

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## سند راهبردی و نقشه‌ی راه توسعه‌ی فناوری طراحی سیستم‌های کنترل نیروگاه‌ها

مدیر پروژه: مهندس ادوارد غریب‌بیان ساکی  
گروه پژوهشی اندازه‌گیری و کنترل نیروگاه

راهبر: معاونت فناوری  
ناشر: پژوهشگاه نیرو

کارفرما: شرکت توانیر  
سفارش‌دهنده: وزارت نیرو

اعضای محترم کمیته راهبری تدوین سند:

✦ دکتر محمد دورعلی

✦ مهندس محمدعلی فرحناکیان

✦ دکتر محسن منتظری

✦ مهندس بهمن مهران

✦ دکتر علیرضا یزدی‌زاده

ویرایش اول

۱۳۹۴

سیستم کنترل جزء جدائی ناپذیر و بسیار مهم در تمام واحدهای صنعتی از جمله نیروگاه‌ها می‌باشد قدمت سیستم کنترل به قدمت خود نیروگاه است. گاورنر یا سیستم کنترل دور توربین از مهم‌ترین بخش‌های کنترل در نیروگاه می‌باشد که سابقه بکارگیری آن به قرن ۱۸ میلادی توسط جیمز وات می‌رسد.

با پیشرفت فناوری، سیستم‌های کنترل نیز متحول شدند، هر چند اصول اولیه طراحی تغییرات کمتری داشته است. برای مثال منطق کنترلی سطح آب درام در نیروگاه بعثت با عمر بیش از ۴۰ سال و نیروگاه دماوند با عمر حدود ۱۰ سال تفاوت خاصی ندارد. ولی طی همین مدت، تکنولوژی پیاده‌سازی سیستم کنترل و تجهیزات مرتبط کاملاً دگرگون شده و از سیستم کنترل نیوماتیک و نیمه خودکار به سیستم‌های الکترونیکی و هوشمند ارتقاء یافته به طوری که تحول تجهیزات کنترلی چندین برابر تجهیزات اصلی مکانیکی نیروگاه می‌باشد.

از طرفی توسعه صنعت نیروگاهی در سال‌های اخیر و رشد تعداد نیروگاه‌های نصب شده و همچنین توجه به دورنمای رشد مصرف برق، الزام نصب نیروگاه‌های بیشتر را ایجاد می‌کند. بهمین دلیل نیاز به ایجاد توانمندی در طراحی و ساخت سیستم کنترل نیروگاه نیز به شدت احساس می‌شود. به خصوص با توجه به مشکلات عدیده در این زمینه در سطح نیروگاه‌های کشور و عدم پاسخگویی شرکت‌های تأمین کننده خارجی، در این خصوص و در راستای سیاست‌های کلان و برنامه‌های توسعه پژوهش وزارت نیرو این پروژه با عنوان «تدوین سند راهبردی و نقشه راه سیستم‌های کنترل نیروگاه‌ها» شروع بکار نمود و هدف اصلی در طرح این موضوع تدوین برنامه و طرح‌های پژوهشی مناسب برای ایجاد توانمندی لازم برای طراحی و ساخت سیستم‌های کنترل نیروگاه می‌باشد. این گزارش توسط آقای دکتر منتظری، آقای مهندس بخشی و آقای مهندس زارع و با همکاری آقایان مهندس غریب‌یان و مشاورین پروژه آقایان مهندس زمانی، مهندس شجاعی و مهندس کرمانی تهیه شده است.

## فهرست مطالب

مقدمه	۱
فصل ۱- تبیین ابعاد موضوع و محدوده مطالعات	۳
۱-۱- مقدمه	۴
۱-۲- ضرورت بومی سازی طراحی سیستم کنترل نیروگاه‌ها در کشور	۵
۱-۲-۱- مقابله با تحریم‌ها از طریق خروج از انحصار و کاهش وابستگی	۶
۱-۲-۲- تأمین امنیت تولید برق و پیش‌گیری از نفوذ بد افزارها	۸
۱-۲-۳- جلوگیری از خروج ارز از کشور و کسب درآمد ارزی	۱۲
۱-۲-۴- افزایش دانش فنی و اشتغال‌زایی به خصوص در سطوح بالای دانشگاهی	۱۲
۱-۲-۵- استفاده از دانش فنی اخذشده در سایر صنایع کشور از قبیل صنعت نفت، گاز، پتروشیمی، سیمان	۱۳
۱-۲-۶- ارتقاء جایگاه کشور در سطح جهانی در صنایع با فناوری پیشرفته و به تبع آن ارتقای روحیه و غرور ملی	۱۵
۱-۲-۷- وجود شرکت‌ها و صنایع مرتبط و زیرساخت‌های مناسب در کشور	۱۵
۱-۳- تبیین سطح تحلیل	۱۶
۱-۴- تبیین افق زمانی تحلیل	۱۶
۱-۵- مرزبندی فنی	۱۷

## مقدمه

در سال‌های اخیر با توجه به افزایش عمر نیروگاه‌ها و عدم همکاری شرکت‌های سازنده خارجی با نیروگاه‌ها، برای واحدهای نیروگاهی مشکلات مختلفی از جمله در زمینه سیستم کنترل به وجود آمده است. برای مثال می‌توان به مشکلات داده‌برداری و ثبت اطلاعات و اصلاح و بهینه‌سازی حلقه‌های کنترلی اشاره نمود. به دلیل تکنولوژی بسیار قدیمی بکار رفته در بسیاری از واحدها، شرکت توانیر و برق‌های منطقه‌ای اقدام به اجرای پروژه‌هایی برای نوسازی و ارتقاء سیستم‌های کنترل نموده‌اند.

بعلاوه با توجه به رشد روز افزون تعداد نیروگاه‌های سیکل ترکیبی در کشور از یک سو و لزوم افزایش دانش فنی کشور در خصوص این نیروگاه‌ها از طرف دیگر، ایجاب می‌کند که در زمینه‌ی یکی از پیشرفته‌ترین مباحث مطروحه در این صنعت یعنی سیستم‌های کنترل تلاش شود. لازم به ذکر است شرکت‌های خارجی مانند زیمنس که سیستم کنترل اکثر نیروگاه‌های کشور مبتنی بر محصولات آن‌ها می‌باشد نیز به دلیل شرایط تحریم از ارائه خدمات در این زمینه خودداری می‌کنند. ضمن آنکه با توجه به ایجاد زیرساخت‌های لازم در زمینه ساخت اکثر تجهیزات نیروگاهی در کشور، توسعه و بومی‌سازی طراحی سیستم‌های کنترل آن‌ها نیز از اهمیت استراتژیک ویژه‌ای برخوردار است.

در سال‌های اخیر شرکت‌های خصوصی مختلفی در این زمینه فعالیت داشته‌اند از جمله برای توربین گاز Frame 5 نیز یک سیستم کنترل طراحی و پیاده‌سازی شده است. ولی در این سیستم کنترل صرفاً عملکرد کارت‌های سخت‌افزاری سیستم کنترل قدیمی به صورت نرم‌افزاری پیاده‌سازی شده و هیچ طراحی صورت نگرفته است و برای پیاده‌سازی در یک واحد جدید تمام فعالیت‌ها بایستی مجدد انجام شود. بعلاوه برخی شرکت‌ها بخش‌های مربوط به رابط کاربر را برای واحدهای میتسویشی نوسازی نموده‌اند که در کنار سیستم کنترل اصلی از آن استفاده می‌شود. شرکت مکو نیز اقدام به ساخت سخت‌افزار DCS خود با نام MAPCS نموده است. شرکت‌های متعدد دیگری نیز به صورت مستقل فعالیت‌های خود را در این زمینه انجام می‌دهند. با توجه موارد فوق و وجود زیر ساخت مناسب در صنعت و سوابق تحقیقاتی در زمینه سیستم کنترل در پژوهشگاه نیرو، ایجاب می‌کند که مطالعات جامع در زمینه سیستم‌های کنترل نیروگاهی شامل طراحی، ساخت و پیاده‌سازی آن‌ها صورت پذیرد و با توجه به نقش پژوهشگاه نیرو در مدیریت تحقیقات صنعت برق، شرایط مناسبی جهت توسعه سیستم‌های کنترل نیروگاه‌ها فراهم شده است؛ لذا این پروژه با هدف تدوین نقشه راه بومی‌سازی سیستم‌های کنترل نیروگاه‌ها تعریف شده است.

گزارش حاضر مربوط به مراحل اول و دوم پروژه می‌باشد. در فصل اول ضرورت بحث و دلایل توجیهی برای پرداختن به موضوع سیستم کنترل بررسی شده است و در ادامه سطح تحلیل، افق زمانی و مرزبندی پروژه مشخص شده است. در فصل دوم ابعاد و مشخصه‌های فناوری سیستم کنترل نیروگاهی مطرح شده و در فصل سوم مفهوم زنجیره ارزش و زنجیره ارزش سیستم کنترل نیروگاهی بیان شده است. بعلاوه درخت فناوری سیستم کنترل نیروگاه که اساس بخش‌های آتی پروژه را تشکیل می‌دهد ارائه گردیده است. در فصل چهارم نیز روند و سابقه تحقیقات در خصوص سیستم‌های کنترل نیروگاهی ارائه شده است.

## فصل ۱- تبیین ابعاد موضوع و محدوده مطالعات

## ۱-۱- مقدمه

صنعت برق به عنوان صنعت زیربنایی و مادر نقش مهمی در توسعه اقتصادی و رفاه جوامع دارد. اهمیت برق از آن جهت است که به دلیل امکان به‌کارگیری فناوری‌های مدرن‌تر و نیز ملاحظات زیست‌محیطی در تمامی زمینه‌های فعالیت، می‌تواند به عنوان انرژی مناسب انتخاب شود. با پیشرفت و توسعه فناوری، کوچک‌سازی و افزایش بهره‌وری سیستم‌ها و تجهیزات، با برقی شدن تجهیزات همراه است. به این معنی که بسیاری از فناوری‌هایی که از انرژی دیگری در آن‌ها استفاده می‌شده، برقی می‌شوند و این خود دلیل محکمی است که باید به این انرژی مهم توجه جدی بشود. با توجه به اهمیت بیشتر برق در سطح جهان و در کشورهای پیشرفته نسبت به کشورهای در حال توسعه، پشتیبانی مناسبی از صنعت برق و رفع چالش‌های آن به عمل می‌آید. به همین منظور مطالعات گسترده‌ای به منظور تعیین چالش‌ها و چگونگی رفع آن‌ها انجام شده و یا در حال انجام است. از جمله این مطالعات «آینده‌نگری» صنعت برق است. همچنین توجه لازم به مباحث مدیریت فناوری و توسعه سیستم نوآوری در صنعت برق از زمینه‌های مهم مطالعاتی دیگر است. توجه به محیط زیست و افزایش راندمان و بهره‌وری فرایندهای برقی به همراه مدیریت مصرف و کاهش شدت انرژی و تلفات برق از دیگر زمینه‌های مهم به شمار می‌آید. توجه به مشکلات بازار برق و رفع آن‌ها در بیشتر کشورهای پیشرو در حال انجام است. تأمین منابع مالی لازم جهت توسعه فناوری‌های نرم و سخت‌مورد نیاز صنعت برق و نیز توانمندسازی نیروی انسانی شاغل در این صنعت با تأکید خاصی دنبال می‌شود. به رغم حساسیت فراوان در تأمین برق مطمئن در کشورهای پیشرفته (به دلیل پیچیدگی‌های ذاتی این صنعت و مشکلات مربوط به ذخیره‌سازی) هنوز هم نارسایی‌ها و اشکالاتی در صنایع برق کشورهای پیشرفته بروز می‌کند که البته با تدبیر و تلاش در جهت رفع آن اقدام می‌شود. در کشور ما نیز صنعت برق دارای جایگاه ویژه‌ای است و خوشبختانه حساسیت و اثرگذاری مشکلات این صنعت بر سایر بخش‌های جامعه، مورد توجه مسئولان و دست‌اندرکاران مربوطه می‌باشد. به دلایل گوناگون که مهم‌ترین آن به دولتی بودن صنعت برق مربوط می‌شود، متأسفانه این صنعت در مسیر بحران قرار گرفته و علاوه بر حذف نشاط کسب‌وکار، بنگاهی از صنعت برق کشور، زمینه عدم بهره‌وری و اتلاف منابع را فراهم ساخته است به نحوی که در بعضی از شاخص‌ها، وضعیت جهانی صنعت برق کشور ما شرایط نامطلوبی دارد. این در حالی است که بیشترین سرمایه‌گذاری در منطقه در صنعت برق، در کشور ما اتفاق افتاده است. اگر الزامات اساسی توسعه صنعت برق را تدبیر، فناوری و سرمایه‌گذاری تلقی کنیم در هر

سه این موارد، ضرورت توجه جدی به حل چالش‌های موجود به چشم می‌خورد. آینده صنعت برق ایران در گرو اتخاذ استراتژی و برنامه‌ریزی لازم به منظور تأمین منابع مالی، رفع مشکلات زیرساختی صنعت، استفاده از ابزارها و وسایل مدرن برای کنترل مناسب‌تر آن، توجه به محیط زیست و کاهش اثرات آلاینده‌های نیروگاه‌ها، توانمندسازی نیروی انسانی در توسعه و بهره‌برداری از صنعت برق و نیز پیش یک برنامه جدی برای اصلاح تدریجی نابسامانی‌های موجود می‌باشد. ایجاد تحدید برای قیمت‌گذاری واقعی انرژی الکتریکی می‌تواند موجبات رکود بیشتر این صنعت را فراهم آورد. استفاده از سایر منابع انرژی برای تولید برق نظیر هسته‌ای و زغال‌سنگی و انرژی‌های تجدید پذیر به همراه جلوگیری از تلفات در انتقال و توزیع برق و یا فرایندهای مصرف‌کننده الکتریکی می‌تواند شرایط بهینه‌ای را برای کارکرد صنعت برق در جهت توسعه پایدار فراهم آورد. از آنجا که تداوم بحران در صنعت برق منجر به رخدادهای نامطلوب در سطح جامعه و نارضایتی ملی می‌شود لذا جا دارد دولت و سایر قوای کشور با توجه و تأمل لازم، زمینه رفع چالش‌های حال و آینده صنعت برق را فراهم کنند تا ضمن رفع خطرهای پیش رو، شرایط کارکرد بهینه صنعت برق تا حد مطلوب فراهم شود [۱].

## ۱-۲- ضرورت بومی سازی طراحی سیستم کنترل نیروگاه‌ها در کشور

تولید برق پایدار، ایمن و با راندمان بالا مهم‌ترین هدف وزارت نیرو می‌باشد. تولید برق در نیروگاه‌ها انجام می‌شود و بهره‌برداری نیروگاه با اتکا به سیستم کنترل آن انجام می‌پذیرد. برای تأمین برق در کشور و مقابله با تحریم‌ها سال‌هاست که بسیاری از اجزای مکانیکی نیروگاه در داخل کشور ساخته می‌شود، ولی فعالیت پایه‌ای و جامع در زمینه طراحی سیستم کنترل صورت نگرفته است. این در حالی است که به دلیل تحریم‌ها تأمین قطعات سیستم‌های کنترل و DCS در کشور با دشواری‌های فراوانی همراه می‌باشد. از طرفی به دلیل وارداتی بودن فناوری سیستم کنترل امکان خرابکاری و صدمه به سیستم وجود دارد. مثال بارز آن بد افزار استاکس نت است که سیستم‌های کنترل مبتنی بر ویندوز شرکت زیمنس را هدف قرار داده بود. این موضوع می‌تواند برای سیستم‌های کنترل فعلی نیروگاه‌ها نیز صدق کند. از طرفی به دلیل دانش پایین در زمینه سیستم‌های کنترل و امنیت آن از بسیاری از قابلیت‌ها و امکانات سیستم‌های فعلی نیز به طور کامل استفاده نمی‌گردد که این موضوع خود هزینه‌های فراوانی را به کشور تحمیل کرده است.



شایان ذکر است که سرعت رشد و تغییر فناوری سیستم‌های کنترل بسیار سریع‌تر از سایر فن‌آوری‌های موجود در نیروگاه می‌باشد به همین دلیل در بسیاری از نیروگاه‌ها با عمر زیاد تا متوسط و حتی نیروگاه‌های جدید کشور فناوری سیستم کنترل از فناوری روز دنیا فاصله زیادی دارد. این امر در مورد نیروگاه‌های قدیمی به دلیل سرعت تغییر فناوری بوده ولی در مورد نیروگاه‌های جدید دلایل اصلی عبارتند از شرایط تحریم کشور، انحصار فناوری سیستم کنترل نیروگاه‌های کشور توسط یک سازنده و وابستگی فناوری سیستم کنترل به سازنده نیروگاه.

با توجه موارد ذکرشده برای تحقق اهداف کلان تولید برق در کشور نیاز به یک سیستم کنترل پیشرفته با امنیت بالا می‌باشد که دانش فنی آن در داخل کشور بومی شده باشد. به این ترتیب علاوه بر تأمین امنیت تولید برق در سطح کشور و رفع بسیاری از مشکلات ناشی از تحریم و نبود دانش فنی، اشتغال‌زایی اقشار تحصیل کرده نیز انجام خواهد شد. دلایل توجیهی برای طراحی سیستم کنترل پیشرفته با امنیت بالا در داخل کشور به شرح زیر می‌باشد.

۱-۱-۱-۱ مقابله با تحریم‌ها از طریق خروج از انحصار و کاهش وابستگی

۱-۱-۲-۱ تأمین امنیت تولید برق و پیشگیری از نفوذ بدافزارها

۱-۱-۳-۱ جلوگیری از خروج ارز از کشور و کسب درآمد ارزی

۱-۱-۴-۱ افزایش دانش فنی و اشتغال‌زایی به خصوص در سطوح بالای دانشگاهی

۱-۱-۵-۱ استفاده از دانش فنی اخذشده در سایر صنایع کشور از قبیل صنعت نفت، گاز، پتروشیمی، سیمان

۱-۱-۶-۱ ارتقا جایگاه کشور در سطح جهانی در صنایع با فناوری بالا و به طبع آن ارتقا روحیه و غرور ملی

۱-۱-۷-۱ وجود شرکت‌ها و صنایع مرتبط و زیرساخت‌های مناسب در کشور

### ۱-۲-۱-۱-۱ مقابله با تحریم‌ها از طریق خروج از انحصار و کاهش وابستگی

در حال حاضر سیستم کنترل نیروگاه‌های در شرف نصب یا جدیدالاحداث کشور در انحصار محصولات چند شرکت از جمله Siemens و ABB می‌باشد و این شرکت‌ها نیز به دلیل شرایط تحریم خدمات مناسبی ارائه نمی‌دهند. بعلاوه برخی نیروگاه‌ها

با عمر متوسط از نسل قدیمی‌تر DCS های این شرکت‌ها استفاده می‌نمایند که تأمین قطعات آن بسیار دشوار شده است، بسیاری از این تجهیزات با هزینه چند برابری و زمان تحویل بسیار طولانی تأمین می‌شوند که علاوه بر هزینه مستقیم هزینه‌های غیرمستقیم خروج واحد از مدار تا تأمین تجهیز را نیز بایستی مدنظر قرار داد.

از دلایل اصلی استفاده از تجهیزات کنترلی زیمنس در کشور می‌توان به گستردگی طیف محصولات، قابلیت اطمینان بالا، آشنایی صنعت کشور با این محصولات و آشنایی متخصصین کشور با محصولات شرکت زیمنس نام برد. این در حالی است که اجزای مختلف نرم‌افزاری و سخت‌افزاری سیستم کنترل توسط شرکت‌های مختلف اروپایی و آمریکایی تولید می‌شود که از نظر کیفیت با محصولات زیمنس قابل رقابت می‌باشند و اغلب قیمت کمتری نیز دارند.

این موضوع باعث وابستگی شدید به محصولات زیمنس شده و در نتیجه نوسازی سیستم‌های کنترل نیروگاهی علاوه بر مشکلات فنی، هزینه بسیار زیادی نیز تحمیل می‌نماید. به طور مثال علی‌رغم تحریم‌ها بسیاری از قطعات PLC های زیمنس به صورت جداگانه و نه با عنوان بخشی از DCS در بازار داخلی به راحتی قابل تهیه می‌باشد درحالی‌که برای تهیه همان قطعه در قالب DCS بایستی شماره پروژه و اطلاعات مربوط به پروژه ارائه گردد.

در صورتی‌که با بومی‌سازی فناوری و تدوین استانداردهای مناسب برای ارزیابی کیفیت محصولات زیرساخت مناسب برای تعیین تأمین‌کنندگان ذی‌صلاح، ایجاد شده و امکان استفاده از اجزای مختلف از سازندگان مختلف که استاندارد واحدی را رعایت می‌کنند وجود خواهد داشت. در نتیجه بازار رقابتی‌تر شده و وابستگی به یک محصول خاص کاهش می‌یابد. بعلاوه نقاط ضعف و قوت سیستم‌های مختلف شناسایی شده و فناوری‌های کلیدی شناسایی می‌شود؛ و در نهایت می‌توان با طراحی کل سیستم کنترل راه‌حل جامع و مناسب برای نیروگاه ارائه نمود. بعلاوه امکان نوسازی سیستم‌های قدیمی‌تر با هزینه کمتر میسر می‌گردد. از دیگر مشکلات استفاده از محصولات خاص یک سازنده بدون انتقال دانش فنی لازم، عدم پشتیبانی مناسب تولیدکننده تا پایان دوره خدمات شرکت تولیدکننده می‌باشد.

### ۱-۲-۲- تأمین امنیت تولید برق و پیش‌گیری از نفوذ بدافزارها

هزینه سیستم کنترل نیروگاه در حدود ۷ تا ۱۰ درصد کل هزینه ساخت نیروگاه می‌باشد. با این حال این سیستم کنترل نیروگاه است که بهره‌برداری ایمن و مناسب از نیروگاه را تأمین می‌نماید. در صورت بروز خطا در سیستم کنترل ممکن است کل نیروگاه آسیب ببیند. چنین مشکلاتی در نیروگاه‌های مختلف کشور بارها اتفاق افتاده است و شامل خرابی کل پره‌های توربین، خرابی شفت توربین و ژنراتور، کنده شدن اجزای واحد و حتی در مواردی تلفات جانی بوده است. اکثر این موارد به دلیل عملکرد نامناسب سیستم کنترل و حفاظت واحد بوده. در موارد جزئی می‌توان به تریپ بی‌مورد یا بیش از حد واحد اشاره نمود که برخی موارد آن ناشی از عملکرد نامناسب سیستم کنترل بوده. این موارد باعث خروج واحد از مدار علی‌رغم نیاز شبکه به برق بوده و علاوه بر ایجاد مشکلاتی که کمترین آن خاموشی می‌باشد، هزینه بسیار بالای تعمیرات، تأمین قطعات و خروج واحد از مدار به مدت طولانی که به معنای خواب سرمایه نیز می‌باشد را نیز بایستی نام برد.

در مواردی که شدت صدمات بالا بوده تا چندین ماه واحد از مدار خارج بوده. مقدار برق تولید نشده برای یک واحد ۱۰۰ مگاواتی برای ۶ ماه با ضریب ۰٫۶ که معادل ۳۱،۵۳۶،۰۰۰ کیلووات ساعت می‌باشد که با احتساب قیمت برق معادل ۴۰۰ ریال برای هر کیلووات ساعت، صرفاً هزینه برق تولید نشده معادل ۱۲٫۶ میلیارد ریال خواهد بود.

با توجه به اینکه فناوری نرم‌افزاری و سخت‌افزاری سیستم کنترل وارداتی می‌باشد، در مواردی که امکان بهینه‌سازی و ارتقای عملکرد سیستم کنترل وجود دارد نیز چنین کاری صورت نمی‌پذیرد و حتی در صورت مشاهده اشکال در سیستم با توجه اینکه منطق کنترلی و تجهیزات متعلق به یک شرکت معتبر می‌باشد از این اشکالات صرف‌نظر می‌گردد یا هیچ تلاشی در جهت رفع آن صورت نمی‌پذیرد. برای مثال می‌توان به سیستم تغییر سوخت مایع به گاز و به عکس (Fuel Changeover) اشاره نمود که به خصوص در موارد اضطراری تغییر سوخت به کرات منجر به تریپ واحد می‌گردد. درحالی‌که با مطالعه سیستم و تغییر منطق کنترلی و یا برخی تجهیزات امکان بهبود این وضعیت وجود دارد.

سیستم‌های کنترل نیروگاهی امروزه بر پایه کامپیوتر هستند این سیستم‌ها بازه گسترده‌ای از سیستم‌های فناوری اطلاعات شبکه شده را که به یک سیستم فیزیکی متصل هستند در برمی‌گیرند. با توجه به واحد تحت کنترل که نیروگاه می‌باشد سیستم کنترل نیروگاه به صورت Distributed Control System (DCS) می‌باشد.

این سیستم‌های کنترلی معمولاً از چندین لایه تشکیل شده‌اند. اهداف اصلی انتخاب چنین ساختاری به شرح زیر است:

- نگاه‌داشتن نیروگاه در بازه عملکردی ایمن خود، احتمال وقوع رفتار غیر مطلوب نیروگاه را کاهش می‌دهد.
- مقادیر مربوط به فرآیند نیروگاهی را در محدوده لازم نگاه می‌دارد تا تقاضای مربوط به کیفیت محصول یعنی برق را برآورده کند.
- راندمان نیروگاه را حداکثر کند.

سیستم‌های کنترل نیروگاه‌ها برای چندین دهه است که جزو هسته مرکزی زیرساخت‌های بحرانی کشور هستند و این روند هنوز هم ادامه داشته و روز بروز نیز در حال افزایش است؛ اما با این حال وقوع چندین مورد حمله سایبری در این زیرساخت‌ها، تأیید شده است. امروزه احتمال حمله‌های کامپیوتری به سیستم‌های کنترلی بیشتر از گذشته می‌باشد، چراکه آسیب‌پذیری‌های این سیستم‌ها رو به افزایش است و سیستم در برابر مهاجمان باتجربه و بانگیزه که هرروز بر تعداد آن‌ها افزوده می‌شود بی‌حفاظ می‌شود. البته هیچ حمله‌ای به‌اندازه کرم stuxnet به سیستم کنترلی آسیب نرسانده است. در علوم کامپیوتر اصطلاح کرم به برنامه‌ای گفته می‌شود که در سیستم یک‌بار نوشته می‌شود اما چند باره اجرا می‌شود و در کار سیستم خلل ایجاد می‌کند هدف stuxnet نیز این است که با برنامه‌ریزی دوباره کنترل‌کننده‌ها، باعث خرابی در سیستم شود. این برنامه‌ریزی دوباره معمولاً باعث می‌شود که کنترل‌کننده، سیستم تحت کنترل خود را به خارج از محدوده‌های مورد نظر ببرد. Stuxnet امکان وجود حملات کامپیوتری برای اهداف بحرانی از قبیل صنعت تولید برق را تأیید می‌کند. این کرم نه تنها ویران‌کننده است، بلکه آشکارسازی آن نیز بسیار مشکل می‌باشد. در واقع به خاطر پیچیده بودن این نوع حمله، شرکت‌های عرضه‌کننده ویروس‌یاب توانایی عرضه ویروس‌یاب جهت آشکارسازی آن را ندارند. بعلاوه، قربانی‌هایی که سعی می‌کنند تغییرات را متوجه شوند نیز ناموفق خواهند بود، چراکه stuxnet تغییراتی را که ایجاد می‌کند، با استفاده از برنامه‌های خاصی پنهان می‌کند و البته درایوهای خود را با شناسه‌های معتبر در سیستم نصب می‌کند. نکته قابل توجه این است که شاید مهاجم بتواند اطلاعات خاصی را پنهان کند، اما هدف نهایی آن‌ها پنهان نخواهد ماند. هدف آن‌ها ایجاد تأثیر مخالف در سیستم فیزیکی می‌باشد که این کار را با استفاده از ارسال اطلاعات اشتباه حس‌گر یا کنترل‌کننده انجام می‌دهد و این روند از دید سیستم تشخیص ناهنجاری و لایه کنترلی نظارتی مخفی می‌ماند. در این راستا از روش تشخیص حمله استفاده می‌شود که با مانیتور کردن سیستم تحت کنترل

انجام می‌شود. در واقع به این صورت عمل می‌کند که تغییراتی که در سیگنال‌های اندازه‌گیری و یا فرمان ایجاد می‌شود را در کمترین زمان ممکن متوجه شویم و پیش از اینکه حمله باعث اتفاق ناخواسته‌ای در سیستم شود آن را تشخیص دهیم.

در سیستم‌های کنترل نیروگاهی اتفاقات زیادی به دلیل بر پایه کامپیوتری بودن آن‌ها رخ می‌دهد. این اتفاقات می‌تواند به خاطر خطاهای ناشناخته نرم‌افزاری باشد. حمله‌هایی که هر کامپیوتر متصل به اینترنت با آن روبرو می‌شود و طرح‌ریزی نشده هستند نیز ممکن است رخ دهد. البته بزرگ‌ترین تهدید برای سیستم‌های کنترل نیروگاهی، حمله‌های طرح‌ریزی شده و هدف‌دار هستند. در این حملات مهاجم می‌داند که سیستم کنترلی را هدف گرفته و در واقع استراتژی حمله خود را باهدف آسیب رساندن به سیستم فیزیکی تحت کنترل تنظیم می‌کند. این حملات با توجه به جایگاه صنعت برق و نیروگاه می‌تواند بسیار مدنظر قرار گیرد. حمله‌های فیزیکی برای عملیات تروریستی و زیاده‌طلبی‌ها در بعضی کشورها یک حقیقت محسوب می‌شود این امر با توجه به شرایط سیاسی کشور ایران بیش از پیش می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. حملات سایبری فرم پیشرفته و توسعه‌یافته حملات فیزیکی هستند که کم‌هزینه‌تر و برای مهاجمین کم‌خطرتر هستند، بعد مسافت در آن‌ها مطرح نیست و در هماهنگ کردن و تکرار کردن نیز ساده‌تر می‌باشند. به عنوان مثال stuxnet دستوراتی که در Programmable Logic Controller (PLC) کنترل‌کننده‌های مورد استفاده در سیستم‌های کنترل نیروگاهی به صورت معمول خوانده، نوشته و فرستاده می‌شدند را متوقف می‌کند. زمانی که عملیات آن را متوقف می‌کند می‌تواند بدون اطلاع اپراتور به اطلاعات ارسالی و دریافتی PLC دسترسی پیدا کند. این نوع حملات در سال ۲۰۱۰ میلادی و در تحقیقات شرکت VirusBlokAda کشف شد که البته متخصصان بر این باور هستند که حداقل یک سال قبل به وجود آمده باشد. Stuxnet در واقع کرمی است که با آلوده کردن سیستم‌عامل کامپیوتر که Windows بوده تکثیر می‌شود. با استفاده از روش‌های مختلف از طریق LAN و یا USB منتقل می‌شود. احتمالاً از طریق LAN وارد سیستم می‌شود و سپس با استفاده از USB ها در کامپیوترهایی که به شبکه متصل نیستند گسترش می‌یابد و به همین دلیل است که عدم اتصال کامپیوتر به شبکه کاملاً ایمن نیست. زمانی که stuxnet وارد سیستم می‌شود، درایوهای خود را روی سیستم‌عامل Windows نصب می‌کند و برای این کار از گواهی‌های مسروقه استفاده می‌کند و یا از حفره‌های امنیتی موجود در سیستم استفاده می‌کند و البته با نصب Rootkit در سیستم مخفی می‌ماند هدف این کرم نفوذ به WinCC/Step7 که نرم‌افزار Monitoring and Control سیستم‌های کنترل نیروگاهی و صنعتی شرکت Siemens آلمان می‌باشد که در ایران بسیار مورد استفاده قرار گرفته است.

حال اگر stuxnet در سیستم‌عامل آلوده شده نتواند نرم‌افزار WinCC/Step 7 را بیابد، کار دیگری انجام نمی‌دهد؛ اما اگر آن را بیابد، PLC را با استفاده از روش‌های متفاوتی دوباره راه‌اندازی و برنامه‌نویسی می‌کند. برنامه‌نویس مجدد در PLC شامل ایجاد تغییراتی در قسمت‌های خاص برنامه قبلی که مربوط به متغیرهای پروسه است، می‌باشد که هر ۵ ثانیه یک‌بار انجام می‌شود. پیش‌بینی اثر این حمله‌ها بدون داشتن اطلاعات دقیق از چگونگی برنامه PLC و چیزهایی که به آن متصل است غیرممکن می‌باشد. چراکه برنامه PLC به سیستم تحت کنترل بستگی دارد و معمولاً پارامترهای سیستم فیزیکی برای آن شرایط، یکتا می‌باشد؛ و این بدین معنا است که حمله‌گر به یک برنامه PLC خاص حمله می‌کند. شرکت‌های معروف ارائه‌کننده نرم‌افزارهای آنتی‌ویروس اظهار کرده‌اند که Stuxnet یکی از پیچیده‌ترین حمله‌هایی است که تاکنون آنالیز شده است. دلیل این پیچیدگی این است که Stuxnet از ۴ راه‌انداز مجدد Zero-day، یک Rootkit سیستم‌عامل Windows، یک Rootkit اولیه PLC، تکنیک‌های گریز از آنتی‌ویروس، بروز رسانی نقطه به نقطه و گواهی‌هایی که از مرکز تأیید گواهی‌های سرقت شده‌اند، استفاده کرده است. شواهدی موجود است که Stuxnet به روند خود ادامه می‌دهد تا زمانی که حمله‌گر به منظور تطبیق باهدف خود، آرایش اولیه آن را به صورت پنهانی تغییر دهد و دوباره راه‌اندازی کند. ساختار کنترل و فرمان از ۲ سرور بهره می‌برد، با توجه به اینکه سیستم آلوده به اینترنت متصل می‌شود و یا از سیستم پیغام رسانی نقطه به نقطه استفاده می‌کند حمله‌گر درک بالایی از هدف خود دارد و تمامی اطلاعات در مورد پیکربندی سیستم کنترلی و برنامه‌های آن را در اختیار دارد.

با توجه به موارد فوق‌الذکر به تفصیل در خصوص یکی از مهم‌ترین حملات سایبری که به سیستم کنترل صنعتی اعمال شده که شباهت کامل با سیستم کنترل نیروگاه‌های کشور دارد دیده می‌شود توسعه یک سیستم کنترل نیروگاهی بر پایه دانش فنی کشور بسیار ضروری به نظر می‌رسد.

هرچند که Stuxnet سیستم‌های کنترل Siemens مبتنی بر سیستم‌عامل Windows را هدف قرار داده بود با این وجود این موضوع باعث ایجاد حساسیت‌های فراوان در صنعت برق شده و عملاً توسعه سیستم‌های کنترل را به چالش کشیده است. علیرغم اینکه سیستم‌عامل DCS های موجود در نیروگاه Unix می‌باشد، این سیستم‌های عامل به‌روزرسانی نشده‌اند و از فناوری حدود ۲۰ سال پیش استفاده می‌نمایند و حفره‌های امنیتی فراوانی دارند. تدوین رویه‌های استاندارد برای افزایش امنیت سیستم کنترل و لحاظ نمودن تجهیزات و نرم‌افزارهای مناسب در نیروگاه می‌تواند امنیت سیستم‌های کنترل را به میزان قابل توجه افزایش دهد. بعلاوه سیستم‌های عامل مدرن قابلیت‌های بسیاری نسبت به سیستم‌عامل‌های موجود در نیروگاه‌های کشور

دارند که از جمله امکان برقراری ارتباط با تجهیزات جانبی مختلف از جمله چاپگرها و قابلیت بالا برای ذخیره و بازیابی داده‌ها و بازیافت اطلاعات در صورت ایجاد خرابی در سخت‌افزار یا نرم‌افزار کامپیوتر دارند.

### ۱-۲-۳- جلوگیری از خروج ارز از کشور و کسب درآمد ارزی

بخش قابل توجهی از قیمت سیستم کنترل نیروگاه‌ها در خصوص DCS ها مربوط به لیسانس نرم‌افزارها و منطق کنترلی خاص پیاده‌سازی شده می‌باشد که با بومی‌سازی فناوری می‌توان از خروج ارز در حد قابل توجهی جلوگیری نمود. علاوه تجهیزات سخت‌افزاری استفاده‌شده در این سیستم‌ها نیز قیمت بسیار بالایی دارند که در صورت تأمین قطعات و نرم‌افزارها به صورت عمومی و نه با عنوان DCS نیروگاه، هزینه کل کاهش می‌یابد و امکان بهینه‌سازی و تهیه برخی از تجهیزات به صورت داخلی نیز میسر می‌گردد. و به این ترتیب ارزی سیستم کنترل به مقدار قابل توجه کاهش می‌یابد.

در حال حاضر شرکت‌های داخلی پروژه‌های مختلف نیروگاهی در خارج از کشور اجرا می‌نمایند و از سیستم‌های کنترل شرکت‌های خارجی برای واحدهای ساخت کشور استفاده می‌نمایند که با بومی‌سازی فناوری سیستم کنترل امکان استفاده از این سیستم‌ها در پروژه‌های آتی و ایجاد درآمد ارزی نیز فراهم می‌گردد.

### ۱-۲-۴- افزایش دانش فنی و اشتغال‌زایی به خصوص در سطوح بالای دانشگاهی

از طریق بومی‌سازی علاوه بر ایجاد دانش فنی سیستم کنترل نیروگاه در کشور، برای طراحی، نصب و خدمات پس از فروش و همچنین به تدریج از طریق ساخت داخل نمودن اجزای مختلف اشتغال‌زایی به خصوص برای فارغ‌التحصیلان مهندسی ایجاد می‌گردد. این امر با توجه به استفاده شدن از تخصص‌های مختلف زیر در طراحی سیستم کنترل نیروگاه بیشتر قابل تمرکز است:

- مهندسی مکانیک صاحب‌نظر در سیکل آب و بخار
- مهندسی مکانیک صاحب‌نظر در عملکرد ماشین‌آلات دوار
- مهندسی مواد و متالوژی صاحب‌نظر در آنالیز مواد در دمای کارکرد بسیار بالا
- مهندسی مکانیک صاحب‌نظر در بحث احتراق

- مهندسی شیمی و خوردگی صاحب‌نظر در خوردگی مواد در مقابل آب و بخار
- مهندسی برق صاحب‌نظر در عملکرد ژنراتورهای نیروگاهی
- مهندسی کامپیوتر صاحب‌نظر در طراحی و آنالیز شبکه‌های کامپیوتری
- مهندسی کامپیوتر صاحب‌نظر در بانک‌های اطلاعاتی با حجم بالا و به صورت بر خط
- مهندسی کامپیوتر صاحب‌نظر در برنامه‌نویسی (PLC) Programmable Logic Controller
- مهندسی کامپیوتر صاحب‌نظر در برنامه‌نویسی با زبان ++c
- مهندسی الکترونیک صاحب‌نظر در طراحی بردهای الکترونیکی با استفاده از فناوری‌های روز
- مهندسی مخابرات صاحب‌نظر در ارتباطات صنعتی
- مهندسی ابزار دقیق صاحب‌نظر در استفاده از ابزار دقیق مناسب در صنعت نیروگاه
- مهندسی کنترل صاحب‌نظر در طراحی سیستم‌های کنترل صنعتی

بعلاوه به دلیل ایجاد دانش فنی بالا امکان رفع بسیاری از اشکالات و توسعه آتی متناسب با نیاز صنعت نیز فراهم می‌گردد. از طرفی بسیاری از فناوری‌های استفاده‌شده در نیروگاه با صنایع دیگر از قبیل نفت و پتروشیمی مشترک می‌باشد که امکان به‌کارگیری این فناوری‌های بومی در صنایع دیگر نیز فراهم می‌گردد.

### ۱-۲-۵- استفاده از دانش فنی اخذشده در سایر صنایع کشور از قبیل صنعت نفت، گاز، پتروشیمی،

#### سیمان

حوزه کار و عمر سیستم‌های کنترل گسترده (Distributed Control System) یا DCS اکنون به پنجاه سال می‌رسد و دوره‌های اوج خود را سپری کرده است. بیشترین درجه اهمیت این موضوع مربوط به زمان ساخت میکرو کامپیوترهای با قیمت کم در حدود سال‌های ۱۹۷۰ می‌باشد. پس از آن حوزه کار DCS ها در محدوده پروسه‌های صنعتی پیوسته، گسترده‌تر و پیچیده‌تر شد. کاربردهای مختلف این تکنیک‌ها در فرایندهای مختلف صنعتی مانند شیمی، پتروشیمی، نفت و گاز و پالایشگاه‌ها، صنایع آهن و فولاد و مواردی از این قبیل است.



امروزه DCS ها به عنوان یک ابزار اتوماسیون معمول درآمده‌اند که از دیدگاه‌های مختلف می‌توانند تعابیر مختلفی داشته باشند. از نقطه نظر مهندسی پروسه این سیستم می‌تواند سبب بهبود میزان تولید و کیفیت تولید و ایمنی و قابلیت اطمینان و انعطاف بیشتر قسمت‌های صنعتی و افزایش حوزه نظارت بر مراحل اجرای یک پروسه به کار گرفته می‌شود.

از دیدگاه مهندسی کنترل و کامپیوتر این فناوری حوزه‌ای است که کاربرد و رشد سریع فناوری مخابرات و شبکه‌های کامپیوتری در خدمت سیستم‌های کنترلی را به نمایش می‌گذارد و حتی منجر به معرفی و اختصاص شبکه‌های کامپیوتری برای سرویس‌ها کنترلی شد.

برخی از مزایای DCS طبق جدول زیر قابل تقسیم هستند:

ارتباطات و مخابرات	ارتباط بین کامپیوترها به وسیله روش‌های استاندارد صورت می‌گیرد
قیمت	ارسال سری داده از حالت موازی یا سیم بندی‌های آنالوگ ارزان تر است. استفاده از مدارات مجتمع خاص ارزان تر از رله‌ها و سیم بندی‌ها منطقی سخت‌افزاری است
قابلیت اطمینان سیستم	به خاطر وجود تعداد زیاد پردازنده‌های در حال کار در سطح متفاوت با قابلیت اطمینان بالا سیستم از قابلیت اطمینان بالایی برخوردار است
صحت داده‌ها	داده‌ها از نظر خطا همواره بررسی می‌شوند
بهبود مشخصه‌های کاری	روش‌های پیچیده کنترل زیادی می‌توان روی پروسه اعمال کرد و قدرت پردازش به شدت بالا می‌رود
مقطع و ماژولار بودن	قطعه‌قطعه بودن سخت‌افزاری و توابع کنترلی یعنی مجزا بودن آن‌ها از یکدیگر، که این مسئله برای ارتباط بهتر بین قسمت‌ها و سادگی تست سیستم بسیار مفید است

اختلاف اساسی در سیستم کنترل در بخش‌های مختلف صنایع مربوط به الزامات فرایندی، ایمنی و منطق کنترلی آن‌ها می‌باشد و ساختار DCS، سیستم اندازه‌گیری و عملگرها برای تمام صنایع تقریباً یکسان می‌باشد. از این رو با ایجاد دانش فنی سیستم کنترل برای نیروگاه‌ها شرایط لازم برای توسعه آن به سایر صنایع فراهم می‌گردد. برای مثال در صنایع نفت و گاز مسائل ایمنی و ضد حریق بودن تجهیزات اندازه‌گیری و محرک‌ها در واحد اهمیت بالایی دارد ولی برای کنترل فرآیند می‌توان از DCS های بکار رفته در نیروگاه استفاده نمود؛ و البته منطق کنترلی خاص آن واحد بایستی پیاده‌سازی گردد. به این ترتیب

دانش کسب‌شده در حوزه انواع کارت‌های سخت‌افزاری، پیکربندی سیستم کنترل، نرم‌افزارهای طراحی منطق کنترلی، تجهیزات اتاق فرمان و رابط کاربر و غیره بدون تغییر در سایر صنایع قابل استفاده می‌باشد.

## ۱-۲-۶- ارتقاء جایگاه کشور در سطح جهانی در صنایع با فناوری پیشرفته و به تبع آن ارتقای روحیه و

### غرور ملی

سیستم کنترل نیروگاه با توجه به حساسیت آن و سطح فناوری بکار گرفته‌شده در آن از اهمیت بالایی برخوردار است و تعداد محدودی شرکت در سطح جهان قادر به عرضه این محصول می‌باشند؛ تعداد آن‌ها از تعداد انگشت‌های دست نیز فراتر نمی‌رود. در صورت بومی‌سازی این فناوری کشور ما جز چند کشور مطرح در این زمینه خواهد بود که این امر خود موجب ارتقای غرور ملی و روحیه دانش‌پژوهان متخصصین کشور خواهد بود. وجود شرکت‌ها و صنایع مرتبط و

### زیرساخت‌های مناسب در کشور

در حال حاضر شرکت‌های متعددی در کشور در زمینه سیستم کنترل نیروگاه فعال می‌باشند. ولی این شرکت‌ها مستقل از یکدیگر و در جهت اهداف کوتاه مدت فعالیت می‌نمایند. به طور مثال شرکت مکو از شرکت‌های زیرمجموعه مپنا سیستم کنترل SPPA2000 زیمنس را برای نیروگاه‌های سیکل ترکیبی ساخت مپنا تأمین و پیاده‌سازی می‌نماید. بعلاوه در سال‌های اخیر با خرید شرکت فرینه فن آور مبادرت به ساخت کارت‌های DCS و نرم‌افزارهای مربوطه با نام DCS MAPCS نموده است. این DCS به طور آزمایشی و با موفقیت نسبی برای بخش‌هایی از سیستم کنترل ترتیبی نیروگاه سیکل ترکیبی نجف در عراق استفاده شده است.

شرکت آهار شرق نیز مبادرت به بروز رسانی سیستم کنترل توربین گازی FRAME5 نیروگاه مشهد نموده است؛ که در این پروژه منطق کنترلی کارت‌های الکترونیکی سخت‌افزاری سیستم کنترل توربین گاز استخراج شده و سپس به صورت نرم‌افزاری به کمک DCS عمومی زیمنس با نام PCS7 و کارت‌های PLC سری SIMATIC S7 شرکت زیمنس این منطق‌ها پیاده‌سازی شده است. این سیستم کنترل نیز با موفقیت آزمایش شده و در پروژه جدید دو واحد نیروگاه ری که از نوع FRAM5 می‌باشند نیز به‌روز خواهند شد. مشکل اصلی این پروژه این است که عملاً منطق کنترلی موجود در کارت‌های

سخت‌افزاری بدون دخل و تصرف یا اصلاح، پیاده‌سازی شده و دانش فنی منطق کنترلی کسب نشده. بعلاوه در این پروژه‌ها انحصاراً از سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای شرکت زیمنس استفاده شده است.

در نهایت شرکت‌های متعددی در تأمین قطعات و سرویس‌های مرتبط با اجزای سیستم کنترل در سطح کشور فعال می‌باشند و بستر مناسبی برای توسعه این فناوری در کشور وجود دارد.

از طرفی با توجه به ضرورت توسعه این فناوری و استراتژیک بودن آن، به عنوان یک فناوری راهبردی شناخته شده که لازم است کشور به فناوری آن تسلط پیدا کند.

### ۱-۳- تبیین سطح تحلیل

این سند باهدف طراحی سیستم کنترل نیروگاه‌ها در کشور تدوین شده است و بنابراین با توجه به اینکه عمده نیروگاه‌های کشور زیر نظر وزارت نیرو مدیریت می‌شوند. سطح تحلیل این سند برای صنعت برق و از نظر جغرافیایی شامل کل کشور می‌گردد.

با توجه به تنوع نیروگاه‌ها در سطح کشور این سند شامل موارد زیر است:

- انواع نیروگاه‌های حرارتی کشور شامل گازی، بخاری و سیکل ترکیبی
- نیروگاه‌های برق آبی
- نیروگاه‌های بادی و خورشیدی
- نیروگاه‌های اتمی

### ۱-۴- تبیین افق زمانی تحلیل

این مطالعه در سطح صنعت برق کشور انجام می‌شود و با توجه به اهداف کلان ارائه شده در سند چشم‌انداز توسعه کشور که تا سال ۱۴۰۴ می‌باشد، افق زمانی مطالعات ۱۰ ساله در نظر گرفته شده است.

## ۱-۵- مرزبندی فنی

سیستم کنترل نیروگاه شامل بخش‌های مختلفی از جمله نرم‌افزار و سخت‌افزارهای مختلف اتاق فرمان و واحد تجهیزات اندازه‌گیری و عملگرهای مختلف می‌باشد. بحث تجهیزات اندازه‌گیری به طور جداگانه در سند دیگری بررسی می‌گردد و با توجه به اینکه عملگرها سیستم‌های متنوع الکتریکی، الکترونیکی و مکانیکی را شامل می‌شود که به صورت یک رابط استاندارد در سیستم کنترل دیده می‌شود، در این مطالعات بررسی نمی‌گردد. به طور خلاصه اجزای زیر در این مطالعه بررسی می‌گردد.

- انتخاب، طراحی و پیکربندی سخت‌افزاری DCS و اتاق فرمان
- انتخاب، طراحی و پیاده‌سازی نرم‌افزاری DCS و رابط کاربر
- فناوری ارتباطی در سطح واحد در تمامی لایه‌ها (آنالوگ، fieldbus، سطح کنترل و غیره)
- طراحی عملکردی (functionally) سیستم کنترل شامل کنترل ترتیبی و آنالوگ و سیستم اعلام خبر و حفاظت
- الگوریتم‌های پیشرفته شامل سیستم‌های عیب‌یابی

و موارد زیر در مطالعه بررسی نمی‌گردد:

- طراحی و ساخت سنسورها و تجهیزات اندازه‌گیری
- طراحی و ساخت عملگرها
- طراحی و ساخت کارت‌های سخت‌افزاری سیستم کنترل (DCS)

[۱] آینده صنعت برق (نگاهی به ایران و جهان)- پژوهشنامه ۱۶ - گروه پژوهشی اقتصاد- پژوهشکده تحقیقات

راهبردی-زهره بشارتی راد و سید محمد طباطبایی-۱۳۸۹

## فهرست مطالب

فصل ۱- تبیین مشخصه‌های طراحی سیستم کنترل نیروگاه‌ها.....	۱
۱-۱- مقدمه.....	۲
۱-۲- ابعاد و ماهیت فناوری.....	۲
۱-۳- سابقه فناوری.....	۲
۱-۳-۱- تناسب فناوری.....	۳
۱-۳-۲- طبقه‌بندی فناوری سیستم‌های کنترل از منظر پیچیدگی.....	۳
۱-۴- طبقه‌بندی فناوری سیستم‌های کنترل از منظر چرخه عمر.....	۶
۱-۴-۱- چرخه عمر محصول-بازار.....	۷
۱-۴-۲- شاخص‌های چرخه عمر فناوری سیستم‌های کنترل.....	۱۲
فصل ۲- شناسایی حوزه‌های فناورانه.....	۱۷
۱-۲- مقدمه.....	۱۸
۲-۲- مرور ادبیات.....	۱۹
۱-۲-۲- نگرش زنجیره ارزش فناوری.....	۲۰
۲-۲-۲- ترسیم درخت فناوری بر مبنای حوزه‌های کاربرد یا بازار:.....	۲۴
۳-۲-۲- ترسیم درخت فناوری بر مبنای محصولات / خروجی‌ها / خدمات / سیستم‌ها.....	۲۴
۴-۲-۲- ترسیم درخت فناوری بر مبنای انواع فناوری‌ها یا زیرسیستم‌های فناورانه.....	۲۴
۵-۲-۲- ترسیم درخت فناوری ترکیبی.....	۲۴

- ۲۴..... ۲-۲-۶- انتخاب روش مناسب شناسایی فناوری
- ۲۵..... ۲-۳-۳- درخت فناوری سیستم‌های کنترل نیروگاه
- ۲۵..... ۲-۳-۱- مقدمه
- ۲۹..... ۲-۳-۲- ارائه درخت فناوری طراحی سیستم کنترل نیروگاه با در نظر گرفتن انواع نیروگاه‌ها
- ۳۰..... ۲-۳-۳- ارائه درخت فناوری از نظر طراحی عملکردی سیستم کنترل نیروگاه‌ها
- ۳۲..... ۲-۴-۴- زنجیره ارزش سیستم‌های کنترل نیروگاهی در ایران
- ۳۲..... ۲-۴-۱- مقدمه
- ۳۳..... ۲-۴-۲- ادبیات زنجیره ارزش
- ۵۰..... ۲-۴-۳- زنجیره ارزش صنعت سیستم‌های کنترل نیروگاهی در ایران
- ۵۴..... ۲-۴-۴- شرکت‌های فعال در زنجیره ارزش سیستم‌های کنترل نیروگاهی
- ۶۲..... ۳- آینده‌پژوهی (سابقه و روند تحقیقات جهانی)
- ۶۳..... ۳-۱- مقدمه
- ۶۳..... ۳-۲- روند پیشرفت فناوری سیستم‌های کنترل صنعتی
- ۶۷..... ۳-۳- روند پیشرفت فناوری سیستم‌های کنترل نیروگاهی DCS
- ۶۷..... ۳-۳-۱- سیستم Industrial IT از شرکت ABB
- ۶۸..... ۳-۳-۲- سیستم Delta V ساخت شرکت Fisher-Rosemount
- ۶۹..... ۳-۳-۳- سیستم I/A Series از شرکت FOXBORO
- ۷۰..... ۳-۳-۴- معرفی سیستم PKS Experion از شرکت HONEYWELL
- ۷۲..... ۳-۳-۵- سیستم PCS7 ساخت شرکت SIEMENS

۷۳..... ۳-۳-۶- سیستم Teleperm XP از شرکت SIEMENS

۷۶..... ۳-۳-۷- سیستم CENTUM3000 R3 از شرکت YOKOGAWA

۷۸..... ۳-۴- تحلیل روند پیشرفت فناوری

۸۱..... فصل ۴- نتیجه گیری

۸۵..... فصل ۵- مراجع

### فهرست شکلها

- شکل ۱-۲ سیر پیشرفت علم کنترل ..... ۴
- شکل ۲-۲ فروشندگان عمده سیستم‌های کنترل نیروگاه در آمریکای شمالی ..... ۸
- شکل ۳-۲ فروشندگان عمده سیستم‌های کنترل نیروگاه در اروپا ..... ۸
- شکل ۴-۲ بازار محصولات PLC و DCS: متوسط درآمد در سال‌های ۲۰۰۲-۲۰۰۹ (شمال آسیا) [۳] ..... ۱۰
- شکل ۵-۲ مقالات ارائه شده ۱۰ سال اخیر مرتبط با سیستم‌های کنترل فرآیند [۴] ..... ۱۳
- شکل ۶-۲ مقالات ارائه شده ۱۰ سال اخیر مرتبط با سیستم‌های کنترل گسترده [۳] ..... ۱۴
- شکل ۷-۲ پتنت‌های ارائه شده ۱۰ سال اخیر مرتبط با سیستم‌های کنترل گسترده [۵] ..... ۱۴
- شکل ۱-۳ الزامات و تخصص‌های مورد نیاز برای طراحی سیستم کنترل نیروگاه ..... ۳۱
- شکل ۲-۳ درخت فناوری سیستم‌های کنترل نیروگاه ..... ۳۲
- شکل ۳-۳: پیوندهای چهارگانه موجود در یک زنجیره ارزش ساده ..... ۳۵
- شکل ۴-۳: فعالیت‌های اصلی زنجیره ارزش ..... ۳۸
- شکل ۵-۳: سیستم ارزش کل ..... ۴۵
- شکل ۶-۳: زنجیره ارزش صنعت ..... ۴۵
- شکل ۷-۳: زنجیره ارزش صنعت سیستم‌های کنترل نیروگاهی ایران ..... ۵۲
- شکل ۱-۴: طبقه‌بندی شبکه‌های صنعتی موجود [۶] ..... ۶۵
- شکل ۲-۴ نمودار روند فناوری سیستم‌های کنترل صنعتی ..... ۶۶
- شکل ۳-۴ روند پیشرفت محصولات شرکت SIEMENS ..... ۷۴
- شکل ۴-۴: معماری یک سیستم DCS مبتنی بر Teleperm XP ..... ۷۴



## فهرست جداول

جدول ۱-۲ مقایسه چرخه عمر بازار-محصول ..... ۱۲

جدول ۲-۲ شاخص‌های هر مرحله از چرخه عمر فناوری ..... ۱۳

جدول ۱-۳-۱ مقایسه روش‌های شناسایی فناوری ..... ۲۵

## فصل ۱- تبیین مشخصه‌های طراحی سیستم کنترل نیروگاه‌ها

## ۱-۱- مقدمه

فناوری سیستم کنترل نیروگاه را می‌توان به دو بخش اصلی تقسیم نمود. یکی فناوری اجرا و دیگری فناوری عملکردی سیستم کنترل. قدمت سیستم کنترل نیروگاه به اندازه عمر خود نیروگاه می‌باشد و همراه با اولین نیروگاه‌های نصب‌شده در کشور این فناوری نیز وارد کشور شده است. ولی در طول سالیان گذشته فناوری اجرای سیستم کنترل به شدت پیشرفت نموده و رشد و تغییر فناوری در سیستم کنترل چندین برابر تحولات در خود سیستم‌های نیروگاهی بوده است. در این بخش پیرامون ابعاد و ماهیت فناوری سیستم‌های کنترل نیروگاهی بحث خواهد شد که شامل پیچیدگی فناوری و چرخه عمر فناوری می‌باشد.

## ۱-۲- ابعاد و ماهیت فناوری

### ۱-۳- سابقه فناوری

فناوری سیستم‌های کنترل نیروگاهی از نوع فناوری های موجود بوده که در ادامه به بررسی سیر تحولی آن پرداخته خواهد شد. اولین سیستم‌های کنترل در کشور از نوع سیستم‌های مکانیکی و نیوماتیکی بوده که در نیروگاه‌هایی مانند نیروگاه بعثت پیاده‌سازی شدند. در این سیستم‌ها اندازه‌گیری کمیت‌های فرآیندی و ارسال دستورات در سطح واحد از طریق سیستم‌های هوای فشرده یا به اصطلاح نیوماتیکی انجام می‌شد و ثبت و ذخیره داده‌ها با استفاده از ثبات‌های مکانیکی و روی کاغذ انجام می‌شد.

در نسل‌های بعدی از سیستم‌های الکترونیکی برای کنترل استفاده شد مانند آنچه در نیروگاه‌های ری و نیروگاه شهید رجایی وجود دارد. در این روش از سیستم‌های اندازه‌گیری با سیگنال الکترونیکی از جمله سیگنال‌های 4-20 mA یا 0-5 volt استفاده شد. برای ثبت داده‌ها همچنان از ثبات‌های کاغذی استفاده می‌شود.

نیروگاه‌هایی مانند گیلان، قم جز اولین نیروگاه‌هایی هستند که از نسل اول سیستم‌های مبتنی بر DCS استفاده نموده‌اند و در این سیستم‌ها منطق کنترلی به صورت نرم‌افزاری در کارت‌های پروسسوری بارگذاری می‌شود و داده‌ها در کامپیوتر ذخیره می‌گردد. نسل‌های بعدی DCS که از نظر قدرت و قابلیت‌ها پیشرفت زیادی داشته است در نیروگاه‌های جدیدتر مانند دماوند،

پره سر پیاده‌سازی شده است. شایان ذکر است که فناوری عملکردی سیستم کنترل تغییرات محدودی داشته و در نسل‌های مختلف به صورت جزئی و با اصلاحات محدود انجام شده است.

### ۱-۳-۱- تناسب فناوری

بر طبق این معیار، فناوری را می‌توان در گروه فناوری‌های مناسب و در مقابل نامناسب جای داد. واژه فناوری مناسب، به فناوری‌هایی اطلاق می‌شود که بیشترین سازگاری را با نیازهای شناسایی شده از یک طرف و منابع موجود (از جمله منابع فناورانه) از طرف دیگر داشته باشند. بنابراین فناوری مناسب لزوماً یک فناوری پیشرفته یا نوظهور نیست. به عنوان مثال استفاده مؤثر از یک فناوری پیشرفته وقتی امکان‌پذیر است که زیرساخت‌های لازم و مهارت‌های انسانی مورد نیاز از قبل وجود داشته باشد. یکی از معضلات کشورهای در حال توسعه یا کمتر توسعه یافته این است که همواره می‌خواهند اختلاف سطح فناوری خود را با کشورهای توسعه یافته از بین ببرند و این کار را از طریق انتقال فناوری‌های پیچیده و پیشرفته انجام می‌دهند. در بسیاری از موارد، شرایط لازم برای انجام این انتقال در کشورهای گیرنده فناوری وجود ندارد این در حالی است که فناوری‌های با درجه پیچیدگی کمتر ولی جدید می‌تواند به طور مؤثری آن‌ها را در رسیدن به اهدافشان کمک نماید.

همان طور که در بخش **Error! Reference source not found.** نیز اشاره گردید با توجه به نیاز کشور و وجود شرکت‌های فعال در این زمینه باعث می‌شود که این فناوری را در گروه فناوری‌های مناسب قرار داد.

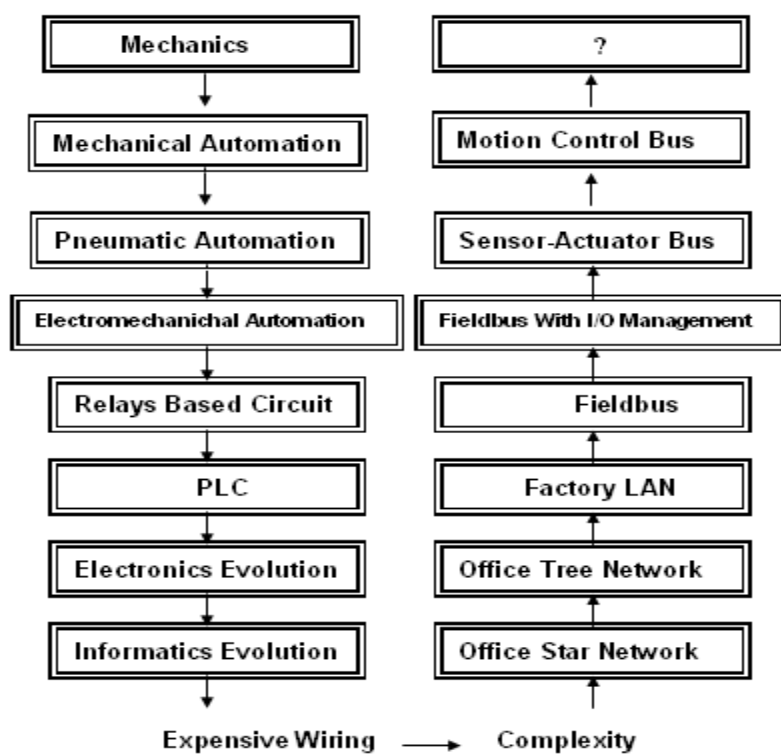
در بخش زنجیره ارزش به بررسی کامل توانمندی‌های شرکت‌های فعال در این زمینه پرداخته خواهد شد.

