- فرآیند تدوین اقدامات و سیاست‌های رفع چالش‌های توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی	
فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ..	۲۰
۱-۲- شناسایی وضعیت موجود توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی ..	۲۲
۱-۱-۲- بازیگران نظام توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی ..	۲۳
۲-۱-۲- شناسایی مرحله توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی ..	۲۴
۲-۲- شناسایی وضعیت مطلوب توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص	
.....	۲۸
۳-۲- شناسایی چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص	
.....	۲۹
۴-۲- سیاست‌ها و اقدامات مورد نیاز برای رفع چالش‌های توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در	
مناطق با اقلیم خاص ..	۴۸
۱-۴-۲- سیاست‌ها و اقدامات رفع چالش‌های توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در	
مناطق با اقلیم خاص ..	۴۸
۲-۴-۲- اقدامات فنی مورد نیاز برای توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم	
خاص ..	۵۸
۳- نتیجه‌گیری ..	۶۱

منابع و مراجع ..... ۶۳

پیوست ۱ - اسامی اعضای کمیته راهبری ..... ۶۳





## فهرست اشکال

- شکل (۱-۴): نمایش مسیر توسعه بازار تکنولوژی ..... ۱۲
- شکل (۲-۴): فرآیند تدوین اقدامات و سیاست‌های توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ..... ۲۲
- شکل (۳-۴): مراحل توسعه و کارکردهای کلیدی، حمایتی و حاشیه‌ای ..... ۲۸
- شکل (۴-۴): فرآیند تدوین اقدامات فنی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ..... ۵۸

## فهرست جداول

- جدول (۱-۴): فهرست کارکردهای ارائه شده توسط محققان مختلف در طول زمان ..... ۴
- جدول (۲-۴): کارکردهای پیشنهادی و شاخص‌های آنها [۳ و ۴ و ۵] ..... ۵
- جدول (۳-۴): ابعاد ساختاری نظام نوآوری فناورانه ..... ۱۹
- جدول (۴-۴): اهداف بررسی مشکلات سیستمی ..... ۲۰
- جدول (۵-۴): بازیگران حوزه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ..... ۲۳
- جدول (۶-۴): شاخص‌های شناسایی مرحله توسعه نظام نوآوری فناورانه ..... ۲۴
- جدول (۷-۴): مرحله توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی ..... ۲۶
- جدول (۹-۴): چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص از نظر دکتر حمید جوادی ..... ۳۲
- جدول (۱۱-۴): چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص از نظر مهندس محمد اسکویی ..... ۳۵
- ادامه جدول (۱۱-۴): چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص از نظر مهندس محمد اسکویی ..... ۳۶
- جدول (۱۲-۴): چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص از نظر مهندس صفر فرضعلی‌زاده ..... ۳۷
- جدول (۱۳-۴): چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص از نظر دکتر مجتبی گیلوانژاد ..... ۳۸
- ادامه جدول (۱۳-۴): چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص از نظر دکتر مجتبی گیلوانژاد ..... ۳۹
- جدول (۱۴-۴): چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص از نظر مهندس روزبه بهزادی ..... ۴۰
- ادامه جدول (۱۴-۴): چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص از نظر مهندس روزبه بهزادی ..... ۴۱
- جدول (۱۵-۴): چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص از نظر مهندس سیامک ایبضی ..... ۴۲
- جدول (۱۶-۴): چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ..... ۴۳



جدول (۴-۱۷): سیاست‌ها و اقدامات رفع چالش‌های کارکرد کارآفرینی در توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص .....	۴۹
جدول (۴-۱۸): سیاست‌ها و اقدامات رفع چالش‌های کارکرد خلق و توسعه دانش در توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص .....	۵۰
جدول (۴-۱۹): سیاست‌ها و اقدامات رفع چالش‌های کارکرد انتشار دانش در توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص .....	۵۱
جدول (۴-۲۰): سیاست‌ها و اقدامات رفع چالش‌های کارکرد جهت‌دهی به سیستم در توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص .....	۵۲
جدول (۴-۲۱): سیاست‌ها و اقدامات رفع چالش‌های کارکرد شکل‌دهی به بازار در توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص .....	۵۳
جدول (۴-۲۲): سیاست‌ها و اقدامات رفع چالش‌های کارکرد تأمین منابع در توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص .....	۵۴
جدول (۴-۲۳): سیاست‌ها و اقدامات رفع چالش‌های کارکرد مشروعیت‌بخشی در توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص .....	۵۵
جدول (۴-۲۴): سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص در کارکرد کارآفرینی .....	۵۶
جدول (۴-۲۵): سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص در کارکرد خلق و توسعه دانش .....	۵۶
جدول (۴-۲۶): سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص در کارکرد انتشار دانش .....	۵۶
جدول (۴-۲۷): سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص در کارکرد جهت‌دهی به سیستم .....	۵۶
جدول (۴-۲۸): سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص در کارکرد شکل‌دهی به بازار .....	۵۷
جدول (۴-۲۹): سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص در کارکرد تأمین منابع .....	۵۷



جدول (۳۰-۴): سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص در

کارکرد مشروعیت‌بخشی ..... ۵۷

## مقدمه

در گزارش فاز چهارم سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص، اقدامات و سیاست‌های توسعه فناوری در چهار بخش کلی ذیل تدوین و تشریح شده است:

**در بخش اول** تحت عنوان "شناسایی وضعیت موجود"، وضعیت کنونی فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی شناسایی می‌گردد. در این بخش، ابتدا برخی از بازیگران و ذینفعانی که به طور مستقیم یا غیرمستقیم در حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق خاص نقش ایفا می‌کنند به طور اختصاری معرفی می‌شوند و در ادامه، مرحله توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی بر اساس وضعیت ساختاری نظام توسعه این فناوری‌ها شناسایی می‌گردد. لازم به ذکر است که بازیگران معرفی شده در این بخش در مرحله پنجم پروژه به تفصیل مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

**در بخش دوم** تحت عنوان "شناسایی وضعیت مطلوب"، به منظور ارزیابی کارکردهای مورد نیاز فناوری‌های تجهیزات عایقی فشارقوی در مناطق با اقلیم خاص برای انتقال به مرحله بعدی توسعه، ابتدا انواع کارکردهای کلیدی، حمایتی و حاشیه‌ای در هر مرحله از توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی معرفی خواهند شد و سپس، بر اساس مرحله توسعه تعیین شده برای فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی، کارکردهای منتخب به منظور بررسی تعیین می‌شوند.

**در بخش سوم** تحت عنوان "شناسایی چالش‌ها و موانع توسعه"، چالش‌های مربوط به هر یک از ابعاد ساختاری نظام نوآوری فناورانه در کارکردهای منتخب در مرحله توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی مشخص می‌گردد. بدین منظور، مصاحبه‌هایی با خبرگان حوزه تجهیزات فشار قوی صورت گرفته و نتایج آن در این بخش ارائه خواهد شد.

**در بخش چهارم** تحت عنوان "سیاست‌ها و اقدامات"، با توجه به چالش‌های تعیین شده در بخش سوم و بر اساس موانع توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص، برخی اقدامات و سیاست‌ها به منظور رفع این چالش‌ها ارائه خواهند شد. این اقدامات و سیاست‌ها به دو دسته اقدامات و سیاست‌های غیرفنی و اقدامات فنی تقسیم می‌شوند.

## ۱- چارچوب نظری تدوین اقدامات و سیاست‌های سند توسعه فناوری‌های نوین

### تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

مبنای تدوین اقدامات و سیاست‌ها، در این سند، بر اساس نظام نوآوری فناورانه<sup>۱</sup> است. بنا بر تعریف کارلسون و استانکیویچک [۲]، نظام فناورانه عبارت است از «شبکه‌ای پویا از عاملان<sup>۲</sup>، که در یک ناحیه‌ی اقتصادی/صنعتی تحت زیرساخت‌های نهادی خاص با یکدیگر در تعامل بوده و در تولید، انتشار و بهره‌برداری از فناوری سهیم هستند».

نقطه آغاز تحلیل یک نظام نوآوری فناورانه بر یک منطقه جغرافیایی یا یک بخش صنعتی متمرکز نیست، بلکه بر یک تکنولوژی یا یک زمینه فناورانه تمرکز دارد. هدف بیشتر مطالعات نظام‌های نوآوری فناورانه، تحلیل و ارزیابی توسعه یک نوآوری فناورانه خاص در قالب ساختار یا فرآیندهای پشتیبان (یا مخرب) آن است. از این منظر، می‌توان به این نظام به‌عنوان یک گونه‌ی خردنگر<sup>۳</sup> از مفهوم نظام‌های بخشی نوآوری<sup>۴</sup> نگریست. رویکرد نظام نوآوری فناورانه دارای مشخصه‌های عمومی رویکردهای نظام نوآوری است. با این وجود، دو مشخصه، این رویکرد را از رویکردهای دیگر متمایز می‌سازد. اولین مشخصه، تأکید رویکرد نظام نوآوری فناورانه بر نقش شایستگی اقتصادی، توانایی توسعه، و استفاده از فرصت‌های جدید کسب و کار به عنوان جنبه‌ای مهم از نوآوری فناورانه می‌باشد. لذا، این رویکرد بر کافی نبودن تحریک جریان‌های دانش برای وقوع تغییرات فناورانه و بهبود عملکرد اقتصادی تأکید می‌کند. تحریک جریان‌های دانش برای تحریک فعالانه دانش‌های موجود به‌منظور ایجاد فرصت‌های جدید کسب و کار، لازم است؛ به گونه‌ای که، تمرکز بر فعالیت‌های کارآفرینانه، مکمل تأکید بر جریان‌های دانش است. این جنبه رویکرد نظام نوآوری فناورانه، بر اهمیت اشخاص به عنوان منابع نوآوری تأکید می‌کند. این موضوع توسط رویکردهای کل‌نگر<sup>۵</sup> نظام نوآوری مغفول واقع گردیده است. مشخصه دوم متمایز کننده مطالعات مربوط به نظام نوآوری فناورانه از رویکردهای دیگر، تمرکز زیاد این نظام بر پویایی سیستم است. تمرکز بر اقدام کارآفرینانه، پژوهشگران حوزه نظام نوآوری فناورانه را تشویق به نگریستن به آن به عنوان عاملی کرده است که در طول زمان ایجاد می‌گردد. [۱]

<sup>1</sup> Technological Innovation System (TIS)

<sup>2</sup> Agents

<sup>3</sup> Micro oriented

<sup>4</sup> Sectoral Innovation System

<sup>5</sup> Macro oriented

## ۱-۱- کارکردها در نظام نوآوری فناورانه

هدف هر نظام نوآوری از جمله نظام نوآوری فناورانه، تحقق اهداف فرآیند نوآوری است. این اهداف شامل خلق، انتشار و بهره‌برداری از فناوری است که در قالب توسعه فناورانه به ظهور می‌رسد. دسته‌های مختلف فعالیت‌هایی که بر توسعه فناوری اثر می‌گذارند، کارکردهای نظام نوآوری فناورانه نام می‌گیرند. کارکردها، فرایندهایی هستند که وجود آن‌ها در شکل‌گیری یک نظام نوآوری فناورانه ضروری است. هریک از این کارکردها، می‌تواند از طریق فعالیت‌های گوناگون محقق شوند. از طرفی، این کارکردها بر یکدیگر اثرگذار هستند و می‌توانند منجر به تقویت و یا تضعیف یکدیگر شوند. در نتیجه چنین تعاملاتی میان کارکردها، حلقه‌های علی و معلولی متفاوتی قابل شناسایی هستند. بنابراین، در ادامه به معرفی کارکردها و چگونگی اثرگذاری آن‌ها بر یکدیگر پرداخته خواهد شد.

از آنجایی که تنها با تحلیل ساختاری نظام‌های فنی-اجتماعی نمی‌توان تغییرات فناورانه را تحلیل کرد، نظام نوآوری می‌بایست فراهم‌آورنده چارچوبی برای تحلیل فرایندی نظام‌های فنی-اجتماعی باشد. بدین منظور، محققان مختلف به تعریف کارکردهای نظام نوآوری پرداخته‌اند. نظرات برخی از این محققان در سال‌های مختلف حول محور کارکردهای نظام نوآوری فناورانه در جدول (۱-۴) آورده شده است.

جدول (۴-۱): فهرست کارکردهای ارائه شده توسط محققان مختلف در طول زمان

کارکردها		محقق					
حمایت از سوی گروه‌های پشتیبان	تأمین و تخصیص منابع	شکل‌دهی بازار	جهت‌دهی به جستجو	انتشار دانش	توسعه دانش	فعالیت‌های کارآفرینی	سورز و هکرت؛ سورز و همکاران
ایجاد مشروعیت	تأمین و تخصیص منابع	شکل‌دهی بازار	جهت‌دهی به جستجو	انتشار دانش	توسعه دانش	فعالیت‌های کارآفرینی	فن آلفن و همکاران
مشروعیت‌بخشی	تأمین و تخصیص منابع	ایجاد بازار	جهت‌دهی به جستجو	انتشار دانش	خلق دانش	فعالیت‌های کارآفرینی	فن آلفن و همکاران
توسعه اثرات جانبی مثبت	تأمین و تخصیص منابع	شکل‌دهی بازار	تأثیرگذاری بر جهت‌دهی تصمیمات		توسعه و انتشار دانش	آزمایش‌های کارآفرینی	برگگ و همکاران؛ یاکوبسن و همکاران
ایجاد مشروعیت/غلبه بر مقاومت در برابر تغییر	تأمین و تخصیص منابع	شکل‌دهی بازار	جهت‌دهی به جستجو	انتشار دانش از طریق شبکه‌ها	توسعه دانش	فعالیت‌های کارآفرینی	الکمداد و همکاران؛ هکرت و نگرو هکرت و همکاران؛ نگرو و همکاران
حمایت از سوی گروه‌های پشتیبان	تأمین و تخصیص منابع	شکل‌دهی بازار	جهت‌دهی به جستجو	انتشار دانش از طریق شبکه‌ها	توسعه دانش	فعالیت‌های کارآفرینی	نگرو و همکاران
	تأمین مالی فرایند نوآوری	شکل‌دهی بازار محصول	تأمین حداقل‌های کیفی	شبکه‌سازی	تحقیق و توسعه		
	فعالیت‌های حمایتی	جدید	ایجاد و تغییر ساختار صنعتی		مزیت‌سازی		ادکوئیست
			ایجاد و تغییر قواعد		فراهم کردن خدمات مشاوره‌ای		
هموار کردن ایجاد اثرات جانبی مثبت	تأمین منابع	هموار کردن شکل‌گیری بازار	هدایت فرایند جستجو		ایجاد دانش جدید		یاکوبسن و برگگ
	آموزش	مصرف نهایی		ارتباط	تحقیق	اجرا	لیو و وایت
مشروعیت‌بخشی فناوری و بنگاه	ایجاد نیروی انسانی	ایجاد بازار و انتشار	هدایت تکنولوژی	افزایش شبکه‌سازی	انجام تحقیقات بازار	ایجاد و انتشار	
	حمایت	دانش بازار				محصول جدید	ریکن
	هموارسازی تأمین مالی					ایجاد و انتشار فرصت	



کارکردها		محقق
ایجاد بازار نیروی کار		نوآورانه
غلبه بر مقاومت در برابر تغییر	تأمین منابع	هموارسازی تبادل دانش
	ایجاد و شبیه‌سازی بازار	هدایت فرایند جستجو
	تأمین مشوق‌ها برای بنگاه‌ها	شناسایی پتانسیل‌های توسعه
		اطلاعات و

با مرور بخش عمده‌ای از مقالاتی که به دسته‌بندی کارکردها پرداخته‌اند، هفت کارکرد اصلی مورد شناسایی قرار می‌گیرند. مجموعه کارکردهای ذکر شده به همراه شاخص‌هایی برای سنجش سطح برآورده شدن این کارکردها در جدول (۴-۲) ارائه شده است.

جدول (۴-۲): کارکردهای پیشنهادی و شاخص‌های آنها [۳ و ۴ و ۵]

کارکرد	توصیف	شاخص
فعالیت‌های کارآفرینی	شامل ترجمه‌ی دانش فنی موجود در زمینه‌ی یک فناوری خاص، به زبان موقعیتهای کاری جدید و انجام پروژه‌های عملیاتی و یا انجام فعالیت‌هایی با هدف اثبات مفید بودن فناوری نوظهور در محیط تجاری است.	تعداد و کیفیت پروژه‌های انجام شده با هدف تجاری‌سازی، حجم سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر انجام شده، تعداد نمایشگاه‌های فناوری برگزار شده، تعداد پروژه‌های انجام شده
خلق دانش	درب‌برگیرنده‌ی فعالیت‌های یادگیری است که به‌طور عمده بر دانش فنی فناوری و به-میزان کمتر، بر بازار، شبکه‌ها و مصرف‌کننده‌های آن تمرکز دارد. این فرایند یادگیری، به اقسام گوناگونی می‌تواند واقع شود. یادگیری کتابخانه‌ای و یادگیری درحین انجام کار از انواع مهم این دسته از فعالیت‌ها هستند.	تعداد مقالات ISI منتشر شده، تعداد حق اختراعات ثبت شده به صورت بین‌المللی در زمینه فناوری، تعداد مطالعات علمی و فنی صورت گرفته از فناوری، تعداد گزارش‌های تولید شده در رابطه با مطالعه‌ی بازار، تعداد مطالعات امکان‌سنجی انجام شده
انتشار دانش	درب‌برگیرنده‌ی فعالیت‌هایی است که با هدف پراکنده‌سازی <sup>۱</sup> و به‌اشتراک‌گذاری <sup>۲</sup> دانش و اطلاعات انجام می‌شوند. بنابراین، مهمترین نقش کارکرد انتشار دانش، ایجاد یادگیری تاملی است، وجود روابط و در حالت پیچیده‌تر، شبکه‌هایی از بازیگران از پیش‌نیازهای این کارکرد به‌شمار می‌رود.	تعداد کنفرانس‌ها و کارگاه‌های برگزار شده در رابطه با فناوری، تعداد و اندازه شبکه‌های مشکل‌زا بازیگران موجود در نظام فناوریانه، میزان جابه‌جایی نیروهای تحصیل کرده دانشگاهی با محوریت فناوری
جهت‌دهیبه سیستم	اشاره به فعالیت‌هایی دارد که منجر به مشخص شدن نیازها و جهت‌دهی به فعالیت‌های بازیگران موجود در نظام فناوری می‌گردد. همچنین، رفع مشکلات موجود در کارکردهای دیگر نظام نیز می‌تواند در قالب این کارکرد انجام شود.	تعداد و اثربخشی قوانین مربوط به فناوری، استانداردهای تدوین شده، میزان شکل‌گیری انتظاراتی درباره‌ی آینده‌ی فناوری
شکل‌دهی بازار	شامل فعالیت‌هایی (مانند حمایت‌های مالی از کاربرد فناوری نوظهور) است که با ارائه‌ی امتیازاتی منجر به ایجاد تقاضا برای فناوری می‌گردد.	تعداد و تنوع کاربران موجود برای فناوری، تعداد و تنوع نهادهای تنظیم‌شده برای شکل‌دهی به بازار، میزان عدم‌قطعیت موجود در برابر تولیدکنندگان و یا سرمایه‌گذاران، مرحله‌ی بلوغ (دوره‌ی عمر) بازار
تأمین منابع	شامل تخصیص سرمایه‌های مالی، انسانی، مکمل و مواد مورد نیاز برای توسعه فناوری است. همچنین، گسترش زیرساخت‌های عمومی مورد نیاز پیشرفت فناوری، مانند سیستم‌های آموزشی و تسهیلات تحقیق و توسعه نیز در زمره‌ی این کارکرد قرار می‌گیرد.	حجم کمک‌های بلاعوض دولتی (یارانه) و سرمایه‌گذاری‌های بخش دولتی و خصوصی، میزان دسترسی به نیروی انسانی فنی، میزان دسترسی به مواد اولیه، میزان توسعه زیرساخت‌های مورد نیاز فناوری و محصولات و خدمات مکمل
مشروعیت‌بخشی	درب‌برگیرنده‌ی تمامی فعالیت‌ها با هدف غلبه بر مخالفت بازیگران ذینفع در فناوری‌های کنونی از طریق تشویق صاحبان قدرت به ایجاد آرایش جدیدی از قواعد و مقررات مربوط به نظام نوآوری فناوریانه است.	میزان هم‌گرایی نهادهای موجود و نظام نوآوری فناوریانه در حال توسعه، میزان مشروعیت سرمایه‌گذاری در توسعه‌ی فناوری و محصولات مربوط به آن، میزان رایزنی‌های سیاسی بین گروه‌های درگیر برای حمایت از فناوری، میزان حمایت از فناوری در رسانه‌ها

حال، به مرور مفاهیم این کارکردها خواهیم پرداخت.

## فعالیت‌های کارآفرینی

کارآفرینان از بازیگران کلیدی در نظام‌های نوآوری به‌شمار می‌روند. فعالیت‌های کارآفرینی را نیز می‌توان در قالب یکی از فرآیندهای اصلی نظام نوآوری جای داد. فعالیت کارآفرینی عبارت است از تبدیل دانش فنی موجود به کسب و کارهای جدید. این کار از طریق انجام پروژه‌های اجرایی صورت می‌گیرد. بنابراین، از لازمه‌های انجام فعالیت کارآفرینی، وجود دانش فنی

<sup>1</sup>Dissemination

<sup>2</sup>Sharing



است. نکته قابل بیان آن است که هر بازیگری (شامل هر بازیگری در بخش خصوصی یا عمومی و یا بازیگران دولتی، دانشگاهی و یا صنعتی) که به انجام فعالیت‌های کارآفرینی مبادرت ورزد، در آن مقطع خاص، به عنوان کارآفرین شناخته می‌شود. بنابراین، در برخی موارد، حتی دولت‌ها نیز می‌توانند در نقش کارآفرین ظاهر شوند.

به‌طور کلی می‌توان دو زیرکارکرد را برای فعالیت‌های کارآفرینی متصور شد؛ ایجاد فرصت‌های کاری جدید و شناساندن فرصت‌های کاری جدید. در ایجاد فرصت‌های کاری جدید، کسب سود به طور مستقیم مورد هدف قرار می‌گیرد. درحالی‌که، در شناساندن فرصت‌های کاری جدید، ایجاد مشروعیت برای آن محصول یا خدمت (و در سطحی بالاتر برای تکنولوژی) هدف اصلی فعالیت است. در این حالت، با ایجاد مشروعیت برای محصول یا خدمت ارائه شده، زمینه‌ای برای کسب سود فراهم می‌شود.

می‌توان گفت که فعالیت‌های کارآفرینی شامل تلاش‌هایی است که به طور مستقیم به تجاری‌سازی محصولات و خدمات ارائه شده بر پایه‌ی دانش فنی موجود می‌پردازند. درحقیقت، این فعالیت است که یک نظام نوآوری را از یک نظام تحقیقات متمایز می‌کند. لازم به ذکر است که انجام فعالیت‌های کارآفرینی می‌تواند منجر به شکل‌گیری دانش‌های جدید از تکنولوژی موجود گردد. بنابراین، توسعه دانش از یک سو لازمه انجام فعالیت‌های کارآفرینانه است و از سوی دیگر، فعالیت‌های کارآفرینانه با افزایش دانش فنی مرتبط با تکنولوژی همراه است.

در ادبیات مدیریت فناوری، نمونه‌هایی از فعالیت‌های مربوط به این کارکرد برشمرده شده‌اند. مانند:

- سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر صورت‌پذیرفته در تجاری‌سازی تکنولوژی
- ورود شرکت‌های نوآور در عرصه‌ی تجاری‌سازی تکنولوژی
- تأسیس شرکت‌های نوپا
- ورود شرکت‌های موجود در حوزه‌های دیگر به حوزه تکنولوژی
- ارائه‌ی محصولات و خدمات جدید در زمینه‌ی تکنولوژی
- فعالیت‌های انجام شده با هدف نمایش و توجیه‌پذیر ساختن تکنولوژی
- برگزاری نمایشگاه تکنولوژی

کارکرد خلق و توسعه دانش، دربرگیرنده تمامی فعالیت‌هایی است که می‌توانند در فرایند یادگیری<sup>۱</sup> قرار گیرند. بدیهی است که این کارکرد در قلب فرایند نوآوری و در نتیجه در قلب یک نظام نوآوری جای دارد. بنابراین، تحقق این کارکرد پیش‌نیاز توسعه نظام نوآوری فناورانه تلقی می‌گردد و جزء کارکردهایی است که می‌بایست پیش از کارکردهای دیگر محقق گردد. این یادگیری در رابطه با موضوعات مختلف مانند دانش فنی تکنولوژی نوظهور، بازار، شبکه‌ها و مصرف‌کنندگان صادق است. با این وجود، تأکید بیشتری در رابطه با یادگیری دانش فنی تکنولوژی نوظهور وجود دارد. از این منظر (دانش فنی مورد تمرکز) می‌توان کارکرد خلق دانش را به دو دسته تقسیم کرد: خلق دانش فنی و خلق دانش غیرفنی (مدیریتی).

فرایند یادگیری، به اقسام گوناگونی می‌تواند واقع شود. از مهم‌ترین انواع یادگیری رخ داده در راستای تحقق این کارکرد، یادگیری در حین جستجو<sup>۲</sup> (یادگیری کتابخانه‌ای)، یادگیری در حین انجام کار<sup>۳</sup>، یادگیری در حین تعامل<sup>۴</sup> و یادگیری در حین استفاده<sup>۵</sup> می‌باشد. البته، می‌بایست به این موضوع توجه داشت که یادگیری در حین تعامل، در صورت وقوع، به صورت اشکال مختلف در قالب این کارکرد قرار می‌گیرد. از جمله تعامل موجود بین بازیگران موجود در سیستم در حالتی که هیچ یک از آنان دانش مورد نظر را ندارد (همگی آن‌ها برای رسیدن به یک دانش مشترک با یکدیگر تعامل دارند و بین آن‌ها جریان دانشی قابل توجهی وجود ندارد) و تعامل موجود بین بازیگران موجود در سیستم با بازیگران خارج از سیستم که دانش از بازیگر خارجی به بازیگر داخلی جریان می‌یابد.

می‌توان برای دانش موجود در سیستم، سطوح مختلفی را متصور شد. این سطوح عبارتند از سطح بنگاه، صنعت و جامعه. دانش موجود در سطح بنگاه عبارتست از دانشی که مختص بنگاه‌ها بوده و برای دستیابی به آن می‌بایست آن را درون بنگاه‌ها جستجو کرد. این دانش (که سهم بیشتر آن متعلق به دانش فنی است) در رابطه با محصولات و فرایند تولید آن‌ها در حیطه تخصصی بنگاه‌ها است و معمولاً بنگاه‌ها حاضر به تسهیم آن با سایر بنگاه‌ها نمی‌شوند. دانش موجود در سطح صنعت (که سهم بیشتر آن متعلق به دانش غیرفنی است) متعلق به بنگاه خاصی نیست و حاصل از پارادایم موجود در سطح صنعت می‌باشد. برای دستیابی به دانش موجود در سطح یک صنعت می‌بایست وارد صنعت مورد نظر شد. دانش موجود در سطح جامعه نیز همچون

<sup>۱</sup> برخی از محققان این کارکرد را کارکرد یادگیری نام نهاده‌اند.

<sup>۲</sup> Learning by searching

<sup>۳</sup> Learning by doing

<sup>۴</sup> Learning by interacting

<sup>۵</sup> Learning by using

دانش موجود در سطح صنعت متعلق به مجموعه‌ای از بازیگران موجود در آن جامعه است. برای اکتساب این نوع از دانش نیز می‌بایست وارد جامعه مورد نظر شد. از طریق ارزیابی شاخص‌ها و رخدادهای زیر می‌توان میزان برآورده شدن کارکرد خلق و توسعه دانش را بررسی کرد:

- تعداد مقالات ISI منتشر شده در زمینه فناوری
- تعداد حق اختراعات ثبت شده به صورت بین‌المللی در زمینه فناوری
- تعداد و اندازه نهادهای تحقیقاتی (R&D) فعال در زمینه فناوری
- تعداد و اندازه مطالعات علمی و فنی صورت گرفته درباره فناوری
- تعداد تست‌های آزمایشگاهی انجام شده بر روی فناوری
- تعداد انجام آزمایش و پیاده‌سازی فناوری در ناحیه‌ای از محیط به‌جای محدوده گسترده‌تر (پایلوت)<sup>۱</sup>
- تعداد توسعه و ایجاد نمونه‌های آزمایشی و اولیه از فناوری (پروتوتایپ)<sup>۲</sup>

## انتشار دانش

کارکرد انتشار دانش دربرگیرنده مجموعه‌ای از فعالیت‌ها با هدف تسهیم<sup>۳</sup> و به اشتراک‌گذاری<sup>۴</sup> دانش<sup>۵</sup> و اطلاعات در میان بازیگران مختلف موجود در سیستم است. یک عامل ساختاری ضروری برای تحقق انتشار دانش، شبکه است. یکی از ویژگی‌های مهم نظام نوآوری فناورانه، وجود شبکه در ساختار آن است. مهم‌ترین نقشی که یک شبکه قادر به برآوردن آن است، فراهم‌آوری بستری برای ایجاد جریان دانش و اطلاعات در بین بازیگران موجود در سیستم است. دو نوع از شبکه‌ها را می‌توان متصور بود: شبکه‌های نرم و شبکه‌های سخت. در شبکه‌های نرم، لزوماً دانش موجود در منبع دانشی (بازیگر برخوردار از دانش)، به طور کامل به بازیگر خواهان دانش منتقل نمی‌شود. نمونه‌هایی از این نوع از شبکه عبارتند از کنفرانس‌ها، همایش‌ها، کارگاه‌ها و پایگاه‌های اطلاعاتی مشترک بین بازیگران موجود در نظام. از این پس، این نوع از انتشار دانش، تسهیم

<sup>۱</sup> Pilot

<sup>۲</sup> Prototype

<sup>۳</sup> Dissemination

<sup>۴</sup> Sharing

<sup>۵</sup> همان‌طور که کارکرد خلق دانش مشتمل بر خلق دانش فنی و غیرفنی است، کارکرد انتشار دانش نیز قابل تقسیم به انتشار دانش فنی و انتشار دانش غیرفنی می‌باشد.

دانش نامیده می‌شود. در شبکه‌های سخت، دانش موجود در منبع دانشی، توسط بازیگر خواهان آن دریافت می‌شود. نمونه‌هایی از این نوع شبکه‌ها عبارتند از اتحادهای استراتژیک، هاب‌های تکنولوژی و سرمایه‌گذاری‌های مشترک<sup>۱</sup>. این نوع از انتشار دانش، به اشتراک‌گذاری دانش نامیده می‌شود. نمونه‌ای از رخدادهای شاخص‌های نشانگر تحقق این کارکرد عبارتند از:

- تعداد فعالیت‌های تحقیق و توسعه و نوآورانه مشترک صورت پذیرفته میان واحدهای مختلف (با هدف تسهیم دانش)
- میزان جابجایی نیروهای تحصیلکرده دانشگاهی با محوریت فناوری
- کنفرانس‌ها، کارگاه‌های آموزشی، پیمان‌ها و توافق‌نامه‌های بین بازیگران و سرمایه‌گذاری‌های مشترک صورت پذیرفته با موضوع فناوری
- تعداد و اندازه شبکه‌های متشکل از بازیگران موجود در نظام نوآورانه

### ● جهت‌دهی به سیستم

کارکرد جهت‌دهی به سیستم متشکل از فعالیت‌هایی است که به‌گزینش و محدود کردن گزینه‌های موجود در رابطه با فناوری، کاربرد آن‌ها و بازارشان در سطوح مختلف می‌پردازد. این سطوح عبارتند از سطح فراسیستم<sup>۲</sup> و سطوح کلان<sup>۳</sup> و خرد سیستم<sup>۴</sup>. این فعالیت‌ها به منظور همگرا ساختن تلاش‌های انجام گرفته در توسعه فناوری انجام می‌شوند. می‌توان این فرایند گزینشی را دربرگیرنده شناسایی فرصت‌های موجود در نظام نوآوری نوآورانه دانست. برای توضیح بیشتر می‌توان گفت که به علت وجود محدودیت در منابع در دسترس، از میان گزینه‌های مختلف موجود باید دست به انتخاب زد و بر روی تعدادی از آن‌ها تمرکز نمود. بدون انجام این مرحله، نیاز و انتظارات بازیگران از روند توسعه ناشناخته باقی مانده و منابع در دامنه وسیعی از گزینه‌های کاربردی و نوآورانه پراکنده شده و به هدر می‌رود. در نتیجه، تعداد قابل توجهی از گزینه‌های توسعه با وجود تخصیص

<sup>۱</sup>Joint venture

<sup>۲</sup> منظور از فراسیستم، سیستمی است که سیستم مورد مطالعه را در بر می‌گیرد. در ادبیات از این فراسیستم با نام Landscape یاد می‌شود.

<sup>۳</sup> سطوح کلان سیستم مشتمل بر سطوحی است که نسبتاً در طول زمان پایدار هستند و با توسعه‌ی تکنولوژی تغییرات اندکی در آن‌ها حاصل می‌شود. این سطوح را Regime می‌نامند.

<sup>۴</sup> این مجموعه از سطوح متأثر از تغییرات فراوانی هستند و به شدت متلاطم می‌باشند. در ادبیات این سطوح را Niche می‌نامند.

منبع، ناموفق باقی می‌ماند. برای جلوگیری از وقوع این رخداد، کارکرد جهت‌دهی به سیستم در روند توسعه فناوریانه تعریف می‌گردد.

می‌توان فعالیت‌های انجام شده‌ی مربوط به این کارکرد را به سه دسته تقسیم کرد: تنظیمی<sup>۱</sup>، شناختی<sup>۲</sup> و هنجاری<sup>۳</sup>. درحقیقت، فعالیت‌های رخ داده در این کارکرد منجر به ایجاد، تغییر و یا از میان برداشتن نهادهای موجود در سیستم می‌شود. برای توضیح بیشتر می‌توان گفت که برخی از رخدادها می‌توانند انتظارات را نسبت به برخی گزینه‌های پیش‌رو افزایش دهند (شناختی). برای مثال، عملکرد خوب یک گزینه فناوری منجر به افزایش انتظارات از آن گزینه می‌گردد. با افزایش انتظارات نسبت به آن گزینه، اولویت آن گزینه در اذهان بالاتر می‌رود. این رخداد به معنای تغییر در شناخت‌های پیشین و ایجاد شناخت جدید نسبت به گزینه‌های موجود است. برخی دیگر از رخدادها می‌توانند منجر به تغییر در هنجارهای موجود شوند. برای مثال، وقوع یک رخداد طبیعی ممکن است منجر به افزایش ارزش انواع خاصی از فناوری‌های تولید انرژی (مانند انرژی‌های تجدیدپذیر) گردد. با افزایش ارزش این نوع از تکنولوژی‌ها، پارادایم جدیدی در نظام موجود شکل می‌گیرد. در پارادایم جدید، هنجارهای جدیدی مطرح می‌شوند (گونه‌ی هنجاری جهت‌دهی به سیستم). ممکن است در نتیجه‌ی وقوع رخدادهای اثرگذار بر شناخت‌ها و هنجارهای سیستم، قوانین، مقررات، استانداردها، توافق‌نامه‌ها و به طور کلی، تصمیمات جدیدی (تنظیمی) اتخاذ گردند. اتخاذ این تصمیمات نیز می‌توانند منجر به هدایت سیستم به سوی گزینه‌های خاص شود.

نمونه‌های از رخدادهای مربوط به این کارکرد در ادامه آورده شده‌اند:

- وضع چشم‌اندازهای جدید برای توسعه فناوری و یا موارد دیگر که بر فناوری اثرگذارند
- شفاف‌سازی تقاضای کاربران اصلی
- رشد فناوری در کشورهای دیگر
- شکل‌گیری انتظاراتی درباره‌ی آینده‌ی فناوری
- هدف‌گذاری‌های انجام شده در سیاست‌گذاری‌های فناوری
- قانون‌گذاری در رابطه با تکنولوژی

<sup>1</sup>Regulative

<sup>2</sup>Cognitive

<sup>3</sup>Normative

• تدوین استانداردها

## ● شکل‌دهی به بازار

مجموعه‌ای از فعالیت‌ها با هدف رقابت‌پذیر ساختن فناوری نسبت به فناوری‌های موجود در بازار، در طول تحقق این کارکرد قرار می‌گیرند. نباید انتظار داشت که تکنولوژی‌های جدید توانایی رقابت با تکنولوژی‌های موجود را داشته باشند. بنابراین، نیاز است تا با هدف حمایت از نوآوری، شرایطی قابل رقابت در بازار برای تکنولوژی نوین پدید آورد. در واقع می‌بایست با انجام مجموعه‌ای از فعالیت‌ها، برای رقابت تکنولوژی جدید با سایر تکنولوژی‌ها، محیطی کنترل شده پدید آورد. نوع فعالیت‌ها و هدف میان مدت آن‌ها در طول دوره تکامل تکنولوژی متغیر است. به بیان دیگر، با توسعه تکنولوژی و افزایش قابلیت‌های آن، نوع فعالیت‌های مربوط به تکنولوژی و هدف آن‌ها برای توسعه استفاده در بازار نسبت به دیگر تکنولوژی‌ها تغییر می‌کند.

در حقیقت، یک تکنولوژی در مسیر رشد و توسعه خود نیازمند دستیابی به قابلیت‌هایی است که به واسطه آن‌ها بتواند در بازار نفوذ کرده و به سوی بلوغ خود حرکت نماید. شکل‌گیری بازار هر تکنولوژی با پیدایش سه قابلیت همراه خواهد بود. قابلیت‌های فنی<sup>۱</sup>، قابلیت‌های اقتصادی<sup>۲</sup> و قابلیت‌های بازار<sup>۳</sup> (شکل ۴-۱). به عبارت دیگر، شکل‌گیری بازار تکنولوژی در قالب دستیابی به این سه قابلیت تجلی پیدا می‌نماید. با دستیابی به هر قابلیت، توانایی‌هایی از ابعاد گوناگون در تکنولوژی ایجاد می‌گردد و زمینه را برای نفوذ تکنولوژی در بازار آماده می‌کند. در این جا مناسب است تا منظور از هر دسته از قابلیت‌ها که پیش‌نیازی برای ورود تکنولوژی به بازار است روشن گردد:

• قابلیت‌های فنی اشاره به قابلیت‌هایی داشته که یک تکنولوژی با دارا بودن آن‌ها می‌تواند از لحاظ فناورانه، ممکن تلقی شود. به عبارت دیگر، زمانی که یک تکنولوژی از قابلیت فنی برخوردار باشد، دسترسی به زیرتکنولوژی‌های لازم برای تولید آن ممکن بوده، مواد اولیه و تجهیزات مکمل مورد نیاز موجود می‌باشد، دانش کافی برای انتقال تکنولوژی در اختیار است، کلیه اجزای فنی آن با یکدیگر سازگاری داشته (هماهنگی میان اجزا)، تکنولوژی به خروجی قابل قبول خود دست یافته (تکنولوژی درست عمل می‌کند) و درنهایت تکنولوژی از قابلیت اطمینان<sup>۴</sup> بالایی برخوردار می‌باشد.

<sup>1</sup>Technological Potential

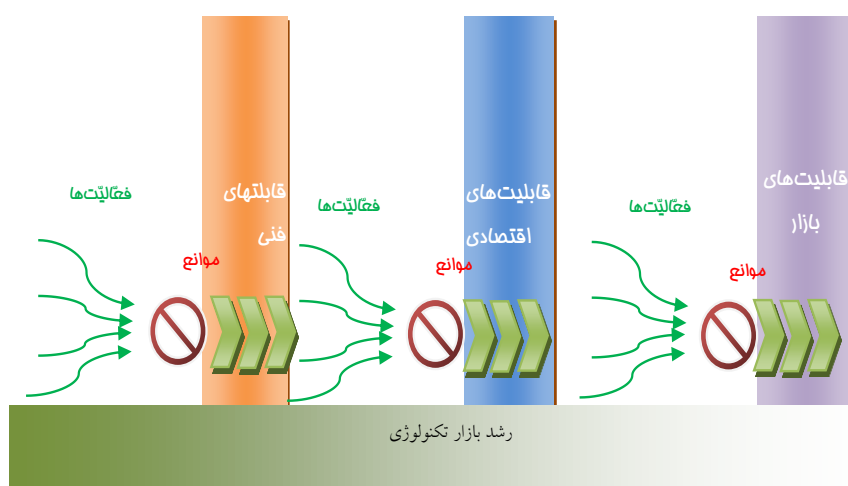
<sup>2</sup> Economical Potential

<sup>3</sup> Market Potential

<sup>4</sup>Reliability

بنابراین، با دارا بودن این قابلیت درمورد یک تکنولوژی مفروض، می‌توان از پشتیبانی کامل فناورانه در آن تکنولوژی اطمینان حاصل نموده و دستیابی به تکنولوژی را چه از بعد تولیدی و چه از بعد انتقال تکنولوژی ممکن دانست.

- قابلیت اقتصادی به قابلیت‌هایی اشاره دارد که تکنولوژی با دارا بودن آن‌ها از لحاظ اقتصادی به صرفه تلقی می‌گردد. اگر یک تکنولوژی از قابلیت‌های اقتصادی برخوردار باشد، تحلیل هزینه - فایده<sup>۱</sup> در مورد آن تکنولوژی نتیجه‌ای مثبت (چیرگی فایده بر هزینه) به همراه داشته، هزینه‌های تولید، مونتاژ و یا ان تقال آن به صرفه بوده، خروجی تولید شده از تکنولوژی دارای ارزش بالا بوده و در مجموع، ورود به بازار این تکنولوژی پربازده تلقی می‌گردد. قطعاً، زمانی یک تکنولوژی قادر به دستیابی به این قابلیت خواهد بود که از قابلیت‌های فنی برخوردار شده باشد. به عبارت دیگر، دستیابی به قابلیت‌های فنی، پیش‌نیاز دستیابی به قابلیت‌های اقتصادی است.
- قابلیت بازار در یک تکنولوژی به این معنی خواهد بود که علاوه بر دارا بودن قابلیت‌های فنی و اقتصادی، تکنولوژی، توانایی رقابت با سایر گزینه‌های موجود در بازار را داشته، با تمایلات مصرف‌کنندگان سازگار بوده و در نهایت قادر خواهد بود در کنار امکان‌پذیری فنی و اقتصادی، در بازار با موفقیت توسعه پیدا کند. زمانی که یک تکنولوژی بتواند به این قابلیت دست پیدا کند، تمام شرایط برای ورود به بازار در آن مهیا شده و از این پس با این تکنولوژی به صورت یک محصول تجاری برخورد می‌شود.



شکل (۴-۱): نمایش مسیر توسعه بازار تکنولوژی

<sup>۱</sup>Cost Benefit Analysis

کارکرد شکل‌دهی به بازار، شامل فعالیت‌هایی (مانند حمایت مالی از مصرف تکنولوژی و یا سیاست‌های مالیاتی برای تکنولوژی‌های رقیب) است که منجر به ایجاد تقاضا برای تکنولوژی در راستای حمایت از آن می‌گردد. تفاوت میان این کارکرد و کارکرد جهت‌دهی به سیستم در آن است که، در این کارکرد، گزینش نهایی توسط مجریان مصرف‌کنندگان تکنولوژی انجام می‌شود؛ درحالی‌که در کارکرد جهت‌دهی به سیستم، مجریان نقشی در فرایند گزینش ایفا نمی‌کنند. بنابراین، می‌توان کارکرد شکل‌دهی به بازار را حالت خاصی از کارکرد جهت‌دهی به سیستم دانست. با استفاده از شاخص‌ها و شناسایی فعالیت‌های مختلف، می‌توان میزان تحقق این کارکرد را سنجید. نمونه‌ای از این اقدام در ادامه آورده شده است:

- شناسایی مرحله بلوغ (دوره‌ی عمر) بازار
- شفاف‌سازی پتانسیل بازار
- تعداد و تنوع کاربران موجود برای تکنولوژی
- تعداد و تنوع نهادهای تنظیم شده برای شکل‌دهی به بازار
- میزان عدم قطعیت موجود در برابر تولیدکنندگان و یا سرمایه‌گذاران
- هزینه‌های مصرف تکنولوژی

## تأمین منابع

مجموعه‌ای از فعالیت‌های مربوط به تأمین و هماهنگی ورودی‌های لازم برای توسعه نظام نوآوری در راستای تحقق کارکرد تأمین منابع قرار می‌گیرند. دسترسی به منابع مورد نیاز، یکی از ضروری‌ترین نیازهای توسعه نظام‌های نوآوری فناورانه است. فعالیت‌هایی که در این کارکرد صورت می‌پذیرد، بیشتر از جنس سرمایه‌گذاری‌هایی است که در فرایند توسعه انجام می‌شوند. همچنین، گسترش زیرساخت‌های عمومی مورد نیاز پیشرفت تکنولوژی، مانند سیستم‌های آموزشی و تسهیلات تحقیق و توسعه نیز در زمره این کارکرد قرار می‌گیرد. در صورت عدم وجود منابع مالی و ابزارهای مورد نیاز و نیز بازیگرانی با توانایی و قابلیت‌های متمایز، یک تکنولوژی نوظهور به هیچ وجه مورد استقبال قرار نخواهد گرفت. بنابراین، این کارکرد دارای اهمیت فراوانی در روند توسعه می‌باشد. بنابراین، نگاشت کارکرد بسیج منابع در چهار بعد مختلف امکان‌پذیر است:

- منابع انسانی: تأمین و هماهنگ‌سازی افراد علمی یا فنی موردنیاز برای توسعه تکنولوژی
- منابع مالی: تأمین و هماهنگ‌سازی بودجه‌ها و اعتبارات موردنیاز برای توسعه تکنولوژی



- منابع مصرفی: تأمین و هماهنگ‌سازی مواد (و در پاره‌ای اوقات، قطعات) موردنیاز برای توسعه تکنولوژی
- منابع مکمل: تأمین و هماهنگ‌سازی زیرساخت‌ها، محصولات و یا خدمات مکمل<sup>۱</sup> موردنیاز برای توسعه تکنولوژی

این کارکرد می‌تواند توسط دولت، صنعت و یا هر بازیگر دیگری که در روند توسعه فناوری مشغول است، برآورده گردد. هرچه سطح بلوغ تکنولوژی نوظهور بیشتر شود، انتظار می‌رود سهم بخش خصوصی در تأمین منابع مورد نیاز بیشتر گردد. نمونه‌ای از رخدادهایی که می‌تواند منجر به تحقق این کارکرد شود، در ادامه آورده شده است:

- کمک‌های بلاعوض دولتی (یارانه)
- سرمایه‌گذاری‌های بخش دولتی و خصوصی در گسترش فناوری
- توسعه زیرساخت‌های مورد نیاز تکنولوژی و محصولات و خدمات مکمل
- تأمین مواد اولیه مورد نیاز برای توسعه تکنولوژی از خارج از کشور
- در دسترس بودن نیروی انسانی فنی در رابطه با تکنولوژی موردنظر

### مشروعیت بخشی

آن دسته از فعالیت‌هایی که به دنبال ایجاد مقبولیت اجتماعی برای تکنولوژی جدید هستند و می‌توانند منجر به تغییر نهادهای موجود در جامعه و هم‌راستا شدن آن‌ها با نیازهای بازیگران موجود در نظام مورد نظر گردند را می‌توان محقق‌کننده این کارکرد دانست. برای توضیح بیشتر، می‌توان گفت که ظهور یک تکنولوژی جدید، اغلب با مخالفت بازیگرانی که دارای منافع در تکنولوژی‌های کنونی هستند، همراه می‌شود. بنابراین، نیاز است تا بازیگران تکنولوژی جدید، بر لختی<sup>۲</sup> موجود غلبه نمایند. این کارکرد، در توسعه تکنولوژی‌ها مانند یک کاتالیزگر عمل می‌کند و به فرایند توسعه نظام نوآوری سرعت می‌بخشد. این امر، از طریق تشویق قانون‌گذاران و سیاست‌گذاران، به ایجاد آرایش جدیدی از قواعد و مقررات مربوط به نظام نوآوری

<sup>۱</sup> منظور از این اقلام، مکمل‌هایی است که مختص نظام نوآوری مورد نظر نیستند و به راحتی می‌توان آنها را از نظام‌های دیگر تأمین کرد.

<sup>۲</sup> نام دیگری که بر این کارکرد نهاده می‌شود، حذف مقاومت در برای تغییر (لختی یا اینرسی) است. بنابراین، علت وجودی این کارکرد غلبه بر اینرسی بازیگران موجود در نظام است.

فناورانه منجر می‌شود. کارکرد مشروعیت‌بخشی و حمایت از سوی نهادهای پشتیبان، شامل لابی‌های سیاسی و رایزنی‌هایی است که بین گروه ذینفعان تکنولوژی صورت می‌پذیرد. لذا، شبکه‌ها و تعاملات، نقشی مهم را در تحقق این کارکرد ایفا می‌کنند. این کارکرد از اهمیت بالایی در توسعه نظام نوآوری برخوردار است؛ چراکه معمولاً در بدو توسعه یک نظام نوآوری، بازیگران موجود در آن به‌آسانی دست به ایجاد شبکه‌ای میان خود نمی‌زنند. از این رو، در ارتباط با تکنولوژی مطلوب و نیز روش دستیابی به آن اختلاف نظر وجود دارد و شناسایی یک موضع شفاف در این رابطه دشوار خواهد بود. بنابراین، ایجاد اتحاد برای توسعه تکنولوژی امر سهلی نمی‌باشد. در اینجا، وجود شبکه‌ها علاوه بر تسهیل انتشار دانش میان بازیگران، به همگرا ساختن آنان نیز کمک می‌کند. بنابراین، از یک سو، بازیگران موجود در نظام نوآوری با یکدیگر همکاری زیادی ندارند و از سوی دیگر، به علت آنکه توسعه تکنولوژی نوظهور منجر به کنار زده شدن برخی تکنولوژی‌های دیگر می‌گردد، بازیگران مربوط به تکنولوژی‌های موجود (رقیب تکنولوژی نوظهور) که دارای تعاملات قابل توجهی با یکدیگر هستند، با توسعه تکنولوژی نوظهور مخالفت می‌کنند. بنابراین، کارکرد مشروعیت‌بخشی برای توجیه کردن تکنولوژی نوظهور به عنوان بخشی از نظام فنی جدید و مقاومت در برابر مقابله‌های انجام گرفته از سوی بازیگران موجود اهمیت دارد. نمونه‌ای از رخدادها و شاخص‌های نمایانگر تحقق این کارکرد در ادامه آورده شده است:

- میزان همگرایی نهادهای موجود و نظام نوآوری فناورانه در حال توسعه
- میزان مشروعیت سرمایه‌گذاری در توسعه تکنولوژی و محصولات مربوط به آن
- رایزنی‌های سیاسی بین گروه‌های درگیر برای حمایت از تکنولوژی
- اعمال نفوذ گروه‌های پشتیبان تکنولوژی در بخش‌های مختلف دولت و صنعت
- میزان حمایت از تکنولوژی موردنظر در رسانه‌ها

## ۱-۲- ابعاد ساختاری در نظام نوآوری فناورانه

در این بخش به چهار دسته از عوامل ساختاری موجود در نظام‌های نوآوری فناورانه پرداخته خواهد شد. این چهار دسته عبارتند از بازیگران<sup>۱</sup>، نهادها<sup>۲</sup>، فناوری‌ها<sup>۱</sup> و روابط و شبکه‌ها<sup>۲</sup>.

<sup>1</sup> Actors

<sup>2</sup> Institution

## بازیگران

دسته بازیگران شامل تمام سازمان‌هایی است که به طور مستقیم به عنوان توسعه‌دهنده و یادگیرنده فناوری یا به طور غیرمستقیم به عنوان تنظیم‌کننده، تأمین‌کننده مالی و دیگر نقش‌ها در ظهور فناوری نقش دارند. در حقیقت، این بازیگران، یک نظام نوآوری تکنولوژیکی هستند که با انتخاب‌ها و تصمیمات خود، فناوری‌هایی را ایجاد، منتشر و بهره‌برداری می‌کنند. ایجاد یک نظام نوآوری فناورانه وابسته به وجود مهارت‌ها و اشتیاق بازیگران آن برای انجام اقدامات مختلف است.

تنوع بالقوه بازیگران در یک نظام نوآوری فناورانه بسیار زیاد است و گستره‌ای از بازیگران بخش خصوصی، بازیگران دولتی، توسعه‌دهندگان فناوری و گیرندگان آن را در بر می‌گیرد. برخی از بازیگران در توسعه یک فناوری، نقش پیشرو<sup>۳</sup> را دارند و سایر بازیگران، پیرو<sup>۴</sup> هستند. بازیگران پیشرو آن‌هایی هستند که کاملاً در توسعه یک فناوری خاص وارد شده‌اند و به موفقیت آن فناوری وابسته می‌باشند. در طرف مقابل، بازیگران پیرو کاملاً در توسعه یک فناوری درگیر نشده‌اند و می‌توانند بین گزینه‌های مختلف، دست به انتخاب بزنند. به طور معمول، پیشروان توسعه یک فناوری، متشکل از واحدهای صنعتی و توسعه‌دهندگان فناوری کوچک هستند که تنها در حوزه یک فناوری به ایفای نقش مشغول هستند. در طرف مقابل، پیروان را می‌توان متشکل از تنظیم‌گران، تأمین‌کنندگان مالی، کاربران و بنگاه‌های بزرگ با قابلیت حمایت از انواع مختلفی از گزینه‌های تکنولوژیکی دانست. برای تحلیل نظام نوآوری فناورانه، بازیگران (افراد، سازمان‌ها و شبکه‌ها) را می‌توان برحسب نقش آن‌ها در فعالیت‌های اقتصادی تقسیم‌بندی کرد. جامعه مدنی، سازمان‌های غیردولتی (NGO<sup>۵</sup>)، شرکت‌ها (نوبنیان، بنگاه‌های کوچک و متوسط، شرکت‌های چندملیتی و نیز شرکت‌های بزرگ)، مؤسسات دانشی (دانشگاه‌ها، نهادهای فناورانه، مراکز تحقیقاتی و مدارس) و دیگر بخش‌ها شامل سازمان‌های حقوقی، مؤسسات مالی، بانک‌ها، نهادهای واسطه‌ای، بیمه‌ها و مشاوران از جمله بازیگران مختلفی هستند که همگی می‌توانند نقش‌های متفاوتی اعم از سیاست‌گذاری، تنظیم‌گری، تسهیل‌گری، آموزشی، پژوهشی و صنعتی را در یک نظام ایفا نمایند.

## نهادهای

<sup>1</sup> Technology

<sup>2</sup> Network

<sup>3</sup> Enactor

<sup>4</sup> Selector

<sup>5</sup> Non Governmental Organization

نهادهای در نظام نوآوری فناورانه دو نوع هستند: نهادهای رسمی و نهادهای غیر رسمی [۲]. نهادهای رسمی قواعدی مدون شده هستند و توسط افراد ذیصلاح ملزم به اجرا شدن می‌گردند. از طرفی، نهادهای غیررسمی ضمنی‌تر هستند و در نتیجه فرایند تعامل بازیگران شکل می‌گیرند. نهادهای غیررسمی می‌توانند هنجاری یا شناختی باشند. قواعد هنجاری همان ارزش‌ها و هنجارهای اجتماعی با جنبه‌های اخلاقی هستند؛ درحالی‌که قواعد شناختی را می‌توان چارچوب‌های ذهنی و پارادایم‌های اجتماعی دانست [۳]. مثال‌هایی از نهادهای رسمی عبارتند از قوانین دولتی و تصمیمات سیاستی و یا بخش‌نامه‌ها یا قراردادهای بنگاه‌ها. مثالی در رابطه با قواعد هنجاری، مسئولیت احساس شده توسط یک شرکت در رابطه با عدم تولید ضایعات و یا پاکیزه‌سازی آن‌ها است. نمونه‌هایی از قواعد شناختی نیز جستجوی ذهنی<sup>۱</sup> (ابتکاری) یا رویه‌های حل مسأله هستند [۲]، [۶]. همچنین، می‌توان نگاه‌ها و انتظارات بازیگران درون نظام را نیز در این دسته جای داد.

برای یک نظام نوآوری تکنولوژیکی که در مرحله‌ی سازندگی<sup>۲</sup> است، پیکربندی نهادی معمولاً توسعه نیافته است. این حرف بدان معناست که قواعد نهادی (به‌ویژه از نوع رسمی) کمی وجود دارند و حتی قواعد موجود با فناوری در حال ظهور ناسازگاری دارند. انتظار می‌رود که قواعد شناختی برای هدایت بازیگران، به ویژه پیروان، در مراحل اولیه حمایت از فناوری نوظهور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار باشد. علاوه بر آن، نگاه‌ها و انتظارات، به جهتی، تنها علت حمایت از یک فناوری نوظهور است. این موضوع به مفهوم کارآفرین ریسک‌پذیر<sup>۳</sup> مربوط است که با نوعی فرصت تحریک می‌شود و برای برهم زدن ساختارهای موجود از طریق تطبیق دادن آن‌ها با حالت مطلوب خویش و یا ایجاد ساختارهای جدید، تلاش می‌کند. از منظر مداخله، عوامل نهادی به علت هدف واقع شدن توسط سیاست‌های حاکمیتی و حتی راهبردهای کسب و کار، از اهمیت بالایی برخوردار هستند. علاوه بر آن، حضور، مهارت‌ها و اشتیاق پیشروان و پیروان، تنها می‌تواند به صورت غیرمستقیم از طریق ساختار نهادی نوآوری فناورانه تحت تأثیر قرار گیرد. این ساختار از طریق برنامه‌ی حمایتی، مشوق‌های مالیاتی و موارد دیگر بر این بازیگران اثر می‌گذارد. همچنین، ماهیت ساختار فناورانه از دایره‌ی اثر مستقیم بسیاری از بازیگران، به ویژه حاکمیت، خارج است.

## زیرساخت‌ها

زیرساخت‌ها متشکل از مصنوعات و زیرساخت‌های فناورانه (که خود آن‌ها نیز مصنوع به شمار می‌روند) به صورت یکپارچه هستند. عملکرد فنی اقتصادی این مصنوعات که شامل ساختارهای هزینه، ایمنی، قابلیت اطمینان، آثار افزایش مقیاس و موارد

<sup>1</sup> Heuristic

<sup>2</sup> Formative

<sup>3</sup> Risk-taking

دیگر هستند، از اهمیت حیاتی برای فهم فرایند تغییر فناوریانه برخوردار است. همچنین، در نظر گرفتن وجوه غیرمادی تر فناوری همچون دانش موجود در آن و مشخصات زنجیره ارزش ایجاد شده توسط آن معنادارتر به نظر می‌رسد. به عنوان نمونه، در رابطه با مورد نوآوری‌ها در انرژی پایدار، در نظر گرفتن مشخصات آلاینده‌گی و دیگر اثرات جانبی زیست‌محیطی نیز از اهمیت فراوان برخوردار هستند. علاوه بر آن، در صورت تشخیص یک فناوری به عنوان فناوری با اثرات منفی زیست‌محیطی، ممکن است نظام نوآوری فناوریانه با وجود جذاب بودن آن فناوری برای مجموعه بزرگی از بازیگران و توسعه یافتن نهادهایی در رابطه با آن، دست به توقف آن بزند.

در صورت عدم در نظر گرفتن وجوه فناوریانه به‌عنوان بخشی از نظام نوآوری فناوریانه، یک مکانیزم بازخوردی مهم (بین تغییر فناوریانه و تغییر نهادی) مغفول واقع می‌شود. برای مثال، در صورت ایجاد بهبود در ایمنی و قابلیت اطمینان در نتیجه ایجاد یک طرح، ارائه یارانه برای تحقیق و توسعه در حمایت از یک فناوری نوظهور راه را برای اجرای طرح‌های حمایتی با جزئیات بیشتر (شامل نمایش‌های علمی) هموار خواهد کرد. این اقدام نیز می‌تواند منجر به بهبودهای فناوریانه بیشتر گردد.

## ۳ روابط و شبکه‌ها

مؤلفه‌های موجود در نظام نوآوری فناوریانه، صرفاً سنگ بنای آن محسوب می‌شوند. این بخش فراهم آورنده یک نگاه مفهومی به تمامی روابط ممکن است.

### روابط:

روابط ممکن بین مؤلفه‌های ساختاری دارای انواع گوناگونی می‌باشند. می‌توان این روابط را به روابط بین بازیگران، بین نهادها، بین فناوری‌ها و همچنین بین بازیگران و نهادها، بین بازیگران و فناوری‌ها و بین فناوری‌ها و نهادها تقسیم کرد. برای فهم این موضوع، نهادها و فناوری‌ها را به عنوان بخش‌هایی از نظام قواعد در نظر بگیرید که در آن، هر قاعده به قواعد دیگر اشاره دارد. قواعد موجود می‌توانند در رابطه با یک مسأله خاص یکدیگر را رد (ناهمگرایی<sup>۱</sup>) یا تقویت (همگرایی) کنند. از این طریق، نهادها می‌توانند به یک جنبه فناوریانه سود (زیان) رسانند و بالعکس. برای مثال، یک بخشنامه برای کاهش آلودگی‌های خودرو می‌تواند به استفاده از فناوری پاک کمک کند. مثال دیگر نیز می‌تواند اثر زیرساخت‌های جاده‌ای بر الگوهای مسافرت کاربران باشد. روابط بین بازیگران و نهادها و بین بازیگران و فناوری‌ها مشابه یکدیگر می‌باشند.

<sup>۱</sup> Misalignment

هر دو این روابط از نوع روابط فاعل - مفعولی است. این موضوع با در نظر گرفتن اختلاف بین این روابط و روابط بین بازیگران بهتر فهمیده می‌شود.

### شبکه‌ها:

در برخی موارد خاص، روابط موجود در یک گروه از بازیگران، نهادها و فناوری‌ها از روابط موجود در خارج از گروه، قوی‌تر است. در صورتی که این مؤلفه‌های ساختاری باعث ایجاد یک پیکربندی متراکم گردند، می‌توان آن را یک ساختار شبکه‌ای یا یک شبکه نامید. مثالی در این رابطه می‌تواند ائتلاف بنگاه‌هایی برای کاربرد یک فناوری نوظهور باشد (قواعد فناورانه) که به‌وسیله‌ی مجموعه‌ای از روش‌های حل مسأله هدایت می‌شود و توسط برنامه‌های یارانه‌ای حمایت می‌شود (قواعد نهادی). همچنین، انجمن‌های صنعتی<sup>۱</sup>، جوامع تحقیقاتی، شبکه‌های سیاستی و روابط عرضه‌کننده و کاربر نیز مثال‌هایی از این شبکه‌ها به‌شمار می‌روند.

شبکه‌ها فراهم‌آورنده شکلی از همکاری هستند که در وضعیتی بین جهت‌مند نبودن منعطف بازارها و صلب بودن سلسله مراتبی‌ها (برای مثال در بنگاه‌ها) قرار می‌گیرند [۲]. شبکه‌ها، همچنین، بین اعتماد و رقابت میان بازیگران مستقل با علائق ناهمگون تعامل برقرار می‌کنند. حفظ این تعامل در محیطی مهم تلقی می‌گردد که توسعه فناوری نوظهور وابسته به بازترکیب<sup>۲</sup> مفهومی و عملی دانش باشد.

از آنجایی که تعاملات دینامیک و پویا هستند، در نظر گرفتن آن‌ها به عنوان یکی از عناصر ساختاری سیستم مشکل است. در بعضی از مقالات، برای توصیف ارتباط و روابط همکاری میان بازیگران از عبارت "شبکه" استفاده شده است ولی یک "شبکه" می‌تواند به عنوان یک شکل بزرگتر بازیگران سازمانی نیز در نظر گرفته شود. با این وجود، تعاملات محدود به اتفاق افتادن در درون شبکه‌ها نیستند. در مراحل اولیه توسعه یک سیستم، شبکه‌هایی وجود ندارد ولی تعاملات دو طرفه میان بازیگران اتفاق می‌افتد. پس، تمرکز اصلی در این مطالعه بر "روابط" است که در دو سطح شبکه‌ها و تماس‌های فردی می‌تواند مورد تحلیل واقع شود. جدول (۳-۴) تمامی ابعاد ساختاری TIS را به صورت خلاصه نشان می‌دهد.

جدول (۳-۴): ابعاد ساختاری نظام نوآوری فناورانه

ابعاد ساختاری	زیر بخش‌ها
بازیگران	• دولت و جامعه مدنی

<sup>1</sup> Industry association

<sup>2</sup> Recombination

<ul style="list-style-type: none"> <li>• شرکت‌ها: شرکت‌های تازه تاسیس شده، بنگاه‌های کسب و کار کوچک و متوسط، کارخانجات بزرگ، شرکت‌های چند ملیتی</li> <li>• سازمان‌های مردم نهاد</li> <li>• بخش‌های دیگر: سازمان‌های قانونگذاری، بانک‌ها/ سازمان‌های مالی، نهادهای واسطه‌ای، کارگزاران دانشی مشاورین</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• سخت: قوانین، مقررات، دستورالعمل‌ها</li> <li>• نرم: هنجارها، عادت‌های رایج، رسوم، سنتی و انتظارات و...</li> </ul>	نهادهای
<ul style="list-style-type: none"> <li>• در سطح شبکه</li> <li>• در سطح ارتباطات فردی</li> </ul>	تعاملات
<ul style="list-style-type: none"> <li>• تجهیزاتی: ابزارهای فنی، ماشین‌ها، ساختمان‌ها، جاده‌ها، پل‌ها و ...</li> <li>• دانشی: دانش، تخصص، اطلاعات راهبردی</li> </ul>	زیرساخت‌ها

قابل ذکر است که چالش‌هایی که در ارتباط با ابعاد ساختاری نظام نوآوری فناورانه تحت عنوان مشکلات سیستمی بررسی می‌شوند، از دو منظر وجود ابعاد ساختاری و میزان قوت آنها مورد مطالعه قرار خواهند گرفت. مشکلات سیستمی و اهداف بررسی آنها در جدول (۴-۴) آمده است.

جدول (۴-۴): اهداف بررسی مشکلات سیستمی

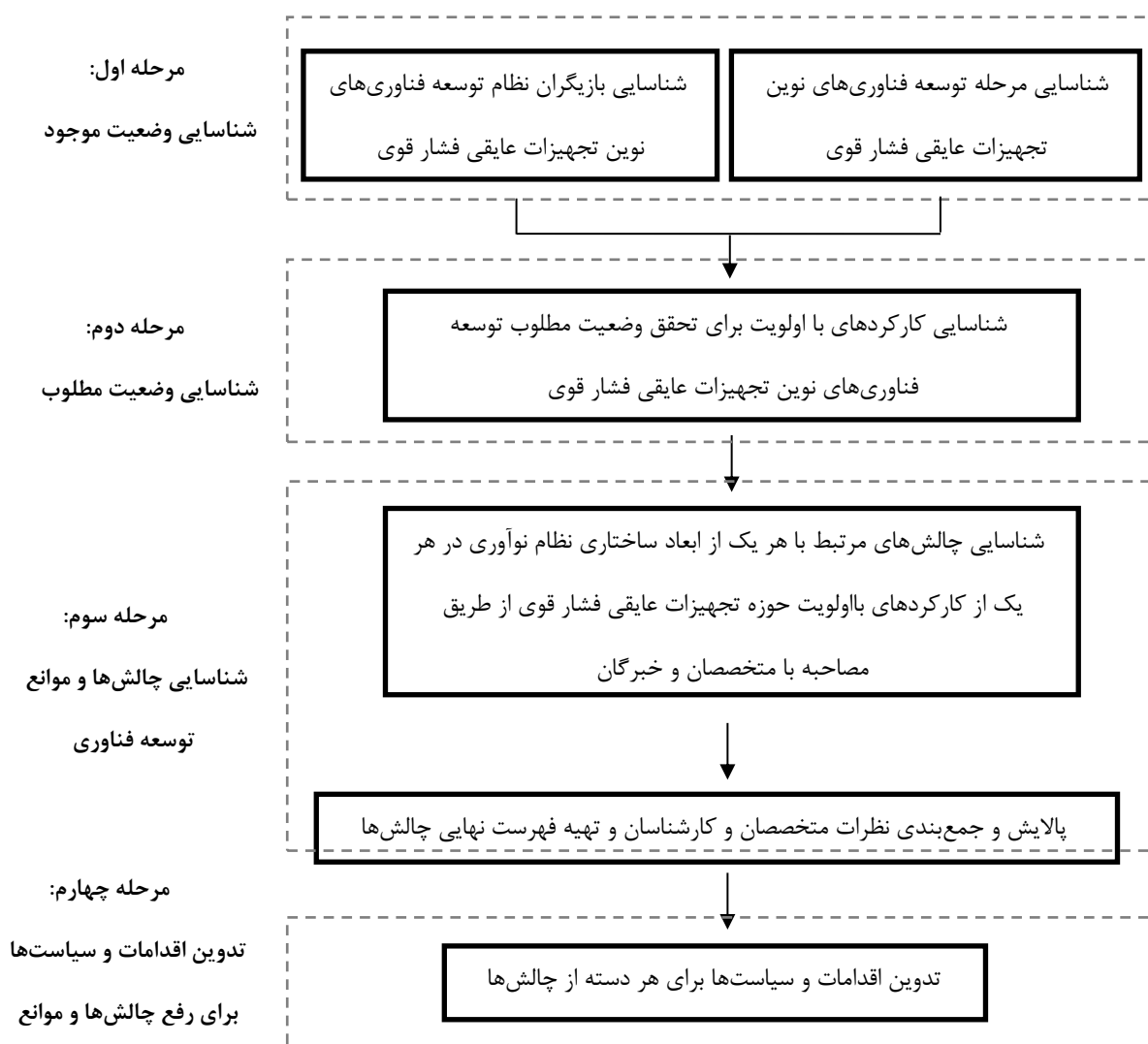
مشکل سیستمی	نوع مشکل سیستمی	هدف بررسی مشکل
مشکلات بازیگران	وجود؟	تحریک و سازمان‌دهی مشارکت بازیگران متنوع (NGOها، شرکت‌ها، دولت و ...)
مشکلات تعاملات	توانایی؟	ایجاد فضا برای توسعه توانایی‌های بازیگران (به عنوان مثال از طریق یادگیری و آزمایش)
مشکلات نهادی	وجود؟	تحریک به وقوع انجامیدن تعاملات فی مابین بازیگران (به عنوان مثال مدیریت وجوه مشترک و ایجاد اجماع)
مشکلات زیرساختی	شدت؟	ممانعت کردن از گره‌هایی که یا بیشتر از حد قوی هستند و تقویت گره‌های ضعیف
مشکلات سیستمی	وجود؟	تضمین وجود نهادها (سخت و نرم)
مشکلات سیستمی	توانایی؟	جلوگیری کردن از اینکه نهادها خیلی ضعیف یا خیلی قوی باشند
مشکلات سیستمی	وجود؟	تحریک ایجاد زیرساخت‌های فیزیکی، مالی و دانشی
مشکلات سیستمی	کیفیت؟	تضمین اینکه کیفیت زیر ساخت‌ها مناسب است

## ۲- فرآیند تدوین اقدامات و سیاست‌های رفع چالش‌های توسعه فناوری‌های نوین

### تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

اقدامات و سیاست‌های رفع چالش‌ها، مجموعه‌ای از طرح‌ها و برنامه‌های اجرایی هستند که به تحقق راهبردها و دستیابی به اهداف کمک می‌کنند. این اقدامات و سیاست‌ها راهکارهایی جهت رفع موانع توسعه یک فناوری هستند. همان طور که در

بخش مبانی نظری اشاره شد، مبنای تدوین اقدامات و سیاست‌ها در این سند، نظام نوآوری فناورانه (TIS) است. فرآیند تدوین اقدامات و سیاست‌ها در شکل (۴-۲) نشان داده شده است.





شکل (۲-۴): فرایند تدوین اقدامات و سیاست‌های توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

همان طور که در شکل (۲-۴) نشان داده شده است، در مرحله اول، وضعیت موجود توسعه فناوری مشخص می‌شود. بدین منظور، ابتدا مرحله توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص تعیین می‌شود. سپس، بازیگران نظام توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص شناسایی می‌گردند. در مرحله دوم، با توجه به خروجی حاصل از مرحله اول، کارکردهای با اولویت برای تحقق وضعیت مطلوب توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص مشخص می‌شود. در مرحله سوم، موانع موجود مرتبط با هر یک از ابعاد ساختاری در کارکردهای با اولویت، از طریق مصاحبه با متخصصان و برگزاری پنل خبرگان تعیین می‌گردد. چالش‌های شناسایی شده پالایش و جمع‌بندی می‌شوند و فهرست نهایی چالش‌های توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص مشخص می‌شود. در مرحله آخر، اقدامات و سیاست‌های پیشنهادی برای رفع چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص مشخص می‌شود. در ادامه، این مراحل توضیح داده شده است. لازم به ذکر است که نتایج به دست آمده در تمامی این مراحل از طریق مصاحبه با متخصصان و کارشناسان آشنا با حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی استخراج شده است. اسامی این افراد در ادامه ارائه خواهد شد.

## ۲-۱- شناسایی وضعیت موجود توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی

همان طور که اشاره شد، در مرحله اول فرآیند تدوین اقدامات و سیاست‌ها، وضعیت موجود توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص شناسایی می‌شود. این کار بر مبنای شناسایی مرحله توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی و نیز بازیگران نظام توسعه این فناوری‌ها در کشور انجام می‌شود که در ادامه توضیح داده خواهد شد.

## ۲-۱-۱- بازیگران نظام توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی

ساختار هر نظام نوآوری متشکل از بازیگران و ذینفعانی است که هر یک به طور مستقیم یا غیرمستقیم نقش‌هایی را ایفا می‌کنند. این بازیگران می‌توانند شامل بخش دولتی، شرکت‌های تولیدکننده، شرکت‌های مشاور، دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی، موسسات مالی، موسسات حقوقی و ... باشند. در این گام، بازیگران نظام توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در حوزه‌های کارآفرینی، خلق و توسعه دانش، انتشار دانش، جهت‌دهی به سیستم، شکل‌دهی به بازار، تأمین منابع انسانی، منابع مالی، مواد، قطعات و تجهیزات و مشروعیت‌بخشی به توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص مشخص شده‌اند که توضیحات آن در ادامه ارائه می‌شود. بر اساس اطلاعات موجود، مهم‌ترین بازیگران شناسایی شده در ارتباط با فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص به شرح جدول (۴-۵) هستند.

جدول (۴-۵): بازیگران حوزه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

کارکرد	بازیگران
کارآفرینی	<ul style="list-style-type: none"> <li>- شرکت‌های سازنده تجهیزات همچون ایران ترانسفو، نیرو ترانس، ایران سوئیچ، پارس سوئیچ و ...</li> <li>- شرکت‌های مشاوره، مهندسی و طراحی فرآیند مانند مشانیر، منیران، مونکو، مشاور نیرو، قدس نیرو، غرب نیرو، تدبیر نیرو، دانشمند اصفهان و ...</li> <li>- شرکت‌های نصب و راه‌اندازی مانند پارسیان، فرانیرو، نصب نیرو، فراگستر بیستون، فولمن و ...</li> <li>- مرکز توسعه فناوری‌های صنعت برق و انرژی</li> <li>- شرکت تعمیرات انتقال نیروی برق</li> <li>- شرکت‌های تعمیر و نگهداری</li> <li>- شرکت‌های مدیریت پروژه</li> </ul>
خلق و توسعه دانش	<ul style="list-style-type: none"> <li>- پژوهشگاه نیرو</li> <li>- دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)</li> <li>- مرکز توسعه فناوری نیرو</li> <li>- مرکز توسعه فناوری‌های صنعت برق و انرژی</li> <li>- مرکز تحقیقات ایران ترانسفو</li> <li>- آزمایشگاه فشار قوی دانشگاه تهران</li> <li>- جهاد دانشگاهی علم و صنعت ایران</li> <li>- موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی</li> <li>- مدیریت‌های پژوهشی وابسته به شرکت‌ها</li> </ul>
انتشار دانش	<ul style="list-style-type: none"> <li>- معاونت تحقیقات شرکت توانیر</li> <li>- مرکز توسعه فناوری نیرو</li> <li>- پژوهشگاه نیرو</li> <li>- دانشگاه‌های صنعتی کشور</li> </ul>
جهت‌دهی به سیستم	<ul style="list-style-type: none"> <li>- شرکت مدیریت شبکه</li> <li>- معاونت پژوهش و فناوری وزارت نیرو</li> <li>- دفتر استانداردهای شرکت توانیر</li> <li>- دفتر حفاظت از حقوق مالکیت فکری</li> <li>- شورای سیاست‌گذاری و نظارت راهبردی پژوهش و فناوری در صنعت برق کشور</li> <li>- وزارت نیرو</li> <li>- شرکت توانیر</li> <li>- انجمن انرژی کشور</li> </ul>

- شرکت توانیر - سازمان توسعه برق	- هیئت تنظیم بازار برق - وزارت نیرو - شرکت مدیریت شبکه	<b>شکل‌دهی به بازار</b>
-------------------------------------	--	-----------------------------

ادامه جدول (۴-۵): بازیگران حوزه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

بازیگران	کارکرد
- صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران صنعت برق کشور - صندوق توسعه فناوری‌های نوین - صندوق توسعه تکنولوژی - دیگر صندوق‌ها و منابع مالی در سطح صنعت - وزارت نیرو - سازمان توسعه برق	<b>تأمین منابع مالی</b>
- پژوهشگاه نیرو - مرکز توسعه فناوری نیرو	<b>انسانی</b>
- شرکت توانیر - مدیریت شبکه	<b>مشروعیت‌بخشی</b>

## ۲-۱-۲- شناسایی مرحله توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی

مرحله توسعه هر نظام فناورانه بر اساس وضعیت ساختاری نظام توسعه فناوری و مجموعه‌ای از شاخص‌ها یا نشانه‌های تحقق مرحله توسعه تعیین می‌شود. این مراحل عبارتند از: پیش‌توسعه، توسعه، اوج‌گیری، سرعت‌گیری، تثبیت. نشانه‌های تحقق مراحل یا شاخص‌های تشخیص مرحله توسعه در جدول (۴-۶) ارائه شده است.