### ۱-۳-۲- طبقه‌بندی فناوری سیستم‌های کنترل از منظر پیچیدگی

پیچیدگی منجر به تقسیم‌بندی فناوری به دو گروه فناوری‌های پیشرفته در مقابل فناوری‌های ساده می‌گردد. در مورد پیشرفته بودن فناوری سیستم‌های کنترل شاخص‌های زیر قابل ارزیابی هستند.

**علم محوری:** با نگاهی کوتاه در تاریخچه سیستم‌های کنترل این نکته حاصل می‌شود که رشد و توسعه این فناوری همگام با جدیدترین یافته‌های علمی در این حوزه همراه بوده است. در رابطه با سیستم‌های کنترلی سیر تکاملی سیستم‌های کنترل مطابق شکل ۱-۱ قابل بیان است. در سال ۱۹۴۰ برای ناماسازی دستگاه‌های کنترلی از سیگنال فشار ۳-۱۵ psi استفاده

می‌شده است. در سال ۱۹۶۰ سیگنال‌های استاندارد آنالوگ mA ۲۰-۴ برای کنترل ابزار دقیق مورد استفاده قرار می‌گرفت و در همان زمان برخی از استانداردهای دیگر نیز به وجود آمد. توسعه پردازنده دیجیتال در دهه ۷۰ میلادی، استفاده از کامپیوترها را برای نماسازی و کنترل یک سیستم ابزار دقیق از یک نقطه مرکزی توسعه داد. در ادامه توسعه دانش و فناوری در حوزه الکترونیک و کنترل در دهه ۹۰ برای بهینه‌سازی اجرای سیستم‌های کنترل و فشردگی بیشتر سیستم‌ها، فیلد باس ایجاد گردید که به تدریج استاندارد شد. آنچه که در شکل ۱-۱ بیان می‌گردد این است که سیر پیشرفت علم کنترل از اتوماسیون مکانیکی آغاز گردیده و سپس با اتوماسیون نیوماتیک ادامه یافته و پس از آن به سمت الکتریکی شدن پیش رفته است. پس از ایجاد کنترل کننده‌های قابل برنامه‌ریزی، انفورماتیک و الکترونیک رشد کرده و به شیوه الکترونیکی در حجم گسترده‌تری به وجود آمده است. با توجه به توضیحات ارائه‌شده طراحی سیستم‌های کنترل نیروگاه‌ها همگام با پیشرفت فناوری ارتقاء پیدا نموده است که این موضوع نشان از همگامی توسعه و پیشرفت سیستم‌های کنترلی و علوم مربوطه در حوزه مکانیک، الکترونیک و کنترل است.



شکل ۱-۱ سیر پیشرفت علم کنترل

بعلاوه با توجه به تحولات فناوری در نیروگاه‌ها مشاهده می‌شود که سیستم‌های مختلف نیروگاهی از جمله انواع توربین‌های آبی، بخاری، بویلرها و تا حدودی توربین‌های گازی در دهه‌های گذشته تغییر چشمگیری در طراحی و ساخت نداشته‌اند و افزایش بازدهی نیز به دلیل عوامل مرتبط با جنس اجزا یعنی محدودیت‌های متالورژیکی محدود شده است این در حالی است که سیستم کنترل در همین دوره زمانی دچار تحولات فراوانی شده و از سیستم‌های مکانیکی به سیستم‌های الکترونیکی با قابلیت‌های بسیار بالا ارتقاء یافته است.

**سهم فناوری در قیمت تمام‌شده:** محصولات نهایی منتج از فناوری سیستم‌های کنترلی به لحاظ سخت‌افزاری و ارائه خدمات پشتیبانی دچار افزونگی قیمت نمی‌شوند و عمده قیمت محصول نهایی به دلیل به‌کارگیری فناوری روز در تولید این محصولات می‌باشد. به عنوان مثال کلیه قطعات و هزینه سخت‌افزاری مربوط به CPU S7-414H زیمنس شامل یک هسته پردازنده و سایر ادوات الکترونیکی و محافظتی می‌باشد که مطابق برآوردهایی که صورت گرفته است مجموعاً هزینه تأمین این قطعات کمتر از ۲۰ درصد قیمت نهایی محصول می‌باشد (حدود ۴۰ میلیون ریال) و همچنین هزینه‌های ثابت شرکت تولیدکننده اعم از هزینه‌های نیروی انسانی بر واحد محصول و همچنین سایر هزینه‌های جانبی مبلغی کمتر از ۲۰ درصد قیمت نهایی محصول می‌باشد. در صورتی که اعتباری که جهت تهیه یک CPU S7-414H لازم است رقمی معادل ۲۰۰ میلیون ریال می‌باشد و این موضوع بدین معنی می‌باشد که سهم عمده‌ای از قیمت تمام‌شده در محصول نهایی در فناوری بکار گرفته شده در این محصول می‌باشد.

نرم‌افزار سیستم کنترل نیز بسته به تعداد ورودی و خروجی قیمت چند ده میلیونی دارد و در خصوص DCS این نرم‌افزارها همراه با سخت‌افزار به صورت یک بسته با قیمت بسیار بالاتر ارائه می‌شود؛ و با توجه به اینکه عمده هزینه نرم‌افزار مربوط به توسعه اولیه آن می‌باشد، سهم اصلی قیمت نرم‌افزار مربوط به فناوری بکار رفته در آن می‌باشد.

**هزینه تحقیق و توسعه:** در حوزه سیستم‌های کنترل نیروگاهی به دلیل شرایط خاص این حوزه صنعتی اعم از استراتژیک بودن محصول نهایی (انرژی برق)، حساس بودن و پیچیده بودن فرآیند کنترل و غیره اینرسی در جهت اعمال تغییرات جدید چه در حوزه سخت‌افزار و چه در حوزه نرم‌افزار بسیار زیاد بوده علی‌الخصوص در حوزه کنترل نیروگاه که مغز متفکر مجموعه نیروگاه می‌باشد و در صورت کوچک‌ترین خطا در حوزه سخت‌افزار به لحاظ عملکرد و یا در حوزه نرم‌افزار به

لحاظ تأخیر در ارتباط و عدم وجود منطق مناسب برای مواجهه با شرایط پیش‌بینی‌نشده و یا نفوذپذیری خارجی باهدف خرابکاری (مانند استاکس‌نت)، می‌توان بزرگ‌ترین خسارات متحمل اعم از جانی و مالی را متصور شد در همین راستا یکی از بخش‌های تحقیق و توسعه فناوری سیستم‌های کنترل بخش پیاده‌سازی و تست‌های میدانی در حوزه سخت‌افزار و نرم‌افزار مربوط به سیستم کنترل می‌باشد که همان‌طور که ذکر شد به دلیل حساس بودن حوزه کاربرد محصولات منتج از این فناوری، این بخش ناچار هزینه زیادی را به شرکت‌های فعال در این حوزه تحمیل می‌کند تا بتوانند با انجام آزمایش‌های پیشرفته و برآورده کردن استانداردهای سخت‌گیرانه موفقیت محصول نهایی خود را به صورت مستند و در قالب گواهی‌نامه‌های بین‌المللی استاندارد گزارش کنند و اطمینان مصرف‌کنندگان نهایی را جلب نمایند.

از سوی دیگر اعم فعالیت‌های تحقیق و توسعه بر روی بخش نرم‌افزاری سیستم‌های کنترل نیروگاه صورت می‌گیرد و به نحوی که در دهه‌های گذشته تنها دو نسل از سخت‌افزار سیستم‌های کنترلی زیمنس تحت عناوین S7 و S5 تولید گردیده است در صورتی‌که در نقطه مقابل در همین بازه زمانی ۴ نسل از نرم‌افزار سیستم‌های کنترلی رونمایی شده است. نسل‌های متوالی نرم‌افزارهای سیستم‌های کنترلی از جوانب مختلف مانند رابط کاربری، ساختار بلادرنگ<sup>۱</sup>، دیتابیس، ماژول‌ها و کتابخانه‌های کار، امنیت و توان مقابله با نفوذپذیری ارتقاء پیدا نموده‌اند. در این راستا با توجه به افق روشن درآمد درخور توجه به دلیل وجود تقاضا برای سیستم‌های با عملکرد بالا و امنیت تضمین‌شده سرمایه‌گذاری‌های کلانی توسط شرکت‌های مربوطه در حوزه تحقیق و توسعه این نرم‌افزارها صورت می‌گیرد.

ویژگی‌های ذکرشده فوق از فناوری سیستم‌های کنترل این فناوری را در دسته فناوری‌های پیشرفته قرار می‌دهد.

## ۱-۴- طبقه‌بندی فناوری سیستم‌های کنترل از منظر چرخه عمر

فناوری‌ها دارای ویژگی‌های عملکردی نوع تعاملات با بازار متغیر در طول زمان هستند. این تغییر در طول زمان را باید در قالب طبقه‌بندی فناوری در طول مراحل چرخه عمر به نمایش گذاشت. تغییر ویژگی‌های عملکردی فناوری و رسیدن به بلوغ فنی در طول زمان بیان‌کننده چرخه عمر فناوری است. شاخص‌های متنوعی جهت برآورد کردن چگونگی تغییر چرخه عمر

<sup>۱</sup> Real Time

محصول-بازار، محصول و فناوری وجود دارد. در این گزارش به تحلیل شاخص‌های تأثیرگذار در تغییر جایگاه فناوری کنترل در چرخه عمر خود و واکاوی موقعیت فناوری کنترل در چرخه عمر محصول-بازار و چرخه عمر فناوری می‌پردازیم.

#### ۱-۴-۱- چرخه عمر محصول-بازار

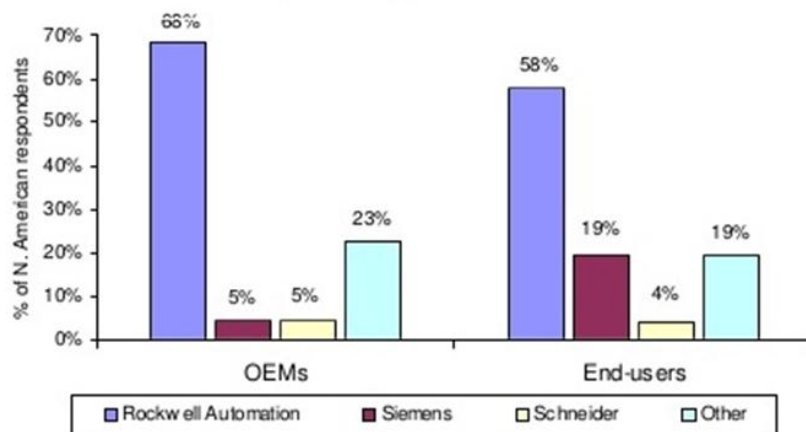
هر فناوری به صورت مجزا از محیط، قادر به ایفای نقش خود نخواهد بود و باید به صورت جزئی از یک سیستم پیچیده، متشکل از فناوری‌های دیگر در نظر گرفته شود. معمولاً ظهور یک فناوری جدید با ممانعت سیستم موجود روبه‌رو شده و در شرایطی ممکن است با شکست هم مواجه شود. این موضوع جذابیت جایگزینی فناوری را پایین می‌آورد؛ اما از آنجا که توسعه فناوری عاملی محوری در ایجاد مزیت رقابتی است، اتکا تنها بر فناوری‌های گذشته نیز از توان رقابتی می‌کاهد؛ بنابراین برای کاهش ریسک شکست ناشی از مقاومت و نیز دستیابی به مزیت رقابتی، لازم است تا بهینه‌ترین شرایط برای ورود یک فناوری برآورده شود. چرخه عمر محصول-بازار مفهومی است که می‌تواند به طور جامع به عنوان ابزاری مفهومی برای تحلیل رفتار فروش کالا مورد استفاده قرار گیرد. تغییر حجم ارائه فناوری در بازار برحسب زمان نیز چرخه عمر محصول-بازار را نشان می‌دهند. چرخه عمر محصول-بازار، منحنی فروش را برای بازه زمانی ورود تا خروج محصولات از بازار به نمایش می‌گذارد.

معمولاً مراحل چرخه عمر محصول-بازار بین ۴ تا ۶ مرحله تقسیم‌بندی می‌شود که مهم‌ترین این مراحل عبارتند از: معرفی، رشد، بلوغ و زوال. برای برآورد تغییرات چرخه عمر محصول-بازار فناوری کنترل و موقعیت‌یابی آن در این چرخه شاخص‌های زیر بررسی می‌شوند.

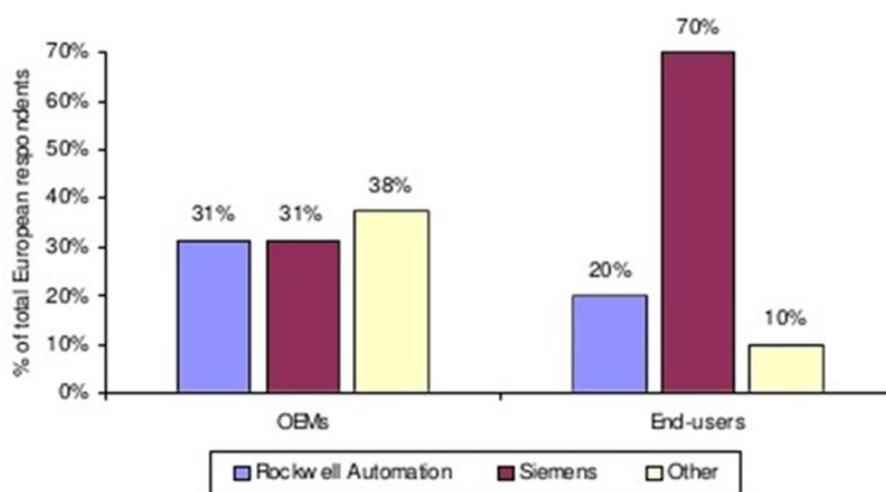
**ساختار بازار:** اولین سیستم کامپیوتری در کنترل صنعتی در پالایشگاهی در ایالت تگزاس آمریکا با نام تجاری RW-300 توسط شرکت Ramo-Wooldridge در سال ۱۹۵۹ بکار گرفته شد. در سال ۱۹۷۵ دو شرکت Honeywell و Yokogawa مستقلاً سیستم‌های DCS خود را با نام تجاری TDC2000 و GENTUM معرفی نمودند. در سال ۱۹۷۸ کمپانی Metso (که در آن زمان با نام Valmet شناخته می‌شد) با نام تجاری Damatic معرفی نمود. در سال ۱۹۸۰ شرکت Bailey (اکنون بخشی از کمپانی ABB می‌باشد) سیستم NETWORK 90، Fisher Controls (اکنون بخشی از کمپانی Emerson Electric می‌باشد) سیستم PROVoX و شرکت Fischer&Porter (اکنون بخشی از کمپانی ABB می‌باشد) سیستم DCI-4000 را معرفی نمودند. این سیر تکاملی سریع سیستم‌ها و حضور شرکت‌های متعدد در حال حاضر به تعداد



اندکی از سیستم‌های کنترلی نیروگاه‌ها کاهش پیدا کرده است که برخلاف گذشته تفاوت چشمگیری در گذار از یک نسل به نسل دیگر در محصول مشاهده نمی‌شود و همچنین تعداد متعدد شرکت‌های تولیدکننده سیستم‌های کنترل نیروگاهی به چند شرکت غالب *Siemens*، *ABB*، *GE*، *Rockwell*، *Yokogawa* و *Schneider* کاهش پیدا کرده است. همان‌طور که در شکل ۲-۱ و شکل ۳-۱ نشان داده شده است در حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد بازار مربوط به سیستم‌های اتوماسیون (اعم از سیستم‌های کنترل، PLC و ...) در آمریکای شمالی در اختیار ۳ شرکت *Rockwell*، *Siemens* و *Schneider* می‌باشد.



شکل ۲-۱ فروشندگان عمده سیستم‌های کنترل نیروگاه در آمریکای شمالی



شکل ۳-۱ فروشندگان عمده سیستم‌های کنترل نیروگاه در اروپا

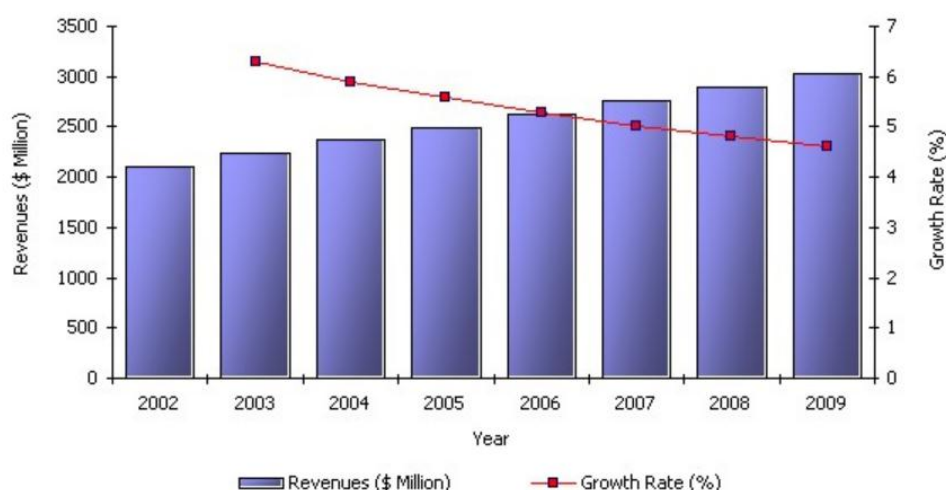
**راهبرد بنگاه‌ها:** به‌طور کلی راهبردهایی که بنگاه‌ها جهت فعالیت در محیط اقتصادی اتخاذ می‌کنند شامل تثبیت بازار مربوط به محصول تولیدی، تشویق مصرف‌کنندگان به خرید محصول و متعاقباً افزایش تقاضای محصول، نفوذ در بازار به عنوان تولیدکننده جدید، تلاش برای تثبیت برند و علامت تجاری بنگاه، اقدامات متناسب با حفظ سهم بازار و در مراحل پایانی از چرخه عمر محصول آمادگی برای خروج می‌باشد. در رابطه با سیستم‌های کنترل نیروگاه‌ها رقابت عمده بنگاه‌های فعال در عرصه بین‌المللی همچون GE، Siemens، ABB، Yokogawa، Schneider و ... بر سر سهم بازار و حفظ جایگاه خود در بازار سیستم‌های کنترل نیروگاهی است. لذا راهبرد عمده این بنگاه‌ها تلاش در جهت حفظ سهم بازار و همزمان ارتقاء آن با ارائه راهکارها و دستاوردهای جدید می‌باشد.

**سود بنگاه‌ها:** سیستم‌های کنترل نیروگاه‌ها به امری ضروری جهت تولید مؤثر و پایدار بدل شده است که این موضوع خود مبین عبور از مرحله معرفی محصول می‌باشد از سوی تاریخچه حضور سیستم‌های کنترلی و همچنین عدم تغییر نه چندان زیاد محصولات به لحاظ ساختاری و عملکردی در دوره‌های اخیر نشان از حضور فناوری در محدوده‌ای رو به رشد اما با رشد اندک دارد. به عنوان مثال سیستم کنترل غیرمتمرکز نیروگاهی محصول شرکت Siemens آلمان در طول سی سال گذشته تنها ۴ نسل از سیستم‌های کنترل نیروگاهی خویش تحت عناوین TM، TXP، SPPA-T2000 و SPPA-T3000 ارائه نموده است به همین دلیل هزینه تحقیقات و توسعه اولیه کاهش نموده است و سوی دیگر با توجه به ثبات تقریبی تقاضا در بازار انرژی بین‌المللی و همچنین کاهش تعداد رقبا به چند شرکت غالب تولیدکننده سیستم‌های کنترل نیروگاهی سود بنگاه‌های فعال در حوزه سیستم‌های کنترل نیروگاهی در بیشترین مقدار خود قرار دارد.

**قیمت فروش:** قیمت فروش سیستم‌های کنترل نیروگاهی با توجه به ساختار یافتن شالوده اصلی فناوری سیستم‌های کنترلی نیروگاهی به ثبات نسبی رسیده است، به عنوان مثال PLC های S5 و S7 که دو نسل متوالی PLC های زیمنس هستند هر دو محصول در زمان ورود به بازار با قیمتی در حدود ۷ الی ۸ هزار دلار ارائه گردید. از سوی دیگر در زمان کنونی جهت تهیه یک دستگاه CPU S7-414H (PLC پرکاربرد در نیروگاه‌ها) مبلغ حدودی ۲۰۰ میلیون ریال در بازار داخل باید هزینه گردد و برای PLC S5 با قابلیت‌های مشابه رقمی در حدود ۲۸۰ میلیون ریال باید اعتبار اختصاص یابد. تفاوت قیمت و حتی گران‌قیمت تر بودن محصول با فناوری قدیمی تر به علت توقف تولید محصول با فناوری قدیمی تر می‌باشد درحالی‌که این محصول جزء کوچکی از یک سیستم بزرگ و گران‌قیمت می‌باشد که تعویض و جایگزینی آن توجیه‌پذیر نیست. در همین راستا

شاخه‌ای از فعالیتهای فناوریانه ایجاد شده است که با استفاده از فناوری‌های روز سخت‌افزارهایی را تولید می‌کنند که با بارگذاری برنامه قابلیت سازگاری با نسل‌های گذشته و کنونی یک محصول را دارا می‌باشد. به عنوان مثال کمپانی آلمانی ABC IT اقدام به تولید سخت‌افزاری نموده است که با ماژول‌های S5 و S7 کاملاً سازگار می‌باشد و قیمت این سخت‌افزار در بازار داخل معادل ۴۰۰ میلیون ریال می‌باشد.

**فروش محصول:** در دهه‌های اخیر ماهیت کلی سیستم‌های کنترلی در فضاهای صنعتی به سمت کنترل خودکار سوق پیدا کرده است که این مهم در رابطه با سیستم‌های پیشرفته‌تر و حساس‌تر به لحاظ پایداری عملکرد و تولید و ملاحظات امنیتی و محیط زیستی با شدت بیشتری نمود پیدا کرده است که همین عامل باعث ایجاد رشد مثبت سالانه در بازار سیستم‌های کنترل خودکار از جمله PLC و DCS شده است. البته این نرخ رشد مثبت در دهه گذشته مقدار بیشتری نسبت به دهه جاری ثبت نموده است. همان‌طور که در شکل ۴-۱ که مربوط به شمال آسیاست مشاهده می‌شود [۴] در اوایل سال ۲۰۰۰ میلادی این نرخ رشد معادل ۶ درصد و در سال ۲۰۰۹ این نرخ رشد عددی معادل با ۴٫۷ درصد ثبت شده است و طبق گزارش درج شده در [۱] این نرخ رشد برای سال‌های ۲۰۱۴-۲۰۱۸ در عددی معادل ۳٫۶ درصد تثبیت می‌شود.



شکل ۴-۱ بازار محصولات PLC و DCS: متوسط درآمد در سال‌های ۲۰۰۲-۲۰۰۹ (شمال آسیا) [۲]

گزارش ارائه‌شده در [۲] با عنوان تحلیل بازار جهانی سیستم‌های DCS جهت پیش‌بینی رشد فناوری سیستم‌های DCS را تا سال ۲۰۱۶ در حدود ۳۰ درصد در طی ۷ سال از سال ۲۰۰۹ پیش‌بینی کرده است؛ که این رقم عددی معادل با ۳٫۶ درصد به صورت متوسط رشد سالیانه می‌باشد.

با توجه به توضیحات ارائه‌شده و ضمن استفاده از جدول ۱-۱ می‌توان فناوری عملکردی سیستم‌های کنترلی را در جایگاه انتهای مرحله رشد و ابتدای مرحله بلوغ، در چرخه عمر بازار - محصول قرار داد.

مراحل چرخه عمر				
معرفی	رشد	بلوغ	زوال	
انحصار چندجانبه	در حال رشد	تثبیت تعداد رقبا	تعداد رقبا در این مرحله در حال کاهش است	ساختار بازار
تثبیت و تلاش جهت افزایش مصرف‌کنندگان به خرید محصول	نفوذ در بازار، تلاش در جهت تثبیت علامت تجاری بنگاه در بازار	تلاش در جهت حفظ سهم بازار خود	آمادگی خروج از بازار	راهبرد بنگاه‌ها
قابل چشم‌پوشی	در حال افزایش	به بالاترین مقدار خود می‌رسد	رشد صفر و یا منفی است	سود بنگاه‌ها
در این مرحله قیمت فروش به دلیل هزینه‌های اجرا و سربرار تولید بالاست	در این مرحله قیمت فروش محصول ثابت است و در انتهای این دوره شروع به کاهش می‌کند	قیمت به دلیل وجود تعداد زیاد رقیب و کاهش تقاضای محصول در حال کاهش است	قیمت به پایین‌ترین مقدار ممکن می‌رسد	قیمت فروش
فروش محصول به دلیل عدم اقبال عمومی پایین است	فروش محصول از رشد قابل توجهی برخوردار است	از رشد فروش کاسته شده است	رشد فروش در حال کم شدن است و رشد منفی اتفاق می‌افتد.	فروش محصول

جدول ۱-۱ مقایسه چرخه عمر بازار-محصول

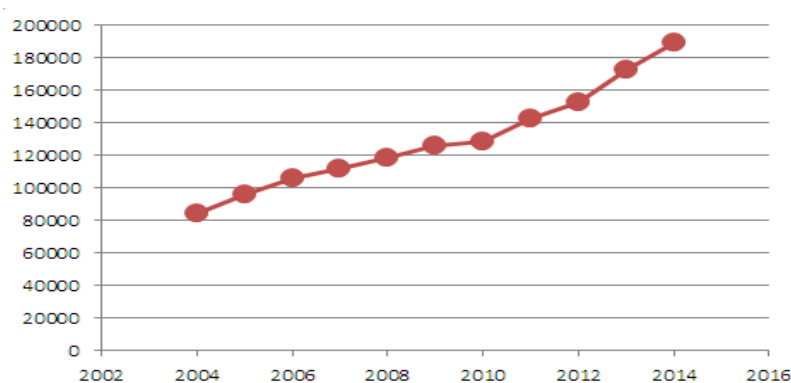
## ۱-۴-۲- شاخص‌های چرخه عمر فناوری سیستم‌های کنترل

رویکرد عمده به شناسایی شاخص‌های چرخه عمر فناوری مبتنی بر مفهوم مندرج در منحنی مربوط به آن بوده که نشان‌دهنده سیر پیشرفت عملکرد فناوری طی زمان می‌باشد. اغلب این سیر پیشرفت را با رشد کمی مقالات، پتنت‌ها و نشان‌های تجاری مورد تحلیل قرار می‌دهند.

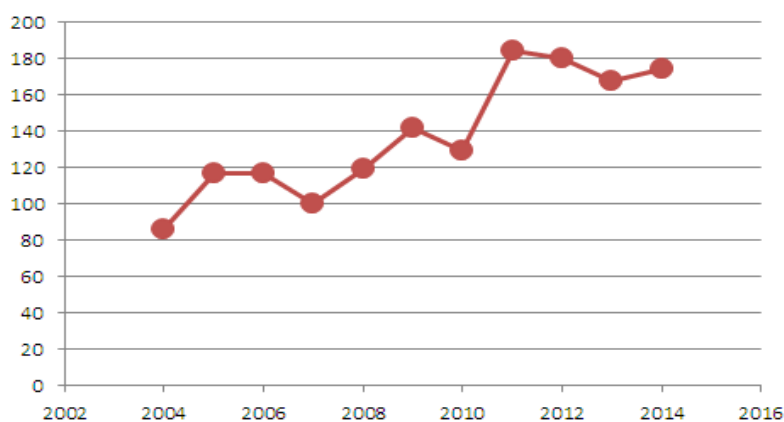
با مطالعه آماری و تحلیلی میزان مقالات و پتنت‌ها و نرخ رشد آن‌ها جهت جابجایی چرخه عمر فناوری کنترل در نمودار چرخه عمر متوجه خواهیم شد که فناوری پیاده‌سازی سیستم کنترل نیروگاه در انتهای مرحله معرفی و در ابتدای مرحله رشد خود قرار دارد. در فضای بین‌المللی رشد تعداد نشان‌های تجاری در حوزه طراحی سیستم‌های کنترلی علی‌الخصوص در شرق اروپا و همچنین شرق و جنوب شرقی آسیا و از رشد تعداد مقالات و پتنت‌ها بیشتر بوده که نشان از مرحله بلوغ برای این فناوری دارد. از سوی دیگر انتظار می‌رود به علت رشد همگام علم کنترل و فناوری ساخت آن به خصوص در حوزه سیستم‌های غیرخطی دوره رشد و بلوغ فناوری سیستم‌های کنترلی طولانی گردد.

مراحل چرخه عمر				شاخص‌ها	
زوال	بلوغ	رشد	معرفی		
رشد کم	رشد کم	رشد کم	رشد زیاد		مقالات
رشد کم	رشد کم	رشد زیاد	رشد کم		پتنت‌ها
رشد کم	رشد زیاد	رشد کم	رشد کم	نشان‌های تجاری	

جدول ۱-۲ شاخص‌های هر مرحله از چرخه عمر فناوری

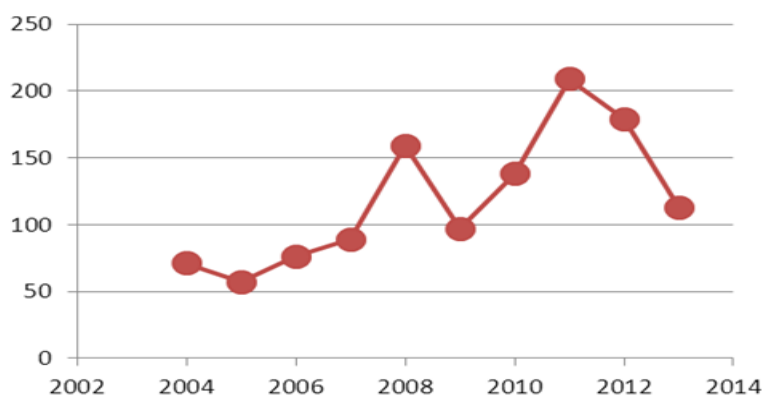


شکل ۱-۵ مقالات ارائه شده +۱۰ سال اخیر مرتبط با سیستم‌های کنترل فرآیند [۳]



شکل ۱-۶ مقالات ارائه شده ۱۰ سال اخیر مرتبط با سیستم‌های کنترل گسترده [۲]

همان‌طور که در شکل ۱-۶ مشاهده می‌شود تعداد مقالات در ژورنال‌های معتبر (ISI [۲] به‌طور کلی در حوزه سیستم‌های کنترل فرآیند رشد در حدود ۱۳۵ درصد داشته و تعداد مقالات ثبت‌شده در هر سال از حدود ۸۰ هزار در سال ۲۰۰۴ به حدود ۱۹۰ هزار در سال ۲۰۱۴ رسیده است. همچنین در شکل ۱-۶ با فیلترهای تخصصی‌تر در حوزه سیستم‌های کنترل نیروگاه مانند DCS رشد در حدود ۱۲۵ درصد داشته و تعداد مقالات ثبت‌شده در هر سال از حدود ۸۰ مقاله در سال ۲۰۰۴ به حدود ۱۷۵ مقاله در سال ۲۰۱۴ رسیده است که البته تعداد مقالات در سال ۲۰۱۱ معادل ۱۸۳ مقاله بوده است. همچنین مطابق شکل ۱-۶ تعداد اختراعات ثبت‌شده رشد در حدود ۶۰ درصد داشته و تعداد اختراعات ثبت‌شده در هر سال از حدود ۷۰ اختراع در سال ۲۰۰۴ به حدود ۱۱۰ اختراع در سال ۲۰۱۳ رسیده است که البته تعداد اختراعات در سال ۲۰۱۱ حدود ۲۰۵ اختراع بوده و در دو سال متوالی با کاهش روبه‌رو شده است، در سال ۲۰۱۲ حدود ۱۸۰ اختراع و در سال ۲۰۱۳ در حدود ۱۱۰ اختراع ثبت‌شده است.



شکل ۱-۷ پتنت‌های ارائه شده ۱۰ سال اخیر مرتبط با سیستم‌های کنترل گسترده [۴]

از سوی دیگر چرخه عمر فناوری سیستم‌های کنترل نیروگاه را جهت مطالعه دقیق‌تر باید به دو بخش زیر تقسیم نمود.

- عملکردی (الگوریتم‌های کنترلی)
- پیاده‌سازی و اجرا

به لحاظ عملکرد سیستم‌های کنترل نیروگاهی شامل زیر بخش‌های فرآیند، کنترل، ابزار دقیق و ... می‌باشد که فعالیت هماهنگ این گروه‌ها منتج به یک فلسفه و الگوریتم کنترلی می‌شود. از سوی دیگر در الگوریتم کنترلی حاکم بر سیستم‌های کنترلی نیروگاه‌ها (چه به لحاظ اینترلاک و چه به لحاظ فرآیندی) در طی سالیان اخیر کمترین تغییری حاصل نشده است که این موضوع نشان از بلوغ این بخش از فناوری سیستم‌های کنترل نیروگاهی دارد.

در بخش دوم، به لحاظ پیاده‌سازی و اجرای الگوریتم‌های سیستم‌های کنترل نیروگاهی، سخت‌افزار مربوط به کنترل‌کننده‌ها از ابتدا تاکنون شامل تغییراتی زیادی بوده است و تا امروز این تغییرات همچنان ادامه داشته است اما با شیب بسیار کمتر از گذشته. سیستم‌های کنترل نیروگاهی در ابتدا مکانیکی بوده‌اند که از آن دست می‌توان به نیروگاه بعثت تهران اشاره نمود و نسل بعدی سیستم‌های کنترل نیروگاه سیستم‌های نیوماتیکی بوده‌اند. بعد از اختراع ترانزیستور در سال ۱۹۴۷ میلادی، صنعت الکترونیک با سرعت زیادی رشد نمود. با توسعه فناوری ساخت مدارات الکترونیکی، سیستم‌های کنترلی الکترونیکی عرضه شد. مدارات آنالوگ زیادی با استفاده از عناصر الکترونیکی ساخته شد و به جای سیستم‌های کنترل مکانیکی و نیوماتیکی به کار گرفته شد. با ساخت مدارات مجتمع (IC)، کنترل‌کننده‌های پیشرفته و قابل برنامه‌ریزی و با هزینه کمتر عرضه شد. در دهه ۷۰ میکروپروسورها وارد دنیای کنترل شدند و کار کنترل توپ‌ها را به دست گرفتند. این پیشرفت‌ها سیستم‌های کنترل را دچار تحول اساسی کرد. میکروپروسور جامه جدیدی به سیستم‌های کنترل پوشاند و سیستم‌های کنترل مکانیکی و نیوماتیکی و الکترونیکی قدیمی را کنار زد. لازم به ذکر است که قبل از آن در دهه ۶۰ وسایل ابزار دقیق یعنی ترانسمیترها و کنترل ولوها ساخته و عرضه شدند. پس از آن اولین سیستم‌های کنترل کامپیوتری در سال ۱۹۶۲ با نام DDC عرضه شد که برای مانیتور کردن و کنترل فرآیند از آن‌ها استفاده گردید. کامپیوتر می‌توانست سیگنال‌های استاندارد ترانسمیترها را دریافت نموده و آن‌ها را نمایش دهد، بعلاوه می‌توانست بر اساس فانکشن برنامه‌نویسی شده‌ای PID، فرامینی را تولید کند تا پس از تبدیل به سیگنال‌های استاندارد به کنترل ولوها اعمال شود. عیب بزرگ این سیستم بروز اختلال در کل فرایند در صورت رخداد مشکل در سیستم کنترل مرکزی بود. برای رفع معایب سیستم‌های DDC، متخصصین شروع به چاره‌اندیشی کردند و ایده ایجاد



سیستم غیرمتمرکز موسوم به DCS مطرح گردید. در ۱۹۷۶ اولین سیستم کنترل غیرمتمرکز ارائه شد. در این سیستم از چندین پردازشگر استفاده می‌شود که هر کدام لوپ‌های کنترلی مستقلی را کنترل می‌کنند و در صورت بروز مشکل در یک پردازشگر، کنترل سایر لوپ‌ها از دست نمی‌رود. به این ترتیب سیستم DCS جایگزین DDC شد؛ اما PLC نیز تقریباً همزمان با DCS (دقیقاً چند سال قبل از آن) متولد شد. هدف اولیه از طراحی PLC، جایگزینی پردازشگر میکروپروسور به جای سیستم‌های رله کنتاکتوری بود. از آنجایی که در سیستم‌های رله کنتاکتوری کار بر روی سیگنال‌های دیجیتال مدنظر بود، بنابراین PLC باهدف پردازش این سیگنال‌ها ارائه شد، درحالی که DCS باهدف کنترل لوپ‌های آنالوگ عرضه گردید. در نهایت پس از ظهور فناوری DCS تغییرات ساختاری چندانی در ساختار کنترل‌کننده‌ها صورت نگرفت اما قابلیت‌های سیستم‌های DCS تاکنون همواره در حال افزایش بوده است. با توجه به مطالب ارائه‌شده ساختار کنترل‌کننده‌های نیروگاهی مرحله معرفی را سپری نموده و با توجه به وجود رشد فناورانه در حوزه DCS می‌توان گفت که سیستم‌های کنترل نیروگاهی به لحاظ پیاده‌سازی و اجرا در مرحله رشد قرار دارد.

## فصل ۲- شناسایی حوزه‌های فناورانه

## ۲-۱- مقدمه

مؤلفه‌ی هوشمندی فناوری به دنبال شناسایی فناوری در مسیر آینده است. به عبارت دیگر، هدف از این مؤلفه‌ی روش‌شناسی، درک ابعاد مختلف فناوری نه تنها در زمان حال، بلکه در بسترهای آینده است. برای این منظور باید هم به شناسایی فناوری پرداخت و هم به کندوکاو آینده‌ی پیرامون فناوری. با این تعریف، روش‌های شناسایی فناوری و آینده‌پژوهی دو بخش اصلی این مؤلفه را تشکیل می‌دهند. خروجی به دست آمده از این مؤلفه به عنوان ورودی در تعیین ارکان جهت‌ساز مورد استفاده قرار می‌گیرد. با استفاده از حوزه‌های فناورانه شناسایی شده در این مؤلفه، می‌توان به هدف‌گذاری و تعیین راهبرد فناوری در مؤلفه‌ی ارکان جهت‌ساز پرداخت. همچنین بینش به دست آمده از آینده‌پژوهی بر کلیه اجزای ارکان جهت‌ساز، از منظر داشتن نگاه به آینده (در نظریه‌های سناریوهای مختلف، روندهای آتی تحقیق و توسعه و غیره) اثرگذار خواهد بود. دو جزء اصلی این مؤلفه در زیر تشریح شده است.

به منظور تدوین ارکان جهت‌ساز (مشمول بر چشم‌انداز، اهداف کلان، راهبردها و سیاست‌ها) و نیز انجام مطالعات آینده-پژوهی، لازم است تا در ابتدا کاربردها، اجزا و زیرسیستم‌های تشکیل‌دهنده‌ی این فناوری‌ها مشخص شوند. در روش پیشنهادی، از عبارت حوزه‌های فناورانه برای استناد به این اجزا استفاده می‌شود. حوزه‌های فناورانه دربرگیرنده‌ی دو مفهوم اصلی است: زیرفناوری‌ها، کاربردها و یا هر دو. در بعضی فناوری‌های راهبردی مانند توربین بادی، منظور از حوزه‌ی فناورانه، قطعات و زیر فناوری‌های تشکیل‌دهنده آن است. در گونه‌ای دیگر از فناوری‌های راهبردی مانند نانو فناوری‌ها، حوزه‌های فناورانه مشتمل بر استفاده از آن‌ها در صنایع الکترونیک، نساجی، پزشکی بوده و معنی کاربرد را به خود می‌گیرد. در نهایت، در فناوری‌های راهبردی مانند پیل سوختی، حوزه‌ی فناورانه را باید متشکل از کاربرد و زیرفناوری (به صورت توأمان) دانست، مانند استفاده از پیل سوختی SOFC در کاربردهای قابل حمل. در یک جمع‌بندی:

"مجموعه‌ای از حالات مختلف به کار رفتن زیرفناوری‌های دارای زمینه دانشی مشترک در کاربردهای مختلف محصولی یا فرآیندی است."

در ادبیات مدیریت فناوری، رویکردهای مختلفی برای شناسایی حوزه‌های فناورانه ارائه گردیده است. با توضیح هر روش و نیز انجام مقایسه میان آن‌ها از یک طرف و با توجه به ویژگی‌های موجود در هر مسئله از طرف دیگر، می‌توان روش مناسب برای شناسایی حوزه‌های فناورانه در فناوری‌های راهبردی را انتخاب نمود.

## ۲-۲- مرور ادبیات

شناخت فناوری منجر به تعیین مرزهای دانشی می‌گردد. در ادبیات راه‌های مختلفی مانند تعیین نزدیکی میان حوزه‌های فناورانه با اندازه‌گیری فاصله‌ی فناورانه<sup>۱</sup> و برآورد حجم بازآموزی مورد نیاز که متخصصان یک حوزه برای کار در سایر حوزه‌ها لازم دارند از طریق نظر خبرگان و تحلیل‌های کتاب‌سنجی<sup>۲</sup> و پتنت برای شناسایی اجزای فناوری مورد مطالعه استفاده می‌گردد. در کنار این دو روش، در ادبیات مدیریت فناوری، حوزه‌ای به نام شناسایی فناوری<sup>۳</sup> وجود دارد که همین هدف شناخت فناوری را دنبال می‌کند. بر اساس هکس و ماجلوف<sup>۴</sup> (۱۹۹۶)، شناسایی فناوری می‌تواند علاوه بر شناخت فناوری، شامل یک ارزیابی اولیه به منظور حذف گزینه‌های نامربوط نیز باشد. این عمل باعث می‌گردد تا تعدادی از حوزه‌ها که ارزش راهبردی بیشتری دارند در قدم‌های بعدی ارزیابی گردند و حوزه‌هایی با اثربخشی کمتر از گردونه ارزیابی خارج گردند و در زمان و هزینه فرایند تدوین راهبرد صرفه‌جویی شود. با این تعریف، روش‌های فناوری را می‌توان به دو گروه تقسیم نمود: روش‌هایی که تنها به شناسایی لیست ساده از فناوری‌ها می‌پردازند. روش‌هایی که علاوه بر شناسایی، دست به ارزیابی اولیه و حذف فناوری‌های نامربوط نیز می‌زنند.

در ادبیات مدیریت فناوری، رویکردهای مختلفی برای شناسایی فناوری ارائه گردیده است (آراستی و باقری‌مقدم، ۲۰۱۰). در اینجا به توضیح مختصر روش‌ها و مقایسه میان آن پرداخته می‌شود. با توضیح هر روش و نیز انجام مقایسه میان آن‌ها می‌توان روش مناسب برای شناسایی زیرفناوری‌ها در فناوری‌های راهبردی را انتخاب نمود.

1 Technological distance

2 Bibliometric

3 Technological identification

4 Hax & Majluf

## ۲-۲-۱- نگرش زنجیره ارزش فناوری

این روش توسط مایکل پورتر<sup>۱</sup> در سال ۱۹۸۵ ارائه گردیده است، او هر بنگاه را مجموعه‌ای از فعالیت‌هایی می‌داند که به منظور طراحی، تولید، بازاریابی، فروش و خدمات پس از فروش محصول یا خدمات انجام می‌شوند. این فعالیت‌ها به دو دسته فعالیت‌های اصلی و فعالیت‌های پشتیبانی تقسیم می‌شوند:

فعالیت‌های اصلی، شامل تولید محصول/خدمات، فروش و انتقال به خریدار، همچنین خدمات پس از فروش می‌باشند. فعالیت‌های پشتیبانی به عنوان حمایت‌کننده فعالیت‌های اصلی بوده و شامل تهیه مواد اولیه، فناوری، نیروی انسانی و غیره می‌باشد. مایکل پورتر، معتقد است که هر فعالیت با ارزش در این زنجیره، اعم از فعالیت‌های اصلی و پشتیبانی دربرگیرنده یک یا چند فناوری می‌باشد.

فناوری در تمام فعالیت‌های توسعه (چه فعالیت‌های اصلی و چه فعالیت‌های خرد) نهفته است. با جایگزین نمودن فعالیت‌های زنجیره ارزش ترسیم‌شده برای توسعه با فناوری‌های متناظر با آن، بنگاه قادر بر شناسایی حوزه‌های فناورانه خواهد بود. مراحل شناسایی فناوری با این روش نیز به صورت زیر است:

- توسعه زنجیره ارزش بنگاه
- شناسایی فناوری‌های موجود به‌کاررفته در هر فعالیت
- شناسایی فناوری‌های جدیدی که قابلیت استفاده در فعالیت‌های زنجیره ارزش را دارا می‌باشند

## ۲-۲-۱-۱- نگرش فرآیندی

فرآیند به صورت مجموعه‌ای از فعالیت‌ها تعریف می‌شود که ورودی را به خروجی تبدیل می‌کند. این تبدیل به منظور ایجاد نتایج ارزشمند برای مشتریان داخلی و خارجی صورت می‌پذیرد. هر بنگاه یا سازمان از سه نوع فرآیند تشکیل شده است: فرآیندهای اصلی<sup>۲</sup>، فرآیندهای خرد<sup>۳</sup> و فرآیندهای مدیریتی<sup>۴</sup>. فناوری در تمام فرآیندهای بنگاه که ورودی‌ها را به خروجی تبدیل

1 Michael Porter

2 Essential process

3 Supporting process

4 Managerial process

کرده و برای مشتری ارزش‌آفرینی می‌کنند، به چشم می‌خورد. در این میان، فناوری‌های راهبردی نیز فناوری‌هایی هستند که در فرآیندهای کلیدی بنگاه به‌کاررفته‌اند یا قابلیت استفاده را دارند. فرآیندهای کلیدی نیز فرآیندهایی هستند که بیشترین نقش را در موفقیت بنگاه دارا می‌باشند.

برای استفاده از این روش، در ابتدا زنجیره اصلی فرآیند شناسایی می‌شود و فرآیندهای کلیدی آن معین می‌گردد. از آنجا که هر فرآیند متشکل از چندین فعالیت می‌باشد، با شناسایی فناوری‌های مرتبط با هر فعالیت، می‌توان حوزه‌ی راهبردی را انتخاب نمود. جهت تکمیل شناسایی، شناخت فناوری‌های رقیبی که در هر فعالیت می‌توانند جایگزین فناوری فعلی باشند نیز به عمق شناسایی کمک شایانی می‌نماید. فناوری‌های شناسایی شده می‌توانند از نوع سخت‌افزاری، نرم‌افزاری و یا مهارت‌های فناورانه و مانند آن باشند. البته معمولاً در فرآیندهای تولیدی، تعداد فعالیت‌ها و فناوری‌های شناسایی شده زیاد بوده و همگی نیز از وزن و اهمیت یکسان برخوردار نیستند. لذا ارزیابی حوزه‌های شناسایی شده به عنوان قدم ضروری بعدی تعریف می‌گردد. در این رابطه، ورنه و آراستی<sup>۱</sup> مدلی مبتنی بر استفاده از مهندسی مجدد فرآیندهای کسب‌وکار<sup>۲</sup> برای شناسایی و ارزیابی فناوری‌های راهبردی بنگاه ارائه نموده‌اند.

دو مزیت عمده را می‌توان برای رویکرد فرآیند محور در برابر زنجیره ارزش فناوری را می‌توان تمرکز بر نتایج به جای کارکردها/وظایف و داشتن یک نگاه یکپارچه به شناسایی فناوری نام برد. این روش معمولاً برای شناسایی فناوری‌های فرآیندی (مانند فناوری‌های فرآیند تولید یک محصول) در سطح بنگاه و یا صنعت بکار می‌رود.

## ۲-۲-۱-۲- نگارش QFD<sup>۳</sup>

این روش یکی از ابزارها و روش‌های بکار گرفته شده در مدیریت کیفیت جامع (TQM) بوده و به دنبال شناخت انتظارات مشتریان از محصول / خدمات ارائه شده می‌باشد. این روش ابزار مناسبی برای شناسایی فناوری‌های محصول / خدمات می‌باشد. در این روش، خواسته‌ها و نیازهای مشتریان، به عنوان یک ورودی دریافت شده و سپس در قالب خصوصیات کیفی، تبیین گشته و مبنای کار مهندسی برای برآورده نمودن خواست مشتری قرار می‌گیرد. مهندسی این خصوصیات کیفی را با فعالیت-

1 Vernet & Arasti

2 Business Process Re-engineering

3 QFD (Quality Function Deployment)

های مربوطه ارتباط داده و فناوری‌های موجود یا جدیدی را که بتوانند در این زمینه به آن‌ها کمک کند، شناسایی می‌کنند. این ابزار روشی سیستماتیک برای شناخت انتظارات مشتری و اعمال این انتظارات در محصول می‌باشد و روش علمی جهت طراحی، مهندسی و تولید محصول ارائه می‌نماید. علاوه ارزیابی عمیقی از فناوری‌های موجود و یا آینده محصول ارائه می‌نماید.

استفاده از روش QFD در شناسایی فناوری مستلزم طی مراحل زیر است:

- ترجمه نیازهای مشتری به ویژگی‌های کیفیتی از طریق ماتریس کیفیت
- ارتباط دادن ویژگی‌های کیفیتی به ماتریس کارکردهای محصول / سرویس
- شناسایی فناوری‌هایی که برای تأمین کارکردهای محصول / سرویس به‌کاررفته و موجب بهبود عملکرد کلی آن می‌شود.

روش QFD راهی برای شناسایی حوزه‌های فناوری‌های کلیدی، ارزیابی اولیه آن‌ها و انتخاب حوزه‌های منتخب در سطح بنگاه است. به‌طورکلی، جهت شناسایی کاربردهای فناوری موجود در یک بنگاه اقتصادی معمولاً از نگرش فرآیندی و زنجیره ارزش برای فناوری‌های فرآیندهای تولید و از نگرش QFD برای زیرفناوری‌های محصول استفاده می‌گردد.

## ۲-۱-۳- نگرش نگاشت فناوری<sup>۱</sup>

عموماً از نگاشت فناوری در برنامه‌ریزی فناوری در سطح ملی استفاده می‌شود. برنامه‌ریزی فناوری به فهم عمیقی از فناوری‌ها و روند تغییرات آن نیاز دارد. رسم یک نگاشت به تصمیم‌گیران در بحث و تبادل نظر کمک می‌کند. نگاشت به صورت متنی یا گرافیکی به تعیین ارتباطات در میان فناوری‌ها کمک می‌کند. ترسیم نگاشت، یک راه ایده آل برای نمایش گرافیکی یا متنی از اجزاء، پیکربندی و ارتباطات بین اجزاء دانش مورد نظر بوده و موجب فهم دقیق‌تری از موضوع، حتی برای افراد ناآشنا، می‌شود. نگاشت فناوری معمولاً در سطح ملی و برای یک بخش یا حوزه فناوری یا صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در یک تعریف ساده عموماً یک نگاشت، شامل تعدادی گره<sup>۲</sup> و خط می‌باشد. هر گره می‌تواند بیانگر یک موضوع، مفهوم، فناوری، کاربرد و یا هرگونه اطلاعات دیگر بوده و خطوط بین گره‌ها، ارتباطات بین آن‌ها را نشان می‌دهد. یکی از مهم‌ترین

1 Technology mapping

2 Node

کاربردهای نگاشت فناوری برای مدیران، برنامه‌ریزان و مدیران تحقیق و توسعه، امکان شناسایی و تحلیل و تصمیم‌گیری بر روی فناوری مرتبط با فعالیت‌ها یا فرایندهای بنگاه، همچنین کنترل و ردیابی اثرات فناورانه آن‌ها بر محصولات و خدماتشان می‌باشد. از این روش می‌توان برای شناسایی حوزه‌های فناورانه در هر دو حالت زیرفناوری و کاربرد نیز استفاده نمود.

چهار روش شناخته‌شده زیر، برای ترسیم نگاشت فناوری وجود دارد که با توجه به نیاز تحلیل‌گران و برنامه‌ریزان می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد، این چهار روش عبارتند از:

- نگاشت تاریخی<sup>۱</sup>: این نوع نگاشت بیشتر به منظور تعیین مسیر و روندیابی تغییرات و پیشرفت فناوری استفاده می‌شود.
- نگاشت همبستگی کلمات<sup>۲</sup>: بر اساس تعداد انتشارات و حق ثبت اختراعاتی که در یک دوره زمانی ظهور می‌کنند، روند رشد دانش با این روش تعیین می‌گردد. این فعالیت باعث می‌گردد جهت‌گیری‌های علمی و تمرکز متخصصان که احتمالاً بیشترین تغییرات فناورانه را به دنبال خواهد داشت روشن گردد.
- نگاشت علی و معلولی<sup>۳</sup>: در نگاشت نوع سوم به روابط علی و معلولی یک فناوری و موضوعات تأثیرگذار بر روی آن توجه و این اثرات ترسیم می‌گردند.
- نگاشت مفهومی<sup>۴</sup>: این نگاشت به ترسیم موضوعات و مفاهیم مرتبط با یک فناوری از منظر موردعلاقه می‌پردازد. با این نگاشت می‌توان حوزه‌های فناورانه را به صورت مبسوط ترسیم کرده و مورد بررسی قرار داد.

به عبارت دقیق‌تر، با این رویکرد، ابتدا هر حوزه فناورانه بر اساس بازار/کاربرد تقسیم می‌شود. سپس در هر حوزه انواع محصولات ذکر می‌گردند. سپس در محصول، فناوری‌های آن ذکر می‌گردند. در ادامه همین موضوع به تفصیل بیان خواهد گشت:

---

1 Chronological Mapping

2 Co-word based Mapping

3 Cognitive Mapping

4 Conceptual Mapping



## ۲-۲-۲- ترسیم درخت فناوری بر مبنای حوزه‌های کاربرد یا بازار:

ابتدا، درخت کاربردهای فناوری مورد نظر (application) حداکثر در دو سطح ترسیم خواهد گشت. این کاربردها شامل نیازها، درخواست‌ها یا مقاصد عملی هستند که یک یا گروهی از فناوری‌ها یا محصولات آن نیاز را پاسخ می‌گویند یا در آن کاربرد قرار می‌گیرند.

## ۲-۲-۳- ترسیم درخت فناوری بر مبنای محصولات / خروجی‌ها / خدمات / سیستم‌ها

در ذیل هر کاربرد از درخت، خروجی‌های فناورانه‌ای هستند که بایستی حداکثر در ۲ یا ۳ سطح تنظیم گردند. این خروجی‌ها شامل محصولات، خدمات، فرآیندهایی هستند که ذیل هر کاربرد قرار می‌گیرند.

## ۲-۲-۴- ترسیم درخت فناوری بر مبنای انواع فناوری‌ها یا زیرسیستم‌های فناورانه

در ذیل هر یک از محصولات، خدمات و یا فرایندهای فوق، می‌بایست زیرسیستم‌ها یا اجزای فناورانه را ترسیم نمود. معمولاً اجزای این درخت شامل دانش فنی مورد نیاز برای طراحی، تولید و یا تست محصولی فناورانه می‌شود. این موضوع بسته به موضوع فناورانه متفاوت است که باید دقت لازم در ترسیم درخت فناوری را به خرج داد.

## ۲-۲-۵- ترسیم درخت فناوری ترکیبی

معمولاً در هر نگاشت فناوری، ترکیبی از موارد فوق مورد استفاده قرار می‌گیرد. عمدتاً سطوح اول، بر مبنای کاربرد یا نیاز است، سطوح بعدی بر مبنای محصول است، بعد از آن بر مبنای نوع فناوری‌ها و در سطوح انتهایی بر مبنای زیرسیستم‌ها و یا اجزای فناورانه خواهد بود.

## ۲-۲-۶- انتخاب روش مناسب شناسایی فناوری

در این قسمت، چهار روش ذکر شده در شناسایی فناوری از منظر محدودیت‌ها و مزیت‌هایشان باهم مقایسه می‌گردد. هر یک از این روش‌ها دارای سطح توانمندی‌های متفاوتی، از شناسایی زیرفناوری‌های محصول در یک بنگاه گرفته تا شناسایی

کاربرد فناورانه در سطح ملی. روش‌های شناسایی فناوری می‌تواند به دو گروه روش‌های شناسایی فناوری و روش‌های شناسایی-ارزیابی فناوری تقسیم شوند.

برای انجام بهتر مقایسه می‌توان از ماتریس ارائه‌شده در جدول ۱-۲ استفاده نمود. این ماتریس می‌تواند به عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری در انتخاب روش مناسب شناسایی فناوری مورد استفاده قرار گیرد.

### جدول ۱-۲- مقایسه روش‌های شناسایی فناوری

شناسایی-ارزیابی	شناسایی	
QFD	نگاشت فناوری	فناوری‌های محصول
نگرش فرآیند محور-QFD	زنجیره ارزش پورتر	فناوری‌های فرآیند
	نگاشت فناوری	کاربردهای فناورانه

در این سند به دنبال ارزیابی فناوری نبوده و می‌خواهیم هم محصول را شناسایی کرده و هم به دنبال شناسایی کسب‌وکارها و یا فناوری‌های موجود در فرایند هستیم. بنابراین از دو روش نگاشت و زنجیره ارزش استفاده می‌کنیم.

## ۳-۲- درخت فناوری سیستم‌های کنترل نیروگاه

### ۳-۲-۱- مقدمه

با توجه به اینکه سیستم‌های کنترل نیروگاه‌ها از پیچیدگی بالایی برخوردار بوده، از نظر سطح تکنولوژی مورد استفاده در مرزهای تکنولوژی قرار دارند و همواره در حال تحول و تغییرات می‌باشند لذا بررسی درخت تکنولوژی در طراحی سیستم کنترل نیروگاه نیز از اهمیت خاص برخوردار بوده و تا حدودی نیز تعیین آن امری ساده نیست. در این بخش سعی می‌شود با توجه به شاخص‌های زیر درخت فناوری طراحی سیستم کنترل نیروگاه تعیین شود.

- در نظر گرفتن انواع سیستم‌های کنترل نیروگاه‌های مختلف از جمله بخاری، سیکل ترکیبی، گازی، برق‌آبی، بادی، هسته‌ای، زمین‌گرمایی، خورشیدی و غیره.

- در نظر گرفتن دو قسمت مجزای طراحی عملکردی و طراحی تکنولوژی اجرا که از نظر دانش فنی مورد استفاده و الزامات مورد نیاز کاملاً می‌تواند متفاوت در نظر گرفته شود.
- در نظر گرفتن تأثیر سایر تکنولوژی‌ها در این سیستم از قبیل تکنولوژی ادوات نیمه‌هادی، نرم‌افزار و سخت‌افزار، شبکه‌های کامپیوتری، ارتباطات و غیره.
- ویژگی‌های خاص سیستم کنترل نیروگاه از نظر قابلیت اطمینان، قابلیت دسترسی و پیچیدگی، مسائل زیست‌محیطی، تعداد بسیار محدود سازندگان این سیستم‌ها در سطح جهانی، ارزش افزوده اقتصادی بسیار بالا و تأثیر سیاسی و اجتماعی و امنیتی در جامعه، عواقب بسیار نامطلوب از عملکرد نامناسب سیستم و غیره.

## ۲-۳-۱-۱- اجزای اصلی سیستم کنترل نیروگاه:

مدهای عملکردی نیروگاه همانند هر فرآیند صنعتی بزرگ شامل پنج ناحیه زیر می‌باشد:

- راه‌اندازی<sup>۱</sup>
- کارکرد عادی<sup>۲</sup>
- توسعه عیب و فعال شدن سیستم اعلام خطر<sup>۳</sup>
- فعال نمودن سیستم حفاظت<sup>۴</sup>
- خواباندن<sup>۵</sup>

متناسب با نواحی عملکردی فوق سیستم کنترل نیروگاه از نظر عملکردی دارای سه جز اصلی زیر می‌باشد:

- زیرسیستم کنترل ترتیبی<sup>۷</sup>

---

1 Start-Up

2 Normal Operation

3 Fault Development to Alarm Initiation

4 Alarm to Trip Initiation

5 Shut- Down

6 Functional

7 Sequential Control

- زیرسیستم کنترل آنالوگ<sup>۱</sup>
  - زیرسیستم اعلام خطر و حفاظت<sup>۲</sup>
- و از نظر تکنولوژی اجرا<sup>۳</sup> اجزای اصلی سیستم کنترل نیروگاه به شرح زیر می‌باشد:
- تجهیزات اندازه‌گیری<sup>۴</sup> شامل ترنس‌میتورها سوئیچ‌ها و...
  - تجهیزات عمل‌کننده<sup>۵</sup> از قبیل محرک‌های الکتریکی، پنوماتیکی و هیدرولیکی و شیرهای کنترل و دمپرها و...
- کنترل‌کننده‌ها که در نوع پیشرفته آن به صورت کنترل گسترده<sup>۶</sup> می‌باشند که دارای پنج جز اصلی زیر می‌باشد:
- کنترل‌کننده‌ها<sup>۷</sup> که با استفاده از تکنولوژی کنترل‌کننده منطقی برنامه‌پذیر<sup>۸</sup> از نوع Hot Redundant و با ظرفیت بسیار بالا از نظر تعداد ورودی و خروجی‌ها اجرا می‌شوند.
  - تجهیزات اتاق فرمان و رابط سیستم کنترل و بهره‌بردار HMI<sup>۹</sup> که امروزه در قالب کامپیوترهای صنعتی همراه با نرم‌افزارهای کاربردی بسیار پیشرفته اجرا می‌شود.
  - تجهیزات لازم جهت طراحی و تغییرات لازم در سیستم کنترل<sup>۱۰</sup> که با استفاده از نرم‌افزارهای پیشرفته امر پیاده کردن طراحی و تغییرات سیستم کنترل نیروگاه را بسیار سریع و کارآمد نموده است.
  - بخش تشخیص عیب<sup>۱۱</sup> با استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته از قبیل سیستم‌های خبره و شبکه‌های عصبی و سایر روش‌های جدید در تشخیص عیب تجهیزات نیروگاهی به صورت بلادرنگ بکار گرفته می‌شوند.

1 Analog Control

2 Alarm and Protection

3 Implementation Technology

4 Measurement Equipments

5 Actuators and Final Control Elements

6 Distributed Control Systems

7 Automation systems

8 Programmable Logic Controllers

9 Human Machine Interface

10 Engineering Station

11 Diagnosis Section

- بخش ارتباطات<sup>۱</sup> که با استفاده از تجهیزات سخت‌افزاری پیچیده از قبیل Communication Processors به همراه پروتکل‌های مخابراتی پیشرفته و عمومی از قبیل Industrial Ethernet با سرعت 100 Mbyte/sec در سطح بالا و پروتکل‌های خاص سطح میدان از قبیل Profibus محقق می‌شوند. در واقع این قسمت بر اساس شبکه‌های کامپیوتری صنعتی بلادرنگ<sup>۲</sup> می‌باشد.

### ۲-۳-۱-۲- طراحی سیستم کنترل نیروگاه‌ها:

با توجه به مباحث مطروحه در بخش قبلی می‌توان گفت طراحی سیستم کنترل نیروگاه به دو بخش اصلی زیر تقسیم می‌شود:

- بخش عملکردی<sup>۳</sup>
- بخش تکنولوژی تحقق<sup>۴</sup>

### ۲-۳-۱-۳- بخش عملکردی:

به منظور طراحی سیستم کنترل در بخش عملکردی می‌بایستی توسط گروه فرآیند در کلیه قسمت‌های نیروگاه از قبیل بویلر، توربین، ژنراتور و سایر قسمت‌های نیروگاه، مدارک زیر در اختیار گروه کنترل قرار گیرد که در آن اطلاعات کنترلی مورد نیاز قرار دارند:

- P&ID
- Sequence Chart
- Philosophy of Control
- Set Points List
- Alarms List

1 Communication System

2 Real Time Industrial Computer Networks Based

3 Functional

4 Implementation Technology

حال با استفاده از این مدارک گروه طراحی سیستم کنترل می‌بایستی بر اساس ساختار کنترلی سلسله مراتبی غیرمتمرکز<sup>۱</sup> نسبت به طراحی سیستم کنترل نیروگاه اقدام نماید و مدارک اصلی تولیدی در قالب Logic و Loop and Protection خواهد شد.

### ۲-۳-۱-۴- بخش تکنولوژی اجرا:

در این قسمت گروه کنترل با توجه به طراحی قسمت عملکردی سیستم کنترل می‌بایستی در خصوص نحوه تحقق سیستم کنترل و تکنولوژی مورد استفاده اقدام نماید با توجه به تکنولوژی روز مورد استفاده که از نوع DCS می‌باشد بایستی مدارک مهندسی زیر تولید شود:

- Control System Configuration
- Control System Specification
- Instrument List
- Instrument Data Sheet
- Hook- up Drawing

با استفاده از مدارک فوق گروه سخت‌افزار و نرم‌افزار شبکه‌های کامپیوتری صنعتی بلادرنگ نسبت به انتخاب سخت‌افزار مناسب و برنامه‌نویسی اقدام خواهند نمود.

### ۲-۳-۲- ارائه درخت فناوری طراحی سیستم کنترل نیروگاه با در نظر گرفتن انواع نیروگاه‌ها

منابع تولید برق در سطح جهانی و در کشور بسیار متنوع و متفاوت می‌باشد و نقش هر یک در این صنعت نیز با توجه به شرایط کشور از نظر دسترسی به منابع انرژی درگذر زمان در حال تغییر است درگذشته با توجه به ارزان بودن منابع سوخت فسیلی و کمتر توجه کردن به مسائل زیست‌محیطی در سطح جهانی بخش عمده‌ای از نیروگاه‌های کشور بخاری و یا گازی بوده‌اند ولی امروزه جهت‌گیری به سمت استفاده از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر از قبیل باد و خورشید می‌باشد. در زمینه استفاده از منابع انرژی فسیلی با در نظر گرفتن راندمان نیروگاه‌های سیکل ترکیبی محور توسعه در آینده این نوع نیروگاه‌ها می‌باشد. در این راستا توجه به نیروگاه‌های هسته‌ای نیز روز به روز در حال افزایش است.

با در نظر گرفتن مباحث فوق‌الذکر از نظر نقش هر یک در آینده حداقل ۱۰ ساله می‌توان به ترتیب نیروگاه‌های زیر را در نظر گرفت.

- نیروگاه سیکل ترکیبی
- نیروگاه‌های بر اساس انرژی‌های تجدید پذیر از قبیل باد، خورشید و برق آبی
- نیروگاه هسته‌ای

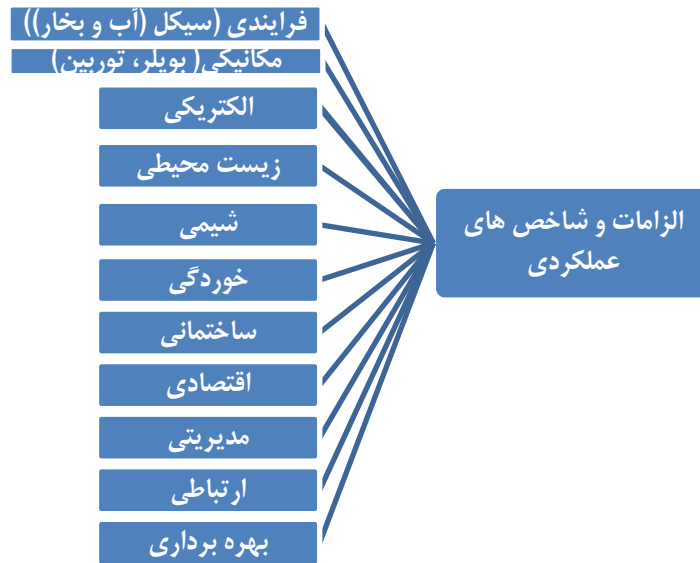
حال با توجه به جامع بودن و پیچیده‌تر بودن طراحی سیستم کنترل نیروگاه‌های سیکل ترکیبی، در صورت دسترسی به دانش فنی مربوطه می‌توان به راحتی طراحی سیستم کنترل سایر نیروگاه را نیز دنبال کرد هرچند در زمینه سیستم کنترل توربین نیروگاه‌های برق آبی و توربین‌های گازی نیروگاهی کارهای خوبی انجام شده است که به موازات نیز می‌توان در زمینه ارتقای کیفیت سیستم‌های کنترل ساخته‌شده اقدام نمود.

همچنین در صورتی که در زمینه طراحی و ساخت سیستم کنترل نیروگاه‌های سیکل ترکیبی اقدام شود نتایج آن می‌تواند دانش اولیه مورد نیاز برای طراحی سیستم کنترل نیروگاه هسته‌ای را نیز فراهم نماید. بنابراین شروع طراحی سیستم کنترل نیروگاه‌های سیکل ترکیبی می‌تواند به عنوان گام نخست مناسب باشد.

## ۲-۳-۳- ارائه درخت فناوری از نظر طراحی عملکردی سیستم کنترل نیروگاه‌ها<sup>۱</sup>

آنچه طراحی سیستم کنترل نیروگاه را از طراحی سیستم کنترل سایر سیستم‌های صنعتی از قبیل پالایشگاه، پتروشیمی، سیمان، خودرو و نظایر آن متمایز کرده و به آن ارزش اقتصادی و اجتماعی خاص داده است دانش فنی مورد نیاز در طراحی عملکردی سیستم کنترل نیروگاه می‌باشد و همین امر باعث شده است در شرکت معتبر زیمنس آلمان که جزء اولین شرکت‌های معتبر در صنعت سیستم کنترل نیروگاه می‌باشد طراحی سیستم کنترل نیروگاه در گروه power generation آن انجام شود و طراحی سیستم کنترل سایر صنایع در گروه Automation & drive انجام گیرد.

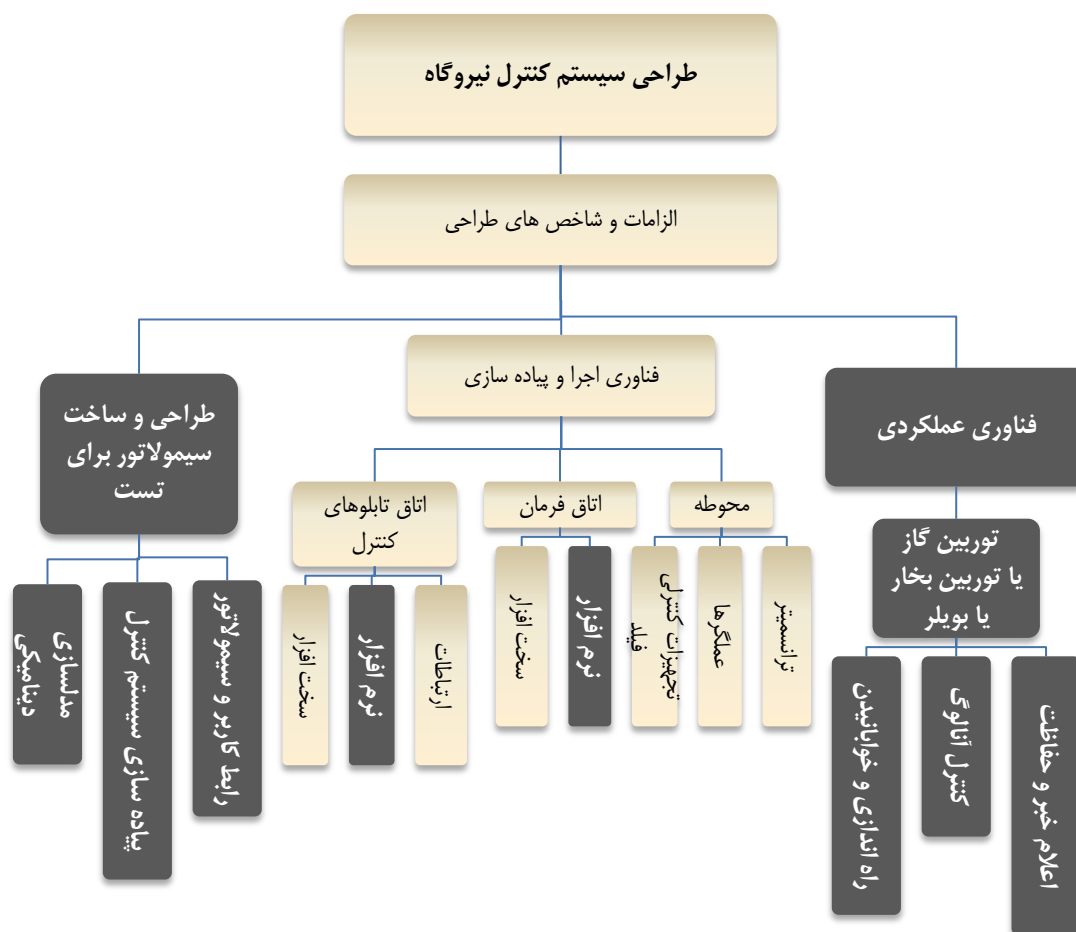
الزامات و تخصص‌های مورد نیاز برای طراحی سیستم کنترل نیروگاه را می‌توان به صورت شکل زیر در نظر گرفت:



شکل ۱-۲ الزامات و تخصص‌های مورد نیاز برای طراحی سیستم کنترل نیروگاه

همچنین در نهایت با توجه به توضیحات بخش ۲-۳-۱- درخت فناوری سیستم‌های کنترل نیروگاه به صورت شکل ۲-۲ خواهد بود که در این سند بخش‌های تیره رنگ آن مورد بررسی قرار می‌گیرد.





شکل ۲-۲ درخت فناوری سیستم‌های کنترل نیروگاه

## ۲-۴- زنجیره ارزش سیستم‌های کنترل نیروگاهی در ایران

### ۲-۴-۱- مقدمه

بخش حاضر، مربوط به مطالعه مقدماتی مربوط به "شناسایی و تحلیل زنجیره ارزش صنعت سیستم‌های کنترل نیروگاهی در ایران" است. تمرکز اصلی این بخش بر شناسایی و ترسیم کارکردها (حلقه‌ها) و همچنین ارتباطات بین بازیگران زنجیره

ارزش در یک صنعت و تحلیل آن‌ها می‌باشد، تا به این وسیله بتوان نقاط ضعف، قوت و همچنین فرصت‌ها و تهدیدات موجود در زنجیره را شناسایی نموده و بر اساس آن مناسب‌ترین راهکارها را برای رقابت‌پذیرتر کردن زنجیره ارزش اتخاذ نمود.

با انجام یک تحلیل صحیح از زنجیره ارزش یک صنعت در کشور می‌توان نتیجه گرفت که از بین حلقه‌های زنجیره ارزش در ایران، کدام یک از وضعیت مناسب‌تری نسبت به سایر حلقه‌ها برخوردار می‌باشد و تمرکز بر روی فعالیت‌های کدام حلقه از این زنجیره در درازمدت برای کشور مفید خواهد بود.

در حقیقت، این سند به دنبال شناسایی و تحلیل زنجیره ارزش صنعت سیستم‌های کنترل نیروگاهی به عنوان یکی از مسائل مهم پیش‌رو در تدوین سند راهبردی بخش صنعت سیستم‌های نیروگاهی کشور بوده که انجام صحیح این مهم می‌تواند نقش بسزایی در تشخیص درست راهکارها و تعیین اهداف کوتاه مدت و بلندمدت داشته باشد. از این‌رو برای انجام این کار، انواع روش‌ها و رویکردهای موجود را بررسی می‌کند.

در نظر گرفتن شرایط فعلی ایران در هر کدام از حلقه‌های زنجیره ارزش، یعنی، توجه به شرایط فعلی حلقه‌ها و فعالیت‌های اصلی آن‌ها، بازیگران فعال در هر حلقه و همچنین ارتباطات موجود بین آن‌ها چه در داخل و چه در خارج از صنعت از نکات قابل توجه و مهم در شناسایی نقاط ضعف، قوت، فرصت‌ها و تهدیدهای فراروی این صنعت می‌باشد که در نتیجه یک تحلیل مناسب از وضعیت حال و ارائه راهکارهای مناسب برای آینده می‌توان به رشد و تعالی و همچنین رقابت‌پذیرتر شدن زنجیره ارزش امیدوار بود.

## ۲-۴-۲- ادبیات زنجیره ارزش

### ۲-۴-۲-۱- زنجیره ارزش در سطح بنگاه

برای بررسی زنجیره ارزش، تعریف مفهوم ارزش، فعالیت و انواع آن ضروری به نظر می‌رسد. به همین منظور در ابتدا به تشریح مفاهیم اولیه پرداخته و در ادامه، بر روی شناسایی و تحلیل زنجیره ارزش بر پایه این مفاهیم تمرکز شده است.

### ۲-۴-۲-۱-۱- ارزش

ارزش مبلغی است که خریدار درازای کالا یا خدمتی که سازمان برای او فراهم می‌کند، مایل به پرداخت آن است. در صورتی که ارزش دریافتی بیش از هزینه‌ای باشد که صرف تهیه محصول شده است، سازمان سود برده است. در تحلیل موقعیت رقابتی سازمان‌ها، بهره‌گیری از مفهوم ارزش به جای قیمت مناسب‌تر است. جهت بررسی ارزش و همچنین نحوه ایجاد آن در سازمان، از مفهوم زنجیره ارزش کمک گرفته می‌شود. زنجیره ارزش نشان‌دهنده مجموعه فعالیت‌هایی است که برای ایجاد ارزش صورت می‌گیرد. این فعالیت‌ها، فعالیت‌های ارزشی نامیده می‌شوند. باید در نظر داشت که ارزش ایجاد شده و یا ارزش افزوده تنها ناشی از فعالیت‌های ارزشی صورت گرفته بر روی کالا یا خدمات ارائه شده نیست، بلکه حاشیه سود را نیز در بر می‌گیرد؛ این مفاهیم در ادامه توضیح داده خواهند شد.

#### ۲-۴-۲-۱-۲- فعالیت ارزشی

فعالیت‌های ارزشی، کلیه فعالیت‌های فیزیکی و مربوط به فناوری هستند که سازمان به وسیله آن‌ها محصول خود را برای خریدار دارای ارزش می‌سازد. این فعالیت‌ها در واقع بلوک‌های سازنده عملکرد سازمان هستند. فعالیت‌های ارزشی، ورودی‌های ضروری، منابع انسانی (نیروی کار یا نیروی مدیریتی) و گونه‌ای از فناوری مورد نیاز را جهت انجام فعالیتی خاص بکار می‌گیرد. با این تعریف مشخص می‌شود که حاشیه سود، تفاوت بین کل ارزش و مجموع هزینه‌ای است که صرف اجرای فعالیت‌های ارزشی شده است؛ جهت بررسی حاشیه سود می‌بایست در نظر داشت که زنجیره ارزش، تأمین‌کننده سود و کانال‌های توزیع نیز دارای حاشیه سود است؛ بنابراین جهت تشخیص منابع<sup>۱</sup> هزینه شده جهت ارائه خدمت یا تولید محصول یک سازمان، می‌بایست حاشیه سود تأمین‌کننده و کانال‌های توزیع را نیز در نظر گرفت. چراکه این حاشیه‌های سود نیز بخشی از قیمت نهایی است که به خریدار تحمیل می‌شود.

#### ۲-۴-۲-۱-۳- زنجیره ارزش

مفهوم زنجیره ارزش، با توجه به تعریف فعالیت‌های ارزشی قابل تعریف است و به نوعی نشان‌دهنده کلیه فعالیت‌هایی است که در ایجاد ارزش برای محصول یا خدمت سازمان، نقش دارند. بر این اساس، کلیه فعالیت‌های ارزشی را می‌توان بر اساس نقش و تأثیر آن‌ها در زنجیره‌ی ارزش سازمان دسته‌بندی کرد. در ادامه به این تقسیم‌بندی اشاره می‌شود. در شکل زیر



فعالیت‌های ارزشی می‌توانند به دو دسته کلی اصلی و پشتیبانی تقسیم شوند. فعالیت‌های اصلی فعالیت‌هایی هستند که در تولید محصول، فروش و انتقال آن به خریدار و خدمات پس از فروش درگیر هستند. این نوع فعالیت‌ها را می‌توان در پنج دسته کلی تقسیم‌بندی کرد. این دسته‌بندی شامل تأمین کالا<sup>۱</sup>، عملیات، حمل‌ونقل محصول<sup>۲</sup>، بازاریابی و فروش و خدمات پس از فروش است. در کنار فعالیت‌های اصلی، فعالیت‌های پشتیبانی با تدارک نیازها، منابع انسانی و فعالیت‌های مختلف مربوط به کل سازمان، از فعالیت‌های اصلی و از یکدیگر پشتیبانی می‌کنند. فعالیت‌های پشتیبانی را نیز می‌توان به چهار دسته‌ی تدارکات، مدیریت منابع انسانی، توسعه تکنولوژی و فعالیت‌های زیرساختی<sup>۳</sup> تقسیم کرد.

فعالیت‌هایی از جنس تدارکات، مدیریت منابع انسانی و توسعه‌ی تکنولوژی، فعالیت‌هایی هستند که می‌توانند با یکی از فعالیت‌های اصلی به طور خاص مرتبط شوند، درحالی‌که همچنان کل زنجیره ارزش را نیز پوشش می‌دهند. درحالی‌که فعالیت‌های زیرساختی سازمان معمولاً با یک فعالیت خاص مرتبط نمی‌شوند و همواره کل زنجیره ارزش را پشتیبانی می‌کند.

فعالیت‌های ارزشی، بلوک‌های سازنده مزایای رقابتی هستند. اینکه اجرای فعالیت با چه هزینه‌ای صورت می‌پذیرد، نشان‌دهنده‌ی آن است که سازمان نسبت به رقبایش کم‌هزینه‌تر یا پرهزینه‌تر است. همچنین نحوه اجرای فعالیت، تعیین‌کننده نقش آن در تأمین نیازهای خریدار و بنابراین تمایز<sup>۴</sup> سازمان است. برای هر فعالیت، معیاری به نام "هزینه فعالیت"<sup>۵</sup> در نظر گرفته می‌شود که به نوعی بیانگر هزینه‌ای است که سازمان صرف اجرای آن فعالیت می‌کند. هزینه‌ی اجرای فعالیت، بدون در نظر گرفتن قیمت ورودی‌هایی که برای اجرای آن به کاربرده شده‌اند، به درستی فهمیده نمی‌شود. اصولاً به همین خاطر است که از مفهوم ارزش به جای ارزش‌افزوده<sup>۶</sup> در این بحث استفاده شده است. ارزش‌افزوده، در نمایان ساختن ارتباط بین یک سازمان و تأمین‌کننده‌های آن که می‌تواند هزینه‌ی اجرای فعالیت‌ها را کاهش داده و مؤلفه‌های تمایز را افزایش دهد، ناتوان است. برای مثال در ارتباط بین یک کارگاه شیرینی‌سازی و کارخانه تهیه شکلات، در صورتی که ارتباط بین دو سازمان به شکلی باشد که لازم نباشد کارخانه‌ی تهیه شکلات، شکلات‌ها را به شکل جامع تحویل دهد و کارگاه شیرینی‌سازی مجبور باشد

1 In bounded Logistics

2 Out Bounded Logistics

3 Firm Infrastructure

4 Differentiation

5 Economics Of Activities

6 Added Value

شکلات‌ها را دوباره ذوب کند و تحویل شکلات به صورت مایع، توسط تانکر انجام شود، منجر به صرفه‌جویی برای هر دو طرف می‌شود؛ به این صورت دیگر هزینه‌های ذوب و انجماد به کارگاه شیرینی‌سازی و کارخانه شکلات‌سازی تحمیل نمی‌شود.

#### ۲-۴-۱-۲-۴-۱- فعالیت‌های اصلی

همان‌طور که توضیح داده شد، فعالیت‌های اصلی را می‌توان در پنج دسته کلی تقسیم‌بندی که توضیح هر یک از این فعالیت‌ها در شکل زیر آمده است.



شکل ۲-۴ فعالیت‌های اصلی زنجیره ارزش

فعالیت‌های فوق بسته به نوع سازمان مورد بحث، می‌توانند تعیین کننده مزیت رقابتی برای سازمان باشند. به عنوان نمونه برای یک توزیع کننده، تأمین کالا و حمل و نقل محصول مهم‌ترین فعالیت هستند. فعالیت‌هایی برای یک سازمان خدماتی (مانند

رستوران یا خرده‌فروش) نقش حیاتی یا اساسی دارند که ارائه‌دهنده‌ی خدماتی باشند که سازمان متعهد به ارائه‌ی آن‌ها بوده است. بنابراین فعالیت‌های عملیاتی برای این سازمان‌ها، مهم‌ترین فعالیت به شمار می‌رود. برای بانکی که متعهد به دادن وام به شرکت‌ها می‌شود، بازاریابی و فروش مهم‌ترین مزایای رقابتی محسوب می‌شوند که این فعالیت‌ها وابسته به مؤثر بودن فراخوانی و شیوه ارائه و قیمت‌گذاری وام‌ها است. بنابراین در هر سازمان، تقسیم‌بندی‌های مربوط به فعالیت‌های اصلی تا چند مرتبه انجام می‌شود و هر کدام نقشی را در مزایای رقابتی بر عهده‌دارند.

- فعالیت‌های پشتیبانی

فعالیت‌های پشتیبانی همان‌طور که توضیح داده شد، به چهار دسته تدارکات، مدیریت منابع انسانی، توسعه تکنولوژی و فعالیت‌های زیرساختی تقسیم می‌شوند؛ این تقسیم‌بندی‌ها به زیرگروه‌های بیشتری نیز قابل تقسیم‌اند.

- تدارکات

تدارکات، به خریداری و تأمین نیازهای اولیه در زنجیره‌ی ارزش سازمان اشاره دارد که شامل خرید مواد خام، ملزومات و اقلام مصرفی از قبیل ماشین‌آلات، تجهیزات آزمایشگاهی، تجهیزات اداری و ساختمان‌ها نیز می‌شود. به نظر می‌رسد این نوع ورودی‌ها به‌طور معمول با فعالیت‌های اصلی مرتبط‌اند، درحالی‌که با کلیه‌ی فعالیت‌های ارزشی اعم از اصلی و پشتیبانی ارتباط دارند. به عنوان نمونه، ملزومات آزمایشگاهی و خدمات مرتبط با آن، نیازهایی هستند که جزو فعالیت‌های پشتیبانی توسعه‌ی فناوری به حساب می‌آیند. بنابراین این نوع فعالیت‌ها مربوط به سراسر سازمان می‌شوند؛ به این صورت که برخی از اقلام مانند مواد خام، توسط دپارتمان خرید (به مفهوم سنتی آن) خریداری می‌شوند، برخی دیگر توسط مدیر پروژه (مانند ماشین‌آلات)، برخی توسط مأمورین خرید (مانند وعده‌های غذایی و مسکن) و برخی توسط مدیر اجرایی (مانند مشاوره‌های استراتژیک). همچنین فعالیت‌های تدارکاتی، همانند بقیه فعالیت‌های ارزشی، به‌کارگیرنده‌ی فناوری هستند. برای مثال فرآیندهای برخورد با مشتریان، قوانین سنجش آن‌ها و سیستم‌های اطلاعات، هر یک فناوری‌های مخصوص به خود را دارند.

- توسعه‌ی فناوری



هر فعالیت، دربرگیرنده‌ی فناوری، مهارت استفاده از آن و رویه‌های<sup>۱</sup> مخصوص به خود است. به‌کارگیری فناوری‌های مختلف در یک صنعت بسیار وسیع می‌باشد. از فناوری‌هایی که از آماده‌سازی مستندات و انتقال محصول به کار گرفته می‌شوند تا آن‌هایی که در تهیه‌ی خود محصول نقش دارند. علاوه بر این، اغلب فعالیت‌های ارزشی، نوعی از فناوری را بکار می‌گیرند که ترکیب تعدادی از فناوری‌های مختلفی است که دربرگیرنده‌ی نظام علمی متفاوتی هستند. برای مثال فناوری ماشین‌کاری شامل فناوری‌های مورد بحث در علوم متالورژی، الکترونیک و مکانیک است. این نوع فعالیت‌ها می‌توانند شکل‌های مختلفی داشته باشند؛ از تحقیقات پایه و طراحی محصول گرفته تا طراحی تجهیزات فرآیندی و رویه‌های خدمات‌رسانی. فعالیت‌هایی از نوع توسعه‌ی فناوری که با محصول مرتبط باشند، کل زنجیره را پشتیبانی می‌کنند. این در حالی است که سایر فعالیت‌های توسعه‌ی فناوری، مربوط به فعالیت‌های خاص اصلی یا پشتیبانی هستند.

- مدیریت منابع انسانی

مدیریت منابع انسانی شامل کلیه‌ی فعالیت‌هایی است که در ارتباط با استخدام، آموزش، حقوق و مزایای پرسنل می‌باشند؛ این‌گونه فعالیت‌ها، هم فعالیت‌های اصلی و پشتیبانی را به طور خاص (مانند استخدام مهندس برای دپارتمان‌های مختلف) و هم کل زنجیره‌ی ارزش سازمان (مانند تعدیل در فرآیند خصوصی‌سازی) را پشتیبانی می‌کنند.

- فعالیت‌های زیرساختی

فعالیت‌های زیرساختی سازمان، فعالیت‌هایی است که شامل مدیریت، برنامه‌ریزی، امور مالی، حسابداری، قانونی، مدیریت کیفیت و حتی اتفاقات سیاسی می‌شود. فعالیت‌های زیرساختی اغلب تمامی زنجیره ارزش را پشتیبانی می‌کنند.

## ۲-۴-۱-۲-۵- انواع فعالیت‌های اصلی و پشتیبانی

فعالیت‌های ارزشی اعم از اصلی و پشتیبانی را می‌توان بر اساس نقش متفاوتی که در مزایای رقابتی ایفا می‌کنند، به سه نوع فعالیت‌های مستقیم، غیرمستقیم و تضمین کیفیت تقسیم کرد.

## ۲-۴-۱-۲-۵-۱- فعالیت‌های مستقیم

فعالیت‌هایی که مستقیماً در ایجاد ارزش برای خریدار درگیرند. برای مثال می‌توان به فعالیت‌هایی مانند مونتاژ محصول، ماشین‌کاری قطعات، عملکرد پرسنل فروش، تبلیغات و طراحی محصول اشاره کرد.

#### ۲-۴-۱-۲-۵- فعالیت‌های غیرمستقیم

فعالیت‌هایی که امکان انجام فعالیت‌های مستقیم را به طور پیوسته فراهم می‌کنند؛ مانند نگهداری، برنامه‌ریزی، کنترل عملکرد تجهیزات، مدیریت پرسنل فروش، مدیریت تحقیق و سیستم ثبت اطلاعات مربوط به مشتریان.

#### ۲-۴-۲-۱-۳-۵- فعالیت‌های تضمین کیفیت<sup>۱</sup>

فعالیت‌هایی که کیفیت سایر فعالیت‌ها را تضمین می‌کنند؛ مانند مانیتورینگ، بازرسی و تست، تنظیم کردن<sup>۲</sup>. باید توجه داشت که تضمین کیفیت با مدیریت کیفیت تفاوت دارد. هر سازمانی فعالیت‌های ارزشی از هر سه نوع مستقیم، غیرمستقیم و تضمین کیفیت را دارد. این سه نوع فعالیت نه تنها در میان فعالیت‌های اصلی وجود دارند، بلکه در فعالیت‌های پشتیبانی نیز دیده می‌شوند؛ برای مثال در فعالیت پشتیبانی توسعه‌ی فناوری، فعالیت تیم‌های آزمایشگاهی فعالیت مستقیم و مدیریت تحقیق یک فعالیت غیرمستقیم است.

تفاوت فعالیت‌های غیرمستقیم و تضمین کیفیت، معمولاً به درستی فهمیده نمی‌شود. توانایی تمایز این سه نوع فعالیت یکی از مهم‌ترین فاکتورها در تشخیص مزایای رقابتی است. در بسیاری از صنایع، فعالیت‌های غیرمستقیم سهم بزرگی در قیمت یا سرعت بخشیدن به رشد قیمت دارند و می‌توانند از طریق تأثیرشان بر فعالیت‌های مستقیم نقش مهمی در تمایز بازی کنند؛ اما از آنجا که معمولاً این دو نوع فعالیت، اقتصاد کاملاً متفاوتی دارند، به ندرت با یکدیگر در یکجا جمع می‌شوند. مدل زنجیره ارزش یک ابزار تحلیلی مفید برای شناسایی مزیت‌های رقابتی کلیدی در یک سازمان و فعالیت‌های آن می‌باشد، در حالتی که آن می‌تواند یک مزیت رقابتی را به صورت زیر دنبال نماید:

1 Quality Assurance

2 Adjusting

بهره هزینه‌ای<sup>۱</sup> به فهم بهتری از هزینه‌ها در راستای کاهش آن‌ها و یا به عبارتی خارج نمودن این هزینه‌ها از فعالیت‌های ارزش افزا برای سازمان اشاره دارد.

تمایز<sup>۲</sup>: به تمرکز بر فعالیت‌های مرتبط با قابلیت‌های اصلی و توانمندی‌های سازمانی به منظور اجرا و به‌کارگیری بهتر این فعالیت‌ها در مقایسه با رقیبان سازمان اشاره دارد.

## ۲-۴-۱-۲-۶- بهره هزینه ای و زنجیره ارزش

یک سازمان ممکن است با به‌کارگیری یکی از موارد زیر بهره هزینه‌ای مناسبی را برای خود ایجاد نماید. این موارد عبارتند از: کاهش هزینه‌ای مربوط به فعالیت‌های زنجیره ارزش یا بازسازی و طراحی مجدد زنجیره ارزش. زمانی که زنجیره ارزش تعریف شد. تحلیل هزینه‌های آن می‌تواند با تخصیص هزینه‌ها به فعالیت‌های زنجیره ارزش انجام پذیرد. این هزینه‌ها پس از تخصیص اولیه، طی یک گزارش تخصیص، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند و در صورت نیاز اصلاحات لازم در رابطه با مقدار و نحوه تخصیص هزینه به هرکدام از فعالیت‌های زنجیره ارزش انجام می‌گیرد تا از این طریق بتوان تخصیص بهینه هزینه‌ها را به فعالیت‌هایی که از قابلیت ارزش افزایی بالاتری برخوردارند، انجام داد. مایکل پورتر ۱۰ محرک هزینه‌ای مهم و مرتبط با فعالیت‌های زنجیره ارزش را به صورت زیر بیان می‌کند:

- صرفه‌جویی‌های مقیاس<sup>۳</sup>
- آموزش و یادگیری<sup>۴</sup>
- بهره‌برداری از ظرفیت<sup>۵</sup>
- پیوندهای بین فعالیت‌های زنجیره ارزش<sup>۶</sup>
- روابط متقابل میان واحدهای کسب‌وکار<sup>۱</sup>

1 Cost Advantage

2 Differentiation

3 Economies Of Scale

4 Learning

5 Capacity Utilization

6 Linkages Among Activities

- میزان یکپارچگی عمودی<sup>۲</sup>
- زمان ورود به بازار<sup>۳</sup>
- خط‌مشی بنگاه در رابطه با هزینه یا تمایز<sup>۴</sup>
- موقعیت جغرافیایی<sup>۵</sup>
- عوامل نهادی<sup>۶</sup> (قوانین، فعالیت‌های اتحادیه، مالیات‌ها و ...)

بنگاه‌های فعال در صنعت می‌توانند با کنترل محرک‌های دهگانه فوق، بهره‌های مناسبی را نسبت به سایر رقبا برای خود ایجاد کنند. همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد یکی دیگر از راه‌های کسب بهره‌های مناسبی برای صنعت، بازسازی و طراحی مجدد زنجیره ارزش می‌باشد. بازسازی به این مفهوم که ایجاد تغییرات ساختاری از قبیل فرآیند جدید تولید، کانال‌های توزیع جدید یا یک رویکرد متفاوت در فروش محصولات، صورت می‌گیرد.

#### ۲-۴-۲-۱-۷- تمایز و زنجیره ارزش

مزیت تمایز می‌تواند از هرکدام از بخش‌های مختلف زنجیره ارزش نشأت گیرد. برای مثال، خرید و تدارک ورودی‌هایی که از ویژگی‌های منحصربه‌فردی برخوردار هستند و از محدوده دسترسی بسیاری از رقبا خارج می‌باشند، می‌تواند به خلق مزیت تمایز منجر شود. در این رابطه موارد دیگری نیز وجود دارند که وجود آن‌ها برای سازمان به منظور برخورداری از مزیت تمایز ضروری می‌باشد از جمله وجود کانال‌های توزیع کارآمد که سطوح خدمت‌رسانی بالاتری را به دنبال دارد به عنوان یک ابزار مهم در این زمینه مطرح می‌باشد.

#### ۲-۴-۲-۱-۸- برون‌سپاری فعالیت‌های زنجیره ارزش

1 Interrelationships Among Business Units

2 Degree Of Vertical Integration

3 Timing Of Market Entry

4 Firm S Policy Of Cost Or Differentiation

5 Geographic Location

6 Institutional Factors

یک بنگاه ممکن است در انجام فعالیت‌های زنجیره ارزش، تنها بر روی تعداد خاصی از آن‌ها تمرکز نموده و مابقی فعالیت‌ها را برون‌سپاری نماید. حال توجه به این موضوع که بنگاه کدام فعالیت‌ها را خود انجام داده و کدام‌یک از فعالیت‌های بالادستی یا پایین‌دستی زنجیره را برون‌سپاری می‌نماید به میزان یکپارچگی عمودی در آن بنگاه بستگی دارد.

در رابطه با اینکه کدام‌یک از فعالیت‌ها بایستی برون‌سپاری گردند، ابتدا مدیران سازمان بایستی نقاط قوت و ضعف سازمان را در مورد هر یک از فعالیت‌ها شناسایی نموده و فاکتورهایی همچون میزان اثربخشی هزینه‌ها و قابلیت تمایز را نیز مورد بررسی قرار دهند. برخی دیگر از مواردی که مدیران در برون‌سپاری فعالیت‌های زنجیره ارزش مورد توجه قرار می‌دهند، عبارتند از:

- آیا فعالیت مورد نظر را می‌توان در شرایطی ارزان‌تر و با قابلیت‌های بهتری توسط تأمین‌کنندگان انجام داد؟
- توجه به میزان ریسک انجام فعالیت در داخل بنگاه و مقایسه آن با ریسک برون‌سپاری.
- آیا برون‌سپاری فعالیت مورد نظر باعث بهبود فرآیند کسب‌وکار بنگاه، از قبیل؛ کاهش زمان انجام سفارش، انعطاف-پذیری بالاتر، موجودی کمتر و ... خواهد شد؟

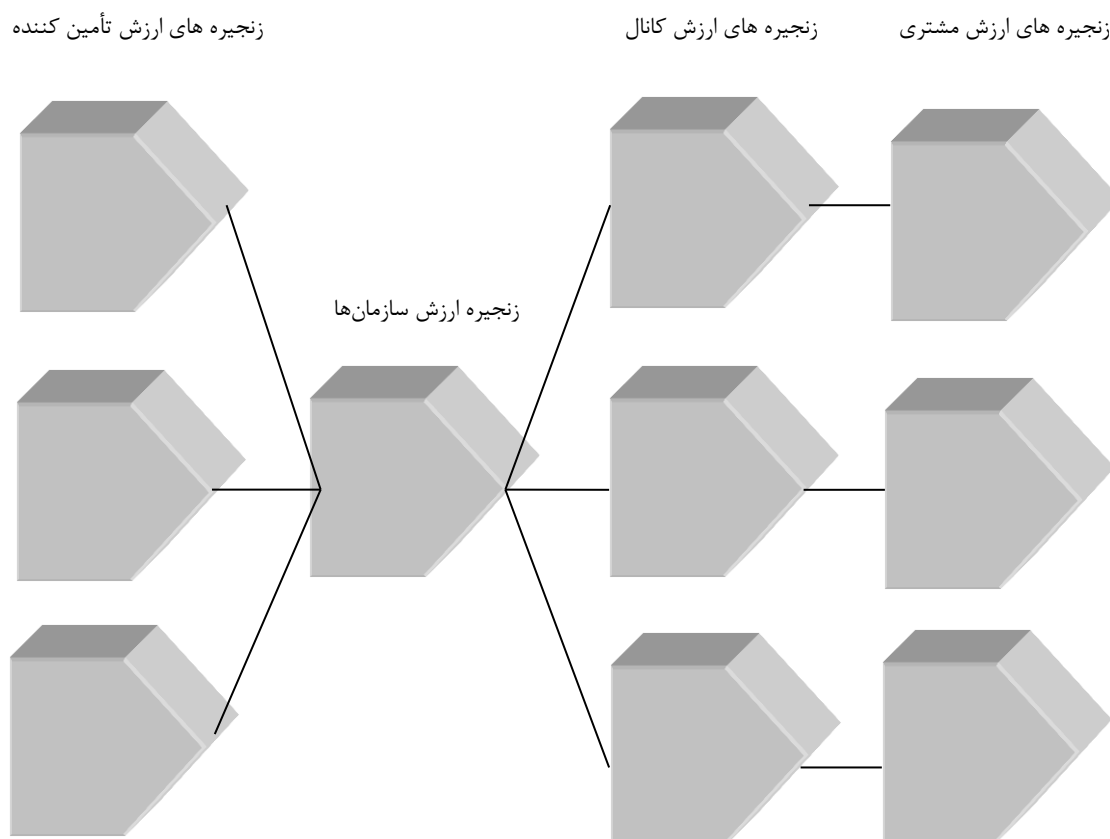
#### ۲-۴-۲- زنجیره ارزش صنعت

زنجیره ارزش یک بنگاه خود بخشی از یک سیستم بزرگ‌تر با عنوان زنجیره ارزش صنعت می‌باشد که دربرگیرنده زنجیره‌های ارزش تأمین‌کنندگان بالادستی و مشتریان و کانال‌های پایین‌دستی می‌باشد. مایکل پورتر این مجموعه از زنجیره‌های ارزش را "سیستم ارزش" می‌نامد که در زیر یک نمای کلی از آن مشاهده می‌شود.



شکل ۲-۵: سیستم ارزش کل

همان‌طور که می‌دانیم یک صنعت خاص متشکل از بنگاه‌ها و شرکت‌های مختلفی می‌باشد که در حوزه‌های مختلف زنجیره تأمین آن صنعت، از تأمین مواد اولیه گرفته تا تولید محصول نهایی و تحویل آن به مشتری حضور دارند از این‌رو، زنجیره ارزش یک صنعت، ترکیبی از زنجیره‌های ارزش بنگاه‌های فعال در آن صنعت می‌باشد که قرار گرفتن این زنجیره‌ها در کنار یکدیگر، نشان‌دهنده این مطلب است که محصول نهایی چطور پس از تولید به دست مشتری نهایی رسیده و برای صنعت مربوطه ارزش خلق می‌کند. نمای کلی زنجیره ارزش صنعت در شکل ۲-۶ زیر نشان داده شده است:



شکل ۲-۶: زنجیره ارزش صنعت

همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد روابط بین فعالیت‌های زنجیره ارزش از اهمیت بالایی برخوردار است و اثربخشی این روابط بر روی عملکرد زنجیره ارزش بسته میزان یکپارچگی عمودی بین عناصر بنگاه می‌باشد، در تعریف یکپارچگی عمودی این چنین می‌توان گفت که در علم مدیریت و اقتصاد به عنوان یکی از روش‌های کنترل مدیریت مطرح می‌باشد. سازمان‌هایی که به صورت عمودی با یکدیگر ادغام به صورت یک مجموعه سلسله‌مراتبی با یک مالکیت مشترک بوده و معمولاً هر یک از اعضای

این سلسله مراتبی، تولیدکننده یک خدمت و یا محصول متفاوت (برای یک بازار خاص) می‌باشند که این محصولات با یکدیگر ترکیب شده و نیاز مشتریان را برآورده می‌سازند. با توجه به این موضوع، این روابط نه تنها در یک زنجیره ارزش وجود دارد بلکه در بین عناصر سیستم ارزش (زنجیره‌های ارزش) نیز وجود دارد. به طوری که هرچه میزان یکپارچگی عمودی بنگاه بالاتر باشد قابلیت تعامل با زنجیره‌های بالادستی و پایین‌دستی آن نیز در شرایط بهتری قرار خواهد گرفت و برعکس.

## ۲-۴-۲-۱- چارچوب زنجیره ارزش

زنجیره ارزش دربرگیرنده یکسری فعالیت‌ها و خدماتی است که در ساخت یک محصول از مراحل اولیه و مفهومی تا مرحله تحویل به مشتری و ورود به بازارهای نهایی نقش اساسی ایفا می‌کنند. بازارهای نهایی ممکن است در سطوح مختلفی از جمله بازارهای محلی، ملی، منطقه‌ای و یا بین‌المللی باشند. زنجیره‌های ارزش شامل تأمین‌کنندگان مواد اولیه، تولیدکنندگان، پردازشگران و خریداران می‌باشد که توسط مجموعه‌ای از ارائه‌دهندگان خدمات مالی، تجاری و فنی پشتیبانی می‌شوند. زنجیره ارزش دارای مؤلفه‌های ساختاری و پویا می‌باشد. ساختار زنجیره ارزش بر پویایی‌های رفتار بنگاه تأثیر می‌گذارد. فرآیند تحلیل زنجیره نیازمند به‌کارگیری چارچوب زنجیره ارزش به منظور شناسایی موارد زیر می‌باشد.

- ساختار زنجیره، دربرگیرنده کلیه عناصر منحصربه‌فرد و بنگاه‌هایی است که در یک صنعت خاص فعالیت می‌کنند و در خلق ارزش برای مشتری نقش داشته و به جابه‌جایی محصول تا بازار نهایی کمک می‌کنند.
- پویایی‌های زنجیره ارزش، که به عوامل تعیین‌کننده رفتار بنگاه‌های فعال در صنعت مورد نظر اشاره دارد و به بررسی تأثیر آن‌ها بر کارایی و عملکرد زنجیره می‌پردازد.

## ۲-۴-۲-۲- عوامل ساختاری

ساختار زنجیره ارزش دربرگیرنده همه بنگاه‌های فعال در صنعت بوده که می‌توان آن‌ها را در پنج دسته به صورت زیر طبقه‌بندی نمود:

- بازارهای نهایی: بازارهای نهایی به عنوان نقطه شروع تحلیل زنجیره ارزش محسوب می‌شوند. بازارهای نهایی به عنوان افراد در نظر گرفته می‌شوند، نه به عنوان یک موقعیت مکانی خاص. در واقع این بازارها، تعیین‌کننده مشخصه‌هایی از جمله قیمت، کیفیت، کمیت یک محصول یا خدمت موفق می‌باشند. خریداران حاضر در این بازارها یک عامل بسیار مؤثر

در اعمال تغییرات بازار هستند. آن‌ها منابع مهمی برای اطلاعات تقاضای محصول می‌باشند و به عنوان عناصر انتقال‌دهنده آموزش و یادگیری محسوب می‌شوند. تحلیل بازار نهایی فرصت‌های جاری و بالقوه بازار را از طریق انجام مصاحبات ساختاریافته با خریداران جاری و بالقوه تعیین و مورد ارزیابی قرار می‌دهد و به بررسی روندها، رقبای کنونی و آینده و سایر عوامل پویا می‌پردازد. در طول مدت‌زمان تحلیل زنجیره، تمرکز اصلی تحلیل‌گران بایستی بر روی ظرفیت تولید فعلی و بالقوه زنجیره و توانایی آن در زمینه پاسخ‌گویی به تقاضای بازار قرار گیرد. به‌طور کلی می‌توان گفت که در تحلیل بازارهای نهایی توجه به این موضوع از اهمیت زیادی برخوردار است که ما بتوانیم نیازهای سرمایه‌گذاری، که باعث ارتقاء و بهبود در زنجیره ارزش می‌شود را شناسایی نماییم.

- محیط توانمندساز کسب‌وکار<sup>۱</sup>: به‌طور کلی زنجیره‌ها در یک محیط توانمندساز کسب‌وکار فعالیت می‌کنند. که می‌توانند در یکی از سطوح بین‌المللی، ملی و یا محلی قرار گیرد.
- پیوندهای عمودی: پیوندهای بین بنگاه‌های فعال در یک صنعت در سطوح مختلف زنجیره ارزش برای انتقال خدمت یا محصول نهایی به بازارهای نهایی یک موضوع بسیار حیاتی و مهم می‌باشد. همکاری عمودی بین بنگاه‌های فعال در صنعت منعکس‌کننده کیفیت روابط بین بنگاه‌های مرتبط باهم به صورت عمودی در بخش‌های بالادستی و پایین‌دستی زنجیره ارزش می‌باشد. معاملات کارا و اثربخش، بین بنگاه‌هایی که در یک زنجیره ارزش به صورت عمودی به هم پیوند خورده‌اند باعث افزایش رقابت‌پذیری در سراسر صنعت مربوطه می‌شود. علاوه بر این، پیوندهای عمودی تسهیل‌کننده انتقال سود و خدمات جایگزین شده و همچنین انتقال مهارت‌ها و اطلاعات بین بنگاه‌های فعال در صنعت، در بخش‌های پایین‌دستی و بالادستی زنجیره می‌باشد.
- پیوندهای افقی: پیوندهای افقی - رسمی و غیررسمی - بین بنگاه‌های فعال در صنعت در همه سطوح موجود در یک زنجیره ارزش می‌تواند کاهش هزینه‌های کسب‌وکار را در پی داشته باشد و همچنین باعث ایجاد صرفه‌جویی‌های مقیاس گردد و در نهایت افزایش کارایی و رقابت‌پذیری صنعت مربوطه را در پی خواهد داشت. علاوه بر کاهش هزینه‌های ورودی‌ها و خدمات، پیوندهای افقی می‌توانند نقش مؤثری در تسهیم مهارت‌ها و منابع داشته باشد و باعث بالا بردن کیفیت محصول مطابق با استانداردهای موجود گردند. این قبیل پیوندها همچنین تسهیل‌کننده آموزش و یادگیری اشتراکی



و تسهیم ریسک در صنعت می‌باشند. تحلیل زنجیره ارزش همچنین به بررسی رقابت بین بنگاه‌های فعال در صنعت می‌پردازد. این در حالی است که همکاری بین بنگاه‌های فعال در آن صنعت می‌تواند به دستیابی آن‌ها به صرفه جویی‌های مقیاس کمک کرده و پیروزی آن‌ها را در مقابل محدودیت‌های معمول در راستای دستیابی به فرصت‌ها تسهیل می‌کند.

- بازارهای پشتیبانی‌کننده: بازارهای پشتیبانی‌کننده نقش مهمی را در ارتقاء و بهبود وضعیت بنگاه‌ها بازی می‌کنند. آن‌ها دربرگیرنده خدمات مالی می‌باشند.

## ۲-۴-۲-۲-۳- انواع زنجیره ارزش

در ادبیات، زنجیره ارزش، دو نوع زنجیره ارزش خریدار محور<sup>۱</sup> و تولیدکننده محور<sup>۲</sup> شناسایی شده است. این وجه تمایز بسیار اهمیت دارد، چراکه پویایی ارتباطات، تعاملات و فرصت‌های تقویت دانش و توانمندی‌های جدید در هر یک متفاوت است. معمولاً، تکنولوژی‌های "آسان" در زنجیره‌های خریدار محور رخ می‌دهد، درحالی‌که تکنولوژی‌های "دشوار" با نیاز به هماهنگ-سازی، تکنولوژی‌های اختصاصی و مشابه آن، در زنجیره‌های تولیدکننده محور به وجود می‌آید.

در زنجیره‌های ارزش خریدار محور، خریداران بزرگ با شایستگی بالا در علامت تجاری و بازاریابی، بازیگران مؤثر در راه-اندازی زنجیره‌های ارزش هستند. این خریداران به طور فزاینده‌ای فعالیت‌های تولید، طراحی و بازاریابی برای بازارهای مصرف-کننده نهایی در کشورهای توسعه‌یافته و درحال توسعه را سازمان‌دهی، هماهنگ و کنترل می‌کنند. این زنجیره‌ها، نوعاً صنایع مبتنی بر نیروی کار بوده و بیشتر مربوط به کشورهای درحال توسعه هستند (به عنوان مثال، صنایع غذایی، نساجی، اسباب‌بازی، پوشاک و غیره). برای تولیدکنندگان محصولات با علائم تجاری، به دست آوردن ارزش افزوده از بازار و R&D و توسعه محصول، از اهمیت بالایی برخوردار است. بنابراین، تولیدکنندگان فوق تمایل دارند از طریق محافظت از دارایی ذهنی<sup>۳</sup>، ارزش علامت تجاری حفظ‌شده و از کپی‌برداری اجتناب شود. موقعیت بازاری قوی آن‌ها، نتیجه علائم تجاری جهانی و علامت تجاری برای منطقه یا بازار خاص است.

1 Buyer-Driven

2 Producer Driven

3 Intellectual Property

در زنجیره‌های ارزش تولیدکننده محور، تولیدکنندگان کلیدی در زنجیره، تکنولوژی‌های اساسی بااهمیت‌تر را برای تثبیت موقعیت در بازار محصول نهایی کنترل می‌کنند. این تولیدکنندگان، زنجیره‌های ارزش را هماهنگ ساخته و مسئولیت کمک به تأمین‌کنندگان و مشتریان خود را بر عهده می‌گیرند. این زنجیره‌ها نوعاً برای صنایع با تکنولوژی متوسط و بالا، مانند اتومبیل، الکترونیک، ارتباطات و صنایع مشابه می‌باشند. تولیدکنندگان کشورهای در حال توسعه، بیشتر گرایش دارند تا قسمتی از زنجیره-های خریدار محور باشند، البته به استثنای کشورهای آسیای شرقی با اقتصاد صنعتی جدید، که از زنجیره‌های خریدار محور به سمت زنجیره‌های تولیدکننده محور حرکت کرده‌اند.

#### ۲-۴-۲-۴- اهمیت شناخت زنجیره ارزش

در مورد اهمیت تحلیل زنجیره ارزش دلایل زیادی وجود دارد، اما از آنجا که هدف اصلی در این تحقیق در رابطه با شناخت صنعت سیستم‌های کنترل نیروگاهی می‌باشد، بنابراین، سه دلیل عمده در رابطه با اهمیت تحلیل زنجیره ارزش صنعت در شرایط حساس حاکم بر اقتصاد بین‌المللی و رشد پدیده جهانی‌سازی به صورت زیر بیان می‌شوند:

- با رشد فزاینده تقسیم‌کار و پراکندگی تولیدات در سطح جهانی، رقابتی‌شدن سیستمیک، از جایگاه اهمیتی بالایی برخوردار شده است. بنابراین تجزیه و تحلیل زنجیره ارزش صنعت، در فهم صحیح از اینکه میزان نیاز و همچنین محدوده رقابتی‌شدن سازمان‌ها به صورت سیستمیک به چه اندازه می‌باشد، نقش کلیدی و مهمی ایفا می‌کند. تحلیل و شناسایی قابلیت‌های اصلی سازمان‌های فعال در یک صنعت خاص، منجر به این خواهد شد که سازمان‌ها بسیاری از کارکردهای خود را که، قابلیت‌های لازم در زمینه اجرای آن‌ها را ندارند، برون‌سپاری نمایند. تدوین اطلاعات لازم در مورد جریان ورودی‌ها، مانند اقلام و خدمات، در زنجیره تولید، به سازمان‌ها اجازه می‌دهد که توانایی و قابلیت‌های عناصر دیگر و همچنین اهمیت نقش آن‌ها را در موفقیت صنعت تعیین کند و این خود مستلزم تحلیل صحیح زنجیره ارزش صنعت مربوطه می‌باشد.
- امروزه بازدهی بالا و اثربخشی کافی در تولید محصولات، به عنوان یکی از مهم‌ترین و ضروری‌ترین شرایط لازم برای حضور موفق در بازارهای جهانی محسوب می‌شود. به‌طور کلی می‌توان این‌گونه گفت که دومین دلیل اساسی در بیان اهمیت تحلیل زنجیره ارزش این است که یک تحلیل مناسب از عناصر زنجیره، به صنعت کمک خواهد کرد که بتواند به

یک درک صحیح از نقاط ضعف و قوت خود رسیده و میزان تخصص خود را در حوزه‌های مختلف تولید و خدمات شناسایی نماید.

- ورود موفق به بازارهای جهانی و کسب مزیت‌های رقابتی که مستلزم بررسی دقیق رشد درآمد در این محیط‌ها می‌باشد. نیازمند یک درک صحیح از عوامل و متغیرهای پویا در سراسر زنجیره ارزش می‌باشد. در واقع سومین دلیل عمده‌ای که اهمیت تحلیل زنجیره ارزش صنعت را برجسته‌تر می‌کند این است که تحلیل زنجیره ارزش به سازمان‌ها در روشن شدن وضعیت سود و درآمدهای ویژه و همچنین وضعیت مشارکت آن‌ها در اقتصاد جهانی کمک می‌کند. از سوی دیگر شناسایی خط‌مشی‌ها و سیاست‌هایی که می‌تواند تولیدکنندگان را قادر به تبادل و تسهیم داشته‌های آن‌ها با یکدیگر نماید را تسهیل می‌کند که این خود نشان‌دهنده اهمیت تحلیل دقیق از زنجیره ارزش می‌باشد.
- زنجیره ارزش به دولت کمک می‌کند تا کل صنعت را به صورت یکپارچه ببیند و شناخت عمیقی در رابطه با کل صنعت به منظور سیاست‌گذاری، پیدا کند.

## ۲-۴-۳- زنجیره ارزش صنعت سیستم‌های کنترل نیروگاهی در ایران

در این بخش، نمایی ساده از زنجیره ارزش سیستم‌های کنترل نیروگاهی در ایران مورد بررسی قرار می‌گیرد. پس از شناسایی حلقه‌های اصلی زنجیره ارزش به تجزیه و تحلیل هرکدام از حلقه‌ها پرداخته می‌شود، به طوری که پس از شناسایی هرکدام از حلقه‌ها، در بخش بعد، بنگاه‌های توانمند بالقوه و بالفعل در هر حلقه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

ابتدا به منظور ترسیم یک مدل مبنا، برای زنجیره ارزش سیستم‌های کنترل نیروگاهی در ایران، کارکردهای اصلی زنجیره صنعت سیستم‌های کنترل نیروگاهی ترسیم می‌گردد. پس از شناسایی کارکردهای اصلی سطح اول و همچنین بازیگران فعال در هرکدام از آن‌ها، نهادهای حمایت‌کننده یا به عبارت دیگر ارائه‌دهندگان خدمات به هر یک از بازیگران، باید شناسایی و ارتباط آن‌ها با بازیگران فعال در حلقه‌های اصلی زنجیره تبیین گردد که این خود، نشان‌دهنده سطح دوم (فعالیت‌های پشتیبان) زنجیره ارزش می‌باشد. به طور کلی برای ترسیم زنجیره ارزش باید گام‌های زیر اجرا شوند:

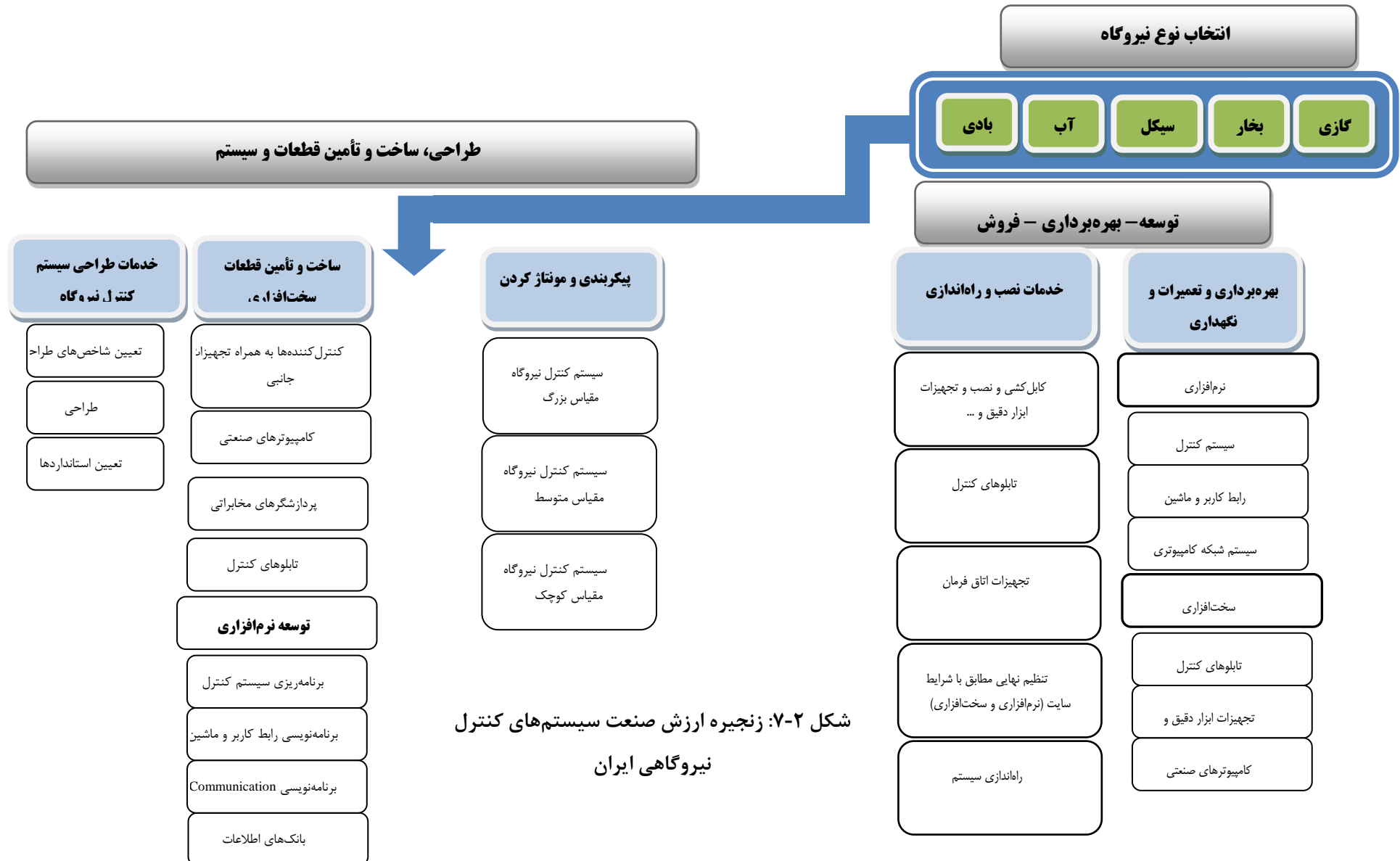
مدل مبنا، جهت شناسایی زنجیره ارزش صنعت سیستم‌های کنترل نیروگاهی در ایران، متشکل از دو بخش که بیانگر سطح

اول زنجیره است، این دو بخش عبارتند از:

بخش اول: طراحی، ساخت، برنامه نویسی، پیکر بندی و مونتاژ

بخش دوم: توسعه، بهره برداری و فروش

شکل ۷-۳ مدلی برای زنجیره ارزش سیستم‌های کنترل نیروگاهی در ایران را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۷: زنجیره ارزش صنعت سیستم‌های کنترل نیروگاهی ایران

## ۲-۴-۳-۱- تحلیل زنجیره ارزش

همان‌طور که در نمای زنجیره ارزش رسم شده مشاهده می‌شود زنجیره ارزش سیستم کنترل نیروگاه‌ها در ایران به دو بخش اصلی تقسیم شده است. بخش اول "طراحی، ساخت، برنامه‌نویسی و پیکربندی و مونتاژ کردن" و بخش دوم "توسعه، بهره‌برداری و فروش". هرکدام از این دو بخش شامل تعدادی از حلقه‌های اصلی زنجیره می‌باشند. همان‌طور که در شکل مشخص شده، حلقه‌های "خدمات طراحی"، "ساخت و تأمین قطعات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری" و پیکربندی و مونتاژ کردن زیرمجموعه بخش "ساخت و تأمین قطعات و سیستم‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری" و حلقه‌های "خدمات نصب و راه‌اندازی، بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری" و "کاربر نهایی" زیرمجموعه بخش "توسعه، بهره‌برداری و فروش" می‌باشند.