جدول (۴-۶): شاخص‌های شناسایی مرحله توسعه نظام نوآوری فناورانه

آیا نمونه اولیه از فناوری (محصول یا فرایند) ارائه شده است؟

بازیگران اصلی در این حوزه چه کسانی هستند؟ نقش دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی چیست؟ آیا شرکت‌های دانش‌بنیان به این حوزه وارد

شده‌اند؟ آیا دولت به این حوزه وارد شده است؟ نقش آن (سیاست‌گذاری، تنظیم‌گری و ...) چیست؟

آیا فناوری بدون حمایت‌های دولتی در بازار به صورت آزاد ارائه می‌شود؟

و یا: آیا بکارگیری انبوه فناوری (محصول یا خدمت) توجیه اقتصادی دارد؟

و یا: آیا بکارگیری انبوه فناوری (محصول یا خدمت) آغاز شده است؟

آیا شبکه‌های علمی و فناوری شکل گرفته‌اند؟ وضعیت آن‌ها چگونه است؟

وضعیت بازار چگونه است؟ در حال رشد یا به اشباع کامل رسیده است؟

نرخ ورود ارائه‌دهندگان فناوری چگونه است؟

نرخ کاهش قیمت فناوری چگونه است؟

نرخ فروش فناوری چگونه است؟

آیا انجمن‌ها و سندیکاهای مربوطه شکل گرفته‌اند؟

بر اساس سوالات فوق و وضعیت ساختاری نظام توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص، می‌توان مرحله توسعه این فناوری‌ها را مشخص کرد. برخی از فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی به سطح کاربردی رسیده‌اند ولی با توجه به گستردگی تجهیزات و پیشرفت‌های سریع فناوری‌های نوین در این حوزه، حجم گسترده‌ای از این فناوری‌ها همچنان نیاز به توسعه دارند. همچنین، دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی، هر چند به صورت پراکنده، از عمده‌بازندگان فعال در حوزه ارزیابی وضعیت قطعات نیروگاهی هستند و در توسعه این فناوری‌ها نقش عمده‌ای را ایفا می‌کنند. به علاوه، جدیداً، شرکت‌های دانش‌بنیان نیز علاوه بر مراکز پژوهشی و دانشگاه‌ها وارد این عرصه شده‌اند. از سوی دیگر، قوانین و مقررات نیز تا حدی در حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی در حال شکل‌گیری است؛ در حالی که شبکه‌های علمی و روابط بین افراد و شرکت‌های فعال در این حوزه همچنان به طور کامل شکل نگرفته است. این ویژگی‌ها در مصاحبه‌هایی که با خبرگان به منظور شناسایی چالش‌های پیش روی توسعه فناوری انجام شد، مورد بحث قرار گرفت. در نتیجه جمع‌بندی نظرات خبرگان (که در بخش ۲-۳ به تفصیل بیان می‌شوند)، می‌توان اینگونه استنباط کرد که فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی در مرحله «توسعه» قرار دارند. جمع‌بندی نتایج مصاحبه‌های انجام شده به صورت جدول (۴-۷) ارائه شده است. همچنین، قابل ذکر است که اسامی مصاحبه‌شوندگان نیز در بخش ۲-۳ آورده شده است.

جدول (۴-۷): مرحله توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی

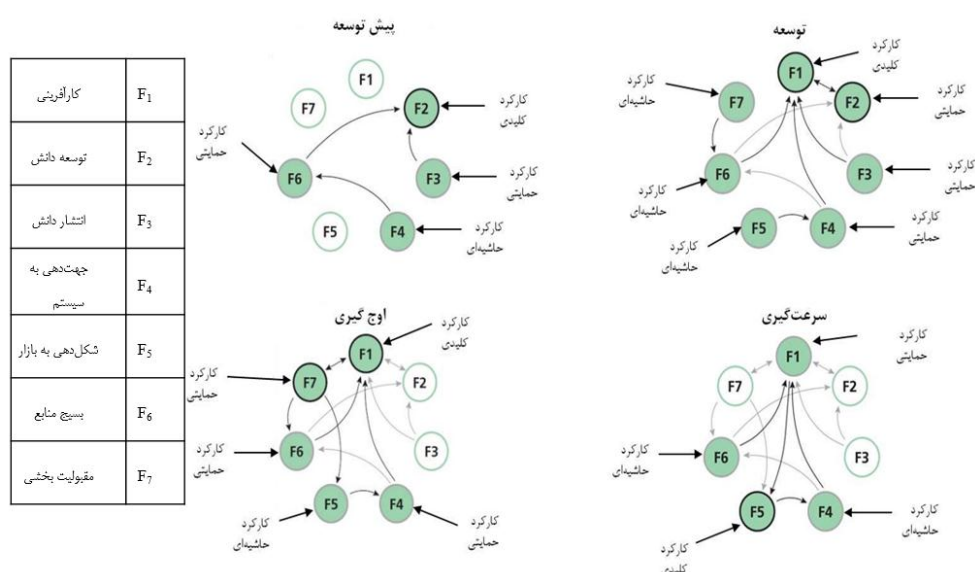
تثبیت	سرعت‌گیری	اوج‌گیری	توسعه	پیش‌توسعه	
<ul style="list-style-type: none"> <li>تمام بازیگران در این حوزه فناورانه به صورت فعال حضور دارند.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>تعداد رقibای حوزه توسعه فناوری به شدت افزایش می‌یابد.</li> <li>نقش بانک‌ها و مؤسسات دولتی پررنگ می‌شود.</li> <li>نقش دولت در تنظیم‌گری پررنگ می‌شود.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>انجمن‌ها و سندیکاها شکل گرفته‌اند.</li> <li>شرکت‌های دانش بنیان افزایش می‌یابند.</li> <li>نقش دولت در سیاست‌گذاری (قابل‌گری) پررنگ می‌شود.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>شرکت‌های دانش‌بنیان علاوه بر دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی، فعال می‌شوند.</li> <li>شرکت‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر در این حوزه ورود می‌کنند.</li> <li>نقش دولت در سیاست‌گذاری (حامله‌گری) پررنگ می‌شود.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>تعداد دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی کم است.</li> <li>نقش تسهیل‌گری دولت کم‌کم شکل می‌گیرد.</li> </ul>	بازیگران
<ul style="list-style-type: none"> <li>شبکه‌های علمی قوی وجود دارند.</li> <li>شبکه‌های صنفی قوی وجود دارند.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>شبکه‌های علمی وجود دارند.</li> <li>شبکه‌های صنفی در حال قوی شدن هستند.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>شبکه‌های علمی در حال قوی شدن است.</li> <li>شبکه‌های ضعیف صنفی کم‌کم شکل می‌گیرد.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>شبکه‌های ضعیف علمی شکل می‌گیرد.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>روابط فردی شکل گرفته است.</li> <li>شبکه‌های مربوط به فناوری وجود ندارند.</li> </ul>	تعاملات
<ul style="list-style-type: none"> <li>نهادهای سخت‌متنوعی وجود دارد.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>افزایش تنوع نهادها بسته به نیازها صورت می‌گیرد.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>نهادهای سخت‌متنوعی وجود دارد.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>نهادهای سخت‌متنوعی وجود دارد.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>نهادهای نرم‌متنوعی وجود ندارد.</li> </ul>	نهادهای
<ul style="list-style-type: none"> <li>زیرساخت‌های توسعه فناوری به حد اعلی خود رسیده است.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>زیرساخت‌های مادی کامل شده ولی زیرساخت‌های غیرمادی در حال شکل‌گیری است.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>زیرساخت‌های سخت‌افزاری شکل گرفته است و زیرساخت‌های نرم‌افزاری در حال شکل‌گیری است.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>زیرساخت‌های سخت‌افزاری فناوری در حال شکل‌گیری است.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>هیچ‌گونه زیرساخت فناوری وجود ندارد.</li> </ul>	زیرساخت‌ها

## ۲-۲- شناسایی وضعیت مطلوب توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در

### مناطق با اقلیم خاص

فرایند نوآوری یک فرایند تکاملی است و همیشه در حال تغییر و تحول است و نمی‌توان یک سیستم بهینه برای فرایند نوآوری تعریف کرد. لذا، هدف نظام را باید در طول این فرایند تعریف کنیم. هدف یک نظام نوآوری، انتقال نظام مورد نظر از یک مرحله توسعه به مرحله بعدی است. البته، باید توجه داشت که لزوماً مرحله بعدی وضعیت بهینه نیست و فقط توسعه نظام نوآوری مد نظر است.

نکته اصلی در اینجا نحوه انتقال از یک مرحله به مرحله دیگر است. کارکردهای هر مرحله به سه دسته کارکرد کلیدی، حمایتی و حاشیه‌ای تقسیم می‌شود. تحقق کارکرد کلیدی به منزله انتقال به مرحله بعدی است. شکل (۳-۴) مراحل توسعه و کارکردهای کلیدی، حمایتی و حاشیه‌ای مرتبط با هر مرحله را نشان می‌دهد.



شکل (۳-۴): مراحل توسعه و کارکردهای کلیدی، حمایتی و حاشیه‌ای

در بخش قبل مشخص شد که نظام توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مرحله «توسعه» قرار دارد. بر اساس شکل فوق، زمانی که سیستم در مرحله توسعه قرار داشته باشد و هدف ما رسیدن به مرحله بعدی نظام توسعه فناوری

باشد، هر ۷ کارکرد نظام نوآوری فناورانه باید محقق شوند. از این رو، در بخش بعدی فرایند تدوین اقدامات و سیاست‌ها، چالش‌های مرتبط با هر یک از ابعاد ساختاری در این ۷ کارکرد شناسایی می‌شود.

## ۲-۳- شناسایی چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در

### مناطق با اقلیم خاص

به منظور تدوین اقدامات و سیاست‌های مورد نیاز در سند توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص، چالش‌های مربوط به هر یک از ابعاد ساختاری نظام نوآوری فناورانه شامل بازیگران، تعاملات، نهادها و زیرساخت‌ها، در هر یک از کارکردهای نظام نوآوری فناورانه شامل کارآفرینی، خلق و توسعه دانش، انتشار دانش، جهت‌دهی به سیستم، شکل دهی به بازار، بسیج منابع و مشروعیت بخشی از سوی تعدادی از متخصصان این حوزه شناسایی شد. در این فصل، در ابتدا، خلاصه‌ای از نظرات خبرگان بیان می‌شود و سپس چالش‌های توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص در هر یک از کارکردها دسته‌بندی می‌گردد. در ادامه، اقدامات و سیاست‌های لازم برای رفع این چالش‌ها ارائه شده است.

به منظور تعیین چالش‌های پیش‌روی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص، با ۸ نفر از متخصصان صنعتی، دانشگاهی و سیاست‌گذاران مختلف، مصاحبه‌هایی صورت گرفت و از نتایج این مصاحبه‌ها برخی از مشکلات توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص استخراج شد. اسامی افرادی که با آنها مصاحبه شده است، به شرح زیر است:

۱. دکتر هاشم علیپور (مدیر فنی انتقال توانیر)
۲. دکتر حمید جوادی (عضو هیئت علمی دانشگاه صنعت آب و برق شهید عباسپور)
۳. مهندس غلامرضا نعمتی (کارشناس بازنشسته شرکت توزیع نیروی برق استان هرمزگان)
۴. مهندس محمد اسکویی (رئیس پژوهشکده کنترل و ابزار دقیق پژوهشگاه نیرو)
۵. مهندس صفر فرضعلی‌زاده (رئیس پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو پژوهشگاه نیرو)
۶. دکتر مجتبی گیلوانژاد (مدیر پژوهشی گروه خط و پست پژوهشکده انتقال و توزیع پژوهشگاه نیرو)
۷. مهندس روزبه بهزادی (کارشناس پژوهشی گروه فشار قوی پژوهشگاه نیرو)



۸. مهندس سیامک ایبزی (مسئول آزمایشگاه فشار قوی پژوهشگاه نیرو)

در جداول (۴-۸) تا (۴-۱۵) به ترتیب به بیان نظرات افراد پرداخته می‌گردد.

جدول (۴-۸): چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص از نظر دکتر هاشم

علیپور

سؤال	نظر خبره
مشکلات پیش رو برای کارآفرینی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	شرکت‌های فعال در این حوزه، از تجهیزات مناسب برخوردارند؛ ولی در صورت تغییر در مواد اولیه، یا تقاضا برای تولید تجهیزات نوین، این شرکت‌ها ناتوان می‌باشند. در حال حاضر، دیگر دولت از تاسیس شرکت‌های تولیدی در این حوزه حمایت نمی‌کند.
مشکلات پیش رو برای خلق و توسعه دانش در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	دانش تولید شده در دانشگاه‌ها معمولاً به درد صنعت نمی‌خورد؛ زیرا پروژه‌های دانشگاه‌ها معمولاً بر اساس نیازسنجی‌های صنعت انجام نمی‌شود. همچنین، پروژه‌های دانشگاهی اکثراً انسجام لازم را ندارد و به صورت گسسته و پراکنده انجام می‌شوند. مطمئناً اگر پروژه‌های قوی و کاربردی در دانشگاه انجام شود، صنعت از انجام آن پروژه‌ها حمایت می‌کند.
مشکلات پیش رو برای انتشار دانش در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	فلسفه انتشار مقالات در خارج از کشور این است که وقتی کاری کاملاً تمام شد و دیگر قصد ادامه آن را نداشتیم، آنگاه باید مقالات آن کار را منتشر کنیم و انتشار بیهوده و بی‌موقع مقالات خیلی راه‌گشا نخواهد بود. برای انتشار دانش باید مقالاتی منتشر شود که هم دارای نوآوری علمی باشد و هم کاربرد صنعتی داشته باشد. در مورد چاپ مقالات نیز مهم نیست که مقالات در ژورنال‌های آی اس آی چاپ شود یا داخلی، بلکه به جای این مقالات اجرای پروژه صنعتی می‌تواند راه‌گشا تر باشد که متأسفانه این مهم اصلاً انجام نمی‌گیرد. حضور اساتیدی از صنعت در دانشگاه‌ها به عنوان داور پایان‌نامه‌ها و مشاوران انجام پروژه‌های تحقیقاتی می‌تواند هم به تولید دانش و هم به بهبود ارتباط بین صنعت و دانشگاه کمک کند.
مشکلات پیش رو برای جهت‌دهی به سیستم برای توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	جهت‌دهی باید به گونه‌ای صورت گیرد که تعداد پروژه‌ها، شرکت‌ها و یا طرح‌های تحقیقاتی به تعداد کافی انجام شود. نه افراط و نه تفریط نباید در جهت‌دهی صورت گیرد. اطلاعات کلی در رابطه با نقاط ضعف یا قدرت شبکه برق وجود دارد. بر طبق این معضلات می‌توان تحقیقات و پروژه‌های تحقیق و توسعه را جهت‌دهی کرد.

نظر خبره	سؤال
<p>مشتریان برای خرید تجهیزات مورد نیاز خود، گزینه‌های انتخاب (داخلی و خارجی) دارند و در صورتی که شرکت‌های داخلی نتوانند کیفیت لازم را تامین کنند، مشتریان مختارند که از تولیدکنندگان خارجی تجهیزات را تهیه کنند.</p> <p>سندیکا و یا کنسرسیوم قوی تا کنون برای شکل‌دهی بازار فناوری‌های تجهیزات فشار قوی تشکیل نشده است و این وظیفه سندیکای صنعت برق است که این عملیات را سازماندهی کند.</p>	
<p>برخی از تجهیزات به دلیل حمایت از ساخت داخل تعرفه گمرکی دارند و مقدار این تعرفه گمرکی از طریق یک سازوکار مشخص با توجه به میزان نیاز آن تجهیز خاص تغییر می‌کند. این سازوکار رقابت‌پذیری را در بازار بالانس می‌کند.</p> <p>به منظور حمایت از تولید داخلی قوانین تنبیهی وجود دارد که برق منطقه‌ای‌ها بر طبق آن قوانین باید سعی کنند تا تجهیزات خود را بیشتر از تولیدکنندگان داخلی تهیه کنند.</p> <p>حمایت دولتی در مناقصه‌ها برای شرکت‌های دولتی وجود ندارد و بازار کاملاً رقابت‌پذیر است؛ ولی دولت در راستای برخورد با تخلفات و بدقولی‌های شرکت‌های تولیدکننده داخلی و خارجی، مزایای بیشتری را به شرکت‌های داخلی می‌دهد.</p> <p>شرکت‌های خصوصی از نحوه مبادلات و بازار شرکت‌های دیگر کاملاً اطلاع دارند ولی با این حال نیاز به وجود یک صنف یا سندیکا در این حوزه هنوز حس می‌شود.</p>	<p>مشکلات پیش روی شکل‌دهی به بازار فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟</p>
<p>حمایت مالی از شرکت‌های خصوصی توسط دولت انجام نمی‌شود و این شرکت‌ها هستند که باید با تحقیق و توسعه و بازاریابی درآمدزایی داشته باشند. به همین منظور شرکت‌ها باید نیم‌نگاهی نیز به بازارهای جهانی داشته باشند.</p> <p>مراکز تحقیقاتی باید بودجه خود را از وزارت نیرو تامین کنند و توانیر صرفاً پروژه‌های اجرایی را انجام می‌دهد. به علاوه، حمایت‌های مالی صرفاً باید از پروژه‌های تحقیقاتی حمایت کنند و تخصیص بودجه به منظور تقویت قسمت تحقیق و توسعه شرکت‌ها کار اشتباهی است.</p> <p>در موضوع تامین و حمایت‌های مالی، ارتباط خاصی بین مراکز حمایت‌کننده وجود ندارد. همچنین، هیچگونه قانون الزام‌آوری نیز در این رابطه وجود ندارد.</p> <p>حضور موسسات آموزش آزاد، برگزاری دوره‌های آموزشی توسط صنعت و دوره‌های مشترک صنعت و دانشگاه می‌تواند راهکار مفیدی در راستای تربیت نیروی انسانی باشد.</p>	<p>مشکلات پیش روی تامین منابع مالی و انسانی توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟</p>

سؤال	نظر خبره
مشکلات پیش روی مشروعیت‌بخشی به فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	<p>در کارکرد مشروعیت‌بخشی باید به این نکته توجه کنیم که امروزه با توجه به حساسیت بیشتر تجهیزات شبکه نسبت به گذشته، مدیران نسبت به استفاده از تجهیزات نوین تا حدودی ریسک‌گریزند.</p> <p>کمیته‌ای به عنوان کمیته عایق‌ها وجود دارد که وظیفه آن، اطلاع‌رسانی به مدیران، مشاورین و متخصصان در رابطه با تجهیزات عایقی است. لذا، در راستای افزایش مشروعیت استفاده از این تجهیزات اقداماتی صورت گرفته است.</p> <p>به طور کلی می‌توان گفت که مدیران آگاهی لازم را در رابطه با استفاده از تجهیزات نوین و استفاده از شرکت‌های بومی دارند ولی به تولیدکنندگان داخلی اعتماد ندارند. راه حل این موضوع می‌تواند استفاده از TypeTest‌ها باشد که تولیدکنندگان داخلی از این طریق به مدیران معرفی شوند و کیفیت آنها نیز مشخص شود.</p>

جدول (۴-۹): چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص از نظر دکتر حمید جوادی

سؤال	نظر خبره
مشکلات پیش رو برای کارآفرینی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	<p>شرکت‌های فعال در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی اکثراً مونتاژکار هستند و تمامی قسمت‌های تجهیزات را خودشان تولید نمی‌کنند. همچنین، برای هر کدام از تجهیزات تنها یک شرکت خاص فعالیت می‌کند و مشتریان قدرت انتخاب ندارند و به دلیل عدم همکاری این شرکت‌ها با هم و همچنین عدم وجود دانش رایج به سایر تجهیزات در شرکت‌ها، پیشرفت زیادی در این شرکت‌ها صورت نمی‌گیرد. به گونه‌ای که اگر مشتریان نوع متفاوتی از تجهیزات را طلب کنند، شرکت‌های تولیدی توانایی تامین نیاز آنها را نخواهند داشت. تعداد شرکت‌های داخلی، از آنجا که معمولاً تقاضای انبوه در بازار نیست، کفاف تقاضای بازار را می‌دهد. همچنین، قوانینی بر شرکت‌های فعال در این حوزه حاکم نیست.</p>
مشکلات پیش رو برای خلق و توسعه دانش در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	<p>با توجه به زیرساخت‌ها و قوانین حاکم بر دانشگاه‌ها، خلق دانش در این مراکز کمی سخت است. همچنین، بوروکراسی اداری، محدودیت بودجه، کوتاه بودن دوره‌های آموزشی دانشگاهی و ... باعث می‌شود که خلق دانش در دانشگاه‌ها به درستی انجام نشود.</p> <p>به طور کلی وجود قوانین آموزشی و الزام دانشگاه‌ها به اتمام دوره در زمان و شرایط خاص و نبود زیرساخت‌ها و آزمایشگاه‌های مناسب باعث کاهش خلق دانش کاربردی در دانشگاه‌ها می‌شود.</p> <p>ارتباط بین دانشگاه‌ها در حوزه تجهیزات فشار قوی نسبتاً ضعیف است و به همین دلیل خیلی اوقات موازی‌کاری در دانشگاه‌های مختلف رخ می‌دهد و امکان هم‌افزایی در دانشگاه‌ها وجود ندارد.</p>

سؤال	نظر خبره
مشکلات پیش رو برای انتشار دانش در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	شرکت‌ها دانش را به عنوان ثروت خود می‌دانند و مایل به انتشار آن نیستند. با این حال، کنفرانس‌های کاملاً تخصصی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی در صورتی که به صورت مستمر ادامه یابند، می‌توانند به انتشار دانش کمک کنند. همچنین، متأسفانه عرف بر این است که مقالات در نشریات خارجی چاپ شود و نمی‌توان مانع این طرز تفکر شد. لذا، باید وجاهت علمی و قانونی نشریات داخلی افزایش یابد. این امر می‌تواند توسط اساتید و یا دانشگاه‌ها انجام شود.
مشکلات پیش رو برای جهت‌دهی به سیستم برای توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	متأسفانه برنامه هدفمندی برای جهت‌دهی به سیستم مطالعات در حوزه تجهیزات فشار قوی انجام نشده است. اگر این مهم انجام شود می‌تواند بسیار مثمر ثمر باشد. همچنین، نبودن یک پایگاه اطلاعاتی جامع، باعث عدم افزایش دانش نسبت به مشکلات سیستم و عدم ترغیب مدیران به جهت‌دهی تحقیقات به سمت تجهیزات فشار قوی می‌شود.
مشکلات پیش روی شکل‌دهی به بازار فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	از آنجا که شرکت‌های داخلی تقریباً بی‌رقیب هستند، بازار این فناوری‌ها به صورت رقابت با شرکت‌های خارجی تشکیل می‌شود.
مشکلات پیش روی تأمین منابع مالی و انسانی توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	فعالیت‌های دانشگاه‌ها فقط محدود به ایجاد یک بستر مناسب برای شروع تربیت نیروی انسانی متخصص است و نه تربیت نیروی متخصص. در دوره‌های دانشگاهی فقط دامنه تحقیقات و دانش عمومی افراد زیاد می‌شود و دانش تخصصی و تجربه کافی به دانشجویان انتقال نمی‌یابد. درس اصول مهندسی فشار قوی در مقطع کارشناسی رشته مهندسی برق ارائه می‌شود ولی در این درس، بیشتر مباحث کلی و عمومی این حوزه معرفی می‌شوند و کاربردی نیستند و تنها دانش کمی به دانشجو منتقل می‌کند. نمی‌توان از این دانشجویان انتظار داشت که تخصص کافی را با گذراندن این دروس بدست آورند. اساتید دانشگاه معمولاً دانش تجربی در حوزه تجهیزات فشار قوی را ندارند، لذا، ممکن است دانشجویان از کلاسهای آنها استقبال نکنند. به همین دلیل، دوره‌های آموزش آزاد که توسط شرکت‌های فعال در این حوزه برگزار می‌شود و یا برگزاری دوره برای متخصصان صنعتی توسط خود صنعت می‌تواند مفید باشد. به دلیل متغیر بودن نیازهای صنعت، دانشگاه نمی‌تواند خودش را همیشه با صنعت هماهنگ کند و درست این است که دانشگاه‌ها به دنبال تغییرات اینچنینی نباشند. دانشگاه‌ها صرفاً باید زمینه را برای ارائه آموزش‌های تخصصی فراهم کنند.

<p>مستقل عمل کردن برق‌های منطقه‌ای باعث شده است که دانش و فهم مدیریتی بین برق‌های منطقه‌ای انتقال نیابد و سرعت دانش‌افزایی بین این مراکز کاهش یابد.</p> <p>استنباط من این است که مدیران نباید مسائل این حوزه را دنبال کنند، بلکه مهندسان و مدیران میانی وظیفه تسهیم بودجه و اولویت‌بندی تحقیقات را بر عهده دارند. بحث دانش روز ممکن است مرتبط با مشکلات جاری شرکت‌ها نباشد، در حالیکه مدیران معمولاً دنبال مشکلات جاری هستند. باید بخشی متولی توجه به دانش‌های نوین باشد مثل بخش تحقیق و توسعه. در این راستا، انجام مطالعات امکان‌سنجی و اقتصادسنجی توسط مدیران میانی و ارائه آنها به مدیران بالادستی می‌تواند بسیار مفید باشد.</p>	<p>مشکلات پیش روی مشروعیت‌بخشی به فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟</p>
---	---

جدول (۴-۱۰): چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص از نظر مهندس غلامرضا نعمتی

سؤال	نظر خبره
<p>مشکلات پیش رو برای کارآفرینی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟</p>	<p>نبود نقشه راه و عدم جهت‌دهی به ایده‌ها یکی از بزرگترین مشکلات است و نبود واحد تحقیق و توسعه در شرکت‌های فعال در حوزه تجهیزات فشار قوی یکی دیگر از معضلات است. همچنین، قوانینی در راستای ملزم کردن شرکت‌های اجرایی به تشکیل واحد تحقیق و توسعه وجود ندارد.</p>
<p>مشکلات پیش رو برای خلق و توسعه دانش در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟</p>	<p>باید ارتباط بین صنعت و دانشگاه از بالا حمایت شود و نظارت نیز بر روی نحوه تخصیص بودجه به پروژه‌های دانشگاهی و صنعتی وجود داشته باشد.</p> <p>دانشگاه پژوهش‌محور نیست و همچنان آموزش‌محور است. همچنین، دانشگاه‌ها کارآفرین‌محور نیز نیستند؛ یعنی فعالیتهای آموزشی خود را به پروژه‌های کاربردی تبدیل نمی‌کنند. در نتیجه، وجود یک قطب علمی که بتواند اولویت‌های تحقیقاتی را تعیین کند و مطالعات را جهت دهد می‌تواند به تولید علم بسیار کمک کند. از سوی دیگر، تدوین قوانینی که شرکت‌ها و مراکز صنعتی را مجبور به همکاری با دانشگاه کند، بسیار مفید است.</p>
<p>مشکلات پیش رو برای انتشار دانش در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟</p>	<p>انتشار نشریه تخصصی که مقالات تجربی و کاربردی را منتشر کند می‌تواند مفید باشد. ولی متأسفانه بودجه خلق و انتشار تحقیقات بودجه جاری است و به همین دلیل به موضوعات دیگر تخصیص می‌یابد. این بودجه باید به صورت مشخص به انتشار دانش تعلق یابد.</p>
<p>مشکلات پیش رو برای جهت‌دهی به سیستم برای توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟</p>	<p>وجود دستگاه‌های ارزیابی و ممیزی بسیار مهم است. همین‌طور که وجود نقشه راه در این حوزه ضروری است.</p>
<p>مشکلات پیش روی شکل‌دهی به بازار فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟</p>	<p>نظری ندارم.</p>

سؤال	نظر خبره
مشکلات پیش روی تأمین منابع مالی و انسانی توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	عدم استفاده از خدمات شرکت‌های خارجی و عدم استفاده از دانش مهندسين خارجی یکی از مشکلات این حوزه است. امنیت شغلی و عدم وابستگی درآمد به نتیجه باعث می‌شود که نیروی انسانی انگیزه‌ای برای انجام کار خوب نداشته باشد و گرنه ما نیروی انسانی خوب زیاد داریم. منابع مالی را باید سرمایه‌گذاران تأمین کنند. پس، وزارت نیرو و توانیر باید متخصص بازاریابی داشته باشد. باید بنگاه‌هایی مانند شرکت‌های دانش‌بنیان وجود داشته باشند که وظیفه برقراری ارتباط بین شرکت‌های مجری و ارگان‌های بالادستی را بر عهده داشته باشند.
مشکلات پیش روی مشروعیت‌بخشی به فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	باید قوانین الزامی تدوین شود تا مدیران را ملزم به رعایت برخی موازین کند و کم کم فرهنگ را نهادینه سازد.

جدول (۴-۱۱): چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص از نظر مهندس محمد اسکویی

سؤال	نظر خبره
مشکلات پیش رو برای کارآفرینی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	فعلا شرکت جدیدی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی وارد نشده است زیرا پروژه‌های عمرانی جدید در کشور تعریف نمی‌شود و تولید تجهیزات فشار قوی خیلی رشدی نکرده است. به همین دلیل، شرکت‌های جدید تمایلی برای ورود به این حوزه ندارند. از طرفی، مشاوران برق‌های منطقه‌ای در تعیین کمپانی‌های طرف قرارداد با برق‌های منطقه‌ای خیلی موثر هستند؛ ولی از آنجا که مشاوران معمولا ریسک‌پذیر نیستند ترجیح می‌دهند که از همان تولیدکنندگان قبلی تجهیزات را تهیه کنند. کیفیت کار تولیدکنندگان همیشه مطلوب نیست؛ ولی از آنجا که بازار این حوزه اصلا رقابتی نیست، صنعت برق فعلا چاره‌ای به جز قبول کردن این تجهیزات بی کیفیت ندارد.
مشکلات پیش رو برای خلق و توسعه دانش در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	اکثر پروژه‌های دانشگاهی به صورت هدفمند و سلسله‌وار نیستند. از این رو، دانش مورد نیاز صنعت تولید نمی‌شود. اگر پروژه‌ای هم در دانشگاه‌ها انجام شود، به صورت پروژه منفعل است و پروژه‌ها به صورت کارهای تیمی و متصل انجام نمی‌شود. همچنین، از آنجا که در دانشگاه‌ها حرف استاد مهم است و نه نتیجه کار، تحقیقات دانشگاهی اکثرا به دنبال جلب رضایت اساتید هستند و به دنبال انجام کار درست نیستند. به علاوه، علم فشار قوی نه تنها نیاز به دانش تئوری دارد، بلکه نیاز مبرم به تجربه نیز دارد و دانشگاه به تنهایی نمی‌تواند در این حوزه موفق باشد زیرا اساتید باتجربه در دانشگاه‌های کشور بسیار کم تعداد هستند.

سؤال	نظر خبره
مشکلات پیش رو برای انتشار دانش در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	تشکیل هسته‌های پژوهشی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی می‌تواند به خلق و انتشار دانش کمک کند. برخی شرکت‌ها همانند ایران ترانسفو تحت لیسانس و تحت نظر شرکت‌های خارجی همچون زیمنس کار میکنند. به همین دلیل، نمی‌توانند نشر دانش را براحتی انجام دهند. ولی برخی مراکز همچون پژوهشگاه نیرو در صورت موافقت کارفرماهایشان می‌توانند دانش را انتشار دهند. برای انتشار دانش نیز باید همایش‌ها، سمینارها و کنفرانس‌های تخصصی برگزار شود؛ در حالیکه امروزه این موضوعات خیلی دنبال نمی‌شود و مبحث تجهیزات عایقی فشار قوی نیز در دانشگاه‌ها فقط در حد یک پاراگراف تدریس می‌شود.
مشکلات پیش رو برای جهت‌دهی به سیستم برای توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	جهت‌دهی به سیستم می‌تواند به صورت خریداری یا پیش‌خرید کردن برخی تولیدات یا تحقیقات مراکز تولیدی یا تحقیقاتی و یا به صورت حمایت از تحقیقات در صورت ارائه نتیجه باشد. این حمایت‌ها می‌تواند توسط توانیر و وزارت نیرو صورت گیرد. مثلاً توانیر می‌تواند اعلام کند که باید مثلاً در ۸۰ درصد تجهیزاتی که قرار است امسال نصب شوند، پست نوری نصب شود. ولی توانیر این کار را نمیکند. برخی سیاست‌های دیگر مانند ارائه تسهیلات گمرکی، اعطای زمین در شهرک صنعتی و .. نیز می‌تواند به تحقیقات و تولید در حوزه تجهیزات فشار قوی کمک کند.

ادامه جدول (۴-۱۱): چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص از نظر مهندس محمد اسکویی

سؤال	نظر خبره
مشکلات پیش روی شکل‌دهی به بازار فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	در حوزه تجهیزات فشار قوی نوآوری بسیار زیادی می‌توان انجام داد ولی در هنگام تجاری‌سازی، از آنجا که این تجهیزات در شرایط فشار قوی کار میکنند و به دلایل ایمنی باید استانداردهای سختی را پاس کنند، تجاری‌سازی این نوآوری‌ها کار ساده‌ای نخواهد بود. همچنین، بازار این فناوری‌ها تقریباً مشخص است و در اختیار برخی شرکت‌های قدیمی و تحت لیسانس است که همه آنها به صورت تک‌قطبی هستند و یک یا چند تجهیز خاص را تولید می‌کنند. به طور کلی، کار در حوزه تجهیزات فشار قوی سخت است و سوددهی نیز به صورت بلندمدت است و سوددهی کوتاه‌مدت وجود ندارد و حمایت مالی نیز از این حوزه نمی‌شود. همچنین، مشتری این حوزه مشتری خاص و تک‌قطبی است. به همین دلایل، بازار این حوزه بدون حمایت دولت شکل نمی‌گیرد.

سؤال	نظر خبره
مشکلات پیش روی تأمین منابع مالی و انسانی توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	در کشورهای دیگر برای کارهای تحقیقاتی صدقه می‌دهند. مثلاً برای تحقیقات در مورد سرطان از بین مردم پول جمع می‌کنند. در نتیجه، از آنجا که مردم با پرداخت کمک هزینه برای تحقیقات ارزش قائل می‌شوند، دولت نیز برای انجام تحقیقات ارزش قائل است. ولی در ایران تحقیقات جزء مسائل دسته دوم و فانتزی زندگی قرار می‌گیرد. از آنجا که در دانشگاه‌ها فقط دانش تئوری را به دانشجویان انتقال می‌دهند، فارق‌التحصیلان دانشگاه‌ها بیشتر دانشمند هستند تا مهندس! و این افراد باید چند وقت در صنعت کار کنند تا تبدیل به مهندس باتجربه و نیروی کار ماهر شوند. همچنین، دروس دانشگاهی نیز در صورتی می‌تواند برای دانشجویان موثر باشد که به صورت کارگاهی ارائه شوند.
مشکلات پیش روی مشروعیت‌بخشی به فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	معمولاً در بین مدیران رده پایین اطلاعات در مورد مشکلات وجود دارد ولی قدرتی در اختیار آنها نیست؛ در حالی که مدیران رده بالا که دارای قدرت هستند اطلاع دقیقی از مشکلات ندارند. انجام محاسبات فنی و اقتصادی و ارائه آنها به مدیران رده بالا می‌تواند به رفع این مشکل کمک کند. برق منطقه‌ای‌های مختلف ارتباط مناسبی با هم ندارند و تنها مرکز ارتباط آنها با یکدیگر شرکت توانیر و جلسات برگزار شده در آن است. از این رو، برق‌های منطقه‌ای تنها زمان‌هایی که مشکل پیش می‌آید با یکدیگر همکاری می‌کنند و آینده‌نگری ندارند. برای ایجاد مشروعیت در بین مدیران باید یک فرآیند تعریف شود بدینگونه که ابتدا یک سیستم دریافت بازخورد در برق‌های منطقه‌ای ایجاد شود و با استفاده از این بازخوردها مشکلات برای مدیران مشخص شود و بر طبق مشکلات تعیین شده تصمیم‌گیری گردد.

جدول (۴-۱۲): چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص از نظر مهندس صفر فرضعلی‌زاده

سؤال	نظر خبره
مشکلات پیش رو برای کارآفرینی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	تعداد شرکت‌های فعال در این حوزه کفاف تقاضای بازار را نمیدهد. در ولتاژهای پایین تعداد شرکت‌های فعال راضی‌کننده است ولی در مباحث فشار قوی تعداد مناسب نیست. مشتریان فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی اکثراً برق منطقه‌ای‌ها هستند. همچنین، زیرساخت‌های تکنولوژیک این شرکت‌ها اصلاً مناسب نیست. حمایت مالی دولت از شرکت‌های نوپا و اعطای تسهیلات به آنها می‌تواند قدم بزرگی در راستای ورود شرکت‌ها به این حوزه باشد. همچنین، در این کارکرد هیچگونه قانونی وجود ندارد و تدوین قوانین مورد نیاز می‌باشد.
مشکلات پیش رو برای خلق و توسعه دانش در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	یکی از مشکلات اصلی توسعه دانش، عدم وجود واحد تحقیق و توسعه در شرکت‌های فعال در حوزه تجهیزات فشار قوی است. همچنین، حمایت از توسعه و خلق دانش در پژوهشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی انجام می‌گیرد ولی در شرکت‌های تولیدی این حمایت‌ها نقشی ندارند. زیرساخت‌های مورد نیاز برای توسعه دانش در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی اکثراً وجود ندارد. تاسیس قطب‌های علمی و آزمایشگاه‌های مجهز می‌تواند این مشکل را رفع کند. تحقیقات دانشگاهی اکثراً کوتاه مدت بوده و می‌خواهند که سریعاً به جواب برسند؛ همین امر موجب کاهش اثربخشی تحقیقات می‌گردد.



سؤال	نظر خبره
مشکلات پیش رو برای انتشار دانش در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	دانشگاه در پیاده‌سازی و تجاری‌سازی ایده‌های خود موفق نبوده است و تحقیقاتش فقط در حد تئوری باقی می‌ماند. همچنین، در کنفرانس‌ها و همایش‌ها تحقیقات انجام شده به صورت دقیق ارائه نمی‌شود و فقط کلیت مقالات ارائه می‌گردد. کنفرانسی تحت عنوان کنفرانس مقرردها و خطوط وجود دارد ولی در مورد سایر تجهیزات کنفرانسی وجود ندارد زیرا دانش موجود در کشور در سایر تجهیزات به حد برگزاری کنفرانس نرسیده است.
مشکلات پیش رو برای جهت‌دهی به سیستم برای توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	جهت‌دهی باید توسط برق منطقه‌ای‌ها صورت گیرد که معمولاً انجام نمی‌شود.
مشکلات پیش روی شکل‌دهی به بازار فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	مشکلات پیش روی شکل‌دهی به بازار فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟ نظری ندارم.
مشکلات پیش روی تأمین منابع مالی و انسانی توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	بودجه مربوط به تحقیقات در این حوزه توسط توانیر و وزارت نیرو تأمین می‌شود و میزان این بودجه تقریباً کافی می‌باشد. در مورد منابع انسانی نیز مهندسين برق بسیار زیاد هستند ولی در حوزه تجهیزات فشار قوی متخصص زیادی وجود ندارد. موسسات خصوصی آموزش آزاد در حوزه تجهیزات فشار قوی به دلیل نداشتن زیرساخت‌ها نمی‌توانند در این زمینه موفق باشند و یکی از راه‌های تربیت نیروی انسانی برگزاری دوره‌های تخصصی توسط شرکت‌ها و مراکز پژوهشی فعال در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی است.
مشکلات پیش روی مشروعیت‌بخشی به فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	نیازهای اصلی شرکت‌ها فعلاً در ردیف تخصیص بودجه قرار دارد. پس، مدیران به فکر آینده نمی‌افتند. تنها بودجه‌ای که به مشکلات آینده تخصیص می‌گیرد همان بودجه تحقیقات است که فعلاً تجهیزات عایقی فشار قوی در این بودجه خیلی سهمی ندارد.

جدول (۴-۱۳): چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص از نظر دکتر مجتبی گیلوانژاد

سؤال	نظر خبره
مشکلات پیش رو برای کارآفرینی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	معمولاً با توجه به شرایط اقتصادی کشور، بحث تولید تجهیزات موضوع سودآوری نیست. به همین دلیل، کارآفرینان علاقه‌ای به ورود به این حوزه احساس نمی‌کنند. همچنین، ارزان بودن محصولات خارجی و عدم سودآوری اولیه در صورت ورود به حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی، کارآفرینان را از ورود به این حوزه دلسرد کرده است. هر چند زیرساخت‌های مناسب جهت ورود شرکت‌ها به حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی مهیا است ولی عدم وجود حمایت مالی از سوی ارگان‌های مرتبط باعث می‌شود تا شرکت‌های کوچک نتوانند وارد این حوزه شوند. همچنین، در زمینه حمایت از شرکت‌های فعال در این حوزه نیز هیچگونه قانونی وجود ندارد.
مشکلات پیش رو برای خلق و توسعه دانش در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	در حال حاضر شرکت‌هایی در حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی فعال هستند و کیفیت کار آنها نیز مورد قبول است ولی تعداد این شرکت‌ها در برخی فناوری‌های خاص همچون فناوری‌های ریکلوزر، GIS، GIL و ... بسیار کم است و نیاز به ورود شرکت‌ها به این حوزه‌ها بسیار احساس می‌شود. ولی در برخی فناوری‌ها مانند فناوری‌های تولید مقررده تقریباً خودکفا هستیم. به طور کلی در مورد فناوری‌های نوین، شرکت‌های فعال چندان قدرتمند نیستند.
مشکلات پیش رو برای خلق و توسعه دانش در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	خلق دانش در دانشگاه‌ها به تعداد مناسب صورت می‌گیرد ولی دانش ایجاد شده در این مراکز از کیفیت مناسبی برخوردار نیست. می‌توان کیفیت تحقیقات دانشگاهی را از طریق ایجاد پروسه‌های نظارت قوی بر روی تحقیقات دانشگاهی ارتقاء داد. زیرا، معمولاً مشکلات به صورت درست به

<p>دانشگاه‌ها انتقال نیابد و دانشگاه‌ها نیز تحقیقات خود را با کیفیت مناسبی تحویل نمی‌دهند. ارتباطات بین دانشگاه‌ها و همچنین ارتباط با صنعت دانشگاه‌ها در فیلد شبکه‌های برق قدرت به نظر مناسب است ولی این ارتباطات بیشتر در دانشگاه‌های تهران نمود پیدا کرده است. در حال حاضر وظیفه ارتباط بین دانشگاه‌ها و صنعت را دفتر تحقیقات صنعت بر عهده دارد که متأسفانه پروژه‌های ابلاغی از سوی دفتر تحقیقات به دانشگاه‌ها تا حد زیادی جنبه تشریفاتی دارد و پروژه‌ها به درستی تعیین نمی‌شوند. به علاوه، قانون مشخصی برای انجام مطالعات تحقیقاتی در مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها یا وجود ندارد و یا اصلاً به آن عمل نمی‌شود.</p>	
<p>دانش هر شرکت به صورت دارایی شرکت تلقی می‌شود و انتقال دانشی بین شرکت‌ها صورت نمی‌گیرد. بلکه روابط موجود برای انتقال دانش بیشتر به صورت فردی است. بهترین راه حل تبادل دانش می‌تواند ایجاد یک شبکه متخصصین به منظور به اشتراک‌گذاری دانش بین متخصصان این حوزه باشد. در حالیکه برگزاری کنفرانس‌ها و همایش‌ها خیلی نمیتواند مثمر ثمر باشد. چاپ نشریه تخصصی در حوزه تجهیزات فشار قوی نیز می‌تواند مفید باشد.</p>	<p>مشکلات پیش رو برای انتشار دانش در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟</p>

ادامه جدول (۴-۱۳): چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص از نظر دکتر مجتبی گیلوانژاد

نظر خبره	سؤال
<p>مشکل حال حاضر انتشار دانش، عدم وجود دبیرخانه و یا مرکز مدیریت کنفرانس‌ها است. وگرنه برگزاری کنفرانس به خودی خود نمیتواند کمکی به انتشار دانش کند. همچنین، عدم ارزش قائل بودن برای مقالات فارسی باعث شده است که اکثر تحقیقات به سمت چاپ مقالات آی اس آی پیش برود و محققین صنعتی در عوض علاقه به مطالعه مقالات فارسی داشته باشند. از این رو، معمولاً دانش به درستی به دست محققین صنعتی نمیرسد.</p>	
<p>معمولاً وظیفه جهت دادن به سیستم را وزارت نیرو و توانیر از طریق ابلاغ آیین‌نامه‌های اجرایی بر عهده دارند. ولی این آیین‌نامه‌ها اکثراً شامل الزامات عملیاتی هستند و از سیاست‌های تشویقی یا تنبیهی صحبتی به میان نمی‌آورند. همچنین، وجود سندیکا، ستاد یا انجمن‌های تصمیم‌گیری نیز می‌تواند در راستای جهت‌دهی به سیستم بسیار مفید باشد.</p>	<p>مشکلات پیش رو برای جهت‌دهی به سیستم برای توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟</p>
<p>در این حوزه انحصار بازار وجود دارد بازار این فناوری‌ها همچنان رقابتی نیست. البته بازار این فناوری‌ها دولتی نیست ولی وجود شرکت‌های خصوصی قدرتمند اجازه ورود شرکت‌های کوچکتر به بازار را نمی‌دهد. تغییر تعرفه گمرکی برای ورود تجهیزات عایقی فشار قوی می‌تواند تاثیر بسزایی در کنترل بازار داشته باشد. همچنین، حمایت مالی دولت از شرکت‌های نوپا نیز می‌تواند به پویایی هر چه بیشتر بازار این فناوری‌ها کمک کند.</p>	<p>مشکلات پیش روی شکل‌دهی به بازار فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟</p>
<p>در مورد تامین منابع مالی، وضعیت اقتصادی بد در ایران موجب شده است که منابع مالی مورد نیاز برای توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص مهیا نباشد و بودجه زیادی به این امر تعلق نگیرد. هرچند که پژوهشگاه نیرو به صورت بسیار جزئی از بعضی طرح‌ها حمایت مالی می‌کند.</p>	<p>مشکلات پیش روی تامین منابع مالی و انسانی توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟</p>

سؤال	نظر خبره
مشکلات پیش روی مشروعیت‌بخشی به فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	به نظر اینجانب در این کارکرد مشکل خاصی وجود ندارد.

جدول (۴-۱۴): چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص از نظر مهندس روزبه بهزادی

سؤال	نظر خبره
مشکلات پیش رو برای کارآفرینی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	<p>شرکت‌های اجرایی در فناوری‌های عایق‌گازی (خلاء، SF<sub>6</sub>، N<sub>2</sub> و ...) وجود ندارند و تجهیزات این فناوری‌ها کاملاً وارد می‌شود. ولی در فناوری‌های عایق جامد به صورت بسیار محدود (انگشت‌شمار) شرکت‌هایی وجود دارند که به واردات مواد اولیه و استفاده از آنها در تجهیزات غیرتکنولوژیک (غیرنوین) می‌پردازند. از سوی دیگر، شرکت‌های فعال در این حوزه به صورت تخصصی به تجهیزات عایقی نمی‌پردازند و به ساخت تمامی تجهیزات فشار قوی مشغولند. این شرکت‌ها اکثراً به مونتاژ تجهیزات فشار قوی می‌پردازند؛ به غیر از شرکت‌های پارس سوئیچ و ایران سوئیچ که به تولید تجهیزات می‌پردازند.</p> <p>شرکت‌های فعال در این حوزه از آنجا که فناوری‌های قدیمی را تحت لیسانس شرکت‌های مطرح دنیا تولید می‌کرده‌اند، در زمینه تولید فناوری‌های معمول (غیرنوین) کیفیت کاری خوبی دارند ولی قادر به تولید فناوری‌های نوین نیستند. دلیل این امر نیز عدم وجود تحقیق و توسعه در این شرکت‌ها و استفاده از مواد مربوط به فناوری ۳۰ تا ۴۰ سال قبل است. به علاوه، در حال حاضر به علت عدم تمایل شرکت‌های مطرح دنیا به همکاری با ایران، عدم حمایت دولت از شرکت‌های جدیدالورود و گران قیمت بودن دستگاه‌های مورد نیاز، ورود شرکت‌های جدید و گرفتن لیسانس از شرکت‌های مطرح دنیا در این حوزه بسیار سخت شده است.</p> <p>اطلاعات مربوط به شرکت‌ها به سایر بازیگران نمی‌رسد؛ زیرا بازیگران محدود موجود در این حوزه اطلاعاتشان را منحصر به خود دانسته و آنها را به عنوان ثروت سازمان تلقی می‌کنند. همچنین، هیچگونه قوانینی در این حوزه وجود ندارد و زیرساخت‌های موجود و دستگاه‌های موجود در شرکت‌های فعال نیز بسیار قدیمی است.</p>

سؤال	نظر خبره
مشکلات پیش رو برای خلق و توسعه دانش در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	<p>بازیگران در این حوزه بسیار محدود و نادر هستند و آن دسته از بازیگرانی که در این حوزه فعال هستند نیز تحقیقات کاربردی انجام نمی‌دهند. زیرا، زیرساخت‌های دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی در این حوزه بسیار ضعیف است، اساتید تجربه کافی در این حوزه ندارند و نیازهای صنعت نیز به درستی به دانشگاه ارجاع داده نشده است.</p> <p>ارتباط بین صنعت و دانشگاه بسیار ضعیف است و از آنجا که دانش فنی این حوزه کمی پیچیده و بین رشته‌ای است، دانشگاه‌ها به خودی خود علاقه‌ای به تحقیق در این زمینه ندارند. اکثر دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی در حوزه پتروشیمی قوی هستند ولی در حوزه استفاده از دانش پتروشیمی در صنعت برق بسیار ضعف دارند. تنها دانشگاه‌هایی که به صورت محدود در حوزه استفاده از پتروشیمی در صنعت برق ورود کرده‌اند دانشگاه‌های صنعتی امیرکبیر و صنعتی شریف هستند.</p> <p>عدم امضا تفاهم‌نامه در صنعت برق بین پژوهشگاه‌ها و دانشگاه‌ها مانند پژوهشگاه پلیمر یکی از مشکلات اصلی در این حوزه است. زیرا مراکز فعال در حوزه پتروشیمی دارای آزمایشگاه‌های کافی و خوب هستند که می‌توان از آنها استفاده کرد.</p>

ادامه جدول (۴-۱۴): چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص از نظر مهندس روزه بهزادی

سؤال	نظر خبره
مشکلات پیش رو برای انتشار دانش در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	<p>هیچگونه نشریه و کنفرانسی در حوزه تجهیزات فشار قوی در صنعت برق به طور تخصصی وجود ندارد و ایجاد اینگونه مراکز می‌تواند به انتشار دانش در این حوزه کمک کند. همچنین، تشکیل کارگروه‌های مشترک بین مراکز مشترک تحقیقاتی و علی‌الخصوص مراکز فعال در حوزه‌های مختلف صنعت برق و پتروشیمی جهت اجرای کارهای مشترک تحقیقاتی می‌تواند کمک بسزایی به رشد این حوزه بکند. همچنین، قوانین و شرایط تسهیل‌کننده نیز در راستای انتشار دانش در حوزه فشار قوی می‌تواند کمک‌کننده باشد ولی چنین قوانینی وجود ندارد. از آنجا که تعداد مقالات قابل انتشار در حوزه فشار قوی بسیار اندک است، برگزاری همایش، کنفرانس و یا انتشار نشریه به صورت تخصصی در این حوزه نمی‌تواند خیلی راه‌گشا باشد.</p>
مشکلات پیش رو برای جهت‌دهی به سیستم برای توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	<p>تعریف پروژه‌ها در این حوزه بر اساس مشکلات پیش آمده در سیستم است و به همین دلیل، پروژه‌ها بسیار گسترده و ناپیوسته تعریف می‌شوند. همچنین، اکثر پروژه‌های تعریف شده، به محض رفع مشکل، نیمه‌کاره رها می‌شوند و کارایی لازم را ندارند. وجود سازمانی به منظور نظارت و همگون‌سازی پروژه‌های این حوزه می‌تواند بسیار مفید باشد. وزارت نیرو و توانیر می‌توانند به این حوزه ورود کنند.</p> <p>مشکل حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی این است که این حوزه آنقدر نوین است که هنوز مشکلاتش حس نمی‌شود. انجام مطالعات نیازسنجی و امکان‌سنجی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی می‌تواند راهنمای خوبی در راستای جهت‌دهی به سیستم باشد. البته، این نیازسنجی‌ها باید در زمینه پتروشیمی به عنوان علم مادر فناوری‌های عایقی انجام گیرد...</p>
مشکلات پیش روی شکل‌دهی به بازار فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	<p>بازار این فناوری‌ها به صورت واردات تعیین می‌شود. همچنین، بازار بالقوه برای استفاده از تجهیزات نوین عایقی فشار قوی وجود دارد و اگر شرکتی شروع به تولید کند حتما مشتری خواهد داشت. ولی از آنجا که مرحله توسعه فناوری‌های نوین عایقی فشار قوی هنوز در فاز پیش توسعه است شرکت‌ها اکثرا به حد تولید فناوری‌های نوین نمی‌رسند. قوانین خاصی در کارکرد بازار فناوری وجود ندارد و فعلا هم نیازی به تدوین</p>

سؤال	نظر خبره
	قوانین نیست زیرا این فناوری‌ها هنوز به حد بازار نرسیده‌اند.
مشکلات پیش روی تأمین منابع مالی و انسانی توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	در حال حاضر بحث منابع مالی خیلی در اولویت نیست، بلکه بحث تأمین زیرساخت‌ها مهمتر است. به نظر بنده باید در ابتدا بودجه و یا حمایت مالی به زیرساخت‌ها و دانش‌های پایه این حوزه تعلق بگیرد و عجله‌ای به اختصاص بودجه به حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی نباید وجود داشته باشد. در راستای تربیت نیروی انسانی نیز ما افراد با دانش و نیروی بالقوه را داریم ولی از آنجایی که دانش فنی در این حوزه ضعیف است و هنوز کاربردی نشده است. وجود موسسات آموزشی و یا تعریف رشته‌های مرتبط با تجهیزات عایقی و یا حتی تغییر سیلابس درسی و افزودن درسی تحت عنوان تجهیزات عایقی می‌تواند به تربیت نیروی انسانی کمک کند.
مشکلات پیش روی مشروعیت‌بخشی به فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	مدیران متأسفانه فعلا دانش خاصی در مورد تجهیزات نوین عایقی ندارند و از آنجا که از طریق واردات می‌توانند نیازها را فعلا برطرف کنند، به دنبال استفاده از دانش‌های بومی و توسعه آنها نیستند.

جدول (۴-۱۵): چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص از نظر مهندس سیامک ابیضی

سؤال	نظر خبره
مشکلات پیش رو برای کارآفرینی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	زیرساخت‌های تکنولوژیک شرکت‌های بزرگ در حوزه تجهیزات فشار قوی تقریباً مناسب است ولی این شرکت‌ها در تولید تجهیزات نوین ناتوان هستند. تعداد شرکت‌های فعال این حوزه فعلا مناسب است ولی اگر شرایط رونق اقتصادی ایجاد شود، تعداد این شرکت‌ها مناسب نخواهد بود. همچنین، شرکت‌های جدید زیادی در این حوزه وارد نشده‌اند و ارتباط بین شرکت‌ها نیز اصلا مناسب نیست.
مشکلات پیش رو برای خلق و توسعه دانش در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	معمولا تحقیقات دانشگاهی به درد صنعت نمی‌خورد؛ زیرا اساتید بیشتر به دنبال سودآوری نقدی هستند تا انجام کار درست و دانشجویان نیز معمولا حوصله انجام کار درست و بدردیخور را ندارند. قوانین مطلوبی برای خلق دانش در مراکز پژوهشی وجود ندارد. به جز دانشگاه تهران، بقیه دانشگاه‌ها زیرساخت و تجهیزات آزمایشگاهی مناسبی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی ندارند.
مشکلات پیش رو برای انتشار دانش در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	معمولا شرکت‌ها دانش خود را منتشر نمی‌کنند. همچنین، ساز و کار مناسبی برای فروش اطلاعات و به اشتراک‌گذاری آنها وجود ندارد. یکی از بزرگترین مشکلات در کارکرد انتشار دانش نبود منابع مالی و نبود انگیزه برای حمایت از انتشار دانش است.
مشکلات پیش رو برای جهت‌دهی به سیستم برای توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	جهت‌دهی بازار معمولا توسط شرکت‌های فعال این حوزه و بر طبق نیازهای بازار انجام می‌شود. این در حالی است که سازمان‌ها و ارگان‌های قانونگذار تلاشی را در جهت جهت‌دهی به تحقیقات این حوزه انجام نداده‌اند.

سؤال	نظر خبره
مشکلات پیش روی شکل‌دهی به بازار فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	بازار در صورتی معنا دارد که مشتری این فناوری زیاد باشد و رونق اقتصادی وجود داشته باشد. چون این فناوری بازار بین‌المللی ندارد، می‌توان از بازار کشورهایی همچون سوریه، عراق، افغانستان و ... نیز بهره برد.
مشکلات پیش روی تأمین منابع مالی و انسانی توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	توانیر و وزارت نیرو مسئول حمایت مالی از توسعه تجهیزات نوین فشار قوی هستند ولی هیچگونه حمایتی از توسعه این فناوری‌ها انجام نمی‌دهند. بودجه اختصاص یافته به تجهیزات نوین فشار قوی فقط همان بودجه تحقیقات است و بودجه دیگری در کار نیست.
مشکلات پیش روی مشروعیت‌بخشی به فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی چیست؟	بهترین کار برای افزایش آگاهی مدیران انجام مطالعات اقتصادی و امکان‌سنجی و ارائه نتایج آن به مدیران است.

همان‌طور که در نظرات متخصصان فوق‌الذکر مشخص است، چالش‌های فراوانی به منظور توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص در حوزه‌های مختلف کارآفرینی، خلق و توسعه دانش، انتقال دانش، جهت‌دهی به سیستم، شکل‌دهی به بازار، تأمین منابع و مشروعیت‌بخشی وجود دارد و لازمه توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص نگاه همه‌جانبه به این چالش‌ها و اتخاذ سیاست‌هایی مناسب جهت رفع این چالش‌ها است.

در جدول (۴-۱۶)، با توجه به نظرات هر یک از خبرگان، چالش‌های توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص از نظر وجود و کیفیت بازیگران، قوانین، تعاملات و زیرساخت‌ها در هر یک از کارکردهای هفت‌گانه نظام نوآوری فناورانه شناسایی شده است.

زیرساخت‌ها	تعاملات	قوانین و مقررات و استانداردها	بازیگران	
ضرورت تقویت عزم مدیریتی در حمایت از کارآفرینان	عدم وجود ارتباطات موثر بین مجریان فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی			کارکرد کارآفرینی
گران قیمت بودن تجهیزات آزمایشگاهی مورد نیاز برای کارآفرینی	ضرورت تقویت بیشتر اتحادیه، سندیکا یا صنف مجریان تجهیزات فشار قوی جهت پیگیری مشکلات مجریان	ضرورت وضع قواعد و قوانین منسجم تر و کارآمدتر برای حمایت از کارآفرینان	ضعف دانشی شرکت‌های تولیدی در تولید تجهیزات عایقی نوین یا دارای مواد اولیه نوظهور در حوزه تجهیزات فشار قوی	
ضرورت حمایت قویتر دولت از شرکت‌های جدیدالتأسیس در حوزه تجهیزات فشار قوی				
ارزش نبودن فعالیت‌های علمی – تخصصی در کشور و رو آوردن کارآفرینان به مشاغل کاذب	کمبود نمایشگاه‌های تخصصی در حوزه تجهیزات فشار قوی	ضرورت وضع قوانین ملزم‌کننده مشاوران برق‌های منطقه‌ای به استفاده از فناوری‌های نوین	محدود بودن بودجه و حوزه عملکرد واحد تحقیق و توسعه در بیشتر شرکت‌های فعال در حوزه تجهیزات فشار قوی	
کمبود تجهیزات و امکانات آزمایشگاهی مناسب در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی	ضرورت ایجاد کانال صحیح و یکپارچه ارتباطی بین صنعت و دانشگاه	عدم نظارت بر روی پروژه‌های دانشگاهی از سوی یک ارگان جداگانه	توجه بیش از حد متخصصین کشور به انجام پژوهش‌ها در راستای تولید مقالات علمی به جای انجام پژوهش‌های کاربردی	کارکرد خلق و توسعه دانش
ضرورت وضع قوانین جدیدتر به منظور ملزم کردن مراکز صنعتی به همکاری بیشتر با دانشگاه‌ها	ضرورت تقویت هر چه بیشتر گروه‌های تحقیقاتی و قطب‌های علمی مختص حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی در مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها	کوتاه مدت بودن دوره‌های دانشگاهی برای انجام یک پروژه خوب و کاربردی	وجود ناپیوستگی و عدم تمرکز در انجام پروژه‌های دانشگاهی	
ضرورت وجود یک منبع اطلاعاتی قوی از آخرین فناوری‌های تجهیزات فشار قوی در دنیا	ضعف آگاهی دانشگاه از نیازها و توانمندی‌های صنعت			
نبود سیستم مدیریت دانش در زمینه تجهیزات فشار قوی	مشکل تأمین هزینه‌های تحقیقاتی دانشگاه‌ها برای حل مشکلات بخش صنعت	وجود برخی قوانین آموزشی ناصحیح در دانشگاه‌ها که موجب تمرکز بر کمیت پژوهش‌ها و کاهش	کارآفرین محور نبودن دانشگاه‌ها و تأکید آنها بر انجام وظایف آموزشی	

زیرساخت‌ها	تعاملات	قوانین و مقررات و استانداردها	بازیگران	
	حضور کم‌رنگ و یا عدم حضور افرادی از صنعت به عنوان اساتید راهنما و مشاور طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه‌ها	کیفیت آنها می‌شود	وجود فاصله نسبی زیاد میان نیاز صنعت در کشور و مرز دانش	
کم حوصله بودن کارفرمایان نسبت به دریافت نتایج پروژه‌های تحقیقاتی	فقدان همکاری فیما بین صنعت برق و صنایع پتروشیمی برای خلق دانش در حوزه تجهیزات عایقی			
ضرورت وجود نشریه تخصصی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی	نبود کارگروه‌های مشترک بین صنایع برق و پتروشیمی برای انتشار دانش بین‌رشته‌ای	رعایت نشدن حقوق معنوی محقق و کارفرما به دلیل عدم وجود قوانین بازدارنده	عدم موافقت کارفرمایان و شرکت‌های ذینفع با انتشار دانش کسب شده توسط آنها	کارکرد انتشار دانش
		ضرورت پیگیری و اجرای جدی قوانین حاکم بر مراکز تحقیقاتی در خصوص انتشار دانش		
نبود یک شبکه ارتباطی مناسب میان صنعتگران حوزه تجهیزات فشار قوی به منظور انتقال دانش	ضعیف بودن ارتباطات دانشگاه‌های صنعتی کشور با یکدیگر	ضرورت وضع قوانین موثرتر در راستای حمایت از انتشار دانش	تمایل پژوهشگران به انتشار دانش خود در منابع و مراکز خارج از کشور و سخت بودن دسترسی به این منابع در داخل کشور	
ضعف و کمبود استانداردهای موجود در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی		کمبود بودجه مختص انتشار نشریات تخصصی و برگزاری همایش‌ها و کنفرانس‌ها		
عدم ثبات مدیریت و دوره‌های کوتاه مدیریتی		ضرورت تدوین سند راهبردی توسعه فناوری در	ضرورت وجود مرجعی به عنوان مغز متفکر که به	کارکرد



زیرساخت‌ها	تعاملات	قوانین و مقررات و استانداردها	بازیگران	
ظهور برخی حوزه‌های نوین در تکنولوژی ساخت و یا مواد عایقی تجهیزات فشار قوی و ضرورت جهت‌دهی تحقیقات به سمت این حوزه	بوروکراسی اداری بیش از حد	حوزه تجهیزات فشار قوی	پیگیری و شناسایی مشکلات موجود و تصمیم‌گیری منسجم برای رفع آنها بپردازد و از اختیارات کافی برخوردار باشد	جهت‌دهی به سیستم
		ضرورت به روز رسانی برنامه جامع توسعه تحقیقات	نمود یک پایگاه اطلاعاتی جامع از شرایط تجهیزات عایقی فشار قوی خطوط و پست‌های کشور به عنوان راهنمایی برای جهت‌دهی به تحقیقات در این حوزه	
نیود اطلاعات میدانی کافی از شکل بازار فناوری‌ها در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی	ضرورت تقویت هر چه بیشتر ارتباطات تجاری و روابط اقتصادی میان سازمان‌ها و شرکت‌های فعال در حوزه تجهیزات فشار قوی	ضرورت وضع قوانین لازم جهت حذف فعالیت‌های واسطه‌گری	ضعف حمایت‌های دولتی از شرکت‌های فعال در زمینه فناوری‌های نوین	کارکرد شکل‌دهی به بازار
	ضرورت تقویت سندیکا ی صنعت برق جهت حمایت از تولید داخل در حوزه تجهیزات فشار قوی	ضرورت نظارت هر چه بیشتر بر شرکتهای برق‌های منطقه‌ای و توزیع نیرو به جهت خرید از تولیدکنندگان داخلی در راستای حمایت از تولید داخل	تک‌قطبی بودن اکثر شرکت‌های تولیدکننده داخلی و فقدان وجود رقیب داخلی برای اکثر شرکت‌های فعال در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی	
	حضور کم‌رنگ مجریان حوزه تجهیزات فشار قوی در بازارهای بین‌المللی			
ضرورت کاهش بهره بالای وام‌های بانکی و موسسات مالی و اعتباری	ضرورت آموزش متخصصین توسط شرکت‌های بین‌المللی پیشرو	ضرورت وضع قوانین لازم برای تامین منابع مالی شرکت‌ها از طریق دریافت حمایت‌های دولتی	کمبود مؤسسات بازاریابی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی	کارکرد تأمین منابع
			کمبود مؤسسات آموزش خصوصی در حوزه تجهیزات فشار قوی	
			خروج سرمایه‌های انسانی متخصص از کشور	
ضعف مدیریت منسجم منابع مالی و انسانی	عدم استفاده از مهندسين خارجي و دانش آنها در			

زیرساخت‌ها	تعاملات	قوانین و مقررات و استانداردها	بازیگران	
<p>کمبود مؤسسه‌های مالی و اعتباری جهت ارائه وام‌های بلندمدت کم بهره</p>	<p>حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی</p>		<p>عدم علاقه متخصصین دانشگاهی به ورود به حوزه تجهیزات عایقی به دلیل عدم شناخت و اینکه این حوزه‌های نوین هنوز به طور کامل کاربردی نشده‌اند</p>	
<p>بهبود وضعیت اقتصادی کشور</p>			<p>ضرورت برگزاری هر چه بیشتر دوره‌های آموزشی تخصصی توسط صنعت و مراکز پژوهشی وابسته به صنعت</p>	
<p>تخصیص بودجه انتشار دانش از بودجه جاری مراکز تحقیقاتی</p>			<p>عدم کفایت سیلابس درسی دانشگاه‌ها به منظور افزایش توانمندی کاربردی و صنعتی محققان در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی</p>	
<p>ضرورت وجود سیستم دریافت بازخورد مناسب در بین مدیران برق‌های منطقه‌ای</p>	<p>ضرورت برگزاری کنفرانس‌های تخصصی به منظور بهبود دید مدیران نسبت به موضوع تجهیزات فشار قوی</p>	<p>عدم وجود قوانین و دستورالعمل‌های الزامی کارآمد برای مدیران در جهت استفاده از فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی</p>	<p>استفاده ناکافی از ظرفیت‌های تبلیغی و ترویجی کشور در جهت ترویج استفاده از فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی</p>	<p><b>کارکرد مشروعیت بخشی</b></p>
<p>کم اعتمادی به تولیدات داخل در بازار، علی‌رغم وجود نیاز</p>			<p>نبود آینده‌نگری در بین مدیران کنونی صنعت برق به علت وجود دوره‌های کوتاه مدیریتی</p>	

## ۲-۴- سیاست‌ها و اقدامات مورد نیاز برای رفع چالش‌های توسعه فناوری‌های نوین

### تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

همان طور که در شکل (۲-۴) نشان داده شده است، سیاست‌ها و اقدامات مورد نیاز بر اساس فهرست چالش‌ها و موانع شناسایی شده در مرحله قبلی پیشنهاد می‌شود. این سیاست‌ها و اقدامات به دو دسته سیاست‌ها و اقدامات رفع چالش (اقدامات غیرفنی) و اقدامات فنی تقسیم می‌شوند. سیاست‌ها و اقدامات رفع چالش شامل ۷ دسته سیاست‌ها و اقدامات مربوط به کارآفرینی، خلق و توسعه دانش، انتشار دانش، جهت‌دهی به سیستم، شکل‌دهی به بازار، تأمین منابع و مشروعیت‌بخشی است. اقدامات فنی نیز شامل اقدامات مستخرج از راهبردها می‌باشد که بیشتر به جنبه‌های تکنولوژیک فناوری می‌پردازد. در ادامه، فهرست این اقدامات و سیاست‌ها ارائه شده است.

## ۲-۴-۱- سیاست‌ها و اقدامات رفع چالش‌های توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در

### مناطق با اقلیم خاص

پس از شناسایی چالش‌های توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص در هر یک از کارکردهای نظام نوآوری فناورانه، سیاست‌ها و اقدامات رفع هر یک از این چالش‌ها در جداول (۴-۱۷) تا (۴-۲۳) ارائه شده است.