زنجیره ارزش طراحی سیستم کنترل نیروگاه‌ها به دو بخش اصلی تقسیم می‌گردد، بخش طراحی و ساخت که توسط شرکت سازنده و محل کارخانه انجام می‌شود و بخش نصب و بهره‌برداری که در محل نیروگاه انجام می‌گیرد.

در حال حاضر بخش مربوط به نصب و بهره‌برداری به طور کامل توسط شرکت‌های داخلی انجام می‌گیرد و مشکل خاصی در این بخش وجود ندارد.

در بخش طراحی و ساخت و تأمین قطعات بخش‌هایی از کار توسط شرکت‌های داخلی انجام می‌گیرد. ولی انجام این بخش‌ها تا حد زیادی وابسته به محصولات شرکت‌های خارجی می‌باشد که به خصوص در سال‌های اخیر به دلیل تحریم‌ها با مشکلات عدیده‌ای روبرو شده است.

زیر بخش پیکربندی و مونتاژ تقریباً به طور کامل توسط شرکت‌های داخلی انجام می‌گیرد. ولی این بخش با توجه به محصولات شرکت زیمنس انجام می‌گیرد به این معنی که بر اساس مشخصات DCS شرکت زیمنس با نام TXP یا SPPA2000 سخت‌افزار و نرم‌افزارها مربوطه خریداری و پیکربندی می‌گردد. در این خصوص تجربه استفاده از سایر محصولات و یا محصولات عمومی در صنعت نیروگاه برق کشور بسیار محدود می‌باشد.

بخش طراحی، ساخت و تأمین قطعات به دو زیر بخش سخت‌افزار و نرم‌افزار تقسیم می‌شود. در زیر بخش سخت‌افزار ساخت تابلوهای برق و کنترلی در داخل انجام می‌گیرد هر چند المان‌های اصلی تابلوها و کارت‌های مختلف مورد استفاده از شرکت‌های خارجی و به طور اخص شرکت زیمنس تأمین می‌گردد. در این خصوص با توجه به تنوع زیاد و قیمت این کارت‌ها،

طراحی و ساخت داخل نمودن آن‌ها مقرون به صرفه نمی‌باشد. هر چند شرکت مکو در این خصوص با توجه به جایگاه خود به عنوان بخش خصوصی و تأمین کننده تجهیزات وارد شده و پروژه‌هایی برای طراحی و ساخت سخت افزار در دست اجرا دارد.

در زیر بخش نرم افزار برای طراحی و پیاده سازی منطق کنترلی و رابط کاربر بایستی از نرم‌افزارهایی استفاده گردد که با سخت‌افزارهای استفاده شده هم خوانی داشته باشد به همین دلیل نیز در حال حاضر از نرم افزار DCS شرکت زیمنس به نام SPPA2000 برای بخش نرم‌افزاری استفاده می‌شود. این نرم افزار تقریباً تمام قابلیت‌های مورد نیاز برای طراحی سیستم کنترل نیروگاهی را دارد. بزرگ‌ترین نقطه ضعف این نرم‌افزار با توجه به قدیمی بودن آن محدودیت امکانات امنیتی و استفاده از سیستم عامل قدیمی UNIX می‌باشد. این سیستم عامل در دهه ۹۰ میلادی طراحی شده و به نسبت سیستم عامل‌های مدرن قابلیت‌های کمتری دارد و بعلاوه پشتیبانی فنی مناسبی نیز برای آن وجود ندارد. شایان ذکر است که آخرین نسخه DCS زیمنس مبتنی بر Windows می‌باشد که به دلیل تحریم‌ها به ایران فروخته نمی‌شود.

در صورتی که مطالعه مناسب در این بخش‌ها یعنی سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای کنترلی صورت پذیرد می‌توان سخت‌افزارهای عمومی‌تر با قابلیت مناسب که شامل تحریم نیز نشود را تأمین نمود و سپس با استفاده از نرم‌افزارهای عمومی، طراحی و پیاده‌سازی سیستم کنترل را انجام داد. که این دو موضوع بایستی به طور جامع در پروژه‌های مربوطه بررسی گردد.

بخش خدمات طراحی سیستم کنترل نیروگاه‌ها تقریباً در داخل کشور انجام نمی‌شود و بزرگ‌ترین صنعت در صنعت کنترل نیروگاهی مربوط به این بخش می‌باشد. به منظور طراحی سیستم کنترل برای اجرای مختلف نیروگاه نیاز به شناخت و درک عمیق عملکرد این تجهیزات از دیدگاه فرآیندی و کنترلی می‌باشد. نرم‌افزارهای موجود مانند SPPA2000 شرکت زیمنس تا حد زیادی این طراحی را برای تجهیزات مختلف انجام داده ولی در صورت تغییر طراحی تجهیزات مثلاً تغییر توربین گاز از V94.2 زیمنس به F9 جنرال الکتریک بخش قابل توجهی از طراحی بایستی مجدداً انجام شود. برای طراحی سیستم کنترل نیاز به اجرای پروژه‌های مناسب در این بخش می‌باشد.

## ۲-۴-۴- شرکت‌های فعال در زنجیره ارزش سیستم‌های کنترل نیروگاهی

در تهیه و تدوین اطلاعات این بخش، علاوه بر استفاده از رزومه موجود در پایگاه اینترنتی شرکت‌ها، از اسناد ارسالی توسط خود شرکت‌ها استفاده شده است. این اسناد به درخواست پژوهشگاه نیرو فرستاده شده است که شامل رزومه کاری کامل آن‌ها می‌باشد.

## ۲-۴-۴-۱- شرکت‌های طراحی سیستم‌های کنترل نیروگاهی تهیه Logic، برنامه‌نویسی و توسعه HMI

### ۲-۴-۴-۱-۱- شرکت مکو

مکو یکی از اولین شرکت‌ها در زمینه طراحی و تولید تجهیزات برق و کنترل نیروگاه‌های گاز و بخار در کشور می‌باشد. این شرکت به عنوان شریک تجاری معتبر برای شرکت زیمنس آلمان، در زمینه تولید سیستم‌های کنترل توربین‌های گاز و بخار V94.2 می‌باشد که منجر به دریافت لیسانس مربوطه از آن شرکت گردید.

### ۲-۴-۴-۱-۲- گروه صنعتی ندا

گروه صنعتی ندا با اتکا به پشتوانه دو دهه مهندسی، نصب و راه‌اندازی سیستم‌های DCS و با توجه به انعقاد قراردادهای همکاری با شرکت زیمنس آلمان، به عنوان یکی از معتبرترین شرکت ایرانی در زمینه ارائه خدمات مهندسی، ساخت تجهیزات و نظارت بر نصب و راه‌اندازی سیستم TELEPERM XP راهکاری مطمئن و کارآمد را در صنعت اتوماسیون نیروگاه ارائه می‌نماید که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- طراحی پروسه کنترل کل نیروگاه به طور کامل از دید سیستم DCS (اصلی و کمکی)
- تهیه برنامه نرم‌افزاری و طراحی صفحات HMI بر پایه نرم‌افزار PCS7
- طراحی مدارات سخت‌افزاری
- ساخت تابلو و انجام تست‌های FAT و راه‌اندازی و انجام کلیه تست‌های SAT

## ۲-۴-۴-۲- شرکت‌های حوزه ساخت و تأمین قطعات اصلی و فرعی سیستم‌های کنترل نیروگاهی

### ۲-۴-۴-۲-۱- شرکت مکو



از جمله فعالیت‌های اخیر شرکت مکو بومی‌سازی سیستم‌های کنترل نیروگاهی تحت عنوان MAPCS است. از جمله کارت‌های ساخته‌شده توسط این شرکت می‌توان به کارت پردازنده مرکزی<sup>۱</sup>، ماژول‌های ارتباطی<sup>۲</sup> و ماژول‌های ورودی خروجی<sup>۳</sup> اشاره نمود که فناوری ساخت این کارت‌ها را با همکاری شرکت فرینه صنعت به دست آورده است.

### ۲-۴-۲-۲- کرمان تابلو

این شرکت نیز اقدام به ساخت برخی کارت‌های ورودی آنالوگ و دیجیتال سیستم کنترل گسترده نیروگاهی کرده است و در نهایت باتکیه بر محصول سخت‌افزاری نرم‌افزاری خود اقدام به تولید و ارایه سیستم کنترل بومی Persia-A کرده است.

### ۲-۴-۳- توانمندی کشور در حوزه نصب و راه‌اندازی سیستم‌های کنترل نیروگاهی

#### ۲-۴-۳-۱- شرکت بهره‌برداری و تعمیراتی مینا

این شرکت با راه‌اندازی بیش از ۱۵۰ واحد نیروگاه گازی و بیش از ۱۰ واحد بخار سیکل ترکیبی داخل کشور و ۶ واحد گازی و ۱ واحد بخار سیکل ترکیبی در کشورهای سوریه و عراق مطابق با دستورالعمل‌ها و استانداردهای بین‌المللی، با داشتن تیم‌های مجرب و متخصص راه‌اندازی واحدهای گازی و بخاری، یکی از باتجربه‌ترین و توانمندترین شرکت‌ها در زمینه راه‌اندازی نیروگاه در کشور و منطقه می‌باشد. این شرکت با توجه به اهمیت زمان‌بندی در اجرای پروژه‌ها و با تکیه بر توانمندی و دانش تیم‌های اجرایی خود توانسته با تمرکز بر حفظ کیفیت انجام فعالیت‌ها، مدت‌زمان متوسط راه‌اندازی هر واحد گازی و هر واحد بخار را به ترتیب به ۵۰ روز و ۱۲۰ روز کاهش دهد.

#### ۲-۴-۳-۲- شرکت مکو

از جمله فعالیت‌های شرکت مکو راه‌اندازی سامانه کنترل بومی MAPCS در نیروگاه گازی حیدریه یا نیروگاه نجف است که شامل یک واحد گازی به ظرفیت ۱۶۲ مگاوات در شرایط ایزو است. این نیروگاه که در کشور عراق، کیلومتر ۲۵ جاده نجف به کربلا جنب پالایشگاه نجف جای گرفته است، در اردیبهشت‌ماه سال جاری سنکرون شد.

1 MPU(Main Processing Unit)

2 Linking Device

3 I/O Modules

## ۲-۴-۳-۳- شرکت ندا

از جمله فعالیت‌های گروه صنعتی ندا انتقال دانش طراحی، نصب و راه‌اندازی سیستم‌های اتوماسیون نیروگاهی به‌ویژه سیستم‌های DCS و PLC به داخل کشور بوده است. لذا این شرکت پیرو مصوبه دولت جمهوری اسلامی ایران در خصوص انتقال این دانش فنی با دعوت از ۱۰ نفر از کارشناسان ارشد و مدیران کارآمد عرصه اتوماسیون کشور در سال ۱۳۷۶ گروه منسجمی را به منظور فعالیت در این حوزه تشکیل داد. هدف این بخش طراحی، نصب و راه‌اندازی سیستم‌های اتوماسیون نیروگاهی به‌ویژه سیستم‌های کنترل DCS و PLC است. نصب و راه‌اندازی سیستم‌های کنترل ۱۴ واحد نیروگاه‌های سیکل ترکیبی اولین دستاورد این تیم مهندسی بوده است.

## ۲-۴-۳-۴- آهار شرق

شرکت آهار در زمینه نصب و راه‌اندازی سیستم کنترل توربین‌های گازی فعالیت داشته که شامل موارد زیر است:

- راه‌اندازی خودکار توربین
- کنترل دقیق شتاب و دمای توربین
- کنترل بار و سرعت
- مانیتورینگ ارتعاشات توربین و حفاظت آن
- کنترل سیستم تزریق آب
- ارتقاء مکانیکی سیستم
- نوسازی سیستم برق
- ارتقاء سیستم کنترل مبتنی بر PCS7 زیمنس

همچنین این شرکت در راستای ارتقاء و بهینه نمودن سیستم کنترل واحدهای گازی اقدام به طراحی و تولید چرخه‌های کنترل سطح درام، هوا، سوخت و تزریق آب مبتنی بر سیستم‌های کنترل گسترده<sup>۱</sup> کرده است.

## ۲-۴-۴-۲- بانک‌های اطلاعاتی و امنیت سایبری

### ۲-۴-۴-۴-۲- آریا پردازشگر

این شرکت، طراحی شبکه ۲ نیروگاه سیکل ترکیبی کازرون و دماوند را با همکاری شرکت مپنا عهده‌دار گردیده است.

### ۲-۴-۴-۴-۲- شرکت مهندسی ارتباطی پیام پرداز

یکی از شناخته‌شده‌ترین مجموعه‌های پژوهشی کشور در عرصه امنیت داده‌ها و سیستم‌ها است. دو دهه فعالیت مستمر در زمینه‌های رمزنگاری و امنیت اطلاعات پشتوانه‌ای گران‌بها برای این مجموعه تخصصی است. هم‌اکنون در این شرکت گروه‌های تخصصی مختلفی در حوزه‌های تحلیل، طراحی و پیاده‌سازی نرم‌افزاری و سخت‌افزاری حول موضوع امنیت اطلاعات، سیستم‌ها و شبکه‌های کامپیوتری و مخابراتی فعال هستند و در دو بستر پژوهش‌های کاربردی و توسعه‌ای فعالیت دامنه‌داری در حال انجام است. اهم فعالیت‌های شرکت به شرح زیر است:

- تحلیل امنیت در سیستم‌های اطلاعاتی
- تدوین راهبردها و سیاست‌های امنیتی در سیستم‌های اطلاعاتی
- تهیه طرح جامع امن‌سازی سیستم‌های اطلاعاتی
- تحلیل، طراحی و پیاده‌سازی امنیت در سطح شبکه
- طراحی و پیاده‌سازی امنیت در لایه کاربرد
- طراحی و پیاده‌سازی امنیت در لایه شبکه
- طراحی و پیاده‌سازی امنیت در لایه فیزیکی
- طراحی و پیاده‌سازی VPN امن
- تحلیل، طراحی و پیاده‌سازی امنیت در سطح کاربرد
- طراحی و پیاده‌سازی مازول‌های رمزکننده
- طراحی و پیاده‌سازی انواع رمزکننده‌های فایل، گفتار، پست الکترونیک و...
- طراحی سیستم تحلیل‌گر داده‌ها

- طراحی و ساخت رمزکننده‌های خطوط پرسرعت E3, E2, E1
- تحلیل، طراحی و پیاده‌سازی الگوریتم‌ها و پروتکل‌های امنیتی
- تحلیل و ارزیابی الگوریتم‌های مختلف رمزنگاری
- طراحی الگوریتم‌های رمز قالبی و پی‌درپی

#### ۲-۴-۴-۳- شرکت شبکه گستر

شرکت مهندسی شبکه گستر، اولین شرکت ایرانی است که در زمینه نرم‌افزارهای ضدویروس فعالیت تخصصی و متمرکزی را آغاز کرد. در ابتدا، همکاری مشترکی بین شرکت مهندسی شبکه گستر و شرکت انگلیسی S & S International آغاز گردید. این شرکت با طراحی سرویس ISA دروازه امنی را در برابر تهدیدات اینترنتی ایجاد کرده و درعین حال، دسترسی سریع و ایمن به اطلاعات و برنامه‌های کاربردی را برای کاربران راه دور فراهم می‌آورد.

#### ۲-۴-۴-۴- نوآوران ارتباطات دوران

خدمات و راهکاری امنیت اطلاعات شرکت نوآوران ارتباطات دوران به شرح زیر است:

- مشاوره و استقرار سیستم مدیریت امنیت اطلاعات (ISMS) مبتنی بر استاندارد ISO27001
- مشاوره و پیاده‌سازی مراکز عملیات امنیت (SOC)
- مشاوره و پیاده‌سازی مراکز واکنش رخداد (CSIRT) یا گورهای سازمانی مشاوره و پیاده‌سازی استاندارد PCI DSS
- الزامات شاپرک
- بهینه‌سازی و ایمن‌سازی شبکه‌های کامپیوتری
- ارزیابی امنیتی آسیب‌پذیری‌های سازمان (Security Assessment)
- تست نفوذپذیری (Penetration Testing)

#### ۲-۴-۴-۵- توانمندی کشور در حوزه خدمات بهره‌برداری، تعمیرات و نگهداری

#### ۲-۴-۴-۵-۱- شرکت بهره‌برداری و تعمیراتی مپنا

ارائه خدمات فنی و مهندسی در زمینه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات روتین نیروگاه‌های گازی، سیکل ترکیبی و حرارتی از فعالیت‌های محوری این شرکت می‌باشد.

شرکت مپنا به عنوان سهامدار اصلی این شرکت، بهره‌برداری و نگهداری نیروگاه‌های ساخته‌شده با سرمایه خود (IPP) را به این شرکت محول نمود و اولین تجربه در ابتدای سال ۱۳۸۵ با انعقاد قرارداد بهره‌برداری و نگهداری نیروگاه جنوب اصفهان با ظرفیت نامی ۹۵۴ مگاوات به مدت ۲۰ سال آغاز شد.

همچنین شرکت O&M با تکیه بر دانش فنی و بهره‌گیری از افراد متخصص و باتجربه و با همکاری سایر شرکت‌های گروه مپنا از جمله شرکت‌های سازنده تجهیزات نیروگاهی، تعمیرات اساسی را در حداقل زمان استاندارد بین‌المللی و مطابق با دستورالعمل‌های شرکت سازنده به انجام رساند. از جمله فعالیت‌های این شرکت می‌توان به تعمیرات اساسی ۶ واحد گازی V94.2 نیروگاه جنوب اصفهان، ۴ واحد گازی V94.2 نیروگاه B.O.O عسلویه در مدت‌زمان متوسط ۴۵ روز اشاره نمود. ضمناً خاطرنشان می‌گردد ۲ واحد در نیروگاه جنوب اصفهان و ۳ واحد در نیروگاه B.O.O عسلویه هم‌زمان با تعمیرات اساسی، ارتقاء پیدا کرده و مجموعاً بیش از ۶۰ مگاوات به ظرفیت تولید این نیروگاه‌ها افزوده شد.

#### ۲-۴-۴-۵-۲- شرکت بهره‌برداری و تعمیرات نیروگاه صبا

فعالیت‌های اصلی شرکت بهره‌برداری و تعمیرات نیروگاه صبا مشتمل بر موارد ذکرشده زیر می‌باشد:

- کنترل روزانه و دوره‌ای تولید نیروگاه‌ها
- نظارت کارفرمایی بر عملیات بهره‌برداری؛
- همکاری در ارزیابی و انتخاب پیمانکاران اجرائی، خدمات و تأمین‌کنندگان کالا و قطعات و تأیید نهایی آن‌ها
- برآورد و تخصیص بودجه مورد نیاز نیروگاه‌ها
- تأمین نقدینگی لازم برای کلیه هزینه‌های مورد نیاز نیروگاه‌ها اعم از خرید خدمات و تجهیزات
- کنترل فعالیت‌های عملیاتی نیروگاه‌ها از جمله پروژه‌های بهینه‌سازی، تعمیراتی و بازدهی‌ها
- برنامه‌ریزی برای انجام پروژه‌های بهینه‌سازی و تعمیرات

- برنامه‌ریزی در جهت افزایش راندمان نیروگاه‌ها، افزایش آمادگی نیروگاه‌ها، کاهش زمان تعمیرات نیروگاه‌ها و مدیریت

مصرف سوخت

## فصل ۳- آینده پژوهی (سابقه و روند تحقیقات جهانی)

### ۳-۱- مقدمه

با توجه به درخت فناوری سیستم‌های کنترل نیروگاهی فناوری سیستم کنترل، این فناوری را می‌توان به دو بخش اصلی تقسیم نمود. یکی فناوری اجرا و دیگری فناوری عملکردی سیستم کنترل. در ادامه با نگاهی کلی به سیر تحولی سیستم‌های کنترل صنعتی به تشریح این دو بخش پرداخته خواهد شد.

### ۳-۲- روند پیشرفت فناوری سیستم‌های کنترل صنعتی

اولین سیستم‌های کنترل در کشور از نوع سیستم‌های مکانیکی و نیوماتیکی و دستی بود که در نیروگاه‌هایی مانند نیروگاه بعثت پیاده‌سازی شدند. در این سیستم‌ها اندازه‌گیری کمیت‌های فرآیندی و ارسال دستورات در سطح واحد از طریق سیستم‌های هوای فشرده یا به اصطلاح نیوماتیکی انجام می‌شد و ثبت و ذخیره داده‌ها با استفاده از ثبات‌های مکانیکی و به روی کاغذ انجام می‌شد. در نسل‌های بعدی از سیستم‌های الکترونیکی برای کنترل استفاده شد در این روش از سیستم‌های اندازه‌گیری با سیگنال الکترونیکی از جمله سیگنال‌های  $4-20\text{mA}$  یا  $5-1\text{V}$  استفاده شده و برای ثبت داده‌ها همچنان از ثبات‌های کاغذی استفاده می‌شود.

در نسل بعد، از کنترل کننده‌های منطقی برنامه‌پذیر<sup>۱</sup> مانند آنچه در نیروگاه‌های ری و نیروگاه شهید رجایی وجود دارد استفاده شد. کنترل کننده‌های منطقی برنامه‌پذیر در ابتدا برای حل کردن مسائل ناشی از کنترل با رله‌ها پیشنهاد شدند، استفاده از رله حجم زیادی لازم دارد، سیم‌کشی فراوانی می‌خواهد، عیب‌یابی آن مشکل است و به دلیل مکانیکی بودن عمر کوتاه‌تری خواهد داشت؛ اما با ایجاد مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال و دیجیتال به آنالوگ کنترل پارامترهای آنالوگ نیز میسر شد. این کنترل کننده‌ها در انجام کارهای محدود خیلی موفق هستند اما با توجه به محدود بودن تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها در این مبدل‌ها هرچه قدر فرایند پیچیده‌تر و بزرگ‌تر شود کنترل کردن آن با یک پردازشگر مرکزی<sup>۲</sup> دقت و سرعت خواسته شده را نخواهد داشت. برای بالا بردن سرعت، دقت و امنیت سیستم می‌توان کارها را تقسیم کرد طوری که هر پردازنده یک بخش از کل کارخانه را کنترل کند. پس می‌توان با بکار گرفتن همزمان چند کنترل کننده منطقی برنامه‌پذیر و مدیریت عملکرد آن‌ها

1 PLC

2 CPU



یک سیستم کنترل گسترده ساخت. بدین ترتیب نسل بعدی سیستم‌های کنترل با نام سیستم کنترل گسترده<sup>۱</sup> شکل گرفتند. این سیستم‌ها در کل اتصال چند کنترل‌کننده منطقی برنامه‌پذیر است که پردازنده‌های آن‌ها شبکه شده‌اند و یک کامپیوتر به عنوان مدیر کارکرد کنترل‌کننده‌های دیگر را مدیریت می‌کند.

سیستم کنترل فیلد باس (FCS<sup>۲</sup>) جدیدترین تکنولوژی سیستم کنترل در دنیا می‌باشد، که بعد از DCS به بازار آمده است. در سیستم DCS شبکه فقط در سطح مدیریت وجود دارد. اگر تمام ترانسمیترها و پوزیشنرها نیز به عنوان گره‌هایی از شبکه در نظر گرفته شود و شبکه را به درون محیط نیروگاه (فیلد) برده شود یک شبکه فیلدباس ایجاد شده است. در سیستم فیلدباس هر ترانسمیتر خود یک کامپیوتر است. استاندارد‌هایی در ارتباط آنالوگ (۴-۲۰mA) و یا ۷-۵-۱ برای سیگنال الکترونیکی و ۱۵-۳ PSI برای سیگنال نیوماتیکی) جهت انتقال سیگنال کنترل و ابزارهای اندازه‌گیری، از ادوات فیلد به اتاق کنترل وجود دارد؛ اما فیلد باس یک ارتباط دیجیتال با پروتکل خاص خود می‌باشد. یکی از مزایای مهم فیلدباس جدا بودن کنترل‌کننده‌های آنالوگ و دیجیتال آن و پیوند آن‌ها به صورت نرم‌افزاری است، این امر دقیقاً به‌مثابه داشتن دو کنترل‌کننده قدرتمند در کنار هم است که یکی از آن‌ها فقط پارامترهای آنالوگ را کنترل کرده و دیگری تنها پارامترهای دیجیتال را پردازش می‌نماید.

در حقیقت در ادامه این سیر تکاملی رفته‌رفته ادوات فیلد هوشمندتر شده تا جایی که حتی امکان تشخیص خطا و حتی پیش‌بینی بروز مشکلات احتمالی در سیستم به وجود آمده است. جهت نیل به این هدف و با توجه به حجم داده‌های مبادله شده، نیاز به استفاده از شبکه‌های صنعتی انتقال داده با سرعت بالا بیش‌ازپیش بیشتر شده و باعث به وجود آمدن شبکه‌های متنوع صنعتی گردید، که این شبکه‌ها خود به سه دسته شبکه فیلدباس قدیمی<sup>۳</sup>، شبکه مبتنی بر اترنت<sup>۴</sup> و شبکه وایرلس<sup>۵</sup> تقسیم می‌شوند[۵] این طبقه‌بندی در شکل ۳-۱ آمده است.

1 Distributed Control System (Dcs)

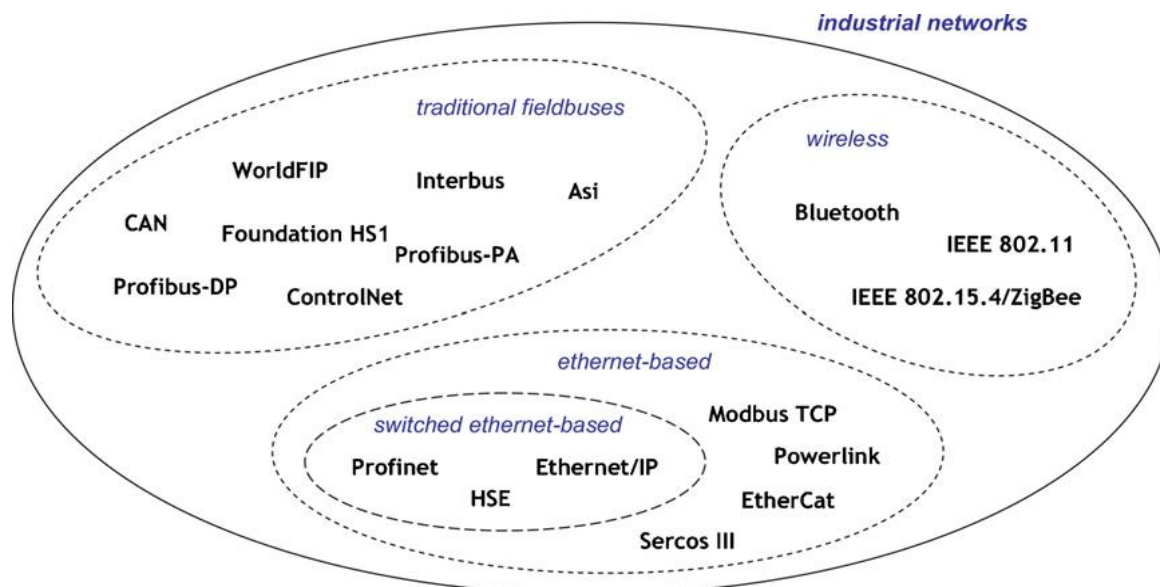
2 Fieldbus Control System (Fcs)

3 Traditional Fieldbuses

4 Ethernet- Based

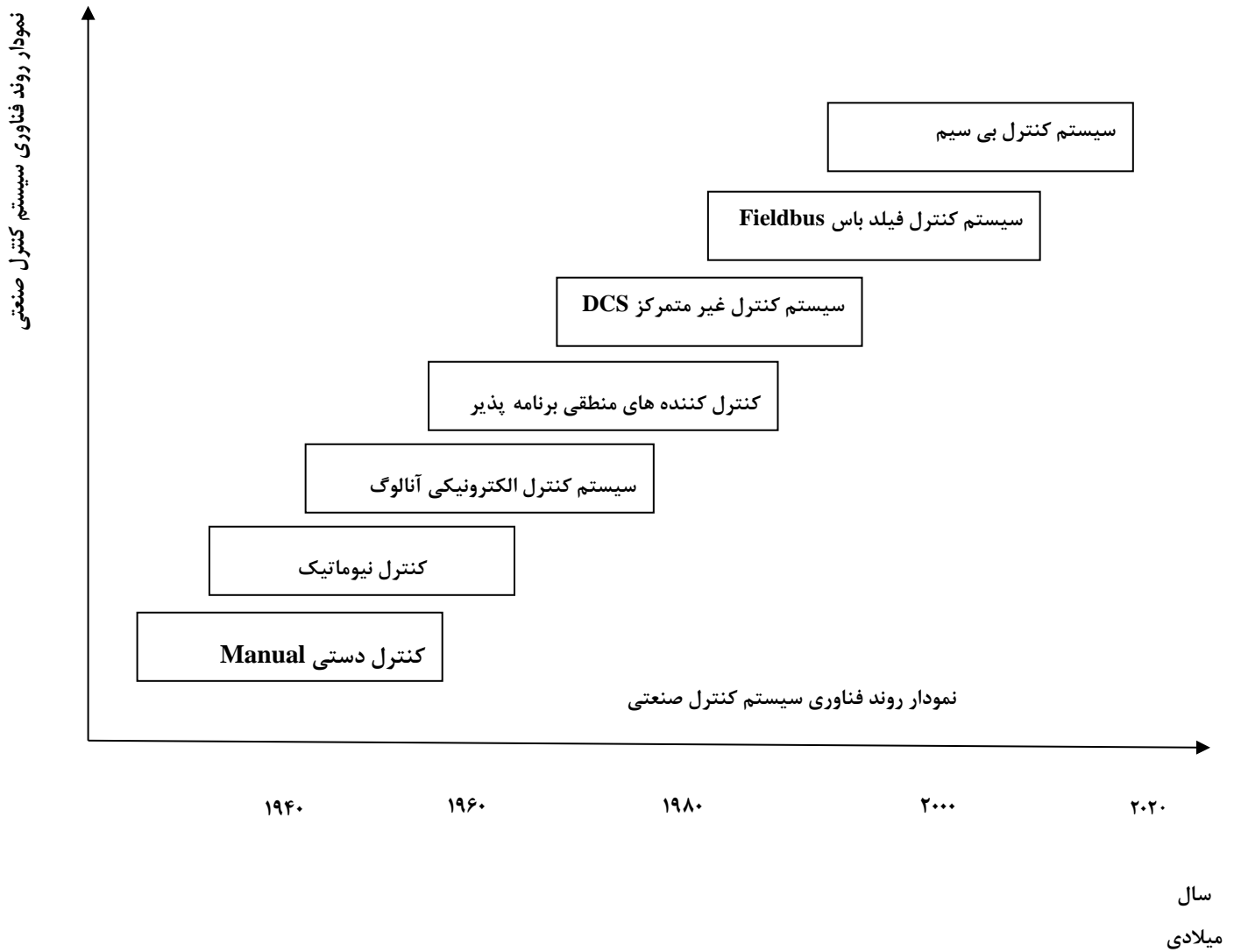
5 Wireless Network

در این راستا همچنین می‌توان به استفاده از ترنس‌میت‌های وایرلس نیز اشاره کرد. از طرفی با توجه به حساسیت سیستم‌های کنترل، در راستای تأمین امنیت این شبکه‌ها تحقیقات گسترده‌ای در حال انجام است.



شکل ۳-۱: طبقه‌بندی شبکه‌های صنعتی موجود [۵]

در یک جمع‌بندی کلی روند پیشرفت فناوری سیستم‌های کنترل صنعتی در شکل زیر آمده است.



شکل ۲-۳ نمودار روند فناوری سیستم‌های کنترل صنعتی

### ۳-۳- روند پیشرفت فناوری سیستم‌های کنترل نیروگاهی DCS

تکنولوژی طراحی و تولید سیستم‌های DCS با توجه به گستردگی و پیچیدگی آن‌ها تنها در اختیار سازندگان محدودی است که تعداد آن‌ها نیز از انگشتان دو دست تجاوز نمی‌کند. لیست تعدادی از این شرکت‌ها به شرح زیر است:

- سیستم Industrial IT ساخت شرکت ABB
- سیستم Delta V ساخت شرکت Fisher-Rosemount
- سیستم I/A Series ساخت شرکت FOXBORO
- سیستم Experion PKS ساخت شرکت Honeywell
- سیستم Teleperm XP ساخت شرکت SIEMENS
- سیستم PCS7 ساخت شرکت SIEMENS
- سیستم CENTUM3000 ساخت شرکت YOKOGAWA

در چند سال اخیر تغییرات چشمگیری در مورد کلیت سیستم‌های کنترل نیروگاهی رخ نداده و در احتمالاً در آینده نزدیک هم شاهد تغییرات بنیادی در این زمینه نخواهیم بود. برخی تغییر و تحولات در این محصولات شامل استفاده از شبکه‌های صنعتی قوی تر و یا هوشمند نمودن ادوات فیلد خواهد بود که در حیطه این سند نمی‌گنجد. در این بخش به سیر تحولی محصولات این شرکت‌ها پرداخته خواهد شد.

#### ۳-۳-۱- سیستم Industrial IT از شرکت ABB

- نام تجاری سیستم Industrial IT
- شرکت سازنده : ABB (ASEA Brown Boveri)

#### ۳-۳-۱-۱- تاریخچه

شرکت سوئیدی ABB در سال ۱۶۸۷ از ترکیب شرکت سوئدی ASEA AB و شرکت سوئیدی (BBC) Brown Boeri به وجود آمد و فعالیت عمده آن در زمینه تولید Drive و تجهیزات الکتریکال بود. در سال ۱۹۹۸، ABB با خرید شرکت

ایتالیایی Elsag Bailey که از سازندگان مطرح سیستم‌های DCS دنیا به شمار می‌رفت (سازنده سیستم Bailey INFI90)، تکنولوژی DCS را نیز به دست آورد و وارد باز Process Automation شد.

### ۳-۱-۳-۲- سیستم‌های ارائه شده

آخرین سیستم DCS ساخت شرکت Industrial IT 800x U, ABB نام دارد که مبتنی بر شبکه Ethernet و سیستم عامل Windows می‌باشد. از مدل‌های قبلی DCS ساخت ABB می‌توان Symphony/Harmony, Freelance 2000 را نام برد که مدل بهبود یافته Bailey INFI 90 محسوب می‌شود.

### ۳-۱-۳-۳- ساختار و معماری

در معماری سیستم DCS مبتنی بر Industrial IT 800 xA باس اصلی سیستم Ethernet است. هر کنترلر 800xA می‌تواند برای Expansion از طریق ارتباط Profibus-DP به Rack های I/O متصل شود. پشتیبانی پروتکل‌های مختلف Profibus (PA/DP), Foundation Fieldbus از جمله ویژگی‌های سیستم به شمار می‌روند.

### ۳-۳-۲- سیستم Delta V ساخت شرکت Fisher-Rosemount

- نام تجاری سیستم Delta V :DCS
- شرکت سازنده Fisher-Rosemount از گروه Emerson

### ۳-۲-۳-۱- تاریخچه

شرکت آمریکایی Rosemount در سال ۱۹۵۶ به عنوان بخشی از برنامه فضایی آمریکا تأسیس شد که در زمینه کنترل حرکت فعالیت می‌نمود. در سال ۱۹۷۶ دو شرکت Emerson Electric, Rosemount با همدیگر ادغام شده و در سال ۱۹۹۳ با خریداری شرکت Fisher Control زیرمجموعه جدیدی به نام Fisher- Rosemount ایجاد گردید که منحصراً در زمینه Process Automation در سطوح مختلف فعالیت می‌نماید.

### ۳-۲-۳-۲- سیستم‌های ارائه شده

DCS های این شرکت به ترتیب RS3 و PROVOX نام داشتند که هر دو مبتنی بر Windows NT بودند. در حال حاضر آخرین سیستم DCS این شرکت با نام تجاری Delta V عرضه می‌شود که سیستم کنترلی مبتنی بر شبکه Ethenet و سیستم عامل Windows XP می‌باشد.

### ۳-۳-۳-۳- ساختار و معماری

در سیستم مبتنی بر Delta V باس اصلی سیستم Ethenet می‌باشد. کنترلر های Delta V در مدل‌های MD موجود است. تفاوت اصلی این دو کنترلر در مقدار حافظه است. کنترلرهای سری MD نسل بعدی کنترلرهای سری M5 محسوب می‌شوند که پروسسور آن‌ها ۴ برابر سریع‌تر و سرعت شبکه آن‌ها به جای ۱۰ Mbps، ده برابر بیشتر یعنی ۱۰۰Mbps است. Bus اصلی این سیستم Ethernet می‌باشد. کارت‌های I/O در ظرفیت‌های ۸ کاناله طراحی شده‌اند. ظرفیت نرم‌افزار مانیتورینگ سیستم Delta V حداکثر ۳۰۰۰۰ Device Tag Signal می‌باشد. از مهم‌ترین قابلیت‌های این سیستم، پشتیبانی از پروتکل Foundation Fieldbus است و در این زمینه نرم‌افزاری به نام Asset Management وظیفه مدیریت Instrument های متصل به سیستم را به عهده دارد. Delta V رکن اصلی سیستم جامع کنترل پیشنهادی شرکت Emerson به شمار می‌رود و این سیستم جامع که PlantWeb نام دارد، راه‌حلی برای اتوماسیون کامل Plant از سطح فیلد تا سطوح بالای مدیریت تولید و برنامه‌ریزی را ارائه می‌دهد.

### ۳-۳-۳-۳- سیستم I/A Series از شرکت FOXBORO

- نام تجاری سیستم DCS: I/A Series
- شرکت سازنده: FOXBORO از گروه Invensys

### ۳-۳-۳-۱- تاریخچه

شرکت FOXBORO در سال ۱۹۰۸ تأسیس شد و از همان ابتدا به شهرتی جهانی در زمینه ساخت تجهیزات اندازه‌گیری و کنترل فرآیند دست یافت. در سال ۱۹۹۰ گروه تجاری Siebe مرکب از چند شرکت انگلیسی، FOXBORO را خریدند این گروه هم‌اکنون Invensys نام دارد و شامل شرکت‌های معروفی چون Triconex, Wonderware و Eurotherm می‌باشد.

### ۳-۳-۲- سیستم‌های ارائه شده

DCS فعلی این شرکت، سیستم I/O 50 Series و I/A70 Series است که مبتنی بر شبکه Ethernet است و هر دو سیستم عامل Windows و UNIX را پشتیبانی می‌کند. مدل‌های قدیم‌تر Series I/A20 (مبتنی بر تکنولوژی ۲۸۶) و Series I/A۳۰ (مبتنی بر تکنولوژی ۳۸۶) به ترتیب در اواخر دهه هشتاد و اوایل دهه نود میلادی به بازار آمدند. تفاوت اصلی آن‌ها در نوع پرسورشان بود. FOXBORO همچنین سیستم دیگری به نام A2 دارد که یک DCS کوچک در مقیاس PLC است.

### ۳-۳-۳- ساختار و معماری

در سیستم DCS مبتنی بر Series I/A، ساختار کنترلر این DCS از طریق نوعی BUS سریال به کارت‌های I/O به نام SBM یا (Field Bus Module) متصل می‌شود. سرعت این bus، ۲Mbps می‌باشد. Bus اصلی موجود در سیستم Series I/A از نوع High Speed Ethernet می‌باشد که سرعت آن ۱۰۰Mbps است. این شبکه Mesh Control Network نام دارد و Redundant است.

سیستم مانیتورینگ شامل دو نرم‌افزار زیر است:

- Fox Dram: برای طراحی صفحات گرافیکی و پیاده‌سازی Alarm و Event
- Fox View: این نرم‌افزار حالت run-time را به اپراتور نشان می‌دهد.

این نرم‌افزارها قابل استفاده در محیط UNIX روی ماشین‌های Solaris و نیز تحت سیستم عامل Windows روی کامپیوترهای معمولی هستند. نرم‌افزار قبلی سیستم DM J/A (Manager Display) نام داشت.

محیط طراحی و پیاده‌سازی منطق کنترل در سیستم I/A، نرم‌افزاری به نام IACC یا Series Configuration I/A Component می‌باشد تمامی کنترلرها قابلیت نصب روی DIN Rail را دارند و بنابراین به راحتی می‌توانند در Field نیز نصب شوند.

### ۳-۳-۴- معرفی سیستم PKS Experion از شرکت HONEYWELL

- نام تجاری سیستم DCS: (Process Knowledge System)

• شرکت سازنده: Honeywell

### ۳-۳-۴-۱- تاریخچه

شرکت آمریکایی Honeywell به سال ۱۹۰۴ در ایالت ایندیانا آمریکا تأسیس شد و در آغاز در زمینه سیستم‌های گرمایشی فعالیت می‌نمود. Honeywell جزو اولین سازندگان سیستم DCS محسوب می‌شود.

### ۳-۳-۴-۲- سیستم‌های ارائه شده

اولین سیستم DCS ساخت Honeywell، TDC2000 نام داشت که بعدها با مدل TDC3000 که هنوز هم در بسیاری صنایع استفاده می‌شود جایگزین شد. مدل‌های بعدی TPS (Total Scaps, Total Solution) نام داشت و در حال حاضر آخرین DCS ساخت این شرکت Experion PKS نام دارد که مبتنی بر نوع بهبودیافته Ethernet به نام FTE (Fault Tolerant Edernet) است و سیستم عامل آن Windows XP می‌باشد.

### ۳-۳-۴-۳- ساختار و معماری

در سیستم DCS مبتنی بر Experion، کنترلرهای C200 از طریق FTE یا OS ها و Server ها در ارتباط هستند ظرفیت سیستم ۲۰۰ عدد FTE Node است که ۹۹ تای آن‌ها می‌توانند کنترلر C200 باشند. باس اصلی FTE یا Fault-tolerant Ethernet نام دارد. FTE نوع بهبودیافته Ethernet است و تکنولوژی آن نیز در انحصار شرکت Honeywell می‌باشد.

ویژگی‌های Fault-tolerant Ethernet:

- دارای عملکرد ۱۰ برابر بیشتر از Ethernet معمولی
- Deterministic است (پیش‌بینی پذیر)
- Fault-tolerant (تحمل پذیر به خطا)
- به سخت‌افزار مخصوصی نیاز ندارد و به Ethernet معمولی نیز قابل اتصال است.
- سیستم مانیتورینگ آن HMI Web نام دارد و مبتنی بر HTML می‌باشد.



این سیستم می‌تواند به عنوان DCS, PLC و SCADA استفاده شده و از پروتکل‌های Device-Net, Foundation Fieldbus, Profibus, Modbus و HART پشتیبانی می‌کند.

### ۳-۳-۵- سیستم PCS7 ساخت شرکت SIEMENS

- نام تجاری DCS: (Process Control System7)
- شرکت سازنده: SIEMENS A&D

### ۳-۳-۵-۱- تاریخچه

زیمنس در سال 1847 به عنوان ارائه‌دهنده خدمات تلگراف در آلمان تأسیس شد و در سال‌های بعد به فعالیت در زمینه برق و کنترل پرداخت. اولین سیستم کنترل مدولار زیمنس به نام SIMATIC در سال ۱۹۵۹ عرضه شد. زیمنس هم‌اکنون بزرگ‌ترین شرکت تولیدکننده تجهیزات SIMATIC برق و کنترل در اروپا به شمار می‌رود و دارای دپارتمان‌های متعدد در زمینه‌های مختلف است. PCS7 از تولید دپارتمان A&D (Automation & Drive) زیمنس محسوب می‌شود.

### ۳-۳-۵-۲- سیستم‌های ارائه شده

آخرین Version سیستم PCS7 نسخه ۶,۰ می‌باشد که مبتنی بر تکنولوژی Ethernet و سیستم عامل Windows XP می‌باشد. مدل‌های قبلی روی سیستم عامل‌های Windows ۲۰۰۰ (Version 5) ، Windows NT4 (Version 4) کار می‌کردند.

### ۳-۳-۵-۳- ساختار و معماری

سیستم DCS مبتنی بر PCS7 بر مبنای مفهوم Client / Server کار می‌کند Bus اصلی آن Ethernet و I/O Bus ها از نوع Profibus هستند. سخت‌افزار PCS7 مبتنی بر Hardware سری S7-400 SIMATIC می‌باشد و برای کارت‌های I/O آن نیز از هر دو سری S7-300 و S7-400 استفاده می‌شود. برای مانیتورینگ نیز نرم‌افزار چندمنظوره WinCC (که برای PLC های سری S7 نیز استفاده می‌شود) به کار می‌رود. ظرفیت ایجاد TAG در سیستم مانیتورینگ تا ۲۵۶۰۰۰ عدد می‌باشد. برای اتصال کنترلر مرکزی به I/O Rack ها از شبکه Profibus-DP استفاده می‌شود.

PCSV در مدل‌های Dual Redundant و Fail-Safe عرضه می‌شود و در نتیجه می‌تواند برای نیاز مختلف به سادگی استفاده شود و از لحاظ قیمت بسیار قابل رقابت باشد. PCS7 بخشی از مدل جامع اتوماسیون Plant ارائه شده توسط شرکت زیمنس به نام TIA (Totally Integrated Automation) محسوب می‌شود.

### ۳-۳-۶- سیستم Teleperm XP از شرکت SIEMENS

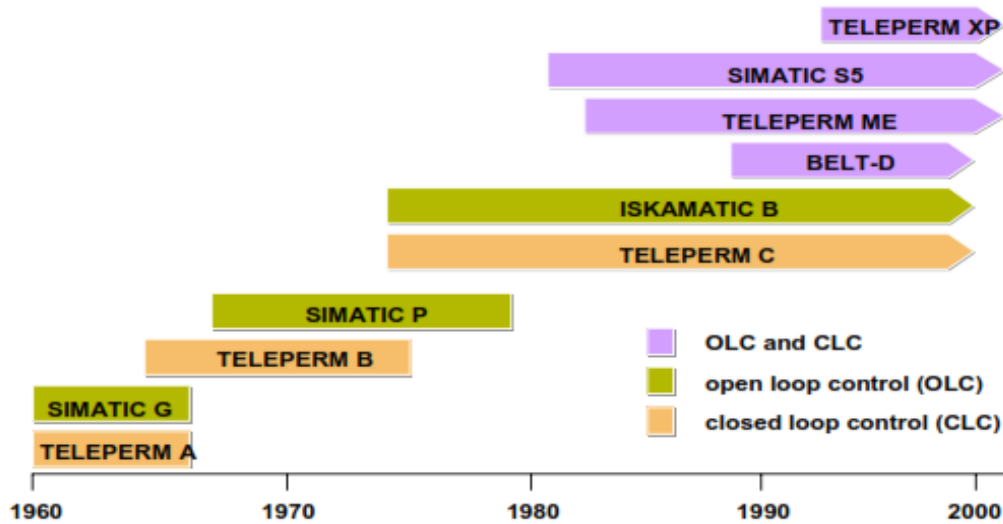
- نام تجاری سیستم DCS Teleperm XP (TXP)
- شرکت سازنده: SIEMENS PG

### ۳-۳-۶-۱- تاریخچه

دپارتمان PG زیمنس که نام قبلی آن KWU (KraftWerk Union) نام داشت در سال ۱۹۶۹ از ترکیب شرکت AEG و بخشی از Siemens تشکیل شد. Siemens PG در زمینه تولید برق و تجهیزات نیروگاهی اعم از توربین و ژنراتور فعالیت می‌کند و در این ارتباط با شرکت‌هایی نظیر FRAMATOME ANP تولید برق اتمی (Nuclear Power Plant) و VOITH (Hydro Power Plant) برای تولید برق آبی همکاری دارد.

### ۳-۳-۶-۲- سیستم‌های ارائه شده

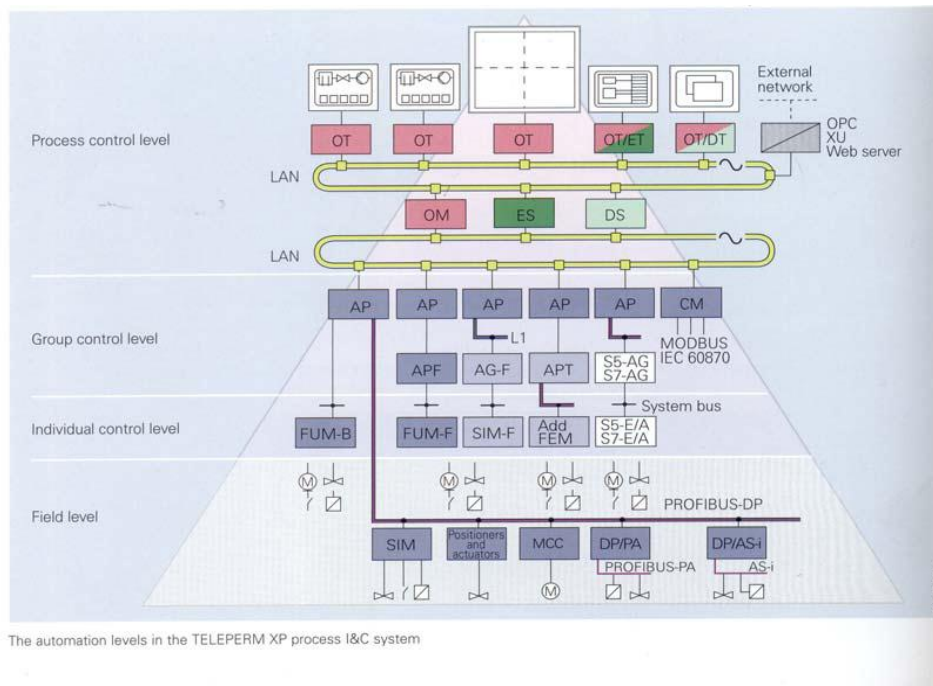
DCS فعلی این شرکت سیستم Teleperm XP است که مبتنی بر مدل Industrial Ethernet و سیستم عامل UNIX می‌باشند که جایگزین مدل قبلی Teleperm M شد. این سیستم‌ها عمدتاً برای اتوماسیون نیروگاهی (اعم از نیروگاه‌های اتمی، گازی، بخار و سیکل ترکیبی) طراحی و استفاده شده‌اند. شکل زیر روند تاریخی سیستم‌های کنترل پروسس زیمنس تا سال ۲۰۰۰ را نشان می‌دهد. آخرین ورژن سیستم ارائه شده این شرکت ورژن SPPA2000 و SPPA3000 می‌باشد که مجهز به سیمولاتوری قوی نیز می‌باشد.



شکل ۳-۳ روند پیشرفت محصولات شرکت SIEMENS

### ۳-۳-۳-۳-۳ ساختار و معماری

شکل ۳-۴ معماری یک سیستم DCS مبتنی بر Teleperm XP را نشان می‌دهد.



The automation levels in the TELEPERM XP process I&C system

شکل ۳-۴: معماری یک سیستم DCS مبتنی بر Teleperm XP

OT: Operating Terminal

ET: Engineering Terminal

OM: Operation & Monitoring

ES: Engineering Station

DS: Diagnostic Station

AP: Automation Processor

AP یا به عبارت دیگر سخت‌افزار کنترلر این DCS مبتنی بر PLC های سری S5-155 زیمنس می‌باشد که از طریق نوعی Bus سریال به کارت‌های I/O به نام FUM یا (Function Module) متصل می‌شود. همچنین می‌توان با استفاده از Profibus-DP کارت‌های I/O از نوع S7-300 را نیز به AP ها متصل کرد. معمولاً در کنار سیستم TXP سیستمی به نام SYMADINE برای کنترل توربین بخار و سیستم ESD از نوع SY-F (که جایگزین مدل قبلی S5-F شده است) استفاده می‌شود.

سیستم TXP دارای سه تیپ کنترلر به شرح زیر می‌باشد.

- AS 620B یا Basic Automation System کنترلر عمومی محسوب می‌شود.
- 620F AS یا Fail-safe Automation System برای پروسه های نیروگاهی حساس و پرخطر نظیر بویلر استفاده می‌شود.
- AS620 T یا Turbine Automation System برای کنترل توربین بخار به کار می‌رود.

BUS موجود در سیستم از نوع Industrial Ethernet می‌باشد که با تکنولوژی انحصاری زیمنس به نام SIMATIC NET کار می‌کند. تمامی station ها با کارت‌هایی به نام CP (Communication Processor) به bus وصل می‌شوند.

- بخش OM یا Operation & Monitoring شامل دو station به نام‌های SU و PU می‌باشد که عملکرد آن‌ها به شرح زیر است.

- SU یا Server Unit وظیفه ذخیره‌سازی (Logging) داده‌ها و اطلاعات پروسسی را به عهده دارد.

- PU یا Process Unit عمل بروز کردن صفحات گرافیکی را انجام می‌دهد. در حقیقت مجموعه OM شامل SU و PU و به نوعی server برای OTها محسوب می‌شوند.

برای طراحی صفحات گرافیکی از نرم‌افزاری تحت UNIX به نام Dynavis استفاده می‌شود.

محیط طراحی و پیاده‌سازی منطق کنترل در سیستم TXP، نرم‌افزاری تحت UNIX به نام FUP Editor نام دارد.

در سیستم TXP از مدلی به نام KKS برای شناسایی ادوات و تجهیزات موجود در نیروگاه استفاده می‌شود و به تمامی عناصر موجود در سیستم اتوماسیون از جمله برنامه‌های کنترلی نیز یک KKS جداگانه اختصاص داده می‌شود. کدگذاری بر اساس محل نصب، نوع پروسه، شماره و نوع کاربرد صورت می‌گیرد.

### ۳-۳-۷- سیستم YOKOGAWA R3 CENTUM3000 از شرکت YOKOGAWA

- نام تجاری سیستم CENTUM: DCS

- شرکت سازنده: YOKOGAWA

### ۳-۳-۷-۱- تاریخچه

این شرکت ژاپنی سازنده اولین DCS ها در دنیاست که در سال ۱۹۷۵ به بازار عرضه شد. YOKOGAWA مانند اکثر شرکت‌های ژاپنی در سال‌های دهه پنجاه و شصت میلادی به نسخه‌برداری و کپی کردن سیستم‌های آمریکایی می‌پرداخت و اکثراً تجهیزات ابزار دقیق شرکت FOXBORO را تولید می‌کرد که بعضاً حتی با همان نام آمریکایی به بازار عرضه می‌شدند.

### ۳-۳-۷-۲- سیستم‌های ارائه شده

آخرین مدل سیستم DCS ساخت YOKOGAWA، CENTUM CS R3,06 می‌باشد که از سیستم‌عامل Windows XP استفاده می‌کند. مدل‌های قبلی DCS ساخت YOKOGAWA با نام‌های CENTUM-V, Micro، CENTUM-CS و XL ارائه شده‌اند.

### ۳-۳-۷-۳- مشخصات فنی سیستم

Rack افقی کنترلرها در این سیستم (Field Controller Station) FCS نامیده می‌شوند که به سه مدل Compact, Standard و Enhanced تقسیم می‌شوند. تفاوت دو مدل Standard و Enhanced در سایر حافظه کارت کنترلر (FCU) می‌باشد (در مدل استاندارد ۱۶MB، در مدل Enhanced ۳۲MB)

سخت‌افزار کارت‌های DCS سری CENTUM ظرف چند سال گذشته کاملاً تغییر کرده و هم‌اکنون در دو مدل RIO و FIO عرضه می‌شود که البته مدل قدیمی‌تر RIO به تدریج در حال جایگزین شدن با مدل جدیدتر FIO می‌باشد. پروتکل شبکه ارتباطی استفاده‌شده در Plant bus سیستم CENTUM، Vnet/IP نام دارد که تکنولوژی آن منحصر به خود YOKOGAWA است و در آن استاندارد IEEE 802.2 (استاندارد شبکه Ethernet) دیگری به کاررفته است. سرعت این Bus 1Gbps می‌باشد. پروتکل دیگری که در مدل‌های قبلی CENTUM استفاده می‌شود Vnet نام داشت که با استاندارد Token Passing کار می‌کرد و سرعت آن ۱۰ Mbps بود. در Vnet /IP از تجهیزات استاندارد شبکه‌های Ethernet استفاده می‌شود و نیاز به سخت‌افزار گران‌قیمت ساخت سازنده ندارد. برای اتصال Rack های I/O به FCS در سیستم CENTUM از دو روش استفاده می‌شود:

روش ESB برای Rack های محلی (Local Nodes) که مشخصات آن به شرح زیر است:

- ماکزیمم تعداد Node قابل اتصال ۳ عدد (۱۰ عدد در صورت ارتقاء نرم‌افزار) است.
- پشتیبانی Redundancy دارد
- سرعت انتقال اطلاعات ۱۲۸ mbps است.
- کابل ارتباطی آن نوع مخصوص ساخت خود YOKOGAWA است.
- حداکثر بعد مسافت ۱۰ متر: (FCS و Rack ها در یک پانل نصب شوند)

روش ER برای Remote I/O (Remote Node) با مشخصات زیر است:

- ماکزیمم تعداد Node قابل اتصال ۳ عدد (۱۴ عدد در صورت ارتقاء نرم‌افزار)
- پشتیبانی Redundancy: دارد
- سرعت انتقال اطلاعات: ۱۰ mbps

- کابل ارتباطی آن کابل کو اکس است.

- حداکثر بعد مسافت: ۱۸۵ متر هر Segment و ۲ کیلومتر در مجموع

در این DCS نام HIS (Human Interface Station) به HMI اطلاق می‌شود. HIS می‌تواند یک کامپیوتر معمولی باشد و نوع صنعتی آن توسط خود YOKOGAWA ساخته می‌شود و دارای صفحه کلید مخصوص است.

همان‌طور که در معماری سیستم مشاهده می‌شود، در این DCS چیزی به عنوان Server وجود ندارد و تمام HIS ها برای انتقال و دریافت اطلاعات مستقیماً با Plant Bus در ارتباط هستند. برای کاهش ترافیک Bus اصلی یک شبکه کمکی از نوع Ethernet معمولی نیز بین HIS ها برقرار می‌شود تا برای ردوبدل شدن اطلاعاتی که مستقیماً از FCS ها نمی‌آید، از آن استفاده شود

از مهم‌ترین قابلیت‌های این سیستم، پشتیبانی از پروتکل Foundation Fieldbus است و در این زمینه نرم‌افزاری به نام Plant Resource Manager وظیفه مدیریت Instrument های متصل به سیستم را به عهده دارد.

### ۳-۴- تحلیل روند پیشرفت فناوری

در طی چندین سال گذشته از نظر عملکردی سیستم‌های کنترل نیروگاه‌ها تغییر چندانی نداشته است و به عنوان مثال، حلقه‌های کنترل سطح آب درام و سوخت و هوا و یا درجه حرارت بخار سوپرهیتر و ... نیروگاه‌های بخاری بعثت ساخت شرکت CE در سال ۱۹۷۰ و نیروگاه سیکل ترکیبی دماوند ساخت شرکت زیمنس در سال ۲۰۰۵ با یکدیگر بسیار مشابه می‌باشند. در بخش عملکردی سیستم‌های کنترل نیروگاهی باید به موارد زیر پرداخته شود.

- آشنایی کامل به فرآیند عملکردی نیروگاه به طور کامل و به صورت جزئی که در طراحی سیستم کنترل نیروگاه بسیار مهم و اساسی می‌باشد و می‌توان گفت گام اصلی در طراحی سیستم کنترل نیروگاه است که در آن ارتباط کلیه اجزاء نیروگاه از نظر کمی و کیفی آمده است و در تهیه سیمولاتور سیستم کنترل نیروگاه که یکی از الزامات طراحی سیستم کنترل نیروگاه قبل از اعمال سیستم طراحی شده به نیروگاه واقعی می‌باشد بکار می‌آید. لازمه این امر داشتن دانش فنی در

زمینه طراحی سیکل آب و بخار نیروگاه، دانش فنی در زمینه طراحی تجهیزات مکانیکی و الکتریکی، مباحث شیمی و خوردگی و ... می‌باشد.

- آشنایی با نحوه طراحی سیستم‌های کنترل در قالب لاجیک‌نویسی و ساختارهای کنترلی Feedback، Cascade، Feedforward و Fuzzy control و ...

- طراحی سیستم‌های حفاظت و آشنایی با مباحث قابلیت اطمینان و قابلیت دسترسی در سیستم‌های کنترل صنعتی
- روش‌های مختلف اندازه‌گیری کمیت‌های غیر الکتریکی از قبیل دبی، فشار، سطح، دما، سرعت، ارتعاشات و ... و کمیت‌های الکتریکی از قبیل ولتاژ، جریان، فرکانس و ... با در نظر گرفتن الزامات نیروگاهی از قبیل خطا، قابلیت تکرار و ...
- نحوه بکارگیری و طراحی انواع محرک‌ها از قبیل طراحی سیستم‌های پنوماتیکی، هیدرولیکی و الکتریکی و عناصر نهایی کنترل از قبیل انواع شیرهای کنترل از قبیل شیرهای پروانه‌ای، شیرهای دروازه‌ای، شیرهای تویی و ...

هرچند در طی چند سال گذشته از نظر عملکردی سیستم‌های کنترل نیروگاه‌ها تغییر چندانی نداشته ولی از نظر تکنولوژی اجرا دارای تحول شگرفی بوده به قسمی که در سال‌های ۱۹۵۰ به صورت پنوماتیکی اجرا می‌شده‌اند که می‌توان به سیستم کنترل نیروگاه بعثت اشاره کرد. در سال‌های ۱۹۶۰ سیستم‌های کنترل نیروگاه‌ها به صورت الکترونیک آنالوگ و سیستم‌های نظارتی پیاده شده‌اند که از آن جمله می‌توان به سیستم کنترل نیروگاه‌های نکا، توس و شهید رجایی و همدان و ... اشاره کرد. تکنولوژی تحقق سیستم‌های کنترل نیروگاه‌های به صورت (DCS) و صنعتی برای اولین بار در سطح جهانی در سال‌های ۱۹۸۰ شروع شد و در کشور ایران اولین نیروگاهی که سیستم کنترل آن به صورت DCS بوده است نیروگاه سیکل ترکیبی گیلان است که از نوع Teleperm ME شرکت زیمنس آلمان و متعاقب آن Protocol P شرکت ABB بوده است که در نیروگاه سیکل ترکیبی قم اجرا شده است.