جدول (۴-۱۷): سیاست‌ها و اقدامات رفع چالش‌های کارکرد کارآفرینی در توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم

خاص

سیاست‌ها و اقدامات	ابعاد ساختاری	چالش‌ها
تدوین دستورالعمل‌های الزام‌آور برای هدایت مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای به همکاری با شرکت‌های تولیدی و دارای واحدهای تحقیق و توسعه فعال	بازیگران	ضعف دانشی شرکت‌های تولیدی در تولید تجهیزات عایقی نوین یا دارای مواد اولیه نوظهور در حوزه تجهیزات فشار قوی
		محدود بودن بودجه و حوزه عملکرد واحد تحقیق و توسعه در بیشتر شرکت‌های فعال در حوزه تجهیزات فشار قوی
تدوین قوانین و دستورالعمل‌های مناسب جهت حمایت از شرکت‌های فعال در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی	قوانین و مقررات و استانداردها	ضرورت وضع قواعد و قوانین منسجم تر و کارآمدتر برای حمایت از کارآفرینان
اعمال برنامه‌ها و دستورالعمل‌های مناسب جهت ملزم کردن مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای به استفاده از فناوری‌های نوین در حوزه تجهیزات فشار قوی	قوانین و مقررات و استانداردها	ضرورت وضع قوانین ملزم‌کننده مشاوران برق‌های منطقه‌ای به استفاده از فناوری‌های نوین
	زیرساخت‌ها	نبود عزم مدیریتی در حمایت از کارآفرینان
کمک به ایجاد انجمن‌های کارآفرینی در ارتباط با حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی	تعاملات	عدم وجود ارتباطات موثر بین مجریان فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی
		ضرورت تقویت بیشتر اتحادیه، سندیکا یا صنف مجریان تجهیزات فشار قوی جهت پیگیری مشکلات مجریان
برگزاری نمایشگاه‌های تخصصی در تجهیزات فشار قوی و تحریک تولیدکنندگان به شرکت فعال در آنها	تعاملات	کمبود نمایشگاه‌های تخصصی در حوزه تجهیزات فشار قوی
پرداخت کمک هزینه به کارآفرینان به منظور تأمین تجهیزات و زیرساخت مورد نیاز برای تولید تجهیزات عایقی فشار قوی	زیرساخت‌ها	گران قیمت بودن تجهیزات آزمایشگاهی مورد نیاز برای کارآفرینی
		ضرورت حمایت قویتر دولت از شرکت‌های جدیدالتأسیس در حوزه تجهیزات فشار قوی
ارائه مشوق‌های گمرکی و مالیاتی و تضمین امنیت سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های تولیدی	زیرساخت‌ها	ارزش نبودن فعالیت‌های علمی - تخصصی در کشور و رو آوردن کارآفرینان به مشاغل کاذب

جدول (۴-۱۸): سیاست‌ها و اقدامات رفع چالش‌های کارکرد خلق و توسعه دانش در توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در

## مناطق با اقلیم خاص

سیاست‌ها و اقدامات	ابعاد ساختاری	چالش‌ها
حمایت از پژوهش‌های کاربردی و مطابق با نیازهای صنعت به شکل تخصیص بودجه و ارائه خدمات مشاوره‌ای	بازیگران	توجه بیش از حد متخصصین کشور به انجام پژوهش‌ها در راستای تولید مقالات علمی به جای انجام پژوهش‌های کاربردی
		وجود فاصله نسبی زیاد میان نیاز صنعت در کشور و مرز دانش
		کارآفرین محور نبودن دانشگاه‌ها و تاکید آنها بر انجام وظایف آموزشی
تشکیل هسته پژوهشی مشترک بین صنعت و دانشگاه به منظور همگون‌سازی و همراستاسازی پروژه‌های دانشگاهی و صنعتی	بازیگران	وجود ناپیوستگی و عدم تمرکز در انجام پروژه‌های دانشگاهی
	تعاملات	ضرورت ایجاد کانال صحیح و یکپارچه ارتباطی بین صنعت و دانشگاه ضرورت تقویت هر چه بیشتر گروه‌های تحقیقاتی و قطب‌های علمی مختص حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی در مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها
برنامه‌ریزی و اجرای سازوکار نظارتی در خصوص کمیت و کیفیت خلق و توسعه دانش در حوزه تجهیزات فشار قوی	قوانین و مقررات و استانداردها	عدم نظارت بر روی پروژه‌های دانشگاهی از سوی یک ارگان جداگانه
		کوتاه مدت بودن دوره‌های دانشگاهی برای انجام یک پروژه کاربردی وجود برخی قوانین آموزشی ناصحیح در دانشگاه‌ها که موجب تمرکز بر کمیت پژوهش‌ها و کاهش کیفیت آنها می‌شود
تدوین سازوکار بررسی و حمایت مالی از ایده‌های نوآورانه در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی	تعاملات	مشکل تأمین هزینه‌های تحقیقاتی دانشگاه‌ها برای حل مشکلات صنعت
تعریف پروژه‌های مشترک در زمینه تجهیزات فشار قوی میان دانشگاه‌ها، شرکت‌های تولیدکننده و شرکت‌های مشاور	تعاملات	حضور کمرنگ و یا عدم حضور افرادی از صنعت به عنوان اساتید راهنما و مشاور طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه‌ها
		ضعف آگاهی دانشگاه از نیازها و توانمندی‌های صنعت
تشکیل و تقویت کارگروه مشترک برق و صنایع پتروشیمی شامل دانشگاهیان و صنعتگران فعال کشور	تعاملات	فقدان همکاری مناسب فیما بین صنعت برق و صنایع پتروشیمی برای خلق دانش در حوزه تجهیزات عایقی
ارائه تسهیلات به دانشگاه‌ها به منظور خرید تجهیزات آزمایشگاهی مورد نیاز درحوزه فشار قوی	زیرساخت‌ها	کمبود تجهیزات و امکانات آزمایشگاهی مناسب در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی
ایجاد زبان مفاهمه مابین مراکز پژوهشی و صنعت در حوزه تجهیزات فشار قوی	زیرساخت‌ها	ضرورت وضع قوانین جدیدتر به منظور ملزم کردن مراکز صنعتی به همکاری بیشتر با دانشگاه‌ها
		کم حوصله بودن کارفرمایان نسبت به دریافت نتایج پروژه‌های تحقیقاتی
اجرای طرح پایش سالانه روند تغییرات جهانی فناوری‌ها	زیرساخت‌ها	ضعف و یا عدم وجود یک منبع اطلاعاتی قوی از آخرین فناوری‌های تجهیزات فشار قوی در دنیا
طراحی و راه‌اندازی یک سیستم مدیریت اطلاعات و مدیریت دانش به منظور مدیریت دانش خلق شده در موسسات دانش‌بنیان و دانشگاه‌ها	زیرساخت‌ها	نبود سیستم مدیریت دانش در زمینه تجهیزات فشار قوی

جدول (۴-۱۹): سیاست‌ها و اقدامات رفع چالش‌های کارکرد انتشار دانش در توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با

## اقلیم خاص

سیاست‌ها و اقدامات	ابعاد ساختاری	چالش‌ها
حمایت مالی از انتشارات داخل کشور و اعتباردهی به آنها در حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی	بازیگران	عدم موافقت کارفرمایان و شرکت‌های ذینفع با انتشار دانش کسب شده توسط آنها
		تمایل پژوهشگران به انتشار دانش خود در منابع و مراکز خارج از کشور و سخت بودن دسترسی به این منابع در داخل کشور
تدوین و اجرای قوانین نظارتی بر اجرای دقیق قانون کپی رایت در حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی	قوانین و مقررات و استانداردها	رعایت نشدن حقوق معنوی محقق و کارفرما به دلیل عدم وجود قوانین
تدوین برنامه‌های تشویقی در حوزه انتشار دانش برای ترغیب مراکز پژوهشی به انتشار دانش	قوانین و مقررات و استانداردها	عدم پیگیری و اجرای جدی قوانین حاکم بر مراکز تحقیقاتی در خصوص انتشار دانش
		ضرورت وضع قوانین موثرتر در راستای حمایت از انتشار دانش
		کمبود بودجه مختص انتشار نشریات تخصصی و برگزاری همایش‌ها و کنفرانس‌ها
ایجاد کارگروه‌های مشترک برق و پتروشیمی شامل دانشگاهیان و صنعتگران فعال کشور در حوزه برق و پتروشیمی	تعاملات	عدم وجود کارگروه‌های مشترک بین صنایع برق و پتروشیمی برای انتشار دانش بین‌رشته‌ای
	زیرساخت‌ها	ضعیف بودن ارتباطات دانشگاه‌های صنعتی کشور با یکدیگر نبود یک شبکه ارتباطی مناسب میان صنعتگران حوزه تجهیزات فشار قوی به منظور انتقال دانش
تدوین استانداردها و دستورالعمل‌های فنی در حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی	زیرساخت	ضعف و کمبود استانداردهای موجود در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی
انتشار نشریه تخصصی با موضوعیت تجهیزات فشار قوی	زیرساخت	ضرورت وجود نشریه تخصصی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی

جدول (۴-۲۰): سیاست‌ها و اقدامات رفع چالش‌های کارکرد جهت‌دهی به سیستم در توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در

## مناطق با اقلیم خاص

سیاست‌ها و اقدامات	ابعاد ساختاری	چالش‌ها
تشکیل مرکز راهبری توسعه فناوری‌های نوین حوزه تجهیزات فشار قوی به منظور جهت‌دهی به پژوهش‌های این حوزه فناورانه	بازیگران	ضرورت وجود مرجعی به عنوان مغز متفکر که به پیگیری و شناسایی مشکلات موجود و تصمیم‌گیری منسجم برای رفع آنها بپردازد و از اختیارات کافی برخوردار باشد
تشکیل یک پایگاه اطلاعاتی از شرایط تجهیزات عایقی فشار قوی خطوط و پست‌های کشور	بازیگران	نبود یک پایگاه اطلاعاتی جامع از شرایط تجهیزات عایقی فشار قوی خطوط و پست‌های کشور به عنوان راهنمایی برای جهت‌دهی به تحقیقات در این حوزه
کمی‌سازی شاخص‌ها و آماره‌های عملکرد شبکه برق در مناطق با اقلیم خاص		
تدوین برنامه جامع توسعه تحقیقات حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی	قوانین و مقررات و استانداردها	ضرورت تدوین سند راهبردی توسعه فناوری در حوزه تجهیزات فشار قوی
		ضرورت به روز رسانی برنامه جامع توسعه تحقیقات
تصحیح ساختار سازمانی نهادهای سیاست‌گذار در حوزه تجهیزات فشار قوی و افزایش ثبات مدیریت در این سازمان‌ها	زیرساخت‌ها	عدم ثبات مدیریت و دوره‌های کوتاه مدیریتی
		بوروکراسی اداری بیش از حد
کمک به بهبود دانش‌های پایه‌ای مورد نیاز برای توسعه فناوری‌های تجهیزات نوین عایقی فشار قوی	زیرساخت‌ها	ظهور برخی حوزه‌های نوین در تکنولوژی ساخت و یا مواد عایقی تجهیزات فشار قوی و ضرورت جهت‌دهی تحقیقات به سمت این حوزه

جدول (۴-۲۱): سیاست‌ها و اقدامات رفع چالش‌های کارکرد شکل‌دهی به بازار در توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با

## اقلیم خاص

سیاست‌ها و اقدامات	ابعاد ساختاری	چالش‌ها
ارائه سوبسید و کمک‌های مالی برای حمایت از شرکت‌های فعال در زمینه فناوری‌های نوین	بازیگران	ضعف حمایت‌های دولتی از شرکت‌های فعال در زمینه فناوری‌های نوین
افزایش توان رقابتی شرکت‌های نوپا با انعقاد قراردادهای ساخت و بهره‌برداری با آنها	بازیگران	تک‌قطبی بودن اکثر شرکت‌های تولیدکننده داخلی و فقدان وجود رقیب داخلی برای اکثر شرکت‌های فعال در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی
کمک به ایجاد بازار آزاد برای شرکت‌های داخلی فعال در حوزه فناوری‌های تجهیزات فشار قوی	قوانین و مقررات و استانداردها	ضرورت وضع قوانین لازم جهت حذف فعالیت‌های واسطه‌گری
تدوین و ابلاغ مقررات الزام‌کننده برق‌های منطقه‌ای به خرید از تولیدکنندگان داخلی	قوانین و مقررات و استانداردها	ضرورت نظارت هر چه بیشتر بر شرکتهای برق‌های منطقه‌ای و توزیع نیرو به جهت خرید از تولیدکنندگان داخلی در راستای حمایت از تولید داخل
کمک به ایجاد سندیکا و شبکه‌های خرید و فروش بین شرکت‌های فعال در حوزه تجهیزات فشار قوی	تعاملات	ضرورت تقویت هر چه بیشتر ارتباطات تجاری و روابط اقتصادی میان سازمان‌ها و شرکت‌های فعال در حوزه تجهیزات فشار قوی ضرورت تقویت سندیکا ی صنعت برق جهت حمایت از تولید داخل در حوزه تجهیزات فشار قوی
تسهیل فرآیند حضور مجریان حوزه تجهیزات فشار قوی در بازارهای بین‌المللی	تعاملات	حضور کم‌رنگ مجریان حوزه تجهیزات فشار قوی در بازارهای بین‌المللی
جمع‌آوری اطلاعات آماری مناسب از شکل بازار فناوری تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص	زیرساخت‌ها	نبودن اطلاعات میدانی کافی از شکل بازار فناوری‌ها در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی



جدول (۴-۲۲): سیاست‌ها و اقدامات رفع چالش‌های کارکرد تأمین منابع در توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم

## خاص

سیاست‌ها و اقدامات	ابعاد ساختاری	چالش‌ها
تدوین قوانین به منظور نظارت بر نحوه مدیریت و تخصیص بودجه طرح‌های توسعه فناوری‌های تجهیزات فشار قوی در برق‌های منطقه‌ای	زیرساخت‌ها	تخصیص بودجه انتشار دانش از بودجه جاری مراکز تحقیقاتی
		عدم وجود مدیریت منسجم منابع مالی و انسانی
استقرار نظام ترویج فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در صنعت برق	بازیگران	کمبود مؤسسات بازاریابی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی
برگزاری دوره‌های آموزشی تخصصی توسط صنعت و مراکز پژوهشی وابسته	بازیگران	کمبود مؤسسات آموزش خصوصی در حوزه تجهیزات فشار قوی
		ضرورت برگزاری هر چه بیشتر دوره‌های آموزشی تخصصی توسط صنعت و مراکز پژوهشی وابسته به صنعت
شناسایی و دعوت از سرمایه‌گذاران، شرکت‌ها و مؤسسات خارجی برای توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی	بازیگران	خروج سرمایه‌های انسانی متخصص از کشور
	تعاملات	ضرورت آموزش متخصصین توسط شرکت‌های بین‌المللی پیشرو
		عدم استفاده از مهندسين خارجی و دانش آنها در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی
تقویت زیرساخت‌های علمی حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی	بازیگران	عدم علاقه متخصصین دانشگاهی به ورود به حوزه تجهیزات عایقی به دلیل عدم شناخت و اینکه این حوزه‌های نوین هنوز به طور کامل کاربردی نشده‌اند
بازنگری سیلابس درسی دانشگاه‌های در رشته‌های مرتبط با تجهیزات عایقی	بازیگران	عدم کفایت سیلابس درسی دانشگاه‌ها به منظور افزایش توانمندی کاربردی و صنعتی محققان در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی
تسهیل فرآیند دریافت تسهیلات مالی از بانک‌ها و صندوق‌ها برای حمایت از فعالان در حوزه فناوری‌های تجهیزات فشار قوی	قوانین و مقررات و استانداردها	ضرورت وضع قوانین لازم برای تأمین منابع مالی شرکت‌ها از طریق دریافت حمایت‌های دولتی
	زیرساخت‌ها	ضرورت کاهش بهره بالای وام‌های بانکی و مؤسسات مالی و اعتباری
		کمبود مؤسسه‌های مالی و اعتباری جهت ارائه وام‌های بلندمدت کم بهره
		بهبود وضعیت اقتصادی کشور

جدول (۴-۲۳): سیاست‌ها و اقدامات رفع چالش‌های کارکرد مشروعیت‌بخشی در توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با

## اقلیم خاص

سیاست‌ها و اقدامات	ابعاد ساختاری	چالش‌ها
ایجاد سامانه آگاهی‌بخشی به مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای در حوزه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی	بازیگران	استفاده ناکافی از ظرفیت‌های تبلیغی و ترویجی کشور در جهت ترویج استفاده از فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی
	زیرساخت‌ها	کم اعتمادی به تولیدات داخل در بازار، علی‌رغم وجود نیاز
تدوین قوانین تشویقی برای تشویق مدیران ارشد به بهره‌گیری از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی	بازیگران	نبود آینده‌نگری در بین مدیران کنونی صنعت برق به علت وجود دوره‌های کوتاه مدیریتی
	تعاملات	کاستی در قوانین و دستورالعمل‌های الزامی کارآمد برای مدیران در جهت استفاده از فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی
برگزاری جلسات دانش‌افزایی و کنفرانس‌های تخصصی به منظور افزایش آگاهی مدیران نسبت به تجهیزات فشار قوی	قوانین و مقررات و استانداردها	ضرورت برگزاری کنفرانس‌های تخصصی به منظور بهبود دید مدیران نسبت به موضوع تجهیزات فشار قوی
انجام مطالعات اقتصادسنجی و امکان‌سنجی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی	زیرساخت‌ها	ضرورت وجود سیستم دریافت بازخورد مناسب در بین مدیران برق‌های منطقه‌ای
		ضرورت انجام مطالعات امکان‌سنجی و اقتصادسنجی برای نشان دادن اهمیت تجهیزات عایقی فشار قوی

با توجه به اینکه برخی از اقدامات و سیاست‌های توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص، سیاست‌ها و اقدامات عمومی و کلان صنعت، من‌الجمله صنعت تجهیزات فشار قوی می‌باشند و پرداختن به این اقدامات موضوع سند حاضر نمی‌باشد، اینگونه سیاست‌ها و اقدامات در فازهای بعدی در نظر گرفته نمی‌شوند و آن دسته از سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص که مختص این فناوری‌ها و طرح‌های کلان اجرایی مرتبط با آنها می‌باشند، به پروژه‌های اجرایی شکسته می‌شوند. اقدامات مختص توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص به قرار زیر هستند:

جدول (۴-۲۴): سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص در کارکرد کارآفرینی

سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری
تدوین و ابلاغ برنامه‌ها و دستورالعمل‌های مناسب جهت ملزم کردن مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای به استفاده از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی
تدوین و ابلاغ دستورالعمل‌های الزام‌آور برای هدایت مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای به همکاری با شرکت‌های تولیدی و دارای واحدهای تحقیق و توسعه فعال
برگزاری نمایشگاه‌های تخصصی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی و تحریک مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای و شرکت‌های تولیدکننده به شرکت در نمایشگاه‌ها

جدول (۴-۲۵): سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص در کارکرد خلق و توسعه دانش

سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری
حمایت از پژوهش‌های کاربردی و مطابق با نیازهای صنعت به شکل حمایت‌های مالی و ارائه خدمات آزمایشگاهی و مشاوره‌ای
حمایت از ایجاد هسته‌های پژوهشی و انجمن‌های دانشی در حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی
تعریف پروژه‌های مشترک در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی میان دانشگاه‌ها، شرکت‌های تولیدکننده و شرکت‌های مشاور
تشکیل و تقویت کارگروه مشترک برق و پتروشیمی شامل دانشگاهیان و صنعتگران فعال کشور
اجرای طرح پایش سالانه روند تغییرات جهانی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی
طراحی و راه‌اندازی یک سامانه مدیریت اطلاعات و دانش به منظور مدیریت دانش خلق شده در موسسات دانش‌بنیان و دانشگاه‌ها در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی

جدول (۴-۲۶): سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص در کارکرد انتشار دانش

سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری
تشکیل یک دبیرخانه دائمی به منظور انتشار نشریه و برگزاری کنفرانس‌های سالیانه در حوزه تجهیزات فشار قوی
انتشار نشریه تخصصی با موضوعیت تجهیزات فشار قوی
تدوین استانداردها و دستورالعمل‌های فنی در حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی
تدوین برنامه‌های تشویقی در حوزه انتشار دانش برای ترغیب مراکز پژوهشی به انتشار دانش در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی

جدول (۴-۲۷): سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص در کارکرد جهت‌دهی به سیستم

سیاست‌ها و اقدامات
--------------------

سیاست‌ها و اقدامات
تشکیل مرکز راهبری توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی به منظور جهت‌دهی به پژوهش‌های این حوزه فناورانه
ایجاد و راه‌اندازی یک پایگاه اطلاعاتی از شرایط تجهیزات عایقی فشار قوی خطوط و پست‌های کشور
کمی‌سازی شاخص‌ها و آماره‌های عملکرد شبکه برق در مناطق با اقلیم خاص

جدول (۴-۲۸): سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص در کارکرد شکل‌دهی به بازار

سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری
جمع‌آوری اطلاعات آماری مناسب از شکل بازار فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص
تدوین و ابلاغ قوانین الزام‌کننده برق‌های منطقه‌ای به خرید از تولیدکنندگان داخل
تسهیل فرآیند حضور مجریان حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی در بازارهای بین‌المللی

جدول (۴-۲۹): سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص در کارکرد تامین منابع

سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری
تشکیل موسسات بازاریابی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی
برگزاری دوره‌های آموزشی تخصصی توسط صنعت و مراکز پژوهشی وابسته

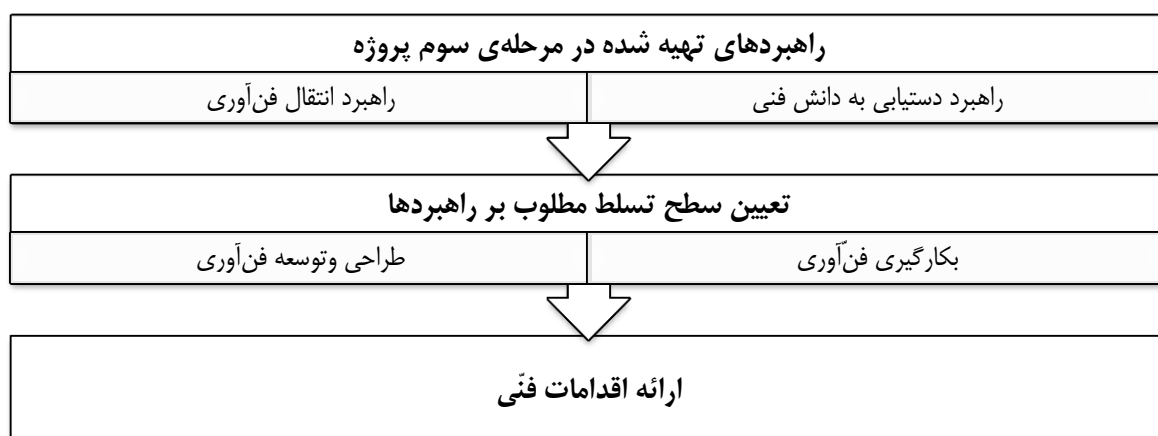
جدول (۴-۳۰): سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص در کارکرد مشروعیت‌بخشی

سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری
ایجاد سامانه آگاهی‌بخشی به مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای در حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی
برگزاری جلسات دانش‌افزایی و کنفرانس‌های تخصصی به منظور افزایش آگاهی مدیران نسبت به تجهیزات عایقی فشار قوی
انجام مطالعات اقتصادسنجی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی

## ۲-۴-۲- اقدامات فنی مورد نیاز برای توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با

### اقلیم خاص

اقدامات فنی با توجه به راهبردهای توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص تدوین شده است. بدین صورت که سطح تسلط مطلوب هر یک از فناوری‌های منتخب برای توسعه درون‌زا، با استفاده از نظرات اعضای کمیته راهبری که اسامی آنها در پیوست (۱) آمده است، سنجیده شده و اقدامات فنی آنها ارائه می‌گردد. همچنین، فناوری‌های منتخب برای انتقال فناوری نیز به راهبردهایی به منظور انتخاب روش بهینه انتقال فناوری رهنمون می‌شوند. این رویه در شکل (۴-۴) ارائه شده است.



شکل (۴-۴): فرآیند تدوین اقدامات فنی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

بر اساس رویه بیان شده در شکل (۴-۴)، برای هر یک از راهبردهای توسعه فناوری، اقدامات و رویکردهای جزءنگری که می‌توانند منجر به تحقق راهبرد مورد نظر شوند، فهرست می‌شوند. همچنین، دو اقدام کلی آمایش تجهیزات آزمایشگاهی و انجام پژوهش‌های بنیادی نیز به فهرست اقدامات اضافه شده است. فهرست این اقدامات به همراه راهبردهای مرتبط با آنها در ادامه ارائه شده است.

۱. تسلط بر فناوری طراحی و ساخت پوشینگ‌های کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت رده توزیع، فوق توزیع و انتقال

(راهبرد: دستیابی به فناوری‌های نوین پوشینگ کامپوزیتی تجهیزات فشار قوی پست‌ها)

۲. تسلط بر فناوری طراحی و ساخت پوشینگ‌های کامپوزیتی ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ رده فوق توزیع و انتقال (راهبرد: دستیابی به فناوری‌های نوین پوشینگ کامپوزیتی تجهیزات فشار قوی پست‌ها)
۳. تسلط بر فناوری طراحی و ساخت پوشینگ‌های کامپوزیتی کلیدهای قدرت رده فوق توزیع و انتقال (راهبرد: دستیابی به فناوری‌های نوین پوشینگ کامپوزیتی تجهیزات فشار قوی پست‌ها)
۴. تسلط بر فناوری طراحی و ساخت پوشینگ‌های کامپوزیتی نوع دیواری رده فوق توزیع و انتقال (راهبرد: دستیابی به فناوری‌های نوین پوشینگ کامپوزیتی تجهیزات فشار قوی پست‌ها)
۵. تسلط بر فناوری طراحی و ساخت مقره‌های کامپوزیتی اتکایی پست و مقره‌های کامپوزیتی اتکایی سکسیونرها رده فوق توزیع و انتقال (راهبرد: دستیابی به فناوری‌های نوین پوشش‌های نانو در سطوح عایقی)
۶. تسلط بر فناوری ساخت پوشش‌های نانوسرامیک در مقره‌ها و سطوح عایقی فشار قوی (راهبرد: دستیابی به فناوری‌های نوین پوشش‌های نانو در سطوح عایقی)
۷. تسلط بر فناوری ساخت و بکارگیری پوشش‌های نانو کامپوزیت در مقره‌ها و سطوح عایقی فشار قوی (راهبرد: دستیابی به فناوری‌های نوین پوشش‌های نانو در سطوح عایقی)
۸. تسلط بر فناوری طراحی و ساخت ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ با عایق گازی رده انتقال (راهبرد: دستیابی به فناوری‌های نوین تجهیزات ماژولار دارای کارکرد چندگانه)
۹. تسلط بر فناوری طراحی و ساخت ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ ترکیبی با عایق تمام جامد رزینی رده فوق توزیع (راهبرد: دستیابی به فناوری‌های نوین تجهیزات ماژولار دارای کارکرد چندگانه)
- (راهبرد: دستیابی به فناوری‌های نوین ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ با عایق‌های داخلی جامد)
۱۰. تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری برقگیرهای خط اکسید فلزی با بدنه کامپوزیتی (راهبرد: دستیابی به فناوری‌های نوین تجهیزات نوین مقابله با صاعقه)
۱۱. تسلط بر فناوری پایش آنلاین و یکپارچه وضعیت خطوط و تجهیزات پست‌های رده انتقال (راهبرد: دستیابی به فناوری‌های نوین پایش آنلاین و در محل خطوط و تجهیزات فشار قوی)

۱۲. تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری برقگیرهای چندمحفظه‌ای رده توزیع و انتقال

(راهبرد: دستیابی به فناوری‌های نوین تجهیزات نوین مقابله با صاعقه)

۱۳. تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری مقره‌های خودکراس‌آرم کامپوزیتی

(راهبرد: دستیابی به فناوری‌های نوین سازه‌های نگهدارنده عایقی)

۱۴. تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری کراس‌آرم کامپوزیتی رده فوق توزیع و انتقال

(راهبرد: دستیابی به فناوری‌های نوین سازه‌های نگهدارنده عایقی)

۱۵. تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری تابلوهای تمام کامپوزیتی رده فشار متوسط

(راهبرد: دستیابی به فناوری‌های نوین تابلوهای الکتریکی کامپوزیتی رده فشار متوسط)

۱۶. تسلط بر فناوری طراحی و ساخت نمونه آزمایشگاهی سوئیچگیر رده توزیع فشار متوسط با عایق تمام جامد رزینی

(راهبرد: دستیابی به فناوری‌های نوین سوئیچگیر فشار متوسط با عایق تمام جامد)

۱۷. طرح جامع توسعه آزمایشگاه‌های مرجع به قابلیت انجام تست‌های مختلف شرایط محیطی مناطق خاص کشور و

توسعه پایگاه‌های تحقیقاتی تجهیزات برق مناطق گرمسیری جنوب کشور

۱۸. انجام پروژه‌های بنیادی

۱۹. تدوین سند توسعه فناوری‌های خطوط و پست‌های فشار قوی تمام بسته فلزی با عایق گازی با استفاده از روش

مناسب همکاری‌های خارجی

(راهبرد: انتقال فناوری‌های نوین خطوط و پست‌های فشار قوی تمام بسته فلزی با عایق گازی)

۲۰. تدوین سند توسعه فناوری‌های پوشش‌های سیلیکونی در سطوح عایقی با استفاده از روش مناسب همکاری‌های

خارجی

(راهبرد: انتقال فناوری‌های نوین پوشش‌های سیلیکونی در سطوح عایقی)

### ۳- نتیجه‌گیری

هدف مرحله چهارم از طرح «تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص»، تدوین اقدامات و سیاست‌های مورد نیاز برای تحقق چشم‌انداز، اهداف و راهبردهای توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص بود. در ابتدای این گزارش، مبانی نظری مربوط به تدوین اقدامات و سیاست‌ها شامل کارکردها و ابعاد ساختاری نظام نوآوری فناورانه (TIS) به تفصیل مورد بحث قرار گرفت. سپس، فرایند چهار مرحله‌ای تدوین اقدامات و سیاست‌های سند توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص توضیح داده شد. در مرحله اول این فرایند، وضعیت موجود توسعه فناوری با شناسایی مرحله توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص و بازیگران نظام توسعه این فناوری مشخص شد. در مرحله دوم، با توجه به خروجی حاصل از مرحله اول، کارکردهای با اولویت برای تحقق وضعیت مطلوب توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص تعیین شدند. در مرحله سوم، موانع موجود از طریق مصاحبه با متخصصان و خبرگان آشنا با فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی تعیین شد و در نهایت، اقدامات و سیاست‌های پیشنهادی برای رفع چالش‌ها و موانع توسعه این فناوری‌ها ارائه گردید.



## مراجع و منابع

- [۱]. «روش‌شناسی تدوین اسناد راهبردی توسعه فناوری‌های صنعت برق - راهنمای شماره ۱، ویرایش دوم»، پژوهشگاه نیرو، آذر ۱۳۹۲
- [2]. Carlsson, B. and Stankiewicz, R., "Evolutionary Economics," pp. 93–118, 1991.
- [3]. Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., and Rickne, A., "Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis," *Research policy*, vol. 37, no. 3, pp. 407–429, 2008.
- [4]. North, D. C., *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge university press, 1990.
- [5]. Schot, J., "Towards new forms of participatory technology development," *Technology Analysis & Strategic Management*, vol. 13, no. 1, pp. 39–52, 2001.
- [6]. Dosi, G., "Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation," *Journal of economic literature*, pp. 1120–1171, 1988.

## پیوست ۱ - اسامی اعضای کمیته راهبری

۱. دکتر هاشم علیپور (مدیر دفتر فنی انتقال توانیر)
۲. دکتر حمید جوادی (عضو هیئت علمی دانشگاه صنعت آب و برق شهید عباسپور)
۳. دکتر امیرعباس شایگانی اکمل (عضو هیئت علمی دانشگاه تهران)
۴. دکتر سید محمد صادق میرغفوریان (مدیرعامل شرکت برق گیر پارس)
۵. مهندس غلامرضا نعمتی (کارشناس بازنشسته شرکت توزیع نیروی برق استان هرمزگان)  
مهندس محمد اسکویی (رئیس پژوهشکده کنترل و ابزار دقیق پژوهشگاه نیرو)

## فهرست مطالب

۱	مقدمه .....
۲	۱- فرایند تدوین پروژه‌های اجرایی .....
۳	۱-۱- شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی .....
۴	۱-۱-۱- مبنای شکستن اقدامات .....
۵	۱-۱-۲- ابزارهای شکستن اقدامات .....
۸	۱-۱-۳- بازنگری نهایی و انتخاب پروژه‌های اجرایی .....
۸	۲-۱- فهرست پروژه‌های اجرایی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص .....
۱۳	۲- تخصیص منابع .....
۲۲	۳- تقسیم کار ملی (نگاشت نهادی مطلوب) .....
۲۳	۳-۱- نگاشت نهادی .....
۲۴	۳-۱-۱- انواع نقش‌ها در نگاشت نهادی .....
۲۷	۳-۱-۲- مراحل طراحی نگاشت نهادی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص .....
۳۲	۳-۱-۳- تحلیل نگاشت نهادی .....
۳۳	۳-۲- تخصیص متولیان پروژه‌ها .....
۴۱	۴- ترسیم رهنما .....
۴۹	۵- نتیجه‌گیری .....
۵۰	منابع و مراجع .....
۵۱	پیوست ۱: شناسنامه اقدامات و پروژه‌های فنی .....

پیوست ۲: شناسنامه اقدامات غیرفنی ..... ۱۱۸

پیوست ۳: معرفی اجمالی نهادهای مرتبط با نگاشت نهادی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی

فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ..... ۱۴۷

### فهرست اشکال

- شکل (۱-۵): فرایند تدوین برنامه عملیاتی..... ۲
- شکل (۲-۵): نحوه شکستن اقدام X..... ۳
- شکل (۳-۵): ارتباط بین نهادها در توسعه سیستم‌های انتقال برق با ظرفیت بالا..... ۳۱
- شکل (۴-۵): رهنگاشت توسعه نظام نوآوری فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ۴۷
- شکل (۵-۵): رهنگاشت توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص..... ۴۸

## فهرست جداول

- جدول (۱-۵): پروژه‌های مربوط به اقدامات فنی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ..... ۹
- جدول (۲-۵): بودجه‌بندی و زمانبندی اقدامات غیرفنی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ..... ۱۴
- جدول (۳-۵): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به اقدامات فنی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ..... ۱۶
- جدول (۴-۵): نگاشت نهادی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ..... ۲۹
- جدول (۵-۵): متولیان اقدامات غیرفنی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ..... ۳۳
- جدول (۶-۵): متولیان پروژه‌های مربوط به اقدامات فنی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ..... ۳۵
- جدول (الف-۱): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۱: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت پوشینگ‌های کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت رده توزیع، فوق توزیع و انتقال ..... ۵۵
- جدول (الف-۲): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۲: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت پوشینگ‌های کامپوزیتی ترانس‌های جریان و ولتاژ رده فوق توزیع و انتقال ..... ۵۸
- جدول (الف-۳): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۳: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت پوشینگ‌های کامپوزیتی کلیدهای قدرت رده فوق توزیع و انتقال ..... ۶۱
- جدول (الف-۴): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۴: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت پوشینگ‌های کامپوزیتی نوع دیواری رده فوق توزیع و انتقال ..... ۶۳
- جدول (الف-۵): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۵: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت مقره‌های کامپوزیتی اتکایی پست و مقره‌های کامپوزیتی اتکایی سکسیونرها رده فوق توزیع و انتقال ..... ۶۸
- جدول (الف-۶): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۶: تسلط بر فناوری ساخت پوشش‌های نانو سرامیک در مقره‌ها و سطوح عایقی فشار قوی ..... ۶۹

- جدول (الف-۷): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۷: تسلط بر فناوری ساخت و بکارگیری پوشش‌های نانو کامپوزیت در مقره‌ها و سطوح عایقی فشار قوی ..... ۷۰
- جدول (الف-۸): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۸: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ با عایق گازی رده انتقال ..... ۷۳
- جدول (الف-۹): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۹: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ ترکیبی با عایق تمام جامد رزینی رده فوق توزیع ..... ۷۵
- جدول (الف-۱۰): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۱۰: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری برقگیرهای خط اکسید فلزی با بدنه کامپوزیتی ..... ۷۸
- جدول (الف-۱۱): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۱۱: تسلط بر فناوری پایش آنلاین و یکپارچه وضعیت خطوط و تجهیزات پستهای رده انتقال ..... ۷۹
- جدول (الف-۱۲): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۱۲: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری برقگیرهای چند محفظه‌ای رده توزیع و انتقال ..... ۸۳
- جدول (الف-۱۳): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۱۳: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری مقره‌های خودکراس آرم کامپوزیتی ..... ۹۰
- جدول (الف-۱۴): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۱۴: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری کراس آرم‌های کامپوزیتی رده فوق توزیع و انتقال ..... ۹۴
- جدول (الف-۱۵): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۱۵: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری تابلوهای تمام کامپوزیتی رده فشار متوسط ..... ۹۵
- جدول (الف-۱۶): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۱۶: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت نمونه آزمایشگاهی سوئیچگیر رده توزیع فشار متوسط با عایق تمام جامد رزینی ..... ۹۷
- جدول (الف-۱۷-۱): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه دوم طرح جامع ۱۷: توسعه و تجهیز پایگاه تحقیقاتی تجهیزات برق مناطق گرمسیری هرمزگان ..... ۱۰۰

- جدول (الف-۱۷-۲): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه دوم طرح جامع ۱۷: تجهیز و توسعه آزمایشگاه مرجع فشار قوی کشور  
با قابلیت تست شرایط محیطی مناطق خاص ..... ۱۰۱
- جدول (الف-۱۷-۳): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه سوم طرح جامع ۱۷: طراحی و ساخت آزمایشگاه قدرت به روش  
سینتتیک برای تست تجهیزات رده فوق توزیع و انتقال در کشور ..... ۱۰۲
- جدول (الف-۱۸-۱): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه اول طرح جامع ۱۸: تهیه نقشه احتمال وقوع گالوپینگ در مناطق  
مختلف کوهستانی کشور ..... ۱۰۳
- جدول (الف-۱۸-۲): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه دوم طرح جامع ۱۸: تهیه نقشه و اطلس آلودگی ریزگردها در ایران  
..... ۱۰۴
- جدول (الف-۱۸-۳): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه سوم طرح جامع ۱۸: تهیه سند راهبردی مقابله با اثرات ریزگردها در  
شبکه انتقال و توزیع نیروی کشور ..... ۱۰۵
- جدول (الف-۱۸-۴): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه چهارم طرح جامع ۱۸: تکمیل نقشه خوردگی اتمسفری کشور ۱۰۷  
جدول (الف-۱۸-۵): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه پنجم طرح جامع ۱۸: تهیه نقشه پهنه بندی خاک مناطق مختلف کشور  
از نظر شدت خوردگی ..... ۱۰۷
- جدول (الف-۱۸-۶): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه ششم طرح جامع ۱۸: تهیه نقشه هدایت الکتریکی خاک مناطق با اقلیم  
خاص کشور ..... ۱۰۸
- جدول (الف-۱۸-۷): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه هفتم طرح جامع ۱۸: تدوین سند راهبردی طرح ملی سیستم زمین و  
ارتینگ مناطق با اقلیم خاص کشور ..... ۱۰۹
- جدول (الف-۱۹-۱): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه اول طرح جامع ۱۹: دستیابی به فناوری پست‌های گازی تمام بسته  
فلزی GIL با استفاده از روش مناسب همکاری‌های فناورانه ..... ۱۱۱
- جدول (الف-۱۹-۲): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه دوم طرح جامع ۱۹: دستیابی به فناوری پست‌های گازی تمام بسته  
فلزی GIS با استفاده از روش مناسب همکاری‌های فناورانه ..... ۱۱۴
- جدول (الف-۱۹-۳): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه سوم طرح جامع ۱۹: دستیابی به فناوری ماژول‌های هیبریدی  
پست‌های گازی MTS با استفاده از روش مناسب همکاری‌های فناورانه ..... ۱۱۶



- جدول (الف-۲۰): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۲۰: دستیابی به فناوری‌های پوشش‌های سیلیکونی در سطوح عایقی با استفاده از روش مناسب همکاری‌های فناورانه..... ۱۱۷
- جدول (ب-۱): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۱..... ۱۱۹
- جدول (ب-۲): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۲..... ۱۲۰
- جدول (ب-۳): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۳..... ۱۲۱
- جدول (ب-۴): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۴..... ۱۲۳
- جدول (ب-۵): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۵..... ۱۲۵
- جدول (ب-۶): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۶..... ۱۲۶
- جدول (ب-۷): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۷..... ۱۲۷
- جدول (ب-۸): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۸..... ۱۲۸
- جدول (ب-۹): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۹..... ۱۳۰
- جدول (ب-۱۰): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۱۰..... ۱۳۱
- جدول (ب-۱۱): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۱۱..... ۱۳۲
- جدول (ب-۱۲): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۱۲..... ۱۳۳
- جدول (ب-۱۳): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۱۳..... ۱۳۴
- جدول (ب-۱۴): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۱۴..... ۱۳۶
- جدول (ب-۱۵): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۱۵..... ۱۳۷
- جدول (ب-۱۶): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۱۶..... ۱۳۸
- جدول (ب-۱۷): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۱۷..... ۱۳۹
- جدول (ب-۱۸): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۱۸..... ۱۴۰
- جدول (ب-۱۹): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۱۹..... ۱۴۱
- جدول (ب-۲۰): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۲۰..... ۱۴۲
- جدول (ب-۲۱): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۲۱..... ۱۴۳

- جدول (ب-۲۲): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۲۲..... ۱۴۴
- جدول (ب-۲۳): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۲۳..... ۱۴۵
- جدول (ب-۲۴): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۲۴..... ۱۴۶

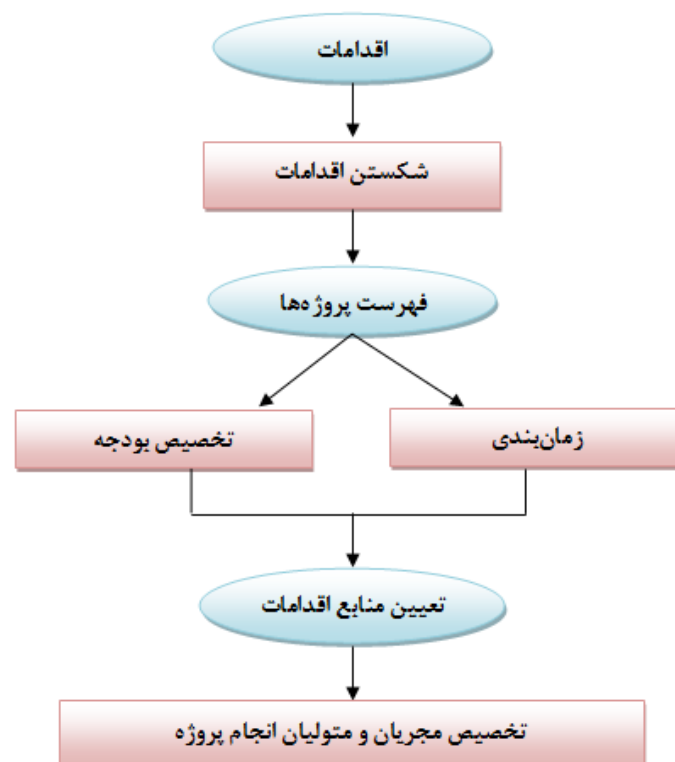
## مقدمه

در این بخش از سند، با عنوان «تدوین رهنگاشت و برنامه عملیاتی»، به ارائه مدلی از گام‌های لازم جهت تکمیل فرایند برنامه عملیاتی و همچنین ابزارهای هرگام می‌پردازیم که در نهایت منجر به دستیابی به برنامه عملیاتی و رهنگاشت<sup>۱</sup> در راستای چشم‌انداز سند خواهد شد. در مراحل سوم و چهارم این پروژه، ارکان جهت‌ساز، شامل چشم‌انداز، اهداف و راهبردهای توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص و نیز اقدامات لازم برای تحقق این ارکان تدوین شد. ساختار گزارش این مرحله به این صورت است که در ابتدا چگونگی شکستن اقدامات تدوین‌شده در مرحله چهارم به پروژه‌های اجرایی توضیح داده می‌شود و سپس، فهرست پروژه‌های تعیین‌شده ارائه می‌گردد. در گام بعدی، زمان و بودجه لازم برای تکمیل پروژه‌ها مشخص می‌شود و در ادامه متولیان و مجریان انجام پروژه‌ها بر اساس نگاشت نهادی مشخص شده تعیین می‌گردند. در نهایت، نقشه راه (رهنگاشت) مربوط به توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص بر اساس اقدامات و پروژه‌های تعیین شده ترسیم می‌شود.

<sup>۱</sup>. Roadmap

## ۱- فرایند تدوین پروژه‌های اجرایی

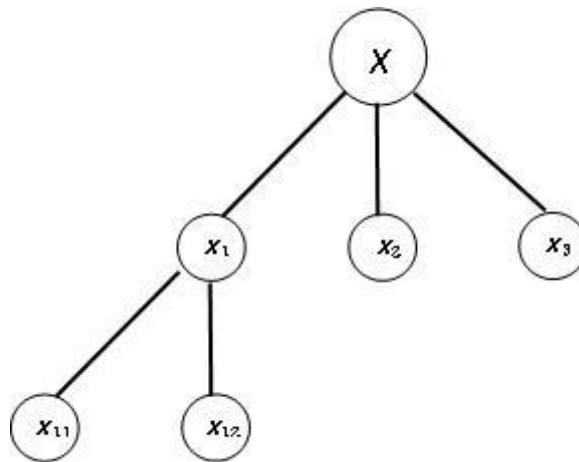
در این بخش، فرایند تدوین پروژه‌های اجرایی سند توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص توضیح داده می‌شود و در نهایت فهرست پروژه‌ها ارائه می‌شود. همان‌طور که اشاره شد، لازم است اقدامات تعیین شده در فاز چهارم، به پروژه‌های اجرایی شکسته شوند. در واقع، در این بخش باید مشخص گردد که چه پروژه یا مجموعه پروژه‌هایی باید در سالیان مختلف اجرا گردد تا در صورت اجرای این پروژه‌ها بتوان اطمینان حاصل کرد که اقدامات، راهبردها، اهداف و در نهایت چشم‌انداز توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص محقق شده است. فرایند تدوین برنامه عملیاتی در شکل (۵-۱) نشان داده شده است. مطابق این شکل، ابتدا اقدامات شناسایی شده در مرحله چهارم بر اساس معیارهایی شکسته می‌شوند و فهرست پروژه‌ها استخراج می‌شود. سپس، زمان و بودجه مورد نیاز برای انجام هر یک از پروژه‌ها مشخص می‌شود و از این طریق، منابع لازم برای تحقق اقدامات تعیین می‌گردد. در نهایت، با شناسایی نهادهای موجود در محیط داخلی و بیرونی و نقش آن‌ها، متولی و مجری انجام پروژه‌ها شناسایی می‌شود.



شکل (۵-۱): فرایند تدوین برنامه عملیاتی

## ۱-۱ - شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی

مجموعه پروژه‌های اجرایی که از شکستن اقدامات به دست می‌آیند، می‌بایست به نحوی جامع باشد که انجام صحیح آن‌ها منجر به تحقق اقدام مورد نظر گردد. از همین‌رو، در تعریف پروژه‌ها می‌باید جنبه‌های مختلف اقدام مورد توجه قرار گیرد. نکته حائز اهمیت دیگر، میزان شکسته شدن اقدامات می‌باشد. همان‌گونه که یک اقدام می‌تواند به مجموعه‌ای از پروژه‌ها شکسته شود، هر پروژه نیز قابل شکسته شدن به مجموعه‌ای از فعالیت‌ها است و این روند را در مورد فعالیت‌ها نیز می‌توان ادامه داد. این مفهوم را می‌توان به صورت ملموس‌تری در شکل (۵-۲) مشاهده نمود که در آن اقدام  $X$  به سه پروژه و پروژه شماره ۱ به دو فعالیت شکسته شده است. حال، می‌توان مجموعه کل پروژه‌هایی که برای انجام اقدام  $X$  اجرا شود را به دو صورت  $X \equiv \{X_1, X_2, X_3\}$  و  $X \equiv \{X_{11}, X_{12}, X_2, X_3\}$  ارائه نمود که تفاوت این دو در تعداد سطوح شکسته شدن اقدام می‌باشد. بنابراین، لازم است معیارهای مناسبی برای تعیین تعداد سطح شکسته شدن اقدامات تعیین گردد.



شکل (۵-۲): نحوه شکستن اقدام  $X$

در این بررسی، برای شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی، دو معیار به شرح زیر مبنای عمل قرار می‌گیرد [۱]:  
 الف) میزان منابع لازم برای انجام پروژه اجرایی قابل تخمین باشد. به عبارت دیگر، در سطح پروژه‌ها باید بتوان برآورد مناسبی از میزان منابع مورد نیاز ارائه نمود<sup>۱</sup>.

<sup>۱</sup> توضیحات بیش‌تر در مورد اقسام منابع در قسمت‌های آتی بیان خواهد شد.

ب) هر پروژه اجرایی در اندازه‌ای باشد که بتوان آن را به یک مجری محول نمود. به عبارت دیگر، اگر پروژه اجرایی به اندازه کافی جزء نشده باشد، به طوری که گستردگی ابعاد مختلف آن امکان اختصاص آن پروژه را به یک مجری سلب نماید، می‌باید پروژه اجرایی مربوطه به فعالیت‌های دیگری شکسته شود تا تخصیص آن به یک مجری واحد امکان‌پذیر گردد.

ساختار کلی شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی مشابه WBS<sup>۱</sup> می‌باشد که در بحث مدیریت پروژه تاکنون تحقیقات فراوانی در مورد آن صورت پذیرفته است.

همچنین، موضوع بااهمیت دیگر، حصول اطمینان از جامعیت پروژه‌های اجرایی در راستای تحقق اقدامات می‌باشد. تاکنون الگوریتمی که تضمین نماید مجموعه پروژه‌های اجرایی منتخب برای تحقق اقدام کفایت می‌نماید یا نه ارائه نشده است. لذا، تنها با بهره‌گیری از قضاوت خبرگان، استفاده از تجارب پیشین و در صورت امکان، به‌کارگیری ابزارهایی چون شبیه‌سازی می‌توان امیدوار بود که مجموعه پروژه‌های اجرایی شرایط کافی برای حصول اقدامات را فراهم سازند.

### ۱-۱-۱- مبنای شکستن اقدامات

یکی از مسائل کلیدی دیگر در فرآیند شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی، تعیین مبنایی است که بر اساس آن اقدامات شکسته شوند. به عنوان نمونه، اقدامی با عنوان تأسیس آزادراه را در نظر بگیرید. این اقدام می‌تواند بر دو مبنای جغرافیایی<sup>۲</sup> (راه‌سازی کوهستانی، بیابانی و جنگلی) و عملکردی<sup>۳</sup> (زیرسازی راه، روسازی و اسفالت، حفاظت حاشیه راه و ...) به پروژه‌های اجرایی زیرمجموعه خود شکسته شود. این که کدام مبنای برای شکستن اقدامات مورد توجه قرارگیرد بر اساس عوامل مختلفی تعیین می‌شود که در ادامه به مهم‌ترین آن‌ها اشاره خواهد شد [۲].

الف) ساختار و فرهنگ حاکم: اگر در ساختار موجود کشور تقسیم‌بندی ویژه و یا هنجارهای پذیرفته شده‌ی اثرگذاری وجود داشته باشد، می‌تواند مبنای شکستن پروژه‌های اجرایی را جهت‌دهی نماید. به عنوان نمونه، در مورد مثال فوق اگر سیستم راه‌سازی کشور بر اساس مناطق جغرافیایی در بخش‌های راه‌سازی کوهستانی، بیابانی و جنگلی شکل گرفته باشد و هر

<sup>۱</sup>. Work-Breakdown-Structure

<sup>۲</sup>. Geographical Base

<sup>۳</sup>. Functional Base

بخش توانایی‌ها و قابلیت‌های کلیدی لازم در حوزه فعالیت خود را به دست آورده باشد، تقسیم‌بندی جغرافیایی می‌تواند مبنای شکستن اقدامات قرار گیرد.

ب) نیازمندی‌های فعلی: نیازمندی‌هایی که بر مبنای آن شکسته شدن اقدامات صورت می‌پذیرد در طول زمان قابل تغییر است. در مورد مثال اخیر، ممکن است در فاز طراحی آزادراه‌ها، نیازهای طراحی موجب شکستن پروژه‌های اجرایی بر مبنای جغرافیایی شود ولی در زمان اجرا، نیازها تغییر کرده و مبنای عملکردی مورد استفاده قرار گیرد.

ج) منافع اقتصادی: میزان کسب درآمد از پروژه‌های اجرایی می‌تواند مبنایی برای شکستن اقدامات باشد. به عنوان مثال، درآمدزا یا هزینه‌بر بودن پروژه‌های اجرایی از این جهت می‌تواند مبنای قرار گیرد که ابتدا پروژه‌های اجرایی درآمدزا انجام شوند و از درآمد حاصل برای انجام پروژه‌های اجرایی هزینه‌بر استفاده شود.

د) نظرات ذینفعان: از آنجایی که هدف از تحقق اقدامات در واقع برآوردن نیاز ذینفعان و کسب منافع توسط این گروه می‌باشد، ضروری است نظرات ذینفعان در بخش‌های مختلف فرآیند پیاده‌سازی از جمله چگونگی شکستن اقدامات مورد توجه قرار گیرد.

در صورتی که تصمیم گرفته شود تا تعدادی از پروژه‌های اجرایی نیز به زیرفعالیت‌هایشان شکسته شوند، می‌توان در سطح دوم ساختار شکست از مبنای دیگری استفاده نمود. به طور مثال در مرحله اول بر مبنای جغرافیایی و در مرحله دوم بر مبنای عملکردی عمل نمود.

### ۱-۱-۲- ابزارهای شکستن اقدامات

تاکنون مفاهیم و موضوعات کلیدی شکستن اقدامات مورد بحث و بررسی قرار گرفت. در این بخش چند ابزار برای انجام این مهم معرفی می‌گردد.

#### الف) تجزیه و تحلیل فرایند استاندارد

در ادبیات برخی از اقدامات فرایندی تجربه شده‌ای وجود دارد که به طور عام توسط نخبگان علمی آن حوزه مورد پذیرش قرار گرفته است. چنین فرایندهایی فرایند استاندارد نامیده می‌شود. در صورتی که در مورد اقدامات خاصی فرایند استاندارد وجود داشته باشد، پروژه‌های اجرایی ارائه شده در آن اقدام به عنوان مجموعه پروژه‌های اجرایی استاندارد پذیرفته می‌شوند.

### ب) بهینه‌کاوی

در صورتی که در راستای تحقق یک اقدام، فرایند استاندارد وجود نداشته باشد و یا به علت عدم دسترسی قابل استفاده نباشد، از ابزار بهینه‌کاوی استفاده می‌شود. بهینه‌کاوی به معنی بررسی تجربه‌های انجام شده و یادگیری می‌باشد. اگرچه در این حالت به علت عدم وجود الگوی استاندارد، انتظار می‌رود تجربه‌های پیشین در ابعاد مختلفی با یکدیگر تفاوت داشته باشند - که از علل اصلی این امر، خواستگاه منطقه‌ای و ویژگی‌های خاصی است که فرایند در قالب آن طراحی و اجرا شده است. یکی از مسائل کلیدی به‌کارگیری این ابزار، چگونگی در کنار هم قرار دادن نتایج تجربه‌های مختلف برای دستیابی به الگوی مطلوب می‌باشد. اگر نتوان از این روش به مجموعه‌ای از پروژه‌های اجرایی قابل قبول دست یافت، از پروژه‌های اجرایی غیرنهایی به دست آمده می‌توان در ابزار علی - معلولی استفاده نمود.

### ج) تحلیل علی - معلولی

هدف این ابزار استفاده از نظرات خبرگان برای شکستن اقدامات به مجموعه پروژه‌های اجرایی می‌باشد. از همین رو ضروری است که استفاده از این ابزار با حضور خبرگانی مسلط بر ابعاد مختلف اقدام مربوطه صورت گیرد. در ادامه، گام‌های استفاده از این ابزار در جلسه‌ای با حضور خبرگان توضیح داده می‌شود.

**گام ۱:** در ابتدای جلسه توضیحات مربوط به معرفی اقدام ارائه می‌گردد تا کلیه افراد حاضر، به نگرش یکسانی از اقدام مورد نظر دست یابند.

**گام ۲:** در یک طوفان فکری، پروژه‌های اجرایی که از نظر خبرگان برای انجام اقدام مزبور ضروری به نظر می‌رسد مطرح شده و در معرض دید همگان قرار می‌گیرد. حاضرین جلسه می‌باید این نکته را مد نظر قرار دهند که در مرحله اول صرفاً اقدامات به پروژه‌های اجرایی اساسی تشکیل‌دهنده‌اش شکسته می‌شوند. از همین رو، بهتر است از بیان مواردی که خود، زیرفعالیت پروژه‌های اجرایی اساسی به شمار می‌روند و یا قابل بیان شدن به شکل پروژه‌های اجرایی کلان‌تری هستند، اجتناب ورزند. در صورتی که تصمیم گرفته شود برخی پروژه‌های اجرایی به زیرفعالیت‌های خود شکسته شوند، در مرحله دیگری، تحلیل علی - معلولی در مورد آن پروژه‌های اجرایی تکرار می‌شود. به عبارتی، در هر مرحله از به‌کارگیری این ابزار، شکستن پروژه‌ها تنها در یک سطح انجام می‌پذیرد. پس از انجام این گام، فهرست اولیه‌ای از پروژه‌های اجرایی پیشنهادی



به دست می‌آید. در تکمیل این فهرست می‌توان از اطلاعات به دست آمده از دو ابزار دیگر، به ویژه بهینه‌کاوی، استفاده نمود.<sup>۱</sup>

### گام ۳: کلیه موارد موجود در لیست اولیه تحت سه عنوان زیر دسته‌بندی می‌شوند:

الف) پروژه‌های اجرایی اصلی تکمیل: پروژه‌های اجرایی هستند که اولاً در راستای تحقق اقدام مورد نظر انجام آن‌ها ضروری بوده و ثانیاً در بین سایر پروژه‌های اجرایی پیشنهاد شده موارد مشابه قابل جایگزینی با آن وجود ندارد.

ب) پروژه‌های اجرایی جایگزین: این دسته شامل آن بخش از پروژه‌های اجرایی ضروری می‌باشند که در بین سایر پروژه‌های اجرایی، موارد مشابه قابل جایگزینی با آن‌ها یافت می‌شود. در این حالت، هر گروه از پروژه‌های اجرایی مشابه را در مجموعه‌هایی جمع می‌کنیم که مجموعه‌های جایگزینی نامیده می‌شوند. سرانجام می‌باید از هر یک از مجموعه‌های جایگزینی یک پروژه اجرایی انتخاب شود. مجموعه‌های جایگزینی نباید با یکدیگر دارای اشتراک باشند. همچنین، در صورتی که پروژه اجرایی قابل تخصیص به بیش از یک مجموعه جایگزینی باشد، آن پروژه اجرایی به چند بخش تفکیک شده و هر بخش به مجموعه مربوطه اختصاص می‌یابد.

ج) پروژه‌های اجرایی پشتیبانی: پروژه‌های اجرایی که در راستای تحقق یک اقدام، ضروری نیستند ولی می‌توانند فرآیند انجام اقدام مورد نظر را تقویت کرده و آنرا تسریع بخشند.

در صورتی که پس از دسته‌بندی فوق مواردی وجود داشته باشند که به نوعی زیرفعالیت سایر پروژه‌های اجرایی اصلی یا پشتیبانی به حساب آیند، آن موارد حذف می‌گردند و در صورت لزوم، در شکستن پروژه‌های اجرایی به زیرفعالیت‌ها در مراحل بعد مورد استفاده قرار می‌گیرند. در غیراینصورت، لازم است پروژه‌های اجرایی اصلی یا پشتیبان دیگری تعریف شوند که دربرگیرنده زیرفعالیت‌های مزبور باشند.

در نهایت پروژه‌های اجرایی دسته‌بندی شده می‌باید دارای دو ویژگی زیر باشند:

<sup>۱</sup> ممکن است بتوان در مورد یک فعالیت از روش تحلیل فرآیند استاندارد و یا بهینه‌کاوی به نتیجه رسید، علی‌رغم این‌که در مورد اقدام بالادست استفاده از این دو ابزار نتیجه‌بخش نبوده باشد.

- در یک سطح باشند
- غیر از پروژه‌های اجرایی درون یک مجموعه جایگزینی، سایر پروژه‌های اجرایی بدون همپوشانی باشند. در غیر این صورت می‌باید تغییراتی در آن‌ها اعمال گردد که همپوشانی موجود حذف شود.

### ۱-۱-۳- بازنگری نهایی و انتخاب پروژه‌های اجرایی

قبل از نهایی شدن پروژه‌های اجرایی، به منظور ارزیابی جوانب مختلف پروژه‌های اجرایی ارائه شده و قضاوت در مورد موجه بودن یا عدم موجه بودن آن‌ها، هر پروژه اجرایی می‌باید بر اساس معیارهای مختلفی از جمله معیارهای فنی، مالی و اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی مورد ممیزی قرار گیرد. بر این اساس، پروژه‌های اجرایی به دست آمده در مرحله قبل مورد بازبینی قرار گرفته و پروژه‌هایی که از نظر معیارهای مختلف ناموجه باشند، کنار گذاشته می‌شوند. در واقع، پروژه‌های اجرایی نهایی می‌بایست به نحو مطلوبی موجبات دستیابی به مقاصد سایر سطوح راهبردی را فراهم سازند. از همین رو، ضروری به نظر می‌رسد با نگاهی اجمالی به گام‌های طی شده نواقص احتمالی مورد بازبینی قرار گیرد.

### ۱-۲- فهرست پروژه‌های اجرایی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در

#### مناطق با اقلیم خاص

با توجه به موارد مطرح شده در ابتدای این بخش در ارتباط با ضرورت و نحوه شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی، در این قسمت پروژه‌هایی شناسایی می‌شوند که اجرایی شدن آن‌ها منجر به تحقق اقدامات می‌گردد. با توجه به ابزارهای گوناگونی که جهت شکستن اقدامات در بخش قبل معرفی شده است، پس از بررسی‌های صورت گرفته این نتیجه حاصل شد که ابزار تحلیل علی- معلولی بهترین ابزار برای شکستن اقدامات در این طرح می‌باشد.

همان‌طور که در گزارش مرحله چهارم سند نیز اشاره شد، اقدامات مربوط به این سند در دو دسته اقدامات فنی و غیر فنی تدوین شدند. با توجه به سطح اقدامات غیر فنی تعریف شده در مرحله چهارم، تصمیم گرفته شد تا این اقدامات به سطح پایین‌تر شکسته نشود و زمان‌بندی و بودجه‌بندی بر روی اقدامات انجام شود. اما در ارتباط با اقدامات فنی، با توجه به امکان شکستن اقدامات، تصمیم بر این شد تا پروژه‌های اجرایی، ذیل هر یک از اقدامات فنی تعریف شود. مجموعه پروژه‌های اجرایی که از شکستن اقدامات به دست می‌آید، می‌بایست به نحوی جامع باشد که انجام صحیح آن‌ها منجر به تحقق اقدام مورد نظر شود.

لذا، در این بخش تلاش شده است با استفاده از نظرات خبرگان و کارشناسان، جامعیت پروژه‌های اجرایی شناسایی شده برای هر اقدام حفظ شود. مورد دیگری که در رابطه با شکستن اقدامات می‌بایست مورد توجه قرار گیرد، سطح شکسته شدن اقدامات می‌باشد. در این طرح، اقدامات تا سطحی شکسته شده‌اند که بتوان برای پروژه‌های اجرایی حاصل از شکستن آن‌ها زمان و بودجه تخصیص داده و همچنین، مجری جهت اجرای آن‌ها مشخص نمود. در ادامه، پروژه‌های شناسایی شده برای هر یک از اقدامات فنی در جدول (۵-۱) ارائه شده است.

جدول (۵-۱): پروژه‌های مربوط به اقدامات فنی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

اقدام ۱: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت پوشینگ‌های کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت رده توزیع، فوق توزیع و انتقال	
ردیف	عنوان پروژه‌ها
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت رده توزیع ۲۰ و ۳۳ کیلووات
۲	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات
۳	طراحی و ساخت نمونه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت رده توزیع ۲۰ و ۳۳ کیلووات
۴	طراحی و ساخت نمونه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات

اقدام ۲: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت پوشینگ‌های کامپوزیتی ترانس‌های جریان و ولتاژ رده فوق توزیع و انتقال	
ردیف	عنوان پروژه‌ها
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی ترانس‌های جریان و ولتاژ رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات
۲	طراحی و ساخت نمونه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات

اقدام ۳: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت پوشینگ‌های کامپوزیتی کلیدهای قدرت رده فوق توزیع و انتقال	
ردیف	عنوان پروژه‌ها
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی کلیدهای قدرت رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات
۲	طراحی و ساخت نمونه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی کلیدهای قدرت رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات

اقدام ۴: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت پوشینگ‌های کامپوزیتی نوع دیواری رده فوق توزیع و انتقال	
ردیف	عنوان پروژه‌ها
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی نوع دیواری رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات
۲	طراحی و ساخت نمونه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی نوع دیواری رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات

اقدام ۵: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت مقره‌های کامپوزیتی اتکایی پست و مقره‌های کامپوزیتی اتکایی سکسیونرها رده فوق توزیع و انتقال	
ردیف	عنوان پروژه‌ها
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی مقره کامپوزیتی اتکایی پست و مقره کامپوزیتی اتکایی سکسیونر رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات
۲	طراحی و ساخت نمونه صنعتی مقره کامپوزیتی اتکایی پست و مقره کامپوزیتی اتکایی سکسیونر رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات

اقدام ۶: تسلط بر فناوری ساخت پوشش‌های نانوسرامیک در مقره‌ها و سطوح عایقی فشار قوی	
ردیف	عنوان پروژه‌ها
۱	ساخت نمونه آزمایشگاهی پوشش‌های نانوسرامیک مورد استفاده بر روی مقره‌ها و سطوح عایقی
۲	ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشش‌های نانوسرامیک مورد استفاده بر روی مقره‌ها و سطوح عایقی

اقدام ۷: تسلط بر فناوری ساخت و بکارگیری پوشش‌های نانوکامپوزیت در مقره‌ها و سطوح عایقی فشار قوی	
ردیف	عنوان پروژه‌ها
۱	ساخت نمونه آزمایشگاهی پوشش‌های نانوکامپوزیت مورد استفاده بر روی مقره‌ها و سطوح عایقی
۲	ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشش‌های نانوکامپوزیت مورد استفاده بر روی مقره‌ها و سطوح عایقی
۳	اجرای پایلوت اعمال پوشش‌های نانوکامپوزیت بر روی یک پست فشار قوی واقع در مناطق آلوده و ارزیابی عملکرد آن در طول زمان

اقدام ۸: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ با عایق گازی رده انتقال	
ردیف	عنوان پروژه‌ها
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی ترانسفورماتورهای جریان عایق گازی رده ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات
۲	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی ترانسفورماتورهای ولتاژ عایق گازی رده ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات
۳	طراحی و ساخت نمونه صنعتی ترانسفورماتورهای جریان عایق گازی رده ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات
۴	طراحی و ساخت نمونه صنعتی ترانسفورماتورهای ولتاژ عایق گازی رده ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات

اقدام ۹: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ ترکیبی با عایق تمام جامد رزینی رده فوق توزیع	
ردیف	عنوان پروژه‌ها
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ ترکیبی با عایق تمام جامد رزینی رده فوق توزیع ۶۳ و ۱۳۲ کیلووات
۲	طراحی و ساخت نمونه صنعتی ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ ترکیبی با عایق تمام جامد رزینی رده فوق توزیع ۶۳ و ۱۳۲ کیلووات

اقدام ۱۰: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری برقی‌گیرهای خط اکسید فلزی با بدنه کامپوزیتی

ردیف	عنوان پروژه‌ها
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی برقگیرهای خط نوع اکسید فلزی رده ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات
۲	طراحی و ساخت نمونه صنعتی برقگیرهای خط نوع اکسید فلزی رده ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات
۳	اجرای پایلوت استفاده از برقگیرهای خط نوع اکسید فلزی در یکی از خطوط رده انتقال واقع در مناطق صاعقه‌خیز کشور

اقدام ۱۱: تسلط بر فناوری پایش آنالاین و یکپارچه وضعیت خطوط و تجهیزات پست‌های رده انتقال	
ردیف	عنوان پروژه‌ها
۱	اجرای پایلوت پایش آنالاین تجهیزات فشار قوی در یک پست منتخب رده انتقال
۲	تدوین دانش فنی ارزیابی وضعیت و تخمین عمر تجهیزات فشار قوی پایش شده به صورت آنالاین

اقدام ۱۲: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری برقگیرهای چندمحفظه‌ای رده توزیع و انتقال	
ردیف	عنوان پروژه‌ها
۱	طراحی و ساخت نمونه برقگیر چندمحفظه‌ای رده توزیع جهت حفاظت در برابر برخورد صاعقه
۲	طراحی و ساخت نمونه برقگیر چندمحفظه‌ای رده انتقال جهت حفاظت خط در برابر برخورد صاعقه
۳	اجرای پایلوت طرح برقگیرهای نوین چندمحفظه‌ای در حفاظت از یک خط انتقال منتخب در برابر برخورد مستقیم صاعقه

اقدام ۱۳: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری مقره‌های خودکراس‌آرم کامپوزیتی	
ردیف	عنوان پروژه‌ها
۱	تدوین دانش فنی طراحی خطوط انتقال کمپکت با استفاده از مقره‌های خودکراس‌آرم کامپوزیتی
۲	اجرای پایلوت یک خط انتقال کمپکت با استفاده از مقره‌های خودکراس‌آرم
۳	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی مقره خودکراس‌آرم کامپوزیتی رده ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات
۴	طراحی و ساخت نمونه صنعتی مقره خودکراس‌آرم کامپوزیتی رده ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات

اقدام ۱۴: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری کراس‌آرم‌های کامپوزیتی رده فوق توزیع و انتقال	
ردیف	عنوان پروژه‌ها
۱	تدوین دانش فنی طراحی خطوط انتقال کمپکت با استفاده از کراس‌آرم کامپوزیتی
۲	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی کراس‌آرم کامپوزیتی رده ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات
۳	طراحی و ساخت نمونه صنعتی کراس‌آرم کامپوزیتی رده ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات

اقدام ۱۵: فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری تابلوهای تمام کامپوزیتی رده فشار متوسط	
ردیف	عنوان پروژه‌ها
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی تابلوهای کامپوزیتی رده ۲۰ و ۳۳ کیلووات
۲	طراحی و ساخت نمونه صنعتی تابلوهای کامپوزیتی رده ۲۰ و ۳۳ کیلووات

اقدام ۱۶: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت نمونه آزمایشگاهی سوئیچگیر رده توزیع فشار متوسط با عایق تمام جامد رزینی	
ردیف	عنوان پروژه‌ها
۱	تحقیق و مطالعه در خصوص مشخصات فنی سوئیچگیر رده توزیع فشار متوسط با عایق تمام جامد رزینی
۲	تدوین دانش فنی طراحی سوئیچگیر رده توزیع فشار متوسط با عایق تمام جامد رزینی
۳	ساخت نمونه آزمایشگاهی سوئیچگیر توزیع رده ۲۰ کیلووات با عایق تمام جامد رزینی

اقدام ۱۷: طرح جامع توسعه آزمایشگاه‌های مرجع به قابلیت انجام تست‌های مختلف شرایط محیطی مناطق خاص کشور و توسعه پایگاه‌های تحقیقاتی تجهیزات برق مناطق گرمسیری	
ردیف	عنوان پروژه‌ها
۱	توسعه و تجهیز پایگاه تحقیقاتی تجهیزات برق مناطق گرمسیری هرمزگان
۲	توسعه و تجهیز آزمایشگاه مرجع فشار قوی کشور با قابلیت تست شرایط محیطی مناطق خاص
۳	طراحی و ساخت آزمایشگاه قدرت به روش سینتیک برای تست تجهیزات رده فوق توزیع و انتقال در کشور

اقدام ۱۸: انجام پروژه‌های بنیادی	
ردیف	عنوان پروژه‌ها
۱	تهیه نقشه احتمال وقوع گالوپینگ در مناطق مختلف کوهستانی کشور
۲	تهیه نقشه و اطلس آلودگی ریزگردها در ایران
۳	تدوین سند راهبردی مقابله با اثرات ریزگردها در شبکه انتقال و توزیع نیروی کشور
۴	تکمیل نقشه خوردگی اتمسفری مناطق خاص کشور
۵	تهیه نقشه پهنه‌بندی خاک مناطق خاص کشور از نظر شدت خوردگی
۶	تهیه نقشه هدایت الکتریکی خاک مناطق با اقلیم خاص کشور
۷	تدوین سند راهبردی طرح ملی سیستم زمین و ارتینگ مناطق با اقلیم خاص کشور

اقدام ۱۹: تدوین سند توسعه فناوری‌های خطوط و پست‌های فشار قوی تمام بسته فلزی با عایق گازی با استفاده از روش مناسب همکاری‌های خارجی	
ردیف	عنوان پروژه‌ها
۱	تدوین سند توسعه فناوری پست‌های گازی تمام بسته فلزی GIL با استفاده از روش مناسب همکاری‌های فناورانه
۲	تدوین سند توسعه فناوری پست‌های گازی تمام بسته فلزی GIS با استفاده از روش مناسب همکاری‌های فناورانه
۳	تدوین سند توسعه مازول‌های هیبریدی پست‌های گازی MTS با استفاده از روش مناسب همکاری‌های فناورانه

اقدام ۲۰: تدوین سند توسعه فناوری‌های پوشش‌های سیلیکونی در سطوح عایقی با استفاده از روش مناسب همکاری‌های خارجی	
ردیف	عنوان پروژه‌ها
۱	تدوین سند توسعه فناوری پوشش‌های RTV مورد استفاده در پست‌های فشار قوی واقع در مناطق آلوده از روش مناسب همکاری‌های فناورانه

همچنین، ذکر این نکته ضروری است که از آنجایی که اقدامات فنی اشاره شده در این سند، به صورت پروژه‌های مرتبط با هم تعریف شده‌اند و عادت معمول بر آن است که تمامی پروژه‌های ذیل این اقدامات توسط متولیان یکسان و به صورت متوالی انجام گیرند، لذا در تدوین شناسنامه اقدامات آورده شده در **پیوست (۱)**، عناوین اقدامات به "طرح‌های جامع" تغییر یافته است که این امر خللی در روند ارزیابی تحقق اقدامات و یا پروژه‌های آنها وارد نمی‌کند.

## ۲- تخصیص منابع

در برنامه‌ریزی عملیاتی، تخصیص منابع، فرایند تصمیم‌گیری در مورد چگونگی به‌کارگیری منابع موجود به منظور نیل به مقاصد تعیین شده، به ویژه در کوتاه‌مدت می‌باشد. تخصیص منابع در سطوح مختلف راهبردی از جمله اقدامات، پروژه‌های اجرایی، فعالیت‌ها و سایر سطوح بالاتر قابل تعریف می‌باشد. همانطور که در بخش قبل عنوان شد، یکی از معیارهای مورد توجه در تعیین تعداد سطوحی که اقدامات شکسته می‌شوند، رسیدن به سطحی است که در آن بتوان منابع لازم را برآورد نمود. این برآورد بر دو مبنا صورت می‌پذیرد:

الف) تجربه‌های پیشین

ب) نظر خبرگان

منابعی که در برنامه عملیاتی این سند مورد توجه قرار خواهند گرفت، عبارتند از هزینه، زمان و در صورت لزوم منابعی چون دانش و فناوری. تأمین منابع انسانی با استفاده از هزینه اختصاص یافته توسط مجری فعالیت صورت می‌پذیرد. البته، هزینه نیروی انسانی برآورد شده و جزء منابع مالی به مجری تخصیص می‌یابد. با توجه به محدود بودن زمان، جهت دستیابی به اهداف در زمان مورد نظر، می‌بایست مدت زمان لازم برای انجام هر پروژه، به عنوان یکی از اصلی‌ترین منابع اجرایی شدن پروژه‌ها، به درستی مشخص گردد. لازم به ذکر است که در این پروژه تخصیص زمان، یک فرآیند تخصیص منابع محدود می‌باشد. به عبارت دیگر، کل زمان در دسترس برای تحقق پروژه‌های اجرایی از قبل تعیین شده و هر پروژه می‌بایست در مدت زمان خاص خود به اتمام برسد. از طرف دیگر، منابع مالی به عنوان منابع نامحدود در نظر گرفته می‌شوند. بنابراین، در مورد هر پروژه اجرایی هزینه لازم برآورد شده و اختصاص می‌یابد. منابع لازم برای سطوح بالاتر از جمله اقدامات در حالت کلی برابر

مجموع هزینه‌های سطوح بلا فصل پایین دست می‌باشد<sup>۱</sup>. همان گونه که در بخش قبلی اشاره شد، اقدامات غیر فنی تعیین شده به سطح پایین تر شکسته نشده‌اند؛ در نتیجه، زمان و بودجه هر یک از اقدامات غیر فنی برآورد می‌شود. در این بخش، زمان و بودجه تخمینی لازم برای انجام اقدامات غیر فنی و پروژه‌های مربوط به اقدامات فنی به ترتیب در جدول‌های (۲-۵) و (۳-۵) ارائه شده است. زمان بندی دقیق پروژه‌ها می‌تواند به ترسیم صحیح رهنگاشت کمک کند. جدول (۲-۵) به شرح زیر است.

جدول (۲-۵): بودجه بندی و زمان بندی اقدامات غیر فنی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

اقدامات رفع چالش‌های کارکرد کارآفرینی			
ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۱	تدوین و ابلاغ برنامه‌ها و دستورالعمل‌های مناسب جهت ملزم کردن مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای به استفاده از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی	۱۲	
۲	تدوین و ابلاغ دستورالعمل‌های الزام آور برای هدایت مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای به همکاری با شرکت‌های تولیدی دارای واحدهای تحقیق و توسعه فعال	۱۲	
۳	برگزاری نمایشگاه‌های تخصصی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی و تحریک مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای و شرکت‌های تولیدکننده به شرکت در نمایشگاه‌ها	۶۰	

اقدامات رفع چالش‌های کارکرد خلق و توسعه دانش			
ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۱	حمایت از پژوهش‌های کاربردی و مطابق با نیازهای صنعت به شکل حمایت‌های مالی و ارائه خدمات آزمایشگاهی و مشاوره‌ای	۱۲۰	
۲	حمایت از ایجاد هسته‌های پژوهشی و انجمن‌های دانشی در حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی	۶۰	
۳	تعریف پروژه‌های مشترک در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی میان دانشگاه‌ها، شرکت‌های تولیدکننده و شرکت‌های مشاور	۷۲	
۴	تشکیل و تقویت کارگروه مشترک برق و پتروشیمی شامل دانشگاهیان و صنعتگران فعال کشور	۱۸	
۵	اجرای طرح پایش سالانه روند تغییرات جهانی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی	۹۶	
۶	طراحی و راه اندازی یک سامانه مدیریت اطلاعات و دانش به منظور مدیریت دانش خلق شده در موسسات دانش بنیان و دانشگاه‌ها در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی	۱۲۰	

<sup>۱</sup>مسأله مهمی که در تخصیص منابع مالی محدود مورد ملاحظه قرار می‌گیرد، اولویت بندی فعالیت‌ها به گونه‌ای است که مشخص باشد منابع اضافی که حیثاً در طول پروژه اختصاص می‌یابند به کدام یک از آنها تعلق گرفته و در صورت کاهش منابع کدامیک با کمبود مواجه می‌شوند. این ملاحظه برای پروژه جاری وجود ندارد.



اقدامات رفع چالش‌های کارکرد خلق و توسعه دانش			
ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
اقدامات رفع چالش‌های کارکرد انتشار دانش			
ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۱	تشکیل یک دبیرخانه دائمی به منظور انتشار نشریه و برگزاری کنفرانس‌های سالانه در حوزه تجهیزات فشار قوی	۱۰۸	
۲	انتشار نشریه تخصصی با موضوعیت تجهیزات فشار قوی	۹۶	
۳	تدوین استانداردها و دستورالعمل‌های فنی در حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی	۳۶	
۴	تدوین برنامه‌های تشویقی در کارکرد انتشار دانش برای ترغیب مراکز پژوهشی به انتشار دانش در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی	۱۸	

اقدامات رفع چالش‌های کارکرد جهت‌دهی به سیستم			
ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۱	تشکیل مرکز راهبری توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی به منظور جهت‌دهی به پژوهش‌های این حوزه فناورانه	۲۴	
۲	ایجاد و راه‌اندازی یک پایگاه اطلاعاتی از شرایط تجهیزات عایقی فشار قوی خطوط و پست‌های کشور	۳۶	
۳	کمی‌سازی شاخص‌ها و آماره‌های عملکرد شبکه برق در مناطق با اقلیم خاص	۲۴	

اقدامات رفع چالش‌های کارکرد شکل‌دهی به بازار			
ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۱	جمع‌آوری اطلاعات آماری مناسب از شکل بازار فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص	۱۸	
۲	تدوین و ابلاغ قوانین الزام‌کننده برق‌های منطقه‌ای به خرید از تولیدکنندگان داخل	۱۸	
۳	تسهیل فرایند حضور مجریان حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی در بازارهای بین‌المللی	۶۰	

اقدامات رفع چالش‌های کارکرد تامین منابع			
ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۱	تشکیل موسسات بازاریابی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی	۳۶	

اقدامات رفع چالش‌های کارکرد تامین منابع			
ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۲	برگزاری دوره‌های آموزشی تخصصی توسط صنعت و مراکز پژوهشی وابسته	۹۶	

اقدامات رفع چالش‌های کارکرد مشروعیت بخشی			
ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۱	ایجاد سامانه آگاهی بخشی به مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای در حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی	۱۸	
۲	برگزاری جلسات دانش افزایی و کنفرانس‌های تخصصی به منظور افزایش آگاهی مدیران نسبت به تجهیزات عایقی فشار قوی	۶۰	
۳	انجام مطالعات اقتصادسنجی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی	۳۶	

بنا بر بودجه ارائه شده برای هر یک از اقدامات غیرفنی در جدول (۵-۲)، مجموع بودجه مورد نیاز برای تحقق تمامی ۲۴

اقدام غیرفنی پیشنهادی در حدود ؟ میلیون ریال ( ؟ میلیون ریال) برآورد شده است.

بودجه و زمان تخمینی پروژه‌های مربوط به اقدامات فنی پیشنهادی در جدول (۵-۳) قابل مشاهده است.

جدول (۵-۳): بودجه بندی و زمان بندی پروژه‌های مربوط به اقدامات فنی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

اقدام ۱: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت بوشینگ‌های کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت رده توزیع، فوق توزیع و انتقال			
ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی بوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت رده توزیع ۲۰ و ۳۳ کیلووات	۱۶	
۲	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی بوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	۳۰	
۳	طراحی و ساخت نمونه صنعتی بوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت رده توزیع ۲۰ و ۳۳ کیلووات	۱۶	
۴	طراحی و ساخت نمونه صنعتی بوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	۳۰	
مجموع		۴۶	

اقدام ۲: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت پوشینگ‌های کامپوزیتی ترانس‌های جریان و ولتاژ رده فوق توزیع و انتقال			
ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	۳۰	
۲	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	۳۰	
مجموع		۶۰	

اقدام ۳: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت پوشینگ‌های کامپوزیتی کلیدهای قدرت رده فوق توزیع و انتقال			
ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی کلیدهای قدرت رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	۳۰	
۲	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی کلیدهای قدرت رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	۳۰	
مجموع		۶۰	

اقدام ۴: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت پوشینگ کامپوزیتی نوع دیواری رده فوق توزیع و انتقال			
ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی نوع دیواری رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	۳۰	
۲	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی نوع دیواری رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	۳۰	
مجموع		۶۰	

اقدام ۵: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت مقره‌های کامپوزیتی اتکایی پست و مقره‌های کامپوزیتی اتکایی سکسیونرها رده فوق توزیع و انتقال			
ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی مقره کامپوزیتی اتکایی پست و مقره کامپوزیتی اتکایی سکسیونر رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	۳۰	
۲	طراحی و ساخت نمونه صنعتی مقره کامپوزیتی اتکایی پست و مقره کامپوزیتی اتکایی سکسیونر رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	۳۰	
<b>مجموع</b>		<b>۶۰</b>	

اقدام ۶: تسلط بر فناوری ساخت پوشش‌های نانوسرامیک در مقره‌ها و سطوح عایقی فشار قوی			
ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۱	ساخت نمونه آزمایشگاهی پوشش‌های نانوسرامیک مورد استفاده بر روی مقره‌ها و سطوح عایقی	۱۸	
۲	ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشش‌های نانوسرامیک مورد استفاده بر روی مقره‌ها و سطوح عایقی	۱۸	
<b>مجموع</b>		<b>۳۶</b>	

اقدام ۷: تسلط بر فناوری ساخت و بکارگیری پوشش‌های نانوکامپوزیت در مقره‌ها و سطوح عایقی فشار قوی			
ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۱	ساخت نمونه آزمایشگاهی پوشش‌های نانوکامپوزیت مورد استفاده بر روی مقره‌ها و سطوح عایقی	۱۸	
۲	ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشش‌های نانوکامپوزیت مورد استفاده بر روی مقره‌ها و سطوح عایقی	۱۸	
۳	اجرای پایلوت اعمال پوشش‌های نانوکامپوزیت بر روی یک پست فشار قوی واقع در مناطق آلوده و ارزیابی عملکرد آن در طول زمان	۶	
<b>مجموع</b>		<b>۴۲</b>	

اقدام ۸: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ با عایق گازی رده انتقال			
ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی ترانسفورماتورهای جریان عایق گازی رده ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	۳۰	
۲	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی ترانسفورماتورهای ولتاژ عایق گازی رده ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	۳۰	
۳	طراحی و ساخت نمونه صنعتی ترانسفورماتورهای جریان عایق گازی رده ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	۳۰	
۴	طراحی و ساخت نمونه صنعتی ترانسفورماتورهای ولتاژ عایق گازی رده ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	۳۰	
مجموع		۶۰	

اقدام ۹: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ ترکیبی با عایق تمام جامد رزینی رده فوق توزیع			
ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۱	طراحی، ساخت نمونه نیمه صنعتی ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ ترکیبی و با عایق تمام جامد رزینی رده فوق توزیع ۶۳ و ۱۳۲ کیلووات	۲۴	
۲	طراحی، ساخت نمونه صنعتی ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ ترکیبی و با عایق تمام جامد رزینی رده فوق توزیع ۶۳ و ۱۳۲ کیلووات	۲۴	
مجموع		۴۸	

اقدام ۱۰: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری برقگیرهای خط اکسید فلزی با بدنه کامپوزیتی			
ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی برقگیرهای خط نوع اکسید فلزی رده ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	۲۴	
۲	طراحی و ساخت نمونه صنعتی برقگیرهای خط نوع اکسید فلزی رده ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	۲۴	
۳	اجرای پایلوت استفاده از برقگیرهای خط نوع اکسید فلزی در یکی از خطوط رده انتقال واقع در مناطق صاعقه‌خیز کشور	۱۸	
مجموع		۶۶	

اقدام ۱۱: تسلط بر فناوری پایش آنلاین و یکپارچه وضعیت کلیه تجهیزات پست‌های رده انتقال			
ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۱	اجرای پایلوت پایش آنلاین تجهیزات فشار قوی در یک پست منتخب رده انتقال	۱۸	
۲	تدوین دانش فنی ارزیابی وضعیت و تخمین عمر تجهیزات فشار قوی پایش شده به صورت آنلاین	۱۸	
مجموع		۱۸	

اقدام ۱۲: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری برقی‌های چندمحفظه‌ای رده انتقال و توزیع			
ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۱	طراحی و ساخت نمونه برقی‌های چندمحفظه‌ای رده توزیع جهت حفاظت در برابر صاعقه	۲۴	
۲	طراحی و ساخت نمونه برقی‌های چندمحفظه‌ای رده انتقال جهت حفاظت در برابر صاعقه	۲۴	
۳	اجرای پایلوت طرح استفاده از برقی‌های نوین چندمحفظه‌ای در حفاظت از یک خط انتقال منتخب در برابر برخورد مستقیم صاعقه	۱۲	
مجموع		۲۴	

اقدام ۱۳: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری مقره‌های خودکراس‌آرم کامپوزیتی			
ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۱	تدوین دانش فنی طراحی خطوط انتقال کمپکت با استفاده از مقره خودکراس‌آرم کامپوزیتی	۱۲	
۲	اجرای پایلوت یک خط انتقال کمپکت با استفاده از مقره‌های خودکراس‌آرم	۱۸	
۳	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی مقره خودکراس‌آرم کامپوزیتی رده ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت	۳۶	
۴	طراحی و ساخت نمونه صنعتی مقره خودکراس‌آرم کامپوزیتی رده ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت	۳۶	
مجموع		۷۲	

اقدام ۱۴: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری کراس‌آرم‌های کامپوزیتی رده فوق توزیع و انتقال			
ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۱	تدوین دانش فنی طراحی خطوط انتقال کمپکت با استفاده از کراس‌آرم کامپوزیتی	۱۲	
۲	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی کراس‌آرم کامپوزیتی رده ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت	۱۸	
۳	طراحی و ساخت نمونه صنعتی کراس‌آرم کامپوزیتی رده ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت	۱۸	
مجموع		۳۶	

اقدام ۱۵: فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری تابلوهای تمام کامپوزیتی رده فشار متوسط			

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی تابلوهای کامپوزیتی رده ۲۰ و ۳۳ کیلوولت	۱۸	
۲	طراحی و ساخت نمونه صنعتی تابلوهای کامپوزیتی رده ۲۰ و ۳۳ کیلوولت	۱۸	
	<b>مجموع</b>	<b>۳۶</b>	

**اقدام ۱۶: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت نمونه آزمایشگاهی سوئیچگیر رده توزیع فشار متوسط با عایق تمام جامد رزینی**

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۱	تحقیق و مطالعه در خصوص مشخصات فنی سوئیچگیر رده توزیع فشار متوسط با عایق تمام جامد رزینی	۱۲	
۲	تدوین دانش فنی طراحی سوئیچگیر رده توزیع فشار متوسط با عایق تمام جامد رزینی	۱۸	
۳	ساخت نمونه آزمایشگاهی سوئیچگیر توزیع رده ۲۰ کیلوولت با عایق تمام جامد رزینی	۲۴	
	<b>مجموع</b>	<b>۵۴</b>	

**اقدام ۱۷: طرح جامع توسعه آزمایشگاه‌های مرجع به قابلیت انجام تستهای مختلف شرایط محیطی مناطق خاص کشور و توسعه پایگاه‌های تحقیقاتی تجهیزات برق مناطق گرمسیری**

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۱	توسعه و تجهیز پایگاه تحقیقاتی تجهیزات برق مناطق گرمسیری جنوب کشور	۳۶	
۲	توسعه و تجهیز آزمایشگاه مرجع فشار قوی کشور با قابلیت تست شرایط محیطی مختلف مناطق خاص کشور	۳۶	
۳	طراحی و ساخت آزمایشگاه قدرت به روش سینتیک برای تست تجهیزات رده فوق توزیع و انتقال در کشور	۳۶	
	<b>مجموع</b>	<b>۷۲</b>	

**اقدام ۱۸: انجام پروژه‌های بنیادی**

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۱	تهیه نقشه احتمال وقوع گالوپینگ در مناطق مختلف کوهستانی کشور	۳۰	
۲	تهیه نقشه و اطلس آلودگی ریزگردها در ایران	۳۰	
۳	تدوین سند راهبردی مقابله با اثرات ریزگردها در شبکه انتقال و توزیع نیروی کشور	۲۴	
۴	تکمیل نقشه خوردگی اتمسفری کشور	۲۴	
۵	تهیه نقشه پهنه‌بندی خاک مناطق خاص کشور از نظر شدت خوردگی	۳۰	
۶	تهیه نقشه هدایت الکتریکی خاک در مناطق با اقلیم خاص کشور	۳۰	

اقدام ۱۸: انجام پروژه‌های بنیادی			
ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۷	تدوین سند راهبردی طرح ملی سیستم زمین و ارتینگ مناطق با اقلیم خاص کشور	۲۴	
مجموع		۵۴	

اقدام ۱۹: تدوین سند توسعه فناوری‌های خطوط و پست‌های فشار قوی تمام بسته فلزی با عایق گازی با استفاده از روش مناسب همکاری‌های خارجی			
ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۱	تدوین سند توسعه فناوری پست‌های گازی تمام بسته فلزی GIL با استفاده از روش مناسب همکاری‌های فناورانه	۳۰	
۲	تدوین سند توسعه فناوری پست‌های گازی تمام بسته فلزی GIS با استفاده از روش مناسب همکاری‌های فناورانه	۳۰	
۳	تدوین سند توسعه فناوری مازول‌های هیبریدی پست‌های گازی MTS یا PASS با استفاده از روش مناسب همکاری‌های فناورانه	۳۰	
مجموع		۶۰	

اقدام ۲۰: تدوین سند توسعه فناوری‌های پوشش‌های سیلیکونی در سطوح عایقی با استفاده از روش مناسب همکاری‌های خارجی			
ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	بودجه (میلیون ریال)
۱	تدوین سند توسعه فناوری پوشش‌های RTV مورد استفاده در پست‌های فشار قوی واقع در مناطق آلوده از روش مناسب همکاری‌های فناورانه	۳۰	
مجموع		۳۰	

بنا بر بودجه ارائه شده برای هر یک از اقدامات فنی در جدول (۵-۳)، مجموع بودجه مورد نیاز برای تحقق تمامی ۲۰ اقدام

فنی پیشنهادی در حدود؟ میلیون ریال برآورد شده است.

### ۳- تقسیم کار ملی (نگاشت نهادی<sup>۱</sup> مطلوب)

پس از تعیین پروژه‌های اجرایی و محاسبه زمان لازم برای اجرایی شدن هر پروژه، در این بخش، با یک نگاشت نهادی مطلوب، مجریان پروژه‌های اجرایی برای توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص شناسایی خواهند شد. جهت شناسایی مجریان انجام هر پروژه، ابتدا می‌بایست کلیه بازیگران در حوزه تجهیزات فشار قوی شناسایی

<sup>1</sup>Institutional mapping



شوند. لذا، برای این کار می‌بایست نگاشت نهادی محیط داخلی و بیرونی ترسیم شده و با تحلیل وضع موجود، وضع مطلوب نهادی ترسیم گردد. در ادامه، نگاشت نهادی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ترسیم گردیده و در انتها نیز متولیان پروژه‌های اجرایی با توجه به نگاشت نهادی مطلوب مشخص شده است.

### ۱-۳ - نگاشت نهادی

از یک سو، تعدد سازمان‌ها و نهادهای خصوصی و دولتی که هر یک به نوعی در توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص نقش‌آفرینی می‌کنند، و از سوی دیگر، تنوع نقش‌هایی که باید در توسعه این سیستم‌ها ایفا شود، نیاز به بررسی و تحلیل دقیق توسعه این سیستم‌ها را از منظر نهادی (ساختاری) نمایان‌تر می‌سازد. برای تحلیل وضعیت ساختاری می‌توان از روش‌های مختلفی نظیر نگاشت‌نهادی استفاده کرد. به کمک نگاشت نهادی به خوبی می‌توان وضعیت بازیگران مختلف موجود در یک صنعت و وضعیت ایفای نقش آن‌ها را بررسی و تحلیل نمود. نگاشت نهادی ماتریسی است که در یک بعد، سازمان‌ها و نهادهای درگیر در این حوزه و در بعد دیگر، انواع نقش‌هایی که این سازمان‌ها به عهده می‌گیرند را نمایش می‌دهد. در واقع، تکمیل نگاشت نهادی بدین معناست که هر یک از این سازمان‌ها و نهادها چگونه در این حوزه نقش‌آفرینی می‌کنند. بنابراین با تحلیل نگاشت نهادی موارد زیر را می‌توان مشخص کرد:

- آیا نقشی وجود دارد که متولی نداشته باشد؟
- در یک نقش مشخص چه سازمان‌ها یا نهادهایی فعالیت دارند؟ تعدد سازمان‌ها و نهادها چگونه است؟ در صورت کثرت نهادها آیا نیازی به مدیریت یکپارچه نهادهای فعال وجود دارد؟
- میزان درگیر بودن نهادهای مرتبط و غیرمرتبط در نقش چگونه است؟ آیا نقشی وجود دارد که هیچ نهاد مرتبطی در آن فعالیت ندارد؟
- آیا در نقش مورد نظر، نیاز به وجود نهادی متمرکز احساس می‌شود؟
- آیا نهادهای غیردولتی در نقش مورد نظر می‌توانند جایگزین نهادهای دولتی شوند؟

نگاشت نهادی یکی از ابزارهای مطالعه سیستم نوآوری می‌باشد. نظام ملی نوآوری مجموعه‌ای است از مؤسسات مجزا که بطور مشترک یا انفرادی به توسعه و انتشار فناوری‌های جدید کمک می‌کنند. این مؤسسات چهارچوبی فراهم می‌کنند که دولت‌ها بتوانند در آن چهارچوب، سیاست‌هایی جهت تاثیرگذاری بر فرایند نوآوری را شکل داده و اجرا کنند.

در یک سطح عمومی، کارکرد اصلی یا کلی نظام‌های نوآوری، تعقیب و انجام فرایندهای نوآوری یا به عبارت دیگر «خلق، اشاعه و بهره‌برداری» از نوآوری‌هاست. بنابراین، کارکرد اصلی هر نظام نوآوری، تولید، اشاعه و بکارگیری دانش و نوآوری می‌باشد. از نظر ادکویست، عواملی که بر خلق، اشاعه و بهره‌برداری از نوآوری‌ها تاثیرگذار باشند، فعالیت محسوب می‌شوند. به عنوان مثال، تحقیق و توسعه (به عنوان ابزاری برای تولید دانش) یکی از فعالیت‌های نظام نوآوری است. تامین منابع مالی به منظور تجاری‌سازی دانش نیز یک فعالیت می‌باشد.

نگاشت نهادی چارچوبی است که با نمایی ساده و جامع وضعیت موجود سیستم نوآوری را نشان می‌دهد و با بررسی آن می‌توان نقایص موجود در اجزا و روابط میان اجزای سیستم را شناسایی و تحلیل نمود. در این روش سعی می‌شود تا میزان کیفیت روابط موجود میان نهادها در سیستم نوآوری ترسیم شده و همچنین چگونگی مشارکت میان بخش خصوصی و دولتی تبیین شود. با استفاده از این روش تحلیلی، نقش نسبی هر کدام از بازیگران فعال در نظام ملی نوآوری همچون دولت، دانشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی و همچنین بنگاه‌های خصوصی در فرایند نوآوری بدست می‌آید.

### ۳-۱-۱- انواع نقش‌ها در نگاشت نهادی

کارکردهای اصلی یک نظام ملی نوآوری به چهار دسته اصلی سیاست‌گذاری، تنظیم‌گری، تسهیل‌گری و ارائه خدمات تقسیم می‌شود. در فرایند توسعه صنعتی، یکی از پرسش‌های اساسی این است که کدام مجموعه از تصمیمات سیاست‌گذاری و نهادسازی و نیز اقدامات اجرایی در سطح کلان ملی و در سطح صنعت، باید به عنوان زمینه‌ساز موفقیت توسعه صنعتی مورد توجه قرار گیرد؟ نکته مهم در پاسخ به این سوال آن است که این مجموعه اقدامات، به خودی خود شکل نمی‌گیرد، بلکه نیازمند نقش موثر دولت است. بنابراین، تبیین جایگاه و حوزه وظایف دولت در فرایند توسعه صنعتی به صورت یکی از مباحث جدال‌انگیز ادبیات جدید توسعه درآمده است. در ادامه، به تبیین هر یک از نقش‌های چهارگانه پرداخته می‌شود [۳].

#### الف) سیاست‌گذاری

یک سیاست‌گذار، نهادی است که برنامه‌های پی‌گیری شده توسط دولت، کسب و کارها و غیره را تعیین می‌کند. سیاست‌گذاری به صورت فرایندی تعریف شده است که به واسطه آن دولت به منظور ارائه پیامد (تغییرات مطلوب در دنیای واقعی)، چشم‌انداز سیاسی خود را به برنامه و عمل تبدیل می‌کند. لذا، سیاست‌گذاری، کارکرد اصلی هر دولت می‌باشد. در

واقع، سیاست می‌تواند شکل‌های مختلفی مانند سیاست‌های غیر مداخله‌ای، تنظیم، تشویق، تغییرات داوطلبانه (مانند کمک‌های مالی) و ارائه خدمات عمومی به خود بگیرد.

#### ب) تنظیم‌گری

تنظیم، مجموعه گوناگونی از ابزارهاست که به واسطه آن دولت نیازمندی‌های شرکت‌ها و مردم را تنظیم می‌کند. کارکردهای تنظیم‌کننده بنا به دلایل گوناگونی به وجود آمده‌اند. از جمله:

- تعیین حقوق و مسئولیت‌های هر یک از موجودیت‌های جامعه به منظور تحقق اهداف توسعه پایدار
- تنظیم استانداردهای صنعتی
- تعیین و جمع‌آوری مالیات‌ها و دیگر درآمدها و ...

در مجموع سه عامل اصلی بر شکل، کارکرد و دامنه سیاست‌های تنظیم‌گری تاثیر دارند:

۱- اهداف و منابع تنظیم‌گری

۲- ساختار نهادی محیط تنظیم‌گری

۳- شرایط مختلف صنعت در محیط تنظیم‌گری

اهداف مختلف تنظیم‌گری آثار مستقیم مختلفی بر نوع تنظیم‌گری مورد استفاده به جای می‌گذارند. اگر اهداف خاص در تنظیم‌گری مد نظر باشد، شکل، کارکرد و دامنه سیاست‌های تنظیم‌گری نیز تحت تاثیر آن قرار می‌گیرند. منابع محدود نیز می‌تواند بر ماهیت و طبیعت تنظیم‌گری اثر گذار باشد، این مسئله می‌تواند به واکنشی شدن سیاست‌های تنظیم‌گری بیانجامد.

ساختار نهادی و تشکیلاتی کشورها نیز بر قابلیت‌ها و توانایی‌های سازمان‌های تنظیم‌گر موثر است. در صورتی که محدودیت‌های اعمال شده از سوی حکومت بر نهاد تنظیم‌گر زیاد شود، توانایی‌های این نهاد برای اعمال جرائم و پاداش‌ها نیز کاهش می‌یابد. در شرایطی که فناوری‌های موجود در بازار، رقابت را میان عرضه‌کنندگان افزایش دهد، توانایی‌های تنظیم‌گران نیز تحت تاثیر قرار می‌گیرد. در این حالت‌ها تقاضاکنندگان در بازار نیز از قدرت خرید بالایی برخوردار هستند و عملاً سیاست‌های دستور و کنترل نمی‌تواند کارایی لازم را داشته باشد.

#### ج) تسهیل‌گری



تسهیل‌گران سازمان‌های محلی یا بین‌المللی هستند که معمولاً توسط دولت سرمایه‌گذاری می‌شوند و هدف آن توسعه و بهبود بازار خدمات می‌باشد. یک تسهیل‌کننده، تأمین‌کنندگان خدمات را از طریق ایجاد محصولات خدماتی جدید، ارتقاء تجارب مفید و ایجاد ظرفیت حمایت می‌کند. به علاوه، تسهیل‌کننده می‌تواند بر طرف تقاضا، از طریق آموزش صنایع کوچک درباره مزایای خدمات، یا فراهم کردن محرک‌هایی برای امتحان آن‌ها نیز متمرکز شود. کارکردهای دیگر یک تسهیل‌کننده شامل ارزیابی خارجی تأثیر تأمین‌کنندگان خدمات، تضمین خدمات، و حمایت برای محیط سیاسی بهتر می‌باشد. عمل تسهیل، کارکردی است که به طور معمول توسط سازمان‌های توسعه‌گرا انجام شده و می‌تواند شامل سازمان‌های غیردولتی، انجمن‌های صنعتی و کارفرمایان و عامل‌های دولتی باشد. در مجموع نقش تسهیل‌گری دارای زیرنقش‌های زیر می‌باشد:

- تسهیل‌گری در بعد فناوری
- تسهیل‌گری منابع دانشی
- تسهیل‌گری منابع مالی
- تسهیل‌گری ظرفیت‌سازی و ترویج
- تسهیل‌گری توسعه ارتباطات

#### (د) ارائه‌دهنده کالا و خدمات

- ارائه‌کننده خدمات آموزشی و پژوهشی: تأمین‌کننده خدمات آموزشی و پژوهشی شامل دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و مؤسساتی هستند که در زمینه آموزش و پژوهش در حوزه تجهیزات فشار قوی فعالیت می‌کنند.
- ارائه‌کننده خدمات صنعتی: شامل شرکت‌هایی هستند که در زمینه تولید یا تأمین تجهیزات فشار قوی فعالیت می‌کنند. این شرکت‌ها ممکن است سازنده تمام قطعات نبوده و ترکیبی از عملیات طراحی، ساخت و مونتاژ ادوات را انجام دهند و یا ارائه‌کننده محصول یا خدمتی به سازندگان تجهیزات عایقی فشار قوی باشند.

### ۳-۱-۲- مراحل طراحی نگاشت نهادی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم

#### خاص

با توجه به موارد ارائه شده در رابطه با نگاشت نهادی، در این بخش، مراحل اصلی طراحی نگاشت نهادی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ارائه می‌گردد.

#### الف) شناسایی سازمان‌ها و نهادهای مرتبط با توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی در کشور

نهادهای اصلی مرتبط با توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص از طریق جستجو و بررسی اسناد، مدارک و گزارش‌های داخلی شناسایی شدند و سپس با مطالعه ساختار سازمانی هر یک از سازمان‌ها و مطالعه شرح وظایف و اهداف در نظر گرفته شده برای سازمان‌ها و نهادهای تابعه و وابسته هر یک از آنها، نهادهای مختلف فعال در زمینه کارکردهای نظام نوآوری مورد شناسایی قرار گرفتند. بر اساس مطالعات صورت گرفته، کنش‌گران شناسایی شده در حوزه توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص شامل موارد زیر می‌باشند که در پیوست توضیحی از وظایف هر کدام آورده شده است.

- ۱- هیئت وزیران
- ۲- مجمع تشخیص مصلحت نظام
- ۳- شورای عالی انقلاب فرهنگی
- ۴- شورای عالی عتف
- ۵- مجلس شورای اسلامی
- ۶- وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
- ۷- وزارت صنعت، معدن و تجارت
- ۸- وزارت نیرو
- ۹- معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری
- ۱۰- مرکز همکاری‌های فناوری و نوآوری ریاست جمهوری
- ۱۱- معاونت برق و انرژی (وزارت نیرو)



- ۱۲- معاونت برنامه‌ریزی و اموراتصادی (وزارت نیرو)
- ۱۳- معاونت امور تحقیقات و منابع انسانی (وزارت نیرو)
- ۱۴- دفتر استانداردهای فنی، مهندسی، اجتماعی و زیست‌محیطی (معاونت برق و انرژی وزارت نیرو)
- ۱۵- دفتر آموزش، تحقیقات و فناوری (معاونت امور تحقیقات و منابع انسانی وزارت نیرو)
- ۱۶- سازمان ملی استاندارد ایران
- ۱۷- شرکت مادر تخصصی تولید، انتقال و توزیع نیروی برق (توانیر)
- ۱۸- معاونت هماهنگی انتقال نیروی برق (توانیر)
- ۱۹- دفتر نظارت بر انتقال (توانیر)
- ۲۰- دفتر نظارت بر توزیع (توانیر)
- ۲۱- دفتر امور تحقیقات برق (معاونت منابع انسانی و تحقیقات توانیر)
- ۲۲- صندوق غیر دولتی پژوهش و فناوری صنعت برق
- ۲۳- پژوهشگاه نیرو (وزارت نیرو)
- ۲۴- پژوهشگاه پلیمر
- ۲۵- پژوهشگاه نفت
- ۲۶- مرکز توسعه فناوری صنعت برق و انرژی (پژوهشگاه نیرو)
- ۲۷- پارک‌های علم و فناوری (ریاست جمهوری)
- ۲۸- صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور
- ۲۹- صندوق مالی توسعه تکنولوژی ایران
- ۳۰- سندیکای صنعت برق
- ۳۱- برق‌های منطقه‌ای
- ۳۲- دانشگاه‌ها و موسسات آموزشی و پژوهشی
- ۳۳- شرکت‌های تولیدکننده (سازنده) تجهیزات شبکه انتقال و توزیع برق

۳۴- شرکت‌های مشاور صنعت برق

۳۵- شرکت‌های دانش‌بنیان

ب) شناخت روابط میان بنگاهی بین نهادهای موجود در حوزه توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در

مناطق با اقلیم خاص:

در این بخش، تلاش شده‌است تا ضمن شناسایی و بررسی تعاملات موجود میان نهادهای مختلف و توجه به کارکرد اصلی آن‌ها در نظام توسعه این فناوری، نقاط ضعف، کاستی‌ها و گسستگی‌ها در این زمینه مشخص شود. کارکردهایی که با توجه به نظام نوآوری در نگاشت نهادی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص به کار برده شده است، شامل سیاست‌گذاری، تنظیم‌گری، تسهیل‌گری و ارائه‌دهنده کالا و خدمات (آموزشی، پژوهشی و صنعتی) می‌باشد.

ج) تهیه ماتریس نهاد-کارکرد برای وضع موجود

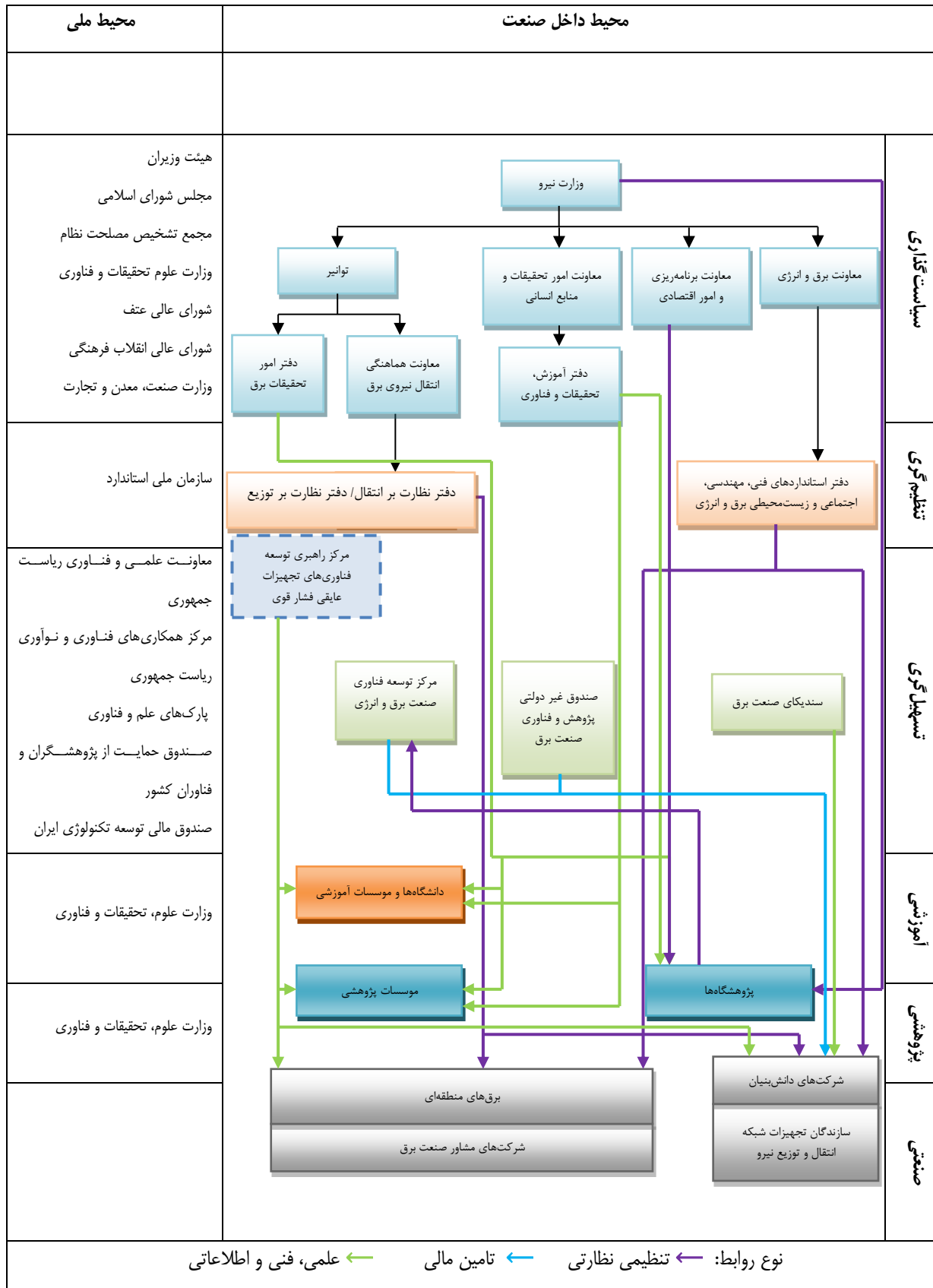
باتوجه به اطلاعات جمع‌آوری شده در مراحل قبل، می‌توان ماتریس نهاد-کارکرد را در حوزه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص تهیه کرد. همانگونه که از نام این ماتریس مشخص است، دو عامل نهادهای مختلف و کارکردهای شناسایی شده بر اساس ادبیات نظام نوآوری در کنار هم آمده‌اند.

جدول (۴-۵): نگاشت نهادی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

ارائه دهنده کالا و خدمات			تسهیل‌گری	تنظیم‌گری	سیاست‌گذاری	کارکرد نهاد
صنعتی	پژوهشی	آموزشی				
					*	هیئت وزیران
					*	مجمع تشخیص مصلحت نظام
					*	شورای عالی انقلاب فرهنگی
					*	شورای عالی عتف
					*	مجلس شورای اسلامی
	*	*			*	وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
					*	وزارت صنعت، معدن و تجارت
			*	*	*	وزارت نیرو
			*			معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری

ارائه دهنده کالا و خدمات			تسهیل‌گری	تنظیم‌گری	سیاست‌گذاری	کارکرد	نهاد
صنعتی	پژوهشی	آموزشی					
			*			مرکز همکاری‌های فناوری و نوآوری ریاست جمهوری	
			*		*	معاونت برق و انرژی (وزارت نیرو)	
					*	معاونت برنامه‌ریزی و امور اقتصادی (وزارت نیرو)	
			*		*	معاونت امور تحقیقات و منابع انسانی (وزارت نیرو)	
				*		دفتر استانداردهای فنی، مهندسی، اجتماعی و زیست‌محیطی برق و انرژی (معاونت برق و انرژی وزارت نیرو)	
					*	دفتر آموزش تحقیقات و فناوری (معاونت امور تحقیقات و منابع انسانی وزارت نیرو)	
		*		*		سازمان ملی استاندارد ایران	
					*	شرکت مادر تخصصی تولید، انتقال و توزیع نیروی برق (توانیر)	
					*	معاونت هماهنگی انتقال نیرو برق (توانیر)	
				*		دفتر نظارت بر انتقال (توانیر)	
				*		دفتر نظارت بر توزیع (توانیر)	
					*	دفتر امور تحقیقات برق (معاونت منابع انسانی و تحقیقات توانیر)	
			*			صندوق غیر دولتی پژوهش و فناوری صنعت برق	
	*	*				پژوهشگاه نیرو (وزارت نیرو)	
	*	*				پژوهشگاه پلیمر	
	*	*				پژوهشگاه نفت	
			*			مرکز توسعه فناوری صنعت برق و انرژی (پژوهشگاه نیرو)	
			*			پارک‌های علم و فناوری (ریاست جمهوری)	
			*			صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور	
			*			صندوق مالی توسعه تکنولوژی ایران	
			*			سندیکای صنعت برق	
*						برق‌های منطقه‌ای	
	*	*				دانشگاه‌ها و موسسات آموزشی	
	*					موسسات پژوهشی	
*	*					شرکت‌های تولید کننده تجهیزات شبکه انتقال و توزیع برق	
*		*				شرکت‌های مشاور صنعت برق	
*	*					شرکت‌های دانش‌بنیان	





شکل (۳-۵): ارتباط بین نهادها در توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

### ۳-۱-۳- تحلیل نگاشت نهادی

در این نگاشت، بازیگران و ذینفعان اصلی تاثیرگذار در توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ذکر شده‌اند و در ادامه، کارکردهای اصلی هر کدام از این ذینفعان در توسعه این فناوری‌ها با توجه به چهار کارکرد اصلی ذکر شده، مشخص شده است. در نگاشت نهادی، ۳۴ گروه تاثیرگذار اصلی شناسایی شده است که در ابتدا اهداف و وظایف هر یک بررسی شده و سپس، نگاشت نهادی کلی توسعه این فناوری‌ها بر اساس وظایف و اهداف ذینفعان در جدول (۵-۵) بیان شده است که در این جدول، نقشی که هر بازیگر در توسعه فناوری متولی آن است، مشخص شده است. در شکل (۵-۴) با توجه به سه رابطه تنظیمی- نظارتی، تامین مالی، و علمی، فنی و اطلاعاتی، روابط بین نهادهای اثرگذار در توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص مشخص شده است.

با توجه به نگاشت ترسیم شده، هر چند نهادها و سازمان‌های مختلفی با کارکردهای مختلف سیاست‌گذاری، تنظیم‌گری، تسهیل‌گری و ارائه کالا و خدمات در حوزه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص فعال هستند ولی نارسایی‌ها و خلاهایی نیز در این نگاشت نهادی وجود دارد که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌گردد.

یکی از ضعف‌های نگاشت نهادی وضع موجود، عدم وجود یک نهاد متمرکز در حوزه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص می‌باشد. ایجاد یک نهاد با عنوان مرکز راهبری توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی، که علاوه بر مشارکت با نهادهای سیاست‌گذار، دارای نقش تنظیم‌گری و تسهیل‌گری نیز باشد، می‌تواند به توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص کمک کند. این نهاد می‌تواند نقش تنظیم‌گر و تسهیل‌گر را ایفا کند.

در شکل (۵-۳)، این نهاد به عنوان پیشنهاد، به نگاشت نهادی وضع موجود اضافه شده و به صورت نقطه‌چین نشان داده شده است. نارسایی دیگری که در نگاشت نهادی وضع موجود در حوزه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص وجود دارد، عدم وجود یک انجمن یا تشکل مستقل در این حوزه می‌باشد. این انجمن می‌تواند ضمن مشارکت و همفکری با مراکز تصمیم‌گیری دولت، در تدوین آیین‌نامه‌ها و مقررات مرتبط، از توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص حمایت کند.

## ۳-۲- تخصیص متولیان پروژه‌ها

با توجه به نگاشت نهادی ترسیم شده، می‌توان مجریان هر یک از پروژه‌ها را شناسایی کرد. در این راستا و به منظور شناخت مجریان بالقوه، با در نظر گرفتن میزان همسویی پروژه با مأموریت مجری، و همچنین توان علمی و فنی، توان انسانی، توان مدیریتی و... مجریان، متولیان هر پروژه مشخص خواهند شد. در ادامه، با توجه به موارد اشاره شده، متولیان شناسایی شده برای اقدامات غیرفنی و پروژه‌های فنی در جدول‌های (۵-۵) و (۶-۵) ارائه شده است.

جدول (۵-۵): متولیان اقدامات غیرفنی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

اقدامات رفع چالش‌های کارکرد کارآفرینی		
ردیف	پروژه‌ها	متولی
۱	تدوین و ابلاغ برنامه‌ها و دستورالعمل‌های مناسب جهت ملزم کردن مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای به استفاده از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی	دبیرخانه مرکز دفتر نظارت بر توزیع دفتر نظارت بر انتقال
۲	تدوین و ابلاغ دستورالعمل‌های الزام‌آور برای هدایت مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای به همکاری با شرکت‌های تولیدی دارای واحدهای تحقیق و توسعه فعال	دبیرخانه مرکز دفتر نظارت بر توزیع دفتر نظارت بر انتقال
۳	برگزاری نمایشگاه‌های تخصصی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی و تحریک مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای و شرکت‌های تولیدکننده به شرکت در نمایشگاه‌ها	دبیرخانه مرکز پارک‌های علم و فناوری شرکت‌های مشاور صنعت برق شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات فشار قوی

اقدامات رفع چالش‌های کارکرد خلق و توسعه دانش		
ردیف	پروژه‌ها	متولی
۱	حمایت از پژوهش‌های کاربردی و مطابق با نیازهای صنعت به شکل حمایت‌های مالی و ارائه خدمات آزمایشگاهی و مشاوره‌ای	صندوق غیردولتی پژوهش و فناوری صنعت برق دفتر آموزش، تحقیقات و فناوری وزارت نیرو دفتر امور تحقیقات برق
۲	حمایت از ایجاد هسته‌های پژوهشی و انجمن‌های دانشی در حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی	دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی پژوهشگاه نیرو
۳	تعریف پروژه‌های مشترک در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی میان دانشگاه‌ها، شرکت‌های تولیدکننده و شرکت‌های مشاور	دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی پژوهشگاه نیرو شرکت‌های مشاور صنعت برق شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات فشار قوی
۴	تشکیل و تقویت کارگروه مشترک برق و پتروشیمی شامل دانشگاهیان و صنعتگران فعال کشور	پژوهشگاه نیرو پژوهشگاه نفت پژوهشگاه پلیمر



اقدامات رفع چالش‌های کارکرد خلق و توسعه دانش		
ردیف	پروژه‌ها	متولی
۵	اجرای طرح پایش سالانه روند تغییرات جهانی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی	پژوهشگاه نیرو دبیرخانه مرکز
۶	طراحی و راه‌اندازی یک سامانه مدیریت اطلاعات و دانش به منظور مدیریت دانش خلق شده در موسسات دانش‌بنیان و دانشگاه‌ها در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی	دفتر نظارت بر انتقال دفتر نظارت بر توزیع دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی پژوهشگاه نیرو

اقدامات رفع چالش‌های کارکرد انتشار دانش		
ردیف	پروژه‌ها	متولی
۱	تشکیل یک دبیرخانه دائمی به منظور انتشار نشریه و برگزاری کنفرانس‌های سالیانه در حوزه تجهیزات فشار قوی	دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات فشار قوی شرکت‌های مشاور صنعت برق پارک‌های علم و فناوری
۲	انتشار نشریه تخصصی با موضوعیت تجهیزات فشار قوی	دبیرخانه مرکز
۳	تدوین استانداردها و دستورالعمل‌های فنی در حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی	سازمان ملی استاندارد دبیرخانه مرکز
۴	تدوین برنامه‌های تشویقی در کارکرد انتشار دانش برای ترغیب مراکز پژوهشی به انتشار دانش در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی	دبیرخانه مرکز پژوهشگاه نیرو دفتر آموزش، تحقیقات و فناوری وزارت نیرو دفتر امور تحقیقات برق

اقدامات رفع چالش‌های کارکرد جهت‌دهی به سیستم		
ردیف	پروژه‌ها	متولی
۱	تشکیل مرکز راهبری توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی به منظور جهت‌دهی به پژوهش‌های این حوزه فناورانه	پژوهشگاه نیرو معاونت برق و انرژی وزارت نیرو
۲	ایجاد و راه‌اندازی یک پایگاه اطلاعاتی از شرایط تجهیزات عایقی فشار قوی خطوط و پست‌های کشور	دفتر نظارت بر انتقال دفتر نظارت بر توزیع پژوهشگاه نیرو
۳	کمی‌سازی شاخص‌ها و آماره‌های عملکرد شبکه برق در مناطق با اقلیم خاص	دفتر آموزش، تحقیقات و فناوری وزارت نیرو پژوهشگاه نیرو

اقدامات رفع چالش‌های کارکرد شکل‌دهی به بازار		
ردیف	پروژه‌ها	متولی



اقدامات رفع چالش‌های کارکرد شکل‌دهی به بازار		
ردیف	پروژه‌ها	متولی
۱	جمع‌آوری اطلاعات آماری مناسب از شکل بازار فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص	سندیکای صنعت برق شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات فشار قوی شرکت‌های مشاور صنعت برق
۲	تدوین و ابلاغ قوانین الزام‌کننده برق‌های منطقه‌ای به خرید از تولیدکنندگان داخل	دبیرخانه مرکز دفتر نظارت بر توزیع دفتر نظارت بر انتقال
۳	تسهیل فرایند حضور مجریان حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی در بازارهای بین‌المللی	سندیکای صنعت برق وزارت نیرو وزارت صنعت، معدن و تجارت

اقدامات رفع چالش‌های کارکرد تامین منابع		
ردیف	پروژه‌ها	متولی
۱	تشکیل موسسات بازاریابی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی	سندیکای صنعت برق شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات فشار قوی شرکت‌های مشاور صنعت برق
۲	برگزاری دوره‌های آموزشی تخصصی توسط صنعت و مراکز پژوهشی وابسته	پژوهشگاه نیرو سندیکای صنعت برق

اقدامات رفع چالش‌های کارکرد مشروعیت‌بخشی		
ردیف	پروژه‌ها	متولی
۱	ایجاد سامانه آگاهی‌بخشی به مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای در حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی	دبیرخانه مرکز معاونت برنامه‌ریزی و امور اقتصادی وزارت نیرو
۲	برگزاری جلسات دانش‌افزایی و کنفرانس‌های تخصصی به منظور افزایش آگاهی مدیران نسبت به تجهیزات عایقی فشار قوی	دبیرخانه مرکز
۳	انجام مطالعات اقتصادسنجی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی	دفتر امور تحقیقات برق پژوهشگاه نیرو شرکت‌های مشاور صنعت برق شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات فشار قوی

جدول (۵-۶): متولیان پروژه‌های مربوط به اقدامات فنی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

اقدام ۱: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت پوشینگ‌های کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت رده توزیع، فوق توزیع و انتقال

ردیف	پروژه‌ها	متولی
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت رده توزیع ۲۰ و ۳۳ کیلووات	پژوهشگاه نیرو شرکت‌های دانش‌بنیان
۲	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	پژوهشگاه نیرو شرکت‌های دانش‌بنیان
۳	طراحی و ساخت نمونه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت رده توزیع ۲۰ و ۳۳ کیلووات	شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات فشار قوی به خصوص سازندگان مقره و ترانسفورماتور
۴	طراحی و ساخت نمونه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات فشار قوی به خصوص سازندگان مقره و ترانسفورماتور

#### اقدام ۲: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت پوشینگ‌های کامپوزیتی ترانس‌های جریان و ولتاژ رده فوق توزیع و انتقال

ردیف	پروژه‌ها	متولی
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی ترانس‌های جریان و ولتاژ رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	پژوهشگاه نیرو شرکت‌های دانش‌بنیان
۲	طراحی و ساخت نمونه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات فشار قوی

#### اقدام ۳: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت پوشینگ‌های کامپوزیتی کلیدهای قدرت رده فوق توزیع و انتقال

ردیف	پروژه‌ها	متولی
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی کلیدهای قدرت رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	پژوهشگاه نیرو شرکت‌های دانش‌بنیان
۲	طراحی و ساخت نمونه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی کلیدهای قدرت رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات فشار قوی به خصوص سازندگان مقره و کلید قدرت

#### اقدام ۴: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت پوشینگ‌های کامپوزیتی نوع دیواری رده فوق توزیع و انتقال

ردیف	پروژه‌ها	متولی
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی نوع دیواری رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	پژوهشگاه نیرو شرکت‌های دانش‌بنیان
۲	طراحی و ساخت نمونه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی نوع دیواری رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات فشار قوی به خصوص سازندگان مقره

#### اقدام ۵: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت مقره‌های کامپوزیتی اتکایی پست و مقره‌های کامپوزیتی اتکایی سکسیونرها رده فوق توزیع و انتقال

ردیف	پروژه‌ها	متولی
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی مقره کامپوزیتی اتکایی پست و مقره	پژوهشگاه نیرو

اقدام ۵: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت مقره‌های کامپوزیتی اتکایی پست و مقره‌های کامپوزیتی اتکایی سکسیونرها رده فوق توزیع و انتقال		
ردیف	پروژه‌ها	متولی
	کامپوزیتی اتکایی سکسیونر رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	شرکت‌های دانش‌بنیان
۲	طراحی و ساخت نمونه صنعتی مقره کامپوزیتی اتکایی پست و مقره کامپوزیتی اتکایی سکسیونر رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	شرکت‌های تولیدکننده مقره

اقدام ۶: تسلط بر فناوری ساخت پوشش‌های نانوسرامیک در مقره‌ها و سطوح عایقی فشار قوی		
ردیف	پروژه‌ها	متولی
۱	ساخت نمونه آزمایشگاهی پوشش‌های نانوسرامیک مورد استفاده بر روی مقره‌ها و سطوح عایقی	ستاد فناوری نانو پژوهشگاه نیرو پژوهشگاه پلیمر
۲	ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشش‌های نانوسرامیک مورد استفاده بر روی مقره‌ها و سطوح عایقی	ستاد فناوری نانو پژوهشگاه نیرو پژوهشگاه پلیمر

اقدام ۷: تسلط بر فناوری ساخت و بکارگیری پوشش‌های نانوکامپوزیت در مقره‌ها و سطوح عایقی فشار قوی		
ردیف	پروژه‌ها	متولی
۱	ساخت نمونه آزمایشگاهی پوشش‌های نانوکامپوزیت مورد استفاده بر روی مقره‌ها و سطوح عایقی	ستاد فناوری نانو پژوهشگاه نیرو پژوهشگاه پلیمر
۲	ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشش‌های نانوکامپوزیت مورد استفاده بر روی مقره‌ها و سطوح عایقی	ستاد فناوری نانو پژوهشگاه نیرو پژوهشگاه پلیمر
۳	اجرای پایلوت اعمال پوشش‌های نانوکامپوزیت بر روی یک پست فشار قوی واقع در مناطق آلوده و ارزیابی عملکرد آن در طول زمان	برق‌های منطقه‌ای سواحل جنوبی کشور

اقدام ۸: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ با عایق گازی رده انتقال		
ردیف	پروژه‌ها	متولی
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی ترانسفورماتورهای جریان عایق گازی رده ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	پژوهشگاه نیرو شرکت‌های دانش‌بنیان
۲	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی ترانسفورماتورهای ولتاژ عایق گازی رده ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	پژوهشگاه نیرو شرکت‌های دانش‌بنیان
۳	طراحی و ساخت نمونه صنعتی ترانسفورماتورهای جریان عایق گازی رده ۲۳۰ و	شرکت‌های سازنده تجهیزات فشار قوی

اقدام ۸: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ با عایق گازی رده انتقال		
ردیف	پروژه‌ها	متولی
	۴۰۰ کیلووات	
۴	طراحی و ساخت نمونه صنعتی ترانسفورماتورهای ولتاژ عایق گازی رده ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	شرکت‌های سازنده تجهیزات فشار قوی

اقدام ۹: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ ترکیبی با عایق تمام جامد رزینی رده فوق توزیع		
ردیف	پروژه‌ها	متولی
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ ترکیبی با عایق تمام جامد رزینی رده فوق توزیع ۶۳ و ۱۳۲ کیلووات	پژوهشگاه نیرو شرکت‌های دانش‌بنیان
۲	طراحی و ساخت نمونه صنعتی ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ ترکیبی با عایق تمام جامد رزینی رده فوق توزیع ۶۳ و ۱۳۲ کیلووات	شرکت‌های سازنده تجهیزات فشار قوی

اقدام ۱۰: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری برقگیرهای خط اکسید فلزی با بدنه کامپوزیتی		
ردیف	پروژه‌ها	متولی
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی برقگیرهای خط نوع اکسید فلزی رده ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	پژوهشگاه نیرو شرکت‌های دانش‌بنیان
۲	طراحی و ساخت نمونه صنعتی برقگیرهای خط نوع اکسید فلزی رده ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	شرکت‌های سازنده برقگیر
۳	اجرای پایلوت استفاده از برقگیرهای خط نوع اکسید فلزی در یکی از خطوط رده انتقال واقع در مناطق صاعقه‌خیز کشور	توانیر برق‌های منطقه‌ای

اقدام ۱۱: تسلط بر فناوری پایش آنالاین و یکپارچه وضعیت خطوط و تجهیزات پست‌های رده انتقال		
ردیف	پروژه‌ها	متولی
۱	اجرای پایلوت پایش آنالاین تجهیزات فشار قوی در یک پست منتخب رده انتقال	پژوهشگاه نیرو مراکز دانشگاهی شرکت‌های مشاور صنعت برق
۲	تدوین دانش فنی ارزیابی وضعیت و تخمین عمر تجهیزات فشار قوی پایش شده به صورت آنالاین	پژوهشگاه نیرو مراکز دانشگاهی شرکت‌های مشاور صنعت برق





### اقدام ۱۲: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری برقگیرهای چندمحفظه‌ای رده توزیع و انتقال

ردیف	پروژه‌ها	متولی
۱	طراحی و ساخت نمونه برقگیر چندمحفظه‌ای رده توزیع جهت حفاظت در برابر برخورد صاعقه	شرکت‌های سازنده برقگیر پژوهشگاه نیرو شرکت‌های دانش‌بنیان
۲	طراحی و ساخت نمونه برقگیر چندمحفظه‌ای رده انتقال جهت حفاظت خط در برابر برخورد صاعقه	شرکت‌های سازنده برقگیر پژوهشگاه نیرو شرکت‌های دانش‌بنیان
۳	اجرای پایلوت طرح برقگیرهای نوین چندمحفظه‌ای در حفاظت از یک خط انتقال منتخب در برابر برخورد مستقیم صاعقه	شرکت‌های توزیع برق برق‌های منطقه‌ای

### اقدام ۱۳: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری مقره‌های خودکراس‌آرم کامپوزیتی

ردیف	پروژه‌ها	متولی
۱	تدوین دانش فنی طراحی خطوط انتقال کمپکت با استفاده از مقره‌های خودکراس‌آرم کامپوزیتی	پژوهشگاه نیرو شرکت‌های مشاور صنعت برق
۲	اجرای پایلوت یک خط انتقال کمپکت با استفاده از مقره‌های خودکراس‌آرم	برق‌های منطقه‌ای شرکت‌های مشاور صنعت برق
۳	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی مقره خودکراس‌آرم کامپوزیتی رده ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	پژوهشگاه نیرو شرکت‌های دانش‌بنیان
۴	طراحی و ساخت نمونه صنعتی مقره خودکراس‌آرم کامپوزیتی رده ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	شرکت‌های سازنده تجهیزات فشار قوی به خصوص سازندگان مقره

### اقدام ۱۴: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری کراس‌آرم‌های کامپوزیتی رده فوق توزیع و انتقال

ردیف	پروژه‌ها	متولی
۱	تدوین دانش فنی طراحی خطوط انتقال کمپکت با استفاده از کراس‌آرم کامپوزیتی	پژوهشگاه نیرو شرکت‌های مشاور صنعت برق
۲	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی کراس‌آرم کامپوزیتی رده ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	پژوهشگاه نیرو شرکت‌های دانش‌بنیان
۳	طراحی و ساخت نمونه صنعتی کراس‌آرم کامپوزیتی رده ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلووات	شرکت‌های سازنده تجهیزات فشار قوی

### اقدام ۱۵: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری تابلوهای تمام کامپوزیتی رده فشار متوسط

ردیف	پروژه‌ها	متولی
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی تابلوهای کامپوزیتی ۲۰ و ۳۳ کیلووات	پژوهشگاه نیرو - شرکت‌های دانش‌بنیان
۲	طراحی و ساخت نمونه صنعتی تابلوهای کامپوزیتی ۲۰ و ۳۳ کیلووات	شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات فشار قوی و تابلوهای صنعتی

اقدام ۱۶: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت نمونه آزمایشگاهی سوئیچگیر رده توزیع فشار متوسط با عایق تمام جامد رزینی		
ردیف	پروژه‌ها	متولی
۱	تحقیق و مطالعه در خصوص مشخصات فنی سوئیچگیر رده توزیع فشار متوسط با عایق تمام جامد رزینی	پژوهشگاه نیرو شرکت‌های دانش‌بنیان
۲	تدوین دانش فنی طراحی سوئیچگیر رده توزیع فشار متوسط با عایق تمام جامد رزینی	پژوهشگاه نیرو - شرکت‌های دانش‌بنیان و شرکت‌های مشاور صنعت برق
۳	ساخت نمونه آزمایشگاهی سوئیچگیر توزیع رده ۲۰ کیلووات با عایق تمام جامد رزینی	پژوهشگاه نیرو شرکت‌های دانش‌بنیان

اقدام ۱۷: طرح جامع توسعه آزمایشگاه‌های مرجع به قابلیت انجام تست‌های مختلف شرایط محیطی مناطق خاص کشور و توسعه پایگاه‌های تحقیقاتی تجهیزات برق مناطق گرمسیری		
ردیف	پروژه‌ها	متولی
۱	توسعه و تجهیز پایگاه تحقیقاتی تجهیزات برق مناطق گرمسیری هرمزگان	پژوهشگاه نیرو شرکت‌های مشاور صنعت برق شرکت‌های سازنده تجهیزات
۲	توسعه و تجهیز آزمایشگاه مرجع فشار قوی کشور با قابلیت تست شرایط محیطی مناطق خاص	پژوهشگاه نیرو شرکت‌های مشاور صنعت برق شرکت‌های سازنده تجهیزات
۳	طراحی و ساخت آزمایشگاه قدرت به روش سینتتیک برای تست تجهیزات رده فوق توزیع و انتقال در کشور	پژوهشگاه نیرو شرکت‌های مشاور صنعت برق شرکت‌های سازنده تجهیزات

اقدام ۱۸: انجام پروژه‌های بنیادی		
ردیف	پروژه‌ها	متولی
۱	تهیه نقشه احتمال وقوع گالوپینگ در مناطق مختلف کوهستانی کشور	پژوهشگاه نیرو - شرکت‌های دانش‌بنیان دانشگاه‌های کشور برق‌های منطقه‌ای مناطق خاص
۲	تهیه نقشه و اطلس آلودگی ریزگردها در ایران	پژوهشگاه نیرو - شرکت‌های دانش‌بنیان دانشگاه‌های کشور برق‌های منطقه‌ای مناطق خاص
۳	تدوین سند راهبردی مقابله با اثرات ریزگردها در شبکه انتقال و توزیع نیروی کشور	پژوهشگاه نیرو شرکت‌های دانش‌بنیان دانشگاه‌های کشور برق‌های منطقه‌ای مناطق خاص
۴	تکمیل نقشه خوردگی اتمسفری کشور	پژوهشگاه نیرو شرکت‌های دانش‌بنیان دانشگاه‌های کشور برق‌های منطقه‌ای مناطق خاص

اقدام ۱۸: انجام پروژه‌های بنیادی		
ردیف	پروژه‌ها	متولی
۵	تهیه نقشه پهنه‌بندی خاک مناطق مختلف کشور از نظر شدت خوردگی	پژوهشگاه نیرو شرکت‌های دانش‌بنیان دانشگاه‌های کشور برق‌های منطقه‌ای مناطق خاص
۶	تهیه نقشه هدایت الکتریکی خاک مناطق با اقلیم خاص کشور	پژوهشگاه نیرو شرکت‌های دانش‌بنیان دانشگاه‌های کشور برق‌های منطقه‌ای مناطق خاص
۷	تدوین سند راهبردی طرح ملی سیستم زمین و ارتینگ مناطق با اقلیم خاص کشور	پژوهشگاه نیرو شرکت‌های دانش‌بنیان دانشگاه‌های کشور برق‌های منطقه‌ای مناطق خاص

**اقدام ۱۹: تدوین سند توسعه فناوری‌های خطوط و پست‌های فشار قوی تمام بسته فلزی با عایق گازی با استفاده از روش مناسب همکاری‌های خارجی**

ردیف	پروژه‌ها	متولی
۱	تدوین سند توسعه فناوری پست‌های گازی تمام بسته فلزی GIL با استفاده از روش مناسب همکاری‌های فناورانه	پژوهشگاه نیرو - دانشگاه‌های کشور با همکاری سازندگان داخلی مرتبط
۲	تدوین سند توسعه فناوری پست‌های گازی تمام بسته فلزی GIS با استفاده از روش مناسب همکاری‌های فناورانه	پژوهشگاه نیرو - دانشگاه‌های کشور با همکاری سازندگان داخلی مرتبط
۳	تدوین سند توسعه فناوری مازول‌های هیبریدی پست‌های گازی MTS با استفاده از روش مناسب همکاری‌های فناورانه	پژوهشگاه نیرو - دانشگاه‌های کشور با همکاری سازندگان داخلی مرتبط

**اقدام ۲۰: تدوین سند توسعه فناوری‌های پوشش‌های سیلیکونی در سطوح عایقی با استفاده از روش مناسب همکاری‌های خارجی**

ردیف	پروژه‌ها	متولی
۱	تدوین سند توسعه فناوری پوشش‌های RTV مورد استفاده در پست‌های فشار قوی واقع در مناطق آلوده از روش مناسب همکاری‌های فناورانه	پژوهشگاه نیرو - دانشگاه‌های کشور با همکاری سازندگان داخلی مرتبط

#### ۴- ترسیم رهنما

آخرین گام در فرایند برنامه‌ریزی عملیاتی، تدوین رهنماست. رهنما نمایانگر ارکان اساسی فرآیند پیاده‌سازی استراتژی و خروجی فرایند برنامه‌ریزی عملیاتی می‌باشد. نمایش کلیه سطوح راهبردی از چشم‌انداز تا فعالیت‌ها، تقدم و تأخر

حاکم در سطوح مختلف به ویژه در سطح اقدامات، زمان‌بندی تحقق هر سطح به همراه منابع اختصاص یافته، و در نهایت، معرفی متولیان هر یک از سطوح، اجزای تشکیل‌دهنده رهنگاشت می‌باشند.

همان‌گونه که در ابتدا عنوان شد، تجربه انجام پروژه‌های تدوین برنامه استراتژیک در سازمان‌ها نشان می‌دهد که بسیاری از این استراتژی‌ها یا هیچگاه پیاده نشده‌اند و یا در مسیر پیاده‌سازی با موانع زیادی روبرو شده‌اند. در بررسی علل این موضوع، دو دلیل عمده قابل تأمل است. اول اینکه سازمان‌ها معمولاً با قابلیت‌های مدیریتی اداره می‌شوند. حال آنکه پیاده‌سازی استراتژی در کنار توانمندی‌های مدیریتی نیازمند برنامه می‌باشد. دلیل دوم این امر، وجود شکافی است که بین لایه استراتژیک و لایه عملیاتی سازمان‌ها وجود دارد. آنچنان که در بسیاری از موارد، در حالی که استراتژی‌های ارزشمندی بر روی کاغذ آمده‌اند، تصمیمات و برنامه‌های اجرایی بدون توجه به استراتژی‌ها و سیاست‌ها به اجرا گذاشته می‌شود. هرچند این دو عامل تا اندازه زیادی با هم مرتبط است ولی فقدان یک سازوکار مناسب برای تبدیل استراتژی به برنامه و اهداف عملیاتی و روزمره نیز یک علت اصلی در ایجاد این شرایط به شمار می‌آید. بنابراین، مرحله پایانی (و یا یکی از مراحل پایانی) در فرایند برنامه‌ریزی استراتژیک، تدوین برنامه عملیاتی است که یکی از مهمترین دستاوردها در این مرحله، تهیه نقشه راه می‌باشد که نمایانگر ارکان اساسی فرایند پیاده‌سازی استراتژی و خروجی اصلی فرایند برنامه‌ریزی است. هرچند باید تأکید کرد که هیچ‌گاه رهنگاشت نمی‌تواند جای راهبر را بگیرد و کلید به کارگیری این الگو در پیاده‌سازی استراتژی قابلیت‌های هنرمندانه، راهبری است. آنچنانکه استفاده از تکنیک‌ها و متدولوژی‌های تدوین و پیاده‌سازی استراتژی در فقدان قابلیت‌های راهبری نمی‌تواند به تحول سازمانی منجر شود.

نظر به اهمیت تهیه رهنگاشت در فرایند برنامه‌ریزی عملیاتی، در ادامه به ارائه تعاریف دقیق‌تری از رهنگاشت پرداخته و مولفه‌ها و شاخص‌های مورد توجه در تهیه رهنگاشت را بیان می‌کنیم.

در تلاش برای توصیف هر چه دقیق‌تر و کاربردی‌تر مفهوم رهنگاشت، تعاریف متعددی ارائه شده است. در تعریفی نسبتاً تفصیلی، رهنگاشت ابزار مناسبی جهت ایجاد ارتباط بین فعالیت‌های استراتژیک و طرح‌های کسب و کار سازمان محسوب می‌شود. همچنین، تعاریف ذیل در تفسیر مفهوم رهنگاشت ارائه شده است:

الف) رهنگاشت ابزاری است برای ارتباط بین چشم‌انداز، ارزش‌ها و اهداف با اقدامات استراتژیکی که برای تحقق اهداف مورد نیاز است.

ب) رهنگاشت جدولی زمانی است که بخش‌های مختلف یک برنامه کاری را تعریف نموده و در عین حال سررسیدهای<sup>۱</sup> موجود در مسیر را نیز شامل می‌شود.

ج) رهنگاشت برنامه‌ای است برای شناسایی مسیر آینده که آنچه باید در آینده توسعه یابد را در بستر زمان نشان می‌دهد.

د) رهنگاشت آنچه را که باید در بین زمان‌های سررسید، از زمان حال تا زمان تحقق هدف، انجام شود نشان می‌دهد.

ه) رهنگاشت مجموعه‌ای است که شامل اهداف کمی و کیفی، استراتژی‌ها و تاکتیک‌ها (اقدامات، فعالیت‌ها و شاخص‌ها) بوده و بازه‌های زمانی و مجریان در نظر گرفته شده برای انجام این اقدامات را نشان می‌دهد.

لذا برای رسیدن به هدف، رهنگاشت باید سطح مطلوب و مناسبی از جزئیات را در بر گرفته تا در مجموع ابزار توانمندی را برای هدایت فعالیت‌ها در طول زمان در اختیار مدیران سازمان قرار دهد.

اگر چه برخی تعاریف کارکردهایی همچون توجیه اقتصادی اقدامات و معرفی پیچیدگی‌های موجود بین زیر سیستم‌های زیرساخت‌ها را نیز از مولفه‌های یک رهنگاشت می‌دانند، اما برخی تعاریف سعی در هر چه واقعی‌تر کردن انتظارات کاربران از کارکردهای رهنگاشت دارند و بیان می‌کنند همانطور که رهنگاشت نباید در صدد تشریح استراتژی‌ها برآید، نباید بصورت جزئی به تشریح زیر ساخت‌های فنی لازم در پیاده‌سازی یک فناوری اشاره کنند.

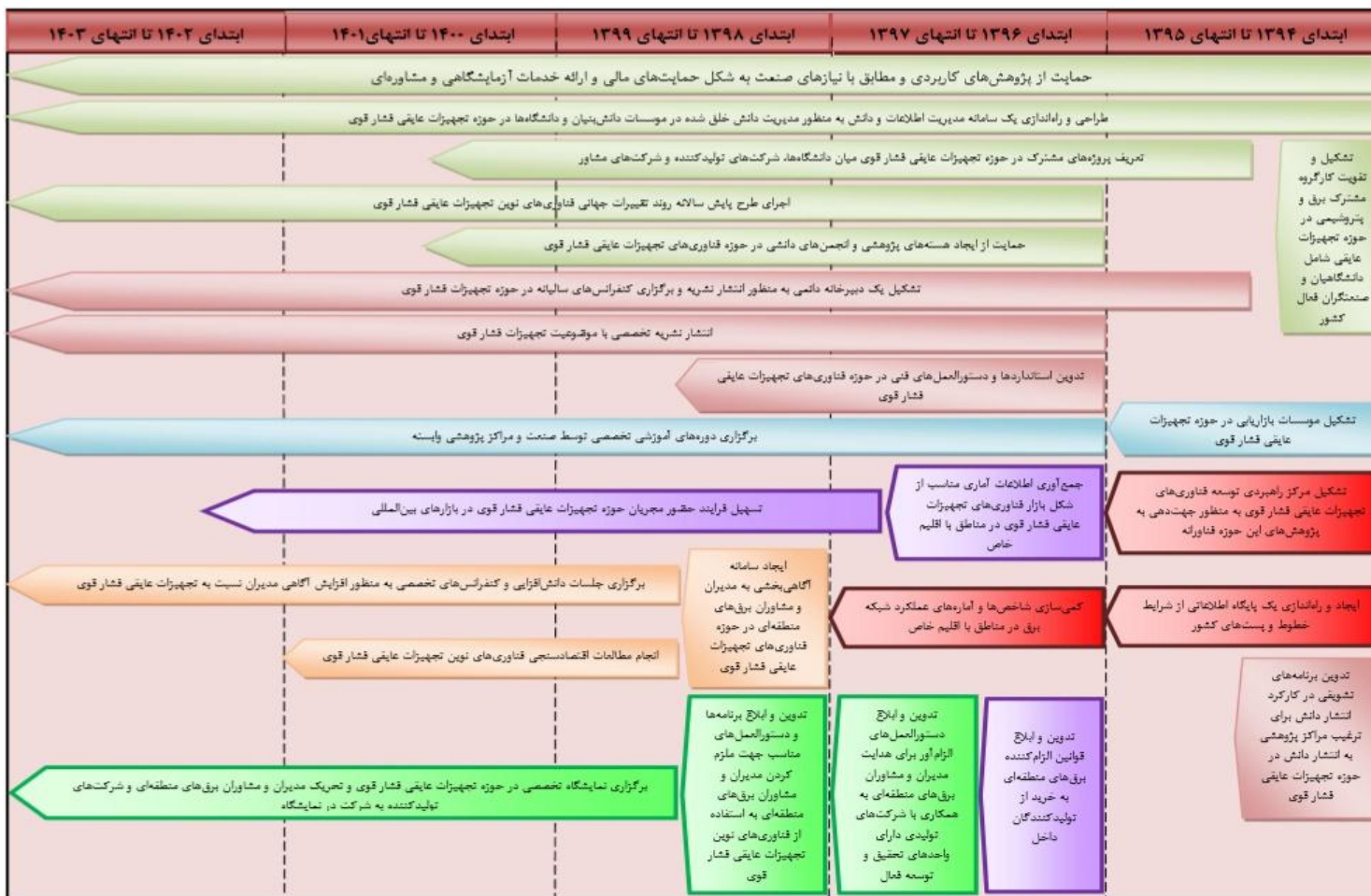
در یک جمع‌بندی، می‌توان اینگونه بیان نمود که رهنگاشت، نمایش کلانی از روش پیمودن مسیر تحقق اهداف را در زمان مشخص بیان می‌کند. اگر چه استفاده از مشخصه‌هایی همچون شاخص تحقق اقدام، مجری و نقاط خاص<sup>۲</sup> موجود در مسیر، به توصیف هر چه روشن‌تر این مسیر کمک می‌کند. لذا به نظر می‌رسد در نخستین گام، ترسیم گام‌های اصلی در مسیر پیاده‌سازی استراتژی لازم و ضروری است.

با توجه به موارد ذکر شده در بخش‌های قبل، رهنگاشت‌های توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص در افق زمانی ۱۰ ساله ترسیم شده است. این رهنگاشت‌ها شامل نقشه راه توسعه نظام نوآوری فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص (مبتنی بر اقدامات غیر فنی) و نیز نقشه راه توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص (مبتنی بر اقدامات فنی) است. این رهنگاشت‌ها در شکل‌های (۴-۵) و (۵-۵) نشان داده شده است.

<sup>۱</sup>Deadline

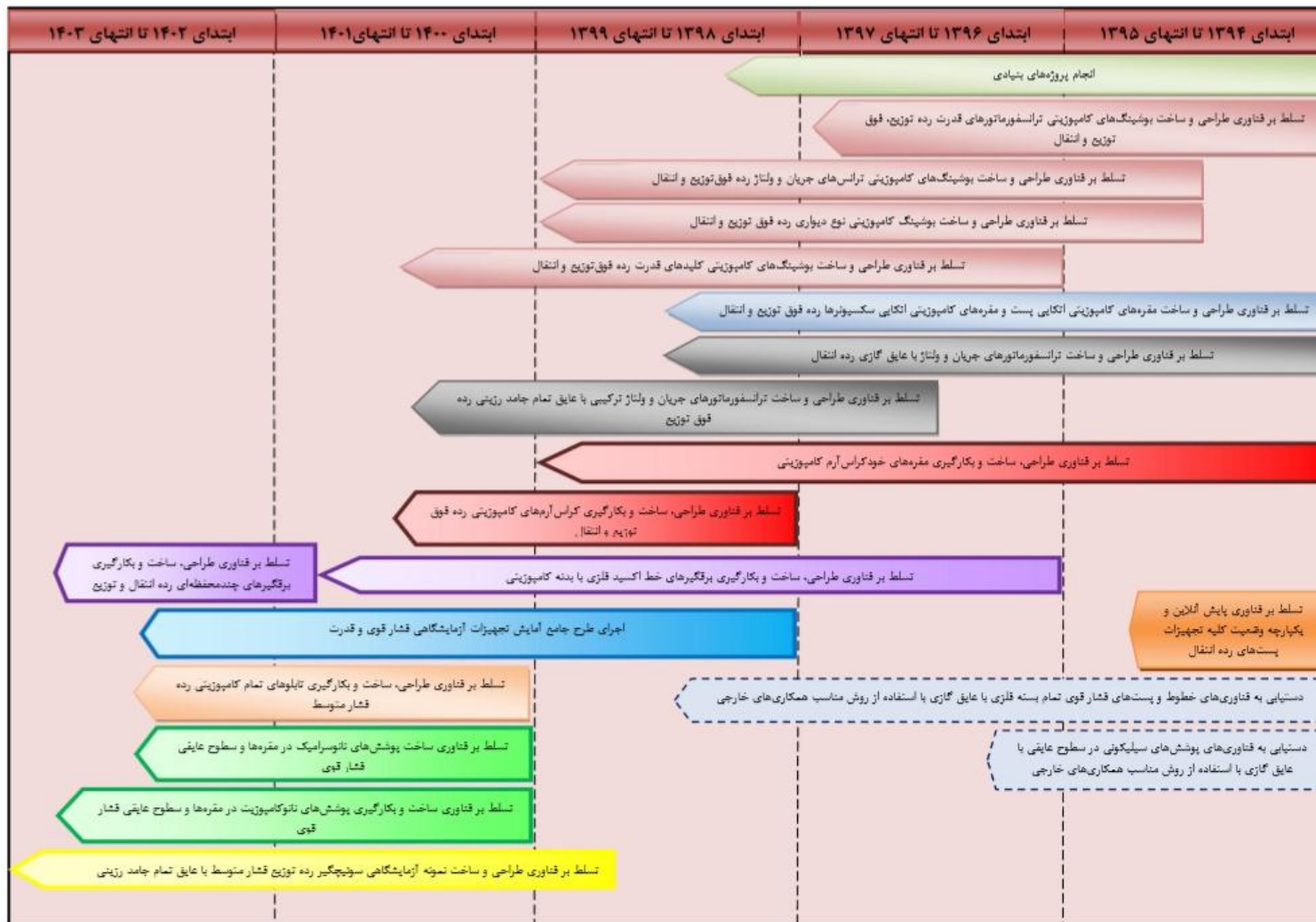
<sup>۲</sup>Milestone





شکل (۴-۵): رهنگاشت توسعه نظام نوآوری فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص





شکل (۵-۵): رهنگاشت توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص





## ۵- نتیجه‌گیری

در مرحله پنجم از طرح «تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص»، برنامه عملیاتی سند و نقشه راه توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص تدوین شد. این برنامه عملیاتی شامل پروژه‌ها، زمان‌بندی و بودجه مورد نیاز آن‌ها است. در این گزارش ابتدا فرایند تدوین پروژه‌های اجرایی سند بر اساس اقدامات شناسایی شده در مرحله چهارم توضیح داده شد. با توجه به سطح اقدامات غیرفنی تصمیم گرفته شد تا این اقدامات به سطح پایین‌تر شکسته نشود. اما اقدامات فنی سند به پروژه‌های اجرایی تقسیم شد. پس از این مرحله، زمان‌بندی و بودجه‌بندی مربوط به اقدامات و پروژه‌ها مشخص شد. با توجه به شکسته نشدن اقدامات غیر فنی، زمان و هزینه برای اقدامات تعیین شد. در گام بعدی فرایند برنامه‌ریزی عملیاتی، متولیان انجام اقدامات و پروژه‌ها مشخص شد. برای این کار ابتدا وضعیت موجود نهادهای مرتبط با توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص مشخص شد و سپس پیشنهاداتی برای بهبود آن ارائه شد و نگاهت نهادی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ترسیم شد. در نهایت با توجه به این که اقدامات به دو دسته فنی و غیر فنی تقسیم شده بود دو رهنگاشت برای توسعه نظام نوآوری فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص و نیز برای توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص در بازه ۱۰ ساله ترسیم شد.

## مراجع و منابع

- [۱]. «مدیریت و کنترل پروژه»، مجید سبزه‌پرور، انتشارات ترمه، ویرایش یازدهم، ۱۳۹۳
- [۲]. «روش‌شناسی تدوین اسناد راهبردی توسعه فناوری‌های صنعت برق - راهنمای شماره ۱، ویرایش دوم»، پژوهشگاه نیرو، آذر ۱۳۹۲
- [۳]. «روش‌شناسی تدوین اسناد ملی فناوری‌های راهبردی»، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور

## پیوست ۱: شناسنامه اقدامات و پروژه‌های فنی

## طرح جامع ۱: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری پوشینگ‌های کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت رده توزیع، فوق توزیع و انتقال

امروزه، پوشینگ‌های کامپوزیتی، هم در محدوده ولتاژهای رده توزیع و هم در محدوده ولتاژهای انتقال به صورت گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند و انگیزه اولیه استقبال از این نوع مقره‌ها توسط دست اندرکاران صنعت برق، مزایای قابل توجه آنها در مقایسه با پوشینگ‌های سرامیکی می‌باشد. برخی مزایای مقره‌های کامپوزیتی در مقایسه با مقره‌های سرامیکی شامل موارد زیر می‌باشد:

- کارکرد مناسب در مناطق با آلودگی بالا بخاطر داشتن خاصیت آگریزی (نوع سیلیکونی)
- دارای مقاومت زیاد در برابر آسیب‌های تخریبی و خرابکاری‌های عمدی انعطاف‌پذیری و توانایی تحمل تنش‌های وارده در اثر زمین لرزه و جلوگیری از وقوع خطای متوالی واحدهای پست
- ولتاژ ایستایی مناسب‌تر در مقایسه با پوشینگ‌های سرامیکی
- نصب آسان که هزینه نیروی انسانی را کاهش می‌دهد.
- استفاده از پوشینگ‌های کامپوزیتی، هزینه‌های نگهداری همچون شستن پوشینگ‌ها را که معمولاً برای پوشینگ‌های سرامیکی در شرایط آلودگی سنگین محیطی مورد نیاز می‌باشد کاهش می‌دهد.

### • ساختار پوشینگ‌های کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت رده توزیع و انتقال

یک پوشینگ‌های کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت رده توزیع و انتقال شامل اجزاء ذیل است:

○ هسته تو خالی (hollow Core)

○ بدنه (Housing)

○ چترک (Weather Sheds)

○ سطوح اینترفیس (Interface)

○ یراق آلات (End Fitting)

• بررسی سابقه موضوع از لحاظ نظری و تجربی همراه با ذکر منابع اساسی :

تاکنون در خصوص بوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت پروژه‌های تحقیقاتی در داخل کشور صورت نگرفته و موضوع جدید می‌باشد. سازنده داخلی در کشور وجود ندارد. در این خصوص شرکتهای معتبر و بزرگ خارجی از جمله : LAPP آلمان، SEDIVER فرانسه ، NGK ژاپن ، K-LINE کانادا ، OHIO-BRASS آمریکا ، APEX آمریکا و SEFAG آلمان در خصوص ساخت و تولید این نوع مقره ها فعالیت دارند.