پس از آن تقریباً در تمامی نیروگاه‌های کشور اعم از بخاری (نیروگاه‌های سازند اراک و سهند) و نیروگاه‌های سیکل ترکیبی (منتظر قائم، نکا، یزد و ...) Teleperm XP شرکت زیمنس بکار گرفته شده است. البته در واحدهای گازی که اخیراً راه‌اندازی شده‌اند نوع جدید این سیستم تحت عنوان SPPA 2000 استفاده شده است.

طراحی سیستم کنترل نیروگاه در بخش عملکردی خاص این صنعت بوده ولی در بخش تکنولوژی اجرا کاملاً با سیستم کنترل سایر صنایع کشور از جمله پالایشگاه‌های نفت و گاز، صنایع پتروشیمی، صنایع سیمان و نیشکر و سایر صنایع مشترک



می‌باشد. این امر به قسمی است که در شرکت SIEMENS آلمان که یکی از شرکت‌هایی است که در سیستم کنترل نیروگاه پیشرو بوده و در کشور ایران اکثر قریب به اتفاق سیستم‌های کنترل نیروگاهی Teleperm XP متعلق به این شرکت می‌باشد، سیستم کنترل صنایع نیروگاهی در دپارتمان Power Generation و سیستم کنترل سایر صنایع در دپارتمان Automation and Drive توسعه داده می‌شود و در هر دو دسته سیستم‌های کنترل از یک سخت‌افزار و نرم‌افزار مشترک استفاده می‌شود (البته به‌استثنای سیستم کنترل توربین بخار نیروگاهی که به علت ضرورت داشتن سرعت بالای سیستم کنترل، سخت‌افزار و نرم‌افزار خاص توسعه داده شده است).

از سوی دیگر اعم فعالیت‌های تحقیق و توسعه بر روی بخش نرم‌افزاری سیستم‌های کنترل نیروگاه صورت می‌گیرد و به نحوی که در دهه‌های گذشته تنها دو نسل از سخت‌افزار سیستم‌های کنترلی زیرمنس تحت عناوین S7 و S5 تولید گردیده است در صورتی که در نقطه مقابل در همین بازه زمانی ۴ نسل از نرم‌افزار سیستم‌های کنترلی رونمایی شده است. نسل‌های متوالی نرم‌افزارهای سیستم‌های کنترلی از جوانب مختلف مانند رابط کاربری، ساختار بلادرنگ<sup>۱</sup>، دیتابیس، ماژول‌ها و کتابخانه‌های کارا، امنیت و توان مقابله با نفوذپذیری ارتقاء پیدا نموده‌اند. در این راستا با توجه به افق روشن و درآمد درخور توجه، به دلیل وجود تقاضا برای سیستم‌های با عملکرد بالا و امنیت تضمین شده، سرمایه‌گذاری‌های کلانی توسط شرکت‌های مربوطه در حوزه تحقیق و توسعه این نرم‌افزارها صورت می‌گیرد.

در چند سال اخیر تغییرات چشم‌گیری در مورد کلیت سیستم‌های کنترل نیروگاهی رخ نداده و در ۵ سال آینده هم شاهد تغییرات بنیادی در این زمینه نخواهیم بود. با این وجود تغییرات سیستم کنترل نسبت به سایر اجزای نیروگاه بسیار زیادی با عمر بیش از ۲۰ سال به طور قابل توجهی نسبت به سیستم‌های کنونی کارایی کمتری دارند در حالی که سیستم مکانیکی آن‌ها قابل استفاده می‌باشد. از جمله تحقیقات و فعالیت‌های انجام گرفته در سال‌های اخیر می‌توان به ظهور کنترل پیش‌بین بر پایه مدل<sup>۲</sup> و کاربرد روش‌های هوش مصنوعی<sup>۳</sup> در فرایندهای صنعتی اشاره کرد [۵].

1 Real Time

2 MPC

3 Artificial Intelligence (AI)

## فصل ۴ - نتیجه گیری

## نتیجه گیری:

طراحی و پیاده‌سازی سیستم کنترل به دو بخش اصلی طراحی عملکردی و فناوری‌های پیاده‌سازی تقسیم می‌گردد.

طراحی عملکرد سیستم کنترل با توجه به نوع تجهیزات و الزامات فرآیندی انجام می‌گیرد. برای پیاده‌سازی سیستم کنترل نیاز به سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای کنترلی می‌باشد که در صنایع فرآیندی از جمله صنعت نیروگاهی با نام سیستم کنترل گسترده یا DCS شناخته می‌شوند. اجزای اصلی DCS مستقل از نوع فرآیندی که کنترل می‌گردد یکسان می‌باشد و شامل کارت‌های مختلف سخت‌افزاری، کامپیوترهای اتاق فرمان، نرم‌افزار کنترلی و نرم‌افزار رابط کاربر می‌باشد. فناوری مربوط به سخت‌افزار و نرم‌افزار DCS در سال‌های اخیر متحول شده با این وجود اصول طراحی و ساخت سیستم کنترل یا DCS تغییر عمده‌ای نکرده و تغییرات بیشتر در جهت قابل استفاده‌تر شدن و افزایش امکانات و سرعت بوده است.

تغییرات در منطق کنترلی یا طراحی عملکردی نیز بسیار کمتر بوده است به طور مثال منطق کنترلی سطح آب درام بویلر در طی ۲۰ سال اخیر تغییر خاصی ننموده است. با این حال سیستم کنترل در نیروگاه‌های به خصوص در بخش فناوری‌های پیاده‌سازی با سرعت بسیار بیشتری نسبت سایر اجزای مکانیکی نیروگاه متحول شده. به طوریکه نیروگاه‌های بخار قدیمی یا توربین‌های گازی قدیمی که از نظر مکانیکی قابل بهره‌برداری می‌باشند به دلیل عدم وجود سیستم کنترل مناسب با مشکلات عدیده‌ای مواجه هستند.

این موضوع در نیروگاه‌های سیکل ترکیبی جدید نیز تا حدود زیادی صدق می‌کند، زیرا سیستم کنترل مورد استفاده در این نیروگاه‌ها از نسل قدیم سیستم کنترل شرکت زیمنس با نام SPPA2000 می‌باشد و مشکلات امنیتی و بهره‌برداری عدیده‌ای دارد.

با توجه به این مسائل و دلایل توجیهی ارائه شده در گزارش الزام بومی‌سازی طراحی عملکرد و بخش‌های حساس پیاده‌سازی سیستم کنترل نیروگاه‌ها، الزامی است.

با توجه به ساختار صنعت و دانشگاه و فعالیت‌های انجام شده در مراکز تحقیقاتی از جمله پژوهشگاه نیرو و وجود شرکت‌های مختلف فعال در بخش‌های تأمین قطعات، نصب و پیاده‌سازی، که در بخش زنجیره ارزش نیز بررسی شده ملاحظه می‌شود

که در بخش طراحی سیستم کنترل و به خصوص طراحی عملکردی ضعف شدیدی وجود دارد و توجه به این موضوع می‌تواند کمک شایانی به شکوفایی صنعت کشور بنماید.

## فصل ۵- مراجع

## مراجع:

- 
- [1] [www.transparencymarketresearch.com](http://www.transparencymarketresearch.com)
  - [2] [www.frost.com](http://www.frost.com)
  - [3] [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
  - [4] [www.scholar.google.com](http://www.scholar.google.com)
  - [5] Sirkka-Liisa Ja'msa"-Jounela. "*Future trends in process automation*" Annual Reviews in Control 31 (2007) 211–220

## فهرست مطالب

فصل ۱- چشم‌انداز و اهداف کلان .....	۱
۱-۱- مقدمه .....	۱
۲-۱- مفاهیم و روش‌های تدوین چشم‌انداز .....	۱
۳-۱- روش تدوین اهداف کلان .....	۷
۴-۱- فرآیند تدوین بیانیه چشم‌انداز فناوری سیستم کنترل نیروگاهی .....	۱۲
۵-۱- تحلیل نظرات خبرگان در ارتباط با ابعاد بیانیه چشم‌انداز .....	۱۵
۶-۱- فرآیند تدوین اهداف کلان توسعه فناوری سیستم‌های کنترل نیروگاهی .....	۲۰
۷-۱- تحلیل نظرات خبرگان در ارتباط با ابعاد اهداف کلان .....	۲۱
۸-۱- جمع بندی .....	۲۳
فصل ۲- راهبرد توسعه فناوری .....	۲۴
۱-۲- مقدمه .....	۲۴
۲-۲- مرور ادبیات راهبرد توسعه فناوری .....	۲۴
۱-۲-۲- مفاهیم و روش اولویت‌بندی فناوری .....	۲۴
۲-۲-۲- مفاهیم اکتساب فناوری .....	۲۹
۳-۲- راهبرد توسعه فناوری سیستم کنترل نیروگاهی .....	۳۱
۱-۳-۲- مقدمه .....	۳۱
۲-۳-۲- تبیین مکانیزم اولویت‌بندی توسعه فناوری سیستم‌های کنترل نیروگاهی .....	۳۲
۳-۳-۲- اولویت‌بندی توسعه فناوری سیستم‌های کنترل نیروگاهی .....	۳۴
۴-۲- سبک اکتساب فناوری سیستم کنترل نیروگاهی .....	۴۰
۱-۴-۲- مقدمه .....	۴۰
۲-۴-۲- سبک اکتساب فناوری حوزه عملکردی .....	۴۱

- ۴۴.....۲-۴-۳- سبک اکتساب فناوری حوزه تست (سیمولاتور)
- ۴۶.....۲-۵- جمع بندی
- ۴۷.....۳- نتیجه گیری
- ۴۹..... پیوست - پرسشنامه چشم‌انداز و اهداف کلان
- ۵۵..... پیوست - پرسشنامه اولویت‌بندی حوزه‌های تحقیقاتی سیستم کنترل نیروگاهی
- ۶۱..... مراجع



## فهرست شکلها

- شکل ۱-۱- فرآیند تدوین چشم‌انداز..... ۴
- شکل ۲-۱- ویژگی‌های اهداف کلان..... ۱۰
- شکل ۳-۱- روش تدوین اهداف کلان..... ۱۲
- شکل ۴-۱- فرآیند کلی تدوین بیانیه چشم‌انداز توسعه فناوری سیستم کنترل..... ۱۲
- شکل ۵-۱- نظر خبرگان پیرامون حوزه کاربرد فناوری..... ۱۶
- شکل ۶-۱- نظر خبرگان پیرامون جایگاه کشور در فناوری سیستم کنترل نیروگاهی..... ۱۷
- شکل ۷-۱- نظر خبرگان پیرامون نتایج کلی سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، و زیستمحیطی حاصل از توسعه فناوری های سیستم کنترل..... ۱۸
- شکل ۸-۱- نظر خبرگان پیرامون سطح توانمندی فناورانه در فناوریهای سیستم کنترل نیروگاهی..... ۱۸
- شکل ۹-۱- نظر خبرگان پیرامون شاخص‌های اهداف کلان سیستم کنترل نیروگاهی..... ۲۱
- شکل ۱-۲- ارزیابی ماتریس جذابیت(مطلوبیت) و توانمندی (امکان‌پذیری)..... ۲۵
- شکل ۲-۲- ماتریس جذابیت- توانمندی (امکان‌پذیری)..... ۲۷
- شکل ۳-۲- تقسیم‌بندی ماتریس جذابیت-توانمندی..... ۲۸
- شکل ۴-۲- خلاصه درخت فناوری سیستم کنترل نیروگاهی..... ۳۲
- شکل ۵-۲- تقسیم‌بندی ماتریس جذابیت-توانمندی..... ۳۳
- شکل ۶-۲- مکانیزم اولویت‌بندی توسعه فناوری سیستم کنترل نیروگاهی..... ۳۴
- شکل ۷-۲- معیارهای منتخب سنجش جذابیت..... ۳۶
- شکل ۸-۲- نظر خبرگان پیرامون اهمیت معیارهای جذابیت فناوری سیستم کنترل نیروگاهی..... ۳۶
- شکل ۹-۲- میزان جذابیت فناوری عملکردی بر اساس معیارهای منتخب..... ۳۷
- شکل ۱۰-۲- میزان جذابیت فناوری اجرا و پیاده‌سازی بر اساس معیارهای منتخب..... ۳۸
- شکل ۱۱-۲- میزان جذابیت فناوری‌های تست بر اساس معیارهای منتخب..... ۳۸

- شکل ۲-۱۲- نتایج اولویت‌بندی گزینه‌ها ..... ۳۹
- شکل ۲-۱۳- فرآیند تعیین سبک اکتساب فناوری حوزه عملکردی بر اساس متدولوژی ..... ۴۲
- شکل ۲-۱۴- فرآیند تعیین سبک اکتساب فناوری حوزه تست (سیمولاتور) بر اساس متدولوژی ..... ۴۵

## فهرست جداول

۵

- جدول ۱-۱- جمع‌بندی ابعاد و گزینه‌های پیشنهادی در تدوین بیانیه چشم‌انداز سیستم کنترل نیروگاهی ..... ۱۴
- جدول ۲-۱- نام و مسئولیت افراد پاسخ‌دهنده به پرسشنامه ..... ۱۶
- جدول ۱-۲- معیارهای اولیه سنجش جذابیت فناوری‌های سیستم کنترل ..... ۳۵
- جدول ۲-۲- نام و مسئولیت افراد پاسخ‌دهنده به پرسشنامه اولویت‌بندی ..... ۳۷
- جدول ۳-۲- ارزیابی وضعیت فناوری حوزه عملکردی از حیث معیارهای اکتساب فناوری ..... ۴۲
- جدول ۴-۲- ارزیابی وضعیت فناوری حوزه تست (سیمولاتور) از حیث معیارهای اکتساب فناوری ..... ۴۴

## فصل ۱ - چشم‌انداز و اهداف کلان

### ۱-۱ - مقدمه

در این فصل، پس از بیان مفاهیم و روش تدوین چشم‌انداز و اهداف کلان، فرآیند تدوین بیانیه چشم‌انداز و اهداف کلان در سند راهبردی توسعه فناوری سیستم‌های کنترل نیروگاهی به عنوان بخش ابتدایی فاز تدوین ارکان جهت‌ساز تشریح خواهند شد. در این راستا ابعاد شکل دهنده به چشم‌انداز و اهداف کلان معرفی شده و سپس گزینه‌های قابل ذکر برای هر یک از ابعاد، مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته و سرانجام با استفاده از نظرات خبرگان، ابعاد مورد نظر تعیین وضعیت می‌شوند. با مشخص شدن وضعیت هر یک از ابعاد سازنده بیانیه چشم‌انداز و اهداف کلان، مفاد مربوط به هر یک از آن‌ها قابل ارائه خواهند بود و به این ترتیب بیانیه چشم‌انداز و عناوین اهداف کلان به همراه تفسیر آن‌ها در این فصل مورد اشاره قرار خواهند گرفت.

### ۱-۲ - مفاهیم و روش‌های تدوین چشم‌انداز

چشم‌انداز عبارتست از تصویر مطلوب (شفاف، واقعی، جذاب و قابل قبول) و آرمان قابل دستیابی در حوزه فناوری که در یک افق زمانی بلندمدت و متناسب با مبانی ارزشی جامعه تعیین می‌گردد. به عبارت دیگر چشم‌انداز، بیان صریح سرنوشتی است که فناوری به سوی آن حرکت می‌کند و تصویر آینده‌ای است که کشور در جستجوی خلق آن است.

چشم‌انداز تصویری از وضعیت یک کشور است، زمانی که به اهداف و راهبردهای خود در یک بازه‌ی زمانی دست یافته باشد. این چشم‌انداز در قالب یک بیانیه به نحوی تنظیم می‌شود که چالش‌های راهبردی و هدف‌های تعیین شده کیفی در سند، ارتباط مستقیم و معناداری با یکدیگر داشته باشند؛ نیازهای جامعه را در آینده و حال، به‌عنوان هماهنگی بین جامعه و تصویر آینده در بیان کلمات و جملات یکسان نماید؛ و از کلمات و جملات آرمانی، دست‌یافتنی، ارزشی، مقدس و نهادینه برای عبارت‌پردازی سند استفاده نماید.

چشم‌انداز توسعه فناوری اگر به صورت دقیق، جامع و آینده‌نگرانه تعریف شده باشد، می‌تواند مسیر توسعه فناوری را همواره هدفمند و جهت‌دار نماید و مانند چراغی در افق بلندمدت، فراروی کنش‌گران مختلف (دولت، صنعت، دانشگاه) قرار گیرد.

آگاهی کامل سیاست‌گذاران به چشم‌انداز توسعه فناوری نیز می‌تواند آن‌ها را در اتخاذ تصمیمات کلیدی و سیاست‌های اثرگذار یاری دهد.

اکثر مدل‌های تدوین راهبرد ملی دارای گام تدوین چشم‌انداز مشخص و صریح می‌باشند. لکن برخی مدل‌ها نیز وجود دارند که به مراتب به وجود چنین عنصری در برنامه‌ریزی راهبردی ملی اشاره نکرده ولی به تدوین اهداف بلندمدت پرداخته‌اند. ضرورت تدوین چشم‌انداز در اسناد ملی توسعه فناوری از این بابت است که تعهد، انگیزه، هیجان و انرژی را در میان کنش‌گران دخیل در توسعه فناوری افزایش داده و مقصدی را برای رسیدن، ترسیم نمایند. چشم‌انداز یک رکن جهت‌ساز کلان، ساده و قابل انتقال را ترسیم کرده تا راهنمای گام‌های مختلف انتخاب، اکتساب و سیاست‌گذاری فناوری باشد.

در ادبیات مدیریت راهبردی، چشم‌انداز براساس مدل‌های مختلفی (به‌عنوان بخشی از فرآیند تدوین برنامه راهبردی توسعه) تعریف شده است. اگرچه غالب این مدل‌ها برای تدوین راهبرد در سطح بنگاه طراحی شده‌اند، اما می‌توان نتایج حاصل از بررسی این تعاریف متفاوت را برای طراحی چشم‌انداز در سطح ملی استفاده نمود. برای این منظور، در زیر چهار نوع از مدل‌های تدوین راهبرد بنگاه که به تعریف چشم‌انداز پرداخته‌اند، بررسی می‌گردند.

#### • مدل دیوید

براساس این مدل، بیانیه چشم‌انداز در بنگاه‌ها بر اساس پاسخ به سوال «ما چه می‌خواهیم بشویم و به کجا می‌خواهیم برسیم؟» توسعه داده می‌شود. بیانیه چشم‌انداز باید کوتاه، و ترجیحاً یک جمله باشد، و از همه ذینفعانی که ممکن است ورودی و اطلاعاتی برای تدوین آن در اختیار داشته باشند، استفاده شود. برای مثال، چشم‌انداز یک مؤسسه حسابداری مدیریت عبارتست از: «رهبری جهانی در آموزش، تأییدکننده و گواهی‌دهنده، و اجرای حسابداری مدیریت و مدیریت مالی».

براساس نظر دیوید، چشم‌انداز به‌عنوان یکی از فرآیندهای ابتدایی در تدوین راهبرد، به‌عنوان ورودی‌های اولیه و عناصر بالادست در تمام قدم‌های این فرآیند نقش ایفا می‌نماید. تدوین چشم‌انداز نیز با بررسی محیط داخل و خارج و نیز با دریافت بازخورد از تمام مراحل برنامه‌ریزی راهبردی صورت می‌پذیرد. [۱]

#### • مدل پاتریک لوئیس

چشم‌انداز به سوال «چه چیزی می‌خواهیم ایجاد کنیم» پاسخ می‌دهد و یک تصویر ایده آل، واحد و جذاب از آینده ترسیم می‌نماید. چشم‌انداز تصویر جذابی از وعده‌هایی است که شور و اشتیاق و هیجان را در افراد و هنگام کار القا و الهام می‌کند. به زبان ساده چشم‌انداز مشترک، یک تصویر شفاف و مورد تأیید ذینفعان می‌باشد که آینده را مشخص می‌کند. به منظور مشخص و روشن نمودن و نیز تعریف فردای جدید، چشم‌انداز ساختاری را که راهنمای تمام تصمیم‌گیری‌ها، برنامه‌ریزی‌ها و کارها باشد، فراهم می‌آورد. چشم‌انداز برای رسیدن به آینده‌ای که معمولاً کمی دورتر از دسترس می‌باشد، بر روی قوت‌های سازمانی و منابعی که باید توسعه بیابند تمرکز می‌کند. چشم‌انداز یک نیروی محرک است که باعث یک تلاش و جستجوی بی پایان برای موفقیت و برتری می‌شود. [۲]

#### • مدل آلیسون

در این مدل، چشم‌انداز تصویر راهنمای موفقیت است. بیانیه چشم‌انداز به سوال «موفقیت چگونه است و شبیه چیست؟» جواب می‌دهد. چشم‌انداز باید گروه‌ها را به مبارزه و چالش بطلبد تا قابلیت‌هایشان را گسترش دهند و به اهدافشان برسند. آلیسون در فرآیندی که برای مدیریت راهبردی طراحی نموده است، جایگاهی مشابه با دیوید برای تدوین مأموریت و چشم‌انداز قائل شده‌اند. او معتقد است که پس از کسب آمادگی و حصول مقدمات اولیه برنامه‌ریزی، اولین گام در فرآیند اصلی تدوین استراتژی (بعنوان رکن جهت‌ساز) باید تدوین چشم‌انداز مطلوب و آرمان باشد. از نظر وی، بیانیه چشم‌انداز مؤثر باید هم چشم‌انداز داخل و هم چشم‌انداز خارجی را در نظر بگیرد. چشم‌انداز خارجی بر روی اینکه اگر بنگاه به اهدافش برسد جهان چگونه بهبود می‌یابد، تغییر می‌کند و متفاوت می‌شود، تمرکز دارد. هنگامی که چشم‌انداز خارجی بیان نمود که بنگاه چگونه برنامه‌ای برای تغییر جهان دارد، چشم‌انداز داخلی تعیین می‌شود. در این مدل پیش‌نویس بیانیه چشم‌انداز با ایده‌ها و نگرشی که از بحث‌ها و گفتگوها بیرون می‌آید و نیز احساس و بینش مشترکی که از مسیر (جهت) و انگیزه ایجاد می‌شود، آغاز می‌گردد. تمامی ذینفعان باید در طوفان فکری ابتدایی و نیز بعضی از گفتگوها حاضر باشند. [۳]

#### • مدل مک‌میلان

چشم‌انداز تصویر ذهنی قوی از آنچه که ما در آینده می‌خواهیم بشویم، می‌باشد. چشم‌انداز ریشه در واقعیت دارد، اما روی آینده تمرکز می‌نماید. تدوین چشم‌انداز، فرآیندی شامل روشن نمودن ارزش‌ها، تمرکز بر روی مأموریت و گسترش افق با استفاده از

بیانیه چشم‌انداز است. تدوین چشم‌انداز، راه و روش‌های خلاقانه برای چالش‌های کسب و کار فراهم می‌آورد و جرعه ارزیابی و یادگیری پیوسته در سازمان را بوجود می‌آورد.

از نظر وی دلایل تدوین چشم‌انداز سازمان عبارتند از: هماهنگی و متناسب کردن کار افراد مختلف، کمک به همه برای تصمیم‌گیری، ایجاد اصول و پایه‌ای برای برنامه ریزی کسب و کار، به چالش کشیدن اوضاع راحت و غیر ایده‌آل شرایط فعلی، و ایجاد رفتارهای متجانس و موافق در افراد به صورت قابل توجه. [۲]

با بررسی مدل‌های تدوین چشم‌انداز بنگاهی و نیز کسب آگاهی از مطالعات تطبیقی صورت پذیرفته، ترسیم افق چشم‌انداز در پنج مرحله مطابق با شکل زیر به انجام می‌رسد:



شکل ۱-۱- فرآیند تدوین چشم‌انداز

#### • تدوین اصول ارزشی

اصول ارزشی، اصول، باورها و ارزش‌های اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، و فناورانه هستند که بر نوع نگاه به توسعه فناوری تأثیر می‌گذارد. در واقع این اصول به عنوان خط‌قرمزهایی هستند که از اعتقادات و باورهای کنش‌گران و ذینفعان توسعه فناوری

برخاسته و ابعاد چشم‌انداز را شفاف و مرزبندی می‌کند. به عبارت دیگر چشم‌انداز باید با در نظرگیری ملاحظات این اصول ترسیم گردد.

• جمع‌آوری ورودی‌های اولیه ترسیم چشم‌انداز

جمع‌آوری ورودی‌های لازم برای ترسیم چشم‌انداز از راه‌های زیر صورت می‌پذیرد:

✓ بررسی اسناد بالادستی: پیش از شروع هر بحث دیگر تدوین چشم‌انداز، ضروری است تا با بررسی اسناد بالادستی، طرح‌ها و راهبردهای کلان تدوین شده در سطوح بالاتر، و اصول ارزشی توسعه فناوری موجود در جامعه، تصویری از بستر فعلی و نگاه‌های آینده پیرامون فناوری حاصل گردد. این تصویر در شکل- دادن به مؤلفه‌های چشم‌انداز نقش مهمی بر عهده دارد.

✓ نظرسنجی متخصصین: بیان یک نتیجه بر پایه یک مجموعه شواهد یا انتظارات از آینده که از اطلاعات و منطق افراد آشنا با موضوع مورد نظر حاصل می‌شود، یکی دیگر از راه‌های تأمین ورودی‌های لازم برای ترسیم افق چشم‌انداز است. اندیشه‌ها و تفکرات خبرگان حوزه فناوری از آینده پیش رو سهم قابل توجهی در ترسیم چشم‌انداز دارد.

✓ مطالعات الگوبرداری: استفاده از تجارب دیگر کشورها در زمینه توسعه فناوری‌های راهبردی روشی دیگر در ترسیم چشم‌انداز است. در این زمینه می‌توان از آینده‌های ترسیم شده در سایر کشورها، مانند هدف- گذاری‌های بلندمدت، حوزه‌های کاربردی قابل تأکید، و غیره برای تعیین افق چشم‌انداز داخلی بهره برد.

• تدوین بیانیه اولیه چشم‌انداز

بیانیه اولیه چشم‌انداز توسط تحلیل‌گران و مشاوران تهیه می‌شود. در این مرحله بر مبنای ورودی‌های حاصل از مراحل قبل (هوشمندی فناوری، اطلاعات اولیه، اصول ارزشی)، به ترسیم افق چشم‌انداز در چارچوب اصول ارزشی تدوین شده پرداخته می‌شود. با بررسی مدل‌های تدوین چشم‌انداز بنگاهی و نیز با بهره‌گیری از مطالعات تطبیقی تدوین چشم‌انداز، لازم است تا به مؤلفه‌های ضروری چشم‌انداز و نیز ویژگی‌های افق چشم‌انداز در سطح ملی توجه شود. بر این اساس، ویژگی‌های یک چشم‌انداز توسعه فناوری در سطح ملی به شرح زیر است:



- ✓ تدوین چشم‌انداز باید با بررسی محیط داخل و خارج و با نیز دریافت بازخورد از تمام مراحل برنامه‌ریزی راهبردی صورت گیرد.
  - ✓ چشم‌انداز باید به تصویری شفاف و مورد تأیید همه ذینفعان منجر شود.
  - ✓ چشم‌انداز باید در رسیدن به آینده‌ای که معمولاً کمی دورتر از دسترس می‌باشد، بر روی قوت‌ها و منابعی که باید توسعه بیابند تمرکز کند.
  - ✓ در تدوین چشم‌انداز هم باید بر چگونگی تغییر محیط در خارج (چشم‌انداز خارجی) و نیز تصویر مطلوب در محیط داخل (چشم‌انداز داخلی) تمرکز صورت پذیرد.
  - همچنین، یک افق چشم‌انداز ملی باید دربرگیرنده‌ی مؤلفه‌های زیر باشد<sup>۱</sup>:
  - ✓ در نظرگیری بعد زمان و افق برنامه‌ریزی برای ایده‌آل‌های ذکر شده در بیانیه چشم‌انداز
  - ✓ اشاره به جایگاه و رتبه‌ی عددی توانمندی فناورانه در منطقه و جهان
  - ✓ ذکر اهداف بالادستی تعیین شده در اسناد قبلی
  - ✓ در نظرگیری ملاحظات اصول ارزشی
  - ✓ توجه به سطح رقابت‌پذیری فناوری تولیدی
  - ✓ تعیین حوزه‌ی کاربرد فناوری
  - ✓ اشاره به نتایج کلی سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، و زیست‌محیطی حاصل از توسعه
  - ✓ تعریف کلی حوزه فعالیت (طراحی، تولید، بکارگیری)
- تأیید و نهایی‌سازی بیانیه اولیه چشم‌انداز

<sup>۱</sup> یک بیانیه چشم‌انداز لزوماً دربرگیرنده‌ی تمام این مؤلفه‌ها باهم نیست. این‌ها درحقیقت مجموعه مؤلفه‌هایی هستند که وجود بعضی از آن‌ها مانند افق چشم‌انداز در بیانیه ضروری و اشاره به بعضی دیگر مانند جایگاه فناوری اختیاری است.

چشم‌انداز تعریف شده توسط تحلیل گران و مشاوران در مرحله قبل باید برای نهایی شدن به تأیید کمیته راهبری مسئول توسعه فناوری، متشکل از خبرگان صنعت، دولت و دانشگاه برسد. این تأیید علاوه بر نمایش صحت آینده ترسیم شده، به همگرا شدن نظرات خبرگان در مورد هریک از مؤلفه‌های آینده فناوری نیز منجر می‌شود.

• دریافت بازخورد از سایر مراحل

ترسیم چشم‌انداز باید در تعامل با گام‌های بعدی صورت پذیرد. به عبارت دیگر، چشم‌انداز تعریف شده در این بخش بدون دریافت بازخورد از سایر گام‌ها می‌تواند ماهیتی خارج از واقعیت و غیرعملیاتی داشته باشد. بنابراین در این گام لازم است تا چشم‌انداز اولیه تعریف شده با انجام هر گام (تعیین راهبردهای کلان، تحلیل عملکرد، و وضع سیاست‌ها) مورد بازنگری قرار گرفته و تغییرات لازم در مؤلفه‌های آن صورت پذیرد. [۲]

## ۱-۳- روش تدوین اهداف کلان

یکی دیگر از گام‌های اساسی در تعیین ارکان جهت‌ساز، تدوین اهداف توسعه در راستای چشم‌انداز تعریف شده است. این هدف-گذاری در سطح کلان به منظور شفاف نمودن مسیر نیل به چشم‌انداز انجام می‌گیرد. در حقیقت اهداف مذکور، پاسخگوی یک سؤال اساسی است با عنوان "برای رسیدن به چشم‌انداز در افق زمانی تعیین شده، به چه مقاصدی باید دست یافت؟". با تعیین این اهداف در مسیر دستیابی به چشم‌انداز، کنش‌گران دخیل در نظام توسعه فناوری، اهداف بلندمدتی را دنبال می‌کنند و در نتیجه، برنامه‌ریزی‌ها، تصمیم‌گیری‌ها و فعالیت‌های خود را براساس آن به صورت دقیق‌تر و با جزئیات بیشتر انجام دهند.

در روش‌شناسی پیشنهادی برای تدوین اسناد توسعه فناوری، 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 فناوری است. در طرف مقابل، رویکرد پایین-به-بالا نگاهی مسئله‌محور<sup>۱</sup> به توسعه فناوری دارد. با استفاده از این رویکرد ترکیبی، از یک طرف همراستایی اهداف با چشم‌اندازهای کلان ملی و سایر ارکان جهت‌ساز بالادستی حفظ شده، و از طرف دیگر، تمام مسایل و مشکلات موجود در مسیر توسعه فناوری نیز مورد هدف تحلیل و بررسی قرار می‌گیرند.

<sup>1</sup> Issue-based

در منابع برنامه‌ریزی راهبردی در سطح بنگاه، مطالعات مختلفی با موضوعیت تدوین حوزه‌های اهداف تعیین شده است. در زیر به‌طور خلاصه به بررسی این مدل‌ها پرداخته می‌شود:

• حوزه‌های اهداف در مدل کارت امتیازی متوازن [۴]

- ✓ منظر مالی (سودآوری، رشد در آمد، و افزایش بهره‌وری)
- ✓ منظر مشتری (تعین مشتریان مخاطب، تعیین ارزش‌های پیشنهادی بنگاه با توجه به مشتریان)
- ✓ منظر فرایندهای داخلی (روابط با تأمین کنندگان، تصمیم‌گیری درمورد 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، برنامه‌های آموزش کارکنان)

• حوزه‌های اهداف در مدل پیرس و رابینسون

- ✓ توجه به مشتری، نوآوری، بهره‌وری،
- ✓ توجه به بخش مالی، منابع انسانی، لحاظ کردن محیط خارجی [۲]

• حوزه‌های اهداف براساس مدل ترکیبی فیلیپس

- ✓ بازار (سعی در حفظ سهم بازار فعلی، افزایش صادرات)
- ✓ نوآوری (بالابردن توان نوآوری و طراحی محصول)
- ✓ 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) [۲]

• حوزه‌های اهداف براساس مدل دکتر اعرابی

✓ 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) [۵]

علاوه بر حوزه‌های هدف ذکر شده، ویژگی‌هایی نیز برای اهداف در سطح بنگاه در ادبیات اشاره شده است. این ویژگی‌ها

عبارتند از:

✓ قابل کاربرد بودن،

✓ قابل اندازه‌گیری بودن،

✓ در نظر داشتن محدودیت منابع،

✓ قابل دستیابی بودن،

✓ مشخص بودن،

✓ قابلیت انعطاف داشتن،

✓ واقع‌گرایانه بودن،

✓ قابل قبول بودن، و

✓ و محدود به زمان بودن. [۲]



شکل ۱-۲- ویژگی‌های اهداف کلان

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 زیر می‌تواند برای تدوین اهداف کلان در توسعه فناوری مورد استفاده قرار گیرد:

- دریافت ورودی از نظرات خبرگان همراستا با چشم‌انداز، اصول ارزشی و هوشمندی فناوری

در ابتدا لازم است تا از نظرات خبرگان پیرامون اهداف کلان توسعه فناوری 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)، تأکید بر مؤلفه‌های موجود در چشم‌انداز، و در نظر داشتن اصول ارزشی صورت می‌گیرد. در مجموع می‌توان این‌طور بیان نمود که اهداف ترجمه چشم‌انداز در ابعاد مختلف هستند.

- تدوین اولیه اهداف کلان بر اساس اطلاعات ورودی

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 بپردازند. 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 تا به آن‌ها پرداخته شود. اگرچه این حوزه‌ها در هر مورد مطالعاتی دارای تفاوت‌ها و دسته‌بندی‌های مختلفی می‌باشند، 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. به طور کلی چهار حوزه زیر را می‌توان به عنوان ابعاد ضروری تدوین اهداف کلان توسعه فناوری در سطح ملی در نظر داشت:

✓ موقعیت رقابتی: میزان موفقیت در تسلط نسبی بر بازار، درآمد کل، سهم بازار، سهم صادرات

✓ ظرفیت‌سازی: رشد و پیشرفت دانش فناوری، توسعه نیروی انسانی متخصص، بهره‌برداری و عملیاتی

نمودن دانش به فناوری

✓ مسئولیت اجتماعی: در نظرگیری مسایل زیست‌محیطی، بهبود سطح رفاه اجتماعی، بالابردن رشد

اقتصادی، مشروعیت‌بخشی

✓ نوآوری: بالابردن توان نوآوری و طراحی محصول و فرآیند

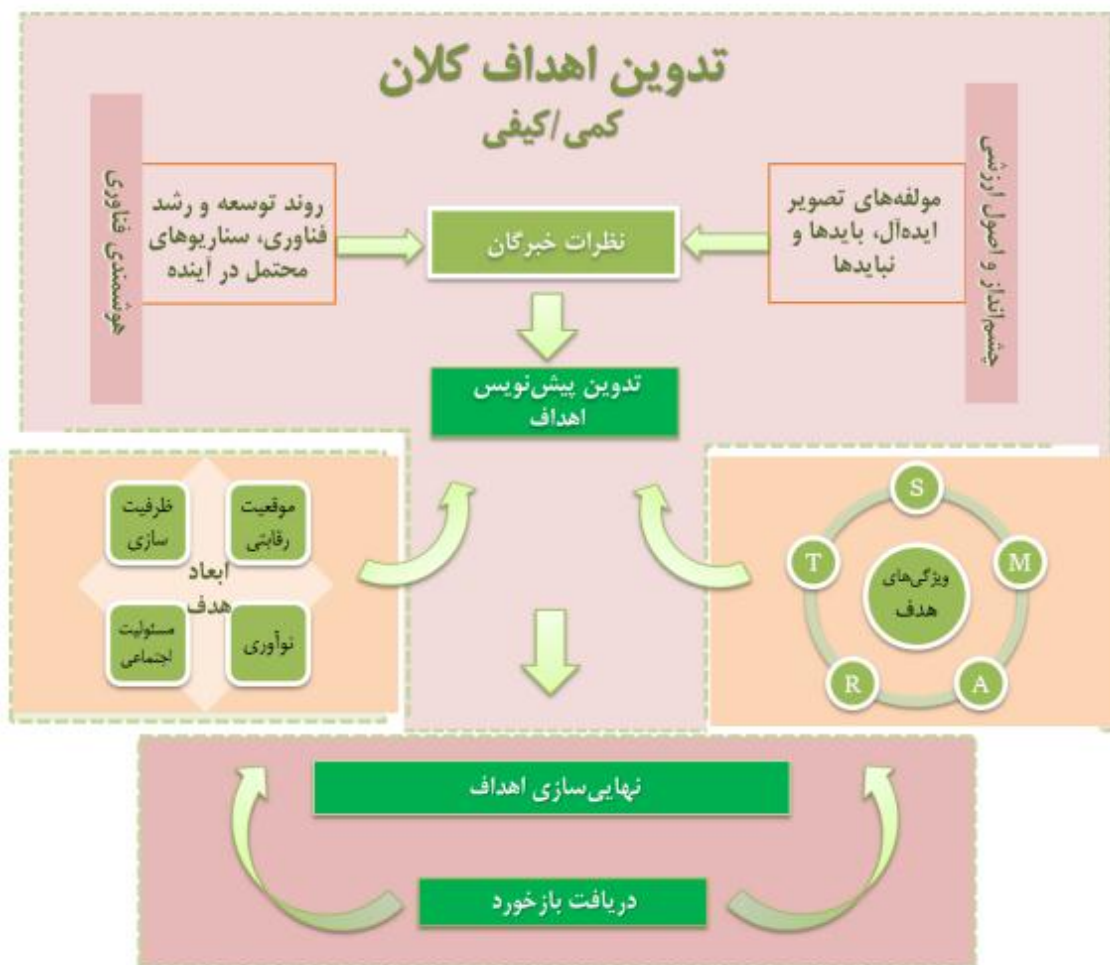
• تأیید و نهایی‌سازی اهداف کلان

اهداف کلان، راهنماهای توسعه در سایر مراحل خواهند بود. بنابراین، اهداف اولیه طراحی شده برای نهایی شدن نیازمند تأیید دوباره افراد متخصص هستند. اجرای این مرحله به کاهش خطای ناشی از بازنویسی و پالایش اهداف توسط تحلیل‌گران کمک می‌کند.

• دریافت بازخورد

از آنجا که تدوین گام‌های مختلف سند در یک فرآیند تعاملی به وقوع می‌پیوندد، اهداف کلان تدوین شده در بخش قبل 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.

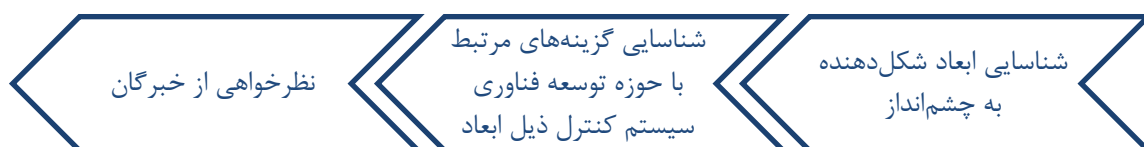
شکل زیر نمایش گرافیکی مراحل تدوین اهداف کلان را به طور خلاصه به نمایش می‌گذارد. [۲]



شکل ۱-۳- روش تدوین اهداف کلان

## ۱-۴- فرآیند تدوین بیانیه چشم‌انداز فناوری سیستم کنترل نیروگاهی

فرآیند تدوین چشم‌انداز در این پروژه تفاوت ماهوی با فرآیند تشریح شده در فصل پیش نداشته و شامل دو بخش خواهد بود ابتدا ابعاد شکل دهنده به بیانیه چشم‌انداز و گزینه‌های قابل طرح در هر یک از ابعاد شناسایی شده و سپس در موارد مقتضی طی پرسشنامه‌ای نظرات خبرگان در ارتباط با ابعاد مذکور دریافت می‌شود.



شکل ۱-۴- فرآیند کلی تدوین بیانیه چشم‌انداز توسعه فناوری سیستم کنترل

مطابق با مراحل پیش گفته در فصل اول، ابعاد سازنده بیانیه چشم‌انداز با توجه به ویژگی‌های موضوع توسعه فناوری سیستم کنترل به طور اجمالی شامل افق زمانی چشم‌انداز، جایگاه و رتبه، اصول ارزشی، حوزه کاربرد، سطح رقابت پذیری، حوزه فعالیت و نتایج کلی سیاسی، اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی حاصل از توسعه فناوری و حوزه فعالیت می‌باشند.

#### • افق زمانی چشم‌انداز

مطابق با آنچه در بخش ابعاد موضوع و محدوده مطالعات مورد اشاره قرار گرفت، به منظور دستیابی به اهداف کلان سند چشم‌انداز در افق ۱۴۰۴، یک افق زمانی بلندمدت ۱۰ ساله در این مطالعه در نظر گرفته خواهد شد. بنابراین افق زمانی چشم‌انداز، افق ۱۴۰۴ خواهد بود.

#### • حوزه کاربرد

همانطور که پیش از این در بخش ابعاد موضوع و محدوده مطالعات اشاره شد، محدوده مطالعه در سطح ملی بوده و انواع سیستم‌های کنترل نیروگاهی را شامل می‌شود.

در نتیجه مطابق این محدوده مطالعه، گزینه‌های قابل طرح برای حوزه کاربرد عبارتند از:

- ✓ نیروگاه‌های خصوصی و دولتی تحت نظارت وزارت نیرو
- ✓ کل نیروگاه‌های داخلی
- ✓ نیروگاه‌های خارج از کشور (حوزه‌های صادراتی)
- ✓ صنایع حساس و زیر بینایی کشور از جمله صنعت نفت، گاز و پتروشیمی
- ✓ سایر صنایع از جمله سیمان، نیشکر و ...
- ✓ صنعت آب و ...

#### • جایگاه و رتبه

جایگاه و رتبه کشور در حوزه توانمندی فناوریانه سیستم‌های کنترل نیروگاهی می‌تواند در قالب دو گزینه زیر مطرح گردد:

- ✓ در سطح اول منطقه (محدوده مورد نظر سند چشم‌انداز)



#### ✓ یکی از ده کشور اول جهان

- نتایج کلی سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، و زیست‌محیطی حاصل از توسعه فناوری

به طور کلی نتایج و مزایای حاصل از توسعه فناوری در حوزه توسعه فناوری سیستم‌های کنترل نیروگاهی ناظر بر مواردی چون تامین مطمئن انرژی الکتریکی برای کشور، اثر مثبت بر تراز تجاری انرژی، امنیت عرضه انرژی الکتریکی، ارتقاء ظرفیت صادرات خدمات فنی مهندسی، اشتغالزایی، افزایش تولید ناخالص داخلی و درآمد ملی و کاهش آلاینده‌های زیست محیطی می‌باشند.

#### • اصول ارزشی

مجموعه ارزش‌ها و علائق ملی که می‌توانند در این حوزه طرح شوند، با توجه به پیشنهادات اعضای کمیته راهبری طرح عبارتند از تلاش در جهت پیشرفت و توسعه صنعتی و اقتصادی کشور، ارتقا سرمایه‌های انسانی و توسعه دانش بنیان، اهتمام به خودباوری، خلاقیت و نوآوری، ارتقای روحیه ملی و اقتصاد مقاومتی.

#### • سطح رقابت پذیری فناوری تولیدی

سطح رقابت پذیری برای فناوری سیستم کنترل نیروگاهی هر دو صورت پیشرو و پیرو می‌تواند مطرح باشد. منظور از مفهوم پیشرو، توسعه فناوری‌های کلیدی سیستم کنترل نیروگاهی و ارائه آنها به عنوان پیشروی بازار در حوزه کاربرد مورد نظر است. مفهوم پیرو به معنی پیروی و استفاده از تجربیات و توانمندیهای پیشروان صنعت است.

#### • حوزه فعالیت

حوزه فعالیت و یا به عبارت دیگر سطح توانمندی مطلوب کشور در زمینه سیستم کنترل نیروگاهی شامل سطوح توانمندی نصب و بکارگیری سیستم کنترل، طراحی و ساخت سیستم کنترل و تعمیرات و عیب‌یابی سیستم کنترل نیروگاه‌ها است که از میان این سه حوزه یکی به عنوان حوزه فعالیت فناوری سیستم کنترل نیروگاهی انتخاب خواهد شد. در پایان می‌توان ابعاد فوق و گزینه‌های مربوطه را در قالب جدول ۱-۱ جمع بندی نمود.

جدول ۱-۱- جمع‌بندی ابعاد و گزینه‌های پیشنهادی در تدوین بیانیه چشم‌انداز سیستم کنترل نیروگاهی

ابعاد مندرج در چشم‌انداز سیستم کنترل نیروگاه	گزینه‌های پیشنهادی
--	--------------------

ابعاد مندرج در چشم‌انداز سیستم کنترل نیروگاه	گزینه‌های پیشنهادی
افق برنامه‌ریزی	✓ ۱۴۰۴
جایگاه و رتبه‌ی عددی توانمندی فناوریانه در منطقه و جهان	✓ اول منطقه ✓ ده کشور اول جهان
ملاحظات اصول ارزشی	✓ تلاش در جهت پیشرفت و توسعه صنعتی و اقتصادی کشور ✓ ارتقا سرمایه‌های انسانی و توسعه دانش بنیان ✓ اهتمام به خودباوری، خلاقیت و نوآوری ✓ ارتقای روحیه ملی ✓ اقتصاد مقاومتی
سطح رقابت‌پذیری فناوری تولیدی	✓ پیشرو ✓ پیرو
حوزه‌ی کاربرد فناوری	✓ نیروگاه‌های خصوصی و دولتی تحت نظارت وزارت نیرو ✓ کل نیروگاه‌های داخلی ✓ نیروگاه‌های خارج کشور (حوزه‌های صادراتی) ✓ صنایع حساس و زیربنایی کشور از جمله صنعت نفت، گاز و پتروشیمی ✓ سایر صنایع از جمله سیمان، نیشکر و ... ✓ صنعت آب و ...
نتایج کلی سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، و زیست‌محیطی حاصل از توسعه	✓ پدافند غیر عامل ✓ تأمین مطمئن انرژی الکتریکی برای کشور ✓ ارتقای ظرفیت صادرات خدمات فنی مهندسی ✓ اشتغالزایی خصوصاً در سطوح دانشگاهی ✓ افزایش تولید ناخالص داخلی و درآمد ملی ✓ افزایش راندمان نیروگاه‌ها و صرفه جویی اقتصادی ✓ رعایت نکات زیست محیطی در بهره برداری نیروگاه‌ها ✓ عدم وابستگی به کشورهای بیگانه و داشتن استقلال در زمینه بسیار حساس و حیاتی
تعریف کلی حوزه فعالیت	✓ طراحی و ساخت سیستم کنترل نیروگاه‌ها ✓ نصب و به کارگیری سیستم کنترل نیروگاه‌ها ✓ تعمیرات و عیب‌یابی سیستم کنترل نیروگاه‌ها

## ۱-۵- تحلیل نظرات خبرگان در ارتباط با ابعاد بیانیه چشم‌انداز

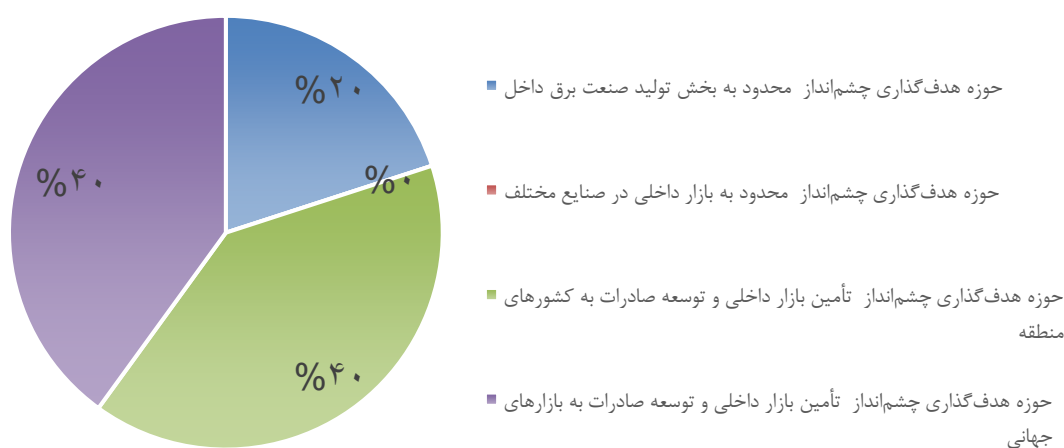
پس از شناسایی ابعاد و گزینه‌های قابل طرح ذیل هر یک از ابعاد بیانیه چشم‌انداز، لازم است در ارتباط با برخی از گزینه‌ها که نیازمند قضاوت کارشناسی بیشتری برای انتخاب هستند، پرسشنامه‌ای تهیه شده و سپس این گزینه‌ها با نظرخواهی از خبرگان نهایی شوند. پرسشنامه چشم‌انداز توسعه فناوری سیستم کنترل نیروگاهی در پیوست ارائه شده است.

طبق راهنمای آژانس بین‌المللی انرژی<sup>۱</sup> ترکیب خبرگان می‌بایست شامل افراد مسئول، صاحب اختیار، مشاور و مطلع<sup>۲</sup>، از دانشگاه، دولت و صنعت باشد [۱۵]. در نتیجه افراد منتخب برای پاسخگویی به پرسشنامه‌ی پروژه حاضر مطابق با جدول زیر می‌باشند.

جدول ۱-۲- نام و مسئولیت افراد پاسخ‌دهنده به پرسشنامه

نام خبرگان	مسئولیت
۱- آقای دکتر منتظری	دانشگاه شهید بهشتی
۲- آقای دکتر یزدی زاده	دانشگاه شهید بهشتی
۳- آقای دکتر دورعلی	دانشگاه دانشگاه شریف
۴- آقای مهندس فرحناکیان	مدیر کل دفتر امور تحقیقات برق
۵- آقای مهندس مهران	وزارت نیرو
۶- آقای مهندس ابطحی	شرکت میکو

پرسش نخست در پرسشنامه در مورد سطحی بود که خبرگان برای حوزه کاربرد فناوری متصور بودند. نزدیک به هشتاد درصد خبرگان تامین بازار داخلی و توسعه صادرات را به عنوان حوزه کاربرد بیان کردند.

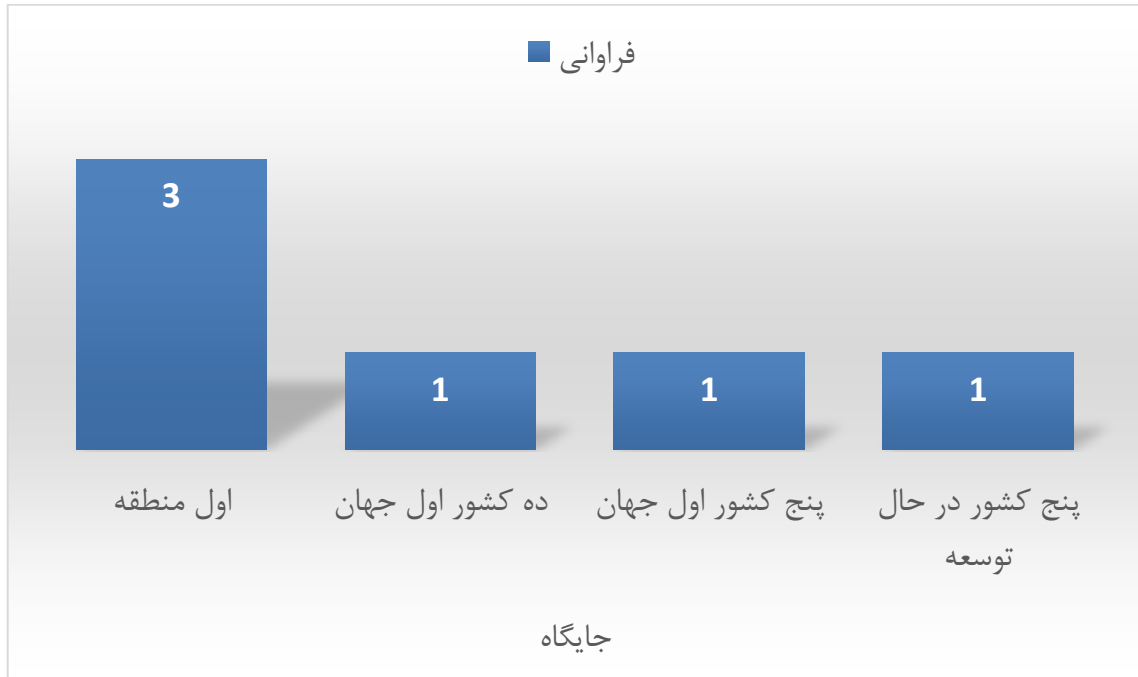


شکل ۱-۵- نظر خبرگان پیرامون حوزه کاربرد فناوری

<sup>1</sup> International Energy Agency (IEA)

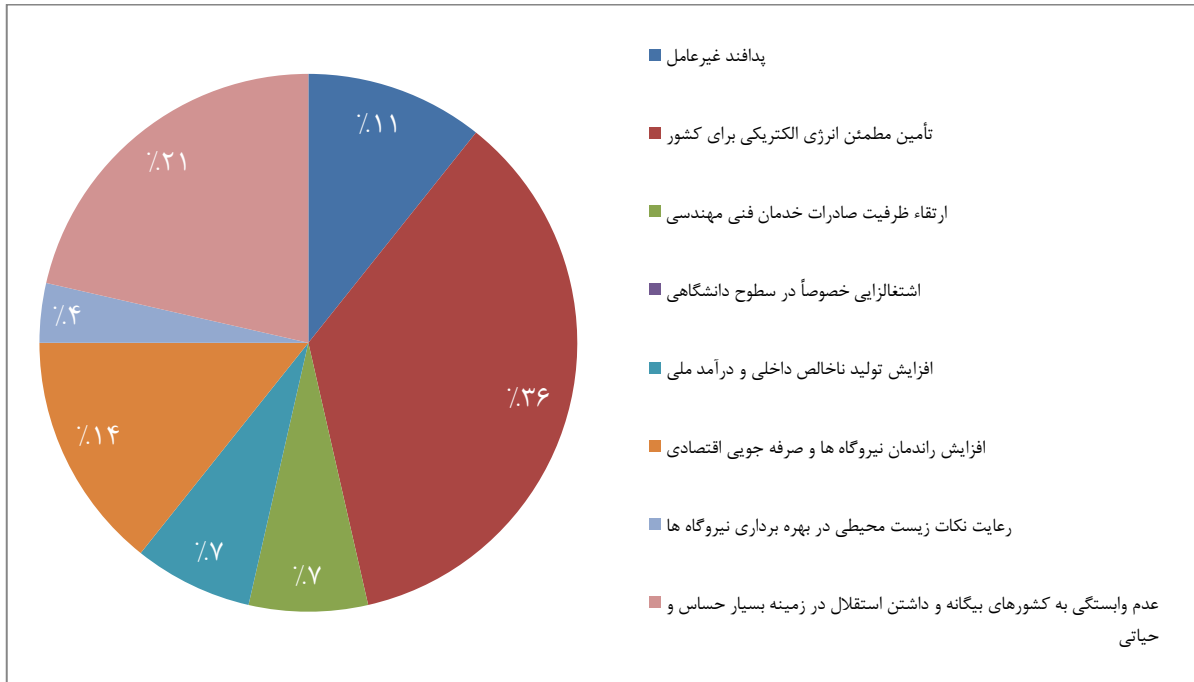
<sup>2</sup> Responsible, Authorised, Consulted, Informed (RACI)

در گام بعد جایگاه و رتبه عددی کشور در فناوری‌های سیستم‌کنترل مورد پرسش قرار گرفت که گزینه اول منطقه بیشتر مورد توجه خبرگان قرار گرفت.



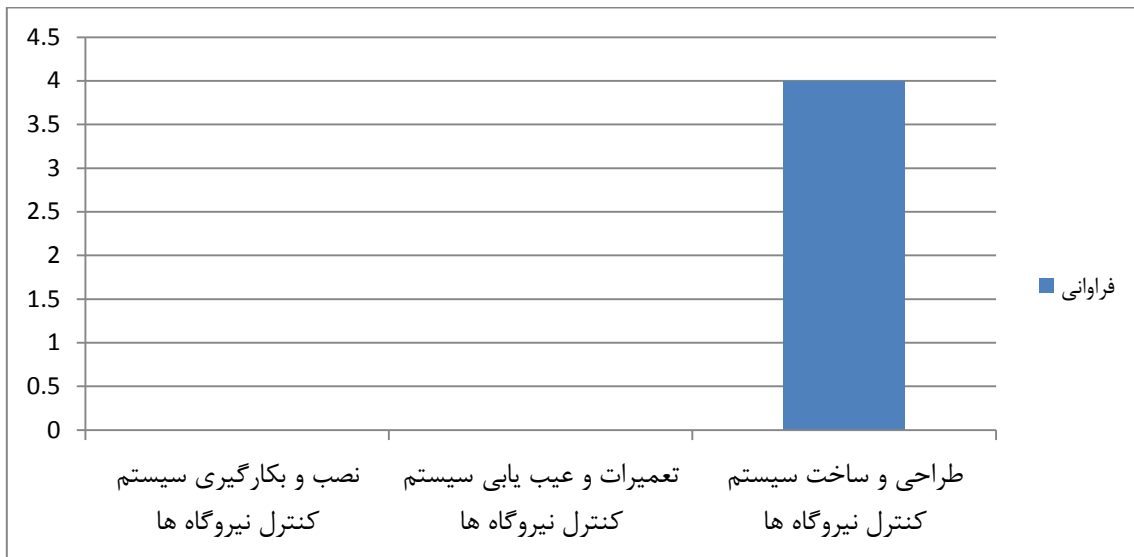
شکل ۱-۶- نظر خبرگان پیرامون جایگاه کشور در فناوری سیستم کنترل نیروگاهی

نتایج کلی سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، و زیست‌محیطی حاصل از توسعه فناوری نیز در گام بعد مورد پرسش قرار گرفته است که با توجه به نمودار زیر تأمین مطمئن انرژی الکتریکی برای کشور و عدم وابستگی به کشورهای بیگانه و داشتن استقلال در زمینه بسیار حساس و حیاتی به عنوان اولویتهای اول و دوم مطرح شده‌اند.



شکل ۷-۱- نظر خبرگان پیرامون نتایج کلی سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، و زیست‌محیطی حاصل از توسعه فناوری‌های سیستم کنترل

آخرین پرسش در خصوص سطح توانمندی فناوریانه در فناوری سیستم کنترل نیروگاهی است. در این پرسش همه خبرگان به توانمندی طراحی و ساخت سیستم کنترل نیروگاهی اشاره کردند.



شکل ۸-۱- نظر خبرگان پیرامون سطح توانمندی فناوریانه در فناوری‌های سیستم کنترل نیروگاهی

در پایان با توجه به نظرات خبرگان و ابعاد مختلف چشم‌انداز، پیش‌نویس اولیه بیانیه چشم‌انداز توسعه فناوری سیستم کنترل نیروگاهی در افق ۱۴۰۴ به صورت زیر مطرح شد که شامل افق زمانی، توجه به اسناد بالادستی، ملاحظات اصول ارزشی، نتایج کلی، حوزه کاربرد و سطح فعالیت می‌شود.

در راستای سیاستهای پدافند غیر عامل<sup>۳</sup> و اهداف کلان وزارت نیرو<sup>۱</sup>،

تأمین مطمئن و پایای انرژی الکتریکی و افزایش راندمان نیروگاه‌ها<sup>۲</sup>، جمهوری اسلامی ایران

در افق ۱۴۰۴<sup>۲</sup>، توانمندی طراحی، ساخت و تعمیرات و عیب‌یابی سیستمهای کنترل نیروگاهی<sup>۵</sup>،

مبتنی بر فناوری‌های روز را دارا بوده و پاسخگوی نیازهای بازارهای داخلی و صادراتی<sup>۴</sup> خود می

باشد.

۱- توجه به اسناد بالادست ۲- افق زمانی ۳- نتایج کلی ۴- حوزه کاربرد ۵- سطح فعالیت

لازم به ذکر است نظرات نهایی اعضا در جلسه کمیته راهبری ملاک عمل قرار گرفته است و نتایج به دست آمده از تحلیل پرسشنامه تنها به منظور ملاحظه اولیه و ورودی تحلیل در جلسه، خدمت اعضا ارائه شده است. سرانجام بیانیه چشم‌انداز فناوری سیستم کنترل نیروگاه کشور در افق ۱۴۰۴ به صورت زیر ارائه شد.

" در راستای سیاستها و اهداف کلان وزارت نیرو، تأمین مطمئن و پایای انرژی الکتریکی و افزایش راندمان نیروگاه‌ها، جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴، توانمندی طراحی، ساخت و تعمیرات و عیب‌یابی سیستمهای کنترل نیروگاهی، مبتنی بر فناوری‌های روز را دارا بوده و با جایگاه مناسب در میان ۲۰ کشور برتر جهان پاسخگوی نیازهای بازارهای داخلی و صادراتی خود می باشد."

## ۱-۶- فرآیند تدوین اهداف کلان توسعه فناوری سیستم‌های کنترل نیروگاهی

با تأکید بر مؤلفه‌های موجود در بیانیه چشم‌انداز، و با در نظر داشتن اصول ارزشی می‌توان اهداف کلان را تدوین نمود. به عبارت دیگر می‌توان این‌طور بیان نمود که اهداف کلان، ترجمه چشم‌انداز در ابعاد مختلف هستند.