• چالشهای فنی ساخت بوشینگهای کامپوزیتی ترانسفورماتورهای رده قدرت توزیع و انتقال

- ضرورت اخذ دانش فنی طراحی الکتریکال و مکانیکال بوشینگ ترانسفورماتورهای قدرت در هر رده ولتاژی
- عدم وجود سازندگان داخلی بوشینگ ترانسفورماتورهای قدرت در کشور
- تکنولوژی ساخت هسته کامپوزیتی توخالی تاکنون به به دلایل مختلف فنی و اقتصادی به کشور وارد نگردیده است.
- عدم امکان انجام تمام آزمونهای استاندارد در داخل کشور
- نیاز به طراحی و ساخت قالبهای ویژه و خاص در هر رده ولتاژی که هزینه ساخت نمونه نیمه صنعتی را بسیار افزایش می دهد.

• شرح کلی مراحل اجرایی کار برای ساخت بوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای توزیع و قدرت در

هر رده ولتاژی (۲۰، ۳۳، ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت)

مرحله اول: جمع‌آوری مدارک و استانداردها و بررسی فنی – اقتصادی استفاده از بوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت در شبکه انتقال نیرو

مرحله دوم: ملاحظات هماهنگی عایقی، ملاحظات مربوط به بار گذاری مکانیکی و طرح یراق آلات در پستهای انتقال مجهز به بوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت و تعیین مشخصات فنی نهایی

- ۲-۲- بررسی بارگذاری مکانیکی
- ۳-۲- بررسی یراق‌آلات و اتصالات
- ۴-۲- تعیین مشخصات فنی پوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت  
مرحله سوم: طراحی الکتریکی و مکانیکی و استخراج آزمونها
- ۱-۳- طراحی الکتریکی
- ۲-۳- طراحی مکانیکی
- ۳-۳- استخراج آزمونها
- مرحله چهارم: ساخت پوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت (طراحی شده در مرحله سوم) در هر رده ولتاژی
- ۱-۴- طراحی و ساخت قالب روکش
- ۲-۴- طراحی و ساخت یراق‌آلات
- ۳-۴- سفارش و ساخت حلقه کرونا
- ۴-۴- سفارش ساخت هسته پوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت
- ۵-۴- مونتاژ کامل پوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت
- مرحله پنجم: انجام آزمونهای الکتریکی و مکانیکی (داخل و خارج کشور) مطابق با استاندارد بین‌المللی IEC60137
- مرحله ششم: در صورت ضرورت (عدم اخذ تاییدیه کامل آزمونها) رفع اشکالات، باز طراحی و انجام آزمون مجدد

#### • شاخص‌های تحقق طرح

- وضعیت ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت
- وضعیت ساخت نمونه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت

#### • متولیان اجرای طرح

- پژوهشگاه نیرو

○ شرکت‌های دانش‌بنیان

○ شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات فشار قوی به خصوص سازندگان مقره و ترانسفورماتور

جدول (الف-۱): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۱: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت پوشینگ‌های کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت رده توزیع، فوق توزیع و انتقال

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرف شدنی	برآورد هزینه مواد مصرف نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت رده توزیع ۲۰ و ۳۳ کیلوولت	۱۶					
۲	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت	۳۰					
۳	طراحی و ساخت نمونه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت رده توزیع ۲۰ و ۳۳ کیلوولت	۱۶					
۴	طراحی و ساخت نمونه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت	۳۰					

طرح جامع ۲: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت پوشینگ‌های کامپوزیتی ترانس‌های جریان و ولتاژ رده

### فوق توزیع و انتقال

در صنعت برق برای دو منظور اندازه‌گیری و حفاظت نیاز به میزان پارامترهای ولتاژ و جریان هستیم ولی از آنجا که این مقادیر اعداد بزرگی می‌باشند لذا دسترسی به آنها نه عملی بوده و نه از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه است پس ناگزیر به استفاده از ترانس‌های جریان و ولتاژ می‌باشیم تا این مقادیر را به مقادیر کوچکتری که کسری از مقادیر واقعی می‌باشند تبدیل نماییم. در واقع این تجهیزات نمونه کوچک شده، با درصد خطایی بسیار کم از ولتاژ و جریان طرف اولیه هستند و چون تمامی

دستگاه‌های اندازه‌گیری همچون آمپر متر، ولت متر، وارمتر و..... و نیز رله‌های حفاظتی بر اساس میزان جریان و ولتاژ ثانویه این تجهیزات ساخته می‌شوند لذا می‌توان به کمک این ترانسها به اهداف حفاظت و اندازه‌گیری دست یافت. در خصوص مزایای و ضرورت استفاده از پوشینگ‌های کامپوزیتی در مقایسه با مقره‌های سرامیکی، موارد بطور کامل در اقدام یک بیان گردیده است و در اینجا از تکرار مطالب خودداری می‌گردد.

### • ساختار پوشینگ‌های کامپوزیتی ترانس‌های جریان و ولتاژ

یک پوشینگ‌های کامپوزیتی ترانس‌های جریان و ولتاژ رده فوق توزیع و انتقال شامل اجزاء ذیل است:

○ هسته تو خالی ( hollow Core )

○ بدنه (Housing)

○ چترک (Weather Sheds)

○ سطوح اینترفیس (Interface)

○ یراق آلات (End Fitting)

### • بررسی سابقه موضوع از لحاظ نظری و تجربی همراه با ذکر منابع اساسی :

تاکنون در خصوص پوشینگ‌های کامپوزیتی ترانس‌های جریان و ولتاژ پروژه‌ای تحقیقاتی در داخل کشور صورت نگرفته و موضوع جدید می‌باشد. سازنده داخلی در کشور وجود ندارد. در این خصوص شرکتهای معتبر و بزرگ خارجی از جمله : LAPP آلمان، SEDIVER فرانسه ، NGK ژاپن ، K-LINE کانادا ، OHIO-BRASS آمریکا ، APEX آمریکا و SEFAG آلمان در خصوص ساخت و تولید این نوع مقره ها فعالیت دارند.

### • چالشهای فنی ساخت پوشینگ‌های کامپوزیتی ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ رده انتقال

- ضرورت اخذ دانش فنی طراحی الکتریکال و مکانیکال پوشینگ ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ در هر رده ولتاژی
- عدم وجود سازندگان داخلی پوشینگ ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ در کشور
- تکنولوژی ساخت هسته کامپوزیتی توخالی تاکنون به به دلایل مختلف فنی و اقتصادی به کشور وارد نگردیده است.
- عدم امکان انجام تمام آزمونهای استاندارد در داخل کشور



○ نیاز به طراحی و ساخت قالبهای ویژه و خاص در هر رده ولتاژی که هزینه ساخت نمونه نیمه صنعتی را بسیار افزایش می دهد.

### • شرح مراحل اجرایی کار

مرحله اول - جمع‌آوری مدارک و استانداردها و بررسی فنی - اقتصادی استفاده از پوشینگ‌های کامپوزیتی ترانس‌های جریان و ولتاژ در شبکه انتقال نیرو

مرحله دوم - ملاحظات هماهنگی عایقی، ملاحظات مربوط به بار گذاری مکانیکی و طرح یراق آلات و تعیین مشخصات فنی نهایی

۱-۲ - بررسی مسائل هماهنگی عایقی

۲-۲ - بررسی بارگذاری مکانیکی

۳-۲ - بررسی یراق‌آلات و اتصالات

۴-۲ - تعیین مشخصات فنی پوشینگ‌های کامپوزیتی ترانس‌های جریان و ولتاژ

مرحله سوم - طراحی الکتریکی و مکانیکی و استخراج آزمونها

۱-۳ - طراحی الکتریکی

۲-۳ - طراحی مکانیکی

۳-۳ - استخراج آزمونها

۱-۳-۳ - استخراج آزمونها الکتریکی، مکانیکی براساس استانداردهای مربوطه

۲-۳-۳ - استخراج آزمونها مواد

۳-۳-۳ - ارزیابی آزمایشگاههای معتبر به منظور انجام آزمونها

مرحله چهارم - ساخت پوشینگ‌های کامپوزیتی ترانس‌های جریان و ولتاژ

۱-۴ - طراحی و ساخت قالب روکش

۲-۴ - طراحی و ساخت یراق‌آلات

۳-۴ - سفارش و ساخت حلقه کرونا

۴-۴ - سفارش ساخت هسته پوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ

## ۴-۵- مونتاژ کامل پوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ

مرحله پنجم- انجام آزمونهای الکتریکی و مکانیکی مطابق با استاندارد بین المللی IEC60137 و ارائه نمونه نهایی  
مرحله ششم- در صورت ضرورت ( عدم اخذ تاییدیه کامل آزمونها) رفع اشکالات، باز طراحی و انجام آزمون مجدد

## • شاخص‌های تحقق طرح

- وضعیت ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ رده فوق توزیع و انتقال
- وضعیت ساخت نمونه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ رده فوق توزیع و انتقال

## • متولیان اجرای طرح

- پژوهشگاه نیرو
- شرکت‌های دانش‌بنیان
- شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات فشار قوی

جدول (الف-۲): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۲: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت پوشینگ‌های کامپوزیتی ترانس‌های جریان و ولتاژ رده فوق توزیع و انتقال

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرف شدنی	برآورد هزینه مواد مصرف نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت	۳۰					
۲	طراحی و ساخت نمونه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت	۳۰					

## طرح جامع ۳: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت بوشینگ‌های کامپوزیتی کلیدهای قدرت رده فوق توزیع و انتقال

در خصوص مزایای و ضرورت استفاده از بوشینگ‌های کامپوزیتی در مقایسه با مقره‌های سرامیکی، موارد بطور کامل در اقدام یک بیان گردیده است و در اینجا از تکرار مطالب خودداری می‌گردد.

### • بررسی سابقه موضوع از لحاظ نظری و تجربی همراه با ذکر منابع اساسی :

تاکنون در خصوص بوشینگ‌های کامپوزیتی کلیدهای قدرت پروژه‌ای تحقیقاتی در داخل کشور صورت نگرفته و موضوع جدید می‌باشد. سازنده داخلی در کشور وجود ندارد. در این خصوص شرکتهای معتبر و بزرگ خارجی از جمله :

LAPP آلمان، SEDIVER فرانسه ، NGK ژاپن ، K-LINE کانادا ، OHIO-BRASS آمریکا ، APEX آمریکا و SEFAG آلمان در خصوص ساخت و تولید این نوع مقره ها فعالیت دارند.

### • چالشهای فنی ساخت بوشینگ‌های کامپوزیتی کلیدهای قدرت رده انتقال

- ضرورت اخذ دانش فنی طراحی الکتريکال و مکانیکال بوشینگ کلیدهای قدرت در هر رده ولتاژی
- عدم وجود سازندگان داخلی بوشینگ کلیدهای قدرت در کشور
- تکنولوژی ساخت هسته کامپوزیتی توخالی تاکنون به به دلایل مختلف فنی و اقتصادی به کشور وارد نگردیده است.
- عدم امکان انجام تمام آزمونهای استاندارد در داخل کشور
- نیاز به طراحی و ساخت قالبهای ویژه و خاص در هر رده ولتاژی که هزینه ساخت نمونه نیمه صنعتی را بسیار افزایش می‌دهد.

### • شرح مراحل اجرایی کار

مرحله اول - جمع‌آوری مدارک و استانداردها و بررسی فنی - اقتصادی استفاده از بوشینگ‌های کامپوزیتی کلیدهای

قدرت در شبکه انتقال نیرو

مرحله دوم - ملاحظات هماهنگی عایقی، ملاحظات مربوط به بار گذاری مکانیکی و طرح یراق آلات و تعیین مشخصات

فنی نهایی

۱-۲ - بررسی مسائل هماهنگی عایقی

۲-۲- بررسی بارگذاری مکانیکی

۳-۲- بررسی یراق‌آلات و اتصالات

۴-۲- تعیین مشخصات فنی پوشینگ‌های کامپوزیتی کلیدهای قدرت

مرحله سوم- طراحی الکتریکی و مکانیکی و استخراج آزمونها

۱-۳- طراحی الکتریکی

۲-۳- طراحی مکانیکی

۳-۳- استخراج آزمونها

۱-۳-۳- استخراج آزمونها الکتریکی، مکانیکی براساس استانداردهای مربوطه

۲-۳-۳- استخراج آزمونها مواد

۳-۳-۳- ارزیابی آزمایشگاههای معتبر به منظور انجام آزمونها

مرحله چهارم - ساخت پوشینگ‌های کامپوزیتی کلیدهای قدرت (طراحی شده در مرحله سوم)

۱-۴- طراحی و ساخت قالب روکش

۲-۴- طراحی و ساخت یراق‌آلات

۳-۴- سفارش و ساخت حلقه کرونا

۴-۴- سفارش ساخت هسته پوشینگ کامپوزیتی کلیدهای قدرت

۵-۴- مونتاژ کامل پوشینگ کامپوزیتی کلیدهای قدرت

مرحله پنجم- انجام آزمونها الکتریکی و مکانیکی مطابق با استاندارد بین المللی IEC60137 و ارائه نمونه نهایی

مرحله ششم- در صورت ضرورت (عدم اخذ تاییدیه کامل آزمونها) رفع اشکالات، باز طراحی و انجام آزمون مجدد

#### • شاخص‌های تحقق طرح

○ وضعیت ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی کلیدهای قدرت رده فوق توزیع و انتقال

○ وضعیت ساخت نمونه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی کلیدهای قدرت رده فوق توزیع و انتقال

#### • متولیان اجرای طرح

- پژوهشگاه نیرو
- شرکت‌های دانش‌بنیان
- شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات فشار قوی به خصوص سازندگان مقرر و کلید قدرت

جدول (الف-۳): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۳: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت پوشینگ‌های کامپوزیتی کلیدهای قدرت رده فوق توزیع و انتقال

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرف شدنی	برآورد هزینه مواد مصرف نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی کلیدهای قدرت رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت	۳۰					
۲	طراحی و ساخت نمونه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی کلیدهای قدرت رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت	۳۰					

طرح جامع ۴: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت پوشینگ کامپوزیتی نوع دیواری رده فوق توزیع و انتقال

در پستهای رده انتقال واقع در مناطق آلوده یکی از بهترین راهکارها اجرای ساختمان پست در فضای سرپوشیده و محافظت شده در برابر شرایط محیطی می باشد. یکی از ملزومات این امر استفاده از پوشینگ‌های کامپوزیتی دیواری جهت برقراری اتصالات خطوط انتقال نیروی بیرونی با پست می باشد.

پوشینگ کامپوزیتی که نقش نگهدارنده و تکیه گاه را بر عهده دارند نوع طراحی و نحوه قرارگیری و اهمیت کاربری از لحاظ عایقی و به لحاظ عملکرد در برابر آلودگی محیطی آسیب پذیر می باشند. استفاده از تکنولوژی کامپوزیت راهکار اصلی مقابله با این معضلات در مناطق با اقلیم خاص می باشد.

#### • مزایای مقره‌های کامپوزیتی

در خصوص مزایای استفاده از کامپوزیتها به تفصیل در اقدامات قبل توضیحات ارائه گردیده است.

- بررسی سابقه موضوع از لحاظ نظری و تجربی همراه با ذکر منابع اساسی :

تاکنون در خصوص بوشینگ کامپوزیتی دیواری رده انتقال پروژه‌ای تحقیقاتی در داخل کشور صورت نگرفته و موضوع جدید می‌باشد. در خصوص این تجهیز سازنده داخلی جهت رده فوق توزیع و انتقال در کشور وجود ندارد. در این خصوص شرکتهای معتبر و بزرگ خارجی از جمله :

LAPP آلمان، SEDIVER فرانسه ، NGK ژاپن ، K-LINE کانادا ، OHIO-BRASS آمریکا ، APEX آمریکا و SEFAG آلمان در خصوص ساخت و تولید این نوع مقره ها فعالیت دارند.

### • چالشهای فنی ساخت بوشینگهای کامپوزیتی دیواری

- ضرورت اخذ دانش فنی طراحی الکتریکال و مکانیکال بوشینگ دیواری در هر رده ولتاژی
- عدم وجود سازندگان داخلی بوشینگ دیواری در کشور
- تکنولوژی ساخت هسته کامپوزیتی توخالی تاکنون به به دلایل مختلف فنی و اقتصادی به کشور وارد نگردیده است.
- عدم امکان انجام تمام آزمونهای استاندارد در داخل کشور
- نیاز به طراحی و ساخت قالبهای ویژه و خاص در هر رده ولتاژی که هزینه ساخت نمونه نیمه صنعتی را بسیار افزایش می دهد.

### • شرح مراحل اجرایی کار

- مرحله اول - جمع‌آوری مدارک و استانداردها و بررسی فنی - اقتصادی استفاده از بوشینگ کامپوزیتی دیواری در شبکه انتقال نیرو
- مرحله دوم - ملاحظات هماهنگی عایقی، ملاحظات مربوط به بار گذاری مکانیکی و طرح یراق آلات در پستهای انتقال مجهز به بوشینگ کامپوزیتی دیواری و تعیین مشخصات فنی نهایی بوشینگ کامپوزیتی ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت
- مرحله سوم - طراحی الکتریکی و مکانیکی و استخراج آزمونها
- مرحله چهارم - ساخت بوشینگ کامپوزیتی دیواری (طراحی شده در مرحله سوم)
- ۴-۱- طراحی و ساخت قالب روکش
- ۴-۲- طراحی و ساخت یراق‌آلات بوشینگ کامپوزیتی دیواری
- ۴-۳- سفارش و ساخت حلقه کروماید بوشینگ کامپوزیتی دیواری
- ۴-۴- سفارش ساخت هسته بوشینگ کامپوزیتی دیواری

## ۴-۵- مونتاژ کامل پوشینگ کامپوزیتی دیواری

مرحله پنجم- انجام آزمونهای الکتریکی و مکانیکی (داخل و خارج کشور) و ارائه نمونه نهایی

۵-۱- انجام آزمونهای الکتریکی داخل کشور

۵-۲- انجام آزمونهای مکانیکی و موادی در داخل کشور

۵-۳- شناسایی و بررسی عیوب احتمالی و اصلاح آنها و انجام مجدد آزمونها

۵-۴- انجام هماهنگی و انجام آزمونهای الکتریکی و مکانیکی خارج کشور

• شاخص‌های تحقق طرح

- وضعیت ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی نوع دیواری رده فوق توزیع و انتقال
- وضعیت ساخت نمونه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی نوع دیواری رده فوق توزیع و انتقال

• متولیان اجرای طرح

- پژوهشگاه نیرو
- شرکت‌های دانش‌بنیان
- شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات فشار قوی به خصوص سازندگان مقرر

جدول (الف-۴): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۴: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت پوشینگ‌های کامپوزیتی

نوع دیواری رده فوق توزیع و انتقال

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرف شدنی	برآورد هزینه مواد مصرف نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی نوع دیواری رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت	۳۰					
۲	طراحی و ساخت نمونه صنعتی پوشینگ کامپوزیتی نوع دیواری رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت	۳۰					

## طرح جامع ۵: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت مقره‌های کامپوزیتی اتکایی پست و مقره‌های کامپوزیتی

### اتکایی سکسیونرها رده فوق توزیع و انتقال

مقره‌های اتکایی پست که نقش نگهدارنده و تکیه‌گاه باسبار در پستهای فشارقوی رده انتقال را بر عهده دارند و هم‌چنین مقره‌های اتکایی سکسیونرها با توجه به نوع و فلسفه طراحی از لحاظ عایقی در نوع پرسلینی متعارف آن از آسیب‌پذیرترین تجهیزات در پستهای فشار قوی به لحاظ عملکرد در برابر آلودگی محیطی می‌باشند و بیش از ۹۰ درصد خطاهای عایقی ناشی از آلودگی در پستهای فشار قوی به این دو تجهیز مربوط می‌شوند. استفاده از تکنولوژی کامپوزیت راهکار اصلی مقابله با این معضلات در مناطق با اقلیم خاص می‌باشد.

#### • مزایای مقره‌های کامپوزیتی

در خصوص مزایای استفاده از کامپوزیتها به تفصیل در اقدامات قبل توضیحات ارائه گردیده است.

#### • ساختار مقره کامپوزیتی اتکایی پست

یک مقره کامپوزیتی شامل اجزاء ذیل است:

- هسته توپر (Core)
- بدنه عایقی (Housing)
- چترک (Weather Sheds)
- سطوح اینترفیس (Interface)
- یراق آلات (End Fitting)

#### • هسته مقره‌های کامپوزیتی

بخش داخلی مقره کامپوزیتی را تشکیل می‌دهد. از جنس اپوکسی یا پلی‌استر فایبرگلاس تقویت شده (GFR)<sup>۱</sup> یا پلاستیک رشته‌ای تقویت شده (FRP)<sup>۲</sup> و یا فایبرگلاسه‌های تک‌جهته با کلاس الکتریکی نرمال "E" یا کلاس مقاوم در برابر اسید "E-CR" در داخل شبکه‌های رزینی می‌باشند. جنس رزین معمولاً از اپوکسی پلی‌استر و یا وینیل استر می‌باشد. کارایی الکتریکی هسته، به کیفیت اشباع هسته وابسته است. زیرا میله‌های جامد و تیوبهایی که در مقره‌های با هسته میان تهی به کار

<sup>۱</sup>.Glass Fibre Reinforced (GFR) Epoxy or Polyester

<sup>۲</sup>.Filament Reinforced Plastic (FRP)



می‌روند، هر دو موادی ناهمگن می‌باشند و خواص مکانیکی و الکتریکی آنها به جهت‌گیری فایبرها منوط می‌باشد. بیشتر میله‌های جامد به روش پالتروژن ساخته می‌شوند که فرایندی پیوسته می‌باشد و توسط آن هر طولی از میله در کارخانه قابل ساخت است.

### • روکش هسته و چترک مقره‌های کامپوزیتی

هسته مقره‌های کامپوزیتی در مقابل عوامل مخربی مانند تشعشعات ماوراءبنفش، رطوبت و تخلیه الکتریکی آسیب‌پذیر است و بدنه که یک پوشش پلیمری است از آن محافظت می‌کند. شامل روکش پلیمری (Polymer Sheath) و چترک پلیمری (Polymer Shed) می‌باشد که به صورت مجزا یا یکپارچه می‌باشند.

مواد سیلیکونی از مقاومت بالایی در برابر تشعشعات ماوراءبنفش برخوردار بوده و همچنین خصوصیت آبگریزی قویتری نسبت به EPDM ها، حتی هنگامیکه سطح آنها بسیار مرطوب گردد، از خود نشان می‌دهند. به همین دلیل مواد سیلیکونی برای استفاده در مناطقی که آلودگی بالای دریایی و یا صنعتی دارند، بسیار مورد توجه می‌باشند. چترک مقره‌های کامپوزیتی اجزا عایقی از جنس پلیمر بدنه - روکش هسته - هستند که به منظور افزایش فاصله خزشی و استقامت الکتریکی بکار می‌روند. علاوه بر موارد یاد شده، عوامل دیگری نیز در استفاده از الاستومرهای سیلیکون به عنوان مواد عایق کننده، دخالت دارند که به طور خلاصه عبارتند از:

الف- قابلیت ایجاد اتصال یکنواخت با پوشش عایق، نم ناپذیری نسبت به آب، روغن و آلوده سازهای هدایتی از قبیل دوده، ذرات فلزی و ...

ب- بالا بودن مقاومت در برابر ازن و تخریب ناشی از آن

ج- مقاومت عالی در مقابل ارتعاش و ضربه حتی در درجه حرارت‌های پایینتر از صفر

د- مقاومت عالی در برابر سایش

ه- فقدان جاذبه برای جوندگان، پرندگان و... که همواره یکی از مشکلات روکش کابلها را فراهم می‌سازد.

ضمناً طراحی ژئومتری - طرح پروفیل چترکها- نقش مهمی را در کارایی مقره‌ها بازی می‌کند چرا که میتواند برخورد پالایی (توسط باد و باران) مسیرهای جریان نشستی و توزیع تنش های الکتریکی اثر بگذارد.

اساسی‌ترین مرحله طراحی قالب روکش، مرور طرح قطعه به منظور تعیین محل خط جدائی، محل پران‌ها، محل مدخل‌ها و مجراهای خروج هوا است. خط جدائی باید جایی باشد که قطعه در ساده‌ترین وضعیت قرار گیرد و به ساده‌ترین نوع سنگ زدن

بعد از خارج شدن از قالب احتیاج داشته باشد. البته سیستم پران باید آنگونه باشد که نیروی حاصل از حرکت آن به کار، پیچیدگی ندهد و نیز امکان خروج هوا یا گاز را در محل قرار گرفتن آن بدهد. مجراهای گاز یا هوا باید جایی باشند که احتمال جمع شدن هوا بیشتر است.

### • بررسی سابقه موضوع از لحاظ نظری و تجربی همراه با ذکر منابع اساسی :

تاکنون در خصوص مقره اتکایی پست رده انتقال پروژه‌های تحقیقاتی در داخل کشور صورت نگرفته و موضوع جدید می‌باشد. در خصوص این تجهیز سازنده داخلی جهت رده فوق توزیع و انتقال در کشور وجود ندارد. در این خصوص شرکتهای معتبر و بزرگ خارجی از جمله :

LAPP آلمان، SEDIVER فرانسه ، NGK ژاپن ، K-LINE کانادا ، OHIO-BRASS آمریکا ، APEX آمریکا و SEFAG آلمان در خصوص ساخت و تولید این نوع مقره ها فعالیت دارند.

### • چالشهای فنی ساخت مقره‌های کامپوزیتی اتکایی پست و مقره‌های کامپوزیتی اتکایی سکسیونرها

- عدم وجود سازندگان داخلی در کشور
- تکنولوژی ساخت هسته کامپوزیتی توپر تاکنون به به دلایل مختلف فنی و اقتصادی به کشور وارد نگردیده است.
- عدم امکان انجام تمام آزمونهای استاندارد در داخل کشور
- نیاز به طراحی و ساخت قالبهای ویژه و خاص در هر رده ولتاژی که هزینه ساخت نمونه نیمه صنعتی را بسیار افزایش می دهد.

### • شرح مراحل اجرایی کار

مرحله اول - جمع‌آوری مدارک و استانداردها و بررسی فنی - اقتصادی استفاده از مقره اتکایی پست کامپوزیتی در شبکه انتقال نیرو

مرحله دوم - ملاحظات هماهنگی عایقی، ملاحظات مربوط به بار گذاری مکانیکی و طرح یراق آلات در پستهای انتقال مجهز به مقره اتکایی پست کامپوزیتی و تعیین مشخصات فنی نهایی مقره ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت

مرحله سوم - طراحی الکتریکی و مکانیکی و استخراج آزمونها

مرحله چهارم - ساخت مقره کامپوزیتی اتکایی پست (طراحی شده در مرحله سوم)

۴-۱- طراحی و ساخت قالب روکش

۴-۲- طراحی و ساخت یراق‌آلات مقره کامپوزیتی اتکایی پست

۴-۳- سفارش و ساخت حلقه کرونای مقره کامپوزیتی اتکایی پست

۴-۴- سفارش ساخت هسته مقره کامپوزیتی اتکایی پست

۴-۵- مونتاژ کامل مقره

مرحله پنجم- انجام آزمونهای الکتریکی و مکانیکی (داخل و خارج کشور) و ارائه نمونه نهایی

۵-۱- انجام آزمونهای الکتریکی داخل کشور

۵-۲- انجام آزمونهای مکانیکی و موادی در داخل کشور

۵-۳- شناسایی و بررسی عیوب احتمالی و اصلاح آنها و انجام مجدد آزمونها

۵-۴- انجام هماهنگی و انجام آزمونهای الکتریکی و مکانیکی خارج کشور

#### • شاخص‌های تحقق طرح

○ وضعیت ساخت نمونه نیمه صنعتی مقره کامپوزیتی اتکایی پست و مقره کامپوزیتی اتکایی سکسیونر رده فوق توزیع و انتقال

○ وضعیت ساخت نمونه صنعتی مقره کامپوزیتی اتکایی پست و مقره کامپوزیتی اتکایی سکسیونر رده فوق توزیع و انتقال

#### • متولیان اجرای طرح

○ پژوهشگاه نیرو

○ شرکت‌های دانش‌بنیان

○ شرکت‌های تولیدکننده مقره

جدول (الف-۵): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۵: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت مقره‌های کامپوزیتی اتکایی پست و مقره‌های کامپوزیتی اتکایی سکسیونرها رده فوق توزیع و انتقال

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرف شدنی	برآورد هزینه مواد مصرف نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی مقره کامپوزیتی اتکایی پست و مقره کامپوزیتی اتکایی سکسیونر رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت	۳۰					
۲	طراحی و ساخت نمونه صنعتی مقره کامپوزیتی اتکایی پست و مقره کامپوزیتی اتکایی سکسیونر رده انتقال ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت	۳۰					

### طرح جامع ۶: تسلط بر فناوری ساخت پوشش‌های نانوسرامیک در مقره‌ها و سطوح عایقی فشار قوی

پوشش‌های نانو سرامیک دارای خواص ویژه ای نظیر ابر آبگریز و خودپالایندگی می‌باشند. استفاده از این پوشش‌ها در زمان ساخت مقره به عنوان لعاب سطح خارجی مقره باعث کاهش مشکلات ناشی از رسوب شدن و چسبندگی آلودگی‌های موجود در محیط بر روی سطوح این مقره خواهد شد.

این پوشش جهت کاربرد در صنایع برق کشور، به ویژه در مناطقی که میزان آلاینده‌های محیطی و صنعتی زیاد است، بسیار پرکاربرد خواهد بود. خواص آبگریزی این پوشش در مقایسه با سرامیک‌های متعارف بسیار مناسب است و سطح مقره دارای خاصیت خود تمیز شونده‌گی و خود پالایندگی بیشتری خواهد بود.

#### • چالش‌های فنی

- نوظهور بودن موضوع و کمبود منابع، سوابق و تجربیات
- عدم وجود تولید کنندگان داخلی در کشور
- محدود بودن تولید کنندگان خارجی
- عدم وجود تجربه بهره برداری در کشور

○ عدم امکان انجام تمام آزمونهای استاندارد در داخل کشور

### • شاخص‌های تحقق طرح

- وضعیت ساخت نمونه آزمایشگاهی پوشش‌های نانوسرامیک مورد استفاده بر روی مقره‌ها و سطوح عایقی
- وضعیت ساخت نمونه نیمه‌صنعتی پوشش‌های نانوسرامیک مورد استفاده بر روی مقره‌ها و سطوح عایقی

### • متولیان اجرای طرح

- ستاد فناوری نانو
- پژوهشگاه نیرو
- پژوهشگاه پلیمر

جدول (الف-۶): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۶: تسلط بر فناوری ساخت پوشش‌های نانوسرامیک در مقره‌ها و سطوح عایقی فشار قوی

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرف شدنی	برآورد هزینه مواد مصرف نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
۱	ساخت نمونه آزمایشگاهی پوشش‌های نانوسرامیک مورد استفاده بر روی مقره‌ها و سطوح عایقی	۱۸					
۲	ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشش‌های نانوسرامیک مورد استفاده بر روی مقره‌ها و سطوح عایقی	۱۸					

طرح جامع ۷: تسلط بر فناوری ساخت و بکارگیری پوشش‌های نانوکامپوزیت در مقره‌ها و سطوح عایقی

### فشار قوی

پوشش‌های نانو کامپوزیتی دارای خواص ویژه ای نظیر ابر آبگریز و خودپالایندگی می‌باشند. اعمال این پوششها بر روی مقره باعث کاهش مشکلات ناشی از رسوب شدن آلودگی های موجود در محیط بر روی سطوح این مقره خواهد شد. این پوشش

جهت کاربرد در صنایع برق کشور، به ویژه در مناطقی که میزان آلاینده‌های محیطی و صنعتی زیاد است، بسیار پرکاربرد خواهد بود.

### • چالش‌های فنی

- نوظهور بودن موضوع و کمبود منابع، سوابق و تجربیات
- عدم وجود تولید کنندگان داخلی در کشور
- محدود بودن تولید کنندگان خارجی
- عدم وجود تجربه بهره برداری در کشور
- عدم امکان انجام تمام آزمونهای استاندارد در داخل کشور

### • شاخص‌های تحقق طرح

- وضعیت ساخت نمونه آزمایشگاهی پوشش‌های نانوکامپوزیت مورد استفاده بر روی مقره‌ها و سطوح عایقی
- وضعیت ساخت نمونه صنعتی پوشش‌های نانوکامپوزیت مورد استفاده بر روی مقره‌ها و سطوح عایقی
- وضعیت اجرای پایلوت اعمال پوشش‌های نانوکامپوزیت بر روی یک پست فشار قوی

### • متولیان اجرای طرح

- ستاد فناوری نانو
- پژوهشگاه نیرو
- پژوهشگاه پلیمر
- برق‌های منطقه‌ای سواحل جنوبی کشور

جدول (الف-۷): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۷: تسلط بر فناوری ساخت و بکارگیری پوشش‌های

نانوکامپوزیت در مقره‌ها و سطوح عایقی فشار قوی

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرفی	برآورد هزینه مواد مصرفی نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
۱	ساخت نمونه آزمایشگاهی پوشش‌های نانوکامپوزیت مورد	۱۸					

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرف شدنی	برآورد هزینه مواد مصرف نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
	استفاده بر روی مقره‌ها و سطوح عایقی						
۲	ساخت نمونه نیمه صنعتی پوشش‌های نانوکامپوزیت مورد استفاده بر روی مقره‌ها و سطوح عایقی	۱۸					
۳	اجرای پایلوت اعمال پوشش‌های نانوکامپوزیت بر روی یک پست فشار قوی واقع در مناطق آلوده و ارزیابی عملکرد آن در طول زمان	۶					

### طرح جامع ۸: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ با عایق

#### گازی رده انتقال

بطور کلی استفاده از عایق‌های گازی نظیر SF6 به عنوان عایق داخلی در تجهیزات پستهای فشار قوی در مقایسه با

عایق‌های روغنی متعارف بویژه در مناطق با اقلیم خاص مزایای ذیل را به همراه خواهد داشت:

- استقامت دی الکتریک بالاتر تجهیز
- افزایش قابلیت اطمینان و ایمنی تجهیز
- حذف خطر آتش سوزی - گاز SF6 غیر قابل اشتعال بوده و بنابراین برخلاف روغن ترانسفور خطر آتش سوزی به همراه ندارد.
- حذف خطر انفجار - در تجهیزات عایق شده با روغن ممکن است محصولات ناشی از تجزیه، امواج پر فشاری را به همراه داشته باشد که موجب متلاشی شدن تجهیز گردد اما در یک دستگاه پر شده با SF6 افزایش فشار فقط از انبساط حرارتی گاز حاصل می شود.
- کاهش محسوس میزان نفوذ رطوبت اتمسفری به محفظه داخلی عایق درونی به علت آب بندی بسیار مناسبتر سیستم‌های با عایق گازی
- از میان رفتن خطر نشت روغن و تبعات منفی آن به لحاظ استقامت دی الکتریک و نیز معضلات زیست محیطی



○ کاهش وزن و ابعاد تجهیز و تسهیل شرایط حمل و نقل، انبارداری و نصب و کاهش هزینه‌های مربوطه

○ تعمیر و نگهداری بسیار کمتر و صرفه جویی در هزینه‌ها بویژه در مناطق با شرایط سخت اقلیمی

### ● بررسی سابقه موضوع از لحاظ نظری و تجربی همراه با ذکر منابع اساسی :

تاکنون در خصوص ترانسفورماتورهای جریان با عایق گازی رده انتقال پروژه‌های تحقیقاتی در داخل کشور صورت نگرفته و

موضوع جدید می‌باشد. در خصوص این تجهیز با عایق گازی سازنده داخلی جهت رده انتقال در کشور وجود ندارد.

در این خصوص شرکتهای معتبر و بزرگ خارجی از جمله : ABB ، زیمنس ، آستوم و ... در خصوص ساخت و تولید این

نوع ترانسهای جریان و ولتاژ فعالیت دارند.

### ● چالشهای فنی

○ نبود سازندگان داخلی در کشور

○ نیاز به واردات گاز SF6

○ تکنولوژی سیستمهای آبنند

○ نیاز به طراحی و ساخت قالبهای بدنه ویژه و خاص در هر رده ولتاژی که هزینه ساخت نمونه نیمه صنعتی را

بسیار افزایش می دهد.

### ● شرح کلی مراحل اجرایی کار

مرحله اول – بررسی استانداردها و تعیین مشخصات فنی مورد نیاز

مرحله دوم – طراحی سنسورهای اندازه گیر جریان و ولتاژ و ساخت

مرحله سوم – طراحی بوشینگ و بدنه عایق تجهیز (شبه سازی طراحی الکتريکال و مکانیکال – ملاحظات هماهنگی

عایقی) و ساخت

مرحله چهارم – طراحی سیستم آب بند و ساخت

مرحله پنجم – طراحی یراق آلات و فلنجهها و ساخت

مرحله ششم – استخراج آزمونها

مرحله هفتم – ساخت ترانس جریان یا ولتاژ رده انتقال با عایق گازی در رده ولتاژی مورد نظر



مرحله پنجم - انجام آزمونهای الکتریکی و مکانیکی (داخل و خارج کشور) و ارائه نمونه نهایی

### • شاخص‌های تحقق طرح

- وضعیت ساخت نمونه نیمه‌صنعتی ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ عایق گازی رده انتقال
- وضعیت ساخت نمونه صنعتی ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ عایق گازی رده انتقال

### • متولیان اجرای طرح

- پژوهشگاه نیرو
- شرکت‌های دانش‌بنیان
- شرکت‌های سازنده تجهیزات فشار قوی

جدول (الف-۸): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۸: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری

ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ با عایق گازی رده انتقال

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرف شدنی	برآورد هزینه مواد مصرف نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی ترانسفورماتورهای جریان عایق گازی رده ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت	۳۰					
۲	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی ترانسفورماتورهای ولتاژ عایق گازی رده ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت	۳۰					
۳	طراحی و ساخت نمونه صنعتی ترانسفورماتورهای جریان عایق گازی رده ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت	۳۰					
۴	طراحی و ساخت نمونه صنعتی ترانسفورماتورهای ولتاژ عایق گازی رده ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت	۳۰					

## طرح جامع ۹: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ ترکیبی با عایق تمام

### جامد رزینی رده فوق توزیع

امروزه به علت اثرات مخرب گلخانه‌ای گاز SF6 و وضع قوانین سخت گیرانه، استفاده از عایق‌های جایگزین گازی یا جامد جدید در دست توسعه و اولویت می‌باشد. البته به لحاظ چالش‌های تکنولوژیکی موجود کاربرد آنها تاکنون به رده‌های ولتاژی فوق توزیع محدود گردیده است.

بطور کلی استفاده از عایق‌های رزینی به عنوان عایق داخلی در تجهیزات پست‌های فشار قوی در مقایسه با عایق‌های گازی SF6 بویژه در مناطق با اقلیم خاص مزایای ذیل را به همراه خواهد داشت:

- کاهش اثرات مخرب زیست محیطی در مقایسه با عایق‌های گازی
- عدم نفوذ رطوبت اتمسفری به محفظه داخلی عایق درونی
- تعمیر و نگهداری کمتر

### • بررسی سابقه موضوع از لحاظ نظری و تجربی همراه با ذکر منابع اساسی :

تاکنون در خصوص ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ با عایق تمام جامد رزینی رده فوق توزیع پروژه‌های تحقیقاتی در داخل کشور صورت نگرفته و موضوع جدید می‌باشد. در خصوص این تجهیز با عایق جامد رزینی سازنده داخلی جهت رده فوق توزیع در کشور وجود ندارد.

در این خصوص شرکت‌های معتبر و بزرگ خارجی در خصوص ساخت و تولید این نوع ترانس‌های جریان و ولتاژ فعالیت دارند.

### • چالش‌های فنی

- نبود سازندگان داخلی در کشور
- نیاز به واردات رزین
- نیاز به طراحی و ساخت قالب‌های ویژه و خاص در هر رده ولتاژی که هزینه ساخت نمونه نیمه صنعتی را بسیار افزایش می‌دهد.

### • شرح کلی مراحل اجرایی کار

مرحله اول – بررسی استانداردها و تعیین مشخصات فنی مورد نیاز

مرحله دوم – طراحی سنسورهای اندازه گیر جریان و ولتاژ و ساخت

مرحله سوم – طراحی پوشینگ و بدنه عایق بیرونی تجهیز (شبیه سازی طراحی الکتریکال و مکانیکال – ملاحظات

هماهنگی عایقی) و ساخت

مرحله چهارم – طراحی یراق آلات و فلنجهها و ساخت

مرحله پنجم – ساخت قالب

مرحله ششم – استخراج آزمونها

مرحله هفتم – ساخت ترانس جریان یا ولتاژ رده انتقال با عایق گازی در رده ولتاژی مورد نظر

مرحله هشتم – انجام آزمونهای الکتریکی و مکانیکی (داخل و خارج کشور) و ارائه نمونه نهایی

#### • شاخص‌های تحقق طرح

- وضعیت ساخت نمونه نیمه صنعتی ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ ترکیبی با عایق تمام جامد رزینی رده فوق توزیع
- وضعیت ساخت نمونه صنعتی ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ ترکیبی با عایق تمام جامد رزینی رده فوق توزیع

#### • متولیان اجرای طرح

- پژوهشگاه نیرو
- شرکتهای دانش‌بنیان
- شرکتهای سازنده تجهیزات فشار قوی

جدول (الف-۹): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۹: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ ترکیبی با عایق تمام جامد رزینی رده فوق توزیع

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرف شدنی	برآورد هزینه مواد مصرف نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ ترکیبی با عایق تمام جامد رزینی رده فوق توزیع ۶۳ و ۱۳۲ کیلوولت	۲۴					

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرف شدنی	برآورد هزینه مواد مصرف نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
۲	طراحی و ساخت نمونه صنعتی ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ ترکیبی با عایق تمام جامد رزینی رده فوق توزیع ۶۳ و ۱۳۲ کیلوولت	۲۴					

### طرح جامع ۱۰: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری برقگیرهای خط اکسید فلزی با بدنه

#### کامپوزیتی

با توجه به تجربیات بهره برداری در ایران، برای کاهش خطر ورود امواج ضربه از خطوط انتقال به داخل پست از برقگیرهای فشارقوی در خطوط ورودی و خروجی پست استفاده می‌شود. در حالت برخورد صاعقه به دکل‌های نزدیکتر به پست اگر امپدانس پای این دکل‌ها بالا باشد، قوس برگشتی رخ داده، جریان صاعقه وارد هادی فاز شده و در صورت نبود دکل با امپدانس پای دکل پایین به سمت پست حرکت می‌کند. برقگیرهای پست وظیفه جلوگیری از ورود این امواج به داخل پست را دارند. در عین حال، در صورت برخورد صاعقه به دکل‌های دورتر از پست و بالا بودن امپدانس پای این دکل‌ها، قوس برگشتی رخ داده و جریان صاعقه خود را از طریق نزدیکترین دکل با امپدانس پایین تخلیه می‌کند. این امر باعث عملکرد رله‌های پست خواهد شد. یکی از راهکارهای کاهش اثرات صاعقه بر خطوط انتقال، بکارگیری برقگیرهای خط یا TLSA است. در زمینه بکارگیری برقگیرهای خط برای کاهش اثرات صاعقه بر خطوط انتقال مطالعات بسیاری در دنیا انجام شده و تحقیقات در این زمینه هنوز ادامه دارد. شرکت‌های برق در دنیا با پی بردن به اهمیت موضوع این مساله را در لیست اولویتهای خود قرار داده‌اند. شرکت‌های سازنده نظیر ABB، توشیبا و غیره نیز محصولات خود را در این زمینه عرضه کرده‌اند. در این زمینه موارد زیر ذکر می‌گردد:

- کارگروه C4-301 سیگره در زمینه بکارگیری برقگیرهای خط در خطوط انتقال تحقیق می‌کند.
- موسسه EPRI در این زمینه مطالعات زیادی انجام داده است.
- مقالات زیادی در مورد جنبه‌های مختلف این موضوع موجود است.

شرکت‌های برق متعددی در دنیا تجربه نصب این تجهیزات را در خطوط انتقال دارند. شرکت‌های مختلفی از آمریکا، ژاپن، برزیل، کانادا و سایر کشورها در این زمینه پیش‌تاز بوده‌اند. در بخش مطالعاتی و قبل از فاز ساخت این فناوری موارد تئوریک ذیل باید در کشور مشخص و تهیه گردند:

- ۱- اصول کارکرد برقگیر خط انتقال و مزایا و معایب استفاده از برقگیرهای خط
  - ۲- انواع مختلف برقگیرهای خط از نظر نوع طراحی، آرایش نصب و غیره
  - ۳- سابقه بکارگیری برقگیر خط در خطوط انتقال سایر کشورها
  - ۴- نحوه اصول طراحی و انتخاب برقگیرهای خط
  - ۵- مدلسازی مداری برقگیر خط و شبیه سازی عملکرد آن در زمان صاعقه به کمک نرم افزار
  - ۶- بررسی اصول و کلیات روش جایابی برقگیرهای خط در طول خطوط انتقال و فوق توزیع
  - ۷- الزامات بکارگیری برقگیرهای خط در خطوط کمپکت
  - ۸- مطالعه رفتار برقگیرهای خط در برابر اضافه ولتاژهای کلیدزنی
  - ۹- شناسایی سازندگان معتبر برقگیرهای خط و تهیه بانک اطلاعاتی مربوطه
  - ۱۰- شناسایی آزمون‌های موردنیاز برای ارزیابی برقگیرهای خط و روند انجام آزمونها
  - ۱۱- الزامات و تمهیدات مربوط به حمل و نصب و مسائل مربوط به نحوه بهره برداری و نگهداری
  - ۱۲- تدوین استاندارد ملی برقگیرهای خط اکسید فلزی رده انتقال
  - ۱۳- شناسایی نقاطی از کشور که با توجه به شرایط آب و هوایی با معضلات ناشی از صاعقه مواجه می باشند.
- در فاز ساخت نیز همچون اقدامات ذکر شده قبلی فازهای کلی اجرایی تعیین مشخصات فنی، طراحی و شبیه سازی الکتریکی و مکانیکی، ساخت قالب بدنه عایقی و یراق آلات و اتصالات برای هر رده ولتاژی، مونتاژ و اسمبل کردن قرصهای اکسید فلزی و ملحقات دیگر برقگیر، تست آزمایشگاهی و نصب پایلوت انجام می پذیرد.

### • شاخص‌های تحقق طرح

- وضعیت ساخت نمونه نیمه صنعتی برقگیرهای خط نوع اکسید فلزی رده فوق توزیع و انتقال
- وضعیت ساخت نمونه صنعتی برقگیرهای خط نوع اکسید فلزی رده فوق توزیع و انتقال

○ وضعیت اجرای پایلوت استفاده از برقگیرهای خط نوع اکسید فلزی

• متولیان اجرای طرح

- پژوهشگاه نیرو
- مراکز دانشگاهی
- شرکت‌های مشاور صنعت برق
- شرکت‌های دانش‌بنیان
- شرکت‌های سازنده برقگیر
- توانیر
- برق‌های منطقه‌ای

جدول (الف-۱۰): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۱۰: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری برقگیرهای

خط اکسید فلزی با بدنه کامپوزیتی

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرفی شدن	برآورد هزینه مواد مصرفی نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی برقگیرهای خط نوع اکسید فلزی رده ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت	۲۴					
۲	طراحی و ساخت نمونه صنعتی برقگیرهای خط نوع اکسید فلزی رده ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت	۲۴					
۳	اجرای پایلوت استفاده از برقگیرهای خط نوع اکسید فلزی در یکی از خطوط رده انتقال واقع در مناطق صاعقه‌خیز کشور	۱۸					

طرح جامع ۱۱: تسلط بر فناوری پایش آنلاین و یکپارچه وضعیت خطوط و تجهیزات پستهای رده انتقال

تجهیزات پستهای فشار قوی رده انتقال نظیر ترانسفورماتورهای قدرت، کلیدهای قدرت و ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ دارای نقش اساسی در بهره‌وری و قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال قدرت بوده و همچنین جزء گران‌ترین تجهیزات شبکه می‌باشند. از این رو بهره‌گیری از برنامه‌های ارزیابی وضعیت، عیب‌یابی و فعالیت‌های بهینه تعمیر و نگهداری پیشگیرانه این تجهیزات به منظور جلوگیری از بروز خسارت‌های گسترده و افزایش عمر مفید آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای در بهره‌برداری شبکه‌های انتقال قدرت برخوردار است. برنامه‌های تعمیر و نگهداری بهینه بر اساس پیش‌بینی عیوب محتمل تجهیزات و میزان اثربخشی مورد انتظار از فعالیت‌های پیشگیرانه تعیین می‌شود.

اساس این پیش‌بینی عیوب بر مبنای مانیتورینگ آنلاین و دائمی تجهیزات پستهای رده انتقال و پایش اطلاعات مختلف نظیر دمای عایق داخلی، میزان رطوبت، میزان تخلیه جزئی، وجود نشتی روغن، وجود آلودگی در عایق داخلی و میزان بارگذاری تجهیز قرار دارد.

#### • شاخص‌های تحقق طرح

- وضعیت اجرای پایلوت پایش آنلاین تجهیزات فشار قوی در یک پست منتخب رده انتقال
- وضعیت تدوین دانش فنی ارزیابی وضعیت و تخمین عمر تجهیزات فشار قوی پایش شده به صورت آنلاین

#### • متولیان اجرای طرح

- پژوهشگاه نیرو
- مراکز دانشگاهی
- شرکت‌های مشاور صنعت برق

جدول (الف-۱۱): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۱۱: تسلط بر فناوری پایش آنلاین و یکپارچه وضعیت خطوط و تجهیزات پستهای رده انتقال

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرف شدنی	برآورد هزینه مواد مصرف نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
۱	اجرای پایلوت پایش آنلاین تجهیزات فشار قوی در یک پست	۱۸					

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرف شدنی	برآورد هزینه مواد مصرف نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
	منتخب رده انتقال						
۲	تدوین دانش فنی ارزیابی وضعیت و تخمین عمر تجهیزات فشار قوی پایش شده به صورت آنلاین	۱۸					

## طرح جامع ۱۲: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری برقگیرهای چندمحفظه‌ای رده انتقال و توزیع

در طی سالیان اخیر در صنعت برق تجهیزات نوینی به منظور بهبود کارایی سیستم‌ها در برابر حفاظت از صاعقه ارائه شده‌اند. تکنولوژی سیستم چند محفظه‌ای خاموش‌کننده جرقه (arcquenching Multi-Chamber System) (MCS) منجر به ساخت برقگیرهای جدید چند محفظه‌ای (MCA) شده است. اساساً یک MCS شامل تعداد زیادی الکتروود نصب شده در یک میله از جنس کامپوزیت است. حفره‌های تعبیه شده بین الکتروودها به عنوان محفظه‌های تخلیه گاز عمل می‌کنند. وقتی یک ضربه ولتاژی ناشی از صاعقه به برقگیر اعمال می‌شود، فاصله هوایی بین الکتروودها دچار شکست الکتریکی می‌شود. تخلیه بین الکتروودها در درون حجم بسیار کوچک محفظه‌ها رخ می‌دهد. بنابراین فشار حاصله بالا باعث خروج کانال‌های تخلیه جرقه به سمت بیرون و اطراف مقره می‌گردد. عمل دمش به بیرون (blow-out) و کشیدگی (elongation) کانال‌های بین الکتروودها منجر به افزایش مقاومت کلی همه کانالها می‌گردد یعنی برقگیر اضافه ولتاژ ناشی از ضربه صاعقه را محدود می‌کند. برقگیرهای چند محفظه‌ای در رده‌های ولتاژی مختلف ساخته می‌شوند

از مزایای این برقگیر قیمت مناسب آن می‌باشد و این موضوع بدلیل عدم استفاده از قرص اکسید روی در آن می‌باشد از مزایای دیگر این برقگیر می‌توان به موارد زیر اشاره نمود.

۱. عدم نیاز به سیستم زمین در این نوع برقگیر
۲. عدم نیاز به استفاده از فیکسچر خاص در نصب آن روی دکل و قابلیت نصب روی بدنه خود مقره



تخلیه انرژی ناشی از اضافه ولتاژ در هوای اطراف تجهیز که باعث جلوگیری از آسیب‌رسانی به خود برقگیر شده و عمر آن را نسبت به برقگیرهای اکسید روی چند برابر می‌نماید

### • نتایج مورد انتظار و دستاوردهای جانبی :

نتایج قابل اکتساب از اجرای این پروژه را می‌توان بطور خلاصه بصورت زیر دسته‌بندی نمود:

- ۱- کسب دانش ساخت و استفاده از برقگیرهای چند محفظه‌ای
- ۲- توسعه کاربرد این نوع برقگیر در خطوط صاعقه‌خیز جهت حذف یا حداقل نمودن هزینه‌های ناشی از تلفات صاعقه
- ۳- نهادینه کردن استفاده از این نوع برقگیرها در طراحی خطوط صاعقه‌خیز
- ۴- افزایش ضریب اطمینان شبکه و کاهش تلفات ناشی از خاموشی‌های مکرر
- ۵- افزایش دانش طراحی خطوط با بهره‌گیری از برقگیرهای خط
- ۶- طراحی و تولید یک تجهیز جدید و مورد نیاز و کاهش ارزشی ناشی از خرید آن از خارج از کشور
- ۷- راه‌اندازی خط تولید و ایجاد کار در داخل کشور
- ۸- صادرات محصول به کشورهای منطقه و ارزآوری ناشی از آن

### • شرح کلی مراحل اجرایی کار:

مرحله اول: بررسی، مطالعه و تحقیق روی تجهیز برقگیر چند محفظه‌ای	
۱-۱	جمع‌آوری اطلاعات، مقالات و پتنتها
۲-۱	مطالعه مدارک جمع‌آوری شده و تحقیق در خصوص نحوه عملکرد برقگیر
۳-۱	تهیه نقشه‌های اولیه ابعادی و ساختاری
۴-۱	شبیه‌سازی عملکرد تجهیز توسط نرم‌افزارهای مصطلح روی خطوط برق
۵-۱	شبیه‌سازی میدان الکتریکی و بررسی استانه شروع تخلیه الکتریکی در برقگیر
۶-۱	آنالیز مواد بکار رفته در ساختار اجزاء تشکیل‌دهنده برقگیر
۷-۱	جمع‌بندی مطالب و تهیه گزارش
مرحله دوم: طراحی و ساخت نمونه آزمایشگاهی	
۱-۲	طراحی فیزیکی سیستم و تهیه نقشه‌های ابعادی
۲-۲	طراحی از دیدگاه الکتریکی
۳-۲	طراحی یراق‌الات برقگیر به لحاظ روشهای نصب در شبکه
۴-۲	طراحی و ساخت قالبهای موقت جهت ساخت نمونه‌های اولیه آزمایشگاهی
۵-۲	طراحی و ساخت مدل و نمونه اولیه تجهیز

ارزیابی ابعادی و مشخصات فیزیکی تجهیز ساخته شده	۶-۲
انجام آزمون‌های لازم روی نمونه مدل آزمایشگاهی و برآورد مشکلات طرح	۷-۲
تهیه گزارش	۸-۲
مرحله سوم: ساخت برقگیر چند محفظه‌ای به روش استفاده از قالب فلزی جهت نمونه نیمه صنعتی	
طراحی قالب با توجه به پارامترهای به دست آمده از نتایج مرحله دوم پروژه	۱-۳
مذاکره، اقدام و نظارت جهت ساخت قالب فلزی طراحی شده برقگیر	۲-۳
اقدام جهت تهیه مواد اولیه و تجهیزات مورد نیاز جهت ساخت نمونه	۳-۳
ساخت یراق‌آلات و برقگیر و طراحی و ساخت فیکچرهای مورد نیاز در ساخت نمونه	۴-۳
نمونه‌سازی اجزای ساخت برقگیر و مونتاژ نهایی	۵-۳
ساخت ۱۵ نمونه از هر نوع جهت انجام آزمونهای مورد نیاز	۶-۳
تهیه گزارش	۷-۳
مرحله چهارم: انتخاب آزمون و انجام آزمون روی نمونه‌های ساخته شده	
مطالعه و بررسی اسناد آزمون نمونه شرکت تولیدکننده خارجی	۱-۴
بررسی آزمونهای دیگر مورد نیاز جهت ارزیابی کیفیت	۲-۴
برنامه‌ریزی و انجام آزمونهای انتخاب شده	۳-۴
بررسی نتایج و در صورت نیاز اعمال تغییرات روی طرح و ساخت مجدد جهت اصلاح نتایج آزمون	۴-۴
جمع‌بندی نتایج بدست آمده از آزمونهای نمونه و تهیه گزارش نهایی پروژه	۵-۴
بررسی و امکانسنجی تجهیزات مورد نیاز و راه‌اندازی خط تولید برقگیرهای چند محفظه‌ایی	
تهیه لیست و مشخصات تجهیزات مورد نیاز جهت تولید و آزمون	۱-۵
تهیه لیست و مشخصات مواد اولیه مورد نیاز جهت استفاده در ساخت	۲-۵
نظارت بر تهیه تجهیزات و مواد اولیه	۳-۵
تهیه نقشه جاگذاری مواد و تجهیزات (طراحی کارخانه)	۴-۵
نظارت بر پیاده‌سازی خط تولید و تولید نمونه‌های اولیه	۵-۵
نظارت بر انجام آزمونهای روتین و آزمونهای دیگر توافق شده	۶-۵
تهیه گزارش	۷-۵

### • شاخص‌های تحقق طرح

- وضعیت ساخت نمونه برقگیر چندمحفظه‌ای رده توزیع حفاظت در برابر برخورد صاعقه
- وضعیت ساخت نمونه برقگیر چندمحفظه‌ای رده انتقال حفاظت در برابر برخورد صاعقه
- وضعیت اجرای پیلوت طرح استفاده از برقگیرهای نوین چندمحفظه‌ای حفاظت از یک خط انتقال منتخب در برابر برخورد مستقیم صاعقه

### • متولیان اجرای طرح

- شرکت‌های سازنده برقگیر
- پژوهشگاه نیرو
- شرکت‌های دانش‌بنیان
- شرکت‌های توزیع برق
- برق‌های منطقه‌ای

جدول (الف-۱۲): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۱۲: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری برقگیرهای چندمحفظه‌ای رده توزیع و انتقال

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرف شدنی	برآورد هزینه مواد مصرف نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
۱	طراحی و ساخت نمونه برقگیر چندمحفظه‌ای رده توزیع جهت حفاظت در برابر برخورد صاعقه	۲۴					
۲	طراحی و ساخت نمونه برقگیر چندمحفظه‌ای رده انتقال جهت حفاظت خط در برابر برخورد صاعقه	۲۴					
۳	اجرای پایلوت طرح استفاده از برقگیرهای نوین چندمحفظه‌ای در حفاظت از یک خط انتقال منتخب در برابر برخورد مستقیم صاعقه	۱۲					

### طرح جامع ۱۳: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری مقره‌های خودکراس آرم کامپوزیتی

انتقال انرژی الکتریکی از طریق خطوط انتقال یعنی شریانهای انرژی الکتریکی صورت می‌گیرد بار خطوط از طریق دکل‌ها تحمل شده و بسیاری از پارامترهای الکتریکی و مکانیکی و همچنین عملکرد خطوط انتقال تابع دکل‌های خطوط انتقال نیرو می‌باشد.

یکی از پارامترهای مهم دکل شکل و ابعاد آن است که تاثیر بسزایی در خواص الکتریکی و مکانیکی و همچنین حریم خط دارد. بدلائل زیادی تغییر شکل و کاستن ابعاد دکل‌ها همیشه موضوع مورد علاقه طراحان خطوط بوده است یکی از دلایل مهم حریم خط می‌باشد بخصوص در مناطق شهری تغییر آرایش دکل، هادی و کراس آرم‌ها می‌تواند به بهینه‌سازی ابعاد آنها و کاستن هر چه بیشتر حریم کمک کند. بدین لحاظ استفاده از خطوط فشرده (compact) از اهمیت خاصی برخوردار است بویژه اگر این خطوط چند مداره و دارای چندین سطح ولتاژ باشند، اثربخشی آنها در کاهش حریم و بهبود صرفه اقتصادی نمایان تر می‌گردد. متأسفانه خطوط فشرده در ایران گسترش زیادی نیافته است و یکی از دلایل اصلی آن نبود عناصر عایقی مناسب و لازم برای اینگونه خطوط می‌باشد. مقره‌ها که بعنوان عایق بین هادی و برج قرار می‌گیرند در آرایش خطوط فشرده دارای دو عملکرد هستند اولین عملکرد آنها همان انجام وظیفه بعنوان عایق ایزولاسیون خط است و دومین عملکرد قرار گرفتن بجای کراس آرم و تحمل بار مکانیکی می‌باشد بدین ترتیب با حذف کراس آرم فلزی دکل عملاً طول بازوهای نگه‌دارنده خط کاهش می‌یابد و این همان هدفی است که خطوط فشرده بدنبال آن هستند

- مزایا مقره‌های خودکراس آرم کامپوزیتی

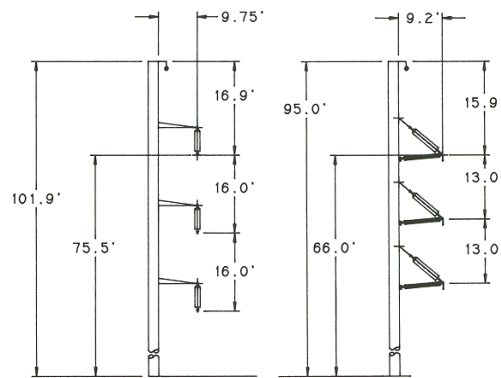
بکارگیری مقره های خود کراس آرم در آرایش خطوط انتقال کمپکت مزایای عدیده ای را به همراه خواهد داشت که در ذیل به عمده موارد آن اشاره میگردد:

۱- کاهش محسوس هزینه کلی احداث خط با کاهش ارتفاع و سطح مقطع دکلها در مقایسه با دکلهای تلسکوپی متعارف

بطور نمونه در ذیل جهت مقایسه مزایای اجرای طرح مقره خود کراس آرم در یک خط تک مداره کمپکت ۲۳۰ کیلوولت (طول اسپن ثابت) با خط تلسکوپی متعارف نمایش داده شده است. همانطور که در جدول ذیل دیده میشود هزینه کلی احداث خط حدود ۱۰ تا ۱۲ درصد کاهش می‌یابد که قابل ملاحظه است.

### 230 kV Single Circuit

Steel Poles



	Suspension	Horizontal Vee
Line Cost (\$ per mile)	255,900	224,200
Spans (ft.)	700	700
GLM (ft.-kips)	853	750
Pole Weight (lbs.)	12,518	10,036
Anchor Bolts (lbs.)	750	707
ROW Width (ft.)	58.5	49.7
ROW Cost (\$)*	14,185	12,038

مقایسه نسبی هزینه اجرا و پارامترهای مختلف خط میان خطوط انتقال کمپکت با آرایش متعارف و با آرایش مقره خود کراس آرم (طول اسپن یکسان) در زیر نشان داده شده است.

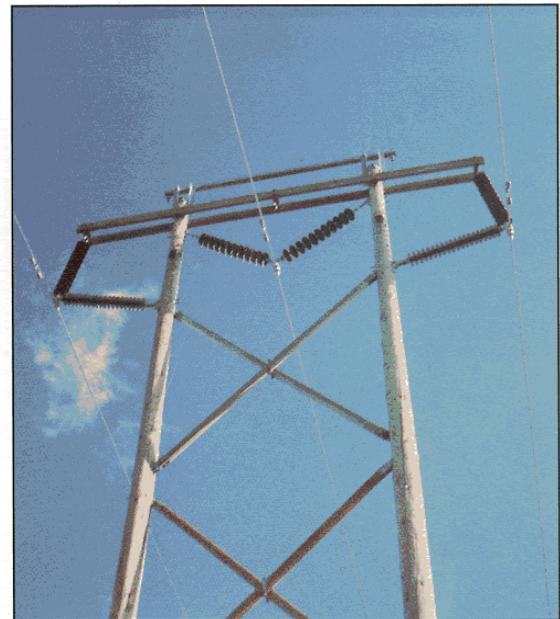
خط کمپکت با مقره خود کراس آرم	خط کمپکت با آرایش متعارف	
~ ۸۱	۱۰۰	وزن، دکل، (/.)
~ ۸۸	۱۰۰	هزینه احداث خط - بدون احتساب
~ ۸۵	۱۰۰	حریم خط (/.)

وزن، انکر بولت هر دکل، (%)	۱۰۰	~ ۹۴
ارتفاع دکل، (%)	۱۰۰	~ ۹۳
گشتاور، یای دکل، (%)	۱۰۰	~ ۸۸

### ۲- امکان ارتقاء ولتاژ خط (UPGRADING)

با استفاده از مقره خود کراس آرم امکان ارتقاء ولتاژ خط موجود بدون افزایش حریم در برخی آرایشهای خاص خطوط وجود دارد. بطور مثال سطح ولتاژ یک خط ۱۱۵ کیلوولت در کشور آمریکا با آرایش H با انجام عملیات مجدد سیم کشی در دو فاز کناری و استفاده از آرایش V در فاز وسط با حفظ شرایط حریم به سطح ۲۳۰ کیلوولت افزایش داده شده است.

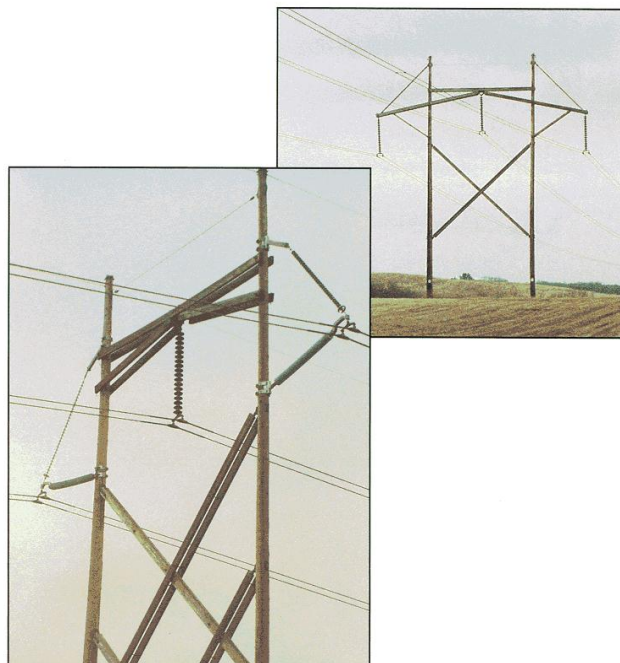
**"H"** frame construction is upgraded from 115 to 230 kV on the same right-of-way by restraining outside phase conductors with horizontal vee assemblies and positioning the center phase conductors with vee strings. Construction permitted using cost-effective Class 2 poles for 1590 MCM ACSR conductor on 1,000 ft. spans.



### ۳- امکان ارتقاء بارگذاری خط (UPRATING)

با استفاده از مقره خود کراس آرم امکان افزایش توان عبوری خط با افزایش دمای کار هادی وجود دارد. این مهم با توجه به نحوه استقرار مقره و افزایش ارتفاع محل نصب هادی صورت می‌گیرد که اجازه افزایش میزان شکم هادی را تا حد مجاز طراحی میدهد. در ذیل به صورت نمونه ۲ مثال حقیقی از اجرا این طرح نمایش داده شده است.

در مثال اول با اجرای طرح در فازهای جانبی در یک خط ۳۴۵ کیلوولت سطح بارگذاری جریانی با افزایش حد دمایی مجاز به حدود نزدیک ۲ برابر افزایش یافته است



**B**efore: Outside phases on "K" frame structures of this design limited the power transfer capability of this 345 kV line. Maximum operating temperature was 120°F.

**A**fter: Raising conductor to new elevations permits greater sags associated with 212°F operation. More power can be transmitted and the need for expensive investment in new generation can be forestalled.

در مثال دوم با اجرای طرح مقره خود کراس آرم، تعداد هادیهای باندل با رعایت مشخصات خط و بدون تغییر ساختار دکل به ۲ عدد افزایش یافته است.



**C**apability was doubled on this 230 kV urban area line by adding a second conductor to the existing installation. Phase tension was kept the same to avoid replacing structures on dead ends and small angles. To offset increased sag, horizontal vees were used to elevate support points and develop the needed ground clearance.



بطور کلی فشرده‌سازی خطوط انتقال که از طریق ساخت مقره خودنگهدار خط امکان‌پذیر می‌گردد مزایای فنی و اقتصادی زیادی به همراه دارد که به طور خلاصه به موارد زیر اشاره می‌گردد:

- ۱- کاهش ارتفاع و سطح مقطع و وزن دکل‌ها
- ۲- حذف قسمتهای فلزی (کراس آرم) در فاصله فازها
- ۳- کاهش مساحت زمین و کمتر شدن معارض (کاهش نسبی حریم خط)
- ۴- کاهش تاثیر میدانهای الکتریکی و اثرات زیست محیطی
- ۵- کاهش راکتانس خط و افزایش توان قدرت انتقال خط
- ۶- امکان افزایش توان انتقالی در برخی خطوط موجود (UPRATING)
- ۷- امکان افزایش سطح ولتاژ خط در برخی خطوط موجود (UPGRADING)
- ۸- کاهش کلی هزینه احداث خط

لازم به ذکر است که تمام این مزایا باعث صرفه‌جویی اقتصادی و بهبود اثرات زیست‌محیطی نیز خواهند بود.

- بررسی سابقه موضوع از لحاظ نظری و تجربی همراه با ذکر منابع اساسی :



تاکنون در خصوص مقره خود نگه‌دار خط پروژه‌ای تحقیقاتی در داخل کشور صورت نگرفته و موضوع جدید می‌باشد و شرکت سازنده داخلی نیز در این خصوص وجود ندارد.

در این خصوص شرکتهای معتبر و بزرگ خارجی از جمله :

LAPP آلمان، SEDIVER فرانسه ، NGK ژاپن ، K-LINE کانادا ، OHIO-BRASS آمریکا ، APEX آمریکا و SEFAG آلمان در خصوص ساخت و تولید این نوع مقره ها فعالیت دارند و محصولات آنها در کشورهای مختلف جهان از جمله خاورمیانه استفاده و مورد بهره برداری قرار گرفته است.

### • شرح کلی مراحل اجرایی کار در فاز تولید نیمه صنعتی

مرحله اول - جمع‌آوری مدارک و استانداردها و بررسی فنی - اقتصادی استفاده از مقره خود نگه‌دار خط در شبکه انتقال

نیرو

مرحله دوم - ملاحظات هماهنگی عایقی، ملاحظات مربوط به بار گذاری مکانیکی و طرح یراق آلات در خطوط کمپکت

تلسکوپی مجهز به مقره‌های خودنگه‌دار و تعیین مشخصات فنی نهایی مقره

مرحله سوم - طراحی الکتریکی و مکانیکی مقره خود نگه‌دار خط و استخراج آزمونها

مرحله چهارم - ساخت مقره خود نگه‌دار خط (طراحی شده در مرحله سوم)

۴-۱- طراحی و ساخت قالب روکش

۴-۲- طراحی و ساخت یراق‌آلات مقره خود نگه‌دار

۴-۳- سفارش و ساخت حلقه کروم‌ای مقره خود نگه‌دار خط

۴-۴- سفارش و ساخت هسته مقره خود نگه‌دار خط

۴-۵- مونتاژ کامل مقره

مرحله پنجم - انجام آزمونهای الکتریکی و مکانیکی و ارائه نمونه نهایی

### • شاخص‌های تحقق طرح

○ وضعیت تدوین دانش فنی طراحی خطوط انتقال کمپکت با استفاده از مقره‌های خودکراس‌آرم کامپوزیتی

○ وضعیت اجرای پایلوت یک خط انتقال کمپکت با استفاده از مقره‌های خودکراس‌آرم

○ وضعیت ساخت نمونه نیمه صنعتی مقره خودکراس‌آرم کامپوزیتی رده فوق توزیع و انتقال

○ وضعیت ساخت نمونه صنعتی مقرر خودکراس آرم کامپوزیتی رده فوق توزیع و انتقال

### • متولیان اجرای طرح

- پژوهشگاه نیرو
- شرکت‌های مشاور صنعت برق
- شرکت‌های دانش‌بنیان
- شرکت‌های سازنده تجهیزات فشار قوی به خصوص سازندگان مقرر
- برق‌های منطقه‌ای

جدول (الف-۱۳): بودجه‌بندی و زمان‌بندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۱۳: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری مقره‌های خودکراس آرم کامپوزیتی

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرفی	برآورد هزینه مواد مصرفی نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
۱	تدوین دانش فنی طراحی خطوط انتقال کمپکت با استفاده از مقره‌های خودکراس آرم کامپوزیتی	۱۲					
۲	اجرای پایلوت یک خط انتقال کمپکت با استفاده از مقره‌های خودکراس آرم	۱۸					
۳	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی مقرر خودکراس آرم کامپوزیتی رده ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت	۳۶					
۴	طراحی و ساخت نمونه صنعتی مقرر خودکراس آرم کامپوزیتی رده ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت	۳۶					

## طرح جامع ۱۴: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری کراس‌آرم‌های کامپوزیتی رده فوق توزیع و انتقال

امروزه با توجه به ویژگی‌های منحصر به فرد مواد کامپوزیتی، این مواد در اکثر کشورهای پیشرفته صنعتی، جایگزین بسیار مناسبی به جای فلزات، چوب و پلاستیک به شمار می‌آیند. از جمله ویژگی‌های مواد کامپوزیتی می‌توان از وزن کم، مقاومت در برابر خوردگی، عمر خستگی بالا، قابلیت شکل‌دهی و قالب‌گیری خوب، سختی و استحکام بالا، جذب انرژی مناسب، مقاومت بالا در برابر ضربه، ضریب انبساط گرمایی کم، عایق بودن در برابر الکتریسیته و گرما، تنوع رنگ و کاربردهای وسیع آن در صنایع مختلف نام برد.

کراس‌آرم (بازو) قسمتی از دکل انتقال نیرو است که بصورت یک تیر کنسول در روی دکل نیروهای وارده از سیم‌ها را متحمل شده و آنها را به سمت بدنه دکل هدایت می‌کند. با توجه به این که امروزه تمامی دکل‌های انتقال نیرو در داخل کشور از نبشی‌ها و ورق‌های فولادی ساخته می‌شوند و از آنجایی که این نبشی‌ها، رسانای الکتریکی می‌باشند، لذا به جهت حفظ فاصله الکتریکی، نیروهای وارده از سیم‌ها در فواصلی کنترل شده از بدنه فلزی، به دکل وارد می‌شوند. این فواصل موجود، خصوصاً در دکل‌های نسبتاً بزرگ مانند دکل‌های ۲۳۰ کیلوولت تلسکوپی باعث ایجاد لنگرهای زیادی در کل دکل شده و بالطبع وزن دکل را افزایش می‌دهد. در عین حال افزایش تعداد مقره‌های فی مابین هادی و کراس‌آرم فلزی، سبب افزایش ارتفاع برج جهت حفظ فاصله هادی تا زمین و بالطبع افزایش نیروها در پای برج و ابعاد فونداسیون و وزن فولاد مصرفی در پایه برج میشود و ضمناً طول بیشتر زنجیره مقره منجر به افزایش انحراف هادی به سمت بدنه فلزی برج شده که همین امر سبب افزایش طول کراس‌آرم خواهد شد. استفاده از مواد کامپوزیت در ساخت کراس‌آرم دکل‌ها منجر به تامین ایزولاسیون‌های لازم به علت خاصیت نارسانا بودن و کاهش طول زنجیره مقره می‌شود که می‌توان هادی‌ها را به فاصله نزدیک‌تری نسبت به بدنه و کراس‌آرم دکل متصل نمود که این امر باعث کاهش لنگرهای وارده به دکل، کاهش وزن دکل و حجم بتن ریزی فونداسیون و بالطبع باعث صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای در هزینه حمل و نقل، جابجایی و احداث خط می‌گردد.

افزایش عمر کراس‌آرم‌های کامپوزیتی نسبت به فولادی به دلیل مقاومت در برابر خوردگی از دیگر مزایای این تجهیزات است. این مواد به علت داشتن پوشش پلیمری، مقاومت خوبی در برابر رطوبت، میکروارگانیسم‌ها و همچنین جمع شدن آلودگی بر روی سطح از خود نشان می‌دهند. مواد کامپوزیت دارای ثبات خوبی در تغییرات شدید دما می‌باشند. این امر به دلیل پایین بودن ضریب انبساط حرارتی کامپوزیت بوده و سبب می‌شود که تنش‌های حرارتی کمتری در این مواد به وجود آید. مقاومت

بالا در برابر صاعقه، خاصیت عایقی بهتر، عدم امکان تخلیه جزئی، کاهش هزینه‌های رنگ و گالوانیزاسیون (هزینه‌های نگهداری)، مقاومت بالا نسبت به خرابی ناشی از فلش اور و در نهایت وزن سبک این تجهیزات که منجر به کاهش هزینه‌های نصب می‌گردد، از جمله مزایای این نوآوری است.