با توجه به مطالب فصل پیشین چهار حوزه زیر را می‌توان به‌عنوان ابعاد ضروری تدوین اهداف کلان توسعه فناوری در سطح ملی در نظر داشت:

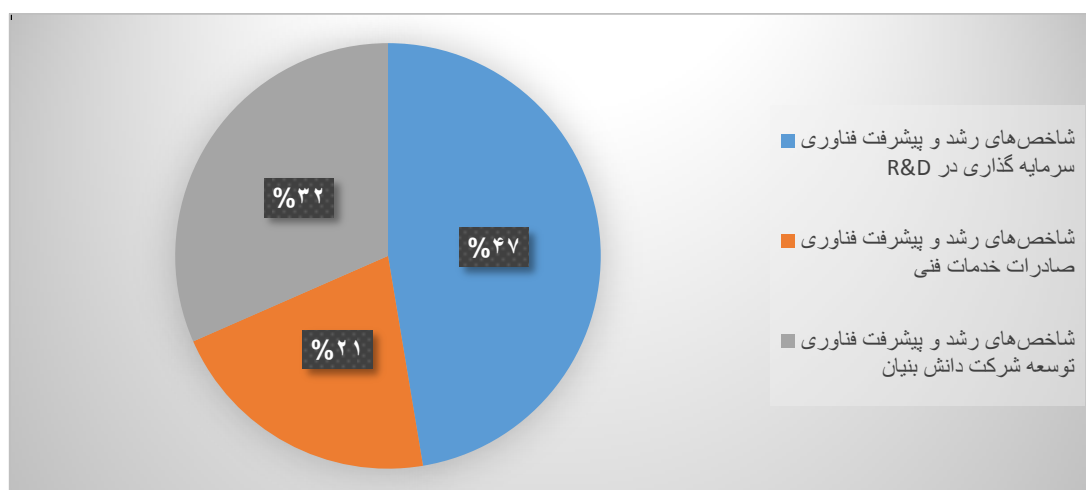
- موقعیت رقابتی: میزان موفقیت در تسلط نسبی بر بازار، درآمد کل، سهم بازار، سهم صادرات
- ظرفیت‌سازی: رشد و پیشرفت دانش فناوری، توسعه نیروی انسانی متخصص، بهره‌برداری و عملیاتی نمودن دانش به فناوری
- مسئولیت اجتماعی: در نظرگیری مسایل زیست‌محیطی، بهبود سطح رفاه اجتماعی، بالابردن رشد اقتصادی، مشروعیت‌بخشی
- نوآوری: بالابردن توان نوآوری و طراحی محصول و فرآیند

به منظور نظرسنجی خبرگان در تدوین اهداف کلان، پرسشنامه‌ای جهت نظرسنجی از خبرگان صنعت و دانشگاه (نامبرده در جدول ۱-۲) تهیه شد. در این بعد مهم‌ترین اهدافی که نیازمند نظرخواهی از خبرگان می‌باشند ناظر بر تبیین موقعیت عملکردی و رقابتی سیستم کنترل نیروگاهی در افق چشم‌انداز می‌باشند. به عبارت دیگر با توجه به این که اهداف کلان ترجمان چشم‌انداز در قالبی جزئی‌تر می‌باشند، توانمندی مطلوب کشور در طراحی، توسعه و تولید سیستم کنترل نیروگاهی در چشم‌انداز می‌بایست به صورت راندمان مطلوب، توان تولیدی و اولویت‌های توسعه فناوری سیستم کنترل نیروگاهی مشخص شود.

از میان ابعاد دیگر نیز تنها موضوع ظرفیت‌سازی برای رشد فناوری برای پرسش از خبرگان حائز اهمیت می‌باشد. این امر به دلیل آن است که در چشم‌انداز بر به کارگیری و بومی‌سازی فناوری تأکید شده است. در نتیجه اهداف کلان این حوزه می‌بایست مشخص شوند. همچنین در ابعاد مسئولیت اجتماعی، اهدافی بدیهی مانند کاهش آلاینده‌های زیست محیطی، رفاه اجتماعی و رشد اقتصادی وجود دارند که مورد پرسش واقع نشده‌اند. بعد ارتقاء توان نوآوری نیز به دلیل همپوشانی با موضوع ظرفیت‌سازی برای رشد فناوری، در پرسشنامه مورد بحث واقع نخواهد شد.

## ۱-۷- تحلیل نظرات خبرگان در ارتباط با ابعاد اهداف کلان

در پرسشنامه اهداف کلان توسعه فناوری سیستم کنترل نیروگاهی (پیوست ۱) پرسشی مبنی بر تعیین شاخصهای تاثیرگذار بر رشد و پیشرفت فناوری در حوزه سیستمهای کنترل نیروگاهی مطرح شده که خبرگان باید بین سه گزینه سرمایه‌گذاری در R&D و صادرات خدمات فنی و توسعه شرکت‌های دانش بنیان یکی را به عنوان شاخص مناسب برای هدف گذاری تعیین نمایند. نتایج حاصل از پرسشنامه مطرح شده که توسط اعضای محترم کمیته راهبری مورد سنجش قرار گرفته شده در شکل (۹-۱) مشاهده می‌کنیم.



شکل ۹-۱- نظر خبرگان پیرامون شاخص‌های اهداف کلان سیستم کنترل نیروگاهی

با توجه به نظرات خبرگان شاخصهای تاثیر گذار بر رشد و پیشرفت فناوری و ابعاد مختلف اهداف کلان، پیش نویس اولیه اهداف کلان سیستم کنترل نیروگاهی به صورت زیر مطرح شد.

➤ دستیابی به توان طراحی و ساخت سیستم‌های کنترل به روز برای نیروگاه‌های حرارتی با قابلیت تعمیم به نیروگاه‌های تولید پراکنده، برق‌آبی و اتمی

➤ تامین بازار داخلی و توسعه بازارهای صادراتی در سطح منطقه‌ای و بین‌المللی



➤ تحقق پیشرفت فناورانه با تاکید بر موارد زیر:

- بومی‌سازی فرآیندهای تولید

- سرمایه‌گذاری و تعامل موثر با دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی

- سرمایه‌گذاری در R&D

در پایان لازم به ذکر است نظرات نهایی اعضا در جلسه کمیته راهبری ملاک عمل قرار گرفته است و نتایج به دست آمده از تحلیل پرسشنامه خدمت اعضا ارائه شده است. سرانجام اهداف کلان مصوب سیستم کنترل نیروگاهی در افق زمانی ۱۴۰۴ به شرح ذیل اعلام نمودند:

✚ طراحی و ساخت سیستم‌های کنترل بر اساس فناوری DCS جهت استفاده در نیروگاه‌های حرارتی با قابلیت تعمیم به

سایر نیروگاه‌ها و صنایع فرایندی از جمله صنایع نفت و گاز، سیمان، فولاد و ...

✚ تامین نیاز بازار داخلی و ایجاد زیرساخت‌های لازم جهت توسعه بازارهای صادراتی

✚ بسط و توسعه سرمایه‌گذاری در فناوری سیستم کنترل نیروگاهی با تاکید بر مشارکت بخش خصوصی و بکارگیری

شرکت‌های دانش بنیان

✚ تحقق پیشرفت فناورانه با تاکید بر موارد زیر:

- بومی‌سازی فرآیندهای تولید

- سرمایه‌گذاری و تعامل موثر با دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی

- سرمایه‌گذاری در R&D

## ۱-۸- جمع بندی

در این فصل پس از مرور مفاهیم و روش‌های تدوین چشم‌انداز و اهداف کلان، براساس بررسی اسناد بالادستی و نظرات خبرگان صنعتی و دانشگاهی، چشم‌انداز سیستم کنترل نیروگاهی در سطح طراحی، ساخت و تعمیرات و عیب‌یابی سیستم‌های کنترل نیروگاهی تدوین گردید. همچنین اهداف کلان در جهت وصول چشم‌انداز ارائه شد. به طور کلی اهداف کلان در جهت افزایش راندمان و توان تولیدی سیستم کنترل نیروگاهی، طراحی و ساخت سیستم‌های کنترل بر اساس فناوری DCS جهت استفاده در نیروگاه‌های حرارتی و بسط و توسعه سرمایه‌گذاری در فناوری سیستم کنترل نیروگاهی و تحقق پیشرفت فناورانه تعیین گردید.

## فصل ۲- راهبرد توسعه فناوری

### ۲-۱- مقدمه

در این فصل پس از بیان مفاهیم راهبرد ملی توسعه فناوری، فرآیند تدوین راهبرد توسعه فناوری سیستم کنترل نیروگاهی تشریح خواهند شد. پس از آن روش اکتساب فناوری‌های منتخب تشریح خواهند گردید.

### ۲-۲- مرور ادبیات راهبرد توسعه فناوری

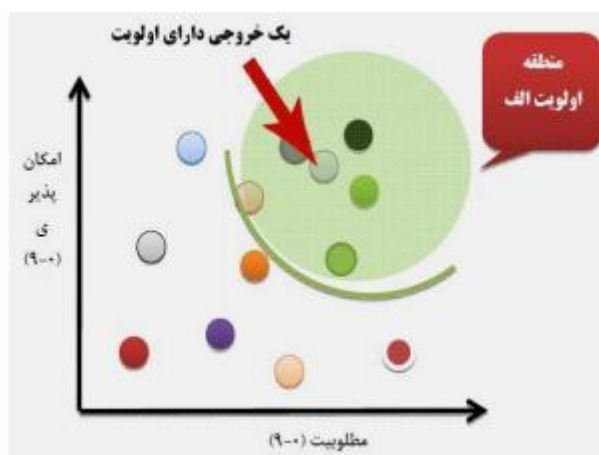
#### ۲-۲-۱- مفاهیم و روش اولویت‌بندی فناوری

تعیین اولویت‌های توسعه و انتخاب حوزه‌های برگزیده فناوری در قالب راهبرد پورتفولیو به‌انجام می‌رسد. زمانی که انتخاب اولویت‌ها مورد نظر است، روش فناوری‌های حیاتی یا کلیدی، یک رویکرد ارزشمند و مفید جهت ارزیابی حوزه‌های تحقیقاتی و فناوری‌های مختلف به شمار می‌رود. در این روش با اندازه‌گیری میزان اهمیت یا کلیدی بودن هر حوزه، فهرستی از حوزه‌های مهم و کلیدی فناورانه برای سرمایه‌گذاری و توسعه مشخص می‌گردد. نوع سؤالاتی که معمولاً جهت شناسایی فناوری‌های کلیدی پرسیده می‌شود از این قبیل است:

- حوزه‌های کلیدی فناوری برای توسعه کدامند؟
- فناوری‌های حیاتی که باید به وسیله منابع عمومی حمایت شوند، کدامند؟
- چه معیارهایی باید به منظور انتخاب فناوری‌های حیاتی به کار گرفته شوند؟
- شاخص‌های اندازه‌گیری هر معیار چیست؟
- براساس معیارهای انتخاب شده، فناوری‌های اولویت‌دار برای توسعه و سرمایه‌گذاری کدامند؟

از آنجا که هدف راهبرد پورتفولیو اولویت‌بندی حوزه‌های فناورانه است، باید از روشی استفاده شود که قادر به برآوردن این مؤلفه باشد. از میان روش‌های مختلف، روش فناوری‌های حیاتی که به انتخاب فناوری‌های مهم با دو معیار جذابیت و امکان‌پذیری می‌پردازد، کاربرد فراوانی دارد.

در این روش پیشنهادی، تعیین فناوری‌های برگزیده با استفاده از ماتریس دو بعدی جذابیت-توانمندی<sup>۱</sup> صورت می‌پذیرد. (۵) واضح و مبرهن است که در هر سطح از شاخص‌ها و معیارهای خاص خود برای ارزیابی جذابیت (مطلوبیت) و یا توانمندی (امکان‌پذیری) استفاده خواهد شد.



شکل ۱-۲- ارزیابی ماتریس جذابیت (مطلوبیت) و توانمندی (امکان‌پذیری)

در این روش، بر اساس دو دسته معیار جذابیت و توانمندی به مقایسه میان گزینه‌های مختلف پرداخته می‌شود. معیارهای جذابیت بیان‌کننده ابعاد ذاتی از گزینه‌ها است که برای سیاست‌گذار دارای مطلوبیت هستند. در مقابل، معیارهای توانمندی به دنبال ارزیابی پتانسیل‌های موجود در برگزیدن هریک از گزینه‌هاست. در این روش می‌توان هر یک از حوزه‌های فناوری را از نظر جذابیت و توانمندی، در ماتریس در نظر گرفت و حوزه‌های دارای جایگاه مناسب را انتخاب نمود.

برای ارزیابی جذابیت فناوری‌ها به طور معمول می‌بایست معیارهایی تعیین شوند که به عنوان نمونه می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

• اشتغال‌زایی

<sup>1</sup> Bi-dimensional matrix of attractiveness-capability

- ایجاد بازار برای مواد خام
- پتانسیل برای صادرات
- غرور ملی
- جلوگیری از خروج ارز
- صرفه‌جویی در هزینه‌های نیروی کار

مفهوم توانمندی نیز در ماتریس اولویت‌بندی بیانگر مجموع توانمندی‌های بالقوه و بالفعل، در سطح ملی، و در زمینه‌ی توسعه فناوری است. برای انجام فرآیند ارزیابی توانمندی فناوریانه مدل‌های مختلفی توسعه داده شده است بسیاری از مدل‌های موجود نیازمند ورود اطلاعات با میزان جزئیات فراوان هستند. در قبال دریافت این ورودی‌ها، مدل‌های بیان شده خروجی‌های مختلفی را به تحلیل‌گر ارائه می‌نمایند. به‌منظور کاستن از حجم ورودی‌های موردنیاز روش پیشنهادی و جلوگیری از تولید اطلاعات غیرضروری، لازم است تا مدلی انتخاب شود که با خروجی‌های موردنیاز معیار توانمندی در ماتریس اولویت‌بندی هم‌خوان باشد. برخی از محققان به ارائه‌ی مدل‌های ارزیابی توانمندی بر مبنای سطوح توانمندی فناوریانه پرداخته‌اند که می‌توانند مبنایی برای ارزیابی توانمندی‌های فناوریانه در سطح ملی قرار گیرد. به این منظور برای شناسایی عمق توسعه‌ی فناوریانه سطوح زیر را معرفی کرده‌اند:

- ✓ سطح صفر: (مصرف<sup>۱</sup>) هیچ توسعه‌ای در کشور رخ نمی‌دهد. اگر فناوری وجود داشته باشد، به‌صورت محصول نهایی وارد شده است.
- ✓ سطح ۱: (مونتاژ) مونتاژ ساده‌ی قطعات؛ نوآوری محصول یا فرایند کم یا اصلاً صورت نمی‌گیرد.
- ✓ سطح ۲: (تطبیق) توسعه یا تولید نسبتاً پیچیده‌ای با همکاری گسترده خارجی، احتمالاً از طریق کسب لیسانس انجام می‌شود. ممکن است فعالیت‌هایی برای وفق دادن فناوری با شرایط داخلی صورت گیرد.

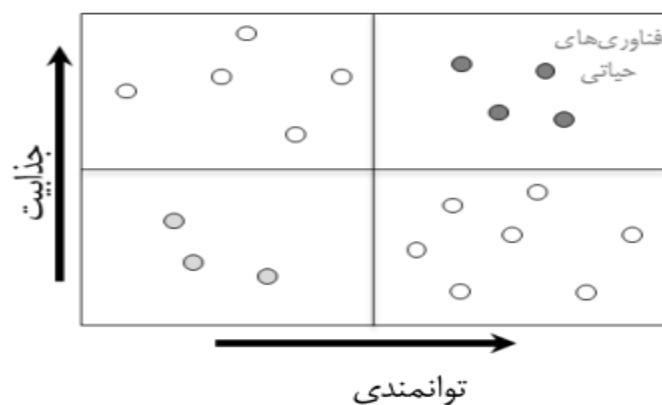
<sup>1</sup> Use

✓ سطح ۳: (در حال ترقی دادن) شرکت‌های محلی فعالانه درگیر ترقی دادن برخی از مراحل توسعه (لزوماً نه تمامی مراحل) فناوری نسبتاً جدید هستند. به عنوان مثال ممکن است تحقیقات پایه و طراحی محصول در خارج صورت بگیرد، ولی شرکت‌های محلی در نوآوری فرایند و سایر مراحل پس از طراحی فعال باشند.

✓ سطح ۴: (جامع) تحقیقات پایه، تحقیقات کاربردی، طراحی و توسعه، نوآوری در فرایند و تولید نهایی در داخل کشور انجام می‌شود. فناوری‌ها و خدمات حامی اغلب در داخل کشور هستند. در این حالت کشور کاملاً قادر به انجام کلیه مراحل است ولی ممکن است بنابه دلایل اقتصادی یا سیاسی نتایج مرحله‌ای از توسعه را از کشور دیگری کسب نماید.

در مدل دیگری به منظور ارزیابی توانمندی فناورانه، ابتدا سطح مورد انتظار (ایده‌آل) از تسلط به فناوری مشخص گردیده و سطح تسلط فعلی نسبت به آن سنجیده می‌شود. مقایسه این دو سطح از توانمندی، بیانگر شکاف فناورانه کشور در آن حوزه می‌باشد.

در نهایت پس از ارزیابی جذابیت و ارزیابی توانمندی در فناوری‌های شناسایی شده، ماتریسی مطابق با شکل زیر تدوین شده و تحلیل‌های مربوطه براساس آن انجام می‌گیرد.



شکل ۲-۲- ماتریس جذابیت - توانمندی (امکان پذیری)

در این ماتریس، نحوه و موقعیت ترسیم خطوط متقاطع، بسته به موضوع مورد مطالعه متفاوت بوده و بستگی به موقعیت مکانی فناوری‌های مختلف در ماتریس دارد. پس از تقسیم‌بندی نواحی ماتریس، چهار ناحیه ۱، ۲، ۳ و ۴ ایجاد می‌شود. هر ناحیه تصمیمات راهبردی متفاوتی را نسبت به فناوری‌ها و زیرفناوری‌های قرار گرفته در آن اعمال می‌نماید. معمولاً ترتیب اولویت-دهی حوزه‌های فناورانه در این ماتریس به ترتیب نواحی ۱، ۲، ۳ و ۴ است.



شکل ۲-۳- تقسیم‌بندی ماتریس جذابیت-توانمندی

با تقسیم ماتریس فوق به چهار ناحیه، نتایج زیر حاصل می‌گردد:

- ناحیه ۱ در بردارنده حوزه‌هایی است که امکان ساخت با طراحی بومی (به صورت جزئی یا کامل) آنها در ۵ سال آینده وجود دارد و از جذابیت بالایی برخوردار هستند. در این زمینه دولت بایستی حمایت‌های لازم را در توسعه حوزه‌های فناورانه به عمل بیاورد.
- ناحیه ۲ شامل حوزه‌هایی از فناوری است که در ظرف ۵ سال آینده قابلیت ساخت آنها در کشور می‌تواند فراهم شود، اما جذابیت آنها پایین است. در این رابطه، لزومی به حمایت دولت در توسعه این بخش‌ها نیست و با فراهم آمدن توانمندی، توسعه این حوزه‌ها نیز به وقوع می‌پیوندد.

- ناحیه ۳ مشتمل بر حوزه‌هایی می‌شود که اگر چه جذابیت بالایی دارند اما تا ۵ سال آینده امکان ساخت بومی آنها در کشور ایجاد نخواهد شد. در این حوزه‌ها، دولت باید با پیروی هوشمندانه، به دنبال کردن پیشروان فناوری پرداخته تا در آینده دور، امکان تولید بومی آنها نیز محقق شود.
  - ناحیه ۴ نیز بخش‌هایی را در بر دارد که نه جذابیت بالایی دارند و نه امکان ساخت آنها ظرف ۵ سال آینده ایجاد شدنی است. این حوزه‌ها از حیطةی تمرکز خارج هستند.
- حوزه‌هایی که با توجه به این اولویت‌دهی و نیز نظر تصمیم‌گیران در نواحی قابل قبول قرار می‌گیرند، به عنوان اجزای برگزیده برای توسعه انتخاب می‌شوند.

## ۲-۲-۲- مفاهیم اکتساب فناوری

در هر یک از حوزه‌های فناورانه اولویت‌بندی شده، یکی از سه سبک تحقیق و توسعه داخلی، همکاری فناورانه و خرید فناورانه برای توسعه فناوری انتخاب می‌گردد. تحقیق و توسعه داخلی متکی بر روش‌های آزمایشات و تحقیقات پایه‌ای می‌باشد. اما سبک‌های همکاری فناورانه و خرید فناورانه مفهومی است که می‌تواند از روش‌های مختلف به انجام برسد. چهارده روش مختلف برای این حوزه وجود دارند که عبارتند از:

- تملک شرکتی<sup>۱</sup>: بنگاهی یک بنگاه دیگر را به تملک خود در می‌آورد تا بتواند به فناوری یا شایستگی فناورانه مورد نظر دست یابد.
- تملک آموزشی<sup>۲</sup>: بنگاهی جهت اکتساب فناوری، متخصصین مربوطه را استخدام و یا شرکت کوچک دیگر را به منظور در اختیار گرفتن افراد برخوردار از توانمندی‌های فناورانه و یا شایستگی‌های مدیریتی خریداری می‌کند.

<sup>1</sup> Acquisition

<sup>2</sup> Educational Acquisition



- ادغام<sup>۱</sup>: در این روش بنگاه با بنگاهی دیگری که دارای فناوری و یا شایستگی فناورانه مورد نظر می‌باشد ادغام شده و بنگاه جدیدی از ادغام این دو مورد به وجود می‌آید.
- خرید حق امتیاز<sup>۲</sup>: شرکت امتیاز تولید فناوری خاصی را به دست می‌آورد.
- مشارکت با سهام<sup>۳</sup>: در این روش شرکت اول سهام شرکت دوم را که دارای فناوری یا شایستگی فناورانه بوده می‌خرد ولی بر آن کنترل مدیریتی ندارد.
- سرمایه‌گذاری مشترک<sup>۴</sup>: شرکت‌ها از طریق سهام، سرمایه‌گذاری مشترک رسمی صورت داده و شرکت سومی به وجود می‌آید و هدف مشخص نوآوری فناوری دنبال می‌شود.
- تحقیق و توسعه مشترک<sup>۵</sup>: یک شرکت با شرکت‌های دیگر توافق می‌کند که مشترکاً روی یک فناوری و یا حوزه فناورانه فعالیت نمایند و هیچ‌گونه شراکتی در مالکیت به وجود نمی‌آید.
- قرارداد تحقیق و توسعه<sup>۶</sup>: شرکت می‌پذیرد که مؤسسات تحقیقاتی، دانشگاه و یا شرکت‌های نوآور کوچک در زمینه فناوری مشخص تحقیق نموده و هزینه‌های آن‌را بپردازد.
- سرمایه‌گذاری در تحقیقات<sup>۷</sup>: شرکت در زمینه تحقیقات اکتشافی در مؤسسات تحقیقاتی، دانشگاه یا شرکت‌های کوچک نوآور سرمایه‌گذاری نموده و فرصت‌ها و ایده‌ها را دنبال می‌نماید.
- اتحاد<sup>۸</sup>: شرکت منابع فناورانه را با شرکت‌های دیگر به اشتراک گذاشته و نیل به هدف کلی نوآوری فناورانه را تعقیب می‌کند.
- کنسرسیوم<sup>۱</sup>: چندین مؤسسه و شرکت مشترکاً تلاش می‌کنند به هدف کلی نوآوری فناورانه نایل شوند.

---

<sup>1</sup> Merger

<sup>2</sup> Licensing

<sup>3</sup> Minority Equity

<sup>4</sup> Joint Venture

<sup>5</sup> Joint R&D

<sup>6</sup> R&D Contract

<sup>7</sup> Research Funding

<sup>8</sup> Alliance

• ایجاد شبکه<sup>۲</sup>: شرکت شبکه‌ای از روابط را برقرار می‌سازد تا در همراهی با شتاب نوآوری فناورانه قرار داشته و فرصت‌ها و روندهای تکاملی را دنبال نماید.

• برون‌سپاری<sup>۳</sup>: بنگاه فعالیت‌های فناورانه را از خود خارج نموده و صرفاً به خرید محصول فناوری اکتفا می‌کند.

• خرید خدمات مشاوره‌ای: شرکت در راستای توسعه فناوری فعالیت نموده و در این مسیر از خدمات مشاوره‌ای یک شرکت دارنده فناوری استفاده می‌نماید.

انتخاب هر یک از سبک‌های مذکور متأثر از وضعیت فناوری از جهت معیارهایی چون چرخه عمر فناوری، حجم بازار پیش رو و شکاف فناورانه بوده و برای تعیین یک روش از میان روش‌های سبک همکاری از معیارهای دیگری چون هزینه، ریسک و زمان دستیابی به فناوری نیز می‌توان استفاده نمود.

علاوه بر سه سبک فوق، مجموعه‌ای از روش‌های اکتساب غیر رسمی نیز مطرح می‌باشند که قابلیت پیشنهاد در موارد خاص را دارند روش‌هایی از قبیل مهندسی معکوس، استخدام پرسنل فنی، تأسیس مراکز تحقیقاتی در کشورهای صاحب فناوری، جاسوسی صنعتی و ... .

## ۲-۳- راهبرد توسعه فناوری سیستم کنترل نیروگاهی

### ۲-۳-۱- مقدمه

پس از شناخت چشم‌انداز و اهداف کلان حوزه سیستم کنترل نیروگاهی، لازم است راهبردهای توسعه فناوری مرتبط با این اهداف مشخص شوند، به این منظور در گام اول می‌بایست اولویت‌های توسعه فناوری معین شده و در گام بعد نحوه اکتساب فناوری‌ها مشخص شوند.

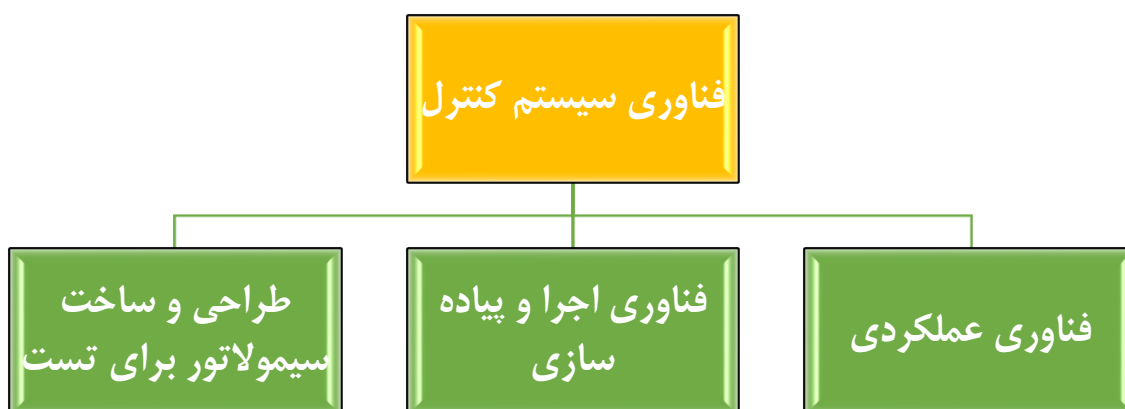
<sup>1</sup> Consortium

<sup>2</sup> Networking

<sup>3</sup> Outsourcing

## ۲-۳-۲- تبیین مکانیزم اولویت‌بندی توسعه فناوری سیستم‌های کنترل نیروگاهی

همانطور که در گزارش هوشمندی فناوری مشخص گردید، فناوری سیستم کنترل نیروگاهی از سه بخش اصلی فناوری عملکردی، فناوری اجرا و پیاده‌سازی و فناوری طراحی و ساخت سیمولاتور تشکیل شده است. به منظور تعیین راهبرد توسعه فناوری در این حوزه، می‌بایست اولویت توسعه در میان این سه بخش را تعیین نمود.



شکل ۲-۴- خلاصه درخت فناوری سیستم کنترل نیروگاهی

نکته‌ای که در این قسمت می‌بایست مد نظر داشت آن است که اولویت‌بندی در سطوح پایین‌تر عملاً مفهوم مشخصی ندارد و کار درستی نمی‌باشد. زیرا برای مثال در حوزه عملکردی، جنس کار و زیر بخش‌ها از نوع برنامه‌نویسی و کد نویسی می‌باشد و زیربخش‌های آن عبارتند از شبیه‌سازی بویلر، شبیه‌سازی توربین و ... و نمی‌توان گفت که مثلاً بخش بویلر شبیه‌سازی شود و بخش توربین شبیه‌سازی نشود؛ بلکه این شبیه‌سازی‌ها به صورت یک پکیج مطرح هستند و می‌بایست در مورد کلیت آن به یکباره تصمیم گرفت. این بحث برای سیمولاتور نیز مطرح می‌باشد.

به منظور تعیین اولویت، به طور معمول از روش‌های ارزیابی جذابیت و توانمندی که در بخش مرور ادبیات تشریح گردید، استفاده می‌شود. اما در اغلب موارد تحلیل توانمندی داخلی تأثیری در تعیین اولویت توسعه فناوری ندارد و تأثیر آن در سبک اکتساب فناوری نمود پیدا می‌کند. بدین ترتیب که فرض کنید یک فناوری پس از تعیین وضعیت از لحاظ جذابیت و توانمندی در حالت جذابیت پایین-توانمندی بالا و جذابیت پایین-توانمندی پایین قرار گیرد عملاً این فناوری در اولویت‌های توسعه قرار

نخواهد گرفت زیرا چیزی که هم اکنون کشور در آن توانمند می‌باشد، نیازی به هزینه‌کرد ندارد و یا اگر کشور در آن توانمند نباشد، جذابیتی هم برای کشور ندارد عملاً از حیطة تحقیق و توسعه خارج خواهد بود.

از طرف دیگر، فرض کنید یک فناوری پس از تعیین وضعیت از لحاظ جذابیت و توانمندی در حالت جذابیت بالا-توانمندی بالا و جذابیت بالا-توانمندی پایین قرار گیرد، بدلیل وجود جذابیت بالا در اولویت قرار خواهد گرفت که در این حالت اگر توانمندی پایین باشد می‌بایست با استفاده از یکی از مکانیزم‌های اکتساب فناوری، توانمندی در کشور ایجاد شود و یا اگر توانمندی بالا باشد، می‌بایست این توانمندی در کشور حفظ شده و تعمیق داده شود.



شکل ۲-۵- تقسیم‌بندی ماتریس جذابیت-توانمندی

بنابراین با توجه به توضیحات داده شده در این طرح، تنها جنبه جذابیت فناوری مورد بررسی قرار می‌گیرد و توانمندی کشور و اثرات آن در بخش سبک اکتساب فناوری مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

با توجه به توضیحات داده شده مکانیزم اولویت‌بندی توسعه فناوری سیستم کنترل نیروگاهی در قالب شکل ذیل نشان داده شده است.



شکل ۲-۶- مکانیزم اولویت‌بندی توسعه فناوری سیستم کنترل نیروگاهی

## ۲-۳-۳- اولویت‌بندی توسعه فناوری سیستم‌های کنترل نیروگاهی

همانطور که در بخش قبل تبیین گردید، به منظور تعیین اولویت توسعه فناوری می‌بایست جذابیت هر یک از گزینه‌ها مورد بررسی قرار گیرد. برای نیل به این هدف، ابتدا می‌بایست معیارهای سنجش جذابیت گزینه‌ها تعیین گردد. در این راستا ابتدا لیستی از گزینه‌های پیشنهادی جهت سنجش بعد جذابیت تهیه گردید که در جدول زیر قابل مشاهده است.

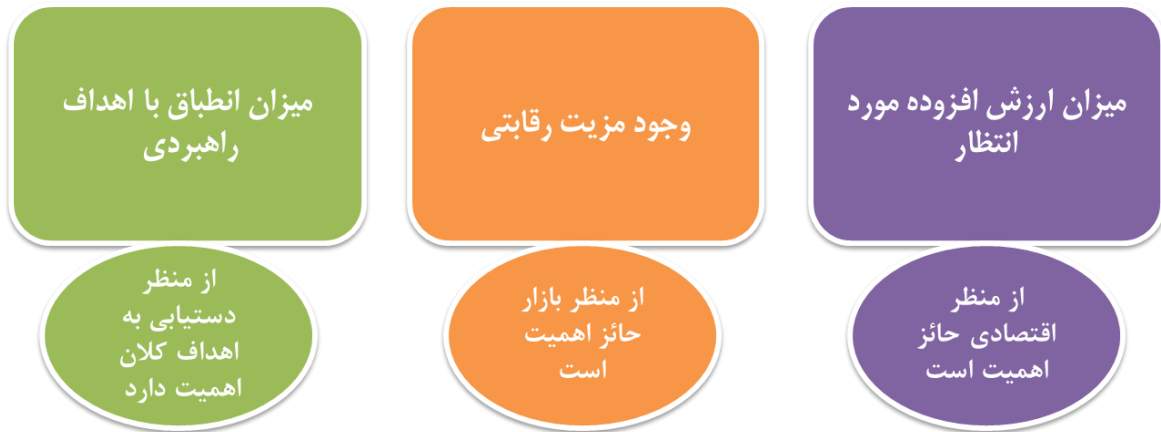
## جدول ۱-۲ - معیارهای اولیه سنجش جذابیت فناوری‌های سیستم کنترل

معیارهای اولیه سنجش جذابیت
<p><b>معیارهای بازار</b></p> <p>ارزش بازاری که تکنولوژی خلق می‌کند.</p> <p>میزان کاربرد تکنولوژی</p> <p>اندازه صادرات بالقوه</p> <p>ایجاد بازار برای مواد خام</p>
<p><b>عوامل رقابتی</b></p> <p>تأثیر رقابتی تکنولوژی</p> <p>هزینه سرمایه‌گذاری در مقایسه با رقبا</p> <p>هزینه عملیاتی در مقایسه با رقبا</p> <p>منابع مالی مورد نیاز در R&amp;D</p>
<p><b>عوامل فنی</b></p> <p>موقعیت تکنولوژی در چرخه عمر</p> <p>میزان پتانسیل پیشرفت تکنولوژی</p> <p>شکاف عملکرد در مقابل تکنولوژیهای جایگزین</p> <p>خطرات جایگزینی تکنولوژی</p> <p>امکان انتقال تکنولوژی به بخش‌های یا صنایع دیگر</p>
<p><b>عوامل دیگر</b></p> <p>میزان انطباق با اهداف</p> <p>پشتیبانی دولت از توسعه تکنولوژی</p> <p>قابلیت افزایش توان دفاعی</p> <p>میزان جلوگیری از خروج ارز</p> <p>صرفه جویی در هزینه نیروی کار</p>

در ادامه از بین معیارهای کلی که در جدول بالا نشان داده شده است، با استفاده از نظرات تیم فنی و نیز دریافت نظرات اعضای محترم کمیته راهبری از طریق ارسال پرسشنامه، سه معیار منتخب به عنوان معیارهای سنجش جذابیت فناوری‌های سیستم کنترل نیروگاهی انتخاب گردید. این معیارها عبارتند از:

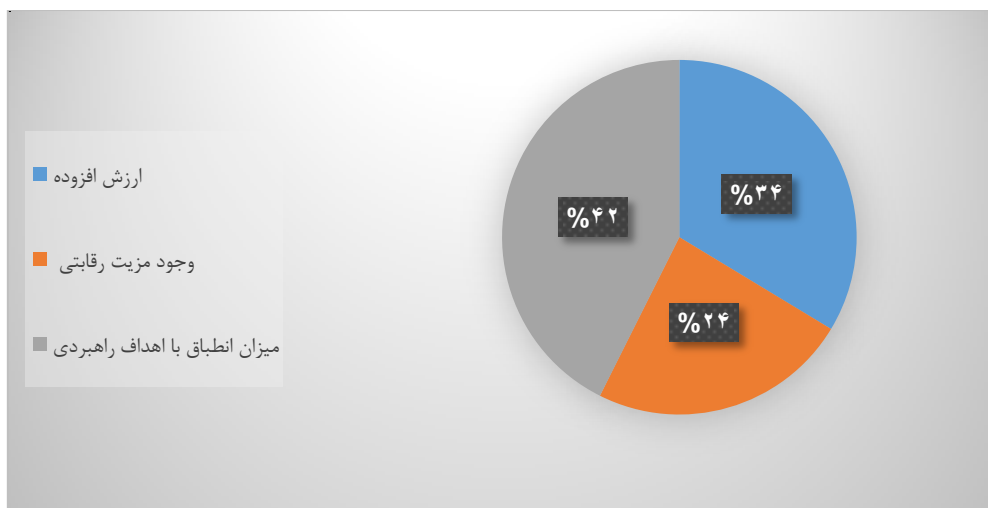
- میزان ارزش افزوده مورد انتظار

- وجود مزیت رقابتی
- میزان انطباق با اهداف راهبردی



شکل ۲-۷- معیارهای منتخب سنجش جذابیت

سپس بر اساس نظر سنجی انجام شده از خبرگان (جدول ۲-۱)، میزان اهمیت هر یک از سه معیارها تعیین شد که در نمودار زیر نشان داده شده است. که در این بین میزان انطباق با اهداف راهبردی در اولویت است.

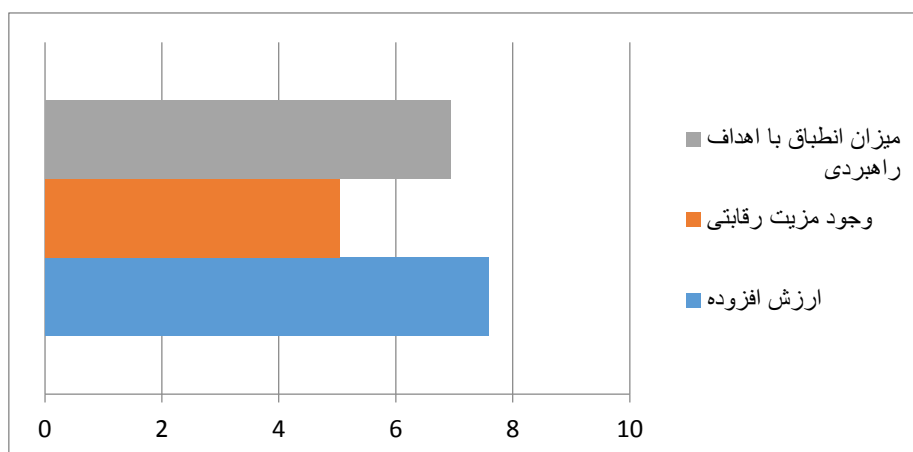


شکل ۲-۸- نظر خبرگان پیرامون اهمیت معیارهای جذابیت فناوری سیستم کنترل نیروگاهی

## جدول ۲-۲- نام و مسئولیت افراد پاسخ‌دهنده به پرسشنامه اولویت‌بندی

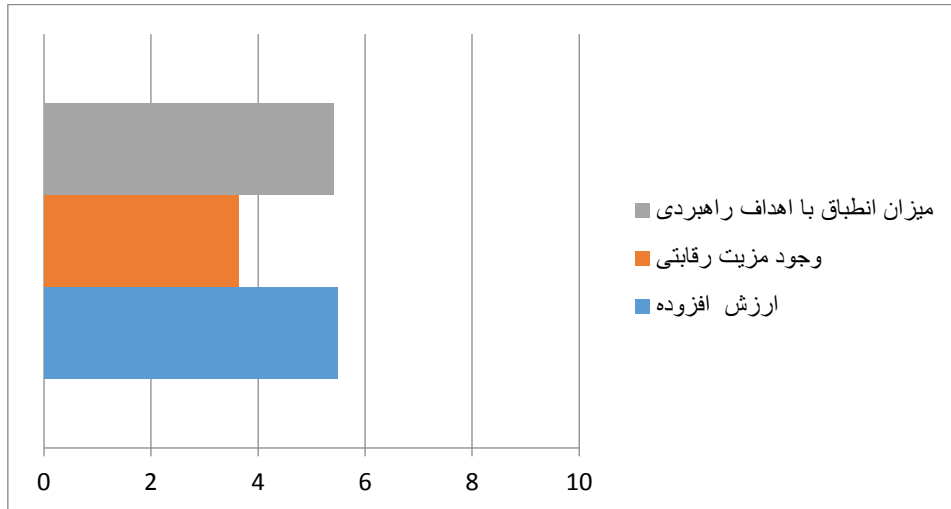
نام خبرگان	مسئولیت
۱- آقای دکتر منتظری	دانشگاه شهید بهشتی
۲- آقای دکتر یزدی زاده	دانشگاه شهید بهشتی
۳- آقای دکتر دورعلی	دانشگاه دانشگاه شریف
۴- آقای مهندس فرحناکیان	مدیر کل دفتر امور تحقیقات برق
۵- آقای مهندس مهران	وزارت نیرو
۶- آقای مهندس ابطحی	شرکت مپکو
۷- مهندس اسماعیلی	پژوهشگاه نیرو
۸- مهندس غریبیان	پژوهشگاه نیرو
۹- مهندس بخشی	پژوهشگاه نیرو

پس از تعیین وزن و اهمیت هر یک از معیارها در گام بعد حال نوبت آن است که وضعیت هر یک از حوزه‌های تحقیقاتی فناوری در هر یک از سه معیار تعیین شود. مجدداً پرسش‌نامه ای جهت نظرسنجی از خبرگان در خصوص امتیاز فناوری‌ها در هر یک از معیارهای تهیه گردید تا اولویت هرکدام از فناوری‌ها با توجه به وزن معیارها تعیین گردد. که نتایج مربوط، در نمودارهای زیر ارائه شده‌اند.

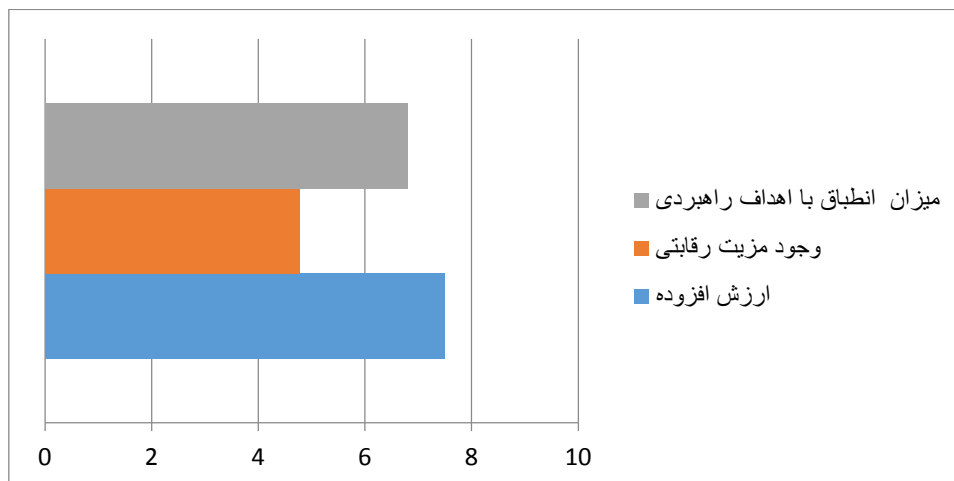


شکل ۲-۹- میزان جذابیت فناوری عملکردی بر اساس معیارهای منتخب



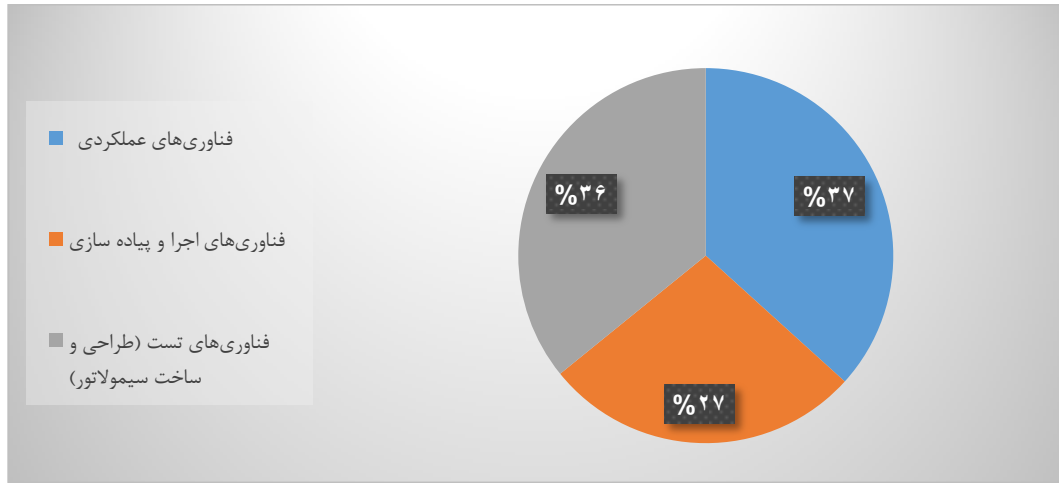


شکل ۲-۱۰- میزان جذابیت فناوری اجرا و پیاده‌سازی بر اساس معیارهای منتخب



شکل ۲-۱۱- میزان جذابیت فناوری‌های تست بر اساس معیارهای منتخب

در پایان بر اساس وضعیت گزینه‌ها در هر یک از معیارهای منتخب و وزن هر یک از معیارها، اولویت‌های توسعه فناوری تعیین گردید که در قالب شکل ذیل نشان داده شده است. بر این اساس، فناوری عملکردی رتبه نخست را به خود اختصاص داد و به ترتیب فناوری تست (طراحی و ساخت سیمولاتور) و فناوری اجرا و پیاده‌سازی در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند.



شکل ۲-۱۲- نتایج اولویت‌بندی گزینه‌ها

با توجه به آن که در حال حاضر توسعه بخش فناوری‌های اجرا و پیاده‌سازی هم اکنون توسط شرکت مکو در حال انجام است و نیز در اولویت‌بندی از دیدگاه خبرگان پایین‌ترین امتیاز را به خود اختصاص داده است، بنابر نظر اعضای محترم کمیته راهبری این بخش اولیوی در توسعه فناوری نخواهد داشت. از طرف دیگر با توجه به آنکه دو گزینه فناوری‌های عملکردی و تست امتیازات نزدیکی را به خود اختصاص داده‌اند و این دو حوزه فناورانه از ارزش افزوده و مزیت رقابتی بالایی در این حوزه برخوردارند، در نتیجه بنابر نظر اعضای کمیته راهبری هر دو حوزه به عنوان اولویت توسعه فناوری انتخاب می‌شوند.

## ۲-۴- سبک اکتساب فناوری سیستم کنترل نیروگاهی

### ۲-۴-۱- مقدمه

همانطور که در بخش مرور ادبیات تشریح گردید، در هر یک از حوزه‌های فناورانه اولویت‌بندی شده، یکی از سه سبک تحقیق و توسعه داخلی، همکاری فناورانه و خرید فناورانه برای توسعه فناوری می‌تواند انتخاب شود.

این که یک فناوری براساس کدام یک از سبک‌های فوق تامین شود، بستگی به معیارهای گوناگونی دارد. بر این اساس سه معیار چرخه عمر فناوری، میزان به کارگیری (حجم بازار) و شکاف فناوری، جهت تعیین سبک اکتساب فناوری به کار گرفته خواهند شد.

چرخه عمر فناوری شامل مراحل معرفی، رشد و بلوغ، و زوال می‌باشد که هر کدام بر تعیین سبک اکتساب فناوری، تاثیرگذار می‌باشند. به طوری که برای فناوری‌های نوظهور و در حال معرفی، امکان خرید و همکاری فناورانه از نوع تجاری آن وجود ندارد و برای فناوری‌های رو به زوال که به نوعی جانشین آن‌ها در حال ظهور می‌باشد، نیز انتخاب سبک‌های تحقیق و توسعه و همکاری فناوری منطقی نیستند. در مراحل رشد و یا بلوغ نیز برای تعیین سبک اکتساب لازم است فاکتورهای بعدی مورد بررسی قرار گیرند. معیار حجم بازار نیز گستره نیاز و تقاضای داخلی برای محصول منتج از توسعه فناوری را ارزیابی نموده و در صورتی که مقدار آن (از حیث ارزش مالی) قابل توجه نبوده و در نتیجه توسعه توانمندی در آن به صرفه نباشد، سبک خرید محصول پیشنهاد می‌گردد. اما در صورت قابل توجه بودن این مقدار، سبک خرید فناوری را نادیده گرفته و جهت تعیین سبک اکتساب از میان توسعه درونزا و همکاری فناوری، لازم است فاکتور شکاف فناوری مورد بررسی قرار گیرد. در صورتی که توانمندی فناوری مناسبی وجود داشته باشد و شکاف فناوری در افق برنامه‌ریزی قابل پوشش باشد، سبک توسعه درونزا و در غیر این صورت سبک همکاری فناوری پیشنهاد می‌گردد.

در ادامه سبک اکتساب فناوری‌های حوزه عملگری و حوزه تست (شبیه‌سازی) تشریح می‌گردد.

## ۲-۴-۲- سبک اکتساب فناوری حوزه عملکردی

همانطور که در بخش قبل تشریح گردید، به منظور تعیین سبک اکتساب فناوری حوزه عملکردی، می‌بایست وضعیت فناوری را در معیارهای چرخه عمر فناوری، میزان به کارگیری (حجم بازار) و شکاف فناوری تعیین شود.

در فناوری‌های حوزه عملکردی، بدلیل آنکه این فناوری از نوع فناوری‌های نرم (کد نویسی برنامه‌نویسی) می‌باشد، لذا سبک اکتساب خرید برای این حوزه معنی ندارد، زیرا فناوری‌هایی از جنس دانش و مهارت قابل خرید نمی‌باشند، بلکه اینگونه فناوری‌ها اغلب از نوع دانش ضمنی و غیر صریح می‌باشند که تنها از طریق همکاری با دیگر کشورها و یا تحقیق و توسعه درونزا قابل اکتساب می‌باشند. بنابراین روش اکتساب خرید از میان گزینه‌های موجود حذف خواهد شد.

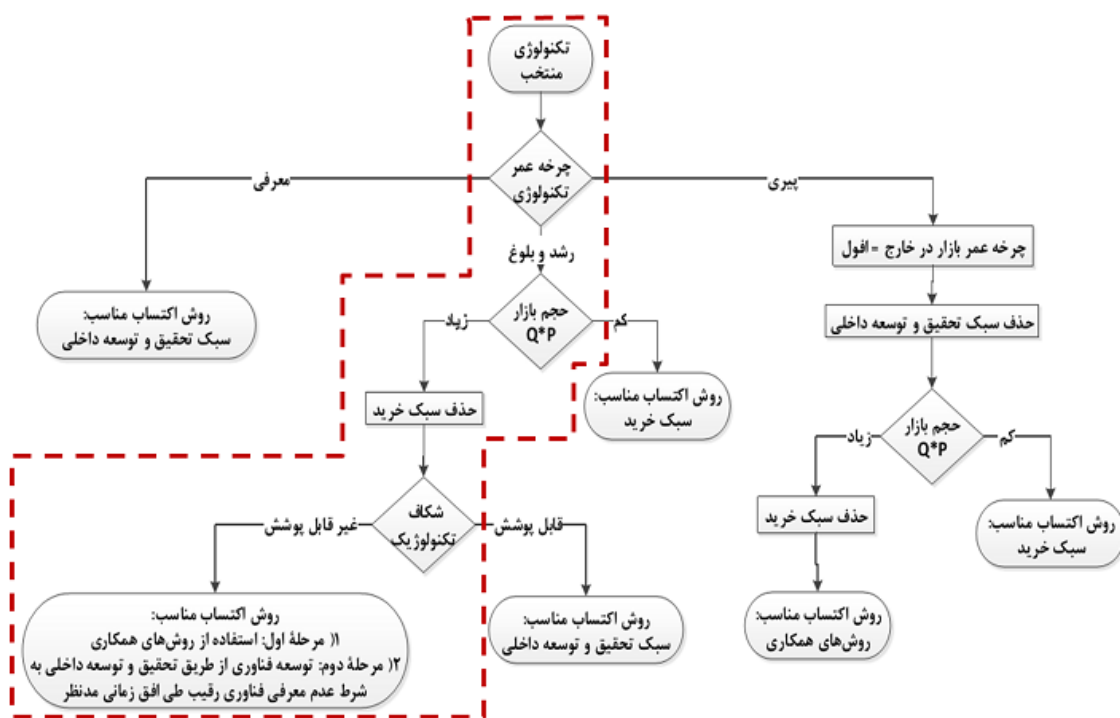
از طرف دیگر همانطور که در بخش هوشمندی فناوری تشریح گردید، وضعیت چرخه عمر فناوری حوزه عملکردی در مرحله رشد و بلوغ می‌باشد. همچنین به منظور تعیین وضعیت فناوری در دو معیار دیگر، طی جلساتی که با اعضای کمیته راهبری برگزار گردید، وضعیت فناوری در دو معیار مورد بحث قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصل از این جلسات مشخص گردید که از لحاظ معیار حجم بازار، با توجه به آنکه هر نیروگاهی در کشور نیازمند استفاده از یک سیستم کنترل مختص به خود می‌باشد (به تعداد نیروگاه‌های موجود و آینده این سیستم مورد نیاز می‌باشد) و نیز دانش موجود در این سیستم در دیگر صنایع مانند صنایع سیمان، پتروشیمی‌ها و ... مورد نیاز می‌باشد، در نتیجه، از لحاظ معیار حجم بازار، این فناوری از حجم بالایی برخوردار است.

همچنین بر اساس نتایج حاصل از این جلسات و نیز پتانسیل‌سنجی انجام شده در فاز اول این پروژه، مشخص گردید که از لحاظ معیار شکاف فناورانه، اختلاف سطح دانش موجود در کشور با فناوری روز دنیا فاصله فراوانی دارد و دانش کشور در سطح بهره‌برداری از فناوری محدود شده است. بنابراین از لحاظ معیار شکاف فناورانه، این شکاف فناورانه به راحتی و در مدت زمان کوتاه، قابل پوشش نمی‌باشد.

جدول ۲-۳- ارزیابی وضعیت فناوری حوزه عملکردی از حیث معیارهای اکتساب فناوری

حوزه	چرخه عمر فناوری	حجم بازار	شکاف فناورانه
فناوری حوزه عملکردی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	زیاد

در نگاه اول با توجه به توضیحات داده شده می‌توان نتیجه‌گیری کرد که حمایت از همکاری مشترک شرکت‌ها و مراکز تحقیقاتی داخلی با شرکت‌ها یا مراکز پژوهشی صاحب فناوری در دنیا بهترین روش برای اکتساب این فناوری می‌باشد.



شکل ۲-۱۳- فرآیند تعیین سبک اکتساب فناوری حوزه عملکردی بر اساس متدولوژی

اما در حوزه سیستم کنترل نیروگاهی، معیارها و یا مباحث دیگری نیز وجود دارند و می‌بایست در محاسبات وارد شوند که در تعیین روش مناسب اکتساب فناوری تأثیر گذارند. این موارد عبارتند از:

• **پدافند غیرعامل:** با توجه به آنکه نیروگاه‌های تولید برق در کشور جزو تجهیزات و زیرساخت‌های راهبردی در کشور محسوب می‌شود و بروز خرابی و یا خروج ناگهانی از چرخه تولید برق می‌تواند اثرات جبران‌ناپذیر اقتصادی، سیاسی و اجتماعی به همراه داشته باشد، در نتیجه سیستم کنترل این تجهیزات از منظر پدافند غیر عامل از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند. زیرا هر اندازه وابستگی کشور به تجهیزات وارداتی در این حوزه کمتر باشد، احتمال وقوع حملات سایبری، دستکاری، جاسوسی و ... و به تبع آن، وقوع حوادث در نیروگاه‌ها و خاموشی‌های ناگهانی کمتر خواهد بود.

• **حفظ دانش موجود در کشور:** در حوزه سیستم‌های کنترل نیروگاهی، برای طراحی سیستم کنترل یک نیروگاه، می‌بایست تمام اطلاعات مربوط طراحی و ویژگی‌های تجهیزات نیروگاه را در اختیار داشت. به همین دلیل تمامی سازندگان تجهیزات اصلی نیروگاهی، بخصوص توربین، تمایل دارند که سیستم کنترل نیروگاه خود را به تنهایی تولید نمایند. بدین علت که اگر فناوری سیستم کنترل نیروگاهی را در اختیار دیگران قرار دهند مجبور خواهند تا دانش طراحی و فنی خود را نیز تا حدی در اختیار قرار دهند. در نتیجه با توجه به آنکه در کشور کار طراحی توربین با دانش بومی در حال انجام است بهتر است سیستم کنترل نیروگاهی نیز با دانش بومی در کشور تأمین شود. بنابراین به منظور حفظ دانش فنی موجود در کشور بهتر است این فناوری نیز با دانش بومی توسعه یابد.

• **تمایل دارنده فناوری:** بحث دیگری که در موضوع سبک اکتساب از اهمیت بالایی برخوردار است، بحث تمایل دارنده فناوری به در اختیار قرار دادن فناوری می‌باشد. از آنجایی که دانش طراحی سیستم‌های کنترل نیروگاهی یک فناوری سطح بالا محسوب می‌شود صاحبان فناوری، تمایلی به در اختیار قرار دادن فناوری به کشورهای دیگر ندارند و فقط به دنبال فروش محصول نهایی خود هستند. در نتیجه بحث همکاری‌های فناورانه در این حوزه عملاً اجرایی نخواهد شد.

با توجه به توضیحات ارائه شده می‌توان گفت که سبک اکتساب مناسب برای این حوزه **سبک تحقیق و توسعه داخلی** می‌باشد.

## ۲-۴-۳- سبک اکتساب فناوری حوزه تست (سیمولاتور)

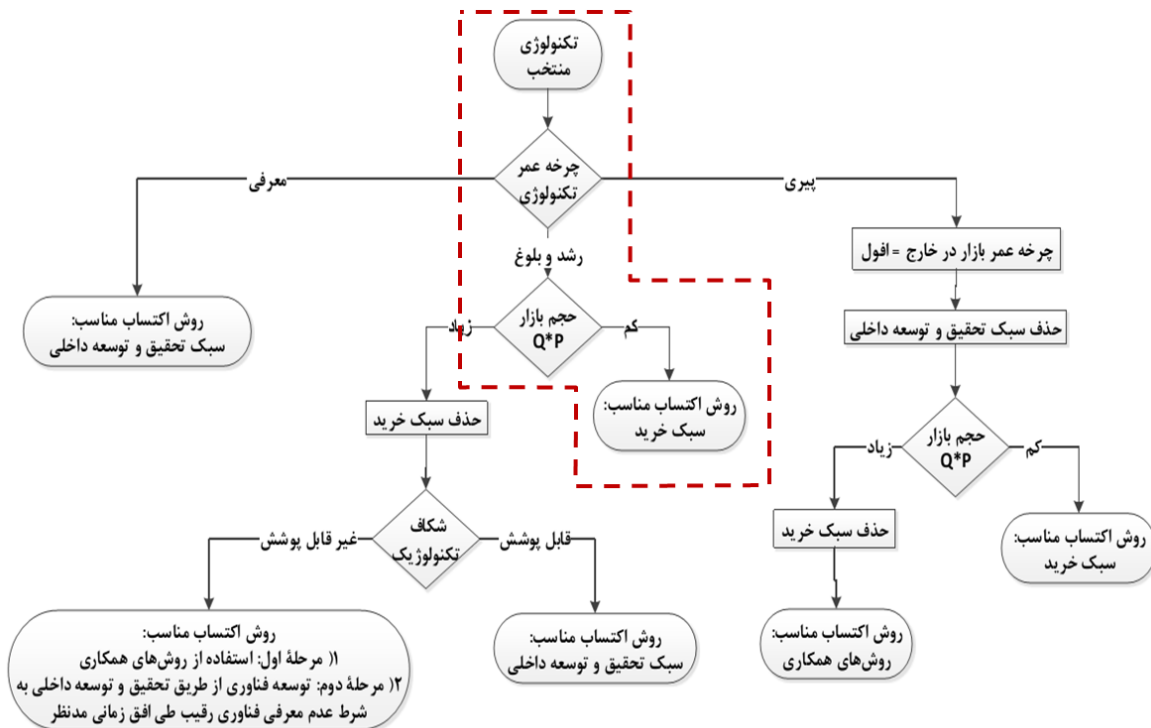
از طرف دیگر همانطور که در بخش هوشمندی فناوری تشریح گردید، وضعیت چرخه عمر فناوری سیمولاتورهای نیروگاهی، در مرحله رشد و بلوغ می‌باشد. همچنین به منظور تعیین وضعیت فناوری در دو معیار دیگر، طی جلساتی که با اعضای کمیته راهبری برگزار گردید، وضعیت فناوری در دو معیار مورد بحث قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصل از این جلسات مشخص گردید که از لحاظ معیار حجم بازار، با توجه به آنکه هر سیمولاتور برای یک نوع نیروگاه قابل استفاده است (بدین معنا که برای تمامی توربین‌های گازی زیمنس سری 2-V94 یک عدد، برای تمامی توربین‌های گازی جنرال الکتریک سری F9 یک عدد و ...)، در نتیجه با توجه به آنکه تنوع نیروگاه‌های موجود در کشور بالا نمی‌باشد، عملاً نمی‌توان حجم بازار بالایی را برای سیمولاتورهای نیروگاهی در کشور متصور بود.

همچنین بر اساس نتایج حاصل از این جلسات و نیز پتانسیل‌سنجی انجام شده در فاز اول این پروژه، مشخص گردید که از لحاظ معیار شکاف فناورانه، اختلاف سطح دانش موجود در کشور با فناوری روز دنیا فاصله فراوانی دارد و دانش کشور در سطح بهره‌برداری از فناوری محدود شده است. بنابراین از لحاظ معیار شکاف فناورانه، این شکاف فناورانه به راحتی و در مدت زمان کوتاه، قابل پوشش نمی‌باشد.

جدول ۲-۴- ارزیابی وضعیت فناوری حوزه تست (سیمولاتور) از حیث معیارهای اکتساب فناوری

حوزه	چرخه عمر فناوری	حجم بازار	شکاف فناورانه
فناوری حوزه تست (سیمولاتور)	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	کم	زیاد

بنابراین در نگاه اول با توجه به توضیحات داده شده می‌توان نتیجه‌گیری کرد که سبک خرید بهترین روش برای اکتساب این فناوری می‌باشد.



شکل ۲-۱۴- فرآیند تعیین سبک اکتساب فناوری حوزه تست (سیمولاتور) بر اساس متدولوژی

اما همانند بحث ارائه شده در بخش قبل، در این حوزه معیارها و یا مباحث دیگری نیز وجود دارند و می‌بایست در محاسبات وارد شوند که در تعیین روش مناسب اکتساب فناوری تأثیر گذارند. این موارد عبارتند از:

- **نیاز به دانش بومی برای اعمال تغییرات و بهینه‌سازی:** درست است که تمامی نیروگاه‌هایی که از توربین‌های سری ۷۹۴-۲ استفاده می‌نمایند نیازمند یک نوع سیمولاتور می‌باشند، اما شرایط و ویژگی‌های نیروگاه‌های مختلف این الزام را به وجود می‌آورد که در طراحی و یا ساخت و یا نحوه بکارگیری سیمولاتور متناسب با شرایط و ویژگی‌های هر نیروگاه، تغییراتی را در سیمولاتور بوجود آورد و یا نحوه بهره‌برداری از سیمولاتور را تغییر داد. بنابراین این امر نیازمند دانش بومی جهت انجام امور محوله می‌باشد.
- **تأثیر در افزایش و تسلط بر دانش طراحی اجزاء و سیستم کنترل نیروگاه:** بجز بحث کاربرد آموزشی سیمولاتورهای نیروگاهی، اغلب کشورهایی که به دنبال اکتساب فناوری سیستم‌های کنترل نیروگاهی می‌باشند، کار ساخت سیمولاتور را نیز خود انجام می‌دهند. زیرا دانشی که در این راه بدست می‌آید، تأثیر بسزایی در بهبود طراحی و



عملکرد سیستم‌های کنترل بومی خواهد داشت. در نتیجه با در نظر گرفتن این بحث می‌توان گفت روش اکتساب تحقیق و توسعه درون‌زا می‌تواند کشور را به هدف مهمتر دستیابی به دانش طراحی سیستم‌های کنترل نیروگاهی و نیز تسلط بر دانش طراحی دیگر اجزاء نیروگاه نزدیک نماید.

با توجه به توضیحات ارائه شده می‌توان گفت که سبک اکتساب مناسب برای این حوزه سبک تحقیق و توسعه داخلی می‌باشد.

## ۲-۵- جمع بندی

در این فصل پس از بررسی ادبیات، مفاهیم راهبرد ملی فناوری بیان گردید و سپس فرآیند اولویت‌بندی فناوری‌های سیستم کنترل نیروگاهی تشریح شد. در راستای چشم‌انداز و اهداف کلان و با استفاده از نظرات خبرگان حاضر در کمیته راهبری فناوری عملکردی جزء فناوری‌های اولویت‌دار تعیین گردید. همچنین، سبک اکتساب فناوری مبتنی بر بهره‌گیری از توانمندی داخلی، تحقیق و توسعه می‌باشد.

### ۳- نتیجه گیری

در این گزارش ابتدا به بیان مفاهیم و روش‌های تدوین چشم انداز و اهداف کلان پرداخته شد و سپس چشم‌انداز و اهداف کلان تدوین گردید.

چشم انداز مصوب فناوری سیستم کنترل نیروگاهی با توجه به نظرات اعضای محترم کمیته راهبری به صورت زیر تدوین گردید:

" در راستای سیاستها و اهداف کلان وزارت نیرو، تأمین مطمئن و پایای انرژی الکتریکی و افزایش راندمان نیروگاه‌ها، جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴، توانمندی طراحی، ساخت و تعمیرات و عیب‌یابی سیستم‌های کنترل نیروگاهی، مبتنی بر فناوری‌های روز را دارا بوده و با جایگاه مناسب در میان ۲۰ کشور برتر جهان پاسخگوی نیازهای بازارهای داخلی و صادراتی خود می‌باشد."

در جهت دستیابی به چشم انداز، اهداف کلان نیز به صورت زیر تدوین گردید:

✚ طراحی و ساخت سیستم‌های کنترل بر اساس فناوری DCS جهت استفاده در نیروگاه‌های حرارتی با قابلیت تعمیم به

سایر نیروگاه‌ها و صنایع فرایندی از جمله صنایع نفت و گاز، سیمان، فولاد و ...

✚ تأمین نیاز بازار داخلی و ایجاد زیرساخت‌های لازم جهت توسعه بازارهای صادراتی

✚ بسط و توسعه سرمایه‌گذاری در فناوری سیستم کنترل نیروگاهی با تأکید بر مشارکت بخش خصوصی و بکارگیری

شرکت‌های دانش بنیان

✚ تحقق پیشرفت فناورانه با تأکید بر موارد زیر:

- بومی‌سازی فرآیندهای تولید
- سرمایه‌گذاری و تعامل موثر با دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی
- سرمایه‌گذاری در R&D.

در فصل دوم نیز راهبرد فناوری شامل شناسایی فناوری‌های اولویت‌دار و معرفی سبک اکتساب سیستم کنترل نیروگاهی ذکر گردید. همچنین در این فصل پس از بررسی ادبیات، مفاهیم راهبرد ملی فناوری بیان گردید و سپس فرآیند اولویت‌بندی فناوری‌های سیستم کنترل نیروگاهی تشریح شد. در راستای چشم‌انداز و اهداف کلان و با استفاده از نظرات خبرگان حاضر در کمیته راهبری فناوری عملکردی جزء فناوری‌های اولویت‌دار تعیین گردید. همچنین، سبک اکتساب فناوری مبتنی بر بهره‌گیری از توانمندی داخلی، تحقیق و توسعه می‌باشد.

## پیوست - پرسشنامه چشم‌انداز و اهداف کلان

## به نام خدا

## با سلام و احترام

## فرهیخته گرامی؛

از اینکه فرصتی برای پاسخگویی به پرسش‌های این پرسشنامه صرف می‌کنید، بسیار سپاسگزاریم. پرسشنامه حاضر بخشی از فرآیند تهیه بیانیه چشم‌انداز و تدوین اهداف کلان سند راهبردی و نقشه راه توربین گازی را شکل می‌دهد که طی آن آینده‌ی مطلوب کشور در حوزه فناوری های توربین های گازی در افق ۱۴۰۴ ترسیم شده و بر مبنای آن اهداف کلان تعریف می‌گردند.

## ۱. چشم‌انداز

چشم‌انداز، تصویری مطلوب (شفاف، واقعی، جذاب و قابل قبول) و آرمان قابل دستیابی در حوزه فناوری می‌باشد که در یک افق زمانی متناسب با مبنای ارزشی جامعه تعیین می‌گردد. آنچه در این بین حائز اهمیت است تعیین وضعیت مجموعه اجزا و عناصر مندرج در بیانیه چشم‌انداز است. لذا خواهشمند است میزان اهمیت ابعادی که چشم‌انداز سند راهبردی و نقشه راه توربین گازی را شکل می‌دهند، مشخص نموده و پیشنهادات خود را ارائه فرمائید.

پاسخ	ابعاد مندرج در چشم‌انداز سند راهبردی و نقشه راه توربین گازی
<input type="checkbox"/> محدود به بازار داخلی <input type="checkbox"/> تامین بازار داخلی و توسعه صادرات به حوزه خاور میانه و شمال آفریقا <input type="checkbox"/> تامین بازار داخلی و توسعه صادرات به کشورهای همجوار و کشورهای اسلامی <input type="checkbox"/> سایر گزینه های پیشنهادی...	۱. در بیانیه چشم‌انداز، حوزه کاربرد فناوری در چه سطحی می‌تواند قرار گیرد؟
<input type="checkbox"/> تسلط بر ساخت و مونتاژ انواع توربین های نیروگاهی	۲. تعریف کلی حوزه فعالیت فناوری های توربین گازی به چه صورت است؟
<input type="checkbox"/> توانمندی طراحی در حوزه های امکان پذیر و ساخت و مونتاژ انواع توربین های گازی نیروگاهی	

۱. خود کفائی و بومی سازی دانش فنی توربین های گازی نیروگاهی	۳. کدامیک از نتایج کلی سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، و زیست محیطی حاصل از توسعه فناوری توربین گاز، برای اشاره در بیانیه چشم انداز از اهمیت بیشتری برخوردار است؟ (به ترتیب اولویت بندی فرمایید)
۲. کاهش آلاینده های زیست محیطی	
۳. ارتقاء ظرفیت صادرات خدمات فنی مهندسی و افزایش درآمد ملی	
۴. امنیت عرضه انرژی الکتریکی	
۵. اشتغال زایی	
۶. توسعه ارتباط صنعت یا دانشگاه در عرصه طراحی و ساخت توربین گاز	
۷. توسعه شبکه های برق منطقه ای،	
۸. استفاده از سوخت های جایگزین	
سایر موارد پیشنهادی...	

با تجمیع موارد فوق و با در نظر داشتن چشم انداز وزارت نیرو<sup>۱</sup> می توان یک بیانیه چشم انداز ابتدایی تدوین نمود که در این راستا یک بیانیه چشم انداز اولیه ارائه شده است که درخواست می گردد ضمن بررسی و ارزیابی آن موارد اصلاحی و پیشنهادی را مبذول فرمایید.

#### نمونه ای از بیانیه پیشنهادی چشم انداز

در راستای اهداف کلان وزارت نیرو در افق ۱۴۰۴، با شناسائی فناوری های نوین و انتقال و بومی سازی فناوری های دارای مزیت نسبی\* در حوزه توربین های گازی، با حفظ نقش موثر مراکز تحقیقاتی و دانشگاهها و تلاش برای توسعه صنعتی و پیشرفت دانش بنیان، جمهوری اسلامی ایران توانمند در زمینه طراحی و تولید توربین های گازی مبتنی بر فناوری های مناسب بوده و توان صدور خدمات فنی و مهندسی را در این حوزه خواهد داشت.

\* مقصود، بومی سازی برخی از فناوری های اولویت دار می باشد و همه فناوری ها را در بر نخواهد گرفت.

<sup>۱</sup> وزارت نیرو در افق چشم انداز جمهوری اسلامی ایران، سازمانی است بالنده که با برخورداری از مدیریت دانش محور، منابع انسانی کارآمد، ساختاری فراگیر و اثربخش، ظرفیت های فنی نرم افزاری و سخت افزاری خود اتکاء، به گونه ای عمل می کند تا کشور در مدیریت عرضه و تقاضا و دسترسی عادلانه همگان به: «برق مطمئن و پایا»، «آب سالم و کافی متناسب با ظرفیت های ملی» و «خدمات بهداشتی فاضلاب» در جهان پیشرو شناخته و نیز به عنوان مرکز راهبری برق در منطقه تثبیت شود.

پیشنهادات:

**۲. اهداف کلان**

یکی دیگر از گام‌های اساسی در تعیین ارکان جهت‌ساز، 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 است با عنوان "برای رسیدن به چشم‌انداز در افق زمانی تعیین شده، به چه مقاصدی باید دست یافت؟".

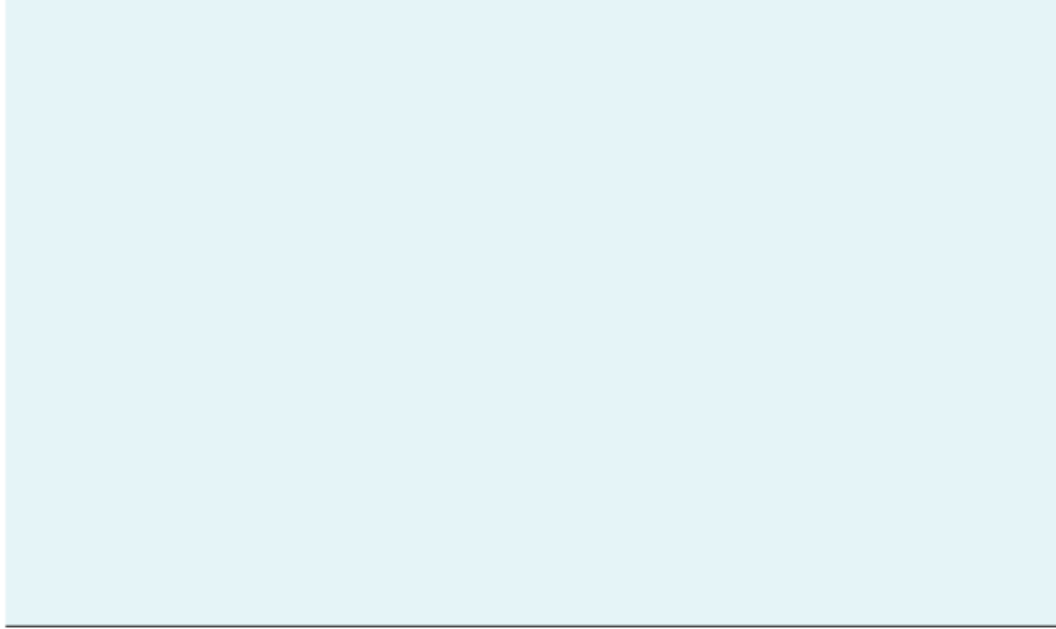
در این مرحله نیز آنچه حائز اهمیت است تعیین وضعیت مجموعه اجزا و عناصر شکل‌دهنده به اهداف کلان می‌باشد. لذا خواهشمند است ویژگی‌های مربوط به اهداف کلان را براساس موارد طرح شده و با توجه به بیانیه چشم‌انداز و وضعیت فعلی مشخص نموده و پیشنهادات خود را ارائه نمایید. سایر گزینه‌های پیشنهادی می‌تواند ناظر به پاسخ به سوالات فوق در صورت حفظ تحریم‌های بین‌المللی علیه کشور و یا رفع تحریم‌ها باشد.

ابعاد	عناصر شکل‌دهنده به اهداف کلان	پاسخ
موقعیت عملکردی و رقابتی	۱. راندمان مطلوب توربین	۱
	گازی ساخت داخل به چه رقمی می‌تواند دست یابد؟	۲
	(به ترتیب اولویت‌بندی فرمایید)	۳
	• طی ده سال ۳۶٪	۲
	• طی ده سال ۳۷٪	۲
	• طی ده سال ۳۹٪	۱
	• طی ده سال ۴۱٪	۲
	• سایر گزینه‌های پیشنهادی	
	۲. توان بیشینه تولیدی واحدهای گازی تا افق ۱۴۰۴	۱
	به چه رقمی می‌تواند دست یابد؟	۲
• ۲۰۰ مگاوات	۳	
• ۲۵۰ مگاوات	۲	
• ۳۰۰ مگاوات	۳	
	سایر گزینه‌های پیشنهادی...	

پاسخ										ابعاد	عناصر شکل‌دهنده به اهداف کلان	
											(به ترتیب اولویت‌بندی فرمایید)	• سایر گزینه‌های پیشنهادی .....
8	7	6	5	4	3	2	1				۳. مهمترین اهداف کلان توسعه فناوری توربین گازی را به ترتیب اولویت بندی فرمائید.	۱. انعطاف پذیری در نوع سوخت مورد استفاده
8	7	6	5	4	3	2	1					۲. کاهش آلاینده‌های احتراق
8	7	6	5	4	3	2	1					۳. افزایش توان تولیدی و راندمان
8	7	6	5	4	3	2	1					۴. تبدیل نیروگاه‌های بخار به سیکل ترکیبی
8	7	6	5	4	3	2	1					۵. کاهش هزینه‌های تولیدی برق
8	7	6	5	4	3	2	1					۶. کنترل نیروگاه‌ها از راه دور
8	7	6	5	4	3	2	1					۷. افزایش طول عمر
8	7	6	5	4	3	2	1					۸. ارتقای ناوگان فعلی نیروگاهی
8	7	6	5	4	3	2	1					• سایر گزینه‌های پیشنهادی .....
5	4	3	2	1							۴. به منظور رشد و پیشرفت فناوری در حوزه توربین‌های گازی نیروگاهی حرارتی کدام یک از شاخص‌های زیر برای هدف‌گذاری مناسبیت دارد؟ (به ترتیب اولویت‌بندی فرمایید)	۱. افزایش بودجه سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه و جذب و حفظ نیروی انسانی نخبه
5	4	3	2	1								۲. صادرات خدمات فنی
5	4	3	2	1								۳. توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان
5	4	3	2	1								۴. بومی سازی فرایندهای تولید
5	4	3	2	1								۵. سرمایه‌گذاری و تعامل موثر با دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی در جهت تربیت متخصصین مورد نیاز
												• سایر گزینه‌های پیشنهادی .....



در پایان چنانچه پیشنهاد دیگری مدنظر جنابعالی می‌باشد، مبذول فرمایید.



از حسن توجه و همکاریتان کمال تشکر را داریم.

پژوهشگاه نیرو

نام و نام خانوادگی تکمیل کننده:

تاریخ و امضاء



پیوست - پرسشنامه اولویت بندی حوزه های  
تحقیقاتی سیستم کنترل نیروگاهی

سند راهبردی و نقشه راه توسعه سیستم های کنترل نیروگاهی در ایران

به نام خدا

با سلام و احترام

فرهیخته گرامی؛

به استحضار می رساند در راستای سیاست‌ها و برنامه‌های توسعه فناوری وزارت نیرو، سند راهبردی و نقشه راه توسعه سیستم‌های کنترل نیروگاهی در ایران با مشارکت کلیه فعالان و صاحب نظران، در پژوهشگاه نیرو در حال تدوین است. بر این اساس و به منظور اولویت‌بندی حوزه‌های تحقیقاتی در کشور پرسشنامه‌ای تهیه شده است. لذا مستدعی است در تکمیل این پرسشنامه دقت لازم را مبذول فرمایید. در صورت وجود هرگونه ابهام با آقای مهندس غریبیان (۸۸۰۷۴۷۳۳۴-۰۲۱) تماس حاصل فرمایید.

خواهشمند است با توجه به فوریت موضوع، حداکثر تا تاریخ ۹۴/۰۴/۲۴ پرسشنامه تکمیل شده را به دفتر گروه پایش و کنترل نیروگاه پژوهشگاه نیرو ارسال یا به صورت حضوری تحویل نمایید.

با تشکر

پژوهشکده تولید نیرو

نشانی: آدرس: تهران، شهرک قدس، انتهای بلوار شهید دامن - پژوهشگاه نیرو - پژوهشکده تولید نیرو - گروه پایش و کنترل نیروگاه شماره

تلفن ۸۸۰۷۴۷۳۳۴ دورنگار: ۸۸۵۹۰۱۷۱

**مشخصات خبره محترم:**

پست سازمانی:

نام و نام خانوادگی تکمیل کننده فرم:

شماره تماس:

تحصیلات/ تخصص:

آدرس پست الکترونیک:

میزان سابقه کاری در این زمینه:

تجربیات قبلی (در صورت امکان) به صورت خلاصه ضمیمه گردد

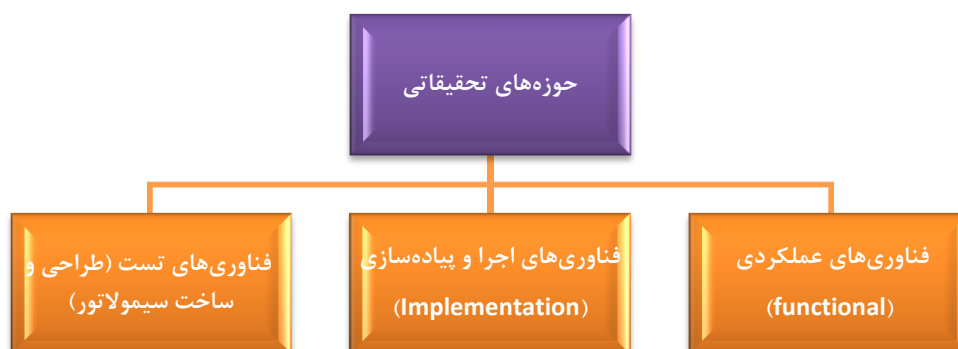


در راستای پاسخگویی به نیازهای بخش تولید صنعت برق، شناسایی دقیق سیستم‌های نوین کنترل نیروگاهی، ارائه تصویری از آینده این فناوری در افق میان مدت و بلند مدت، تعیین و برنامه‌ریزی برای ایجاد زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری لازم برای توسعه و نهایتاً اجرایی کردن آن از جمله اقداماتی است که باید در قالب یک نقشه راه مورد توجه قرار گیرد. در راستای تامین اهداف مورد اشاره، طرح حاضر مورد توجه قرار گرفته است. اجرای این طرح در ابعاد ملی می‌تواند پاسخگوی بخش مهمی از نیازهای بخش کنترل و بهره‌برداری در حوزه تولید صنعت برق باشد.

پرسشنامه حاضر بخشی از فرآیند شناسایی نیازهای فناورانه در **سند راهبردی و نقشه راه توسعه سیستم‌های**

**کنترل نیروگاهی در ایران** می‌باشد که طی آن براساس ارزیابی جذابیت فناوری می‌توان به شناسایی فناوری‌های اولویت‌دار

در سه حوزه تحقیقاتی پرداخت.



این مرحله براساس معیارهای معینی در پی انتخاب فناوری می‌باشد. این معیارها عبارتند از:

۱. ارزش افزوده
۲. وجود مزیت رقابتی
۳. میزان انطباق با اهداف راهبردی

جهت یادآوری: اهداف راهبردی مورد تأیید اعضای محترم کمیته راهبری عبارتند از:

○ طراحی و ساخت سیستم‌های کنترل بر اساس فناوری DCS جهت استفاده در نیروگاه‌های حرارتی با قابلیت تعمیم به سایر نیروگاه‌ها و صنایع فرایندی از جمله صنایع نفت و گاز، سیمان، فولاد و ...

○ تامین نیاز بازار داخلی و ایجاد زیرساخت‌های لازم جهت توسعه بازارهای صادراتی

○ بسط و توسعه سرمایه‌گذاری در فناوری سیستم کنترل نیروگاهی با تاکید بر مشارکت بخش

خصوصی و بکارگیری شرکت‌های دانش بنیان

○ تحقق پیشرفت فناورانه با تاکید بر موارد زیر:

✓ بومی‌سازی فرآیندهای تولید

✓ سرمایه‌گذاری و تعامل موثر با دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی

برای نیل به این هدف، در مرحله اول لازم است میزان اهمیت هر یک از معیارها مشخص شود. لذا خواهشمند است براساس مقیاس زیر، رقمی را برای نشان دادن اهمیت هر یک از معیارها مشخص فرمایید.



میزان اهمیت (۱-۱۰)

معیار

ارزش افزوده

وجود مزیت رقابتی

میزان انطباق با اهداف راهبردی

پس از تعیین وزن هر یک از معیارها، حال نوبت آن است که وضعیت هر یک از حوزه‌های تحقیقاتی در هر یک از این معیارها تعیین شود.



لیست حوزه‌های تحقیقاتی	ارزش افزوده	وجود مزیت رقابتی	میزان انطباق با اهداف راهبردی
فناوری‌های عملکردی			
فناوری‌های اجرا و پیاده‌سازی			
فناوری‌های تست (طراحی و ساخت سیمولاتور)			

از حسن توجه و همکاری‌تان کمال تشکر را داریم.

محل امضاء خبره محترم:

تاریخ تکمیل فرم:

## مراجع

1. **Chiesa, V and Manzini, R.** :Organizing for technological collaborations: a managerial perspective. R&D Management, 1998. pp. 199-212.
2. **Allison, M., and Kaye, J.** Strategic Planning for Nonprofit Organizations. 1998.
3. **Kaplan, R.S. and Norton, D.P.** The balanced scorecard: translating strategy into action. United states of America : Harvard Business Press, 1996.
۴. **دیوید، فرد آر،** ترجمه دکتر علی پارسائیان و دکتر سید محمد اعرابی. مدیریت استراتژیک. تهران : دفتر پژوهشهای فرهنگی، ۱۳۸۱.
۵. **مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور.** روششناسی تدوین اسناد ملی فناوری‌های راهبردی. تهران : در دست چاپ، ۱۳۹۲.
6. **Ergas, H.,** 2005. 3 The importance of technology policy. Economic policy and technological performance, 51.
7. **Cantner, U., Pyka, A.,** 2001. Classifying technology policy from an evolutionary perspective. Res. Pol. 30, 759-775.
8. **Serkisian, A.,** 2005. Technology policy, principles and concepts. Center of New Industries, Tehran.
9. **Lall, S.,** 1992. Technological capabilities and industrialization. World Development 20, 165-186.
10. **Porter, M.E.,** 1985. Competitive advantage. Free Press New York.
11. **Chiesa, V.,** 2001. R & D strategy and organization: managing technical change in dynamic contexts. Imperial College Pr.
12. **Chiang, J.T.,** 1991. From mission-oriented to diffusion-oriented paradigm: the new trend of US industrial technology policy. Technovation 11, 339-356.
13. **Chiang, J.T.,** 1991. Government funding strategy in technology programs. Technological Forecasting and Social Change 39, 391-395.
14. **Chiang, J.T.,** 1998. High-technology targeting: its modes' strategies and paradigms. Technology in Society 20, 1-23.
15. **UNIDO.** *Technology Foresight Manual,*. Vienna : UNIDO, 2005



## فهرست مطالب

۱- مرور ادبیات .....	۱
۱-۱- مقدمه .....	۱
۲-۱- تعاریف و مفاهیم سیاست‌گذاری و تدوین سیاست ها و اقدامات .....	۱
۳-۱- ویژگی‌ها و اصول تدوین سیاست‌های کلان .....	۳
۴-۱- طراحی سیاست های کلان .....	۶
۵-۱- مفاهیم ساختار کنشگران در توسعه فناوری .....	۹
۶-۱- نظام نوآوری فناورانه .....	۲۰
۷-۱- شناخت کارکردی نظام نوآوری .....	۲۲
۲- چالشها و موانع پیش روی توسعه سیستم کنترل نیروگاهی .....	۳۷
۱-۲- مقدمه .....	۳۷
۲-۲- شناسایی موانع و چالش‌ها .....	۳۷
۳- تدوین اقدامات و سیاست های پشتیبان .....	۴۰
۱-۳- مقدمه .....	۴۰
۲-۳- اقدامات سیاستی .....	۴۰
۳-۳- اقدامات فنی (پروژه های توسعه فناوری) .....	۴۴
۴- جمع بندی و نتیجه گیری کلی گزارش .....	۴۷
مراجع .....	۴۸

## فهرست شکلها

شکل ۱- چارچوب طراحی سیاست های کلان ..... ۷

## فهرست جداول

جدول ۱- فهرست کارکردهای ارائه شده توسط محققان مختلف در طول زمان ..... ۲۴

جدول ۲- کارکردهای پیشنهادی و شاخص‌های آن‌ها برگرفته از ( **BERGEK ET AL., 2008; HEKKERT AND**

..... **(NEGRO, 2009; SUURS ET AL., 2010** ) ..... ۲۷

جدول ۳- کارکردهای نظام نوآوری و شاخص‌های مربوطه ..... ۳۴

جدول ۴- نام و مسئولیت افراد پاسخ‌دهنده به پرسشنامه ..... ۳۷

جدول ۵- مهمترین چالش‌های پیشروی توسعه سیستم کنترل نیروگاهی ..... ۳۷

جدول ۶- سیاست‌هایی جهت مقابله با چالش‌های اصلی پیش روی توسعه سیستم کنترل نیروگاهی ..... ۴۰

## ۱- مرور ادبیات

### ۱-۱- مقدمه

در این بخش تعاریف و مفاهیم سیاست‌گذاری و نیز ادبیات مربوط به نظام‌های نوآوری فناورانه مرور می‌گردد.

### ۱-۲- تعاریف و مفاهیم سیاست‌گذاری و تدوین سیاست‌ها و اقدامات

برای سیاست یا خطی‌مشی تعاریف متعددی ارائه شده است. در اینجا به عنوان نمونه به چند مورد از آن‌ها اشاره می‌شود: (۵)

- سیاست عبارت است از تصمیم بسیط و از پیش گرفته شده‌ای که برای هدایت یا جایگزینی تصمیم‌گیری‌های تکراری در مدیریت بکار برده می‌شود.

- سیاست نوعی تصمیم است؛ تصمیمی اولیه، کلی، بنیادی و فراگیر که پس از جمع‌بندی افکار و تصمیمات فراوان دیگر اتخاذ می‌شود. سیاست یک تصمیم عام است و در عین حال با تصمیمات جزئی رابطه همپوشانی دارد. این دو باید مؤید یکدیگر باشند. به عبارت دیگر، باید در طول و نه در عرض یکدیگر باشند.

- سیاست، قاعده کلی اجرای عملیات است و به مدیریت ویژگی عملی داده، آن را از حوزه نظری و ذهنی به حوزه عملیاتی وارد می‌کند.

- سیاست، قانون انتخاب یا گزینش راه و سپس اتخاذ تصمیم است.

- سیاست، حاصل و نتیجه مطالعات و تصمیم‌های مدیران عالی سازمان و جامعه برای تخصیص منابع و امکانات با آینده‌نگری‌های معقول است.

با در نظر داشتن این تعاریف موجود در ادبیات، سیاست‌های کلان را می‌توان به صورت زیر تعریف نمود:

سیاست‌های کلان سیاست‌هایی هستند که با داشتن رویکردی تنظیم‌گرا، به دنبال بهبود شرایط کلان اقتصادی اجتماعی بدون توجه به ملاحظات فناورانه خاص است. این سیاست‌ها دارای اثرگذاری بر کلیه حوزه‌ها و بخش‌های نظام توسعه فناوری بوده و

به فراهم‌آوری بسترهای لازم جهت پیاده‌سازی، انسجام و کارایی راهبردهای فناوری اتخاذ شده کمک می‌کند. نتیجه این حمایت، تسهیل توسعه فناوری است.

به‌منظور روشن‌تر شدن جایگاه سیاست‌های کلان در میان سایر حوزه‌های سیاستی که در ادبیات به کار می‌رود، لازم است تا در این جا تعاریف مختصری از سیاست صنعتی و سیاست فناوری ارائه گردد:

اولین مفهوم سیاست صنعتی است. سیاست صنعتی عبارت است از تمام انواع مداخلات دولت که به صورتی هماهنگ و آگاهانه برای تسهیل فرآیند توسعه صنعتی در سطح ملی انجام می‌شود. هر دخالتی در بازارهای سرمایه، نیروی کار، مهارت و فناوری یا ایجاد تغییرات نهادی که موجب تقویت توسعه صنعتی می‌شود، سیاست صنعتی تلقی می‌شود. این دخالت‌ها از جانب دولت و در سطح ملی به‌وقوع می‌پیوندد. سیاست صنعتی با تعابیر و معانی متفاوتی در ادبیات موجود به کار رفته است. زمانی که جهت‌گیری "بازاری" صنایع (جهت‌گیری درونی یا بیرونی) مورد نظر بوده، سیاست صنعتی به سیاست تجاری تقلیل یافته است. در برخی از موارد نیز سیاست صنعتی به معنای تعیین اولویت در صنایع است. سیاست صنعتی در قالب سه نوع سیاست افقی، عمودی و کارکردی تقسیم‌بندی می‌شود. مشخص است که این تعریف بسیار عام بوده و در مجموع شامل تمامی راهبردها و سیاست‌های کلان می‌شود. به عبارت دیگر در تعریف سیاست صنعتی، هرگاه سیاست عمودی یا تعیین اولویت در صنایع مد نظر است، با توجه به تعاریف معمول، منظور راهبرد توسعه صنعتی است، و هر گاه سیاست افقی یا کارکردی مدنظر است، منظور سیاست‌های کلان است.

دومین مفهوم سیاست فناوری است. بر اساس تعریف موری<sup>۱</sup> (۱۹۹۵)، سیاست فناوری را باید به‌صورت سیاست‌هایی تعریف کرد که مقصود آن‌ها تأثیرگذاری بر تصمیمات شرکت‌ها در مورد توسعه، تجاری‌سازی یا اتخاذ فناوری‌های جدید است. به اعتقاد وی، قصد یا نیت در این تعریف مهم است، زیرا دامنه‌ی سیاست‌هایی که بر تصمیمات شرکت‌ها در مورد نوآوری و اتخاذ فناوری‌ها تأثیر می‌گذارد، شامل سیاست‌های اقتصاد کلان، سیاست‌های تنظیمی و سایر ابزارهای اجرای سیاست‌ها نیز می‌شوند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در این تعریف سیاست فناوری سیاست‌هایی هستند که بر اتخاذ، تطابق، اشاعه، توسعه، تولید و تجاری‌سازی دانش فناورانه تأثیر دارند.

<sup>1</sup> Mowery

در کنار این دو مفهوم، مفهوم سیاست‌های کلان قرار می‌گیرند که ماهیتی متمایز از دو تعریف ارائه شده دارند. سیاست‌های کلان مفهومی نزدیک به راهبردها است. راهبرد، راه رسیدن به اهداف تعیین شده است. این راه در حقیقت منتخبی از گزینه‌های جایگزین است. عملکرد یک راهبرد با میزان محقق شدن هدف مذکور سنجیده می‌شود. در طرف مقابل، سیاست چارچوبی است که کیفیت رسیدن به هدف را تعریف می‌کند. این چارچوب دربرگیرنده‌ی ملاحظات لازم در طراحی و اجرای راهبردهای توسعه است. این ملاحظات مشتمل بر اهداف کلان تعیین شده از یک طرف و اصول تدوین سیاست از طرف دیگر است. سیاست‌های کلان با ارائه‌ی راهنماهای کلی بر مبنای این ملاحظات، (۱) به یکپارچگی و رفع تناقضات راهبردها در مسیر دستیابی به اهداف کمک می‌کند، (۲) مسیر اجرای راهبردها را تسهیل می‌کند، (۳) به‌عنوان یک راهنما در جهت‌دهی به راهبردها نقش ایفا می‌کند.

### ۱-۳- ویژگی‌ها و اصول تدوین سیاست‌های کلان

به‌منظور اطمینان حاصل کردن از اثرگذاری سیاست‌های کلان، لازم است تا از رهنمون‌هایی به هنگام طراحی این سیاست‌ها استفاده شود [۱]. در حقیقت اینها ویژگی‌هایی هستند که سیاست‌های کلان باید با در نظر گرفتن آنها طراحی شوند:

- دارا بودن هدف‌های کلی و فراگیر: هدف‌های کلی، بخش اصلی سیاست‌های کلان را تشکیل می‌دهند و تصمیم‌گیرندگان در انتخاب سیاست‌ها، از آنها بهره‌بردار می‌برند. به‌عنوان مثال اهدافی چون استقلال و آزادی، حفظ تمامیت ارضی کشور، توسعه اقتصادی و غیره در سیاست‌های کلان، اجزای اصلی و عمده را تشکیل می‌دهند.
- تعیین حد و مرز سایر ابعاد ارکان جهت‌ساز و نیز برنامه اقدامات و سیاست‌ها: سیاست‌های کلان باید تعیین‌کننده حد و مرز سایر ابعاد توسعه باشند. به عبارت دیگر، باید حیطه ارکان جهت‌ساز و خرد در سیاست‌های کلان معین شود.
- تعیین اولویت زمانی برنامه اقدامات و سیاست‌ها: تعیین‌کننده اهداف زمانی سایر ابعاد توسعه می‌باشند. این بعد سیاست کلان، مشخص می‌کند که چه بخش‌هایی از برنامه اقدامات و سیاست‌ها باید بلافاصله عملی گردند و چه بخش‌هایی باید به مرور زمان به انجام رسند. به عبارت دیگر، سیاست‌های کلان، تعیین‌کننده زمان مناسب‌تری است که باید اقدامات و سیاست‌های اجرایی در آن زمان اجرا گردند. در این راه مسائلی مانند حساسیت‌های سیاسی،

بحرانی بودن اوضاع اجتماعی، احتیاج فوری به برآوردن یک نیاز و آماده نمودن جامعه برای پذیرش بعضی از مسائل، بر مهلت زمانی اولویت‌ها و برنامه‌ها تأثیر می‌گذارد.

• تعیین میزان ریسک‌پذیری: این جنبه از سیاست‌های کلان، میزان مخاطره و ریسکی را معین می‌سازد که در ارکان جهت‌ساز و برنامه اقدامات و سیاست‌ها می‌تواند مورد قبول باشد. این خصوصیات سیاست‌ها به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا میزان معقول ریسک را در برنامه‌های مورد نظر خود دریابند. مسلماً برنامه‌های توسعه‌ای که تغییرات عمده‌ای را در بردارند، نسبت به برنامه‌هایی که هدفشان تغییرات جزئی است مخاطره بیشتری را به دنبال خواهند داشت.

• طراحی پیش‌فرض‌های مربوط به آینده: مسلماً وضعیت فعلی قابل تعمیم به بسیاری از شرایط آتی نخواهد بود و خط مشی‌های آینده، باید خصوصیات خاص زمانی خود را داشته باشد. در این وجه از خط مشی‌های فراگیر، پیش‌فرض‌هایی که در مورد آینده طراحی شده است و خط مشی‌های عمومی که باید از آن‌ها تبعیت کنند، مشخص می‌گردند.

• ایجاد بنیادهای نظری برای تدوین برنامه اقدامات و سیاست‌ها: سیاست‌های کلان می‌توانند در برگرفته بنیادهای نظری سایر جهت‌گیری‌های باشند. نظریه‌های سیاسی، تئوری‌های مدیریت، تئوری‌های رفتاری و سایر تئوری‌های مربوط، می‌توانند اساس توسعه فناوری در سطوح خردتر را تشکیل دهند و در سیاست‌های کلان بیان شوند.

• پایداری سیاست‌ها: یکی از خصوصیات عمده ارکان جهت‌ساز، عمر نسبتاً طولانی آن است. سیاست‌های کلان باید به‌گونه‌ای طراحی و وضع شوند که از انعطاف کافی برخوردار بوده، پویایی لازم را حفظ کنند و زمان نسبتاً درازی، قابلیت کاربرد و استفاده داشته باشند. سیاست‌های کلان باید بتواند با محیط متغیر و متحول افراد خود تطبیق یافته، به نیازهای گوناگونی در طول زمان پاسخ دهد. همچنین بر طبق این اصل، مداخله‌ی موقت دولت نسبت به مداخله‌ی آزاد ارجحیت دارد. اقدامات حمایتی تنها باید زمانی انجام گیرد که تأثیرات بلندمدتی فراتر از زمان اقدامات حمایتی داشته باشد. اساساً مداخلاتی منجر به پایداری در یک نظام می‌شود که فارغ از کنترل کامل بر تمام ابعاد توسعه، بر دخالت راهبردی دولت‌ها تأکید دارد. بنابراین در کلیه برنامه‌ریزی‌ها لازم است تا از این اصل در قالب سیاست‌های کلان استفاده شود.

• آینده‌نگری، واقع‌بینی: سیاست‌های کلان به آینده نظر دارند و می‌کوشد تا با توجه به واقعیت‌های موجود، خطوط کلی و جهت‌گیری‌های اساسی مسیر توسعه فناوری را معین سازند. بنابراین، قدرت پیش‌بینی در تعیین این سیاست‌ها نقش

مهمی را ایفا می‌کند و پیش‌بینی‌های صحیح، به آن‌ها اعتبار می‌بخشند. سیاست‌های کلان در آینده‌نگری باید واقعیت‌های زمان و مکان را در نظر بگیرند و از بزرگ‌دیدن یا نادیده‌انگاشتن امکانات موجود، بر حذر باشند.

• هدف‌داری: یکی دیگر از خصوصیات سیاست‌های کلان، هدف‌دار بودن آن است، سیاست‌های کلان به‌طور ارادی و از روی قصد و نیت قبلی، تنظیم و وضع می‌گردند و هدف معینی را دنبال می‌کنند. بنابراین این سیاست‌ها، موضوعاتی اتفاقی و تصادفی نیستند و رسوم و آداب و عادات اجتماعی، محتوای آن‌ها را تشکیل نمی‌دهد. اگرچه این عوامل در شکل‌گیری آن‌ها تأثیر فراوانی دارد.

• توجه به توسعه شبکه و مراکز توانمندی: توسعه شبکه و مراکز توانمندی می‌تواند باعث افزایش کارایی نظام ملی نوآوری گردد. طبق این مفهوم، هر کنش‌گر در نظام ملی نوآوری یک کشور می‌تواند به‌عنوان یک مرکز توانمندی عمل کند که شرکت‌های نوآور، سازمان‌های تحقیقاتی، و نهادهای دولتی را به‌هم ارتباط می‌دهد. توجه ویژه در دهه اخیر بر مفهوم شبکه و شبکه‌سازی برای خلق و انتشار نوآوری نیز مؤید همین مطلب است. بر همین اساس، لازم است تا سیاست‌هایی در سطح کلان وجود داشته باشند که بر این مفهوم به‌عنوان یک اصل مهم که در کلیه اقدامات و برنامه‌ها و اقدامات بر آن توجه شود، در نظر گرفته شود.

• اصل سازمان‌های تحقیقاتی یادگیرنده: این اصل بر این موضوع تأکید دارد که سازمان‌های تحقیقاتی نیازمند میزان قابل ملاحظه‌ای انعطاف‌پذیری سازمانی و مدیریتی برای پردازش تجارب کسب شده و اطلاعات جدید و برآورده ساختن اهداف تحقیق که طی توسعه اقتصادی تغییر می‌کنند، می‌باشند. بر این اساس، کلیه کنش‌گران لازم است تا از انعطاف‌پذیری بالا در محیط توسعه فناوری برخوردار باشند. این انعطاف‌پذیری را می‌توان ابزار برای غلبه بر اینرسی و لختی به وجود آمده از نظام‌های فنی و اجتماعی موجود به شمار آورد. در صورت وجود این اینرسی، کلیه اقدامات و برنامه‌ها در سطوح پایین‌تر بدون نتیجه باقی خواهد ماند و تغییر در ماهیت کلان نظام به‌وجود نمی‌آید. بنابراین ضرورت وجود سیاست‌های کلانی که با رعایت این اصل با ترویج انعطاف‌پذیری بر اینرسی موجود غلبه نمایند احساس می‌شود.

• اصل رقابت: رقابت مستلزم این است که دولت‌ها از چارچوب‌های قانونی و تنظیمی مبتنی بر بازار برای بهبود رقابت بین کنش‌گران نظام نوآوری ملی استفاده نمایند. تمرکز بر این چارچوب‌های مبتنی بر بازار بیشتر نگاهی است که در مکتب



اقتصادی نئوکلاسیک بر آن تأکید می‌گردد. اما از نگاه سایر مکاتب اقتصادی (مانند نهادگرا)، اتکا تنها بر شکل‌دهی به بازار در شرایطی که زیرساخت‌هایی ابتدایی و بنیادین نوآوری ضعیف است، شاید نتواند برآورده کننده شرایط رقابت کامل باشد. بنابراین رقابت برای ایجاد شرایط نوآوری (نه فقط تنظیم بازار) می‌تواند موضوع سیاست‌های کلان باشد.

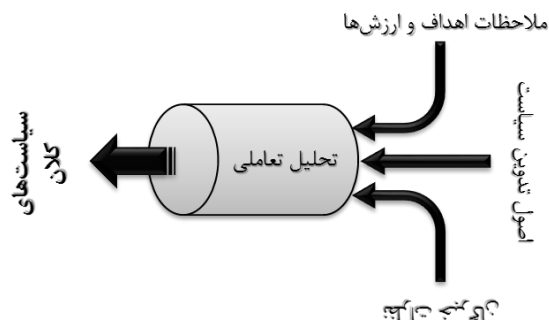
• اصل سازمان‌های تحقیقاتی ناب: این اصل بر دوری جستن از مشکلات بروکراتیک تأکید دارد. خصوصاً رویه‌های اداری وقت‌گیر که مانع تحقیق، بهره‌برداری، و کاربرد نتایج تحقیق می‌شود.

• اصل ارزیابی مستمر: گذشت زمان منجر به ایجاد تغییرات در محیط توسعه فناوری می‌گردد. این تغییرات ضرورتی برای بازنگری در اهداف و اقدامات به‌وجود می‌آورند. بر این اساس، در قالب سیاست‌های کلان ضروری است تا بر مفهوم تغییر و پویایی که جزء جدایی‌ناپذیر محیط توسعه است، تأکید گردد.

• اصل تکمیل‌کنندگی: توانایی سطوح مختلف دولت در حل مشکلات، تعیین‌کننده‌ی نحوه‌ی تخصیص توانمندی‌های سیاستی و مسئولیت‌های دولتی می‌باشد. بنابراین، هر واحد تصمیم‌گیری سیاستی تنها برای وظایفی مسئولیت نشان می‌دهد که نمی‌تواند توسط نهادهای دولتی یا خصوصی زیردست برعهده گرفته شود. با تحقق اصل تکمیل‌کنندگی، اقدامات بخش خصوصی تقویت خواهد شد.

## ۱-۴- طراحی سیاست‌های کلان

به‌منظور طراحی سیاست‌های کلان ضروری است تا چارچوبی توسعه داده شود. این چارچوب به طراحی سیاست‌های هماهنگ با ویژگی‌های ذکر شده در قسمت قبل می‌پردازد. از آن‌جا که نظرات خبرگان (مشمول بر سیاستگذاران) در اتخاذ سیاست‌های کلان، وزن قابل توجهی دارد، بخش گسترده‌ای از چارچوب پیشنهادی نیز متکی بر جمع‌آوری نظرات کارشناسی است. این چارچوب از سه بخش ورودی، عملگر، و خروجی تشکیل شده است:



شکل ۱- چارچوب طراحی سیاست‌های کلان

## ورودی

ورودی مشتکل از سه جزء نظرات خبرگان، اصول تدوین سیاست، و ملاحظات اهداف کلان توسعه است. از آنجا که سیاست‌های کلان مفاهیمی کاملاً وابسته به موضوع و پیشینه بستر عملیاتی تحقیق هستند، بخش عمده‌ای از طراحی آن‌ها متکی بر نظراتی است که افراد درگیر در فرآیندهای عملیاتی موضوع مورد مطالعه منعکس می‌کنند. در چنین شرایطی، ارائه یک قالب از پیش تعیین شده که بتواند به‌طور مستقل از نظرات افراد به تولید سیاست‌ها بپردازد ممکن نخواهد بود.

بر این اساس، اولین ورودی در طراحی سیاست‌های کلان نظرسنجی خبرگان خواهد بود. در تشخیص اینکه چه خبرگانی باید در فرآیند تدوین سیاست‌های کلان مشارکت داشته باشند، سه عنصر اختیار، تخصص و نظم می‌تواند راهنما باشند. اختیار به سیاست مشروعیت می‌دهد. بنابراین هویت‌هایی ممکن است به دلیل داشتن اختیاراتی در فرآیند سیاست‌گذاری دخیل شوند. یکی از خصوصیات هر حوزه سیاست‌گذاری فناوری وجود گروهی از متخصصان فنی در آن حوزه است. بدون وجود متخصصانی که مسئله را تشخیص دهند و راه‌حل‌هایی پیشنهاد کنند، نمی‌توان سیاست‌های اثربخش و کارا ارائه داد. سیاست مشتکل بر ایجاد نظم و درک مشترک است. بنابراین ممکن است هویت‌هایی که به نوعی می‌توانند بر سیاست اثرگذار باشند یا از آن تأثیر بپذیرند، برای ایجاد نظم و درک مشترک در سیاست دخیل شوند [۲]. والت و گیلسون (۱۹۹۴) مجموعه این خبرگان را در قالب

پنج گروهی کلیدی زیر برمی‌شمرد:

- تکنوکرات‌ها شامل دانشمندان، دانشگاهیان، و سایر متخصصانی که برای تشخیص میزان و ماهیت مسئله، همچنین

تحلیل فنی علل و راه‌حل‌ها اطلاعات ارائه می‌کنند.

• بروکرات‌ها علاقه‌مند به استفاده از ساختار دولت‌اند، به‌گونه‌ای که به بهترین شکل برای مورد خطاب قرار دادن موضوعات مناسب باشد، و اغلب در پی حفظ یا توسعه بروکراسی موجود باشند.

• گروه‌های ذی‌نفع به‌طور عمده برای نمایندگی درباره نگرانی‌های گروه‌های خاصی از مردم تشکیل می‌شوند. آن‌ها درصد این هستند که اطمینان حاصل کنند نظرات گروه‌های ذی‌نفع شنیده شده و در تصمیمات سیاست در نظر گرفته می‌شوند.

• سیاست‌مداران که معمولاً تصمیم‌گیران نهایی هستند.

• اهداکنندگان که اغلب نقشی مهم در تدوین یا اجرای سیاست دارند. آن‌ها ممکن است فرآیند را با وجوه مالی، کمک فنی، ارائه پیشنهادات و رهنمون‌هایی حمایت کنند و تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر اجرا از طریق تصمیمات تأمین مالی خود دارند.

علاوه توجه بر نظرات خبرگان، باید توجه نمود که توسعه فناوری به‌خودی خود هدف نیست و کلیه سیاست‌های کلان در پی بهبود قابلیت رقابت، شکل‌دهی اقتصاد و در نهایت ایجاد رشد اقتصادی هستند. بنابراین، باید در تدوین سیاست‌های کلان به اهداف سطح بالایی که انتظار می‌رود سیاست‌ها آن‌را برآورده کنند توجه کافی مبذول شود. این موضوع ضرورت در نظر گرفتن اهداف کلان به‌عنوان یکی از ورودی‌های طراحی سیاست‌های کلان را نشان می‌دهد. نکته‌ی دیگری که برای اطمینان از انسجام و هماهنگی سیاست‌ها باید در طراحی سیاست‌های کلان در نظر گرفته شود، توجه به یکسری اصول در تدوین سیاست‌ها است. تخطی از این اصول می‌تواند تأثیر سوء بر اثربخشی سیاست‌ها داشته باشد. این سه را می‌توان اجزایی دانست که سیاست‌های کلان باید بر اساس آن‌ها تدوین می‌شوند.

#### ۱-۴-۱-۱- فرآیند تدوین سیاست

عملیاتی است که بر روی ورودی‌های چارچوب ارائه شده صورت گرفته و آن‌ها را به سیاست‌های کلان تبدیل می‌کند. این عملیات عمدتاً مبتنی بر انجام تحلیل‌های تعاملی<sup>۱</sup> میان تحلیل‌گران است. در این جا فعالیت‌ها بیشتر در جهت مذاکره، ایجاد ائتلاف و درک مشترک می‌باشد. باید در نظر داشت که دو بعد راهبردهای کلان و سیاست‌های کلان جایگزین یکدیگر نبوده، بلکه تکمیل‌کننده یکدیگرند.

<sup>۱</sup> Interactive analysis

## خروجی

خروجی این چارچوب، سیاست‌هایی کلان تنظیم‌گر برای تسهیل فرآیندهای توسعه فناوری است. این سیاست‌ها، سیاست‌هایی قابل انعطاف هستند. به عبارت دیگر، طی زمان و با توجه به یادگیری، تغییر و تطابق با محیط پیرامون، سیاست‌های کلان هم در بلندمدت دستخوش تغییر می‌شوند. به طور کلی سیاست‌ها مقوله‌ای مرتبط با آینده هستند. اگر آینده به طور دقیق قابل پیش‌بینی بود، سیاست‌های ارجح می‌توانستند از طریق بررسی آینده‌های ممکن حاصل از اجرای هر سیاست و انتخاب مطلوب‌ترین نتایج تعیین شوند. برای بیشتر سیستم‌های مورد توجه امروز، چنین پیش‌بینی‌هایی ممکن نیست. حتی بهترین مدل‌ها نیز نمی‌تواند جزئیات رفتار سیستم را پیش‌بینی نماید. بنابراین رویکرد کلاسیک انتخاب یک سیاست بر مبنای نتایج یک مدل بهترین تخمین دیگر نمی‌تواند معتبر باشد [۳]. با توجه به اینکه سیاست‌ها باید نوعاً طی زمان اجرا و تغییر یابند، سیاست‌های مبتنی بر تحلیل ایستا در یک نقطه از زمان بسیار غیر واقع‌بینانه خواهد بود. بنابراین، استعاره مناسب برای یک سیاست تعادل است تا بهینه‌سازی. بسیاری از سیاست‌ها باید علی‌رغم وجود عدم اطمینان درباره آینده تدوین شوند. هنگامی که تعدادی زیادی سناریو ممکن برای آینده وجود دارند، ایجاد یک سیاست واحد که در تمامی آن‌ها خوب عمل کند احتمال غیرممکن خواهد بود.

## ۱-۵- مفاهیم ساختار کنشگران در توسعه فناوری

کنش‌گران یکی از سه مؤلفه‌ی ساختاری در توسعه فناوری می‌باشد که با انجام فعالیت، بر فرآیند خلق، انتشار و بهره‌برداری از نوآوری اثر می‌گذارد. در توسعه فناوری، کنش‌گر را می‌توان مترادف با ذینفع در برنامه‌ریزی راهبرد سازمانی قلمداد نمود. بر این اساس، کنش‌گر، عبارت است از فرد، گروه و یا سازمانی که می‌تواند بر ورودی‌ها (منابع) و یا بروندهای یک سیستم تأثیر بگذارد و یا از خروجی‌ها و بروندهای آن (خدمات، محصولات، پیامدها و ...) تأثیر پذیرد. کنش‌گران یک سیستم به دو دسته کلی کنش‌گران داخلی و کنش‌گران خارجی تقسیم می‌شوند.

هر کنش‌گر موجود در نظام توسعه فناوری بر اساس راهبرد خود، در چارچوب نهادهای پیرامون، و با صرف منابع لازم، به انجام فعالیت‌های نوآورانه می‌پردازد [4]. با به‌انجام رسیدن فعالیت‌ها، کارکردهای مختلفی برآورده می‌گردد. مجموع کارکردهای برآورده شده توسط فعالیت‌های کنش‌گران مختلف، عملکرد نهایی سیستم را تعیین خواهد نمود. بنابراین با شناسایی و تحلیل توسعه فناوری از زاویه کنش‌گران می‌توان در درجه اول سهم بالقوه و بالفعلی که هر کنش‌گر در برآوردن کارکردها و تامین

عملکرد سیستم مشخص نمود و در درجه دوم نیز آلترناتیوهای ساختاری که منجر به ایجاد عملکرد بالا در سیستم می‌شود را شناسایی کرد.

برای شناسایی کنش‌گران، روش‌های مختلفی مانند استفاده از جداول داده-ستاده و آمارهای عضویت موجود در اتحادیه‌ها و صنایع، استفاده از پتنت‌های ثبت شده و شناخت بنگاه‌های مرتبط با آن‌ها و استفاده از قاعده گلوله برف<sup>۱</sup> (شناخت کنش‌گران پیرامون یک واحد تحلیل از روی ارتباطات با سایر کنش‌گران) توصیه شده است [5]. در این گزارش کنش‌گران به چهار دسته اصلی تقسیم می‌شوند.

## الف) سیاست گذار<sup>۲</sup>

یک سیاست‌گذار نهادی است که برنامه‌هایی که باید توسط دولت، کسب و کارها و غیره دنبال شود را تعیین می‌کند. سیاست‌گذاری به صورت فرآیندی 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. به طور کل، سیاست می‌تواند شکل‌های مختلفی به خود بگیرد مانند سیاست‌های غیر مداخله‌ای، تنظیم، تشویق تغییرات داوطلبانه (مانند کمک‌های مالی) و ارائه خدمات عمومی. لذا به نظر می‌رسد بررسی ویژگی‌های فرآیند سیاست‌گذاری مناسب، مفید واقع شود. در ادامه، ده ویژگی برای فرآیند مذکور آورده شده است:

- نگاه رو به جلو<sup>۳</sup>: واضح است که فرآیند سیاست‌گذاری، پیامدهایی که سیاست برای دستیابی به آن طراحی شده است را تعریف می‌کند. لذا به طور معمول، در این فرآیند باید نگاهی بلند مدت (حداقل پنج ساله) بر اساس روندهای آماری و پیش‌بینی‌های اجتماعی، سیاسی، اقتصادی و فرهنگی وجود داشته باشد. نکات زیر رویکرد نگاه رو به جلو را واضح‌تر می‌سازد:

✓ بیان پیامدهای مطلوب در مراحل اولیه

✓ طراحی سناریو یا پیشامدهای احتمالی

✓ لحاظ کردن استراتژی بلند مدت اجرایی

<sup>1</sup>-Snowball method

<sup>2</sup>- policy-maker

<sup>3</sup>- looking forward

✓ استفاده از برنامه آینده‌نگاری<sup>۱</sup> و یا دیگر روش‌های پیش‌بینی

• نگاه بیرون‌گرا<sup>۲</sup>: فرآیند سیاست‌گذاری تاثیر عوامل را در سطوح منطقه‌ای، ملی و بین‌المللی در نظر می‌گیرد و از تجارب دیگر مناطق یا کشورها استفاده می‌کند. نکات زیر رویکرد بیرون‌گرایی را نشان می‌دهد:

✓ استفاده از مکانیسم‌های OECD، EU و غیره

✓ استفاده از تجارب دیگر کشورها در برخورد با مسئله‌ای خاص

✓ تشخیص نوسانات در کشور

• نوآور، منعطف و خلاق: فرآیند سیاست‌گذاری در برخورد با مسائل منعطف می‌باشد و ایده‌های نوین را تشویق می‌کند. ریسک‌ها شناسایی می‌شوند و به طور فعال مدیریت می‌شوند. نکات زیر یک رویکرد خلاق، نوآور و منعطف را نشان می‌دهد:

✓ استفاده از جایگزین‌ها برای روش‌های معمولی کاری (مانند جلسات طوفان فکری)

✓ تعریف موفقیت بر حسب پیامدهای شناسایی شده

✓ ارزشیابی و مدیریت هوشیارانه ریسک

✓ حرکت به سمت ایجاد ساختارهای مدیریتی که ایده‌های جدید و کارهای گروهی را ارتقا می‌دهند

• مبتنی بر شواهد<sup>۳</sup>: توصیه‌ها و تصمیمات سیاست‌گذاران بر اساس بهترین شواهد موجود و حوزه وسیعی از منابع می‌باشد که تمامی ذینفعان کلیدی در مراحل اولیه دخالت داده می‌شوند. نکات کلیدی رویکرد مبتنی بر شواهد در سیاست‌گذاری شامل:

✓ مرور تحقیقات موجود

✓ انجام تحقیقات جدید

<sup>1</sup>- foresight program

<sup>2</sup>- outward looking

<sup>3</sup>- evidence-based

- ✓ مشاوره با متخصصین مربوطه و/ یا استفاده از مشاورین داخلی و خارجی
- ✓ لحاظ کردن دامنه وسیعی از گزینه‌های ارزیابی شده و مناسب
- فراگیر<sup>۱</sup>: فرآیند سیاست‌گذاری، میزان اثرگذاری سیاست و سهم آن در برآورده‌سازی نیازهای مردم به طور مستقیم و یا غیر مستقیم را در نظر می‌گیرد. یک رویکرد فراگیر، ممکن است شامل جنبه‌های زیر باشد:
  - ✓ رایزنی با مسئولین پیاده ساز / ارائه‌کننده خدمت
  - ✓ رایزنی با موجودیت‌های تأثیرپذیر از سیاست
  - ✓ انجام ارزشیابی اثر
  - ✓ گرفتن بازخورد از دریافت‌کنندگان یا ارائه‌دهندگان
- پیوسته و کل نگر<sup>۲</sup>: فرآیند، نگاهی جامع دارد و فراتر از مرزهای سازمانی حرکت می‌کند. از اینرو، اهداف استراتژیک اداری را در نظر می‌گیرد. در کل می‌توان بیان کرد که هدف عمده، ایجاد پایه‌ای اخلاقی و قانونی برای سیاست می‌باشد و ملاحظات ساختارهای سازمانی و مدیریت صحیح در نظر گرفته می‌شود. نکات زیر، رویکرد کل نگر و پیوسته را نشان می‌دهند:
  - ✓ تعریف اهداف افقی<sup>۳</sup> در مراحل اولیه
  - ✓ تعریف واضح از تنظیمات کاری مشترک با دیگر بخش‌ها
  - ✓ شناسایی دقیق موانع این رویکرد به انضمام استراتژی‌های غلبه بر آن
- یادگیری از تجربیات<sup>۴</sup>: به معنای کسب تجربه از روش‌هایی است که کارآمد شناخته شده‌اند و یا عدم کارایی‌شان به اثبات رسیده است. رویکرد یادگیری برای بهبود سیاست شامل جنبه‌های زیر می‌باشد:
  - ✓ جمع‌آوری اطلاعات درباره نمونه‌های عملی منتشر شده

<sup>1</sup>- inclusive

<sup>2</sup>- joined-up

<sup>3</sup>- cross-cutting objectives

<sup>4</sup>- learn lessons

✓ تمیز دادن میان شکست سیاست برای اثرگذاری بر مشکلات و شکست عملیاتی / مدیریتی پیاده‌سازی

سیاست

• ارتباطات: فرآیند سیاست‌گذاری، چگونگی ارتباط سیاست با مردم را در نظر می‌گیرد. موارد زیر در ایجاد ارتباط مؤثر سیاست سهم قابل توجهی دارند:

✓ آماده‌سازی و پیاده‌سازی استراتژی ارتباطات / ارائه

✓ ارائه خدمات اطلاعاتی اجرایی از مراحل اولیه

• ارزیابی: ارزیابی سیستماتیک اثربخشی سیاست در فرآیند سیاست‌گذاری وجود دارد. رویکردهای سیاست‌گذاری که تعهد به ارزیابی را نشان می‌دهند، شامل:

✓ تعریفی واضح از هدف ارزیابی مجموعه

✓ تعریف معیارهای موفقیت

✓ تعیین ابزارهای ارزیابی از مراحل اولیه

✓ استفاده از آزمایشات<sup>۱</sup> به منظور اثرگذاری بر پیامد نهایی

• بازنگری<sup>۲</sup>: سیاست‌های موجود باید به طور مستمر بازنگری شوند چرا که سیاست‌های طراحی شده برای حل مشکلات، باید کارایی خود را در طول زمان حفظ کنند. جنبه‌های رویکرد بازنگری برای سیاست‌گذاری شامل:

✓ برنامه بازنگری مستمر با شاخص‌های عملکرد متنوع و معنادار

✓ مکانیسم‌هایی برای فراهم کردن بازخورد از سیاست‌های تنظیم شده

✓ دور انداختن سیاست‌های شکست خورده!

(ب) تنظیم‌کننده<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>- pilots

<sup>۲</sup>- review

<sup>۳</sup>-regulator



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
- جمع‌آوری مالیات‌ها و دیگر درآمدها و ...

به منظور درک بهتر کارکردهای تنظیم‌کننده، بررسی انواع روش‌های تنظیمی مفید خواهد بود.