در ذیل به بخشی از مزایای استفاده از کراس آرم کامپوزیت اشاره می‌شود:

- تامین ایزولاسیون‌های لازم به علت خاصیت نارسانا بودن
- کاهش طول زنجیره مقره
- کاهش لنگرهای وارده به دکل
- کاهش وزن دکل
- کاهش حجم بتن ریزی فونداسیون
- صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای در هزینه حمل و نقل، جابجایی و احداث خط
- افزایش عمر کراس آرم‌های کامپوزیتی نسبت به فولادی
- مقاومت در برابر خوردگی
- مقاومت در برابر رطوبت
- مقاومت در برابر میکروارگانیزم‌ها و جمع شدن آلودگی بر روی سطح
- ثبات خوب در تغییرات شدید دما
- مقاومت بالا در برابر صاعقه
- عدم امکان تخلیه جزئی
- کاهش هزینه‌های رنگ و گالوانیزاسیون
- مقاومت بالا نسبت به خرابی ناشی از فلش اور
- وزن سبک

#### • مراحل اجرایی

مرحله اول این پروژه شامل مطالعات اولیه و امکان‌سنجی استفاده از کراس آرم‌های کامپوزیتی است.

در این بخش اطلاعات مربوط به روش‌های بکارگیری کراس‌آرم‌های کامپوزیتی جمع‌آوری شده و روش‌های طراحی و ساخت آن مورد بررسی قرار می‌گیرد. پس از بررسی و جمع‌آوری استانداردهای مربوطه، امکان‌سنجی فنی اقتصادی انواع روش‌های ساخت مورد بررسی قرار می‌گیرد و طرح نهایی انتخاب می‌گردد.

مرحله دوم به طراحی کراس‌آرم کامپوزیت اختصاص دارد.

در این مرحله طراحی مکانیکال و الکتریکال کراس‌آرم کامپوزیت با در نظر گرفتن هندسه برج خط شاهد انجام گرفته و در انتها روش‌های ساخت و آزمون‌های استاندارد پیاده‌سازی می‌گردد.

مرحله سوم شامل پیاده‌سازی طرح و ساخت نمونه کراس‌آرم در رده‌های مختلف ولتاژی است. در این مرحله با سازندگان مختلف مذاکره و قرارداد ساخت نمونه‌ها بسته خواهد شد. پس از انجام آزمون‌های کنترل کیفی مصالح، نمونه‌های اولیه کراس‌آرم ساخته خواهد شد.

مرحله چهارم شامل انجام آزمون‌های استاندارد کراس‌آرم و اصلاح روند طراحی و ساخت در صورت لزوم است.

مرحله پنجم به انجام مطالعات اقتصادی طرح نهایی اختصاص دارد.

مرحله ششم نیز به ارائه نقشه‌های ساخت، نصب کراس‌آرم کامپوزیت و استانداردهای مربوطه اختصاص خواهد داشت.

### • شاخص‌های تحقق طرح

- وضعیت تدوین دانش فنی طراحی خطوط انتقال کمپکت با استفاده از کراس‌آرم کامپوزیتی
- وضعیت ساخت نمونه نیمه صنعتی کراس‌آرم کامپوزیتی رده فوق توزیع و انتقال
- وضعیت ساخت نمونه صنعتی کراس‌آرم کامپوزیتی رده فوق توزیع و انتقال

### • متولیان اجرای طرح

- پژوهشگاه نیرو
- شرکت‌های مشاور صنعت برق
- شرکت‌های دانش‌بنیان
- شرکت‌های سازنده تجهیزات فشار قوی

جدول (الف-۱۴): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۱۴: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری کراس‌آرم‌های کامپوزیتی رده فوق توزیع و انتقال

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرف شدنی	برآورد هزینه مواد مصرف نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
۱	تدوین دانش فنی طراحی خطوط انتقال کمپکت با استفاده از کراس‌آرم کامپوزیتی	۱۲					
۲	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی کراس‌آرم کامپوزیتی رده ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت	۱۸					
۳	طراحی و ساخت نمونه صنعتی کراس‌آرم کامپوزیتی رده ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت	۱۸					

### طرح جامع ۱۵: تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری تابلوهای تمام کامپوزیتی رده فشار متوسط

اکثریت قریب به اتفاق تابلوهای فشار متوسط فلزی هستند و این مطلب به دو دلیل است. اول اینکه مواد کامپوزیتی در دهه‌های اخیر مطرح شده‌اند. دوم اینکه نیاز به زمین کردن تابلوها اجباراً استفاده از تابلوهای فلزی را دیکته می‌کرد. با توجه به وزن زیاد و مونتاژ نسبتاً گران ورقه‌های فلزی و با توجه به افزایش دانش فنی ساخت کامپوزیت‌ها و استفاده از آنها به عنوان عایق در صنعت فشارقوی و با توجه به وزن بسیار پایینتر آنها نسبت به فلزات، امروزه توجه ویژه‌ای به استفاده از آنها در صنعت تابلوسازی شده‌است. این امکان وجود دارد که با ترکیب مواد کامپوزیتی و فلزی به طرح تابلوهای دست یافت که دارای مزایای فنی و اقتصادی نسبت به تابلوهای تمام فلزی باشند. دانش فنی این پروژه شامل دانش فنی ساخت ماده کامپوزیتی مناسب برای تابلوهای برق و نیز دانش فنی ساخت تابلو با استفاده از ترکیب مناسب با فلز باشد به طوری که تابلوهای مذکور بتوانند علاوه بر دراختیارگذاشتن فواید فنی و اقتصادی (از جمله کاهش وزن و سائز-افزایش استقامت در برابر خوردگی-سهولت نصب و کاهش هزینه‌ها)، آزمون‌های استانداردهای مرتبط را با موفقیت پشت‌سرگذارند.

#### • سابقه موضوعی پروژه در کشورها دیگر:

در صنعت هوایی و مونوریل و ... از این نوع تابلوها استفاده شده‌است. شرکت وستینگ‌هاوس الکتریک نیز تابلوهایی با این

طرح به ثبت رسانده‌است.



ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرفی	برآورد هزینه مواد مصرفی نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی تابلوهای کامپوزیتی رده ۲۰ و ۳۳ کیلوولت	۱۸					
۲	طراحی و ساخت نمونه صنعتی تابلوهای کامپوزیتی رده ۲۰ و ۳۳ کیلوولت	۱۸					

### طرح جامع ۱۶: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت نمونه آزمایشگاهی سوئیچگیر رده توزیع فشار متوسط

#### با عایق تمام جامد رزینی

اخیراً به علت اثرات گلخانه‌ای گاز SF<sub>6</sub> و قوانین سخت‌گیرانه نسبت به این موضوع در کشورهایی چون ژاپن، مطالعاتی در خصوص بکارگیری پست‌های با عایق تمام جامد<sup>۱</sup> در موسسه‌ی CPIPEI ژاپن در حال مطالعه است که مبنای آن بکارگیری ترانسفورماتور با عایق تمام جامد و همچنین تجهیزات ارتباطی با عایق تمام جامد است و در خصوص مشخصات مورد نیاز این تجهیزات مطالعاتی انجام گرفته است که برخی از آن‌ها عبارتند از:

- طراحی خاص و شکل سیم‌بندی ترانسفورماتورها به صورت عمودی با هدف فراهم آوردن گرادیان دمایی صاف در داخل ترانسفورماتور (به دلیل حذف لایه‌ی عایقی بین سیم‌بندی‌ها)
- استفاده از پُرکننده‌های مناسب دارای هدایت حرارتی بالا (همانند نیتريد آلومینیم) جهت بهبود مشخصه‌ی پراکندگی حرارتی<sup>۲</sup> اپوکسی رزین
- استفاده از اتصال‌دهنده‌های مناسب بنام Hyper Connections

لازم به ذکر است که این نوع طرح همچنان در دست بررسی است و هنوز تجاری نشده است.

#### • شاخص‌های تحقق طرح

- وضعیت گزارش مشخصات فنی سوئیچگیر رده توزیع فشار متوسط با عایق تمام جامد رزینی

<sup>۱</sup> . All-Solid Insulated Substation

<sup>۲</sup> . Termal dispersion





○ وضعیت تدوین دانش فنی طراحی طراحی سوئیچگیر رده توزیع فشار متوسط با عایق تمام جامد رزینی

○ وضعیت ساخت نمونه آزمایشگاهی سوئیچپیر توزیع رده ۲۰ کیلوولت با عایق تمام جامد رزینی

### • متولیان اجرای طرح

○ پژوهشگاه نیرو

○ شرکت‌های مشاور صنعت برق

○ شرکت‌های دانش‌بنیان

جدول (الف-۱۶): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۱۶: تسلط بر فناوری طراحی و ساخت نمونه آزمایشگاهی سوئیچگیر رده توزیع فشار متوسط با عایق تمام جامد رزینی

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرف شدنی	برآورد هزینه مواد مصرف نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
۱	تحقیق و مطالعه در خصوص مشخصات فنی سوئیچگیر رده توزیع فشار متوسط با عایق تمام جامد رزینی	۱۲					
۲	تدوین دانش فنی طراحی سوئیچگیر رده توزیع فشار متوسط با عایق تمام جامد رزینی	۱۸					
۳	ساخت نمونه آزمایشگاهی سوئیچگیر توزیع رده ۲۰ کیلوولت با عایق تمام جامد رزینی	۲۴					

طرح جامع ۱۷: طرح جامع توسعه آزمایشگاه‌های مرجع به قابلیت انجام تست‌های مختلف شرایط

محیطی مناطق خاص کشور و توسعه پایگاه‌های تحقیقاتی تجهیزات برق مناطق گرمسیری

### • ضرورت موضوع

○ سنجش کیفیت کالا و تجهیزات فشارقوی بر اساس مقررات و استانداردهای کنترل کیفیت

○ تولید اطلاعات لازم برای تحلیل و تصمیم‌گیری در پروژه‌های تحقیقاتی، مطالعاتی، تولیدی با هدف پشتیبانی از

طرح‌های توسعه فناوری و دانش بنیان

○ ایجاد زیرساخت اساسی برای ورود و ایجاد تکنولوژی‌های جدید فشارقوی در آینده

- افزایش اعتماد نسبت به تجهیزات فشارقوی مورد استفاده در صنعت برق
- کاهش هزینه و صرفه جویی در برنامه های رشد و توسعه اقتصادی صنعت برق
- کاهش تلفات، حوادث و نارسائیها در صنعت برق فشارقوی
- ارتقاء پایداری شبکه برق و افزایش رفاه عمومی و حفاظت از محیط زیست
- استقرار قوانین و مقررات به ویژه استانداردهای جدید

### ● ارتقاء کیفیت تولیدات داخلی تجهیزات فشارقوی

مشکلات عمده استفاده از تولیدات ساخت داخل:

۱ - عقب ماندگی تکنولوژی در برخی از تجهیزات

۲ - بالا بودن قیمت تمام شده

۳ - کیفیت نامناسب محصولات

یکی از عوامل مهم در ارتقاء تولیدات داخلی انجام آزمونها بر روی تجهیزات فشارقوی بر اساس استانداردها در آزمایشگاه های مرجع کشور می باشد

### ● ارائه خدمت به محققین، مراکز پژوهشی، رشد و پارکهای تحقیقاتی

لازمه گسترش تحقیقات کاربردی در حوزه فشارقوی و تجاری سازی نتایج آن وجود آزمایشگاه ها برای انجام آزمونهای لازم بر طبق استاندارد های بین المللی و ملی مختص به هر کشور می باشد. این آزمایشگاهها به عنوان زیر بخش تحقیقات توسعه ای و کاربردی نقش ایفاء می نمایند.

آزمایشگاه ها در تعیین کیفیت کالا و تجهیزات، اعتماد سازی بهره برداران، تامین اطلاعات مورد نیاز محققین در پروژه های تحقیقاتی نقش بسیار کلیدی دارند.

### ● شاخص های تحقق طرح

- وضعیت توسعه پایگاه تحقیقاتی تجهیزات برق مناطق گرمسیری هرمزگان
- وضعیت توسعه آزمایشگاه مرجع فشار قوی کشور
- وضعیت ساخت آزمایشگاه قدرت به روش سینتتیک

## • متولیان اجرای طرح

- پژوهشگاه نیرو
- شرکت‌های مشاور صنعت برق
- شرکت‌های سازنده تجهیزات

## پروژه ۱- توسعه و تجهیز پایگاه تحقیقاتی تجهیزات برق مناطق گرمسیری هرمزگان

بهره‌برداری از تجهیزات صنعت برق در طی چند دهه اخیر و خصوصاً رشد شبکه‌های انتقال و توزیع نیرو در مناطق جنوبی کشور نشان داده است که بر خلاف روش‌های بهره‌برداری متداول در دیگر نقاط کشور، شرایط اقلیمی سبب پیرشدگی سریع و کاهش عمر مفید تجهیزات برقی گردیده و علیرغم سرمایه‌گذاری‌های انجام شده باعث گردیده است همانند سایر نقاط کشور نتوانیم به طور مطلوب از این تجهیزات استفاده نماییم. از آنجا که رشد و توسعه مناطق محروم کشور در برنامه ۲۰ ساله کشور سرلوحه اهداف دولت می‌باشد، لذا این ضرورت احساس گردید که با تمرکز نیروهای بالقوه در وزارت نیرو و انجام سرمایه‌گذاری‌های مالی و انسانی، ترتیبی اتخاذ گردد تا در چارچوب یک برنامه مدون تحقیقاتی و با احداث پایگاه تحقیقاتی تجهیزات برقی مناطق گرمسیری جنوب کشور و در یک دوره زمانی معین، با انجام فعالیت‌های گسترده پژوهشی بتوان با رفع بخش اعظم مشکلات و معضلات صنعت برق در جنوب کشور، عملکرد تجهیزات در شرایط اقلیمی منطقه را بهبود داده و این فرصت را برای شرکت‌های برق منطقه‌ای و توزیع نیرو فراهم نماید تا در این ره‌گذر بتوانند به جای رفع اثرات ناشی از شرایط اقلیمی به توسعه شبکه و افزایش کیفیت برق بپردازند.

## • دستاوردهای پروژه:

- با توسعه و تجهیز پایگاه تحقیقاتی تجهیزات برقی مناطق گرمسیری این امکان برای محققین و پژوهشگران کشور فراهم خواهد گردید تا بتوانند با برخورداری از یک مجموعه مجهز منطقه‌ای، فعالیت‌های تحقیقاتی بزرگتر و بیشتری را در زمینه رفع مشکلات صنعت برق در جنوب کشور به انجام رسانند.
- پایگاه تحقیقاتی با در اختیار داشتن امکانات انجام آزمون‌های میدانی می‌تواند به مثابه یک آزمایشگاه تحقیقاتی منطقه‌ای در خاور میانه عمل نموده و می‌تواند به عنوان آزمایشگاه مرجع در منطقه به ارائه گواهی تایید صحت عملکرد تجهیزات مختلف در شرایط خاص محیطی منطقه بپردازد.

○ با توسعه و تجهیز پایگاه تحقیقاتی این زمینه فراهم خواهد گردید تا بتوان با ارائه خدمات مشاوره گسترده، سازندگان تجهیزات را در راستای ارتقاء کیفی محصولات آنها جهت کارکرد بهینه در شرایط خاص محیطی منطقه بیشتر یاری نمود.

جدول (الف-۱۷-۱): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه دوم طرح جامع ۱۷: توسعه و تجهیز پایگاه تحقیقاتی تجهیزات برق مناطق گرمسیری هرمزگان

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرف شدنی	برآورد هزینه مواد مصرف نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
۱	توسعه و تجهیز پایگاه تحقیقاتی تجهیزات برق مناطق گرمسیری هرمزگان	۳۶					

## پروژه ۲- تجهیز و توسعه آزمایشگاه مرجع فشار قوی کشور با قابلیت تست شرایط محیطی مناطق

### خاص

رشد سرمایه‌گذاری در صنعت برق اعم از بخشهای تولید، انتقال و توزیع نیرو و نیاز به عملکرد مطلوب و مطمئن تجهیزات این بخش از صنعت کشور، مستلزم تقویت و توسعه تکنولوژی فشارقوی و افزایش گستره فعالیت‌های تحقیقاتی در این زمینه است. در این راستا، احداث آزمایشگاه‌های فشارقوی در جهت نیل به اهدافی نظیر بهبود قابلیت اطمینان شبکه از طریق بهبود سطح تکنولوژی فشارقوی در کشور، ارتقاء صنایع ساخت تجهیزات فشارقوی در داخل کشور و خودکفایی در این زمینه، ارتقاء سطح دانش فنی در زمینه فشارقوی و آموزش کارشناسان و در نهایت، انجام تستهای ارزیابی کیفیت تجهیزات در داخل کشور و کوتاه نمودن زمان تست و صرفه جویی‌های ارزی از ضروریات فعلی صنعت برق قلمداد می‌گردد.

آزمایشگاه فشارقوی پژوهشگاه نیرو به عنوان آزمایشگاه مرجع شرکت توانیر نیز غلیبرغم توسعه و تجهیز قابل ملاحظه در سالیان اخیر عملاً یک آزمایشگاه فشار قوی ۴۰۰kV مرجع است که در خدمت نیازهای پژوهشگاه و صنعت برق کشور قرار دارد.

لذا، در شرایط توسعه شبکه برق تا رده ۷۶۵ کیلوولت AC و یا ۵۰۰ کیلوولت DC دارای کاستی‌هایی می‌باشد که به

دلیل وجود این کاستی‌ها به طور کامل و موثر نمی‌تواند در خدمت صنعت برق باشد.

جدول (الف-۱۷-۲): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه دوم طرح جامع ۱۷: تجهیز و توسعه آزمایشگاه مرجع فشار قوی کشور با قابلیت تست شرایط محیطی مناطق خاص

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرف شدنی	برآورد هزینه مواد مصرف نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
۲	تجهیز و توسعه آزمایشگاه مرجع فشار قوی کشور با قابلیت تست شرایط محیطی مناطق خاص	۳۶					

### پروژه ۳- طراحی و ساخت آزمایشگاه قدرت به روش سنتتیک برای تست تجهیزات رده فوق توزیع و انتقال در کشور

در رده فوق توزیع و انتقال آزمونهای قدرت جهت توسعه کیفیت تجهیزات ساخته شده توسط تولیدکنندگان کلیدهای مدار شکن و سایر وسایل قطع کننده، ضروری می‌باشد. همچنین، آزمونهای پذیرش برای بررسی مطابقت ویژگیهای تجهیزات کلیدزنی با خصوصیات ارائه شده در استانداردها لازم می‌باشد.

مصرف کنندگان تجهیزات فشار قوی از جمله برق‌های منطقه‌ای، جهت کنترل عملکرد این تجهیزات هنگام سفارش و یا خرید و یا هنگام تغییر در بعضی سفارشات نیاز به انجام آزمونهای قدرت دارند. با توجه به اینکه تا کنون در داخل کشور آزمونهای قدرت قابل انجام نمی‌باشند تنها راه ممکن جهت انجام این آزمونها ارسال تجهیزات به خارج از کشور و انجام آزمونهای قدرت در آزمایشگاههای معتبر خارجی خواهد بود.

یکی از اهدافی که در سایه ایجاد آزمایشگاه قدرت در داخل کشور بدست می‌آید امکان تجربه و آزمون و خطا برای سازندگان تجهیزات فشار قوی می‌باشد. در بهینه‌سازی طراحی و انتخاب مواد مصرفی سازندگان داخل کشور نیازمند انجام آزمونهای قدرت بوده که در حال حاضر این امر امکان پذیر نمی‌باشد.

تجربه نشان داده آزمایشگاهها بستر مناسبی جهت تحقیق و پژوهش می‌باشند و چه بسا شناخت بسیاری از پدیدهها از این

طریق میسر می‌گردد.

جدول (الف-۱۷-۳): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه سوم طرح جامع ۱۷: طراحی و ساخت آزمایشگاه قدرت به روش سینتتیک برای تست تجهیزات رده فوق توزیع و انتقال در کشور

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرف شدنی	برآورد هزینه مواد مصرف نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
۳	طراحی و ساخت آزمایشگاه قدرت به روش سینتتیک برای تست تجهیزات رده فوق توزیع و انتقال در کشور	۳۶					

### طرح جامع ۱۸: انجام پروژه‌های بنیادی

طرح جامع انجام پروژه‌های بنیادی شامل ۹ پروژه مجزا می‌باشد که در ادامه آورده شده است. همچنین شاخص‌های تحقق این طرح و متولیان اجرای آن نیز به شرح زیر است:

#### • شاخص‌های تحقق طرح

- وضعیت تدوین نقشه‌های مذکور در طرح
- وضعیت تدوین اسناد راهبردی مذکور در طرح

#### • متولیان اجرای طرح

- پژوهشگاه نیرو
- شرکت‌های دانش‌بنیان
- دانشگاه‌های کشور
- برق‌های منطقه‌ای مناطق خاص

### پروژه ۱- تهیه نقشه احتمال وقوع گالوپینگ در مناطق مختلف کوهستانی کشور

پدیده گالوپینگ عموماً در اثر وزش باد یا وجود بار یخ غیریکنواخت بر روی سیم‌ها ایجاد می‌شود. از این رو امکان بروز این پدیده بر روی خطوطی که از مناطق کوهستانی و برف‌گیر عبور می‌کنند بسیار زیاد است. همچنین وزش باد شدید نیز که یکی از عوامل ایجاد پدیده گالوپینگ می‌باشد بایستی در نواحی بادخیز مورد بررسی قرار گیرد. اطلاعات مورد نیاز:

۱- تعداد روزهای سال همراه با بارش برف

۲- تغییرات سرعت باد در ماههای مختلف سال

۳- تعداد روزهای یخبندان در سال

۴- بیشترین سرعت باد مشاهده شده و کمترین درجه حرارت هوا

بایستی در نظر داشت که اطلاعات فوق اطلاعات ثبت شده در محل ایستگاه هواشناسی می‌باشد در صورتیکه معمولاً شرایط حاکم بر مناطق کوهستانی و برف‌گیری که احتمال وقوع گالوپینگ در آنها وجود دارد از شرایط محلی ایستگاه هواشناسی به مراتب دشوارتر است. بنابراین نیاز به تهیه نقشه احتمال وقوع گالوپینگ برای نواحی مختلف ایران یکی از ضرورت‌های تحقیقاتی صنعت برق محسوب می‌گردد.

جدول (الف-۱۸-۱): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه اول طرح جامع ۱۸: تهیه نقشه احتمال وقوع گالوپینگ در مناطق مختلف کوهستانی کشور

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرف شدنی	برآورد هزینه مواد مصرف نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
۱	تهیه نقشه احتمال وقوع گالوپینگ در مناطق مختلف کوهستانی کشور	۳۰					

## پروژه ۲- تهیه نقشه و اطلس آلودگی ریزگردها در ایران

تجهیزات انتقال و توزیع نیرو در معرض شرایط محیطی و اقلیمی مختلف قرار می‌گیرند. تأثیرات متقابل شرایط محیطی و آلودگی باعث می‌گردد عایق این تجهیزات خود بستر مناسبی جهت هدایت جریان گردیده و اثرات خود را بر سیستم‌های قدرت بجا بگذارد. در طی ۸ سال از آغاز پدیده ریزگرد در جنوب غرب کشور، مناطق وسیعی از غرب، شمال غرب، جنوب و مرکز ایران با این پدیده درگیر شده‌اند. بطوریکه بیش از ۲۰ استان کشور در بازه‌های زمانی متفاوت این پدیده را تجربه می‌کنند. این پدیده در استانهای جنوب غرب کشور از جمله خوزستان و چند استان همجوار آن، با بیشترین بازه زمانی و بالاترین غلظت رخ می‌دهد. لذا اکثر استان‌های کشور اخیراً به طور جدی با مسئله آلودگی و ریزگرد مواجه هستند به طوریکه میانگین روزهای غباری ایران ۳۵ روز در سال می‌باشد.

ایران به دلیل مجاورت با کشورهای عربستان سعودی و عراق و هم‌چنین با حدود ۲۰۰۰ کیلومتر حوزه آبی در امتداد حاشیه خلیج فارس و دریای عمان و وجود دریاچه ارومیه به وسعت ۴۸۲۰ کیلومتر مربع در شمال غربی کشور با داشتن آب شور با

غلظت بالا که مناطق وسیعی از آن خشک شده است و بستر خشک شده دریاچه‌هایی نظیر هامون، بختکان، طشک، باتلاق گاوخونی به طور جدی با پدیده ریزگردها و آلودگی‌های ناشی از آن درگیر می‌باشد. گزارشات اعلام شده از سوابق بهره‌برداری در استان‌های جنوبی و جنوب غربی کشور و تعداد دفعاتی که اقدام به سرویس و نگهداری از جمله شستشوی تجهیزات می‌گردد نشان‌دهنده مشکلات زیادی است که در پایداری ایزولاسیون در برابر شرایط سخت محیطی و ولتاژ فرکانس قدرت وجود دارد. در این پروژه بانک اطلاعاتی اطلس آلودگی‌های ناشی از ریزگرد کشور ارائه می‌گردد.

جدول (الف-۱۸-۲): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه دوم طرح جامع ۱۸: تهیه نقشه و اطلس آلودگی ریزگردها در ایران

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرف شدنی	برآورد هزینه مواد مصرف نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
۲	تهیه نقشه و اطلس آلودگی ریزگردهای ایران	۳۰					

### پروژه ۳- تدوین سند راهبردی مقابله با اثرات ریزگردها در شبکه انتقال و توزیع نیروی کشور

هزینه‌های تحمیل شده به شبکه ناشی از آلودگی ناشی از ریزگردها شامل هزینه‌های آشکار (شستن تجهیزات، تعویض و جایگزینی قطعه، تصفیه اضافی، تعطیلی ادارات و ...) و هزینه‌های غیرآشکار (تلفات فنی در بخشهای مختلف شبکه برق، مشکلات پرسنلی، ضایعات و کاهش عمر مفید تجهیزات و ماشین آلات و ...) می‌باشند. اثرات ریزگردها در بخش تولید انرژی را می‌توان به اثر ریزگردها بر تعمیرات تولید، بر نگهداری تولید، بر تاسیسات جانبی تولید و بر تاسیسات اداری تقسیم بندی کرد. اثرات ریزگردها در بخش انتقال (پستها) هم شامل، تاثیر گذاری بر تاسیسات out door پست ها، بر تاسیسات in door پست‌ها، بر تاسیسات میکروپروسسوری شامل رله‌ها و ...، بر تاسیسات اداری پست‌ها و بر تعمیرات و نگهداری هستند. اثر ریزگردها بر هادی‌های خطوط انتقال (خورندگی)، بر مقره‌های خطوط انتقال، بر اتصالات (براق آلات و اتصالات هادی) و بر تعمیرات و نگهداری از جمله تاثیرات ریزگردها در بخش انتقال (خطوط) هستند. ریزگردها به بخش پشتیبانی نیز صدماتی وارد می‌کنند که می‌توان به تاثیر آنها بر ساختمان‌ها و انبارها، بر ماشین‌آلات و تجهیزات مستقر در انبارها و بر نگهداری دارائی‌ها اشاره کرد. بخش منابع انسانی نیز از ریزگردها در امان نبوده و این پدیده نا میمون بر فعالیت کارکنان، بهداشت کارکنان و بر



محیط زیست پرسنل تاثیر منفی می‌گذارد که همگی اثرات با بررسی دقیق قابل شناسایی بوده و می‌توان هزینه آنها را محاسبه کرد.

بنابراین، در کوتاه‌مدت و میان‌مدت آثار مخرب این پدیده در بخش صنعت برق باید مورد شناسایی قرار گیرد تا با برنامه‌ریزی مناسب بتوان خسارات فنی و اقتصادی را به حداقل ممکن کاهش داد. با شناخت اثرات مخرب ریزگردها بر تجهیزات خطوط و پستها، می‌توان با ارائه راهکارهایی به افزایش طول عمر مفید تجهیزات برقی پرداخت و طبعاً هزینه‌های تعمیرات و تعویضها را کاهش داد. انجام این پروژه در بردارنده مزایای فراوانی است از جمله:

- آگاهی بهره‌برداران از وضعیت کنونی آلودگی سیستم ناشی از ریزگرد
- امکان ایجاد راهکارهای پیشگیرانه با اطلاع دقیق از نحوه توزیع آلودگی‌های ناشی از ریزگرد در سطح کشور
- جلوگیری از تخریبهای غیرمترقبه
- به حداقل رساندن خسارات
- کاهش هزینه‌های تعویض و تعمیر قطعات و قطعی برق

جدول (الف-۱۸-۳): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه سوم طرح جامع ۱۸: تهیه سند راهبردی مقابله با اثرات ریزگردها در شبکه انتقال و توزیع نیروی کشور

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرف شدنی	برآورد هزینه مواد مصرف نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
۳	تدوین سند راهبردی مقابله با اثرات ریزگردها در شبکه انتقال و توزیع نیروی کشور	۲۴					

#### پروژه ۴ - تکمیل نقشه خوردگی اتمسفری کشور

آگاهی از خوردگی اتمسفری یک ناحیه، شهر، کشور و یا منطقه بر روی فلزاتی مانند فولاد، روی، مس و آلومینیوم که در زندگی روزمره به طور گسترده‌ای استفاده می‌شوند، می‌تواند جهت انجام طرحهای زیربنایی بسیار سودمند واقع گردد. آگاهی از چنین وضعیتی در مناطقی که بیشتر تحت تاثیر اتمسفرهای خورنده می‌باشند بسیار حساس تر می‌باشد. همان‌طور که مشخص است اتمسفرهای دریایی اکثراً محیط‌هایی خورنده می‌باشند و میزان خوردگی سازه‌ها در آنها از میزان یون کلر (Cl<sup>-</sup>)، رطوبت، دما، زمان نمناکی، جهت باد و فاصله از دریا تاثیر می‌پذیرد. تجربیات بی‌شمار ثابت کرده است که میزان خوردگی اتمسفری

تابعی از مشخصات نمونه تحت آزمایش، موقعیت، آب و هوا، احتمال حضور آلاینده‌ها (در محیط‌های صنعتی) و متغیرهای بسیار دیگر می‌باشد.

از آنجاییکه تمامی نمونه‌های مورد بررسی در محیط باز قرار دارند و پارامترهای موثر بر خوردگی نظیر درجه حرارت، رطوبت نسبی، میزان آلودگی، جهت و سرعت باد متغیر هستند و یا اینکه در موقعیت‌های مختلف جغرافیایی (مانند فاصله از دریا و اقیانوس و ارتفاع محل مورد بررسی) قرار می‌گیرند تمامی این عوامل سبب می‌گردد که پدیده خوردگی کاملاً غیرقابل پیش‌بینی باشد و ارائه یک عدد برای سرعت خوردگی یا میزان خوردگی بر حسب میلیمتر در هر سال و یا غیره مشکل را حل نمی‌سازد. بدین لحاظ احتیاج به مراکز مختلف با نمونه‌های فراوان در نقاط موردنظر می‌باشد تا بتوان با ثبت پارامترهای موثر و تغییرات آنها در طی مدت طولانی، نتایج تقریباً قابل قبولی بدست آورد.

در کشورهایی که دارای آب و هوایی گرم و مرطوب می‌باشند، اصولاً میزان خوردگی بالاست زیرا وجود رطوبت و دمای بالا، به علاوه وجود یونهای خورنده نظیر کلر موجبات تسریع خوردگی را فراهم می‌سازند.

لذا چنین کشورهایی نیاز به برآورد میزان خوردگی تجهیزات در محیط‌های باز خود دارند در این زمینه کشورهایی همچون آمریکای مرکزی و لاتین، مکزیک، ونزوئلا، برزیل، آرژانتین اقدام به آزمایش‌های وسیعی نموده‌اند.

روشی که برای انجام این آزمایشها صورت می‌گیرد بسته به اهمیت موضوع می‌تواند کوتاه‌مدت یا بلندمدت و به صورت تنها قفسه‌های کوچک آزمایشگاهی تا ایستگاههای وسیع خوردگی که به پایگاه خوردگی مشهور هستند، باشد. و این آزمایشها نیازمند بازه زمانی طولانی می‌باشند. تعداد ایستگاهها، بسته به شرایط آب و هوایی و تنوع آنها در مناطق مختلف تحت تاثیر قرار می‌گیرند و هر چه تعداد ایستگاهها بیشتر باشد نقشه تهیه شده از دقت بالاتری برخوردار خواهد بود. در طی آزمایشهای انجام شده کلیه اطلاعات مربوط به شرایط جوی، میزان ذرات موجود در هوا، مواد آلاینده، یونهای مختلف، میزان رطوبت در طی فصول مختلف و همچنین سایر پارامترها نظیر حضور باد و جهت آن، تعیین شده و بدین ترتیب با تعیین فواصل زمانی مناسب منحنی‌هایی جهت میزان کاهش وزن بر حسب گرم و یا کاهش ضخامت نسبت به زمان به دست می‌آید.

نتایجی که از این پروژه انتظار می‌رود در اختیار داشتن نقشه‌ای است که در آن کیفیت و کمیت خوردگی مناطق مختلف بر روی فلزات متفاوت، ترسیم خواهد شد و بر اساس آن می‌توان رفتار خوردگی تجهیزات مورد نظر را پیش‌بینی نمود. امروزه روشهای مختلفی برای نشان دادن نتایج وجود دارد به عنوان مثال چنانچه لازم باشد عمر یک دکل در منطقه خاصی فرضاً ۳۰ سال باشد، می‌توان با آگاهی از شرایط آب و هوایی و شدت خوردگی منطقه، ضخامت نوع گالوانیزه را تعیین نمود. همچنین از

نتایج این نقشه‌ها می‌توان در طراحی خطوط و پستها استفاده نمود و فاکتور خوردگی را نیز به عنوان یک فاکتور طراحی در نظر گرفت.

لازم به ذکر است فاز اول این طرح توسط پژوهشگاه نیرو و برای برخی استانهای منتخب انجام پذیرفته است.

جدول (الف-۱۸-۴): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه چهارم طرح جامع ۱۸: تکمیل نقشه خوردگی اتمسفری کشور

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرف شدنی	برآورد هزینه مواد مصرف نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
۴	تکمیل نقشه خوردگی اتمسفری کشور	۲۴					

### پروژه ۵ - تهیه نقشه پهنه‌بندی خاک مناطق خاص کشور از نظر شدت خوردگی

از آنجا که بسیاری از مشکلات و مسائل مربوطه به صنعت برق کشور در مناطق خاص کشور بویژه در نواحی ساحلی جنوبی و کویری داخلی در ارتباط با وجود خاک‌های خورنده و تاثیر گذاری آن بر تجهیزات و ادوات الکتریکی قرار گرفته در درون خاک نظیر پایه‌های فلزی، چوبی و بتنی و اتصالات ارت، کابلها و لوله‌های مربوطه می‌باشد. لزوم تعیین میزان خوردگی خاک هر منطقه واقع در این نواحی به جهت اتخاذ تدابیر ویژه در طراحی، نصب و اجرای شبکه‌های انتقال و توزیع در این مناطق احساس می‌گردد.

جدول (الف-۱۸-۵): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه پنجم طرح جامع ۱۸: تهیه نقشه پهنه بندی خاک مناطق مختلف کشور از نظر شدت خوردگی

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرف شدنی	برآورد هزینه مواد مصرف نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
۵	تهیه نقشه پهنه‌بندی خاک مناطق مختلف کشور از نظر شدت خوردگی	۳۰					

### پروژه ۶ - تهیه نقشه هدایت الکتریکی خاک مناطق با اقلیم خاص کشور

عموما در شرکت‌های برق بدون توجه به نوع خاک محل نصب سیستم زمین از طرح‌های تیپ و مشابه در مناطق مختلف برای زمین کردن استفاده می‌گردد و این در صورتی است که اقدامات در طرح و اجرای اتصال زمین تعیین مشخصات خاک و سپس اجرای طرح مناسب با توجه به مقاومت مخصوص خاک و سایر الزامات دیگر می‌باشد.

اندازه‌گیری مقاومت ویژه خاک در شبکه برق عموماً با هدف تعیین مدل خاک در طراحی و اجرای سیستم‌های زمین انجام می‌گیرد. این پارامتر تاثیر مستقیم در نوع طرح، اجزای مورد استفاده و نحوه اجرای سیستم‌های زمین می‌گذارد. وقتی قرار بر اجرای یک سیستم زمین گسترده باشد، محل آن در ناحیه با کمترین مقاومت ویژه خاک انتخاب می‌شود تا طرح از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد. تهیه اطلس مقاومت مخصوص مناطق مختلف اولین گام در طراحی مهندسی و اصولی سیستم زمین در شبکه‌های برق است. با یکارگیری این اطلس امکان تصمیم‌گیری در مورد انتخاب طرح مناسب سیستم زمین در مکانهای مختلف فراهم می‌گردد. یکی از پارامترهای مهم در تهیه یک اطلس میزان دقت آن است.

جدول (الف-۱۸-۶): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه ششم طرح جامع ۱۸: تهیه نقشه هدایت الکتریکی خاک مناطق با اقلیم خاص کشور

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرف شدنی	برآورد هزینه مواد مصرف نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
۶	تهیه نقشه هدایت الکتریکی خاک مناطق با اقلیم خاص کشور	۳۰					

## پروژه ۷- تدوین سند راهبردی طرح ملی سیستم زمین و ارتینگ مناطق با اقلیم خاص کشور

هدف و ضرورت اجرای این پروژه عبارت است از:

۱. تلفات بالا نیروی انسانی ناشی از برق گرفتگی در کشور

مسئله زمین کردن یا ارتینگ در شبکه‌های برق فشارضعیف که عموم مردم با آن سروکار دارند بر کسی پوشیده نیست. از جمله اهداف یکارگیری سیستم ارتینگ در شبکه‌های فشارضعیف برق می‌توان به حفاظت انسان در برابر برق گرفتگی، حفاظت وسایل و تجهیزات الکتریکی، بهره‌برداری شبکه توزیع و کاهش ولتاژهای ناخواسته و صاعقه اشاره کرد. متأسفانه مساله ارتینگ در شبکه‌های توزیع در ایران یکی از مسائلی است که به صورت مهندسی طراحی و اجرا نمی‌شود. علیرغم پیشرفت‌های صورت

گرفته در زمینه ارتینگ شبکه های توزیع در دنیا، اصول و روند طراحی و اجرا در ایران بر اساس روشها و استانداردهای قدیمی است. یکی از نمودهای اساسی رعایت نکردن اصول ارتینگ در ایران، آمار مرگ و میر بالای ناشی از برق گرفتگی در ایران است (شکل زیر). قابل ذکر است که آمار مصدومیت های ناشی از برق گرفتگی بسیار بیشتر از رقم خواهد بود. آسیب‌ها و هزینه‌های ناشی از این مساله بسیار قابل توجه خواهد بود.



۲. کاهش کیفیت توان، افزایش خسارات وارده به تاسیسات مشترکین نظیر آتش سوزی، افزایش میزان تلفات انرژی و

قرائت ناصحیح و دارای خطای کنتورهای برق با وجود ساختار فعلی شبکه ارت مشترکان و شبکه توزیع فشار ضعیف

جدول (الف-۱۸-۷): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه هفتم طرح جامع ۱۸: تدوین سند راهبردی طرح ملی سیستم زمین و ارتینگ مناطق با اقلیم خاص کشور

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه تست	برآورد هزینه مواد مصرف شدنی	برآورد هزینه مواد مصرف نشدنی	بودجه کل (میلیون ریال)
۷	تدوین سند راهبردی طرح ملی سیستم زمین و ارتینگ مناطق با اقلیم خاص کشور	۲۴					

طرح جامع ۱۹: تدوین سند توسعه فناوری‌های خطوط و پست‌های فشار قوی تمام بسته فلزی با عایق

گازی با استفاده از روش مناسب همکاری‌های خارجی

#### • شاخص‌های تحقق طرح

- وضعیت انتقال فناوری پست‌ها و خطوط گازی تمام بسته فلزی GIL و GIS و پست‌های هیبریدی MTS

#### • متولیان اجرای طرح

- پژوهشگاه نیرو
- شرکتهای دانش بنیان
- دانشگاه‌های صنعتی کشور
- شرکتهای تولید کننده تجهیزات فشار قوی

پروژه ۱- دستیابی به فناوری خطوط گازی تمام بسته فلزی GIL با استفاده از روش مناسب

#### همکاری‌های فناورانه

فناوری خطوط GIL توسط شرکت Siemens توسعه پیدا کرد و طی چند دهه‌ی اخیر در شبکه‌های زیرزمینی به عنوان جایگزینی برای کابل‌های روغنی و حتی XLPE در ولتاژهای بالا محسوب شده است. این نوع خطوط شامل هادی‌های آلومینیومی لوله‌ای است که در لوله‌ای فلزی قرار گرفته‌اند که لوله‌ی مذکور حاوی گاز عایقی است. این نوع فناوری برای شرایطی که خطوط هوایی چندان کارآمد یا قابل اجرا نیست، همانند مناطق با جمعیت بالا و همچنین مناطقی که شبکه از شرایط محیطی تأثیر زیادی متحمل می‌شود کاربرد دارد. در عین حال در شرایطی که بکارگیری کابل‌ها به ناچار شرایط کاری آن‌ها را تا مرزهای طراحی آن‌ها ناگزیر می‌نماید، خطوط GIL جایگزین مناسبی محسوب می‌شوند. برخی از ویژگی‌های مناسب خطوط GIL به قرار زیر است:

- عدم تأثیرپذیری خط GIL از شرایط محیطی که عدم پیرشدگی تجهیزات آن و لذا طول عمر مورد انتظار طولانی را سبب خواهد شد.
- ظرفیت انتقال توان بالا

- تلفات انتقال کم
- کاپاسیتانس کم که امکان انتقال در فواصل طولانی بدون نیاز به جبران‌سازی را فراهم می‌کند.
- قابلیت اطمینان بالا
- ایمنی بالا از نظر بهره‌برداری (مقاوم در برابر آتش‌سوزی، عدم تاثیرپذیری بخش بیرونی به علت خطای داخلی)
- قابلیت اجرایی برای بازبست<sup>۱</sup> خطوط
- کم بودن میزان میدان‌های مغناطیسی بیرونی که استفاده از آن‌را برای فضای شهری و پُرجمعیت مناسب می‌سازد.
- قابل اجرا هم بر روی زمین، هم در داخل تونل و هم به صورت دفن شده

طبق گزارش SIEMENS در سال ۲۰۰۲ در بازه زمانی ۲۵ سال بهره‌برداری از خطوط GIL، مشکل خاصی در خصوص بکارگیری این نوع فناوری مشاهده نشده است.

جدول (الف-۱۹-۱): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه اول طرح جامع ۱۹: تدوین سند توسعه فناوری خطوط گازی تمام بسته فلزی GIL با استفاده از روش مناسب همکاری‌های فناورانه

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه انتقال تکنولوژی	بودجه کل (میلیون ریال)
۱	تدوین سند توسعه فناوری خطوط گازی تمام بسته فلزی GIL با استفاده از روش مناسب همکاری‌های فناورانه	۳۰			

## پروژه ۲ - دستیابی به فناوری پست‌های گازی تمام بسته فلزی GIS با استفاده از روش مناسب

### همکاری‌های فناورانه

در این نوع از پست‌ها، عایق گازی (معمولاً SF<sub>6</sub>)، در مواردی گاز N<sub>2</sub> و اخیراً به طور محدود ترکیبات گازی جدید) به عنوان عایق اصلی تجهیزات سازنده‌ی پست مورد استفاده قرار می‌گیرد که به این ترتیب حداقل فاصله عایقی بین تجهیزات در مقایسه با پست‌های با عایق هوایی (AIS) و در نتیجه ابعاد پست کاهش می‌یابد. در این پست‌ها به لحاظ وجود محفظه‌های حاوی گاز عایقی که فازهای مختلف و قسمت‌های برق‌دار را از زمین و از یکدیگر ایزوله می‌نماید، به رعایت فواصل عایقی بین تجهیزات

<sup>۱</sup> . Reclose

آنگونه که در پست‌های AIS رعایت می‌شود نیازی نیست. همچنین بخاطر وجود محفظه زمین شده‌ی در برگیرنده تجهیزات برق‌دار و در نتیجه عدم تماس افراد با این پست‌ها خطری برای پرسنل ایجاد نمی‌شود.

پست‌های GIS در مقایسه با پست‌های AIS سطح ایمنی بهره‌برداری بالاتر، هزینه‌ی بهره‌برداری پایین‌تر و همچنین اثرپذیری کمتر از شرایط زیست محیطی را فراهم می‌آورند، هر چند باید توجه داشت که سرمایه‌گذاری اولیه آن‌ها بطور محسوس بالاتر است. پست‌های GIS کنونی دارای مزایای کلی زیر هستند:

- بهره‌وری اقتصادی
- قابلیت اطمینان بالا
- محفظه‌بندی<sup>۱</sup> ایمن
- طول عمر سرویس‌دهی بالاتر
- هزینه‌های تعمیر و نگهداری پایین‌تر
- دسترسی آسان‌تر و طراحی ارگونومیک‌تر
- عملکرد مناسب حتی در شرایط بسیار نامطلوب محیطی

در خصوص پست‌های GIS نوع SF<sub>6</sub> به علت اینکه این گاز اثرات گلخانه‌ای دارد چشم‌انداز صنعت برق کشورهای توسعه یافته به سمت رویکردهایی همچون مدیریت این گاز در تجهیزات فشار قوی به منظور کاهش ورود آن به جو و همچنین بکارگیری ترکیبات گازی جدید است. اما باید در نظر داشت که در مقایسه با تجهیزات روغنی، تجهیزات گاز SF<sub>6</sub> در کل به لحاظ زیست محیطی مطلوب‌تر هستند. برخی از ویژگی‌های مطلوب پست‌های GIS شامل موارد ذیل است:

۱. از آنجا که هادی‌ها و عایق‌های پست‌های GIS در داخل محفظه قرار دارند اثرات شرایط محیطی به خصوص آلودگی بر روی سطوح عایقی تجهیزات پست‌های GIS کاهش قابل ملاحظه‌ای خواهد داشت که طبیعتاً هزینه‌های تعمیر و نگهداری را کاهش می‌دهد. البته باید توجه داشت که عملکرد تجهیزات کنترل‌کننده‌ی فشار گاز باید مناسب با شرایط جوی باشند و اثر تغییرات احتمالی درجه حرارت محیط بر روی فشار گاز نیز باید تست شود.

<sup>۱</sup> . Encapsulation



۲. هرچه سطح ولتاژ بهره‌برداری بیشتر شود نسبت فضای مورد نیاز این نوع پست‌ها در مقایسه با فضای مورد نیاز برای پست‌ها AIS با همان سطح ولتاژ، کاهش بیشتری دارد. همچنین انتخاب آرایش کلیدخانه و انتخاب نوع شینه‌ها، در چگونگی روند کاهش فضای مورد نیاز تاثیر خواهد گذاشت. در واقع کلیدخانه‌های پیچیده‌تر و آرایش‌های چند شینه‌ای در ایستگاه‌های با عایق گازی نسبت به ایستگاه‌های معمولی با همان آرایش انتخابی، کاهش فضای مورد نیاز بیشتری را نشان می‌دهند و برعکس هر چه کلیدخانه ساده‌تر و تعداد شینه‌ها کمتر انتخاب شود کاهش فضای مورد نیاز در ایستگاه‌های با عایق گازی نسبت به ایستگاه‌های معمولی کمتر می‌شود.
۳. فیدرهای کابلی در پست‌ها GIS نسبت به پست‌ها AIS فضای کمتری را اشغال می‌کنند. در عوض فیدرهای هوایی فضای بیشتری را اشغال می‌نمایند. اما در مجموع فضای اشغال شده توسط پست‌ها GIS به مراتب کمتر از فضای مورد نیاز پست‌ها AIS است.
۴. از آنجا که فضای مورد نیاز این پست‌ها کم است در داخل ساختمان قابل نصب هستند و بنابراین می‌توانند با توجه به محدودیت‌های موجود در حوزه‌ی شهری به لحاظ تامین زمین، راه‌حلی مناسب در مناطق مسکونی باشند. طبیعتاً از اثرات نامطلوبی مانند اختلالات رادیویی و سر و صدا که از ویژگی‌های پست‌های AIS بوده و شاخصه‌های نامطلوبی جهت فضای شهری هستند کاسته می‌شود.
۵. در محیط‌های صنعتی و کارخانجاتی که در آن‌ها توسعه پیش‌بینی نشده است نصب پست‌های GIS سبب خواهد شد که از فضای کارخانجات به نحو بهینه‌تری استفاده شود.
۶. با توجه به شرایط محیطی نیروگاه‌های آبی و نیز نیروگاه‌های تلمبه ذخیره‌ای و از آنجا که در اطراف این نیروگاه‌ها زمین مناسب برای پست‌های AIS در دسترس نیست لذا استفاده از پست‌های GIS می‌تواند مناسب باشد.
۷. از آنجا که در پست‌های GIS کلیه قطعات ولتاژ بالا در داخل محفظه‌ی گازی قرار دارند و به علاوه هادی‌های ولتاژ بالا در محفظه بسته قرار دارند، احتمال وقوع خطای ناشی از برخورد اجسام خارجی به صفر خواهد رسید.
۸. با توجه به عدم بکارگیری روغن در تجهیزات پست‌های GIS و بکارگیری عایق‌های گازی غیرقابل اشتعال همچون SF<sub>6</sub>، خطر آتش‌سوزی در این پست‌ها کاهش قابل توجهی خواهد یافت. از این رو این نوع پست‌ها برای استفاده در نواحی جنگلی که احتمال آتش‌سوزی بالا است مناسب خواهند بود.

در این میان بایستی به برخی معایب این نوع پست‌ها در مقایسه با پست‌های AIS اشاره کرد که به شرح ذیل است:

۱. هزینه‌ی پست‌های GIS در مقایسه با پست‌های AIS بیشتر است که با افزایش ولتاژ از این اختلاف کاسته خواهد شد. طبیعتاً قیمت بالای زمین (به خصوص در فضای شهری) بکارگیری پست‌های GIS را به لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیر می‌نماید.
  ۲. هزینه‌ی تعویض تجهیزات معیوب شده مانند کلید قدرت و ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری در پست‌های GIS در مقایسه با پست‌های AIS سنگین‌تر است.
  ۳. برای بهره‌برداری و تعمیرات پست‌ها GIS، به دلیل تکنولوژی بالاتر و طبیعتاً پیچیدگی بیشتر، بایستی از افراد مجربی استفاده شود که دوره‌ی آموزشی مرتبط را طی کرده باشند.
  ۴. در پست‌های GIS پس از انجام تعمیرات و یا به هنگام راه‌اندازی اولیه، یکسری آزمایش‌های ولتاژ بالا لازم است که هزینه‌ی تجهیزات این نوع آزمایش‌ها نسبتاً بالا است.
  ۵. برخلاف پست‌ها AIS که طی سال‌ها اخیر مقدمات ساخت تجهیزات آن‌ها در داخل کشور آغاز شده است و هم‌اکنون پاره‌ای از تجهیزات این نوع پست‌ها توسط سازندگان داخلی قابل تامین است، امکان ساخت تجهیزات پست‌های GIS هم‌اکنون در کشور وجود ندارد و در عین حال دانش فنی تولید عایق گازی این نوع پست‌ها نیز در انحصار کشورهای محدودی است.
- در این پست‌ها بدلیل عدم تماس تجهیزات با محیط خارج، عوامل محیطی بر تجهیزات تاثیرگذار نیستند. لذا این پست‌ها برای مناطق صنعتی و شهری که میزان آلودگی هوا در آن‌ها زیاد است، برای مناطق کوهستانی بخاطر وجود برف و یخبندان در آن‌جا و نیز برای مناطق ساحلی که آلودگی نمکی ایجاد می‌کند مناسب هستند.

جدول (الف-۱۹-۲): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه دوم طرح جامع ۱۹: تدوین سند توسعه فناوری پست‌های گازی تمام بسته فلزی GIS با استفاده از روش مناسب همکاری‌های فناورانه

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه انتقال تکنولوژی	بودجه کل (میلیون ریال)
۲	تدوین سند توسعه پست‌های گازی تمام بسته فلزی با استفاده از روش مناسب همکاری‌های فناورانه	۳۰			

### پروژه ۳- تدوین سند توسعه فناوری مازول‌های هیبریدی پست‌های گازی MTS با استفاده از روش مناسب همکاری‌های فناورانه

صنعت برق در کشورهای مختلف دنیا به سرعت در حال تغییر می‌باشد و علاوه بر خصوصی‌سازی که باعث رقابتی شدن این صنعت شده است عوامل دیگری هم در ایجاد این تغییر موثر هستند که از آن جمله می‌توان به مطرح شدن الزاماتی جدید همچون هماهنگی طراحی پست‌ها با محل احداث آن‌ها، کاهش اثرات زیست محیطی ناشی از احداث پست، کاهش فضای مورد نیاز برای احداث پست، کاهش مدت زمان نصب و راه‌اندازی پست، بهبود قابلیت اطمینان و قابلیت دسترسی پست، کاهش تعداد دفعات و مدت زمان تعمیر و نگهداری و منطقی بودن احداث پست از نظر هزینه کلی دوره کار پست اشاره کرد. براین اساس استفاده از تجهیزات کامپکت و مازولار از اهمیت بالایی برخوردار شده است.

این پست‌ها ترکیبی از پست‌های GIS و AIS هستند که برای عایق‌سازی فاصله‌ی بین باسبارها در این پست‌ها از عایق هوا و برای عایق‌سازی فاصله‌ی بین تجهیزات فشارقوی از عایق گازی SF<sub>6</sub> استفاده می‌شود. برای اتصال سمت باسبار به هر بی بایستی الزاماً پوشینگ هوایی یا پوشینگ گازی SF<sub>6</sub> بکار گرفته شود. در این پست‌ها فقط تجهیزات فشارقوی درون محفظه‌های گاز SF<sub>6</sub> قرار دارند و باسبارها درون محفظه قرار ندارند. در عین حال حریم هوایی در آن‌ها متناسب با سطح ولتاژ بین باسبارها باید رعایت شود. هزینه‌ی این پست‌ها تفاوت چندانی با پست‌های سرپیسته ندارد.

طبیعتاً اثرپذیری این پست‌ها از شرایط محیطی نسبت به پست‌های GIS بیشتر، اما نسبت به پست‌های AIS کمتر است. در این بین تجهیزات MTS<sup>۱</sup> از جمله راه حل‌های مطرح در این زمینه هستند که براساس جدیدترین تکنولوژی روز در زمینه تجهیزات GIS برای پست‌های احداث شده در فضای باز و یا در فضای بسته بکار گرفته می‌شوند. در این تجهیزات کلیدهای قدرت، سکسیونرها، کلیدهای زمین و ترانس‌های ولتاژ و جریان در یک محفظه گاز فشرده قرار دارند. به طوریکه به عنوان مثال دو بی ۱۴۷ کیلو ولتی MTS به فضایی برابر با فضای مورد نیاز برای یک بی با رنج ولتاژی مشابه در پست‌های AIS نیاز دارد.

استفاده از تجهیزات MTS که به صورت تجهیزات مازولار و از پیش ساخته هستند باعث می‌شود تا مدت زمان نصب و راه‌اندازی در مقایسه با پست‌های AIS که هریک از تجهیزات جداگانه نصب و راه‌اندازی می‌شوند، به شدت کاهش پیدا کند و

<sup>۱</sup> - Mixed Technology Switchgear

همچنین امکان ایجاد خطا در حین نصب تجهیزات نیز به شکل قابل ملاحظه‌ای کم می‌شود. در نتیجه توسعه پست‌های AIS به استفاده از تجهیزات MTS هم از نظر زمان اجرای پروژه و هم از نظر هزینه‌های مختلف مربوط به زمین و هزینه‌های دراز مدت تعمیر و نگهداری بسیار مقرون به صرفه به نظر می‌رسد. با توجه به مطالب فوق سرمایه‌گذاری در جهت انتقال این تکنولوژی به سازندگان و تولیدکنندگان تجهیزات فشارقوی در داخل کشور ارزشمند بوده و گامی در جهت خودکفایی در عرصه تولید تکنولوژی روز دنیا می‌باشد.

جدول (الف-۱۹-۳): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه سوم طرح جامع ۱۹: تدوین سند توسعه فناوری مازول‌های هیبریدی پست‌های گازی MTS با استفاده از روش مناسب همکاری‌های فناورانه

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه انتقال تکنولوژی	بودجه کل (میلیون ریال)
۳	تدوین سند توسعه فناوری مازول‌های هیبریدی پست‌های گازی MTS با استفاده از روش مناسب همکاری‌های فناورانه	۳۰			

طرح جامع ۲۰: تدوین سند توسعه فناوری‌های پوشش‌های سیلیکونی در سطوح عایقی با استفاده از

روش مناسب همکاری‌های خارجی

### • ضرورت موضوع

استفاده از پوشش‌های سیلیکون رابر RTV، به عنوان یکی از راهکارهای مناسب به منظور بهبود عملکرد مقره‌های فشار قوی شیشه‌ای و سرامیکی مورد استفاده در فضای آزاد (خطوط انتقال و توزیع، پستها) در شرایط وجود آلودگی شناخته می‌شود که تاکنون به عنوان یک راهکار مناسب، به دفعات در مناطقی که معضلات ایزولاسیون ناشی از وجود سطوح بالای آلودگی وجود دارد، مورد استفاده قرار گرفته است.

پوشش RTV<sup>۱</sup> (سیلیکون رابر جوش خورده در دمای اتاق)، یک الاستومر سیلیکونی ارگانیک جامد است که بر اثر فرایند جوش خوردن<sup>۲</sup> یک پلیمر سیلیکونی مایع در دمای اتاق شکل می‌گیرد. این ماده به خاطر دارا بودن خواص ذیل، تاکنون بارها بطور موفقیت‌آمیز در بهبود عملکرد مقره‌های سرامیکی و شیشه‌ای در شرایط آلودگی مورد استفاده قرار گرفته است:

- خواص دی‌الکتریک مطلوب در یک محدوده وسیع دمایی

<sup>۱</sup>. Room Temperature Vulcanizing (RTV) Silicone Rubber Coatings

<sup>۲</sup>. Vulcanization

- مقاومت قابل قبول در برابر زوال حرارتی و تخلیه کرونا
- خاصیت آبگریزی بخاطر انرژی سطحی پایین
- پوشش‌های RTV اولین بار در سال ۱۹۷۳ بطور آزمایشی و در سال ۱۹۸۷ در مقیاسی وسیع مورد استفاده قرار گرفتند. اگر چه اولین نسل پوشش‌های RTV مشکلاتی را بوجود آوردند، اما با بهبود تکنولوژی تولید، این مشکلات کاهش و عمر مفید پوشش‌های RTV افزایش یافت. این بهبود شامل موارد ذیل بوده است:
- بهبود چسبندگی پوشش RTV به مفره
- افزایش مقاومت در برابر گسترش جریان نشتی و شکست الکتریکی برای دوره‌های زمانی طولانی‌تر
- ایمنی بهبود یافته در برابر Reversion یا دی‌پلیمریزاسیون
- اعمال سریع‌تر پوشش
- اعمال پوشش در شرایط برقدار
- شاخص‌های تحقق طرح
  - وضعیت انتقال فناوری پوشش‌های سیلیکونی مورد استفاده در پست‌های فشار قوی

### • متولیان اجرای طرح

- پژوهشگاه نیرو
- شرکتهای دانش بنیان
- دانشگاه‌های صنعتی کشور
- پژوهشگاه پلیمر

جدول (الف-۲۰): بودجه‌بندی و زمانبندی پروژه‌های مربوط به طرح جامع ۲۰: تدوین سند توسعه فناوری‌های پوشش‌های سیلیکونی در سطوح عایقی با استفاده از روش مناسب همکاری‌های فناورانه

ردیف	پروژه‌ها	مدت زمان (ماه)	برآورد هزینه نیروی انسانی	برآورد هزینه انتقال تکنولوژی	بودجه کل (میلیون ریال)
۱	دستیابی به فناوری پوشش‌های مورد استفاده در پست‌های فشار قوی واقع در مناطق آلوده از روش مناسب همکاری‌های فناورانه	۳۰			

## پیوست ۲: شناسنامه اقدامات غیرفنی

**اقدام ۱: تدوین و ابلاغ برنامه‌ها و دستورالعمل‌های مناسب جهت ملزم کردن مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای به استفاده از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی**

یکی از دلایل اصلی عنوان شده از سوی خبرگان برای ضعف بکارگیری فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در برق‌های منطقه‌ای، عدم وجود الزام قانونی برای آن می‌باشد. در واقع، هیچ الزامی از سوی وزارت نیرو وجود ندارد که بر طبق آن، مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای ملزم به استفاده از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی باشند. از آنجا که مزایای استفاده از این فناوری‌ها به صورت بلندمدت نمایان می‌شود و وجود دوره‌های کوتاه مدیریتی و عدم آینده‌نگری برخی مدیران سازمانی موجب عدم توجه به دورنمای بلندمدت سازمان می‌گردد، وجود برخی برنامه‌ها و دستورالعمل‌ها به منظور ملزم کردن مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای به بهره‌گیری از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی می‌تواند مفید باشد. از این رو، یکی از خروجی‌های اصلی این سند، تدوین دستورالعمل‌های مناسب برای الزام استفاده از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی می‌باشد. این دستورالعمل‌ها می‌بایست توسط یک مرجع ذی‌صلاح (توانیر، وزارت نیرو) به تصویب برسند تا

بتوان از این طریق مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای را ملزم به بکارگیری فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی نمود.

هزینه پیش‌بینی شده به منظور تحقق این اقدام، به صورت؟ میلیون ریال هزینه نیروی انسانی در بازه زمانی ۱ سال می‌باشد. فعالیت‌های مربوط به این اقدام و هزینه هر فعالیت در جدول زیر ارائه شده است. همچنین، شاخص ارزیابی این اقدام، وضعیت تدوین و ابلاغ برنامه‌ها و دستورالعمل‌ها است.

هم‌نیاز اقدام: تشکیل مرکز راهبری توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی به منظور جهت‌دهی به فعالیت‌های این حوزه فناورانه – تدوین و ابلاغ دستورالعمل‌های الزام‌آور برای هدایت مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای به همکاری با شرکت‌های تولیدی دارای واحدهای تحقیق و توسعه فعال

جدول (ب-۱): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۱

ردیف	فعالیت	زمان (ماه)	هزینه (میلیون ریال)
۱	تدوین برنامه‌ها و دستورالعمل‌ها	۱۰	
۲	تصویب برنامه‌ها و دستورالعمل‌های تدوین شده در مرجع ذی‌صلاح	۱	
۳	ابلاغ برنامه‌ها و دستورالعمل‌ها به مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای	۱	
	مجموع	۱۲	

**اقدام ۲: تدوین و ابلاغ دستورالعمل‌های الزام‌آور برای هدایت مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای به همکاری با شرکت‌های تولیدی دارای واحدهای تحقیق و توسعه فعال**

یکی از معضلات اصلی شرکت‌های فعال در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی، کمبود توجه این شرکت‌ها به تحقیق و توسعه و به‌روزرسانی دانش در حوزه تجهیزات عایقی است. کم‌توانی شرکت‌های تولیدی در تولید تجهیزات فشار قوی نوین با مواد اولیه متفاوت و تولید تجهیزات عایقی تحت لیسانس‌های قدیمی دریافت شده از کمپانی‌های بزرگ، به علت محدود بودن واحدهای تحقیق و توسعه این شرکت‌ها است. لذا، ملزم کردن شرکت‌های تولیدی به توسعه واحدهای تحقیق و توسعه‌شان می‌تواند قدم بزرگی در راستای به‌روزرسانی دانش این شرکت‌ها و تواناسازی آنها در تولید تجهیزات نوین باشد. از این رو، در سند حاضر، تدوین و ابلاغ دستورالعمل‌های الزام‌آور برای هدایت مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای به همکاری با شرکت‌های تولیدی دارای واحدهای تحقیق و توسعه فعال به عنوان اقدام بیان شده است.

به منظور تحقق این اقدام، باید دستورالعمل‌های اجرایی تدوین شوند و به تایید یک مرجع ذی‌صلاح (توانیر، وزارت نیرو) برسند. سپس، دستورالعمل‌ها به مدیران و مشاوران نیروگاه‌ها ابلاغ شوند.

هزینه پیش‌بینی شده به منظور تحقق این اقدام، به صورت؟ میلیون ریال هزینه نیروی انسانی در بازه زمانی ۱ سال می‌باشد. فعالیت‌های مربوط به این اقدام و هزینه هر فعالیت در جدول زیر ارائه شده است. همچنین، شاخص ارزیابی این اقدام، وضعیت تدوین و ابلاغ دستورالعمل‌ها است.

پیش‌نیاز اقدام: تشکیل مرکز راهبری توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی به منظور جهت‌دهی به فعالیت‌های این حوزه فناورانه - تدوین و ابلاغ قوانین الزام‌کننده برق‌های منطقه‌ای به خرید از تولیدکنندگان داخل

جدول (ب-۲): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۲

ردیف	فعالیت	زمان (ماه)	هزینه (میلیون ریال)
۱	تدوین دستورالعمل‌ها	۱۰	
۲	تصویب دستورالعمل‌های تدوین شده در مرجع ذی‌صلاح	۱	
۳	ابلاغ دستورالعمل‌ها به مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای	۱	
	مجموع	۱۲	

### اقدام ۳: برگزاری نمایشگاه تخصصی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی و تحریک مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای و شرکت‌های تولیدکننده به شرکت در نمایشگاه

یکی از ابزارهای مهم برای رونق بخشیدن به صادرات و انجام فعالیت موثر در تبلیغات و بازاریابی کالاها و خدمات، نمایشگاه‌ها می‌باشند. بر اساس طبقه‌بندی صورت گرفته، نمایشگاه‌ها را می‌توان به چهار دسته مختلف تقسیم کرد که عبارت‌اند از: نمایشگاه‌های عمومی، نمایشگاه‌های تخصصی، نمایشگاه‌های اختصاصی و نمایشگاه‌های اکسپو. نمایشگاه‌های تخصصی به منظور نمایش و عرضه گروه خاصی از کالاها، مصرف‌کنندگان خاص و یا فناوری‌های خاص برگزار می‌شوند. در حال حاضر، حدود ۹۰٪ از نمایشگاه‌های دنیا از این نوع می‌باشند. برگزاری نمایشگاه‌های تخصصی (صادراتی) یکی از موثرترین روش‌های توسعه فناوری و توسعه صادرات غیر نفتی در کشورهای در حال توسعه است. از این رو، می‌توان گفت که نمایشگاه‌های تخصصی می‌توانند نقش بسیار موثری در فرآیند افزایش ارتباط صنعت و دانشگاه، توسعه فناوری‌های نوظهور و صادرات فناوری و محصولات آن داشته باشند. با توجه به چالش‌های موجود در کارکرد کارافرینی در حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار



قوی، برگزاری نمایشگاه تخصصی در این حوزه که بازیگران مختلف داخلی و خارجی در آن به ارائه دستاوردهای خود بپردازند، بسیار مفید خواهد بود.

هزینه پیش‌بینی شده به منظور تحقق این اقدام، به صورت؟ میلیون ریال در بازه زمانی ۵ سال است. فعالیت‌های مربوط به این اقدام و هزینه هر فعالیت در جدول زیر ارائه شده است. همچنین، شاخص ارزیابی این اقدام، تعداد نمایشگاه‌های تخصصی برگزار شده در هر سال است.

پیش‌نیاز اقدام: تشکیل مرکز راهبری توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی به منظور جهت‌دهی به فعالیت‌های این حوزه فناورانه - تدوین و ابلاغ برنامه‌ها و دستورالعمل‌های مناسب جهت ملزم کردن مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای به استفاده از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی

جدول (ب-۳): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۳

ردیف	فعالیت	تعداد در سال	زمان (ماه)	هزینه سالانه (میلیون ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	کسب مجوزهای لازم برای برگزاری نمایشگاه	-	۳		
۲	دعوت از شرکت‌ها و مراکز تحقیقاتی فعال برای شرکت در نمایشگاه	۱	۵۷		
۳	برگزاری نمایشگاه	۱	۵۷		
۴	تبلیغات و اطلاع‌رسانی به بازدیدکنندگان	۱	۵۷		
۵	تعیین دستاوردهای برتر سال و اهدای پاداش	۱	۵۷		
	مجموع	۱	۶۰		

اقدام ۴: حمایت از پژوهش‌های کاربردی و مطابق با نیازهای صنعت به شکل حمایت‌های مالی و ارائه

#### خدمات آزمایشگاهی و مشاوره‌ای

همان‌طور که در شناسایی مرحله توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی در کشور مشخص شد، فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی در کشور در مرحله پیش‌توسعه قرار دارند. با توجه به توضیحات ارائه شده در رابطه با مراحل مختلف توسعه فناوری، معلوم می‌شود که یکی از کارکردهای اصلی برای فناوری‌های قرار گرفته در این مرحله، کارکرد خلق و توسعه

دانش می‌باشد. از این رو، یکی از مباحث با اهمیت در توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی، توجه به تحقیق و پژوهش در این حوزه بوده و یکی از اساسی‌ترین بازیگران این کارکرد، دانشگاه‌ها می‌باشند. با این نگرش، یکی از اقدامات اصلی سند راهبردی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص، به پیشنهاد کمیته راهبری تدوین سند، "حمایت از پژوهش‌های کاربردی و مطابق با نیازهای صنعت به شکل حمایت‌های مالی و ارائه خدمات آزمایشگاهی و مشاوره‌ای" در نظر گرفته شده است.

حمایت از پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد و دکتری به سه روش امکان‌پذیر است:

الف) حمایت‌های مالی: این حمایت‌ها به عنوان اصلی‌ترین فعالیت به شمار می‌روند. این حمایت‌ها در سه حوزه مختلف قابل انجام است:

- حمایت مالی از پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد به صورت کمک نقدی به دانشجوی
  - حمایت مالی از پایان‌نامه‌های دکتری به صورت کمک نقدی به دانشجو
  - حمایت تشویقی از صنعتی شدن دستاوردهای پایان‌نامه‌ها به طوری که در مواردی که پایان‌نامه کاملاً در راستای نیازهای صنعت بوده و در این بخش قابل اجرا باشد، فرد، مبلغی را به عنوان تشویقی دریافت کند.
- ب) پشتیبانی‌های فیزیکی: این نوع حمایت شامل دو عنوان اصلی می‌شود:
- حق استفاده از آزمایشگاه‌ها: در این مورد، به دانشجویانی که پایان‌نامه‌هایی مرتبط با موضوعات مطرح شده در حوزه ارزیابی وضعیت قطعات نیروگاهی تعریف کرده‌اند، حق استفاده از آزمایشگاه‌های تحت نظر وزارت نیرو، به صورت رایگان ولی در تعداد محدودی آزمایش در هر سال، داده می‌شود.
  - حق استفاده از کتابخانه‌های خارج از دانشگاه‌ها: در این مورد حق استفاده رایگان از کتابخانه‌های طرف قرارداد وزارت نیرو مرتبط با این موضوع به دانشجویان داده می‌شود.
- ج) حمایت‌های مشاوره‌ای: این نوع حمایت به منظور رفع موانع علمی دانشجویان و کمک به ایشان در انجام پایان‌نامه می‌باشد که از آن به عنوان اطلاع‌رسانی علمی و مشاوره علمی به دانشجویان یاد شده است.

به منظور ارتقای سطح پژوهش‌های صورت گرفته در این حوزه و جلوگیری از هدر رفت هزینه و انرژی، حمایت از پایان‌نامه‌ها باید به صورت گزینشی انجام پذیرد و با بررسی پایان‌نامه‌های مختلف تعریف شده در این حوزه، تنها از پایان‌نامه‌های کاربردی و منطبق بر نیازهای صنعت برق حمایت شود.

هزینه پیش‌بینی شده به منظور تحقق این اقدام، به صورت؟ میلیون ریال در بازه زمانی ۱۰ سال است. فعالیت‌های مربوط به این اقدام و هزینه هر فعالیت در جدول زیر ارائه شده است. همچنین، شاخص ارزیابی این اقدام، تعداد پایان‌نامه‌ها و مقالات حمایت شده در هر سال است.

پیش‌نیاز یا هم‌نیاز اقدام: -

جدول (ب-۴): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۴

ردیف	فعالیت	هزینه حمایت از پایان‌نامه (میلیون ریال)	تعداد در سال	زمان (ماه)	هزینه سالانه (میلیون ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	شناسایی پایان‌نامه‌های کاربردی	-	۱۰	۱۲۰		
۲	حمایت مالی از پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد	۴۰	۶	۱۲۰		
۳	حمایت مالی از پایان‌نامه‌های دکتری	۷۰	۴	۱۲۰		
۴	حمایت تشویقی از صنعتی شدن دستاوردهای پایان‌نامه‌ها	۵۰	۲	۱۲۰		
۵	حق استفاده از آزمایشگاه‌ها	۲۰	۱۰	۱۲۰		
۶	حق استفاده از کتابخانه‌های خارج از دانشگاه‌ها	-	-	۱۲۰		
۷	حمایت‌های مشاوره‌ای	-	-	۱۲۰		
مجموع			۱۰	۱۲۰		

**اقدام ۵: حمایت از ایجاد هسته‌های پژوهشی و انجمن‌های دانشی در حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی**

ایجاد هسته‌های پژوهشی و انجمن‌های دانشی در داخل کشور یکی از راهکارهای پیشنهادی برای کمک به خلق و توسعه دانش در حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی می‌باشد. انجمن‌های علمی و دانشی از جمله مراکزی هستند که به منظور پرورش استعداد‌های علمی و مدیریتی، تقویت نشاط علمی، و اجرای برنامه‌های تکمیلی همسو با نیازهای حوزه مدنظر

ایجاد می‌شوند. بسترسازی و ایجاد هسته‌ها و انجمن‌های علمی - دانشی در جوامع امروزی از اهمیت قابل ملاحظه‌ای برخوردار

است. به طور کلی فعالیت‌های انجمن‌های علمی - دانشی دانشگاه‌ها در چند بخش کلی خلاصه می‌شود، که عبارتند از:

۱. فعالیت در زمینه کمک به برگزاری سمینارها و کارگاه‌های علمی در سطح منطقه‌ای، ملی و بین‌المللی

۲. برگزاری دوره‌های آموزشی تکمیلی و تقویتی و تشکیل کارگاه‌های تخصصی

۳. برگزاری و همکاری در اجرای جشنواره‌ها، کنفرانس‌ها و مسابقات علمی (داخلی و خارجی)

۴. تولید و انتشار نشریه علمی، کتاب و نشریات الکترونیکی، نرم افزارهای رایانه‌ای و فیلم‌های علمی - آموزشی

۵. حمایت و تشویق مادی و معنوی از ابتکارات، خلاقیت‌های علمی، فعالیت‌های پژوهشی و اختراعات مرتبط

با توجه به شرح فعالیت‌های یاد شده، مشخص است که ایجاد چنین انجمن‌هایی می‌تواند به تولید دانش و افزایش تحقیق و

توسعه در حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی کمک کند. با توجه به اینکه اساس انجمن‌های دانشی، ایجاد آنها توسط

نیروهای داوطلب می‌باشد، تیم مجری سند توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

می‌تواند با ارائه خدمات و حمایت‌های مختلف به ایجاد انجمن دانشی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی کمک نماید.

در اولین گام از اجرای این اقدام، باید دستورالعملی برای انجام فعالیت‌های مربوط به حمایت از تشکیل هسته و انجمن

دانشی ایجاد شود. در ادامه، باید فرصت‌ها، ظرفیت‌ها و زمینه‌های بالقوه برای ایجاد و توسعه این انجمن‌ها را در بستر

دانشگاه‌ها، صنایع و سایر نهادها از جمله نهادهای مدنی شناسایی کرده و پس از مطالعه و انجام بررسی‌های لازم، از روش‌ها و

ابزارهای مختلف در جهت ایجاد جذابیت برای ایجاد انجمن‌های مستعد استفاده کرد. ارائه کمک‌های مالی، از طریق اعطای

وام‌های بلاعوض و اطلاع‌رسانی حمایت‌های مالی و اطلاعاتی به انجمن‌های شناسایی شده خواهد بود. همچنین، در راستای

ارائه خدمات علمی، باید سمینارها و نشست‌های مختلفی با هدف ایجاد ارتباط و تبادل علمی میان این انجمن‌ها با سایر مراکز

مشابه داخلی و خارجی برگزار شود. از دیگر فعالیت‌ها در این زمینه، می‌توان به بررسی و شناسایی موانع موجود بر سر راه ایجاد

و توسعه این گونه انجمن‌ها و پیگیری به منظور رفع آن‌ها اشاره کرد. مجموعه فعالیت‌های فوق می‌تواند زمینه‌ساز شکل‌گیری

و توسعه نهادهای کارآمد در بخش‌های مختلف از جمله دانشگاه و صنعت و در نهایت تسریع در فرآیند توسعه فناوری ارزیابی

وضعیت قطعات نیروگاهی گردد.

هزینه پیش‌بینی شده به منظور تحقق این اقدام، به صورت ؟ میلیون ریال در بازه زمانی ۵ سال است که ؟ میلیون ریال

هزینه نیروی انسانی و ؟ میلیون ریال هزینه حمایت مالی و حقوقی است. فعالیت‌های مربوط به این اقدام و هزینه هر فعالیت در

جدول زیر ارائه شده است. همچنین، شاخص ارزیابی این اقدام، تعداد هسته‌ها و انجمن‌های ایجاد شده مرتبط با تجهیزات عایقی فشار قوی در کشور است.

پیش‌نیاز اقدام: تشکیل مرکز راهبری توسعه توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی به منظور جهت‌دهی به فعالیت‌های این حوزه فناورانه

جدول (ب-۵): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۵

ردیف	فعالیت	تعداد در سال	زمان (ماه)	هزینه سالانه (میلیون ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	تدوین دستورالعمل تشکیل و حمایت از انجمن در کمیته آموزش و پژوهش و کمیته تعامل با دانشگاه و مراکز تحقیقاتی مرکز راهبری توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی	-	۳		
۲	شناسایی موانع، فرصت‌ها و زمینه‌های بالقوه برای تشکیل حمایت از انجمن	۳	۶۰		
۳	حمایت مالی از انجمن‌های فعال	۳	۶۰		
۴	حمایت حقوقی از انجمن‌های فعال	-	۶۰		
۵	ارائه مشاوره و خدمات علمی به انجمن‌ها	-	۶۰		
	مجموع	۳	۶۰		

**اقدام ۶: تعریف پروژه‌های مشترک در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی میان دانشگاه‌ها، شرکت‌های تولیدکننده و شرکت‌های مشاور**

بنا بر تحقیقات انجام گرفته، حدود هشتاد درصد از نیروهای تحصیل کرده در دانشگاه‌ها هستند و کمتر از بیست درصد در مراکز تحقیقاتی، صنایع و شرکت‌ها مشغول به کار می‌باشند. بنابراین، می‌توان گفت که نهاد علم در جامعه، دانشگاه است. ارتباط مناسب بین صنعت و دانشگاه یکی از عوامل مهم و ضروری در توسعه همه‌جانبه کشورها است و بدون ایجاد این ارتباط، توسعه فناوری‌ها بسیار دشوار خواهد بود. ارتباط صنعت و دانشگاه در واقع استفاده از توانمندی‌های دانشگاه در جهت رفع نیازهای صنعت است.

همان طور که در فاز چهارم سند توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص اشاره شد، یکی از مشکلات در توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی، فاصله زیاد میان نیاز صنعت و مرز دانش می‌باشد. صنعت برق لزوماً نیاز به دانش روز ندارد اما دانشگاه معمولاً به دنبال دانش روز است. به همین علت، ارتباط دانشگاه و صنعت برق

دارای ضعف‌های فراوانی است. از این رو، کمک به تعریف پروژه‌های مشترک بین مراکز دانشگاهی و شرکت‌های فعال در حوزه تجهیزات فشار قوی، به عنوان یکی از اقدامات سند توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص در نظر گرفته شده است که می‌تواند به ترمیم این فاصله کمک نماید.

در راستای اجرای اقدام حاضر، می‌تواند حمایت‌هایی از همکاری‌های میان دانشگاه و صنعت صورت پذیرد. حمایت از دانشگاه می‌تواند بدین صورت باشد که مشوق‌هایی برای پروژه‌هایی که صنعتی می‌شوند در نظر گرفته شود و حمایت از صنعت می‌تواند به صورت اعطای وام، اعطای معافیت مالیاتی، رتبه‌بندی شرکت‌ها و ... باشد. در این راستا، می‌بایست ابتدا پروژه‌ای تحقیقاتی در خصوص تعیین نحوه حمایت از دانشگاه و صنعت تعریف شود. دانشگاه‌ها و تخصص‌های هر دانشگاه نیز باید مشخص شوند؛ چرا که با توجه به محدودیت‌ها، همه دانشگاه‌ها نمی‌توانند در همه زمینه‌ها به صورت تخصصی فعالیت نمایند. در ادامه می‌بایست آیین‌نامه‌ی همکاری میان دانشگاه‌ها و شرکت‌های فعال حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی تدوین شود و از طریق مراجع ذی‌ربط به دانشگاه‌ها و صنعت ابلاغ شده و اجرا گردد.

هزینه پیش‌بینی شده به منظور تحقق این اقدام، به صورت ؟ میلیون ریال هزینه نیروی انسانی در بازه زمانی ۶ سال می‌باشد. فعالیت‌های مربوط به این اقدام و هزینه هر فعالیت در جدول زیر ارائه شده است. همچنین، شاخص ارزیابی این اقدام، تعداد طرح‌های توسعه تجهیزات عایقی فشار قوی تعریف شده مابین صنعت و دانشگاه است.

هم‌نیاز اقدام: تشکیل مرکز راهبری توسعه توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی به منظور جهت‌دهی به فعالیت‌های این حوزه فناورانه - حمایت از ایجاد هسته‌های پژوهشی و انجمن‌های دانشی در حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی

جدول (ب-۶): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۶

ردیف	فعالیت	زمان (ماه)	هزینه سالانه (میلیون ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	تدوین آیین‌نامه همکاری بین صنعت و دانشگاه‌ها	۹		
۲	انجام پروژه تحقیقاتی در خصوص تعیین ظرفیت و تخصص هر یک از دانشگاه‌ها	۳		
۳	شناسایی موضوعات تحقیقاتی با اولویت	۶۰		
۴	تعریف و تدقیق پروژه‌های صنعتی قابل اجرا توسط دانشگاه‌ها	۶۰		
	<b>مجموع</b>	<b>۷۲</b>		

## اقدام ۷: تشکیل و تقویت کارگروه مشترک برق و پتروشیمی در حوزه تجهیزات عایقی شامل دانشگاهیان و صنعتگران فعال کشور

در حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی، ساخت بسیاری از فناوری‌های نوین نیازمند همکاری توأما گروهی از متخصصین برق و پتروشیمی است. این در حالی است که طبق نظر خبرگان حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی، در حال حاضر، همکاری‌های فی‌مابین این دو گروه از متخصصین به دلیل عدم وجود مرکزی برای شکل‌دهی روابط بین آنها به خوبی ایجاد نشده است. لذا، تشکیل و تقویت کارگروه مشترک برق و پتروشیمی می‌تواند اقدام مناسبی در جهت رفع این معضل و کمک به افزایش هم‌افزایی حاصل از همکاری‌های شکل‌گرفته در این گروه باشد.

به منظور اجرای این اقدام، در ابتدا می‌بایست مجوز ایجاد این کارگروه در یکی از سازمان‌های ذی‌صلاح (ترجیحاً توانیر و یا پژوهشگاه نیرو) اخذ گردد. سپس، نحوه فعالیت و ساختار درون سازمانی این کارگروه مشخص شده و اعضای گروه که مطلوب است متشکل از متخصصان حوزه برق و پتروشیمی، هم از صنعت و هم از دانشگاه باشند، تعیین شوند. در ادامه نیز، شرح وظایف کارگروه و مأموریت آن باید تعیین شود.

هزینه پیش‌بینی شده به منظور تحقق این اقدام، به صورت ؟ میلیون ریال در بازه زمانی ۹ ماه است که ؟ میلیون ریال هزینه نیروی انسانی و ؟ میلیون ریال هزینه اخذ مجوز و کارهای اداری است. فعالیت‌های مربوط به این اقدام و هزینه هر فعالیت در جدول زیر ارائه شده است. همچنین، شاخص ارزیابی این اقدام، وضعیت تشکیل کارگروه مشترک برق و پتروشیمی است.

پیش‌نیاز اقدام: -

جدول (ب-۷): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۷

ردیف	فعالیت	زمان (ماه)	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	اخذ مجوزهای لازم برای تشکیل کارگروه	۳	
۲	تعیین اعضای کارگروه و ساختار سازمانی آن	۲	
۳	تعیین شرح وظایف، مأموریت، اهداف و وظایف کارگروه	۴	
	مجموع	۹	

## اقدام ۸: اجرای طرح پایش سالانه روند تغییرات جهانی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی

از آنجا که فناوری‌های نوین جهانی به صورت روزافزون در حال تغییر و بعضا افزایش هستند، شناسایی روند تغییرات جهانی فناوری‌ها به سیاست‌گذاران، برنامه‌ریزان، مدیران و تصمیم‌گیران کمک می‌کند تا واقعیت‌های جهان را درک نموده و دانش کافی و لازم را از عرصه‌های مختلف فناوری به دست آورند و رویکردهای حاکم و اثرگذار فناوری جهانی از دو دیدگاه مدیریت و فناوری را ارزیابی نمایند. با توجه به شکاف روزافزون بین کشورهای جوامع توسعه‌یافته و جوامع در حال توسعه، رقابت گروه کشورهای پیشرو و کشورهای پیرو شدت بیشتری یافته است. این رقابت معمولا در قالب همگرا و یکپارچه‌سازی فناوری‌ها، افزایش کیفیت و ظرفیت محصولات، کاهش هزینه‌ها، کاهش ابعاد و کوچک‌سازی محصولات، توسعه ارتباطات، هوشمندسازی کاربردها و ... نمایان می‌شود. لذا اطلاع از اینگونه تغییرات که در محصولات و یا ارتباطات بین شرکت‌ها حاصل می‌شود می‌تواند کمک بسزایی در بهبود فناوری‌ها داشته باشد.

به منظور اجرای طرح پایش سالانه روند تغییرات جهانی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی، باید در هر سال یک پروژه تحقیقاتی آینده‌پژوهی در حوزه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی انجام شود و با توجه به شناخت حاصل شده از فناوری‌های نوین و تغییرات حاصل شده در آنها، سناریوهای محتمل آینده فناوری مورد بررسی قرار گیرد.

هزینه پیش‌بینی شده به منظور تحقق این اقدام، به صورت ؟ میلیون ریال هزینه نیروی انسانی در بازه زمانی ۱۰ سال می‌باشد. فعالیت‌های مربوط به این اقدام و هزینه هر فعالیت در جدول زیر ارائه شده است. همچنین، شاخص ارزیابی این اقدام، وضعیت ارائه گزارشات در هر سال است.

پیش‌نیاز اقدام: تشکیل مرکز راهبری توسعه توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی به منظور جهت‌دهی به

فعالیت‌های این حوزه فناورانه

جدول (ب-۸): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۸

ردیف	فعالیت	تعداد در سال	زمان (ماه)	هزینه سالانه (میلیون ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	انجام پروژه تحقیقاتی پایش روند تغییرات جهانی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی	۱	۹۶		
	مجموع	۱	۹۶		



## اقدام ۹: طراحی و راه‌اندازی یک سامانه مدیریت اطلاعات و دانش به منظور مدیریت دانش خلق‌شده در

### موسسات دانش‌بنیان و دانشگاه‌ها در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی

همان‌طور که در فاز چهارم سند توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص مشخص گردید، یکی از چالش‌های اساسی پیش روی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی، عدم دسترسی بازیگران این حوزه به اطلاعات مورد نیاز و نبود ارتباطات مناسب بین بازیگران می‌باشد. یکی از اقدام‌های مهم و قابل‌اجرا برای رفع این چالش و توسعه دانش در زمینه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی، ایجاد یک سامانه مدیریت اطلاعات و دانش کامل و جامع در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی می‌باشد.

یک بخش مهم که باید در این سامانه در نظر گرفته شده و همواره به‌روز شود، بخش اولویت‌های تحقیقاتی صنعت برق، پروژه‌های انجام شده و پروژه‌های در حال اجرا در این حوزه می‌باشد. بخش ذکر شده می‌تواند به تطبیق تحقیقات آتی با اولویت‌های صنعت برق و همچنین جلوگیری از دوباره کاری و هدررفت منابع مالی کمک کند. اطلاعات مربوط به حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی پس از جمع‌آوری، به منظور دستیابی عموم بازیگران این حوزه در سامانه نرم‌افزاری طراحی شده برای مدیریت دانش قرار می‌گیرند. بازیگران مختلف این حوزه بدون پرداخت هزینه می‌توانند از اطلاعات ارائه شده در این سامانه استفاده نمایند. همچنین، سایر اطلاعات موجود، همچون اطلاعات ارائه‌دهندگان خدمات، برق‌های منطقه‌ای و ... نیز می‌تواند در کنار اطلاعات تکمیلی اشاره شده غنای بیشتری به مطالب سامانه مدیریت دانش بدهند.

هزینه پیش‌بینی شده به منظور تحقق این اقدام، به صورت ؟ میلیون ریال در بازه زمانی ۱۰ سال است که ؟ میلیون ریال هزینه نیروی انسانی و ؟ میلیون ریال هزینه طراحی سامانه است. فعالیت‌های مربوط به این اقدام و هزینه هر فعالیت در جدول زیر ارائه شده است. همچنین، شاخص ارزیابی این اقدام، وضعیت راه‌اندازی سیستم مدیریت دانش تجهیزات فشار قوی با مشخصات ذکر شده است.

هم‌نیاز اقدام: ایجاد و راه‌اندازی یک پایگاه اطلاعاتی از شرایط خطوط و پست‌های کشور

جدول (ب-۹): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۹

ردیف	فعالیت	زمان (ماه)	هزینه سالانه (میلیون ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	گردآوری و دسته‌بندی اطلاعات برای ارائه در سامانه مدیریت دانش	۶		
۲	طراحی سیستم نرم‌افزاری مورد نیاز	۶		
۳	ایجاد امکان دسترسی بازیگران و ذینفعان این حوزه به سامانه مدیریت دانش	۲		
۴	به‌روزرسانی اطلاعات ارائه شده در سامانه مدیریت دانش	۱۰۸		
	مجموع	۱۲۰		

### اقدام ۱۰: تشکیل یک دبیرخانه دائمی به منظور انتشار نشریه و برگزاری کنفرانس‌های سالیانه در حوزه

#### تجهیزات فشار قوی

بنا بر نظرات خبرگان حوزه تجهیزات فشار قوی، نبود کنفرانس‌های تخصصی و سالیانه در این حوزه یکی از چالش‌های پیش روی توسعه فناوری است. معمولاً محققان این حوزه مقالات خود را در کنفرانس‌هایی اعم از کنفرانس بین‌المللی برق، کنفرانس تخلیه جزئی در تجهیزات الکتریکی، کنفرانس مهندسی برق ایران و ... منتشر می‌کنند. این در حالی است که موضوعیت اکثر این کنفرانس‌ها مباحث متفاوت با تجهیزات فشار قوی بوده و اکثراً با محوریت تجهیزات الکتریکی و کاربرد آنها در شبکه برق به بررسی تجهیزات فشار قوی می‌پردازند. لذا، به منظور ایجاد تمرکز و همسوسازی انتشارات حوزه تجهیزات فشار قوی، برگزاری کنفرانس‌های تخصصی و انتشار نشریات در این حوزه می‌تواند مفید واقع شود. از آنجا که معمولاً برگزاری این کنفرانس‌ها و بعضاً انتشار نشریات به صورت پراکنده صورت می‌گیرد و در نظر گرفتن این موضوع که پیوستگی و استمرار در اجرای اینگونه فعالیت‌ها از الزامات اجرای آنهاست، تشکیل یک دبیرخانه دائمی که مسئولیت برگزاری کنفرانس‌ها و انتشار نشریات را بر عهده داشته باشد، بسیار ضروری است.

برای تشکیل دبیرخانه دائمی، در ابتدا باید مجوزهای لازم برای این کار اخذ گردند. دبیرخانه تجهیز شود و پایگاه اینترنتی آن راه‌اندازی گردد. همچنین برای برگزاری کنفرانس‌های سالیانه، شناسایی خبرگان حوزه تجهیزات فشار قوی می‌بایست حتماً انجام گیرد.

هزینه پیش‌بینی شده به منظور تحقق این اقدام، به صورت ؟ میلیون ریال در بازه زمانی ۹ سال است که ؟ میلیون ریال هزینه تشکیل و تکمیل دبیرخانه و ؟ میلیون ریال هزینه برگزاری کنفرانس است. فعالیت‌های مربوط به این اقدام و هزینه هر

فعالیت در جدول زیر ارائه شده است. همچنین، شاخص ارزیابی این اقدام، وضعیت تاسیس دبیرخانه دائمی و توانایی آن در انتشار نشریات و برگزاری کنفرانس است.

پیش‌نیاز یا هم‌نیاز اقدام: -

جدول (ب-۱۰): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیر فنی ۱۰

ردیف	فعالیت	تعداد در سال	زمان (ماه)	هزینه سالانه (میلیون ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	کسب مجوزهای لازم برای تشکیل دبیرخانه دائمی	-	۳		
۲	تشکیل و تجهیز دبیرخانه	-	۳		
۳	طراحی و راه‌اندازی پایگاه اینترنتی دبیرخانه	-	۶		
۴	شناسایی خبرگان حوزه تجهیزات فشار قوی و دعوت از آنها برای همکاری با دبیرخانه	۱	۹۶		
۵	برگزاری کنفرانس	۱	۹۶		
	مجموع	۱	۱۰۸		

### اقدام ۱۱: انتشار نشریه تخصصی با موضوعیت تجهیزات فشار قوی

همان‌طور که در بخش‌های قبلی اشاره شد، از جمله چالش‌های مهم در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی، نبود جریان علمی و تعامل دانش مناسب میان بازیگران مختلف این حوزه می‌باشد، که این چالش سبب بروز مشکلاتی زیادی از جمله موازی‌کاری، ناآگاهی از فعالیت سایر گروه‌ها، عدم دسترسی به دانش موجود در داخل کشور و ... می‌شود. یکی از راهکارهای مناسب برای رفع برخی از مشکلات ذکر شده، تهیه و چاپ نشریه تخصصی در حوزه تجهیزات فشار قوی است. روند عملکرد این نشریه به این صورت است که محققین داخلی کشور می‌توانند نتایج حاصل از تحقیقات علمی خود را به صورت مقالات علمی به این نشریه ارسال نموده و مقالات دریافت شده پس از انجام داوری و تأیید توسط کارشناسان حوزه تجهیزات فشار قوی در نشریه چاپ می‌گردند. از آنجایی که در حال حاضر، مقالات مربوط به تجهیزات فشار قوی در نشریات تخصصی مهندسی برق و مدیریت شبکه چاپ می‌شوند، دسترسی به مقالات این حوزه سخت و زمان‌بر است و این در حالی است که با چاپ چنین نشریه‌ای، محققین حوزه تجهیزات فشار قوی به طور جامع و یکپارچه به نتایج علمی جدید به دست آمده در این حوزه دسترسی پیدا می‌کنند.

هزینه پیش‌بینی شده به منظور تحقق این اقدام، به صورت ؟ میلیون ریال در بازه زمانی ۸ سال است که ؟ میلیون ریال هزینه دریافت و داوری مقالات و ؟ میلیون ریال هزینه تهیه و انتشار نشریه است. فعالیت‌های مربوط به این اقدام و هزینه هر

فعالیت در جدول زیر ارائه شده است. همچنین، شاخص ارزیابی این اقدام، تعداد شماره‌های منتشر شده نشریه تخصصی در حوزه فناوری‌های تجهیزات فشار قوی است.

هم‌نیاز اقدام: تشکیل مرکز راهبری توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی به منظور جهت‌دهی به فعالیت‌های این حوزه فناورانه - تشکیل دبیرخانه دائمی به منظور انتشار نشریه و برگزاری کنفرانس‌های سالیانه در حوزه تجهیزات فشار قوی

جدول (ب-۱۱): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۱۱

ردیف	فعالیت	تعداد در سال	زمان (ماه)	هزینه سالانه (میلیون ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	تعیین مدیر مسئول، سردبیر و اعضای کمیته علمی	-	۱		
۲	طراحی و ایجاد سیستم دریافت مقالات در پایگاه دبیرخانه	-	۱		
۳	شناسایی خبرگان حوزه تجهیزات فشار قوی و دعوت از آنها برای داوری مقالات	۱	۹۶		
۴	تهیه و انتشار نشریه	۱	۹۶		
	مجموع	۱	۹۶		

## اقدام ۱۲: تدوین استانداردها و دستورالعمل‌های فنی در حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی

یکی از مهمترین چالش‌های پیش روی توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی در کشور که بسیار مورد توجه خبرگان این حوزه قرار دارد، ضعف و یا کمبود استانداردهای موجود این حوزه در کشور است. از آنجا که برای توسعه برخی از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی نیاز به تدوین استانداردها و دستورالعمل‌های اجرایی فنی کاملاً حس می‌شود و به طور قطع می‌توان گفت که تدوین این استانداردها از پیش‌نیازهای توسعه این دسته از فناوری‌ها به شمار می‌رود، اقدام حاضر تدوین برخی از این استانداردها را پیشنهاد خواهد داد.

لازم به ذکر است که استانداردهای پیشنهاد شده دارای ماهیت فنی می‌باشند و صرفاً به دلیل اینکه فرایند تدوین آنها یک فرایند غیرفنی و مشابه با فرایند تدوین اسناد است، تدوین استانداردها در زمره اقدامات غیرفنی آورده شده است. استانداردها و دستورالعمل‌های فنی مورد نیاز حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی که در افق زمانی این سند پیشنهاد می‌گردند عبارتند از:

۱. استاندارد ملی بوشینگ‌های کامپوزیتی مورد استفاده در تجهیزات فشار قوی صنعت برق

۲. استاندارد ملی مشخصات فنی، انتخاب و بهره‌برداری از برقگیرهای خط اکسید فلزی در شبکه انتقال کشور

۳. دستورالعمل جایابی، نصب و بهره‌برداری از برقگیرهای خط

۴. استاندارد ملی مقره‌های خودکراس‌آرم کامپوزیتی

۵. استاندارد ملی کراس‌آرم‌های کامپوزیتی

۶. استاندارد ملی تابلوهای برق رده فشار ضعیف تا متوسط نوع کامپوزیتی

هزینه پیش‌بینی شده به منظور تحقق این اقدام، به صورت؟ میلیون ریال در بازه زمانی ۳ سال است که مربوط به هزینه نیروی انسانی و انجام آزمایش‌های فنی است. فعالیت‌های مربوط به این اقدام و هزینه هر فعالیت در جدول زیر ارائه شده است. همچنین، شاخص ارزیابی این اقدام، وضعیت تدوین استانداردها و دستورالعمل‌های فنی است. پیش‌نیاز یا هم‌نیاز اقدام: -

جدول (ب-۱۲): بودجه‌بندی و زمان‌بندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۱۲

ردیف	فعالیت	زمان (ماه)	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	تدوین استاندارد ملی پوشینگ‌های کامپوزیتی مورد استفاده در تجهیزات فشار قوی صنعت برق	۸	
۲	تدوین استاندارد ملی مقره‌های خودکراس‌آرم کامپوزیتی	۸	
۳	تدوین استاندارد ملی کراس‌آرم‌های کامپوزیتی	۸	
۴	تدوین استاندارد ملی مشخصات فنی، انتخاب و بهره‌برداری از برقگیرهای خط اکسید فلزی در شبکه انتقال کشور	۱۲	
۵	تدوین دستورالعمل جایابی، نصب و بهره‌برداری از برقگیرهای خط	۱۲	
۶	تدوین استاندارد ملی تابلوهای برق رده فشار ضعیف تا متوسط نوع کامپوزیتی	۸	
	مجموع	۳۶	

اقدام ۱۳: تدوین برنامه‌های تشویقی در کارکرد انتشار دانش برای ترغیب مراکز پژوهشی به انتشار

### دانش در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی

از نظر اکثر خبرگان حوزه تجهیزات فشار قوی، کمبود انگیزه‌های مالی و معنوی همچون جوایز نقدی و یا امکانات آزمایشگاهی برای انتشار دانش تولید شده در حوزه تجهیزات فشار قوی در پژوهشگاه‌ها و دانشگاه‌ها، از جمله مشکلات پیش

روی توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی است. با توجه به کمبود انگیزه پژوهشگران به انتشار دانش، تدوین یک سری برنامه‌های تشویقی برای ترغیب مراکز پژوهشی به انتشار دانش در زمینه تجهیزات فشار قوی می‌تواند بسیار راه‌گشا باشد.

برنامه‌های تشویقی مورد نیاز را می‌توان از روش‌های مختلفی همچون اعطای جوایز پژوهشی به صاحبان مقالات، مرتبط کردن فرایند ارتقا به کمیت و کیفیت انتشارات، تغییر در نحوه برگزاری همایش‌ها برای ترغیب افراد به حضور در آن‌ها و ... تدوین کرد. لذا، به منظور جلوگیری از هدر رفت سرمایه، پیشنهاد شد که دستورالعملی برای اجرای برنامه‌های تشویقی تدوین گردد که در این دستورالعمل، نحوه و سطح بهره‌مندی هر گروه از انتشارات از مزایای تشویقی بر اساس محل نشر، کیفیت نشر، موضوع نشر، میزان محدودیت بودجه و ... تعیین شود. همچنین، شاخص‌های دسته‌بندی انتشارات مراکز پژوهشی و دانشگاه‌ها باید در این دستورالعمل‌ها به صورت دقیق مشخص گردد. مشخص است که برای تحقق این اقدام نیاز به انجام فعالیت‌هایی چون تدوین دستورالعمل اجرایی برنامه‌های تشویقی مورد نیاز، شناسایی و رتبه‌بندی نشریات و کنفرانس‌های مرتبط با تجهیزات عایقی فشار قوی و رایزنی با صندوق‌ها جهت تأمین منابع مالی مورد نیاز وجود دارد.

هزینه پیش‌بینی شده به منظور تحقق این اقدام، به صورت؟ میلیون ریال در بازه زمانی یک و نیم سال است که؟ میلیون ریال هزینه نیروی انسانی و؟ میلیون ریال هزینه امور اداری است. فعالیت‌های مربوط به این اقدام و هزینه هر فعالیت در جدول زیر ارائه شده است. همچنین، شاخص ارزیابی این اقدام، وضعیت تدوین برنامه‌های تشویقی است.

هم‌نیاز اقدام: تشکیل مرکز راهبری توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی به منظور جهت‌دهی به فعالیت‌های این

حوزه فناورانه

جدول (ب-۱۳): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۱۳

ردیف	فعالیت	زمان (ماه)	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	تدوین دستورالعمل اجرایی برنامه‌های تشویقی	۶	
۲	شناسایی و رتبه‌بندی نشریات و کنفرانس‌های مورد نظر برای انتشار دانش	۶	
۳	رایزنی با صندوق‌ها جهت تأمین منابع مالی مورد نیاز	۶	
	مجموع	۱۸	

## اقدام ۱۴: تشکیل مرکز راهبری توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی به منظور جهت‌دهی به پژوهش‌های این حوزه فناورانه

نظرات خبرگان حوزه تجهیزات فشار قوی و بررسی وضعیت نظام توسعه فناوری‌های تجهیزات فشار قوی در کشور، نشان داد که نبود مرجعی به عنوان مغز متفکر برای جهت‌دهی به فعالیت‌ها و پیگیری و شناسایی مشکلات موجود، مهم‌ترین چالش در جهت‌دهی فعالیت‌های حوزه تجهیزات فشار قوی در کشور است. این چالش به نوبه خود سبب بروز مشکلات دیگری همچون موازی‌کاری، نامناسب بودن توزیع فعالیت‌های تحقیقاتی در زمینه‌های مختلف این حوزه، تمرکز ناکافی بر نیازهای کشور و موضوعات با اولویت و ... می‌گردد. از سوی دیگر، به منظور ارزیابی پروژه‌های اجرایی مختلف تعریف شده برای حصول اهداف نقشه راه توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص، علاوه بر تعیین شاخص‌ها، باید ساختارهای نظارتی مورد نیاز و نحوه فعالیت آن‌ها نیز تعیین گردد.

به منظور تحقق اهداف سند، نیاز است که مرکزی برای توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی در کشور ایجاد شود. این مرکز با ایجاد ساز و کارهای لازم و استفاده از نهادهای مختلف، ضمن انجام تصمیم‌گیری‌های لازم، وظیفه نظارت بر تحقق اهداف سند و ارزیابی پیشرفت کار را بر عهده دارد. از جمله وظایف اصلی این مرکز می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- سیاست‌گذاری اجرایی، راهبری، هماهنگی و ایجاد ارتباطات بین دستگاهی لازم برای توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی
- نظارت و پیگیری اجرای دقیق و کامل مفاد سند
- پایش شاخص‌های عملکردی و اثربخشی
- بررسی طرح‌ها و برنامه‌های بخشی و فرابخشی و نظارت بر اجرای صحیح اقدامات
- تصمیم‌گیری برای تخصیص بودجه‌ها به پروژه‌های اجرایی

این مرکز موظف است با تشکیل کارگروه‌های تخصصی روند توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی را در سطح کشورهای مختلف دنیا مورد بررسی قرار داده و هر کارگروه وظیفه رسیدگی به یکی از حوزه‌های مورد نظر مرکز را بر عهده داشته باشد. کارگروه‌های این مرکز عبارت‌اند از:

- کارگروه آموزش، پژوهش و تعامل با دانشگاه

- کارگروه ارتباط با قانون‌گذاران، سیاست‌گذاران و متولیان اجرای قوانین و سیاست‌ها
- کارگروه فنی و استاندارد

هزینه پیش‌بینی شده به منظور تحقق این اقدام، به صورت ؟ میلیون ریال در بازه زمانی ۲ سال است که ؟ میلیون ریال هزینه نیروی انسانی و ؟ میلیون ریال هزینه تامین و تجهیز محل استقرار دبیرخانه است. فعالیت‌های مربوط به این اقدام و هزینه هر فعالیت در جدول زیر ارائه شده است. همچنین، شاخص ارزیابی این اقدام، وضعیت تاسیس مرکز راهبری توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی است.

پیش‌نیاز یا هم‌نیاز اقدام: -

جدول (ب-۱۴): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۱۴

ردیف	فعالیت	زمان (ماه)	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	مطالعه و تدوین اهداف و مأموریت‌ها و طراحی ساختار سازمانی مرکز	۴	
۲	اخذ موافقت تأسیس مرکز از مراجع ذی‌ربط	۶	
۳	انجام اقدامات اجرایی لازم در خصوص شروع به کار دبیرخانه مرکز	۶	
۴	تأمین محل استقرار دبیرخانه مرکز و تجهیز آن (سخت‌افزاری و نرم‌افزاری)	۴	
۵	تشکیل دبیرخانه و تأمین کادر اداری مورد نیاز	-	
۶	تشکیل کمیته‌های ذی‌ربط و انجام مطالعات مورد نیاز اقدامات سند	۴	
	مجموع	۲۴	

اقدام ۱۵: ایجاد و راه‌اندازی یک پایگاه اطلاعاتی از شرایط تجهیزات عایقی فشار قوی خطوط و

### پست‌های کشور

یکی از چالش‌های اصلی در توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی، کمبود آمار و اطلاعات شرایط خطوط و پست‌های کشور، قابلیت اطمینان آن‌ها و هزینه‌های صرف شده برای بهره‌برداری و نگهداری از آن‌هاست. لذا، از مهم‌ترین اقداماتی که می‌بایست بعد از تدوین این سند صورت پذیرد، ایجاد پایگاه اطلاعاتی شرایط خطوط و پست‌های کشور است.

هدف از تهیه و ایجاد این پایگاه اطلاعاتی می‌تواند آگاه‌سازی مدیران صنعت برق نسبت به میزان ضررهای ناشی از عدم استفاده از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در خطوط و پست‌های کشور و به دنبال آن، بیان میزان سودآوری این فناوری‌ها در صورت بکارگیری به موقع آن‌ها باشد. همچنین، اطلاعات بدست آمده از شرایط خطوط و پست‌های کشور می‌تواند



در سامانه آگاهی‌بخشی به مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای، اشاره شده در اقدام ۲۲، نیز گنجانده شود که در اینصورت نیازی به طراحی دوباره پایگاه اطلاعاتی جدید نخواهد بود.

هزینه پیش‌بینی شده به منظور تحقق این اقدام، به صورت ؟ میلیون ریال در بازه زمانی ۲ سال است که ؟ میلیون ریال هزینه نیروی انسانی و ؟ میلیون ریال هزینه طراحی پایگاه و بارگزاری اطلاعات است. فعالیت‌های مربوط به این اقدام و هزینه هر فعالیت در جدول زیر ارائه شده است. همچنین، شاخص ارزیابی این اقدام، وضعیت راه‌اندازی پایگاه اطلاعاتی مورد نیاز است.

پیش‌نیاز یا هم‌نیاز اقدام: -

جدول (ب-۱۵): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۱۵

ردیف	فعالیت	زمان (ماه)	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	گردآوری و دسته‌بندی اطلاعات خطوط و پست‌های کشور برای ارائه در بانک اطلاعاتی	۱۲	
۲	طراحی سیستم نرم‌افزاری مورد نیاز یا ایجاد امکانات مورد نیاز در سامانه آگاهی‌بخشی به مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای	۹	
۳	تحلیل و تفسیر داده‌های جمع‌آوری شده	۹	
۴	بارگزاری اطلاعات	۶	
	مجموع	۳۶	

### اقدام ۱۶: کمی‌سازی شاخص‌ها و آماره‌های عملکرد شبکه برق در مناطق با اقلیم خاص

با توجه به این امر که به منظور تصمیم‌گیری در رابطه با چرایی و چگونگی استفاده از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص کشور، مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای باید به شرایط جغرافیایی و همچنین، شرایط عملکردی و زوال تجهیزات فشار قوی مناطق خاص به طور کامل واقف باشند و این دانش بدون کمی‌سازی اطلاعات و به دور از انجام محاسبات آماری و داده‌کاوی بدست نمی‌آید، لذا، کمی‌سازی شاخص‌های عملکردی تجهیزات عایقی فشار قوی شبکه برق و همچنین، تبیین و محاسبه آماره‌هایی که بتوانند شرایط شبکه برق را از حیث عواملی همچون میزان تلفات شبکه، میزان قابلیت اطمینان شبکه، نرخ خرابی تجهیزات، میزان برق‌دزدی و ... نشان دهند، از مهمترین اقدامات لازم‌الاجرای سند حاضر می‌باشد.

به منظور تعیین شاخص‌ها و آماره‌های عملکردی شبکه برق در مناطق با اقلیم خاص، در ابتدا باید لیستی از شاخص‌هایی که برای تحلیل میزان نیاز به بهره‌گیری از تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق خاص مورد نیاز هستند، تهیه گردد. سپس با تعریف پروژه‌های محاسباتی، هر کدام از این شاخص‌ها و آماره‌ها بر مبنای اطلاعات خطوط و پست‌های شبکه برق و همچنین دانش مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای محاسبه شوند تا بتوانند دورنمای مناسبی را از آینده تجهیزات شبکه برق ترسیم کنند. در ادامه نیز، باید سازوکار مناسبی برای به‌روزرسانی این شاخص‌ها و بررسی تغییرات آن‌ها تدوین شود.

هزینه پیش‌بینی شده به منظور تحقق این اقدام، به صورت؟ میلیون ریال هزینه نیروی انسانی در بازه زمانی ۲ سال می‌باشد. فعالیت‌های مربوط به این اقدام و هزینه هر فعالیت در جدول زیر ارائه شده است. همچنین، شاخص ارزیابی این اقدام، وضعیت کمی‌سازی شاخص‌ها است.

پیش‌نیاز اقدام: ایجاد و راه‌اندازی یک پایگاه اطلاعاتی از شرایط خطوط و پست‌های کشور

جدول (ب-۱۶): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۱۶

ردیف	فعالیت	زمان (ماه)	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	تهیه لیست شاخص‌ها و آماره‌های مورد نیاز	۳	
۲	تدوین شاخص‌ها و آماره‌های تعیین شده و محاسبه مقادیر آن‌ها	۱۸	
۳	تدوین سازوکار به‌روزرسانی به‌روزرسانی مقادیر شاخص‌ها و آماره‌های عملکردی تعیین شده	۳	
	مجموع	۲۴	

## اقدام ۱۷: جمع‌آوری اطلاعات آماری مناسب از شکل بازار فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

از نتایج مصاحبه با خبرگان حوزه تجهیزات فشار قوی اینطور بر می‌آید که اطلاعات قوی در مورد ساختار بازار فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص وجود ندارد و متخصصین این حوزه هر کدام تحلیل متفاوت و جداگانه‌ای از شکل بازار این فناوری‌ها ارائه می‌دادند. همچنین، از آنجا که این حوزه نیازمند ورود کارآفرینان است، شکل بازار این فناوری‌ها در داخل کشور می‌تواند دچار تغییر شود. شکل بازار بین‌المللی این حوزه نیز به دلیل احساس نیاز به ورود شرکت‌های داخلی به

این بازارهای بین‌المللی نیازمند مطالعه و بررسی است. از این رو و به منظور بهبود دید عمومی نسبت به شکل بازار این فناوری‌ها در داخل و خارج از کشور، به نظر می‌رسد که جمع‌آوری اطلاعات آماری مناسب از شکل بازار فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص بتواند مفید واقع شود.

به منظور جمع‌آوری اطلاعات آماری مناسب از شکل بازار این حوزه و تحلیل این اطلاعات، تعریف و اجرای پروژه‌های تحلیل بازار در بخش‌های مختلف فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی روش مناسبی خواهد بود. بدین منظور، در ابتدا باید کشورها و شرکت‌های مورد نظر برای بررسی بازار فناوری‌ها و انجام مطالعات تطبیقی، انتخاب شوند و شکل بازار فناوری‌ها در این کشورها مورد بررسی قرار گیرد. سپس، شکل بازار فناوری‌ها در داخل کشور تحلیل شده و ساختار مناسبی برای توسعه بازار پیشنهاد شود.

هزینه پیش‌بینی شده به منظور تحقق این اقدام، به صورت؟ میلیون ریال هزینه نیروی انسانی در بازه زمانی ۱/۵ سال می‌باشد. فعالیت‌های مربوط به این اقدام و هزینه هر فعالیت در جدول زیر ارائه شده است. همچنین، شاخص ارزیابی این اقدام، وضعیت تدوین گزارش آماری از شکل بازار فناوری است.

پیش‌نیاز اقدام: تشکیل مرکز راهبری توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی به منظور جهت‌دهی به فعالیت‌های این حوزه فناورانه – تشکیل موسسات بازاریابی در حوزه تجهیزات فشار قوی

جدول (ب-۱۷): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۱۷

ردیف	فعالیت	زمان (ماه)	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	انتخاب کشورهای مناسب و انجام مطالعات تطبیقی بر روی ساختار بازار فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی در این کشورها	۶	
۲	تحلیل ساختار بازار فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص کشور و ارائه ساختار مناسب برای بازار	۱۲	
	مجموع	۱۸	

### اقدام ۱۸: تدوین و ابلاغ قوانین الزام‌کننده برق‌های منطقه‌ای به خرید از تولیدکنندگان داخل

سهولت و شاید در برخی مواقع ارزان‌تر بودن خرید از شرکت‌های تولیدی خارجی، برخی مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای را به سمت خرید از این شرکت‌ها سوق می‌دهد. بر طبق نظرات خبرگان، ادامه روند خرید از شرکت‌های تولیدکننده خارجی می‌تواند موجب کاهش رونق بازار رقابتی داخل و در نتیجه، کاهش میل شرکت‌های داخلی به ورود به حوزه تجهیزات

عایقی فشار قوی شود. لذا، در صورتی که بخواهیم بازار فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی را رونق بخشیم علاوه بر حمایت از شرکت‌های داخلی در راستای افزایش فعالیت‌های تحقیق و توسعه و بهبود کیفیت فرایندهایشان، باید مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای و سایر خریداران را نیز ملزم به استفاده از محصولات داخلی باکیفیت نماییم.

به منظور تحقق این اقدام، باید برنامه‌ها و دستورالعمل‌های اجرایی تدوین شوند و به تایید یک مرجع ذی‌صلاح (توانیر، وزارت نیرو) برسند. سپس، دستورالعمل‌های تدوین شده به مدیران و مشاوران نیروگاه‌ها ابلاغ شوند.

هزینه پیش‌بینی شده به منظور تحقق این اقدام، به صورت ؟ میلیون ریال هزینه نیروی انسانی در بازه زمانی ۱ سال می‌باشد. فعالیت‌های مربوط به این اقدام و هزینه هر فعالیت در جدول زیر ارائه شده است. همچنین، شاخص ارزیابی این اقدام، وضعیت تدوین قوانین الزامی است.

هم‌نیاز اقدام: تشکیل مرکز راهبری توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی به منظور جهت‌دهی به فعالیت‌های این

حوزه فناورانه

جدول (ب-۱۸): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۱۸

ردیف	فعالیت	زمان (ماه)	هزینه (میلیون ریال)
۱	تدوین برنامه‌ها و دستورالعمل‌ها	۱۰	
۲	تصویب برنامه‌ها و دستورالعمل‌های تدوین شده در مرجع ذی‌صلاح	۱	
۳	ابلاغ برنامه‌ها و دستورالعمل‌ها به مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای	۱	
مجموع		۱۲	

### اقدام ۱۹: تسهیل فرایند حضور مجریان حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی در بازارهای بین‌المللی

در بررسی‌های انجام شده در رابطه با وضعیت کنونی فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی در کشور، مشخص گردید که دانش تجهیزات عایقی فشار قوی کشور، هم‌تراز و حتی برتر از کشورهای همسایه علی‌الخصوص کشورهای منطقه خاورمیانه است. از این رو و با عنایت به نظرات خبرگان این حوزه، بحث صادرات خدمات فنی و حضور شرکت‌های فعال داخلی در بازارهای ایجاد شده در کشورهای منطقه از جمله مهمترین پتانسیل‌های موجود این حوزه است. به منظور از بین بردن موانع توسعه بازار از طریق صدور خدمات فنی، باید فرآیند حضور شرکت‌های فعال در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی در کشورهای همسایه تسهیل گردد.

لازمه اجرای مناسب این اقدام، انجام فعالیت‌هایی همچون شناسایی کشورهای دارای پتانسیل صدور خدمات فنی، تدوین اساس‌نامه حضور شرکت‌های فعال در مجامع بین‌المللی، تشکیل کمیته بین‌الملل جهت شناسایی فرصت‌های همکاری و رایزنی با دستگاه‌های داخلی و خارجی مرتبط، شناسایی شرکت‌های شایسته و واجد شرایط بر مبنای اساس‌نامه تدوین شده و ایجاد هماهنگی‌های لازم با سازمان‌های داخلی و مراکز خارجی برای صدور خدمات فنی است. لازم به ذکر است که در اساس‌نامه تدوین شده، شرایط لازم برای ثبت شرکت‌ها در لیست شرکت‌های صادرکننده خدمات، نحوه امتیازدهی و رتبه‌بندی شرکت‌ها و نحوه و اصول انتخاب مراکز تحقیقاتی - صنعتی خارجی برای صدور خدمات فنی باید به صورت واضح مشخص شود.

هزینه پیش‌بینی شده به منظور تحقق این اقدام، به صورت؟ میلیون ریال در بازه زمانی ۵ سال است. فعالیت‌های مربوط به این اقدام و هزینه هر فعالیت در جدول زیر ارائه شده است. همچنین، شاخص ارزیابی این اقدام، تعداد مجریان شرکت‌کننده در نمایشگاه‌ها و مجامع صنعتی خارجی در هر سال است.

پیش‌نیاز اقدام: جمع‌آوری اطلاعات آماری مناسب از شکل بازار فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم

خاص

جدول (ب-۱۹): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۱۹

ردیف	فعالیت	تعداد در سال	زمان (ماه)	هزینه سالانه (میلیون ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	شناسایی و پتانسیل‌سنجی کشورهای هدف	-	۶		
۲	تدوین اساس‌نامه حضور شرکت‌های فعال در مجامع بین‌المللی	-	۶		
۳	تشکیل کمیته بین‌الملل	-	۶		
۴	شناسایی شرکت‌های واجد شرایط بر مبنای اساس‌نامه تدوین شده	۱	۴۸		
۵	ایجاد هماهنگی‌های لازم با سازمان‌های داخلی و مراکز خارجی	۲ همکاری	۴۸		
مجموع		۲	۶۰		

## اقدام ۲۰: تشکیل موسسات بازاریابی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی

یکی از دلایل عمده کمبود استفاده از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی و ضعف تجاری‌سازی پژوهش‌های این حوزه، طبق نظرات خبرگان، فقدان موسسات بازاریابی در این حوزه است. از آنجا که تحقیقات و پژوهش‌های آکادمیک و یا ایده‌های نوآورانه در این حوزه معمولاً به گوش مدیران و مسئولان صنعت برق نمی‌رسد، فناوری‌های نوین در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی اکثراً کاربردی نمی‌شوند. یکی از راه‌های بهبود تجاری‌سازی ایده‌ها در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی،

تشکیل و حمایت از موسسات بازاریابی در این حوزه است. منظور از موسسات بازاریابی، موسساتی هستند که در بدنه وزارت نیرو و یا به صورت خصوصی، در راستای تبلیغ و اطلاع‌رسانی فناوری‌های نوین، تسهیل دریافت کمک‌های نقدی، تسهیل استفاده از زیرساخت‌هایی نظیر آزمایشگاه‌ها، انجام طرح‌های اقتصادسنجی و امکان‌سنجی به منظور بهبود دید عمومی نسبت به فناوری‌های نوین و ... در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی فعالیت کنند.

به منظور تحقق این اقدام، لازم است که اساسنامه‌ای برای تشکیل موسسات بازاریابی در وزارت نیرو تدوین شود. سپس، یک موسسه به همراه تعیین اعضای اصلی آن در بدنه وزارت نیرو تشکیل شده و اقدامات لازم برای معرفی موسسه و ترغیب شرکت‌ها و سازمان‌ها به همکاری با آن صورت گیرد.

هزینه پیش‌بینی شده به منظور تحقق این اقدام، به صورت ؟ میلیون ریال در بازه زمانی ۳ سال است که ؟ میلیون ریال هزینه نیروی انسانی و ؟ میلیون ریال هزینه اعلام فراخوان همکاری است. فعالیت‌های مربوط به این اقدام و هزینه هر فعالیت در جدول زیر ارائه شده است. همچنین، شاخص ارزیابی این اقدام، وضعیت تاسیس موسسات بازاریابی در کشور و توانایی آنها در بهبود بازار است.

پیش‌نیاز اقدام: -

جدول (ب-۲۰): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۲۰

ردیف	فعالیت	زمان (ماه)	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	تدوین اساسنامه تشکیل موسسات بازاریابی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی	۱۲	
۲	تشکیل موسسه بازاریابی در بدنه وزارت نیرو	۱۲	
۳	اعلام فراخوان برای همکاری با موسسه بازاریابی وزارت نیرو	۱۲	
	مجموع	۳۶	

## اقدام ۲۱: برگزاری دوره‌های آموزشی تخصصی توسط صنعت و مراکز پژوهشی وابسته

طبق نظر خبرگان حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی، عدم توجه صنایع مرتبط، به فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی و عدم برگزاری دوره‌های آموزشی تخصصی با موضوع به‌کارگیری فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی در صنایع مختلف، از جمله چالش‌های پیش روی توسعه این فناوری‌ها در کشور است. یکی از راهکارها و اقدامات مناسب برای رفع این چالش‌ها و افزایش توجه صنایع به فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی، برگزاری کلاس‌ها، دوره‌ها و کارگاه‌های آموزشی برای علاقمندان به این حوزه است. در این دوره‌ها و کارگاه‌ها می‌توان به آموزش موضوعاتی همچون پتانسیل بالای تجهیزات عایقی

فشار قوی برای استفاده در صنعت برق، دلایل استفاده از این فناوری‌ها، اصول استفاده از تجهیزات و عایق‌ها، روش‌های بهره‌برداری، روش‌های مانیتورینگ و ... پرداخت. هر چند که برخی دوره‌های مشابه ممکن است در دانشگاه‌ها و یا موسسات آموزشی تدریس شوند، لیکن برگزاری دوره‌ها توسط متخصصین صنعتی و به شکل کاربردی می‌تواند یادگیری بیشتری را در دانش‌پژوهان پدید آورد.

از جمله فعالیت‌های قابل تصور برای عملی شدن این اقدام می‌توان به تعریف دوره‌ها و مطالبی که باید ارائه شوند، ایجاد هماهنگی‌های لازم با صنایع برای برگزاری دوره‌ها در محل سازمان‌ها و در نهایت، برگزاری دوره‌ها و کارگاه‌های آموزشی اشاره کرد.

هزینه پیش‌بینی شده به منظور تحقق این اقدام، به صورت؟ میلیون ریال در بازه زمانی ۸ سال است. فعالیت‌های مربوط به این اقدام و هزینه هر فعالیت در جدول زیر ارائه شده است. همچنین، شاخص ارزیابی این اقدام، تعداد دوره‌های آموزشی و کارگاه‌های برگزار شده در سال است.

پیش‌نیاز یا هم‌نیاز اقدام: -

جدول (ب-۲۱): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۲۱

ردیف	فعالیت	تعداد در سال	زمان (ماه)	هزینه سالانه (میلیون ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	تعیین سیلابس دوره‌ها و کارگاه‌های آموزشی	۱	۹۶		
۲	ایجاد هماهنگی لازم با صنایع برای برگزاری دوره‌ها	۴	۹۶		
۳	برگزاری دوره‌ها و کارگاه‌های آموزشی	۴	۹۶		
	مجموع	۴	۹۶		

اقدام ۲۲: ایجاد سامانه آگاهی‌بخشی به مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای در حوزه فناوری‌های

### تجهیزات عایقی فشار قوی

یکی از چالش‌های اساسی مطرح شده توسط خبرگان این حوزه، استفاده ناکافی از ظرفیت‌های تبلیغی و ترویجی در جهت ترویج استفاده از فناوری‌های نوین است. یکی از این ظرفیت‌های ترویجی و تبلیغی می‌تواند استفاده از سامانه‌های آگاهی‌بخشی همچون سایت‌های اینترنتی، نشریات خبری و یا استفاده از پیام‌های الکترونیکی به منظور افزایش دانش مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای باشد.

استفاده از سامانه‌های آگاهی‌بخش به هر شکل که باشد، هم می‌تواند موجب افزایش دانش عمومی مدیران و مشاوران نسبت به فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی شود و هم می‌تواند آنها را در جریان آخرین تحقیقات، مطالعات و حتی آخرین مشکلات و خرابی‌های خطوط و پست‌های برق به دلیل عدم استفاده از این فناوری‌ها قرار دهد. اطلاع‌رسانی دوره‌های آموزشی، کارگاه‌ها، کنفرانس‌های تخصصی، همایش‌ها و ... نیز می‌تواند با استفاده از این سامانه پیگیری شود.

برای راه‌اندازی سامانه آگاهی‌بخشی مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای، در ابتدا باید لیستی از شخصیت‌های حقوقی و حقیقی که قرار است توسط این سامانه اطلاع‌رسانی گردند، تهیه شود. سپس، سامانه اطلاع‌رسانی طراحی و بارگزاری شود، نحوه عضویت و استفاده از سامانه به افراد اطلاع‌رسانی شود و سامانه آگاهی‌بخشی در دوره‌های زمانی مشخص به روزرسانی گردد.

هزینه پیش‌بینی شده به منظور تحقق این اقدام، به صورت؟ میلیون ریال هزینه طراحی سامانه و اطلاع‌رسانی در بازه زمانی ۱ سال می‌باشد. فعالیت‌های مربوط به این اقدام و هزینه هر فعالیت در جدول زیر ارائه شده است. همچنین، شاخص ارزیابی این اقدام، وضعیت راه‌اندازی سامانه ذکر شده است.

پیش‌نیاز اقدام: تشکیل مرکز راهبری توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی به منظور جهت‌دهی به فعالیت‌های این حوزه فناورانه - کمی‌سازی شاخص‌ها و آماره‌های عملکرد شبکه برق در مناطق با اقلیم خاص

جدول (ب-۲۲): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۲۲

ردیف	فعالیت	زمان (ماه)	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	تهیه لیست شخصیت‌های حقیقی و حقوقی برای آگاهی‌بخشی	۴	
۲	طراحی سامانه اطلاع‌رسانی	۸	
۳	اعلان فراخوان جهت اطلاع‌رسانی و عضویت در سامانه	۶	
	مجموع	۱۸	

**اقدام ۲۳: برگزاری جلسات دانش‌افزایی و کنفرانس‌های تخصصی به منظور افزایش آگاهی مدیران نسبت به تجهیزات عایقی فشار قوی**

یکی از دلایل اصلی ضعف عملیاتی شدن فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی، ضعف فرهنگ هزینه کردن برای پیشگیری از آسیب در بین مدیران و ضعف اطلاع مدیران و سیاست‌گذاران اصلی صنعت برق از مزایای بکارگیری فناوری‌های



نوین تجهیزات عایقی فشار قوی می‌باشد. لذا، جهت ایجاد نگرش و فرهنگ هزینه کردن برای مواردی نظیر فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی که می‌تواند در آینده از هزینه‌های زیادی جلوگیری کند، می‌بایست سمینارها و همایش‌هایی با حضور مدیران و مسئولان اصلی بخش توزیع برق برگزار گردد. این سمینارها، همایش‌ها و جلسات دانش‌افزایی می‌تواند در محل برق‌های منطقه‌ای مختلف کشور و یا در توانیر و سایر ارگان‌های سیاستگذار به منظور آشنایی هر چه بیشتر مدیران با فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی برگزار شود.

هزینه پیش‌بینی شده به منظور تحقق این اقدام، به صورت ؟ میلیون ریال در بازه زمانی ۵ سال است که ؟ میلیون ریال هزینه نیروی انسانی و ؟ میلیون ریال هزینه برگزاری همایش‌ها و جلسات است. فعالیت‌های مربوط به این اقدام و هزینه هر فعالیت در جدول زیر ارائه شده است. همچنین، شاخص ارزیابی این اقدام، تعداد جلسات و کنفرانس‌های تخصصی برگزار شده در سال است.

پیش‌نیاز اقدام: تشکیل مرکز راهبری توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی به منظور جهت‌دهی به فعالیت‌های این حوزه فناورانه – ایجاد سامانه آگاهی‌بخشی به مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای در حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی

جدول (ب-۲۳): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۲۳

ردیف	فعالیت	تعداد در سال	زمان (ماه)	هزینه سالانه (میلیون ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	تعریف پروژه مطالعاتی به منظور مشخص شدن انواع همایش‌ها و جلسات مورد نیاز و محتوای آن‌ها	۱	۶۰		
۲	فراهم کردن مقدمات برگزاری همایش‌ها و جلسات	۱	۶۰		
۳	اعلام فراخوان برای افراد واجد شرایط	۱	۶۰		
۴	برگزاری همایش‌های تخصصی	۲	۶۰		
۵	برگزاری جلسات دانش‌افزایی	۲	۶۰		
	مجموع	۴	۶۰		

### اقدام ۲۴: انجام مطالعات اقتصادسنجی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی

به منظور انجام پروژه‌های صنعتی و پیش از انجام اینگونه پروژه‌ها، معمولاً مطالعات اقتصادسنجی مورد نیاز هستند. مطالعات اقتصادسنجی می‌تواند به مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای نشان دهند که در صورت استفاده از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی، چه میزان صرفه‌جویی ممکن است برای شبکه برق به ارمغان بیاید.

در مطالعات اقتصادسنجی می‌توان توجیه‌پذیری یک طرح را از جنبه‌های مختلف بازار و مالی بررسی کرد و چگونگی و چرایی سودمندی آن طرح را متذکر شد. معمولاً در اینگونه مطالعات، میزان عرضه، تقاضا، کمبود، بازار هدف و همچنین روش‌های سودآوری طرح مورد بررسی قرار می‌گیرند. لذا، مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای می‌توانند از مقایسه اطلاعات ارائه شده در مطالعات اقتصادسنجی با روند گذشته شبکه برق، پی به سودآوری استفاده از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی ببرند.

هزینه پیش‌بینی شده به منظور تحقق این اقدام، به صورت ؟ میلیون ریال هزینه نیروی انسانی در بازه زمانی ۳ سال می‌باشد. فعالیت‌های مربوط به این اقدام و هزینه هر فعالیت در جدول زیر ارائه شده است. همچنین، شاخص ارزیابی این اقدام، وضعیت تدوین گزارشات اقتصادسنجی حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی کشور است.

پیش‌نیاز اقدام: جمع‌آوری اطلاعات آماری مناسب از شکل بازار فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی - ایجاد سامانه آگاهی‌بخشی به مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای در حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی

جدول (ب-۲۴): بودجه‌بندی و زمانبندی فعالیت‌های مربوط به اقدام غیرفنی ۲۴

ردیف	فعالیت	تعداد در سال	زمان (ماه)	هزینه سالانه (میلیون ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	نیازسنجی به منظور تعیین مطالعات اقتصادسنجی مورد نیاز	۱	۳۶		
۲	تشکیل تیم اجرای طرح اقتصادسنجی و انجام فعالیت‌های آغازین	۲	۳۶		
۳	تهیه طرح‌های اقتصادسنجی	۲	۳۶		
	مجموع	۲	۳۶		

## پیوست ۳: معرفی اجمالی نهادهای مرتبط با نگاشت نهادی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص

## وزارت نیرو

وزارت نیرو یکی از مهمترین وزارتخانه‌های اقتصادی دولت محسوب می‌شود. میزان اعتبارات سالیانه این وزارتخانه به طور طبیعی چند برابر برخی از وزارتخانه‌ها است. اهمیت تامین و توزیع آب و برق با کیفیت مطلوب که از حیاتی‌ترین نیازهای جامعه است، مهمترین هدف این وزارتخانه محسوب می‌شود. اما می‌توان مهم‌ترین اهداف وزارت نیرو را به شرح زیر در چند محور ذکر کرد:

- حفاظت، نگهداری، بهره‌برداری و بهبود کمی و کیفی منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی.
  - رضایت و اقناع مردم با تامین، تصفیه و توزیع مناسب آب بهداشتی سالم و دائمی برای انواع مصارف.
  - بالابردن بهداشت محیط شهرها و روستاها با طراحی و اجرای شبکه‌های جمع‌آوری و تصفیه‌خانه‌های فاضلاب.
  - تامین نیازهای انرژی با کیفیت مطلوب و تمام وقت برای انواع مصارف شهروندان
  - دیدگاه بلند مدت (دورنگر) به صیانت از منابع آب و انرژی و انتقال آن به نسل‌های آینده
- وظایف و مأموریت‌های این وزارتخانه در بخش برق شامل موارد زیر می‌باشد:
- سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی، اجرا و توسعه طرح‌های تولید، انتقال و توزیع انرژی برق در شهرها و روستاهای سراسر کشور
  - بررسی و تدوین پیشنهادهای لازم در زمینه راهبردها، سیاست‌ها، برنامه‌ها، قوانین و آیین‌نامه‌های صنعت برق و تعرفه‌های بهای مصرف و اشتراک برق به طور سالیانه جهت ارائه به دولت و مجلس و اجرای آن‌ها
  - برنامه‌ریزی جهت انجام طرح‌های تحقیقاتی و پژوهشی مرتبط با فعالیت شرکت و هماهنگی و برنامه‌ریزی آموزشی به منظور ارتقاء سطح علمی کارکنان صنعت برق کشور
  - جذب سرمایه‌های داخلی و خارجی و ایجاد زمینه‌های لازم برای مشارکت بخش خصوصی در اجرای طرح‌های تولید و انتقال برق در سراسر کشور
  - عضویت در کمیته و کنوانسیون‌های جهانی انرژی و کسب و تبادل اطلاعات لازم به منظور استاندارد کردن و ارتقاء فعالیت‌های صنعت برق کشور
  - هدفمند کردن میزان مصرف برق و یارانه‌ها برابر استانداردهای جهانی

- سیاست‌گذاری، نظارت و هماهنگی بین شرکت‌های زیرمجموعه به منظور اجرای به موقع طرح‌های برق در راستای پیشبرد اهداف کلان صنعت برق کشور

#### ✚ معاونت برق و انرژی (وزارت نیرو)

#### وظایف حاکمیتی بخش انرژی:

- سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی در زمینه صیانت و بهره‌برداری بهینه از منابع انرژی کشور
- برنامه‌ریزی کلان انرژی کشور به منظور حصول اطمینان از تأمین و عرضه انرژی مورد نیاز بخش‌های گوناگون
- سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی برای شناسایی و در اختیار گرفتن انرژی‌های دست نیافته (انرژی‌های نو) و حمایت و ترویج کاربرد آن
- نظارت بر نحوه استفاده از انواع انرژی به منظور رعایت رفاه مردم و حفظ منابع انرژی کشور
- تعیین الگوی مصرف انواع انرژی با رعایت مصالح کشور و حفظ حقوق مردم
- سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی به منظور مدیریت مصرف انرژی
- تدوین استانداردها و مقررات لازم برای تولید، مصرف و تبدیل انرژی در کلیه بخش‌های اقتصادی و اجتماعی
- حمایت از توسعه تحقیقات کاربردی، فناوری و منابع انسانی در بخش انرژی
- تولید آمار و اطلاعات پایه بخش انرژی و تسهیل دسترسی به آن‌ها
- برنامه‌ریزی برای اصلاح ساختار مصرف انرژی و اعطای تسهیلات مالی و فنی لازم در بخش انرژی
- حذف انحصار، ایجاد و توسعه رقابت و حمایت از بخش غیردولتی برای مشارکت در فعالیت‌های بخش انرژی با هدف افزایش کارایی و حفظ حقوق مردم
- تهیه، تدوین و پیشنهاد قوانین مرتبط با بخش انرژی
- تعیین نرخ انواع انرژی
- کاهش، شفاف‌سازی و هدفمند کردن یارانه
- ارزیابی رضایت مشترکین و سیاست‌های بهبود آن

### وظایف حاکمیتی بخش برق :

- سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی کلان و نظارت بر اجرای طرح‌های توسعه در حد حصول اطمینان از تامین برق مورد نیاز
- تصویب و ابلاغ استانداردها و دستورالعمل‌های لازم برای تنظیم اثرات خارجی صنعت و رعایت حقوق مشترکین و مصالح جامعه و نظارت بر اجرای آن‌ها در زمینه‌های فنی، زیست محیطی، ایمنی و ارائه خدمات به مشترکین
- کاهش، شفاف‌سازی و هدفمند کردن یارانه‌ها
- تصویب تعرفه‌های فروش برق
- تهیه و تصویب مقررات و آئین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های ناظر بر روابط شرکت‌های فعال در بازار برق و نظارت بر اجرای آن‌ها
- ایجاد و توسعه رقابت بر آن بخش از امور صنعت برق که امکان رقابت در آن‌ها وجود دارد
- تشویق و حمایت از سرمایه‌گذاری بخش غیردولتی در صنعت برق
- تسهیل دسترسی عمومی به آمار و اطلاعات صنعت برق
- نظارت بر اجرای قوانین و برنامه‌ریزی برای تحقق سیاست‌های مصوب کشور در رابطه با صنعت برق و تامین هزینه اجرای سیاست‌ها و طرح‌های غیراقتصادی از دید بنگاه برق
- حمایت از توسعه تحقیقات کاربردی، فناوری و منابع انسانی در صنعت برق
- ظرفیت‌سازی و حمایت از صنایع داخلی
- تهیه، تدوین و پیشنهاد قوانین و مقررات مرتبط
- ارزیابی رضایت مشترکین و سیاست‌های بهبود آن

✚ دفتر استانداردهای فنی، مهندسی، اجتماعی و زیست‌محیطی برق و انرژی (معاونت برق و انرژی وزارت نیرو)

در معاونت امور برق و انرژی وزارت نیرو، دفتری تحت عنوان دفتر استانداردهای فنی و مهندسی، اجتماعی و زیست‌محیطی برق و انرژی شکل گرفته است که با رویکرد حاکمیتی و با بهره‌گیری از دستاوردهای گذشته، به این مهم پردازد. بطور کلی

نتایج نهایی فعالیت‌های صنعت برق از طریق کارآمدی و اثربخشی کوتاه‌مدت، میان‌مدت و درازمدت آشکار می‌شود و جامعه

و مسئولین آن را از دو طریق درک می‌نمایند:

- تاثیرگذاری مثبت بر کیفیت زندگی مردم

- تاثیرگذاری مثبت بر توسعه پایدار ملی

برای دستیابی به این نتایج، امور برق و انرژی وزارت نیرو در موارد زیر بر صنعت برق و تعاملات آن نظارت عالییه داشته و

اعمال حاکمیت می‌نماید:

- حفاظت از حقوق متقابل مشتریان و بخش عرضه برق

- حفظ پایایی و امنیت سیستم قدرت کشور

- بهره‌وری بخش عرضه برق

- مدیریت تقاضای برق

- تعاملات صنعت برق با محیط‌زیست

- خوداتکایی علمی و فنی صنعت برق

- بازرگانی برق (بازرگانی داخلی و خارجی)

- توازن و پایداری اقتصادی صنعت برق

ابزار معاونت امور برق و انرژی وزارت نیرو برای نظارت عالییه و اعمال حاکمیت عبارتند از: سیاست‌گذاری‌ها، برنامه‌ریزی‌های

ملی، مقررات، استانداردها، ضوابط فنی، نقشه‌های راه فناوری، نظامنامه‌ها، آیین‌نامه‌ها، دستورالعمل‌ها، ایجاد شرایط مناسب

ملی و بین‌المللی.

دفتر استانداردهای فنی و مهندسی، اجتماعی و زیست‌محیطی برق و انرژی، به عنوان یک دفتر از معاونت امور برق و انرژی،

مسئولیت تدوین استانداردها و مقررات فنی، مدیریت ظرفیت‌سازی برای استقرار و تحقق و نیز نظارت بر اجرا و بهبود مداوم

آن‌ها را، در تمامی موارد هشت‌گانه فوق، با اثرگذاری مستقیم و یا با واسطه، بر عهده دارد.

ذکر این نکته ضروری است که دستیابی شهروندان، صنایع و سازمان‌ها به برق، الزاماً از طریق شبکه سراسری انجام

نمی‌پذیرد بلکه استفاده از شبکه‌ها و ظرفیت‌های محلی و خصوصی نیز می‌تواند کاربرد داشته باشد که در این زمینه‌ها نیز

استانداردها و مقررات فنی کاربرد گسترده‌ای دارند

معاونت برنامه‌ریزی و امور اقتصادی وزارت نیرو

وظایف حاکمیتی بخش برنامه‌ریزی و امور اقتصادی :

- مطالعات و آینده‌نگری همه جانبه شرایط محیطی و جهانی صنعت آب و برق
- تدوین برنامه دوربرد و راهبردی وزارت نیرو
- تلفیق برنامه‌های کوتاه‌مدت و میان‌مدت بخش‌های مختلف صنعت آب و برق
- تلفیق، تدوین و ارائه لایحه بودجه وزارت نیرو
- نظارت دقیق، مستمر و مؤثر بر اجرای برنامه
- تهیه و تدوین گزارش عملکرد برنامه
- تدوین سیاست‌های تشویقی و حمایت از بخش خصوصی و سرمایه‌گذاری غیردولتی و خارجی
- برنامه‌ریزی جهت اجرای اصل ۴۴ قانون اساسی و خصوصی‌سازی صنعت
- مطالعات و بررسی ظرفیت‌های داخلی صنعت آب و برق
- تدوین سیاست‌های توسعه کارآفرینی در وزارت نیرو
- انجام امور مربوطه به دبیرخانه مجامع عمومی شرکت‌های تابعه
- نظارت بر قراردادهای مرتبط با صنعت آب و برق
- مطالعات و بررسی اقتصاد کلان صنعت آب و برق
- مطالعات و بررسی بازار بین‌المللی مرتبط با وزارت نیرو
- تنظیم سیاست‌ها و روابط اقتصاد خارجی وزارت نیرو
- تدوین سیاست‌های تشویقی و حمایتی از صادرکنندگان مرتبط با صنعت آب و برق
- تدوین سیاست‌های راهبری بازار آب و برق
- تنظیم مقررات مربوط به بازار آب و برق
- تدوین و استقرار سیاست‌های توسعه رقابت در بازارهای آب و برق

معاونت امور تحقیقات و منابع انسانی



وظایف حاکمیتی بخش تحقیقات و منابع انسانی:

- برنامه‌ریزی جامع منابع انسانی صنعت آب و برق
- تدوین سیاست‌ها و راهبری منابع انسانی
- مطالعه و بررسی و تنظیم سیاست‌های افزایش انگیزش و کارآمدی منابع انسانی
- بررسی و تدوین راهکارهای استقرار ارزش‌های انسانی در سازمان
- مطالعات، برنامه‌ریزی و ساماندهی امر مدیریت و ارائه الگوی مناسب مدیریتی
- راهبری تحول اداری صنعت آب و برق و ارتقاء سلامت اداری
- مطالعات، تدوین، اصلاح و استقرار ساختار سازمانی، سیستم‌ها و روش‌های کارآمد در وزارت نیرو
- تدوین و ارائه طرح‌های ارتقاء کیفیت و بهبود بهره‌وری صنعت آب و برق
- تدوین سیاست‌های آموزش و تحقیقات صنعت آب و برق
- ساماندهی ارتباطات با مراکز آموزشی و پژوهشی درون و برون صنعت آب و برق
- تدوین سیاست‌ها و استراتژی توسعه فناوری
- تدوین و استقرار نظام راهبری و توسعه آموزش
- راهبری برنامه‌های آموزش‌های تخصصی مورد نیاز صنعت
- هدایت هیات‌های امانت مراکز آموزشی و پژوهشی صنعت آب و برق
- مطالعه و بررسی مستمر فناوری‌های نوین اطلاعاتی مورد نیاز صنعت
- تدوین نظام ارتباطات بهنگام در صنعت آب و برق
- تدوین و استقرار نظام آماری و اطلاعاتی در وزارت نیرو
- مدیریت و راهبری اطلاعات علمی، اسناد و کتابخانه
- ایجاد بانک اطلاعاتی صنعت و بروزرسانی آن
- مطالعه و ارائه سیستم‌های مکانیزه جهت ارائه خدمات به مشترکین صنعت آب و برق

ماموریت اصلی این دفتر، توسعه آموزش، تحقیقات و فناوری در صنعت آب و برق بوده و اهم برنامه‌ها و وظایف مرتبط با این ماموریت عبارت است از

- سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی آموزش، تحقیقات و فناوری
- تسهیل و بهینه‌سازی فرآیند انجام آموزش، تحقیقات و فناوری
- تعمیق و توسعه فعالیت‌های آموزش، تحقیقات و فناوری
- بررسی و تحلیل نیازهای آموزش، تحقیقات و فناوری
- تسهیل و تنظیم تعاملات آموزش، تحقیقات و فناوری
- پایش، ارزیابی و تحلیل وضعیت آموزش، تحقیقات و فناوری

#### توانیر

موضوع فعالیت شرکت توانیر: مدیریت سهام و سرمایه‌های شرکت در صنعت برق، انجام هرگونه فعالیت در راستای تأمین برق مطمئن و اقتصادی برای کلیه مصارف خانگی، عمومی، صنعتی، کشاورزی، تجاری و غیره اعم از سرمایه‌گذاری، مدیریت و نظارت بر ایجاد و بهره‌برداری از تأسیسات و انجام کلیه معاملات مربوط به برق که برای تحقق اهداف شرکت لازم می‌باشد از طریق شرکت‌های زیرمجموعه و یا در صورت لزوم با تصویب مجمع عمومی توسط خود شرکت موارد زیر از جمله وظایف شرکت می‌باشد.

- بررسی و تدوین پیشنهادهای لازم در زمینه راهبردها و سیاست‌ها و برنامه‌های بلندمدت و میان مدت صنعت برق و ارایه آن به وزارت نیرو
- اجرای سیاست‌ها، برنامه‌ها و مصوبات وزارت نیرو
- تهیه طرح‌های لازم برای توسعه تأسیسات تولید، انتقال و توزیع برق و ارایه آن به وزارت نیرو جهت اخذ مجوز
- سرمایه‌گذاری در تأسیسات تولید و انتقال و توزیع صنعت برق
- اتخاذ تدابیر و راهکارهای لازم به منظور حصول اطمینان از اجرای صحیح و به‌موقع طرح‌های توسعه و بهینه‌سازی تأسیسات

- راهبری و پایش شبکه سراسری برق از طریق شرکت‌های زیرمجموعه و همچنین ایجاد سازوکارهای لازم برای توسعه رقابت در امر تولید، خرید و فروش برق از جمله ایجاد سیستم‌ها و انجام عملیات بازار و بورس برق
- تدوین و پیشنهاد تعرفه‌های برق به وزارت نیرو
- خرید و فروش عمده برق در داخل و خارج کشور از طریق شرکت‌های زیرمجموعه
- اخذ هرگونه وام و تسهیلات مالی از منابع داخلی و خارجی، عرضه اوراق قرضه و مشارکت داخلی و پیش فروش انشعاب و انرژی برق و سایر روش‌های تأمین منابع مالی با اخذ مجوز از مراجع قانونی ذیربط
- مدیریت، توسعه و تأمین منابع مالی صنعت برق و استفاده بهینه از این منابع از طریق برقراری تسهیلات و گردش منابع مالی فی‌مابین شرکت و شرکت‌های زیرمجموعه
- انجام عملیات لازم به منظور نظارت در نحوه استفاده از انرژی برق به نمایندگی از طرف وزارت نیرو و همچنین ترویج فرهنگ مدیریت مصرف به منظور بهینه‌سازی مصرف و کاهش مصارف غیرضروری
- بررسی، مطالعه و سایر اقدامات لازم برای توسعه فناوری، انتقال دانش فنی و اطلاع‌رسانی تأمین کالا و ساخت تجهیزات موردنیاز صنعت برق کشور
- حمایت از توسعه فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی در زمینه‌های تخصصی مرتبط با صنعت برق و پشتیبانی از برنامه‌های تربیت متخصصان موردنیاز صنعت برق کشور.
- حمایت از تحقیقات و فعالیت‌های علمی و توسعه منابع انسانی و سایر عوامل موثر در بهبود مدیریت و بهره‌وری صنعت برق کشور
- مدیریت و هماهنگی تجاری، فنی و برنامه‌ای بین شرکت‌های زیرمجموعه و هدایت و هماهنگی آن‌ها در جهت سیاست‌های تعیین شده از طرف وزارت نیرو و دولت
- نظارت بر امور مدیریت و نظام مالی شرکت‌های زیرمجموعه و انجام بازرسی و حسابرسی‌های لازم
- تدوین مقررات و استانداردها و دستورالعمل‌های لازم برای حسن اجرای امور و استفاده بهینه از امکانات و تأسیسات صنعت برق و ارایه آن‌ها به وزارت نیرو و همچنین انجام عملیات لازم به منظور نظارت بر اجرای آن‌ها به نمایندگی وزارت نیرو
- پیشنهاد و پیگیری درخواست‌های عمومی صنعت برق از دولت

- انجام هرگونه عملیات مالی، معاملات، سرمایه‌گذاری، تشکیل شرکت، مشارکت در مؤسسات و شرکت‌های دیگر که مرتبط با موضوع شرکت باشد، با رعایت مقررات مربوط
- مبادرت به هرگونه فعالیت که با هدف شرکت مرتبط باشد

#### دستر امور تحقیقات برق (توانیر)

#### شرح وظایف دفتر امور تحقیقات برق :

- حمایت، هدایت، راهبری مؤسسات و مراکز علمی و پژوهشی به منظور انجام تحقیقات و پژوهش‌های کاربردی در صنعت برق
- کمک به توسعه و رشد مراکز تحقیقاتی
- ترغیب مؤسسات و مراکز علمی به تدوین طرح‌ها و پژوهش‌های کاربردی
- تدوین نظام‌های اصلاح و بهبود فرایندها
- سیاست‌گذاری در بخش تحقیقات شرکت‌های زیرمجموعه
- ارتقاء دانش مدیریت تحقیق و توسعه در شرکت‌های زیرمجموعه
- استقرار طرح‌ها و پروژه‌های تحقیقاتی کاربردی انجام شده در شرکت‌های زیرمجموعه
- تدوین شاخص‌ها و معیارهای تحقیقات در زمینه مختلف (ارزیابی، کنترل و استاندارد)
- نظارت عالی و راهبردی بر شرکت‌های زیرمجموعه
- تعامل با دستگاه‌ها و سازمان‌ها برای پیشبرد امور تحقیقات
- شناسایی پتانسیل‌ها و ظرفیت‌های ارتقاء و بهبود فرایندهای پژوهش و تحقیقاتی در شرکت‌های موفق داخلی و خارجی (benchmark)
- تعامل با مرکز پژوهش ملی و بین‌المللی
- ظرفیت‌سازی در شرکت‌ها برای مدیریت برانجام تحقیقات کاربردی (پیشنهاد تقویت ساختار - توانمندسازی کارکنان و ...)
- توسعه و گسترش تبادلات علمی و تحقیقاتی ملی و بین‌المللی در صنعت برق

- توسعه و بکارگیری سرمایه انسانی کارآمد و دانشگرا در بخش تحقیقات صنعت برق
- تطبیق سیاست‌های صنعت برق با نیازهای آن
- ارزیابی نظام‌ها و فعالیت‌های تحقیقاتی و استاندارد به منظور اصلاح و بهبود فرآیندها
- ظرفیت‌سازی در ستاد و شرکت‌های زیرمجموعه به منظور استقرار مطلوب نظام‌ها (ایجاد دانش، مهارت، شرایط و قابلیت‌های مورد نیاز)
- مطالعات در زمینه تجارب گذشته و تحلیل وضع موجود جهت تنظیم فعالیت‌های آینده پژوهشی
- استقرار نظام یادگیری

#### صندوق غیر دولتی پژوهش و فناوری صنعت برق

این صندوق در تاریخ ۱۳۸۳/۱۱/۴ بر اساس مجوز ماده ۱۰۰ قانون برنامه سوم توسعه به صورت موسسه غیر تجاری تاسیس و تحت شماره ۱۷۷۱۳ به ثبت رسیده است. سرمایه صندوق توسط واحدهای فعال در زمینه‌های مختلف صنعت برق بشرح زیر تامین شده است:

- شرکت مادر تخصصی مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران (توانیر)
- شرکت مادر تخصصی مدیریت تهیه و ساخت کالای آب و برق (ساتکاب)
- شرکت مدیریت پروژه‌های نیروگاهی ایران (مپنا)
- شرکت سرمایه‌گذاری صنایع برق و آب (صبا)
- شرکت ایران ترانسفو

#### هدف از تشکیل:

هدف صندوق عبارتست از حمایت از فعالیت‌های محققین و طرح‌های تحقیقاتی بخش غیردولتی صنعت برق به منظور دسترسی به موارد زیر:

- تولید و توسعه دانش فنی
- ارتقاء سطح فناوری
- جذب، انتقال و بومی‌سازی فناوری‌های نوین جهان

#### انواع حمایت‌ها:

- اعطای تسهیلات اعتباری (بصورت عقود اسلامی) جهت اجرای طرح‌های تحقیقاتی
- اعطایبیارانه سود برای طرح‌های تحقیقاتی که از سایر منابع مالی و اعتباری کشور تسهیلات دریافت داشته‌اند
- صدور ضمانتنامه و تضمین برای بازپرداخت تسهیلات دریافتی طرح‌های تحقیقاتی از سایر منابع مالی و اعتباری کشور

- مشارکت، سرمایه‌گذاری و تامین سرمایه خطرپذیر به منظور اجرای طرح‌های تحقیقاتی

#### شروط کلی:

- برخورداری از حمایت‌های صندوق مشروط به رعایت اولویت‌های بخش برق کشور و احراز صلاحیت‌های لازم از جمله اثبات توجیه‌پذیری طرح و توانایی مجریان می‌باشد.

#### اولویت‌های اصلی در پذیرش طرح‌ها:

- طرح‌های پژوهشی کاربردی
- طرح‌های تدوین دانش فنی
- طرح‌های تولید نمونه آزمایشگاهی
- طرح‌های تولید نمونه نیمه صنعتی
- طرح‌های پژوهشی توسعه ای
- توسعه و بومی‌سازی فناوری‌های نوین

#### سندیکای صنعت برق

سندیکای صنعت برق ایران یک نهاد صنفی، متشکل از ۴۷۰ شرکت سازنده تجهیزات، پیمانکار و مشاور صنعت برق است که در راستای دفاع از منافع مشروع اعضای خود و بر اساس نقش و جایگاه تشکل‌های صنفی در سند چشم‌انداز ۲۰ ساله کشور، افزایش اثربخشی سرمایه‌گذاری‌های انجام شده در صنعت برق از طریق ساماندهی بخش خصوصی و تعمیق مشارکت و شکل‌دهی به سرمایه اجتماعی در میان خانواده صنعت برق ایران را دنبال می‌کند.

#### اهداف سندیکا:

اهداف سندیکای صنعت برق ایران بطور کلی به چهار بخش نمایندگی از اعضا، تمهید مشارکت اعضا، ارائه خدمات به اعضا و تنظیم و توسعه صنعت برق کشور تقسیم‌بندی می‌شود. اهم اهداف سندیکا عبارتند از:

- دفاع از حقوق و حمایت از منافع اعضا
- پیگیری رشد و توسعه منظم و همه جانبه صنعت برق کشور، به ویژه با تأکید بر اجرای ابلاغیه اصل ۴۴ قانون اساسی
- مشارکت و همفکری با مراکز تصمیم‌گیری دولت در تدوین آیین‌نامه‌ها و مقررات مرتبط با صنعت برق
- حمایت از ساخت داخل و تکنولوژی ملی با تأکید ویژه بر هم‌افزایی ظرفیت‌های موجود
- ساماندهی فعالیت اعضا در راستای بهبود کیفیت تولید و خدمات
- ایجاد فرصت‌ها و ظرفیت‌های جدید اقتصادی و تجاری در حوزه صنعت برق کشور
- گسترش رایزنی و مذاکره با مراکز تصمیم‌سازی کشور به منظور ایفای نقش موثر در فرآیند سیاست‌گذاری عمومی صنعت برق ایران و پایش تصمیمات در این زمینه
- تقویت بنیه صادراتی صنعت برق، به نحوی که دسترسی شرکت‌های بزرگتر به بازارهای خارجی افزایش یافته و زمینه کسب و کار داخلی برای شرکت‌های کوچکتر توسعه یابد
- تلاش برای حذف انحصار و شکل‌گیری شرایط متوازن و رقابتی در حوزه صنعت برق
- تلاش در جهت گشودن افق‌های تازه کارآفرینی همچون بهینه‌سازی، کاهش تلفات، برق هوشمند و توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر
- ترویج ارتباط نزدیک‌تر میان اعضا و گسترش تفاهم، درون خانواده صنعت برق
- ایجاد ظرفیت‌های آموزشی برای رشد و به روز نگه‌داشتن توانایی‌ها، تخصص‌ها و ظرفیت‌های علمی و فنی اعضا
- تلاش در ایجاد وفاق و حفظ منافع مشترک به منظور حضور توانمند و متحد در بازارهای منطقه
- اطلاع‌رسانی و آموزش قوانین، بخشنامه‌ها و تغییرات مرتبط با صنعت برق برای اعضا

پژوهشگاه نیرو به منظور تحقق بخشی از وظایف پژوهشی وزارت نیرو و نیز ارتقاء کیفی امور آن وزارتخانه، تاسیس گردید. پژوهشگاه نیرو سازمانی دولتی است که مسئولیت راهبری تحقیقات وابسته به صنعت برق و انرژی ایران را برعهده دارد. پژوهشگاه نیرو در سال ۱۳۷۶ با اخذ مجوز سه پژوهشکده "برق"، "تولیدنیرو" و "انتقال و توزیع نیرو" از شورای گسترش آموزش عالی به طور رسمی کار خود را آغاز و در سال ۱۳۷۷ با اخذ دو مجوز جدید پژوهشکده‌های "انرژی و محیط زیست" و "کنترل و مدیریت شبکه" را نیز به مجموعه خود افزود و در ادامه با ایجاد "مراکز شیمی و مواد"، توسعه فناوری توربین‌های بادی و "آزمایشگاه‌های مرجع" فعالیت‌های خویش را توسعه بخشید.

با توجه به نقش زیربنایی صنعت برق در رشد و توسعه اقتصادی و اجتماعی کشور، پژوهشگاه نیرو با انجام پروژه‌های بنیادی، کاربردی و توسعه‌ای به منظور پاسخگویی بهتر و بیشتر به نیازهای صنعت برق و رفع مشکلات آن و دستیابی به فناوری‌های نوین اقدام به تعریف پروژه برنامه استراتژیک خود همراستا با خواسته‌ها و برنامه‌های استراتژیک وزارت نیرو و برنامه توسعه پنجم کشور نموده و در سال ۱۳۸۷ پس از تبیین بیانیه‌های ماموریت، چشم‌انداز و ارزش‌های سازمانی با تحلیل محیط داخل و خارج و همچنین مطالعات تطبیقی در عرصه بین‌المللی استراتژی‌ها و اهداف پژوهشگاه را تدوین و در سال ۱۳۸۹ با استفاده از متدولوژی کارت امتیازی متوازن (BSC) با اجرای برنامه‌ها و دستیابی به اهداف کمی راه رسیدن به چشم‌انداز را هموار نموده است.

فلسفه وجودی ماموریت پژوهشگاه نیرو شامل ارتقاء فناوری، توسعه پژوهش و نوآوری جهت افزایش توانمندی، رقابت‌پذیری و بهره‌وری صنعت برق و انرژی کشور است.

محصولات و خدمات این ماموریت تکمیل چرخه مدیریت نوآوری و فناوری صنعت برق و انرژی از طریق موارد زیر است.

- انجام تحقیقات توسعه‌ای و کاربردی و بنیادی در حوزه صنعت برق و انرژی
- اجرای مطالعات و تحقیقات راهبردی، کلان، بلندمدت و با ریسک بالای صنعت برق و انرژی
- مدیریت تحقیقات کاربردی و توسعه‌ای صنعت برق و انرژی
- آینده‌نگاری، سیاست‌پژوهی و برنامه‌ریزی فناوری‌های نوین در عرصه صنعت برق و انرژی
- اکتساب فناوری‌های نوین در عرصه صنعت برق و انرژی
- تجاری‌سازی نتایج تحقیقات و بکارگیری در صنعت برق و انرژی
- تهیه استانداردها و ارائه خدمات آزمایشگاهی و ارزیابی کیفیت تجهیزات و سیستم‌های صنعت برق و انرژی



- طراحی و توسعه زیرساخت‌های موردنیاز جهت ایجاد مراکز و شرکت‌های نوآور در حوزه صنعت برق و انرژی
  - ایجاد و توسعه شبکه فناوری میان دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی و قطب‌های علمی پژوهشی داخل و خارج کشور
- در حوزه صنعت برق و انرژی

#### ✚ مرکز توسعه فناوری صنعت برق و انرژی (پژوهشگاه نیرو):

از جمله اهداف و مأموریت‌های مرکز توسعه فناوری صنعت برق و انرژی، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- رفع مشکلات و نیازهای فنی صنعت برق کشور از طریق جذب، پذیرش و حمایت از شرکت‌های فناور مستعد
- فراهم نمودن زمینه ارتقاء کمی و کیفی آن‌ها در جهت تکمیل چرخه توسعه فناوری آن‌ها
- حاکمیت دیدگاه کاربردی، تفکر تجاری‌سازی و حرکت نتیجه محور در فعالیت‌های علمی و پژوهشی
- استقرار چهارچوب‌های مدیریتی و اقتصادی در پروژه‌ها و طرح‌های فنی
- استفاده از پتانسیل صنعت برق و انرژی کشور در بخش‌های دولتی و خصوصی، به ویژه پژوهشگاه نیرو
- روان‌سازی مقررات و تسهیل فرآیندهای کاری و مدیریتی مربوط
- ایجاد و راهبری شبکه ملی مراکز رشد مرتبط با حوزه برق و انرژی
- هموار نمودن مسیر توسعه کسب و کار بین‌المللی
- کمک به راه‌اندازی و مدیریت صندوق‌های حمایت مالی ریسک‌پذیری

#### ✚ معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری

معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری در ۱۵ بهمن سال ۱۳۸۵ به دستور ریاست جمهوری وقت و با استناد به اصل ۱۲۴ قانون اساسی تشکیل گردید. معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری زیر نظر رئیس‌جمهور قرار دارد و به منظور هماهنگی و هم‌افزایی امور علمی و فناوری در کل کشور تشکیل شده است که از وزارتخانه‌ها و سایر دستگاه‌های اجرایی کشور مجزا می‌باشد و از ۵ معاونت تشکیل شده که عبارتند از: معاونت سیاست‌گذاری و ارزیابی راهبردی، معاونت توسعه فناوری، معاونت نوآوری و تجاری‌سازی، معاونت امور بین‌الملل و تبادل فناوری و معاونت توسعه مدیریت و منابع. دفتر

سیاست‌گذاری معاونت سیاست‌گذاری و ارزیابی راهبردی نقش سیاست‌گذار را بر عهده دارد. اهداف معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری عبارتند از:

- ارتقای اقتدار ملی، تولید ثروت و افزایش کیفیت زندگی مردم از طریق افزایش توانمندی‌های فناوری و نوآوری در کشور

- ارتقای «نظام ملی نوآوری» و تکمیل مؤلفه‌ها و حلقه‌های آن

- توسعه «اقتصاد دانش‌بنیان» از طریق هماهنگی و هم‌افزایی بین‌بخشی و بین‌دستگاهی

- ارتقای ارتباط «دانش» با «صنعت» و «جامعه» و تسهیل تبادلات بین بخش‌های عرضه و تقاضای فناوری و نوآوری

- تجاری‌سازی دستاوردهای فناوری و نوآوری و توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان

- توسعه فناوری‌های راهبردی و اولویت‌دار ملی مطرح در نقشه جامع علمی کشور

- اعتلای ارتباطات بین‌المللی علمی، فناوری و نوآوری و توسعه دیپلماسی علمی و فناوری

وظایف اساسی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری عبارتند از:

- سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی تأمین منابع مالی در نظام علم، فناوری و نوآوری کشور

- هدف‌مندی، هدایت و توسعه پژوهش‌های کاربردی، تقاضا محور و مأموریت‌گرا و کمک به تجاری‌سازی نتایج آن‌ها

- توسعه دیپلماسی علم و فناوری و ارتباطات بین‌المللی و توسعه سرمایه‌گذاری خارجی در طرح‌های دانش‌بنیان، هدایت سرمایه‌های انسانی و مالی ایرانیان خارج از کشور و توسعه شبکه‌های بین‌المللی علم و فناوری به ویژه در جهان اسلام با هماهنگی و همکاری دستگاه‌های ذیربط

- توسعه ساز و کارهای سرمایه‌گذاری خطرپذیر و تأمین مالی لازم در اقتصاد دانش‌بنیان

- تحریک تقاضا، بازارسازی و تضمین بازار برای تولیدات داخلی و بازاریابی و صادرات کالاها و خدمات دانش‌بنیان

- رصد فرصت‌های بین‌المللی به منظور توسعه فناوری به ویژه شناسایی و کسب فناوری‌های نوظهور با هماهنگی و همکاری دستگاه‌های ذیربط

- انجام اقدامات لازم جهت توسعه اولویت‌های علم و فناوری نقشه جامع علمی کشور

### مرکز همکاری‌های فناوری و نوآوری ریاست جمهوری

معاونت پژوهش و برنامه‌ریزی دفتر همکاری‌های فناوری ریاست جمهوری در سال ۱۳۷۷ جهت پاسخگویی به نیازهای دفتر در شش بخش پژوهش، برنامه‌ریزی و نظارت، حقوقی و قراردادهای، ارزیابی تکنولوژی، اطلاع‌رسانی داخلی و آموزش کارکنان ایجاد گردید. وظایف و برنامه‌های این معاونت در بخش‌های مختلف به شرح زیر می‌باشد:

- پژوهش: مطالعه در زمینه سیاست‌ها و برنامه‌های توسعه کشورهای موفق، مطالعه و پژوهش در زمینه عوامل مؤثر در توسعه و پیشرفت کشور، کمک به فرهنگ‌سازی در عرصه تکنولوژی، مطالعه و پژوهش در مبنای تکنولوژی، تدوین مفاهیم و روش‌های مناسب انتقال تکنولوژی، مطالعه وضع موجود تکنولوژی‌های کشور، پیش‌بینی روند توسعه تکنولوژی‌های داخل کشور و سایر کشورها، بالاخص در زمینه تکنولوژی‌های مورد نیاز کشور، کمک به تشکیل و راه‌اندازی کانون‌های تحلیلی‌گری و ایجاد ارتباط با مجموعه‌های فکری موجود در داخل و خارج از کشور، ایجاد ارتباط بین محققین و تحلیلگران در عرصه تکنولوژی

- ارزیابی تکنولوژی: بکارگیری ابزارهای مدیریت تکنولوژی و روش‌های مهندسی صنایع جهت بررسی و ارزیابی طرح‌های تکنولوژیکی و تکنولوژی‌های منتخب از نظر میزان تناسب با نیازهای مشخص شده، ارزیابی میزان موفقیت در جذب تکنولوژی‌ها و رسیدن به اهداف تکنولوژیکی و مطالعه امکان‌سنجی

### فنی - اقتصادی پروژه‌ها

### وظایف و فعالیت‌های دفتر همکاری‌های فناوری ریاست جمهوری

- تسهیل و کمک به انجام پروژه‌های مشترک با شرکت‌های معتبر خارجی
- ارتباط با ایرانیان مقیم خارج از کشور و تبادل اطلاعات در زمینه فناوری‌های نوین

### پارک‌های علم و فناوری

یک "پارک علمی" سازمانی است که بوسیله متخصصین حرفه‌ای مدیریت می‌شود و هدف اصلی آن افزایش ثروت در جامعه از طریق ارتقاء فرهنگ نوآوری و رقابت در میان شرکت‌های حاضر در پارک و مؤسسه‌های متکی بر علم و دانش است. اهداف پارک‌های علم و فناوری در ذیل تشریح شده است.

- گسترش و تقویت روح پژوهش و تفکر علمی در جامعه

- تلاش منظم و مستمر به منظور رویارویی با نیازهای حال و آینده
- کمک به توسعه هماهنگ بخش‌های مختلف از جمله دانشگاه‌ها و صنایع از طریق برقراری ارتباط سازمان یافته
- رشد و پرورش خلاقیت‌ها و ایجاد روحیه کارآفرینی در فارغ‌التحصیلان
- زمینه‌سازی مناسب جهت تجاری نمودن تحقیقات

#### وظایف پارک‌های علم و فناوری

- سازماندهی امکانات تحقیق و توسعه برای ایجاد پیوند بین منابع و مهارت‌های دانشگاه‌ها و مراکز علمی و فناوری و صنعتی

- جهت دادن مؤثر جامعه علمی کشور به سوی تحقیق در رشته‌های مورد نیاز
- برنامه‌ریزی و ایجاد زمینه مناسب به منظور کاربردی و تجاری کردن نتایج تحقیقات
- ایجاد فضای مناسب علمی و پژوهشی برای جذب دانشمندان و متخصصان داخل و خارج از کشور
- ارتقاء دانش فنی متخصصین برای بروز خلاقیت‌ها و نوآوری‌ها در زمینه فناوری

- دستیابی به آخرین اطلاعات و دانش فنی مورد نیاز به منظور کسب و ایجاد فناوری برتر به منظور رقابت در جامعه جهانی

- اشاعه فرهنگ و سازماندهی فعالیت‌های جمعی تحقیقاتی و فناوری و استفاده از امکانات پارک‌ها
- ایجاد بستر مناسب برای فعالیت واحدها و مؤسسه‌های علمی و فناوری غیردولتی و دولتی در پارک

#### صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور

- هدف از تأسیس صندوق، شکوفایی امور تحقیقاتی در راستای تولید علم، فناوری و تجاری‌سازی و بهره‌مندشدن مردم از نتایج آن‌ها، از طریق ارائه کمک‌ها و خدمات حمایتی و مادی و معنوی به پژوهشگران و فناوران حوزوی و دانشگاهی ایرانی اعم از حقیقی و حقوقی می‌باشد.

- در صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور پروژه‌های تحقیقاتی مورد حمایت قرار می‌گیرند که بر اساس نیازها و مزیت‌های کشور توصیف شده باشند. انواع حمایت‌های مادی و معنوی از پژوهشگران و فناوران به صورت زیر می‌باشد:

- کمک به اجرای طرح‌های تحقیقاتی

- حمایت از دوره‌های پسادکترا
- حمایت از طرح‌های تحقیق و توسعه
- اعطای کرسی پژوهشی
- کمک به ثبت بین‌المللی اختراعات
- حمایت از ایجاد و توسعه زیرساخت‌های پژوهشی
- ثبت ایده‌ها و طرح‌ها (برخورداری صاحبان ایده‌ها و طرح‌ها از منافع حقوقی آن‌ها)
- گرنت
- کمک برای به ثمر رساندن نوآوری‌ها و خلاقیت‌های منجر به تولید
- و دیگر فعالیت‌های حمایتی

#### 🚩 صندوق مالی توسعه تکنولوژی ایران

صندوق مالی توسعه تکنولوژی ایران در سال ۱۳۷۴ از تغییر نام صندوق مالی حمایت از محققین و مخترعین شکل گرفت. هدف اصلی صندوق عبارت است از تأمین منابع مالی مورد نیاز طرح‌های مبتنی بر دانش و فناوری و کارآفرینان فناور، محققین و مخترعین نوآور (اعم از حقیقی و حقوقی) به منظور نیل به خودکفایی و استقلال اقتصادی کشور و رهایی از وابستگی و توسعه بازار داخلی و خارجی خدمات و محصولات مبتنی بر دانش و فناوری کشور. اولویت‌های صندوق در حوزه‌های زیر می‌باشد:

- بیوتکنولوژی
- صنایع پایین‌دستی پتروشیمی مبتنی بر فناوری
- مواد پیشرفته
- نانو تکنولوژی
- تجهیزات و سیستم‌های پیشرفته الکترونیکی و مخابراتی
- تجهیزات پیشرفته پزشکی
- صنایع شیمیایی و فرایندی پیشرفته

وزارت علوم تحقیقات و فناوری

حدود اختیارات و مأموریت‌های وزارت علوم، تحقیقات و فناوری به صورت ذیل می‌باشد:

- در زمینه انسجام امور اجرایی و سیاست‌گذاری نظام علمی و امور تحقیقات و فناوری

- شناسایی مزیت‌های نسبی، قابلیت‌ها، استعدادها و نیازهای پژوهش و فناوری کشور بر مبنای آینده‌نگری و آینده‌پژوهی و

معرفی آن به واحدهای تولیدی، تحقیقاتی، دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی و تحقیقاتی جهت بهره‌برداری

- بررسی اولویت‌های راهبردی تحقیقات و فناوری با همکاری یا پیشنهاد دستگاه‌های اجرایی ذیربط و پیشنهاد به شورای

عالی‌علوم، تحقیقات و فناوری

- حمایت از توسعه تحقیقات بنیادی و پژوهش‌های مرتبط با فناوری‌های نوین بر اساس اولویت‌ها

- برنامه‌ریزی برای تدارک منابع مالی و توسعه فناوری کشور و مشارکت در ایجاد، توسعه و تقویت فناوری ملی و حمایت

از توسعه فناوری‌های بومی

- اتخاذ تدابیر لازم به منظور افزایش کارایی و اثر بخشی تحقیقات کشور و توسعه تحقیقات کاربردی با همکاری

دستگاه‌های ذیربط.

- اتخاذ تدابیر و تهیه پیشنهادهای لازم درخصوص انتقال فناوری و دانش فنی و برنامه‌ریزی به منظور بومی کردن

فناوری‌های انتقال یافته به داخل کشور و ارائه آن‌ها به شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری

- ایجاد زمینه‌های مناسب برای عرضه فناوری در داخل و خارج کشور و حمایت از صدور فناوری‌های تولید شده در کشور و

کمک به ایجاد انجمن‌ها و شرکت‌های غیر دولتی علمی، تحقیقاتی و فناوری

- اتخاذ راهکارهای مناسب برای کمک به توسعه پژوهش و فناوری در بخش‌های غیر دولتی

- در زمینه اداره امور دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی تحت پوشش وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

- تعیین راهکارهای لازم و برنامه‌ریزی و حمایت از ایجاد و گسترش دانشگاه‌ها، موسسات آموزش عالی، مراکز تحقیقاتی

و فناوری و دیگر مراکز فعالیت‌های علمی - پژوهشی همانند شهرک‌های تحقیقاتی، آزمایشگاه‌های ملی، موزه‌های علوم و

فنون با استفاده از منابع دولتی و غیردولتی و مشارکت‌های مردمی متناسب با نیازها و ضرورت‌های کشور

- برنامه‌ریزی اجرایی، آموزشی و تحقیقاتی متناسب با نیازها و تحولات علمی و فنی در جهان

- نظارت بر فعالیت‌های دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی و تحقیقاتی کشور

در مجموع این وزارتخانه هم نقش نظارت بر دانشگاه‌های کشور را بر عهده دارد که وظیفه معاونت آموزشی این وزارتخانه می‌باشد و هم نقش سیاست‌گذاری نظام علمی و امور تحقیقات و فناوری را برعهده دارد که وظیفه مرکز برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری پژوهشی در معاونت پژوهش و فناوری این وزارتخانه است.

#### شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری (عتف)

بر اساس ماده ۹۹ قانون برنامه سوم توسعه فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی کشور، وزارت فرهنگ و آموزش عالی به وزارت علوم، تحقیقات و فناوری تغییر نام داده و مأموریت‌های جدی و جدیدی در حوزه پژوهش و فناوری به وزارت محول شده است. بر همین اساس قانون اهداف، وظایف و تشکیلات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در شهریورماه ۱۳۸۳ به تصویب مجلس شورای اسلامی رسیده است. بر اساس مواد ۳ و ۴ این قانون، تشکیل شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری با هدف ایجاد هماهنگی و یکپارچگی در سیاست‌گذاری کلان اجرایی در حوزه علوم، تحقیقات و فناوری پیش‌بینی شده است. شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری در جهت ارتقای کیفیت سیاست‌گذاری در زمینه‌های مختلف علوم، تحقیقات و فناوری و راهبری توسعه فناوری‌های دارای اولویت ملی، اقدام به تشکیل کمیسیون‌های دوازده‌گانه نموده است. از مهمترین وظایف این کمیسیون‌ها می‌توان به اولویت‌بندی و پیشنهاد اجرای طرح‌های اجرائی بلندمدت سرمایه‌گذاری کلان در بخش‌های آموزشی، پژوهشی و فناوری و همچنین بررسی و پیشنهاد منابع مالی مورد نیاز در حوزه‌های علوم، تحقیقات و فناوری اشاره کرد.

وظایف شورای عالی علوم تحقیقات و فناوری به شرح زیر می‌باشد:

- اولویت‌بندی و انتخاب طرح‌های اجرائی بلندمدت سرمایه‌گذاری کلان در بخش‌های آموزشی و پژوهشی و فناوری
- بررسی و پیشنهاد منابع مالی مورد نیاز در حوزه‌های علوم، تحقیقات و فناوری
- ارائه گزارش به مجلس شورای اسلامی: مجلس شورای اسلامی در بند ۲۶ قانون بودجه سال ۱۳۸۸، کلیه دستگاه‌های اجرایی را مکلف به گزارشدهی از عملکرد بودجه‌های پژوهشی خود نموده و وزارت علوم، تحقیقات و فناوری نیز موظف است گزارشات مزبور را جمع‌بندی و به شکل جامعی به مجلس ارائه نماید.

در واقع با توجه به بند اول وظایف این شورا، می‌توان این شورا را جزء سیاست‌گذاران پژوهشی کشور قلمداد نمود.

#### مجمع تشخیص مصلحت نظام

در سال ۱۳۶۸ و در جریان بازنگری قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، این مجمع رسماً به صورت یکی از نهادهای رسمی کشور درآمد و وظیفه اصلی آن حل اختلاف بینمجلس شورای اسلامی و شورای نگهبان است. وظایف مجمع تشخیص مصلحت نظام:

- مجمع تشخیص مصلحت نظام، مسئولیت تصمیم‌گیری در سیاست‌های کلان داخلی و خارجی ایران و حل اختلاف میانقوای سه‌گانه را بر عهده دارد و همچنین ناظر بر فعالیت‌های آنان است.
  - این مجمع، وظیفه تدوین برنامه‌چشم‌انداز ۲۰ ساله (از ۱۳۸۴ تا ۱۴۰۴) و نظارت بر اجرای آن را بر عهده دارد.
  - همچنین از سال ۱۳۸۵ رهبر جمهوری اسلامی، اختیار نظارت بر عملکرد قوای سه‌گانه را که از اختیارات رهبر است، به این مجمع واگذار کرد.
- مجمع تشخیص مصلحت نظام بالاترین رکن سیاست‌گذاری کلان در کشور می‌باشد زیرا تدوین سیاست‌های کلی نظام در حوزه‌های علم و فناوری و پژوهش در قالب سند چشم‌انداز ۲۰ ساله از وظایف این نهاد می‌باشد.

#### مجلس

مجلس در نظام جمهوری اسلامی ایران از اهمیت ویژه و والایی برخوردار بوده و محور بسیاری از تصمیم‌گیری‌ها، قانون‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها است و چراغ‌هدایت دولت و ملت را به دست دارد. مجلس پایگاه اساسی نظام و مردم و مایه حضور و مشارکت واقعی مردم در تصمیم‌گیری‌ها و مظهر اراده ملی است. با توجه به نقش مؤثر و مهم مجلس در نظام کشور، وظایف عمده مجلس در دو بخش خلاصه می‌گردد:

- قانون‌گذاری

- نظارت

در جهان امروز، طرح پرسش‌های نو و مسائل پیچیده و چند وجهی در حوزه‌های مختلف، نهادهای قانون‌گذاری را ناگزیر از تأسیس مراکز علمی و پژوهشی ساخته تا با اتکا به تخصص‌ها و مطالعات فراهم آمده در آن مراکز و بهره‌گیری از آن‌ها، به شناخت کارشناسانه مسائل و پاسخگویی به نیازهای نو در تدوین قوانین توفیق یابند.

#### شورای عالی انقلاب فرهنگی



شورای عالی انقلاب فرهنگی به ریاست رئیس جمهور یکی از نهادهای حکومتی جمهوری اسلامی ایران است که پس از انقلاب ۱۳۵۷ ایران با فرمان امام خمینی (ره) تشکیل شد. گسترش نفوذ فرهنگ اسلام‌پسند شئون جامعه و تقویت انقلاب فرهنگی و اعتلای فرهنگ عمومی و تزکیه محیط‌های علمی و فرهنگی از افکار مادی و نفی مظاهر و آثار غربزدگی از جمله اهداف این شورا است. ابتدا ستاد انقلاب فرهنگی تشکیل گردید که بعداً به شورای عالی انقلاب فرهنگی تغییر ماهیت داد. اهداف این شورا عبارت‌اند از:

- گسترش و نفوذ فرهنگ اسلامی در شئون جامعه و تقویت انقلاب فرهنگی و اعتلای فرهنگ عمومی
  - تزکیه محیط‌های علمی و فرهنگی از افکار مادی و نفی مظاهر و آثار غربزدگی از فضای فرهنگی جامعه
  - تحول دانشگاه‌ها، مدارس و مراکز فرهنگی و هنری براساس فرهنگ صحیح اسلامی، گسترش و تقویت هر چه بیشتر آن‌ها برای تربیت متخصصان متعهد، اسلام‌شناسان متخصص، مغزهای متفکر و وطن‌خواه، نیروهای فعال و ماهر، استادان، مربیان و معلمان معتقد به اسلام و استقلال کشور
  - تعمیم سواد، تقویت و بسط روح تفکر و علم‌آموزی و تحقیق و استفاده از دستاوردها و تجارب مفید دانش بشری برای نیل به استقلال علمی و فرهنگی
  - حفظ و احیا و معرفی آثار و مآثر اسلامی و ملی
  - نشر افکار و آثار فرهنگی انقلاب اسلامی، ایجاد و تحکیم روابط فرهنگی با کشورهای دیگر به ویژه با ملل اسلامی
- وظایف شورای عالی انقلاب فرهنگی:

از جمله وظایف شورای عالی انقلاب فرهنگی، می‌توان در سه حوزه سیاست‌گذاری، تدوین ضوابط و نظارت تقسیم‌بندی نمود.

تهیه و تدوین سیاست‌ها و طرح‌های راهبردی کشور در زمینه‌های مختلف فرهنگی از جمله در حوزه‌های زنان، تبلیغات، اطلاع‌رسانی، چاپ و نشر، بیسوادی، دانشگاه‌ها، برقراری روابط علمی و پژوهشی و فرهنگی با سایر کشورها، همکاری حوزه‌های دانشگاه، فعالیت‌های دینی و معنوی، تهاجم فرهنگی و سایر حوزه‌های فرهنگی مربوطه از جمله وظایف سیاست‌گذاری این شورا محسوب می‌شود. همچنین تعیین ضوابط تأسیس مراکز علمی و آموزشی نیز ضوابط‌گزینه‌ی مدیران و استادان و دانشجویان از جمله وظایف این شورا می‌باشد. بررسی و تحلیل شرایط فرهنگی ایران و جهان، بررسی

الگوهای توسعه و پیامدهای فرهنگی آن، بررسی وضع فرهنگ و آموزش کشور و نیز نظارت بر اجرای مصوبات شورا از جمله وظایف نظارتی شورای عالی انقلاب فرهنگی می‌باشد.

#### سازمان ملی استاندارد ایران

هدف سازمان استاندارد ایران تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) و نظارت بر اجرای آنها و همچنین انجام تحقیقات مربوطه می‌باشد. فعالیت‌های اساسی این سازمان در حوزه‌های زیر می‌باشد:

- تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) به عنوان تنها مرجع رسمی این وظیفه در کشور
- انجام تحقیقات به منظور تدوین استاندارد، بالا بردن کیفیت کالاهای تولید داخلی، کمک به بهبود روش‌های تولید و کارایی صنایع
- ترویج استانداردهای ملی
- نظارت بر اجرای استانداردهای اجباری
- کنترل کیفی کالاهای صادراتی مشمول استاندارد اجباری و جلوگیری از صدور کالاهای نامرغوب به منظور فراهم نمودن امکانات رقابت با کالاهای مشابه خارجی و حفظ بازارهای بین‌المللی
- کنترل کیفیت کالاهای وارداتی مشمول استاندارد اجباری به منظور حمایت از مصرف‌کنندگان داخلی و جلوگیری از ورود کالاهای نامرغوب خارجی
- راهنمایی علمی و فنی تولیدکنندگان و توزیع‌کنندگان انواع کالاها
- آزمایش و تطبیق نمونه کالا با استانداردهای مربوط، اعلام مشخصات و اظهار نظر مقایسه‌ای و صدور گواهینامه‌های لازم

## فهرست مطالب

۱	مقدمه
۲	۱- فرایند ارزیابی سند توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص
۲	۱-۱- تدوین شاخص‌های عملکردی و اثربخشی
۱-۱-۱	۱-۱-۱- تعریف شاخص‌های سند راهبردی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص
۳	۲- تدوین ساختار نظارت، به‌روزرسانی و مکانیزم ارزیابی
۱۰	۲-۱- ساختار نظارت و به‌روزرسانی
۱۴	۲-۲- مکانیزم عملکرد
۱۵	۳- نتیجه‌گیری
۱۷	منابع و مراجع

### فهرست جداول

- جدول (۱-۶): شاخص‌های شناسایی شده برای تحقق چشم‌انداز توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ..... ۴
- جدول (۲-۶): شاخص‌های شناسایی شده برای تحقق اهداف توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ..... ۴
- جدول (۳-۶): شاخص‌های شناسایی شده برای تحقق اقدامات غیر فنی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ..... ۴
- جدول (۴-۶): شاخص‌های شناسایی شده برای تحقق اقدامات فنی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ..... ۶

## مقدمه

هر برنامه‌ریزی نیازمند ارزیابی بوده و بدون آن نمی‌توان از اجرای برنامه اطمینان حاصل نمود. در سند توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص نیز نمی‌توان بدون ارزیابی، به نحوه عملکرد و اثربخشی ارکان مختلف سند (که براساس نقشه‌راه این سند صورت می‌گیرد) پی برد. به منظور ارزیابی لازم است شاخص‌های عملکردی و اثربخشی تعریف شود تا بتوان در طول زمان با بررسی وضعیت شاخص‌ها، میزان پیشرفت ارکان مختلف سند را مشخص کرد. علاوه بر تعیین شاخص‌ها، می‌بایست مشخص گردد که چه ساختارهای نظارتی، در چه مقاطع زمانی و چگونه باید ایجاد شوند تا پروژه‌های اجرایی مختلفی را که برای حصول به اهداف نقشه‌راه توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص صورت می‌گیرد، مورد ارزیابی قرار دهند. همچنین، با توجه به اینکه نقشه‌راه یک سند زنده و پویا برای تحركات بخش‌های مختلف صنعت برق کشور در جهت حصول به اهداف این صنعت می‌باشد، ضرورت دارد در بازه‌های زمانی مشخصی به بازنگری و بروزرسانی این سند پرداخته شود. در این بخش از طرح، برنامه‌ریزی لازم جهت انجام این بازنگری‌ها نیز مشخص خواهد شد. در ادامه، به ترتیب، فرایند ارزیابی سند توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص، مکانیزم ارزیابی و ساختار نظارت و به‌روزرسانی این سند بررسی شده است.

## ۱- فرایند ارزیابی سند توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در

### مناطق با اقلیم خاص

مکانیزمی که در این سند برای ارزیابی تحقق برنامه‌های سند در نظر گرفته شده است شامل مراحل اصلی زیر می‌باشد:

۱- تدوین شاخص‌های عملکردی و اثربخشی

۲- شناسایی منابع اطلاعاتی برای اندازه‌گیری شاخص‌ها

۳- جمع‌آوری اطلاعات و مقایسه با معیارهای کمی تعیین شده

۴- تفسیر نتایج و ارائه پیشنهاد

مرحله اول از مکانیزم ارزیابی سند که شامل تدوین شاخص‌های عملکردی و اثربخشی می‌باشد قبل از اجرایی شدن سند صورت می‌پذیرد. در این مرحله، برای ارکان مختلف سند که شامل چشم‌انداز، اهداف و اقدامات می‌باشد تعدادی شاخص تعریف می‌شود. پس از آغاز اجرایی شدن سند و تشکیل مرکز راهبری سند، منابع اطلاعاتی که می‌توان میزان شاخص‌ها را با کمک آنها تعیین کرد، شناسایی شده و طی دوره‌های زمانی مشخص مقادیر شاخص‌ها اندازه‌گیری شده و نتایج حاصل از آن مورد ارزیابی قرار گرفته و در صورت لزوم بازنگری‌های لازم صورت می‌پذیرد. در ادامه، شاخص‌های سند توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص و نحوه دستیابی به آنها مورد بررسی قرار گرفته است.

#### ۱-۱- تدوین شاخص‌های عملکردی و اثربخشی

شاخص، استاندارد است که دستیابی به آن نشان‌دهنده نیل به مقصد می‌باشد. جزئیات شاخص‌ها تعیین‌کننده طرز اندازه‌گیری دامنه دستیابی به اهداف عینی در زمان‌های مختلف است. اندازه‌گیری‌ها می‌توانند کمی، کیفی و یا رفتاری باشند. شاخص‌ها همان ابزار نظارت بر پیشرفت سطوح راهبردی هستند که ناظر بر طبق آنها میزان تحقق آن سطح را اندازه‌گیری می‌نماید. از همین‌رو، شاخص‌ها می‌باید ابعاد مختلف سطوح راهبردی را مورد توجه قرار دهند؛ به شکلی که پیشرفت امور بر

اساس شاخص‌ها، تضمین‌کننده تحقق کامل اقدامات باشد. در همین راستا، شاخص‌ها می‌باید مشخص‌کننده ابعاد ذیل باشند [۱]:

(الف) کمیت (چقدر)

(ب) کیفیت (چگونه)

(ج) زمان (چه موقع)

(د) محل (کجا)

در برخی از شاخص‌ها ممکن است ابعاد چهارگانه فوق قابل تعریف نباشند؛ به عنوان مثال ممکن است محل در مورد یک شاخص فنی تعریف پذیر نباشد که در این حالت از بررسی این بعد خاص صرف‌نظر می‌شود. شاخص‌ها باید با ملاحظه ویژگی‌های زیر تعریف شوند:

(الف) اساسی بودن: یعنی جنبه اساسی یک سطح خاص را منعکس نماید.

(ب) واقعی بودن: هر شاخص باید منعکس‌کننده یک واقعیت - و نه تصور ذهنی - بوده و برای همگان مفهوم واحدی را القا نماید.

(ج) قابل قبول بودن: باید بتوان تغییرات شاخص را به تحقق یا عدم تحقق مقصود منتسب نمود.

(د) مبتنی بر داده‌های قابل کسب بودن: داده‌های لازم برای اندازه‌گیری شاخص می‌باید در دسترس باشد.

### ۱-۱-۱- تعریف شاخص‌های سند راهبردی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در

#### مناطق با اقلیم خاص

با توجه به موارد مطرح شده، در این بخش، شاخص‌ها در دو سطح کلان و خرد طراحی شده‌اند. با پیمایش شاخص‌های کلان می‌توان تحقق چشم‌انداز و اهداف کلان را بررسی کرده و با تعریف شاخص‌های خرد در سطح اقدامات می‌توان میزان تحقق اقدامات را ارزیابی نمود. در ادامه، شاخص‌های تعیین شده برای بررسی تحقق چشم‌انداز، اهداف و اقدامات در جداول (۶-۱) تا (۶-۴) آورده شده‌اند:

جدول (۶-۱): شاخص‌های شناسایی شده برای تحقق چشم‌انداز توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با

اقلیم خاص

ردیف	شاخص	معیار ارزیابی
۱	وضعیت دانش فنی ساخت، توسعه و بهره‌برداری از تجهیزات عایقی فشار قوی سازگار با محیط زیست	دستیابی به فناوری‌های نوین اولویت‌دار تجهیزات عایقی فشار قوی مطابق استاندارد بین المللی IEC

جدول (۶-۲): شاخص‌های شناسایی شده برای تحقق اهداف توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم

خاص

ردیف	شاخص	درصد تغییرات (افزایش / کاهش) در سال هدف (۱۴۰۴) بر مبنای مقدار واحد در سال پایه شروع طرح (۱۳۹۴)
۱	میزان تغییرات میانگین سالیانه تلفات برق ناشی از تجهیزات عایقی فشار قوی در شبکه انتقال و توزیع در مناطق با اقلیم خاص	-۵۰
۲	میزان تغییرات میانگین هزینه‌های سالیانه تعمیر و نگهداری خطوط، پست‌ها و تجهیزات عایقی فشار قوی در شبکه انتقال و توزیع برق مناطق با اقلیم خاص	-۵۰
۳	میزان تغییرات میانگین سالیانه خاموشی‌های ناخواسته شبکه برق در مناطق دارای اقلیم خاص	-۵۰
۴	میزان تغییرات میانگین طول عمر مفید تجهیزات عایقی فشار قوی در رده انتقال در مناطق با اقلیم خاص	+۲۵
۵	میزان تغییرات میانگین طول عمر مفید تجهیزات عایقی فشار قوی در رده توزیع در مناطق با اقلیم خاص	+۵۰

جدول (۶-۳): شاخص‌های شناسایی شده برای تحقق اقدامات غیرفنی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در

مناطق با اقلیم خاص

ردیف	اقدام غیرفنی	شاخص	معیار ارزیابی
۱	تدوین و ابلاغ برنامه‌ها و دستورالعمل‌های مناسب جهت ملزم کردن مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای به استفاده از فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی	وضعیت تدوین و ابلاغ برنامه‌ها و دستورالعمل‌ها	تدوین و ابلاغ یک دستورالعمل جامع
۲	تدوین و ابلاغ دستورالعمل‌های الزام‌آور برای هدایت مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای به همکاری با شرکت‌های تولیدی دارای واحدهای تحقیق و توسعه فعال	وضعیت تدوین و ابلاغ دستورالعمل‌ها	تدوین و ابلاغ یک دستورالعمل الزامی جامع
۳	برگزاری نمایشگاه‌های تخصصی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی و تحریک مدیران و مشاوران	تعداد نمایشگاه‌های تخصصی برگزار شده در هر سال	برگزاری یک نمایشگاه در هر سال



ردیف	اقدام غیرفنی	شاخص	معیار ارزیابی
	برق‌های منطقه‌ای و شرکت‌های تولیدکننده به شرکت در نمایشگاه‌ها		
۴	حمایت از پژوهش‌های کاربردی و مطابق با نیازهای صنعت به شکل حمایت‌های مالی و ارائه خدمات آزمایشگاهی و مشاوره‌ای	تعداد پایان‌نامه‌ها و مقالات حمایت شده در هر سال	حمایت از ۶ پایان‌نامه کارشناسی ارشد و ۴ پایان‌نامه دکتری در هر سال
۵	حمایت از ایجاد هسته‌های پژوهشی و انجمن‌های دانشی در حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی	تعداد هسته‌های پژوهشی ایجاد شده مرتبط با فناوری‌های تجهیزات فشار قوی در کشور	راه‌اندازی یک هسته پژوهشی توانا
۶	تعریف پروژه‌های مشترک در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی میان دانشگاه‌ها، شرکت‌های تولیدکننده و شرکت‌های مشاور	تعداد طرح‌های توسعه تجهیزات عایقی فشار قوی تعریف شده مابین صنعت و دانشگاه	ارائه پیشنهاد انجام حداقل ۵ طرح توسعه فناوری تجهیزات عایقی فشار قوی توسط دانشگاه‌ها و شرکت‌های تولیدی و مشاور در هر سال
۷	تشکیل و تقویت کارگروه مشترک برق و پتروشیمی شامل دانشگاهیان و صنعتگران فعال کشور	وضعیت تشکیل کارگروه مشترک	تشکیل یک کارگروه مشترک
۸	اجرای طرح پایش سالانه روند تغییرات جهانی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی	وضعیت ارائه گزارشات طرح پایش سالانه	ارائه یک گزارش در هر سال
۹	طراحی و راه‌اندازی یک سامانه مدیریت اطلاعات و دانش به منظور مدیریت دانش خلق شده در موسسات دانش‌بنیان و دانشگاه‌ها در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی	وضعیت راه‌اندازی سیستم مدیریت دانش تجهیزات فشار قوی حاوی اطلاعات ذکر شده	ایجاد یک سامانه حاوی اطلاعات ذکر شده و به‌روزرسانی ۳ ماهه آن
۱۰	تشکیل یک دبیرخانه دائمی به منظور انتشار نشریه و برگزاری کنفرانس‌های سالیانه در حوزه تجهیزات فشار قوی	وضعیت تأسیس دبیرخانه دائمی و توانایی آن در انتشار نشریات و برگزاری کنفرانس‌ها	تأسیس یک دبیرخانه دائمی در حوزه تجهیزات فشار قوی
۱۱	انتشار نشریه تخصصی با موضوعیت تجهیزات فشار قوی	تعداد شماره‌های منتشر شده نشریه تخصصی	انتشار ۱ شماره در هر سال
۱۲	تدوین استانداردها و دستورالعمل‌های فنی در حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی	وضعیت تدوین استانداردها	تدوین استانداردهای ملی ذکر شده
۱۳	تدوین برنامه‌های تشویقی در کارکرد انتشار دانش برای ترغیب مراکز پژوهشی به انتشار دانش در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی	وضعیت تدوین برنامه‌های تشویقی	تدوین یک برنامه تشویقی و ارائه راهکار تامین مالی
۱۴	تشکیل مرکز راهبری توسعه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی به منظور جهت‌دهی به پژوهش‌های این حوزه فناورانه	وضعیت تأسیس مرکز راهبری	تأسیس مرکز راهبری بر طبق شرح وظایف و کمیته‌های تعیین شده
۱۵	ایجاد و راه‌اندازی یک پایگاه اطلاعاتی از شرایط خطوط و پست‌های کشور	وضعیت راه‌اندازی پایگاه اطلاعاتی	ایجاد یک پایگاه اطلاعاتی با مشخصات ذکر شده
۱۶	کمی‌سازی شاخص‌ها و آماره‌های عملکرد شبکه برق در مناطق با اقلیم خاص	وضعیت کمی شدن شاخص‌ها	کمی شدن شاخص‌های اصلی عملکردی شبکه برق
۱۷	جمع‌آوری اطلاعات آماری مناسب از شکل بازار	وضعیت تدوین گزارشات آماری	تدوین یک گزارش آماری جامع از شکل

ردیف	اقدام غیرفنی	شاخص	معیار ارزیابی
	فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص		بازار فناوری
۱۸	تدوین و ابلاغ قوانین الزام‌کننده برق‌های منطقه‌ای به خرید از تولیدکنندگان داخل	وضعیت تدوین و ابلاغ قوانین	تدوین قانون جامع حمایت از تولیدکنندگان داخلی در حوزه تجهیزات فشار قوی
۱۹	تسهیل فرایند حضور مجریان حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی در بازارهای بین‌المللی	تعداد مجریان شرکت‌کننده در نمایشگاه‌ها و مجامع صنعتی خارجی در هر سال	۲ دوره در سال
۲۰	تشکیل موسسات بازاریابی در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی	وضعیت تاسیس موسسات بازاریابی در کشور و توانایی آنها در بهبود بازار	تاسیس حداقل یک موسسه بازاریابی زیر نظر وزارت نیرو
۲۱	برگزاری دوره‌های آموزشی تخصصی توسط صنعت و مراکز پژوهشی وابسته	تعداد دوره‌های کوتاه‌مدت و کارگاه‌های آموزشی برگزارشده در هر سال	برگزاری حداقل ۴ دوره و کارگاه آموزشی در هر سال
۲۲	ایجاد سامانه آگاهی‌بخشی به مدیران و مشاوران برق‌های منطقه‌ای در حوزه فناوری‌های تجهیزات عایقی فشار قوی	وضعیت راه‌اندازی سامانه آگاهی‌بخشی حاوی اطلاعات ذکر شده	ایجاد یک سامانه حاوی اطلاعات ذکر شده و به‌روزرسانی ماهانه آن
۲۳	برگزاری جلسات دانش‌افزایی و کنفرانس‌های تخصصی به منظور افزایش آگاهی مدیران نسبت به تجهیزات عایقی فشار قوی	تعداد جلسات و کنفرانس‌های تخصصی برگزار شده	برگزاری ۲ همایش تخصصی و ۲ جلسه دانش‌افزایی در هر سال
۲۴	انجام مطالعات اقتصادسنجی فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی	وضعیت تدوین گزارشات اقتصادسنجی	انجام ۲ پروژه اقتصادسنجی با اولویت در هر سال

جدول (۶-۴): شاخص‌های شناسایی شده برای تحقق اقدامات فنی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با

اقلیم خاص

ردیف	اقدامات فنی	شاخص	معیار ارزیابی
۱	تسلط بر فناوری طراحی و ساخت بوشینگ‌های کامپوزیتی ترانسفورماتورهای قدرت رده توزیع، فوق توزیع و انتقال	ارزیابی وضعیت و روند تولید تجهیز مذکور در خارج کشور، شناسایی قابلیت‌ها و وضعیت تولیدکنندگان داخلی، انجام طراحی کامل با جزییات، ساخت نمونه اولیه نیمه صنعتی، انجام آزمون‌های لازم طبق استاندارد بین‌المللی مرتبط و ارائه تحلیل فنی-اقتصادی دقیق و کامل جهت تجاری‌سازی و واگذاری جهت تولید انبوه در هر یک از رده‌های ولتاژی مختلف شبکه توزیع و انتقال	وضعیت ساخت نمونه نیمه‌صنعتی و صنعتی رده توزیع، فوق توزیع و انتقال
۲	تسلط بر فناوری طراحی و ساخت بوشینگ‌های کامپوزیتی ترانس‌های جریان و ولتاژ رده فوق توزیع و انتقال	ارزیابی وضعیت و روند تولید تجهیز مذکور در خارج کشور، شناسایی قابلیت‌ها و وضعیت تولیدکنندگان داخلی، انجام طراحی کامل با جزییات، ساخت نمونه اولیه نیمه صنعتی، انجام آزمون‌های لازم طبق استاندارد بین‌المللی مرتبط و ارائه تحلیل فنی-اقتصادی دقیق و کامل جهت تجاری‌سازی و واگذاری جهت تولید انبوه در هر یک از رده‌های ولتاژی مختلف شبکه توزیع و انتقال	وضعیت ساخت نمونه نیمه‌صنعتی و صنعتی رده فوق توزیع و انتقال

معیار ارزیابی	شاخص	اقدامات فنی	ردیف
وضعیت ساخت نمونه نیمه‌صنعتی و صنعتی رده فوق توزیع و انتقال	ارزیابی وضعیت و روند تولید تجهیز مذکور در خارج کشور، شناسایی قابلیت‌ها و وضعیت تولیدکنندگان داخلی، انجام طراحی کامل با جزییات، ساخت نمونه اولیه نیمه صنعتی، انجام آزمون‌های لازم طبق استاندارد بین‌المللی مرتبط و ارائه تحلیل فنی-اقتصادی دقیق و کامل جهت تجاری‌سازی و واگذاری جهت تولید انبوه در هر یک از رده‌های ولتاژی مختلف شبکه توزیع و انتقال	تسلط بر فناوری طراحی و ساخت پوشینگ‌های کامپوزیتی کلیدهای قدرت رده فوق توزیع و انتقال	۳
وضعیت ساخت نمونه نیمه‌صنعتی و صنعتی رده فوق توزیع و انتقال	ارزیابی وضعیت و روند تولید تجهیز مذکور در خارج کشور، شناسایی قابلیت‌ها و وضعیت تولیدکنندگان داخلی، انجام طراحی کامل با جزییات، ساخت نمونه اولیه نیمه صنعتی، انجام آزمون‌های لازم طبق استاندارد بین‌المللی مرتبط و ارائه تحلیل فنی-اقتصادی دقیق و کامل جهت تجاری‌سازی و واگذاری جهت تولید انبوه در هر یک از رده‌های ولتاژی مختلف شبکه توزیع و انتقال	تسلط بر فناوری طراحی و ساخت پوشینگ‌های کامپوزیتی نوع دیواری رده فوق توزیع و انتقال	۴
وضعیت ساخت نمونه نیمه‌صنعتی و صنعتی رده فوق توزیع و انتقال	ارزیابی وضعیت تولید تجهیز مذکور در خارج کشور، شناسایی قابلیت‌ها و وضعیت تولیدکنندگان داخلی، انجام طراحی کامل با جزییات، ساخت نمونه اولیه نیمه صنعتی، انجام آزمون‌های لازم طبق استاندارد بین‌المللی مرتبط و ارائه تحلیل فنی-اقتصادی دقیق و کامل جهت تجاری‌سازی و واگذاری جهت تولید انبوه در رده ولتاژی توزیع و انتقال	تسلط بر فناوری طراحی و ساخت مقره‌های کامپوزیتی اتکایی پست و مقره‌های کامپوزیتی اتکایی سکسیونرها رده فوق توزیع و انتقال	۵
وضعیت ساخت نمونه آزمایشگاهی و نیمه‌صنعتی	ارزیابی وضعیت و روند تولید پوشش‌های نانوی مذکور در خارج کشور، شناسایی قابلیت‌ها و وضعیت تولیدکنندگان داخلی، تولید نمونه اولیه نیمه صنعتی، انجام آزمون‌های لازم و ارائه تحلیل فنی-اقتصادی دقیق و کامل جهت تجاری‌سازی و واگذاری جهت تولید انبوه در هر یک از رده‌های ولتاژی مختلف شبکه توزیع و انتقال	تسلط بر فناوری ساخت پوشش‌های نانوسرامیک در مقره‌ها و سطوح عایقی فشار قوی	۶
وضعیت ساخت نمونه آزمایشگاهی و نیمه‌صنعتی وضعیت اجرای پایلوت اعمال پوشش‌ها بر روی یک پست فشار قوی واقع در مناطق آلوده	ارزیابی وضعیت و روند تولید پوشش‌های نانوی مذکور در خارج کشور، شناسایی قابلیت‌ها و وضعیت تولیدکنندگان داخلی، تولید نمونه اولیه نیمه صنعتی، انجام آزمون‌های لازم و ارائه تحلیل فنی-اقتصادی دقیق و کامل جهت تجاری‌سازی و واگذاری جهت تولید انبوه در هر یک از رده‌های ولتاژی مختلف شبکه توزیع و انتقال	تسلط بر فناوری ساخت و بکارگیری پوشش‌های نانو کامپوزیت در مقره‌ها و سطوح عایقی فشار قوی	۷
وضعیت ساخت نمونه نیمه‌صنعتی و صنعتی رده انتقال	ارزیابی وضعیت و روند تولید تجهیز مذکور در خارج کشور، شناسایی قابلیت‌ها و وضعیت تولیدکنندگان داخلی، انجام طراحی کامل با جزییات، ساخت نمونه اولیه نیمه صنعتی، انجام آزمون‌های لازم طبق استاندارد بین‌المللی مرتبط و ارائه تحلیل فنی-اقتصادی دقیق و کامل جهت تجاری‌سازی و واگذاری جهت تولید انبوه در هر یک از رده‌های ولتاژی مختلف شبکه توزیع و انتقال	تسلط بر فناوری طراحی و ساخت ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ با عایق گازی رده انتقال	۸
وضعیت ساخت نمونه نیمه‌صنعتی و صنعتی رده فوق توزیع	ارزیابی وضعیت و روند تولید تجهیز مذکور در خارج کشور، شناسایی قابلیت‌ها و وضعیت تولیدکنندگان داخلی، انجام طراحی کامل با جزییات، ساخت نمونه اولیه نیمه صنعتی، انجام آزمون‌های لازم طبق استاندارد بین‌المللی مرتبط و ارائه تحلیل فنی-اقتصادی دقیق و کامل جهت تجاری‌سازی و واگذاری جهت تولید انبوه در هر یک از رده‌های ولتاژی مختلف شبکه توزیع و انتقال	تسلط بر فناوری طراحی و ساخت ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ ترکیبی با عایق تمام جامد رزینی	۹

معیار ارزیابی	شاخص	اقدامات فنی	ردیف
<ul style="list-style-type: none"> <li>- وضعیت ساخت نمونه نیمه‌صنعتی و صنعتی رده فوق توزیع و انتقال</li> <li>- وضعیت اجرای پایلوت استفاده از برقگیرها در یکی از خطوط رده انتقال واقع در مناطق صاعقه‌خیز کشور</li> </ul>	<p>ارزیابی وضعیت و روند تولید تجهیز مذکور در خارج کشور، شناسایی قابلیت‌ها و وضعیت تولیدکنندگان داخلی، انجام طراحی کامل با جزئیات، ساخت نمونه اولیه نیمه صنعتی، انجام آزمون‌های لازم طبق استاندارد بین‌المللی مرتبط و ارائه تحلیل فنی-اقتصادی دقیق و کامل جهت تجاری‌سازی و واگذاری جهت تولید انبوه در هر یک از رده‌های ولتاژی مختلف شبکه توزیع و انتقال</p>	<p>تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری برقگیرهای خط اکسید فلزی با بدنه کامپوزیتی</p>	۱۰
<ul style="list-style-type: none"> <li>- وضعیت ساخت نمونه نیمه‌صنعتی و صنعتی رده فوق توزیع</li> </ul>	<p>اجرای عملیات به صورت پایلوت در یکی از پست‌های کلیدی رده انتقال کشور و تجزیه و تحلیل نتایج حاصله به جهت بازنگری در اجرا، بهینه‌سازی و تدوین دستورالعمل جهت قابلیت تعمیم طرح به کل شبکه</p>	<p>تسلط بر فناوری پایش آنلاین و یکپارچه وضعیت خطوط و تجهیزات پست‌های رده انتقال</p>	۱۱
<ul style="list-style-type: none"> <li>- وضعیت طراحی و ساخت نمونه برقگیر رده توزیع و انتقال</li> <li>- وضعیت اجرای پایلوت طرح برقگیرهای نوین چندمحفظه‌ای در حفاظت از یک خط انتقال منتخب</li> </ul>	<p>ارزیابی وضعیت و روند تولید تجهیز مذکور در خارج کشور، شناسایی قابلیت‌ها و وضعیت تولیدکنندگان داخلی، انجام طراحی کامل با جزئیات، ساخت نمونه اولیه نیمه صنعتی، انجام آزمون‌های لازم طبق استاندارد بین‌المللی مرتبط و ارائه تحلیل فنی-اقتصادی دقیق و کامل جهت تجاری‌سازی و واگذاری جهت تولید انبوه در هر یک از رده‌های ولتاژی مختلف شبکه توزیع و انتقال</p>	<p>تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری برقگیرهای چندمحفظه‌ای رده انتقال و توزیع</p>	۱۲
<ul style="list-style-type: none"> <li>- وضعیت تدوین دانش فنی</li> <li>- وضعیت ساخت نمونه نیمه‌صنعتی و صنعتی رده فوق توزیع و انتقال</li> <li>- وضعیت اجرای پایلوت یک خط انتقال کمپکت با استفاده از مقره‌های خودکراس‌آرم</li> </ul>	<p>ارزیابی وضعیت و روند تولید تجهیز مذکور در خارج کشور، شناسایی قابلیت‌ها و وضعیت تولیدکنندگان داخلی، انجام طراحی کامل با جزئیات، ساخت نمونه اولیه نیمه صنعتی، انجام آزمون‌های لازم طبق استاندارد بین‌المللی مرتبط و ارائه تحلیل فنی-اقتصادی دقیق و کامل جهت تجاری‌سازی و واگذاری جهت تولید انبوه در هر یک از رده‌های ولتاژی مختلف شبکه توزیع و انتقال</p>	<p>تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری مقره‌های خودکراس‌آرم کامپوزیتی</p>	۱۳
<ul style="list-style-type: none"> <li>- وضعیت تدوین دانش فنی</li> <li>- وضعیت ساخت نمونه نیمه‌صنعتی و صنعتی رده فوق توزیع و انتقال</li> </ul>	<p>ارزیابی وضعیت و روند تولید تجهیز مذکور در خارج کشور، شناسایی قابلیت‌ها و وضعیت تولیدکنندگان داخلی، انجام طراحی کامل با جزئیات، ساخت نمونه اولیه نیمه صنعتی، انجام آزمون‌های لازم طبق استاندارد بین‌المللی مرتبط و ارائه تحلیل فنی-اقتصادی دقیق و کامل جهت تجاری‌سازی و واگذاری جهت تولید انبوه در هر یک از رده‌های ولتاژی مختلف شبکه توزیع و انتقال</p>	<p>تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری کراس‌آرم‌های کامپوزیتی رده فوق توزیع و انتقال</p>	۱۴

ادامه جدول (۶-۴): شاخص‌های شناسایی شده برای تحقق اقدامات فنی توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در

مناطق با اقلیم خاص

ردیف	اقدامات فنی	شاخص	معیار ارزیابی
۱۵	تسلط بر فناوری طراحی، ساخت و بکارگیری تابلوهای تمام کامپوزیتی رده فشار متوسط	ارزیابی وضعیت و روند تولید تجهیز مذکور در خارج کشور، شناسایی قابلیت‌ها و وضعیت تولیدکنندگان داخلی، انجام طراحی کامل با جزییات، ساخت نمونه اولیه نیمه صنعتی، انجام آزمون‌های لازم طبق استاندارد بین‌المللی مرتبط و ارائه تحلیل فنی-اقتصادی دقیق و کامل جهت تجاری‌سازی و واگذاری جهت تولید انبوه در هر یک از رده‌های ولتاژی مختلف شبکه توزیع و انتقال	وضعیت ساخت نمونه نیمه‌صنعتی و صنعتی رده فشار متوسط
۱۶	تسلط بر فناوری طراحی و ساخت نمونه آزمایشگاهی سوئیچگیر رده توزیع فشار متوسط با عایق تمام جامد رزینی	بررسی تجربیات کشورهای پیشرفته، انجام مطالعات امکان‌سنجی طراحی و ساخت، استخراج مشخصات فنی لازم، برآورد تجهیزات و ماشین‌آلات لازم، برآورد فنی-اقتصادی تولید تجهیز	وضعیت تدوین گزارش تحقیقاتی مشخصات فنی وضعیت تدوین دانش فنی وضعیت ساخت نمونه آزمایشگاهی رده توزیع فشار متوسط
۱۷	طرح جامع توسعه آزمایشگاه‌های مرجع به قابلیت انجام تست‌های مختلف شرایط محیطی مناطق خاص کشور و توسعه پایگاه‌های تحقیقاتی تجهیزات برق مناطق گرمسیری جنوب کشور	تهیه گزارش جامعی از تجهیزات آزمایشگاهی مورد نیاز در حوزه تجهیزات عایقی فشار قوی و تجهیز آزمایشگاه‌های این حوزه به امکانات تست شرایط محیط مختلف مناطق با اقلیم خاص کشور و نیز گسترش و توسعه پایگاه تجهیزات برق مناطق گرمسیری	وضعیت توسعه و تجهیز پایگاه تحقیقاتی هرمزگان وضعیت توسعه و تجهیز آزمایشگاه مرجع فشار قوی به لحاظ انجام کامل آزمون‌های شرایط محیطی
۱۸	انجام پروژه‌های بنیادی	تهیه نقشه‌های مورد نیاز در مناطق با اقلیم خاص کشور تدوین اسناد راهبردی توسعه تحقیقات بنیادی مورد نیاز در مناطق با اقلیم خاص کشور	وضعیت تهیه نقشه‌ها وضعیت تدوین اسناد راهبردی
۱۹	تدوین سند توسعه فناوری خطوط و پست‌های فشار قوی تمام بسته فلزی با عایق گازی با استفاده از	ارزیابی وضعیت و روند تولید تجهیز مذکور در خارج کشور، شناسایی قابلیت‌ها و وضعیت تولیدکنندگان خارجی، تعیین روش مناسب همکاری فناورانه جهت انتقال فناوری، انتقال فناوری	وضعیت انتقال فناوری و تجاری‌سازی

	جهت تجاری‌سازی و واگذاری جهت تولید انبوه در هر یک از رده‌های ولتاژی مختلف شبکه توزیع و انتقال	روش مناسب همکاری‌های خارجی	
- وضعیت انتقال فناوری و تجاری‌سازی	ارزیابی وضعیت و روند تولید تجهیز مذکور در خارج کشور، شناسایی قابلیت‌ها و وضعیت تولیدکنندگان خارجی، تعیین روش مناسب همکاری فناورانه جهت انتقال فناوری، انتقال فناوری جهت تجاری‌سازی و واگذاری جهت تولید انبوه	تدوین سند توسعه فناوری تولید پوشش‌های سیلیکونی با استفاده از روش مناسب همکاری‌های خارجی	۲۰

## ۲- تدوین ساختار نظارت، به‌روزرسانی و مکانیزم ارزیابی

همانطور که در مقدمه اشاره شد، به منظور ارزیابی پروژه‌های اجرایی مختلف تعریف شده برای حصول اهداف نقشه‌راه توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص، علاوه بر تعیین شاخص‌ها باید ساختارهای نظارتی مورد نیاز و نحوه فعالیت آن‌ها نیز تعیین گردد. از سوی دیگر، با توجه به اینکه نقشه‌راه یک سند زنده و پویا است، ضرورت دارد در بازه‌های زمانی مشخصی به بازنگری و بروزرسانی این سند پرداخته شود. از این رو، باید برنامه‌ریزی لازم جهت انجام این بازنگری‌ها نیز انجام شود. در ادامه، فرایند ارزیابی سند توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص، مکانیزم ارزیابی و ساختار نظارت و به‌روزرسانی سند توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص ارائه شده است.

### ۱-۲- ساختار نظارت و به‌روزرسانی

وزارت نیرو وظیفه سیاست‌گذاری کلان، هماهنگی و نظارت کلان بر اجرای این سند را بر عهده دارد. مرکز راهبری توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات فشار قوی بر نحوه اجرای این سند نظارت می‌کند و بازنگری‌های لازم در سند و گزارش کلان مربوطه را در فواصل زمانی مشخص به وزارت نیرو ارائه خواهد نمود. این مرکز با ایجاد سازوکارهای لازم و استفاده از نهادهای مختلف، ضمن انجام تصمیم‌گیری‌های لازم، وظیفه نظارت بر تحقق اهداف سند و ارزیابی پیشرفت کار را بر عهده دارد. از جمله وظایف اصلی این مرکز می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- سیاست‌گذاری اجرایی، راهبری، هماهنگی و ایجاد ارتباطات بین دستگاهی لازم برای توسعه

- نظارت و پیگیری اجرای دقیق و کامل مفاد سند
- پایش شاخص‌های عملکردی و اثربخشی
- بررسی طرح‌ها و برنامه‌های بخشی و فرابخشی و نظارت بر اجرای صحیح اقدامات
- تصمیم‌گیری برای تخصیص بودجه‌ها به پروژه‌های اجرایی

مرکز راهبری توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص در پژوهشگاه نیرو تشکیل

می‌شود و اعضای اصلی آن عبارتند از:

- نماینده معاونت وزارت نیرو در بخش برق و انرژی
- نماینده معاونت وزارت نیرو در امور تحقیقات و منابع انسانی
- نماینده مدیر عامل توانیر
- معاونت پژوهشی پژوهشگاه نیرو
- معاونت فناوری پژوهشگاه نیرو
- سه نفر از صاحب‌نظران و خبرگان حوزه تجهیزات فشار قوی از دانشگاه‌های برتر کشور با حکم رئیس مرکز
- دو نفر از صاحب‌نظران و خبرگان حوزه پتروشیمی و ساخت مواد عایقی از دانشگاه‌های برتر کشور با حکم رئیس مرکز
- سه نفر از نمایندگان صنعت در حوزه‌های سازندگان، مشاوران و پیمانکاران با حکم رئیس مرکز
- دو نفر از نمایندگان سندیکای صنعت برق ایران در حوزه‌های مرتبط با حکم رئیس مرکز
- دبیر مرکز به انتخاب رئیس مرکز

جهت انجام وظایف در نظر گرفته شده برای مرکز، لازم است کمیته‌های تخصصی در مرکز تشکیل گردد، که هر کمیته

وظیفه رسیدگی به یکی از حوزه‌های مورد نظر مرکز را بر عهده دارند. این کمیته‌ها عبارتند از:

- کمیته آموزش و پژوهش

- کمیته تعامل با دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی
- کمیته ارتباط با قانون‌گذاران، سیاست‌گذاران و متولیان اجرای قوانین و سیاست‌ها
- کمیته فنی و بازرگانی و استاندارد

در ادامه، شرح وظایف هر کدام از کمیته‌ها آورده شده است:

### شرح وظایف کمیته آموزش و پژوهش:

- نیازسنجی و برنامه‌ریزی آموزشی برای توسعه دانش فنی در حوزه تجهیزات فشار قوی
- پایش و ارزیابی مستمر وضعیت دانش فنی موجود در حوزه تجهیزات فشار قوی
- حمایت از برگزاری کنفرانس‌های بین‌المللی و نمایشگاه‌های تخصصی
- تدوین برنامه جامع جهت‌دهی به فعالیت‌های تحقیق و توسعه و نظارت بر اجرای آن
- ایجاد ارتباط بین شرکت‌های تولیدکننده و دانشگاه‌ها و مراکز علمی - تحقیقاتی
- حمایت از انتشار نشریات تخصصی در ارتباط با فناوری‌های تجهیزات فشار قوی
- تسهیل ارتباط با انجمن‌های بین‌المللی تجهیزات فشار قوی جهت آگاهی از آخرین دستاوردها در زمینه فناوری‌های نوین این حوزه
- زمینه‌سازی همکاری میان شرکت‌ها و مراکز تحقیقاتی داخلی با شرکت‌ها و مراکز تحقیقاتی معتبر خارجی
- پیگیری فرایند راه‌اندازی و به‌روزرسانی سامانه آگاهی‌بخشی مدیران

### شرح وظایف کمیته تعامل با دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی:

- شناسایی مشکلات دانشگاه‌ها و مراکز فعال در حوزه تجهیزات فشار قوی و کمک به رفع آن‌ها
- پایش و ارزیابی مستمر توانمندی بازیگران فعال حوزه تجهیزات فشار قوی



- ارزیابی عملکرد بازیگران حوزه تجهیزات فشار قوی در قبل، حین و بعد از انجام پروژه‌ها
- ارائه سیستم جامع ارزیابی مجریان طرح‌ها و پروژه‌های و نظارت بر صحت انجام کار
- ایجاد سیستم یکپارچه‌ای از اطلاعات مورد نیاز مجریان طرح‌ها برای تسریع فرآیندها

### شرح وظایف کمیته ارتباط با قانون‌گذاران، سیاستگذاران و متولیان اجرای قوانین و سیاست‌ها:

- رایزنی با نهادهای دولتی جهت انجام اصلاحات مورد نیاز در قوانین و مقررات مرتبط
- رایزنی با نهادهای سیاست‌گذار جهت تسهیل دسترسی بازیگران توسعه فناوری‌های تجهیزات فشار قوی
- رایزنی با نهادهای سیاست‌گذار جهت رفع موانع سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و ورود تولیدکنندگان جدید
- ارتباط با وزارت علوم، تحقیقات و فناوری به منظور اعمال تغییرات مورد نظر در محتوای آموزشی

### شرح وظایف کمیته فنی و بازرگانی :

- کمک به راه‌اندازی و تجهیز مرکز آزمایشگاهی مجهز
- شناسایی موانع ورود تولیدکنندگان به بازار تجهیزات فشار قوی
- حمایت از مشاورین و پیمانکاران داخلی برای انجام پروژه‌ها در عرصه‌ی جهانی
- نظارت بر پروژه‌های تعریف استانداردها و دستورالعمل‌ها
- ارزیابی محققین داخلی در حین و بعد از انجام پروژه‌های طراحی و ساخت
- نظارت بر اجرای طرح‌های امکان‌سنجی فناوری‌های نوین تجهیزات فشار قوی
- انجام بازاریابی فناوری‌های نوین تجهیزات فشار قوی
- نظارت بر اجرای طرح پایش سالانه روند تغییرات جهانی در حوزه تجهیزات فشار قوی
- نظارت بر انتخاب مشاورین مناسب برای تهیه استانداردهای مربوطه
- نظارت بر انجام پروژه‌های تهیه و تدوین استاندارد فناوری‌های تجهیزات فشار قوی

- مشاوره و تایید نهائی استانداردها و تدوین آنها برای استفاده در صنعت
- نظارت بر رعایت شدن استانداردها در اجرای پروژه‌های ساخت تجهیزات فشار قوی

**تبصره ۱:** مصوبات یاد شده در چارچوب این سند و ابلاغ رئیس مرکز برای کلیه دستگاه‌های مرتبط لازم الاجرا می‌باشد.

**تبصره ۲:** مرکز راهبری سند در صورت نیاز به اصلاح ساختارها و سازوکارهای نهادی ذیربط، از طریق مراجع ذیصلاح گردش کار را انجام خواهد داد.

**تبصره ۳:** با توجه به روند سریع تحولات، لازم است در صورت تشخیص، مرکز راهبری سند مورد بازبینی و تجدیدنظر قرار گیرد.

## ۲-۲- مکانیزم عملکرد

با توجه به وظایف مطرح شده برای کمیته‌ها، می‌بایست مکانیزمی اندیشیده شود که به عنوان چارچوبی برای انجام فعالیت‌های ارزیابی در نظر گرفته شود. همان‌طور که اشاره شد، از جمله وظایف اصلی اعضای مرکز راهبری توسعه فناوری‌های تجهیزات فشار قوی، نظارت و پیگیری اجرای دقیق و کامل مفاد سند و پایش شاخص‌های عملکردی و اثربخشی می‌باشد. لذا، اعضای مرکز جهت انجام وظایف در نظر گرفته شده، باید جلسات منظم (هر ۶ ماه یکبار) برگزار کرده و در فاصله بین جلسات از طریق همکاری و اخذ آمار و گزارش‌ها از دستگاه‌های متولی حوزه‌های مرتبط شاخص‌های تعیین شده را ارزیابی کرده و پس از نهایی‌سازی و تلفیق آن‌ها گزارش آن را در دوره‌های زمانی ۶ ماهه به وزارت نیرو اعلام نماید.

همچنین، اعضای مرکز موظفند طبق نتایج حاصل از ارزیابی شاخص‌ها، اقدامات لازم را جهت اطمینان از تحقق سند در افق ۱۰ ساله، اتخاذ کنند. مرکز راهبری سند در صورت نیاز به اصلاح ساختارها و سازوکارهای نهادی ذیربط، از طریق مراجع ذیصلاح گردش کار را انجام خواهد داد.

به علاوه، مرکز موظف است به رصد فناوری‌های مرتبط و در حال توسعه تجهیزات فشار قوی بپردازد و گزارش آن را طی دوره‌های زمانی ۲ ساله به وزارت نیرو ارائه نماید.

با توجه به روند تحولات و نیز وضعیت پیشرفت سند، لازم است سند مورد بازبینی و تجدیدنظر قرار گیرد.

### ۳- نتیجه‌گیری

مرحله ششم این سند، به عنوان آخرین مرحله از طرح "تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری‌های نوین تجهیزات عایقی فشار قوی در مناطق با اقلیم خاص" به تدوین برنامه ارزیابی و به‌روزرسانی این سند می‌پردازد. در این مرحله باید مشخص شود که چه افرادی در چه ساختاری و بر اساس چه شاخص‌ها و معیارهایی باید به ارزیابی پیشرفت اجرای سند در طول بازه زمانی تعریف شده بپردازند. برای این کار ابتدا شاخص‌هایی در سطح کلان (چشم‌انداز و اهداف) و در سطح خرد (اقدامات غیرفنی و فنی) تعریف شد. سپس ساختار نظارت، به‌روزرسانی و ارزیابی سند مشخص شد. به این منظور، اعضای اصلی مرکز راهبری توسعه فناوری‌های تجهیزات فشار قوی، کمیته‌های این مرکز شامل کمیته آموزش و پژوهش، کمیته تعامل با دانشگاه و مراکز تحقیقاتی، کمیته ارتباط با قانون‌گذاران، سیاستگذاران و متولیان اجرای قوانین و سیاست‌ها و کمیته فنی و بازرگانی و استاندارد تعیین و وظایف هر یک از کمیته‌ها مشخص گردید. در نهایت، تعیین شد که این مرکز در بازه‌های زمانی ۶ ماهه به پیگیری و ارزیابی اجرای سند بر اساس شاخص‌های تعریف شده بپردازد و گزارش آن را به وزارت نیرو ارائه کند. همچنین، مقرر شد این مرکز با توجه به وضعیت پیشرفت سند نسبت به بازنگری آن اقدام نماید.

## مراجع و منابع

[۱]. «روش‌شناسی تدوین اسناد راهبردی توسعه فناوری‌های صنعت برق - راهنمای شماره ۱، ویرایش دوم»، پژوهشگاه

نیرو، آذر ۱۳۹۲