## انواع تنظیمات

- فرمان و کنترل<sup>۱</sup>: تنظیم دستور و کنترل نوعاً وضع/ تحمیل استانداردهای حمایت شده توسط مصوبات قانونی است، هرگاه استانداردها سازگار نباشند. بنابراین، قانون به عنوان منع یا اجبار فعالیت‌های معینی به کار می‌رود. استانداردها می‌تواند از طریق قانون‌گذاری یا تنظیم‌کنندگانی که به واسطه فرآیند تنظیم برای تعریف قانون مشروعیت دارند، تنظیم شود. نقاط قوت چنین رویکرد مستقیمی در تنظیم این است که اغلب به طور سریع پیاده‌سازی می‌شوند، محدودیت‌های تعریف شده به طور واضح تنظیم می‌شود، و نشان می‌دهد که تنظیم‌کننده یا دولت قاطعانه عمل می‌کند. از سویی دیگر، این رویکرد می‌تواند برای فعالیت‌های تنظیمی پیچیده باشد. مشکلاتی که ممکن است به واسطه این رویکرد رخ بدهد، در دسته‌های زیر قرار می‌گیرند:

✓ تسخیر شدن در فرآیند تنظیم<sup>۲</sup>: رویکرد مذکور نیازمند این است که تنظیم‌کننده و تنظیم‌شونده<sup>۳</sup>، به ویژه برای تضمین در فراهم آوردن اطلاعات مورد نیاز تنظیم‌کننده، با یکدیگر مشارکت داشته باشند. این ارتباط نزدیک ممکن است به تسخیر شدن تنظیم‌کننده توسط تنظیم‌شونده منتهی شود و در نتیجه آن قوانینی که به نفع یک مجموعه خاص است در نظر گرفته شود نه قوانینی که رفاه عمومی را در بر گیرد.

<sup>1</sup> command and control

<sup>2</sup> -regulatory capture

<sup>3</sup> -regulatee

✓ افراط در قانون<sup>۱</sup>: این رویکرد اغلب به صورت پیچیده، غیر منعطف و مداخله‌گر به تصویر کشیده شده است. تدبیر در قوانین دقیق، به ویژه زمانی که یک اقتصاد در حال تغییر است، می‌تواند مشکل باشد. به علاوه، درگیری مستقیم سیاست‌گذاران می‌تواند به معنی ایجاد قوانینی در پاسخ به موقعیت‌ها یا زمینه‌های خاص باشد که اغلب در مقیاس‌های زمانی کوتاه در نظر گرفته می‌شود. لذا می‌توان بیان نمود که رویکرد مذکور همواره مؤثر و جلوتر از زمان نمی‌باشد.

✓ تنظیم کردن استانداردها: گاهی اوقات تنظیم یک استاندارد مناسب، به عنوان مثال تعیین یک سطح معین از آلودگی یا کارایی واقعی اهداف برای سیستم‌های توزیع و انتقال، پیچیده است.

✓ تنفیذ: پیچیدگی قوانین و این امکان که طراحی انجام شده ممکن است تمامی فعالیت‌ها را در بر نگیرد، تنفیذ را برای تنظیم‌کننده مشکل می‌کند.

• خود-تنظیمی<sup>۲</sup>: این رویکرد می‌تواند به عنوان نوعی از نسخه خود انجامی<sup>۳</sup> رویکرد دستور و کنترل تلقی شود. در این مورد، اغلب انجمن‌های تجاری یا کسب و کار تشکیل شده که قوانین عملکرد را ایجاد، کنترل و اجرا می‌کنند. به عنوان یک قانون، خود تنظیمی اغلب به عنوان یک روش کسب و کار دیده می‌شود که اقدام انحصاری به منظور جلوگیری از مداخله دولت انجام می‌دهد. مزایای این رویکرد شامل سطح بالای تعهد کسب و کارها و ماهیت جامع قوانین تنظیم شده می‌باشد. به علاوه، این رویکرد منعطف‌تر از رویکرد دستور و کنترل بوده چرا که به قانونگذاری نیازی ندارد. از سویی دیگر، خود تنظیمی می‌تواند به صورت یک رویکرد غیردموکراتیک، محدود به بررسی دقیق بیرونی و در معرض سوءاستفاده توسط کسانی که با اهداف مختلف قوانین را تنظیم می‌کنند، دیده شود. در کمترین سطح، خود تنظیمی همواره در معرض چالش‌های منتج شده از علاقه‌های بیرونی کسانی که فکر می‌کنند استانداردها و قوانین به سمت کاهش تأثیر فعالیت‌های غیر مطلوب تنظیم نشده است، قرار دارد.

<sup>1</sup> -legalism

<sup>2</sup> -self-regulation

<sup>3</sup> -do-it-yourself

• تنظیم مبتنی بر تشویق<sup>۱</sup>: یک تشویق، سیاست، قانون، مکانیسم قیمت، یا رویه‌ایست که به دنبال تعدیل رفتار افراد یا شرکت‌ها به واسطه تغییر در هزینه‌ها یا سودهای حاشیه‌ای مرتبط با تصمیم یا فعالیت خاص می‌باشد. از یک سو، می‌توان گفت که تمامی تنظیمات بر مبنای تشویق است چرا که تنظیم از طریق مفهوم پایه جریمه برای رفتارهای "بد" و پاداش برای رفتارهای "خوب" عمل می‌کند. تنظیم مبتنی بر تشویق سعی دارد به منظور کاهش هزینه‌ها و بهبود خدمات، برنامه سودمند با سودهای زیاد را پاداش دهد. هدف عمده این است که تنظیم‌شونده فعالیت‌های غیر مطلوب خود را از طریق تحمیل / وضع مالیات و کمک‌های مالی محدود یا متوقف کند. برای به کارگیری این رویکرد، گام‌های اصلی شامل انتخاب واحدهای اندازه‌گیری، تعیین خط مبنا، انتخاب اهداف برای بهبود و / یا نگهداری و سپس اجرای تشویق‌ها و جریمه‌ها می‌باشد. یکی از انواع تنظیمات مبتنی بر تشویق، تنظیم مبتنی بر عملکرد<sup>۲</sup> (PBR) است که تشویق‌ها ملزم به بهبود در عملکرد مطلوب، کاهش قیمت و بهبود در کیفیت خدمات می‌باشد. به علاوه، PBR بیشتر به استانداردهای عملکرد خارجی متکی است و کمتر به فعالیت‌های خاص شرکت حساس است. مزایای PBR این است که به بهبود در بهره‌برداری شرکت‌ها، کاهش هزینه‌های نگهداری و عملیات و بهبود در پایایی سیستم کمک می‌کند. طرح تنبیه و تشویق به صورت مکانیکی عمل می‌کند. بنابراین کاهش در حوزه صلاحدید تنظیمی، در مقابل امکان تسخیر در فرآیند تنظیم را کاهش می‌دهد. به علاوه این رویکرد، انعطاف‌پذیری در تصمیم‌گیری شرکت، که آیا از قانون تبعیت کند یا جریمه بپردازد، را فراهم می‌کند. اگرچه به عنوان یکی از معایب این روش، می‌توان به ایجاد قوانین بسیار پیچیده و غیر منعطف که واقعیت‌های بازار در آن لحاظ نشده است، اشاره کرد. از مفروضات اصلی این رویکرد، عقلانیت اقتصادی است که لزوماً در همه موارد یافت نمی‌شود. همچنین، گاهی اوقات پیش‌بینی تأثیر این نوع رویکرد مشکل است. به عنوان مثال، رفتار "بد"، مانند آلودگی، می‌تواند پاداش بگیرد اگر که قوانین به طور صحیح تنظیم نشده باشند.

<sup>۱</sup> -incentive-based regulation

<sup>۲</sup> -Performance-based regulation

• مکانیسم‌های مبتنی بر بازار<sup>۱</sup>: حوزه وسیعی از مکانیسم‌های مبتنی بر بازار وجود دارند که می‌توانند برای تنظیم فعالیت‌ها مورد استفاده قرار بگیرد. تنظیمات مبتنی بر بازار می‌تواند اثربخشی هزینه‌ای را ثابت کند و مداخلات تنظیمی در عملیات روزانه شرکت‌ها را کمینه کند. انواع مکانیسم‌های معمول مبتنی بر بازار در زیر بررسی می‌شوند.

✓ قوانین رقابتی<sup>۲</sup>: قوانینی هستند که برای کنترل رفتار شرکت‌ها ایجاد می‌شوند تا تضمین کند بازار، خدمات را با محدود کردن فعالیت‌های غیر مطلوب مانند قیمت‌گذاری تهاجمی، کمک مالی<sup>۳</sup>، تحویل می‌دهد. قانون رقابتی می‌تواند به تنظیم از طریق دستور و کنترل ترجیح داده شود چرا که کمتر در امور شرکت‌ها مداخله می‌کند، برای سرمایه‌گذاری عمومی ارزانتر است.

✓ تنظیم به واسطه قرارداد<sup>۴</sup>: دولت می‌تواند از قدرت خرید خود برای تعیین شرایط قراردادها با کسب و کارهای خارجی استفاده کند. شرایط قراردادی برای هدایت اهداف اجتماعی مطلوب، مانند نسبت معینی از انرژی تجدیدپذیر در تولید کالاها، می‌تواند استفاده شود. این رویکرد، گاهی به عنوان راه حل کوتاه‌مدت، در نظر گرفته می‌شود و زمانی ارزشمند است که هدف افزایش سریع استواری فرآیند تنظیم و در زمان کوتاه است. اگرچه ترجیحاً باید تقویت شود و در نهایت با شاخص‌های تنظیمی پایدارتری جایگزین شود. افزایش تنظیم به واسطه قرارداد، نباید به عنوان یک جایگزین برای عامل‌های تنظیمی موجود لحاظ شود، بلکه باید به عنوان یک روش متمم با بهبود در اثربخشی و اعتبار تنظیم‌کننده در نظر گرفته شود. تحت رژیم تنظیم به واسطه قرارداد، یک تنظیم‌کننده به طور بالقوه باید در مذاکرات مجدد قرارداد درگیر شود و از این رو، نقش تنظیم‌کننده به طور فزاینده‌ای یک کارگزار امین یا یک بازیگر بی طرف می‌شود که بر روی ایجاد راه حل‌ها و ایجاد اجماع میان تأمین‌کنندگان خدمات، سرمایه‌گذاران و دولت متمرکز می‌شود.

<sup>1</sup> - market-based regulation

<sup>2</sup> -competitive laws

<sup>3</sup> -cross-subsidization

<sup>4</sup> -regulation by contract

✓ مجوزهای قابل فروش<sup>۱</sup>: این رویکرد در محدود کردن انتشار دی‌اکسیدکربن بسیار مهم است. سطح معینی از انتشار قابل قبول توسط دولت تعیین شده، و به صاحبان بنگاه‌های اقتصادی فوق‌العاده‌هایی<sup>۲</sup> تا حد مجاز واگذار می‌شود. در مقابل صاحبان بنگاه‌های اقتصادی می‌توانند سطح انتشار را از حد تخصیص داده شده پایین‌تر قرار دهند و فوق‌العاده‌های اضافی را مبادله کنند و یا حاضر به پرداخت جریمه شوند. از لحاظ سیاسی، این رویکرد یک مکانیسم جذاب است چرا که شرکت‌ها را در تصمیم‌گیری آزاد می‌گذارد. اگرچه، موفقیت این طرح به حدودی که دولت تعیین می‌کند بستگی دارد.

✓ تنظیم بر اساس افشاگری<sup>۳</sup>: این رویکرد نیازمند این است که تولیدکنندگان، منابع یا گنجایش محصولاتشان را بیان می‌کنند. به علاوه، این مکانیسم به مشتریان اجازه می‌دهد تا منبع مقدم را انتخاب کنند. اگرچه، در این روش فرض بر این است که مشتریان برای رسیدن به هدف مطلوب، می‌توانند انتخاب صحیح را انجام بدهند.

### ج) تسهیل‌کننده

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 غیر دولتی، انجمن‌های صنعتی و کارفرمایان و عامل‌های دولتی باشد.

<sup>1</sup> -tradable permits

<sup>2</sup> -allowance

<sup>3</sup> -disclosure regulation

در این راستا، ذکر نکته‌ای لازم به نظر می‌رسد که تفکیک نقش‌های تسهیل‌کنندگان و ارائه‌کنندگان برای خدمات توسعه کسب و کار<sup>۱</sup> ضروری است. در بسیاری از برنامه‌های توسعه‌ای، یک سازمان نقش تأمین‌کننده (ارائه مستقیم خدمات به بنگاه‌های اقتصادی) و نقش تسهیل‌کننده (تشویق دیگر شرکت‌ها برای عرضه خدمات به بنگاه‌های اقتصادی) را توأمأ ایفا می‌کند. این مسئله اغلب تناقضی برای تأمین‌کنندگان رقابتی به وجود می‌آورد، چرا که تسهیل‌کنندگان معمولاً اهداف توسعه‌ای داشته و تأمین‌کنندگان اهداف تجاری و لذا ترکیب نقش‌ها ممکن است به برنامه‌های ناکارآمد و استفاده نامناسب از سرمایه منجر شود. به علاوه، چنانچه تسهیل‌کنندگان به صورت دولتی سرمایه‌گذاری شده باشند، هنگامی که بازار توسعه پیدا می‌کند و تأمین‌کنندگان و دیگر بازیگران دائمی بازار بر کارکردهای خود مسلط شدند، باید از صحنه بازیگران بازار حذف شود. تنها حالت استثنایی زمانی است که تسهیل‌کننده فعالیت‌های خود را از طریق فروش خدمات به تأمین‌کنندگان از نظر مالی تأمین کند و در نتیجه به یک بازیگر دائمی و پایدار در بازار تبدیل شود.

### د) ارائه دهنده کالا و خدمات

این دسته از بازیگران در دو حوزه خدمات آموزشی-پژوهشی و صنعتی قابل تقسیم‌بندی هستند:

#### ➤ ارائه‌کننده خدمات آموزشی و پژوهشی

تأمین‌کننده خدمات آموزشی و پژوهشی شامل دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و مؤسساتی هستند که در زمینه آموزش و پژوهش در حوزه فناوری‌های مربوطه فعالیت می‌کنند. این نهادها در زمینه فعالیت‌های تحقیق و توسعه نقش مهمی را می‌توانند ایفا نموده و اغلب نمونه‌های اولیه مورد نیاز صنایع از این نهادها به صنعت منتقل می‌گردد.

#### ➤ ارائه‌کننده خدمات صنعتی (صنعتگران)

شامل بازیگرانی می‌شود که در زمینه‌های صنعتی و تولیدی مرتبط با حوزه فناوری مربوطه فعالیت می‌کنند. این کنشگران ممکن است ترکیبی از عملیات طراحی، ساخت و مونتاژ در حوزه فناوری‌های مربوطه را انجام دهند و یا ارائه‌کننده محصول یا خدمتی به سازندگان این تجهیزات باشند.

<sup>1</sup> - business development services

## ۱-۶- نظام نوآوری فناورانه

نظام‌های نوآوری فناورانه<sup>۱</sup> به تحلیل گذار از منظر تغییرات نهادی، سازمانی، اقتصادی، سیاسی، و فنی پیرامون ظهور فناوری-های جدید می‌پردازد. این رویکرد بر پایه‌ی نظر کارلسون و استنکوویتز (۱۹۹۱) درباره نوآوری شکل گرفته است که مهمترین محرک‌های خلق، انتشار، و بهره‌برداری از نوآوری‌های فناورانه را در تعاملات نظام‌مند کنش‌گران، تحت زیرساخت‌های نهادی می‌داند. این برداشت از گسترش نوآوری فناورانه با الهام از تئوری بلوک‌های توسعه<sup>۲</sup> (Dahmén, 1988) و نیز در ارتباط با رویکردهای نظام ملی نوآوری<sup>۳</sup> (Freeman, 1988; Nelson, 1988) و نظام بخشی نوآوری<sup>۴</sup> (Breschi and Malerba, 1997) است.

از زمان توسعه اولیه این رویکرد در سال ۱۹۹۱، تغییرات مختلف و بهبودهای متفاوتی در مفهوم و ابزارهای عملیاتی آن صورت پذیرفته است. تمرکز بر فناوری‌های مشخص<sup>۵</sup> به جای تمرکز بر فناوری‌های عمومی و گسترده<sup>۶</sup>، تاکید بر وقوع نوآوری‌های بنیادین به‌عنوان محرک گذارهای اجتماعی-فنی به‌جای تاکید بر نوآوری فناورانه به‌عنوان ابزاری در ایجاد رشد اقتصادی، و توجه به فناوری‌های نوظهور (و غالباً پایدار) به‌جای توجه به سایر انواع فناوری، نمونه‌هایی از تغییرات و همگرایی‌هایی صورت گرفته در این حوزه است. علاوه بر این‌ها، شناسایی مجموعه‌ی فرایندهای لازم برای توسعه نوآوری تحت عنوان کارکردهای نظام نوآوری فناورانه، شناسایی مجموعه‌ی مکانیزم‌های اثرگذار بر شکل‌گیری نظام نوآوری فناورانه در قالب موانع و محرک‌های توسعه، ارائه‌ی تحلیل‌های ساختاری در قالب نقش کنش‌گران، نهادها، و شبکه‌ها در شکل‌گیری نوآوری، گسترش مفهوم شکست‌های بازار و با ارائه‌ی تعریفی جدید تحت عنوان شکست‌های سیستمی<sup>۷</sup>، برقراری ارتباط و ایجاد سازگاری میان رویکردهای مختلف گذار (مانند رویکرد TIS و MLP) و ارائه‌ی رویکردهایی برای راهبری شکل‌گیری نظام نوآوری فناورانه، نمونه‌هایی از بهبودهای صورت پذیرفته در رویکرد نظام‌های نوآوری فناورانه در طول زمان است.

<sup>1</sup> Technological innovation systems (TIS)

<sup>2</sup> Development blocks

<sup>3</sup> National innovation systems (NIS)

<sup>4</sup> Sectoral innovation systems (SIS)

<sup>5</sup> Specific technology

<sup>6</sup> Generic technology

<sup>7</sup> Systemic failures

به کار بردن رویکرد سیستمی در مطالعه‌ی تغییرات فناورانه، بستری برای درک توسعه فناوری را فراهم می‌نماید. نظام‌های نوآوری با تمرکز خاص بر فناوری، نمونه‌ای از این رویکردهای سیستمی هستند که در ادبیات از آن‌ها تحت عنوان نظام نوآوری فناورانه<sup>۱</sup> یاد می‌گردد. بر این اساس، کارلسون و استنکوویتز (۱۹۹۱) این مفهوم را به صورت زیر تعریف می‌کنند:

شبکه‌ای پویا از عوامل که در یک حوزه‌ی اقتصادی/صنعتی خاص باهم در تعامل بوده، تحت مجموعه‌ای از زیرساخت‌های نهادهای قرار داشته، و در فرایند خلق، انتشار و بهره‌برداری از دانش دخیل هستند.

نقطه شروع تحلیل در نظام‌های نوآوری فناورانه مرزهای جغرافیایی و یا یک صنعت خاص نبوده، بلکه این رویکرد تمرکز بر فناوری را هدف مطالعه قرار می‌دهد. با این حال، یک نظام نوآوری فناورانه می‌تواند در عین تمرکز بر یک فناوری، گستره‌ای از مرزهای جغرافیایی و بخشی مختلف را در برگیرد. هدف تحلیل‌های نظام نوآوری فناورانه ارزیابی روند توسعه یک نوآوری فناورانه از نگاه ساختار و فرایندهایی است که به پشتیبانی و یا ممانعت از آن می‌پردازد. در تعریف نظام نوآوری فناورانه، فناوری هم به معنای مواد، سخت‌افزارها، و نرم‌افزارهایی است که به شکل مستقیم در فرایند توسعه بکار می‌روند، و هم به شکل دانشی است که چه به شکل عمومی و یا نهفته در محصول وجود دارد (Bergek et al., 2008).

نظام نوآوری فناورانه علی‌رغم دارا بودن ویژگی‌های مشترک با سایر رویکردهای نظام نوآوری، دارای دو ویژگی متمایزکننده از آن‌هاست (Suurs and Hekkert, 2009):

- تاکید بر نقش شایستگی اقتصادی، به معنی توانایی در توسعه و بهره‌برداری از فرصت‌های جدید کسب‌وکار در ایجاد نوآوری فناورانه. بر این اساس، بهره‌برداری و ترکیب دانش‌های موجود جز جدایی ناپذیر نوآوری فناورانه می‌باشد. در حقیقت بر خلاف سایر رویکردها که تفکری کلان از نوآوری داشتند، این ویژگی بر اهمیت نیروهای کارآفرین به-عنوان منابع نوآوری تاکید دارد.

- تاکید جدی بر پویایی سیستم. تمرکز بر نقش کارآفرینان در این رویکرد، زمینه را برای بررسی روند شکل‌گیری این سیستم در طول زمان آماده کرده تا از این طریق روند پویایی در نظر گرفته شود.

در بکارگیری نظام نوآوری فناورانه، در نظرگیری چهار فرض اساسی ضروری است (Carlsson et al., 2002):

۱ این اصطلاح توسط محققین مختلف به گونه‌های متفاوت بکار گرفته شده است. Carlsson and Stankiewicz (۱۹۹۱) اصطلاح سیستم‌های تکنولوژیکی را بکار برده‌اند و محققان سوئدی

نیز واژه نظام نوآوری تکنولوژی محور را برگزیده‌اند.



- سیستم (نه تک تک اجزا) به عنوان واحد تحلیل قرار می‌گیرد. این فرض در سایر مدل‌های نظام نوآوری نیز مشابه است.
  - سیستم ماهیتی پویا دارد. بنابراین در نظر گرفتن بازخوردها برای بررسی روند شکل‌گیری این سیستم‌ها ضروری می‌باشد.
  - فرصت‌های فناورانه عملاً نامحدود هستند. بنابراین لازم است تا تمرکز بیشتری در شناسایی، جذب و بهره‌برداری از فرصت‌های فناورانه صورت پذیرد. به عبارت دیگر، بالابردن توانایی جذب اهمیت بیشتری از توانایی تولید فناوری جدید دارد.
  - هر بازیگر در چارچوب خردپذیری محدود<sup>۱</sup> عمل میکند. به عبارت دیگر، بازیگران این نظام خردپذیر هستند، اما با محدودیت‌هایی از جنس توانایی‌ها و اطلاعات روبه‌رو هستند.
- در کنار رویکرد نظام نوآوری فناورانه، مفهوم بلوک‌های شایستگی<sup>۲</sup> قرار می‌گیرد. بلوک‌های شایستگی از جانب طرف تقاضا (محصول یا بازار) و به عنوان مجموع زیرساخت‌های لازم برای ساخت، انتخاب، تشخیص دادن، انتشار و بهره‌برداری از ایده‌های جدید در خوشه‌هایی از بنگاه‌ها تعریف می‌گردد. نمونه‌ای از تحلیل با این رویکرد را می‌توان در بلوک شایستگی برای نظام سلامت کشور سوئد جستجو نمود که در آن اجزای تشکیل‌دهنده نظام‌های نوآوری فناوری مختلف محصولات و فناوری‌های لازم بخش سلامت را تامین میکنند، به تصویر کشیده شده است.

## ۱-۷- شناخت کارکردی نظام نوآوری

نظام‌های نوآوری فناورانه را می‌توان به عنوان رویکردی برای تحلیل تغییرات فناورانه به کار برد ( Hekkert and Negro, 2009). از آن جایی که تنها با تحلیل ساختاری نظام‌های فنی-اجتماعی نمی‌توان تمام جوانب تغییرات فناورانه را در نظر گرفت،

1 Bounded rationality

2 Competence block

این رویکرد می‌بایست فراهم‌آورنده‌ی چارچوبی برای تحلیل کارکردی<sup>۱</sup> نظام‌های فنی-اجتماعی باشد. ادکویست (۲۰۰۴) دنبال کردن فرایندهای نوآوری و یا به تعبیری دیگر، توسعه، انتشار و به‌کارگیری نوآوری‌ها در عمل را به‌عنوان کارکرد اصلی نظام‌های نوآوری قلمداد میکند. برای مطالعه‌ی میزان تحقق فرایندهای اصلی سیستم، محققان کارکردهای مختلفی را در سطح اول سیستم (زیرکارکرد) شناسایی کرده‌اند.<sup>۲</sup>

---

۱ کارکردها عوامل فرایندی مؤثر بر توسعه‌ی فناوری محسوب می‌شوند.

۲ هنگامی که گفته می‌شود کارکردها در سطح اول سیستم تعریف شده‌اند، کارکرد کلی سیستم به‌صورت پیش‌فرض در سطح صفر سیستم تعریف شده است.

جدول ۱- فهرست کارکردهای ارائه شده توسط محققان مختلف در طول زمان

کارکردها				مراجع		
حمایت از سوی گروه‌های پشتیبان	تامین و تخصیص منابع	شکل‌دهی بازار	جهت‌دهی به جستجو	انتشار دانش	توسعه دانش	فعالیت‌های کافرینی (Suurs and Hekkert, 2009; Suurs et al., 2010; Suurs et al., 2009)
ایجاد مشروعیت	تامین و تخصیص منابع	شکل‌دهی بازار	جهت‌دهی به جستجو	انتشار دانش	توسعه دانش	فعالیت‌های کافرینی (Van Alphen et al., 2009b)
مشروعیت‌بخشی	تامین و تخصیص منابع	ایجاد بازار	جهت‌دهی به جستجو	انتشار دانش	خلق دانش	فعالیت‌های کافرینی (van Alphen et al., 2009a)
توسعه اثرات جانبی مثبت	تامین و تخصیص منابع	شکل‌دهی بازار	تاثیرگذاری بر جهت-دهی تصمیمات		توسعه و انتشار دانش	آزمایش‌های کافرینی (Bergek et al., 2008b; Jacobsson, 2008)
ایجاد مشروعیت/غلبه بر مقاومت در برابر تغییر	تامین و تخصیص منابع	شکل‌دهی بازار	جهت‌دهی به جستجو	انتشار دانش از طریق شبکه‌ها	توسعه دانش	فعالیت‌های کافرینی (Alkemade et al., 2007; Hekkert and Negro, 2009; Hekkert et al., 2007a; Negro et al., 2008)
حمایت از سوی گروه‌های پشتیبان	تامین و تخصیص منابع	شکل‌دهی بازار	جهت‌دهی به جستجو	انتشار دانش از طریق شبکه‌ها	توسعه دانش	فعالیت‌های کافرینی (Negro et al., 2007)
	تامین مالی فرایند نوآوری	شکل‌دهی بازار محصول جدید	تامین حداقل‌های کیفی	شبکه‌سازی	تحقیق و توسعه	(Edquist, 2005)
	فعالیت‌های حمایتی		ایجاد و تغییر ساختار		مزیت‌سازی	

		صنعتی					
		ایجاد و تغییر قواعد		فراهم کردن خدمات مشاوره-ای			
هموار کردن ایجاد اثرات جانبی مثبت	تامین منابع	هموار کردن شکل‌گیری بازار	هدایت فرایند جستجو	ایجاد دانش جدید			(Jacobsson and Bergek, 2004)
	آموزش	مصرف نهایی	ارتباط	تحقیق	اجرا		(Liu and White, 2001)
مشروعیت‌بخشی فناوری و بنگاه	ایجاد نیروی انسانی حمایت هموارسازی تامین مالی ایجاد بازار نیروی کار	ایحاد بازار و انتشار دانش بازار	هدایت تکنولوژی	افزایش شبکه-سازی	انجام تحقیقات بازار	ایجاد و انشار محصول جدید ایحاد و انتشار فرصت نوآورانه	(Rickne, 2000b)
غلبه بر مقاومت در برابر تغییر	تامین منابع	ایحاد و شبیه-سازی بازار تامین مشوق‌ها برای بنگاه‌ها	کاستن از عدم تعیین هدایت فرایند جستجو شناسایی پتانسیل‌های توسعه	هموارسازی تبادل دانش و اطلاعات			(Johnson, 1998)

اخیرا جاکوبسون و برگگ (۲۰۱۲) نیز دسته‌بندی پالایش شده‌ای از کارکردهای نظام نوآوری فناورانه ارائه داده‌اند. 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 ذیل ارائه شده است.

جدول ۲- کارکردهای پیشنهادی و شاخص‌های آن‌ها برگرفته از (Bergek et al., 2008; Hekkert and Negro, 2009; Suurs et al., 2010)

شاخص	توصیف	کارکرد
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 نمایشی انجام شده
خلق دانش	دربگیرنده‌ی فعالیت‌های یادگیری است که به‌طور عمده بر دانش فنی فناوری و به‌میزان 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 امکان-سنجی انجام شده
انتشار دانش	دربگیرنده‌ی فعالیت‌هایی است با هدف پراکنده‌سازی <sup>۱</sup> و به-اشتراک‌گذاری <sup>۲</sup> دانش و اطلاعات انجام می‌شوند. بنابراین، مهمترین نقش کارکرد انتشار دانش، ایجاد یادگیری تعاملی 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 متشکل از بازیگران موجود در نظام فناورانه، میزان جابه-جایی نیروهای تحصیل‌کرده دانشگاهی با محوریت فناوری
جهت‌دهی به سیستم	اشاره به فعالیت‌هایی دارد که منجر به مشخص‌شدن نیازها و جهت‌دهی به فعالیت‌های بازیگران موجود در نظام فناوری می-گردد. 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
شکل‌گیری بازار	شامل فعالیت‌هایی (مانند حمایت‌های مالی از کاربرد فناوری نوظهور) است که با ارائه‌ی امتیازاتی منجر به ایجاد تقاضا برای فناوری می‌گردد.	تعداد و حجم niche marques، تعداد و تنوع کاربران موجود برای فناوری، تعداد و تنوع نهادهای تنظیم‌شده برای شکل‌دهی به بازار، میزان عدم قطعیت موجود در برابر تولیدکنندگان و

1 Dissemination

2 Sharing

یا سرمایه‌گذاران، مرحله‌ی بلوغ (دوره‌ی عمر)

بازار

شامل تخصیص سرمایه‌های مالی، انسانی، مکمل و مواد مورد نیاز برای توسعه فناوری است. همچنین، گسترش زیرساخت-های عمومی مورد نیاز پیشرفت فناوری، مانند سیستم‌های آموزشی و تسهیلات تحقیق و توسعه نیز در زمره‌ی این کارکرد قرار می‌گیرد.

#### تأمین منابع

مکمل

میزان هم‌گرایی نهادهای موجود و نظام نوآوری دربرگیرنده‌ی 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 سرمایه‌گذاری در توسعه‌ی فناوری و محصولات مربوط به آن، میزان رایزنی‌های سیاسی بین گروه‌های درگیر برای حمایت از فناوری، میزان

#### مشروعیت‌بخشی

حمایت از رسانه‌ها

حمایت از رسانه‌ها

همان‌طور که اشاره شد، نظام‌های نوآوری تکنولوژیک را می‌توان به‌عنوان رویکردی برای تحلیل تغییرات تکنولوژیک به کار برد. دنبال کردن فرایندهای نوآوری و یا به‌تعبیری دیگر، توسعه، انتشار و به‌کارگیری نوآوری‌ها در عمل را به‌عنوان کارکرد اصلی نظام‌های نوآوری قلمداد می‌کند. برای مطالعه‌ی میزان تحقق کارکرد اصلی سیستم، محققان کارکردهای مختلفی را در سطح اول سیستم شناسایی کرده‌اند<sup>۱</sup>. بنابراین می‌توان به کارکردهای سیستم به‌عنوان زیرکارکردهای کارکرد اصلی آن نگریست. این کارکردها عوامل فرایندی مؤثر بر توسعه‌ی تکنولوژی محسوب می‌شوند. همچنین، کارکردهای سیستم برای پنداری از فعالیت‌های رخ داده در آن می‌باشند. یعنی با دسته‌بندی فعالیت‌های متجانس می‌توان کارکردهای نظام را شناسایی کرد. ارائه‌ی دسته‌بندی-های مختلف از کارکردها نیز به‌علت وجود دسته‌بندی‌های مختلف از فعالیت‌های سیستم است.

با توجه به مطالعه ادبیاتی که در گزارش متدولوژی درباره کارکردها صورت پذیرفت، هفت کارکرد فعالیت‌هی کارآفرینی، خلق دانش، انتشار دانش، جهت‌دهی به سیستم، تأمین منابع موردنیاز، شکل‌دهی به بازار، و مشروعیت‌بخشی کارکردهای اصلی یک

<sup>۱</sup> هنگامی که گفته می‌شود کارکردها در سطح اول سیستم تعریف شده‌اند، کارکرد کلی سیستم به‌صورت پیش‌فرض در سطح صفر سیستم تعریف شده است.

نظام نوآوری است. برای اینکه بتوان به شناسایی موانع و محرک‌های موجود در انجام فعالیت در هر کارکرد پرداخت، لازم است تا در ابتدا شاخص‌هایی برای هر کارکرد استخراج نمود. بر اساس این شاخص‌ها، در فاز بعدی پرسش‌هایی (با محوریت قرار دادن هر شاخص و زیرکارکرد) طراحی می‌گردد و انجام مصاحبه پیرامون مجموعه پرسش‌های هر کارکرد، استخراج کلیه موانع و محرک‌های در تمام ابعاد آن کارکرد را نتیجه می‌دهد. برای این منظور، در زیر کارکردهای نظام نوآوری به‌همراه شاخص‌های مشخص‌کننده آن‌ها ارائه شده است.

### الف) فعالیت‌های کارآفرینی

کارآفرینان، در کانون توسعه‌ی هر فناوری قرار می‌گیرند. نقش کارآفرینان، ترجمه‌ی دانش فنی موجود در زمینه‌ی یک فناوری خاص به زبان موقعیت‌های کاری جدید و انجام پروژه‌های عملیاتی است. همچنین، فعالیت‌های کارآفرینی شامل پروژه‌هایی با هدف اثبات مفید بودن فناوری نوظهور در محیط تجاری است. بنابراین، هدف فعالیت‌های کارآفرینی، انتفاعی است. درحقیقت، کارکرد فعالیت‌های کارآفرینی نقطه‌ی جدایش نظام تکنولوژیکی نوآوری از یک سیستم تحقیق و توسعه است. مثال‌هایی از فعالیت‌های مربوط به این کارکرد، ساخت نمونه‌های اولیه از فناوری با هدف فروش یا نمایش آن و برگزاری نمایشگاه‌های تخصصی از آن است. کارکرد فعالیت‌های کارآفرینی را می‌توان در بخش خصوصی و از طریق شرکت‌های انتفاعی و نیز از طریق بازیگران موجود در بخش دولتی تحقق بخشید. بنابراین، بسته به نیاز فناوری و توانایی بازیگران می‌توان از قابلیت‌های هر دو بخش بهره برد. شرکت‌های انتفاعی دخیل در تحقق این کارکرد را می‌توان به دو گروه تقسیم کرد. گروه اول، شرکت-کننده‌های جدیدی هستند که از فرصت ایجاد شده، به‌عنوان چشم‌اندازی در تسخیر بازار جدید بهره می‌برند. دسته‌ی دوم، شرکت‌های موجودند که در استراتژی خود، استفاده از مزایای فناوری‌های جدید را هدف قرار داده‌اند.

بنابراین، این کارکرد دربرگیرنده‌ی ایجاد شرایط سرمایه‌گذاری مناسب در زمینه‌ی کارآفرینی و نیز میزان ظهور سازمان‌های کارآفرین در محیطی رقابتی است. رخدادهای نشان‌گر تحقق این کارکرد در یک فناوری خاص عبارتند از:

- سرمایه‌گذاری خطرپذیر صورت‌پذیرفته در فناوری
- ورود شرکت‌های نوآور داخلی در این زمینه
- ارائه‌ی محصولات و خدمات جدید در زمینه فناوری
- ظهور شرکت‌های نوپا در زمینه فناوری
- انجام پروژه‌هایی با هدف تجاری‌سازی فناوری



## ب) خلق دانش

کارکرد خلق دانش دربرگیرنده‌ی فعالیت‌های یادگیری است که به‌طور عمده بر دانش فنی فناوری و به‌میزان 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. کارکرد خلق دانش را باید به‌عنوان پیش‌نیازی ضروری برای توسعه فناوری در نظر گرفت. در بستر توسعه‌ی فناوری، افزایش نرخ خروجی در تولید دانش، می‌تواند منجر به پدیداری گزینه‌های فناوری و کاربرد بیشتري از فناوری در نظام تکنولوژیکی نوآوری شود. فعالیت‌های توسعه‌ی دانش می‌توانند منبع داخلی یا خارجی داشته باشند. به‌بیان بهتر می‌توان گفت که توسعه‌ی دانش، می‌تواند توسط فعالیت‌هایی بصورت درون‌زا و یا انتقال فناوری انجام پذیرد. نمونه‌ی فعالیت‌هایی که در این کارکرد می‌توان نام برد در زیر آورده شده‌اند:

▪ پروژه‌های تحقیق و توسعه‌ی انجام شده با هدف توسعه‌ی دانش در زمینه‌های ساخت و طراحی توسط سازمان‌های

مختلف (در بخش‌های صنعت، دانشگاه و دولت) شامل:

- مطالعات کتابخانه‌ای
- طرح‌های پابلوت
- توسعه‌ی نمونه‌های اولیه (Prototype)
- انتقال فناوری
- مهندسی معکوس
- سرمایه‌گذاری‌های مشترک با هدف توسعه‌ی دانش

این پروژه‌ها می‌توانند توسط پتنت‌های ثبت شده (حق اختراعات)، مقالات و کتاب‌های منتشر شده و گزارش‌های تدوین شده، بررسی عملکرد سازمان‌های تحقیقاتی فعال (خصوصی یا عمومی) در زمینه‌ی فناوری و نیز محصولات تولید شده شناسایی شوند.

## ج) انتشار دانش

این کارکرد دربرگیرنده‌ی فعالیت‌هایی است که با هدف تسهیم (پراکنده‌سازی و به‌اشتراک‌گذاری) دانش و اطلاعات انجام می‌شوند. بنابراین، مهمترین نقش کارکرد انتشار دانش، ایجاد یادگیری تعاملی است. وجود روابط و در حالت پیچیده‌تر، شبکه‌هایی

از بازیگران از پیش‌نیازهای این کارکرد به‌شمار می‌رود. مهمترین نقش یک شبکه، آسان‌سازی تبادل اطلاعات در بین بازیگران است. کارکرد انتشار دانش، شامل این تعاملات موجود میان بازیگران است. فعالیت‌های مربوط به انتشار دانش، توسط دامنه‌ی گسترده‌ای از بازیگران انجام می‌شود. در وضعیت مطلوب، سیاست‌گذاران با توسعه‌دهندگان فناوری (صنعت‌گران) رابطه برقرار میکنند و توسعه‌دهندگان فناوری نیز با پژوهشگران حوزه فناوری، مرتبط می‌باشند. از طریق این تعاملات، فهم مشترکی از موضوع توسعه فناوری در بین بازیگران مختلف ایجاد می‌گردد. این فهم مشترک منجر به افزایش سازگاری ساختار موجود با فناوری نوظهور و بالعکس می‌شود. موارد زیر را می‌توان نمونه‌هایی از رخدادهای مربوط به این کارکرد دانست:

- استفاده از رسانه‌های جمعی برای انتشار مطالب پیرامون فناوری شامل اطلاعات فنی و غیرفنی (مانند بازار)
- فراهم‌آوری بسترهای لازم برای اطلاع‌رسانی در رابطه با دانسته‌های موجود (بدانیم که چه می‌دانیم) مانند فراهم‌آوری پایگاه‌های اطلاعاتی یکپارچه
- میزان فعالیت شبکه‌های دانشی موجود
- برگزاری کنفرانس‌ها، کارگاه‌های آموزشی
- پیمان‌ها و توافق‌نامه‌های بین بازیگران با هدف تبادل دانش

#### (د) جهت‌دهی به سیستم

به‌علت محدود بودن منابع در دسترس، می‌بایست از میان گزینه‌های مختلف فناورانه موجود دست به انتخاب زد. بدون انجام این کار، نیاز و انتظارات بازیگران از روند توسعه ناشناخته باقی مانده و منابع در دامنه‌ی وسیعی از گزینه‌ها پراکنده شده و به‌هدر می‌رود. برای جلوگیری از هدررفتن منابع، کارکرد جهت‌دهی به جستجو در روند توسعه‌ی فناورانه تعریف می‌گردد.

کارکرد جهت‌دهی به جستجو، اشاره به فعالیت‌هایی دارد که منجر به مشخص شدن نیازها و جهت‌دهی به فعالیت‌های بازیگران موجود در نظام فناوری می‌گردد. بنابراین، بدون وجود این کارکرد، تمام منابع موجود به هدر رفته و تمام گزینه‌های توسعه، ناموفق باقی می‌ماند. همچنین، رفع مشکلات موجود در کارکردهای دیگر نظام نیز می‌تواند در قالب این کارکرد انجام شود. این کارکرد می‌تواند توسط بازیگران مختلفی از جمله صنعت، دولت و بازار تحقق پیدا کند.

نمونه‌هایی از رخدادهای موثر بر تحقق این کارکرد، به‌شرح زیر است:

- هدف‌گذاری‌های انجام شده در زمینه فناوری
- استانداردهای تدوین شده در زمینه‌ی مطالعات و جهت‌دهی‌های مناسب

- قوانین وضع شده در زمینه‌ی فناوری (تسهیل گر، تنظیم گر، سیاست‌ها)
- حرکت‌های جمعی از سوی تعدادی از بازیگران در نتیجه‌ی شکل‌گیری برخی انتظارات و یا هنجارها
- نگاه‌های مثبت و یا منفی ایجاد شده در رابطه با سیستم یا بخشی از آن

### ه) شکل‌دهی به بازار

نیاید انتظار داشت که فناوری‌های نوظهور، توانایی رقابت با فناوری‌های موجود را داشته باشند. بنابراین، نیاز به ایجاد محیطی با هدف افزایش رقابت‌پذیری فناوری نوظهور احساس می‌شود. کارکرد شکل‌گیری بازار، شامل فعالیت‌هایی (مانند حمایت‌های مالی از کاربرد فناوری نوظهور) است که با ارائه‌ی امتیازاتی منجر به ایجا تقاضا برای فناوری می‌گردد. با فعالیت‌های مختلفی می‌توان به تحقق این کارکرد کمک کرد:

- ایجاد مزیت رقابتی بوسیله سیاست‌های مالیاتی بر فناوری و صنایع رقیب
- کاهش هزینه‌های مصرف فناوری
- وضع آیین‌نامه‌ها و قواعد تنظیم‌کننده بازار در مورد فناوری
- معافیت‌های مالیاتی بر فناوری
- اعطای تسهیلات در صورت استفاده از فناوری
- تعیین حداقلی از سهم استفاده از فناوری
- اقدامات انجام شده برای بازاریابی محصولات تولیدشده از فناوری

### و) بسیج منابع

دسترسی به منابع مورد نیاز، از ضرورت‌های توسعه نظام‌های نوآوری است. کارکرد تأمین منابع، به تخصیص سرمایه‌های مالی، انسانی، مکمل و مواد مورد نیاز برای توسعه فناوری می‌پردازد. فعالیت‌های مربوط به این کارکرد شامل انواع سرمایه‌گذاری‌ها و یارانه‌های تعلق گرفته به عوامل مختلف توسعه است. همچنین، گسترش زیرساخت‌های عمومی مورد نیاز پیشرفت فناوری، مانند سیستم‌های آموزشی و تسهیلات تحقیق و توسعه نیز در زمره‌ی این کارکرد قرار می‌گیرد.

این کارکرد می‌تواند توسط دولت، صنعت و یا هر بازیگر موثر دیگری در توسعه فناوری، برآورده گردد. با افزایش سطح بلوغ فناوری نوظهور، انتظار می‌رود سهم بخش خصوصی در تأمین منابع مورد نیاز نیز بیشتر گردد. نمونه‌ای از فعالیت‌های مربوط به این کارکرد شود، در ادامه آورده شده است:

- کمک‌های بلاعوض دولتی (سوبسید) برای گسترش و نشر فناوری یا انجام فعالیت کارآفرینی
- سرمایه‌گذاری‌های بخش دولتی و خصوصی در گسترش فناوری
- توسعه زیرساخت‌های مورد نیاز فناوری
- تلاش‌های انجام گرفته برای تأمین مواد و قطعات مورد نیاز
- تلاش‌های انجام گرفته برای آموزش نیروهای انسانی (علمی و مهارتی)

### (ز) مشروعیت بخشی

ظهور یک فناوری جدید اغلب با مخالفت بازیگران ذینفع در فناوری‌های کنونی همراه می‌شود. بنابراین، می‌بایست بازیگران فناوری نوظهور، بر این لختی غلبه نمایند. این امر، از طریق تشویق صاحبان قدرت به ایجاد آرایش جدیدی از قواعد و مقررات مربوط به نظام تکنولوژیکی نوآوری صورت می‌پذیرد. کارکرد حمایت از سوی نهادهای پشتیبان، شامل لابی‌های سیاسی و رایزنی‌هایی است که بین گروه ذینفعان فناوری صورت می‌پذیرد. این کارکرد، به میزان زیادی با کارکرد جهت‌دهی فرایندهای تحقیقاتی شباهت دارد. بزرگترین تفاوت بین آن‌ها این است که در کارکرد حمایت از سوی نهادهای پشتیبان، قواعد موجود در نظام تکنولوژیکی نوآوری تغییر نمی‌کنند. این کارکرد تنها به متقاعدسازی نهادهای پشتیبان می‌پردازد. سپس، رسمیت‌بخشیدن به فناوری از طریق وضع قواعد جدید، توسط نهادهای پشتیبان صورت می‌پذیرد. فعالیت وضع قوانینی در حمایت از فناوری نیز مربوط به کارکردهای دیگر (مانند جهت‌دهی فرایندهای تحقیقاتی و تأمین منابع) است.

با وجود برآورده شدن این کارکرد توسط بخش خصوصی و عمومی، بازیگران بخش خصوصی مانند سازمان‌های غیر دولتی (NGO) و یا صنایع حامی فناوری نقش پررنگ‌تری را ایفا می‌کنند. توجه شود که در تمام فعالیت‌های این کارکرد، گروهی از بازیگران، گروهی دیگر از بازیگران با قدرت اجرایی را به استفاده از فناوری نوظهور ترغیب می‌کنند. نمونه‌ای از رخدادهای موثر در تحقق این کارکرد، موارد زیر است:

- رایزنی‌های سیاسی بین گروه‌های درگیر برای حمایت از فناوری

- اعمال نفوذ گروه‌های پشتیبان فناوری در بخش‌های مختلف دولت و صنعت (شامل NGOها)
- شکل‌گیری شبکه‌هایی با هدف افزایش قدرت سیاسی بازیگران
- حمایت‌های انجام‌شده از فناوری از سوی تصمیم‌گیران

براساس شاخص‌ها و تعاریف چکیده ارائه شده از هر یک از کارکردهای هفت‌گانه، می‌توان دید کاملی از تمام ابعاد یک کارکرد بدست آورد. بر اساس این دید کامل، سوالات مطرح شده در فاز دو از جامعیت برخوردار می‌گردند. به‌طور خلاصه، کلیه زیرکارکردها را می‌توان در قالب جدول صفحه بعد به‌نمایش گذاشت:

جدول ۳- کارکردهای نظام نوآوری و شاخص‌های مربوطه

عامل	زیرعامل	شاخص‌های کیفی	شاخص‌های کمی
فعالیت‌های کارآفرینانه	ایجاد فرصت‌های جدید	تعداد پروژه‌های انجام شده با هدف تجاری‌سازی	تعداد شرکت‌های ثبت شده در زمینه‌ی فناوری
		ورود شرکت‌های موجود به عرصه‌ی فناوری	حجم سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر انجام شده
توسعه‌ی دانش	نمایش فرصت‌های جدید	برگزاری نمایشگاه تکنولوژی	انجام پروژه‌های نمایشی
	فنی	تعداد مقالات ISI منتشر شده در زمینه تکنولوژی	تعداد حق اختراعات ثبت شده به صورت بین‌المللی در زمینه تکنولوژی
		تعداد سازمان‌های تحقیقاتی (R&D) فعال در زمینه تکنولوژی	اندازه‌ی سازمان‌های تحقیقاتی (R&D) فعال در زمینه تکنولوژی
		تعداد مطالعات علمی و فنی صورت گرفته از تکنولوژی	تعداد توسعه و ایجاد نمونه‌های آزمایشی و اولیه از تکنولوژی (Prototype)
انتشار دانش	غیرفنی	تعداد گزارش‌های تولید شده در رابطه با مطالعه‌ی بازار	تعداد مطالعات امکان‌سنجی انجام شده
	فنی	تعداد فعالیت‌های تحقیق و توسعه و نوآورانه مشترک صورت پذیرفته میان واحدهای مختلف (با هدف تسهیم دانش)	تعداد کنفرانس‌ها و کارگاه‌های برگزار شده در رابطه با فناوری
		تعداد شبکه‌های متشکل از بازیگران موجود در نظام تکنولوژیک	اندازه‌ی شبکه‌های متشکل از بازیگران موجود در نظام

عامل	زیرعامل	شاخص‌های کیفی	شاخص‌های کمی
		تکنولوژیک	
		میزان جابه‌جایی نیروهای تحصیل‌کرده دانشگاهی با محوریت تکنولوژی	
	غیررسمی	تعداد گزارش‌های منتشر شده در رابطه با مطالعه‌ی بازار	
		تعداد مطالعات امکان‌سنجی منتشر شده	
جهت‌دهی به سیستم	رسمی (وضع نهادها)	قانون‌گذاری در رابطه با تکنولوژی	استانداردهای تدوین شده
	غیررسمی	وضع چشم‌اندازهای جدید برای توسعه‌ی تکنولوژی و یا موارد دیگر که بر تکنولوژی اثرگذارند	
	(شکل‌گیری انتظارات)	شکل‌گیری محرک‌هایی برای توسعه‌ی تکنولوژی یا نوع خاصی از آن (مانند ارزان شدن قیمت منابع مصرفی تکنولوژی)	
		شفاف‌سازی تقاضای کاربران اصلی	
		رشد تکنولوژی در کشورهای دیگر	
		ایجاد تغییر در عوامل کلان اثرگذار بر سیستم (مانند تغییرات آب و هوایی)	
		شکل‌گیری انتظاراتی درباره‌ی آینده‌ی تکنولوژی	
شکل‌گیری بازار		شفاف‌سازی پتانسیل بازار	
		میزان عدم قطعیت موجود در برابر تولیدکنندگان و یا سرمایه‌گذاران	
		شناسایی مرحله‌ی بلوغ (دوره‌ی عمر) بازار	
		تعداد و تنوع کاربران موجود برای تکنولوژی	
		تعداد و تنوع نهادهای تنظیم‌شده برای شکل‌دهی به بازار	
بسیج منابع	مالی	کمک‌های بلاعوض دولتی (بارانه)	
		سرمایه‌گذاری‌های بخش دولتی و خصوصی در گسترش فناوری	
	انسانی	در دسترس بودن نیروی انسانی فنی در رابطه با تکنولوژی موردنظر	
	مواد	تأمین مواد اولیه‌ی مورد نیاز برای توسعه‌ی تکنولوژی از خارج از کشور	
	دارایی‌های مکمل	توسعه زیرساخت‌های مورد نیاز	

عامل	زیرعامل	شاخص‌های کیفی	شاخص‌های کمی
مشروعیت بخشی		تکنولوژی و محصولات و خدمات مکمل	
		میزان هم‌گرایی نهادهای موجود و نظام نوآوری تکنولوژیک در حال توسعه	
		میزان مشروعیت سرمایه‌گذاری در توسعه‌ی 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	

## ۲- چالشها و موانع پیش روی توسعه سیستم کنترل نیروگاهی

### ۲-۱- مقدمه

به منظور تدوین سیاست‌های توسعه فناوری در گام نخست می‌بایست موانع و چالش‌های پیش روی توسعه فناوری شناسایی شده تا بر اساس آن‌ها راهکارها و اقدامات سیاستی تدوین گردد. در ادامه چالش‌های شناسایی شده ارائه می‌گردد.

### ۲-۲- شناسایی موانع و چالشها

به منظور جمع‌آوری و شناسایی چالش‌های موجود از دو روش مصاحبه و پنل خبرگان استفاده شده است. نام و مسئولیت خبرگان اشاره شده به شرح جدول ذیل است.

جدول ۴- نام و مسئولیت افراد پاسخ‌دهنده به پرسشنامه

اعضای کمیته راهبری	محل خدمت	نمایندگان
۱- آقای دکتر منتظری	دانشگاه شهید بهشتی	دانشگاه
۲- آقای دکتر یزدی زاده	دانشگاه شهید بهشتی	
۳- آقای دکتر دورعلی	دانشگاه دانشگاه شریف	
۴- آقای مهندس فرحناکیان	مدیر کل دفتر امور تحقیقات برق	صنعت
۵- آقای مهندس مهران	توانیر	وزارت نیرو

در مصاحبه‌های انجام گرفته با خبرگان ذکر شده در جدول فوق، به چالش‌های زیر اشاره شد. که آنها را ذیل ۶ کارکرد نظام ملی نوآوری (کارآفرینی، توسعه دانش، تأمین و تسهیل منابع، انتشار دانش، جهت‌دهی به سیستم و شکل‌دهی به بازار) قرار می‌گیرند. جدول ذیل مهمترین چالش‌های پیش روی توسعه سیستم کنترل نیروگاهی را نشان می‌دهد.

جدول ۵- مهمترین چالش‌های پیش‌روی توسعه سیستم کنترل نیروگاهی

چالش‌ها

کارکردها



<ul style="list-style-type: none"> <li>• ضرورت مشارکت نیروگاه‌های فعال دانشگاهی</li> <li>• ضرورت همکاری فعالان صنعتی</li> <li>• ضرورت آموزش و افزایش سطح دانش فنی متخصصین در سطوح مختلف</li> </ul>	کار آفرینی
--	------------

چالش‌ها	کارکردها
<ul style="list-style-type: none"> <li>• عدم وجود یک نقشه راه مدون و جامع</li> <li>• عدم وجود همکاری مشترک بین المللی در سطح دانشگاهی و صنعتی</li> <li>• عدم تمایل دانشگاهیان حوزه های کاربردی و صنعتی کنترل نیروگاه</li> <li>• کمبود زیر ساخت‌های سخت افزاری و نرم افزاری آزمایشگاهی و تحقیقاتی</li> </ul>	توسعه دانش

	کارکردها
	چالش‌ها

<ul style="list-style-type: none"> <li>• عدم آشنایی کافی دست اندرکاران صنعت از مباحث پیشرفته روز در زمینه کنترل نیروگاه</li> <li>• عدم آشنایی کافی دانشگاهیان با الزامات اجرای سیستم‌های کنترل نیروگاه</li> <li>• عدم وجود کنفرانس و همایش‌های مشترک صنعتی و دانشگاهی</li> <li>• عدم وجود نشریه معتبر مشترک دانشگاهی و صنعتی در زمینه کنترل نیروگاه</li> </ul>	انتشار دانش
چالش‌ها	کارکردها
<ul style="list-style-type: none"> <li>• عدم توجه به نیاز بازارهای داخلی به توانمندی داخلی</li> <li>• عدم توجه به بازارهای خارجی</li> </ul>	شکل دهی بازار
چالش‌ها	کارکردها
<ul style="list-style-type: none"> <li>• عدم توجه اقتصادی در صورت محدود شدن بازار داخلی</li> <li>• عدم وجود انگیزه کافی جهت سرمایه گذاری بخشی خصوصی</li> <li>• عدم توجه کافی وزارت نیرو به سرمایه گذاری در این زمینه</li> </ul>	تامین و تسهیل منابع
<ul style="list-style-type: none"> <li>• عدم استفاده از نتایج در این بخش در سایر بخش‌های صنعت و متقابلاً</li> </ul>	جهت دهی به سیستم

## ۳- تدوین اقدامات و سیاست‌های پشتیبان

### ۳-۱- مقدمه

برنامه اقدامات را میتوان به دو دسته اقدامات فنی و اقدامات سیاستی تقسیم نمود. بر این اساس اقدامات فنی متناظر با پروژه-های توسعه فناوری در نظر گرفته شده و اقدامات سیاستی متناظر با بحث برطرف سازی چالشهای نظام نوآوری است.

### ۳-۲- اقدامات سیاستی

براساس چالش‌ها و موانع پیش روی مطرح شده در جدول ۵ حوزه توسعه سیستم کنترل نیروگاهی لازم است مجموعه‌ای از سیاست‌ها و اقدامات متناظر با آن‌ها، تدوین شوند. به عبارت دیگر بسترسازی مناسب برای پیاده‌سازی راهبرد فناوری و جهت‌دهی مناسب انگیزه‌ها، ساختار، منابع، قوانین، بازیگران و روابط بین آن‌ها ضرورتی انکارناپذیر برای تسهیل اجرای راهبردها و در نهایت تحقق اهداف می‌باشد. سیاست‌های مورد نیاز به منظور بسترسازی مناسب جهت رفع چالش‌های پیش روی توسعه سیستم کنترل نیروگاهی که با استفاده از نظرات خبرگان ذکر شده در جدول ۵ پیشنهاد گردیده‌اند به شرح جدول ذیل می‌باشند.

جدول ۶- سیاست‌هایی جهت مقابله با چالش‌های اصلی پیش روی توسعه سیستم کنترل نیروگاهی

سیاست‌های اجرایی	چالش‌ها	کارکردها
------------------	---------	----------

<p>✓ تهیه بستر تحقیقاتی از طریق ایجاد ارتباط نزدیک فی مابین پژوهشگاه نیرو، شرکتهای خصوصی نظیر مپنا و دانشگاه‌ها با تاسیس مرکز پژوهشی کنترل نیروگاه در پژوهشگاه</p> <p>✓ توسعه آموزشهای کاربردی با همکاری متخصصین دانشگاهی و صنعتی در مرکز آموزشهای تخصصی پردیس شهید عباس پور دانشگاه شهید بهشتی</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ضرورت مشارکت نیروگاه‌های فعال دانشگاهی</li> <li>• ضرورت همکاری فعالان صنعتی</li> <li>• ضرورت آموزش و افزایش سطح دانش فنی متخصصین در سطوح مختلف</li> </ul>	کارآفرینی
---	--	-----------

سیاست‌های اجرایی	چالش‌ها	کارکردها
<p>✓ تهیه نقشه راه و بروزرسانی آن هر پنج سال</p> <p>✓ سعی در برقراری ارتباطهای مشترک با شرکتهای صاحب تکنولوژی و دانشگاههای فعال در این زمینه</p> <p>✓ فراهم نمودن بستر لازم تحقیقاتی و آشنایی دانشگاهیان با نیازهای صنعت نیروگاه و برگزاری همایش‌های علمی تخصصی در این زمینه با حمایت وزارت نیرو</p> <p>✓ حمایت وزارت نیرو از ایجاد مراکز آزمایشگاهی تخصصی در آن زمینه در دانشگاه‌ها</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• عدم وجود یک نقشه راه مدون و جامع</li> <li>• عدم وجود همکاری مشترک بین المللی در سطح دانشگاهی و صنعتی</li> <li>• عدم تمایل دانشگاهیان حوزه های کاربردی و صنعتی کنترل نیروگاه</li> <li>• کمبود زیر ساخت‌های سخت افزاری و نرم افزاری آزمایشگاهی و تحقیقاتی</li> </ul>	توسعه دانش

سیاست‌های اجرایی	چالش‌ها	کارکردها
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ برگزاری همایش‌ها و کنفرانس‌ها بین المللی صنعتی و دانشگاهی در زمینه کنترل نیروگاهی</li> <li>✓ انتشارات کتب و مجلات معتبر دانشگاهی و صنعتی در این زمینه</li> <li>✓ امکان دسترسی دانشگاهیان و خیرگان صنعت با مباحث پیشرفته کنترل نیروگاه در سطح جهانی از طریق امکان مشارکت این افراد در کنفرانس‌های بین المللی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• عدم آشنایی کافی دست اندرکاران صنعت از مباحث پیشرفته روز در زمینه کنترل نیروگاه</li> <li>• عدم آشنایی کافی دانشگاهیان با الزامات اجرای سیستم‌های کنترل نیروگاه</li> <li>• عدم وجود کنفرانس و همایش‌های مشترک صنعتی و دانشگاهی</li> <li>• عدم وجود نشریه معتبر مشترک دانشگاهی و صنعتی در زمینه کنترل نیروگاه</li> </ul>	انتشار دانشی

سیاست‌های اجرایی	چالش‌ها	کارکردها
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ارتقا سطح کیفی محصولات داخلی با حمایت های لازم تخصصی و مالی</li> <li>✓ برقراری ارتباط بین المللی و ارتقاء سطح کیفی محصولات با اخذ گواهی نامه معتبر بین المللی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• عدم توجه به نیاز بازارهای داخلی به توانمندی داخلی</li> <li>• عدم توجه به بازارهای خارجی</li> </ul>	شکل دهی بازار

سیاست‌های اجرایی	چالش‌ها	کارکردها
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ تهیه بستر لازم جهت توسعه بازاری بین المللی</li> <li>✓ حمایت‌های مالی مستقیم و غیر مستقیم در سرمایه گذاری در این زمینه</li> <li>✓ عدم توجه کافی وزارت نیرو به سرمایه گذاری در این زمینه</li> <li>✓ تخصیص اعتبارات لازم از طرف وزارت نیرو در این زمینه</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• عدم توجه اقتصادی در صورت محدود شدن بازار داخلی</li> <li>• عدم وجود انگیزه کافی جهت سرمایه گذاری بخشی خصوصی</li> <li>• عدم توجه کافی وزارت نیرو به سرمایه گذاری در این زمینه</li> </ul>	تامین و تسهیل منابع

سیاست‌های اجرایی	چالش‌ها	کارکردها
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ایجاد ارتباط نزدیکترین شرکتهای فعال در این زمینه و کنترل سایر فرآیندهای صنعتی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• عدم استفاده از نتایج در این بخش در سایر بخش های صنعت و متقابلا</li> </ul>	جهت دهی به سیستم

### ۳-۳- اقدامات فنی (پروژه‌های توسعه فناوری)

همانطور که در گزارش فاز سوم این پروژه ارائه گردید، اولویت‌های توسعه فناوری سیستم کنترل در دو حوزه تعیین شده است. این دو حوزه عبارتند از:

○ فناوری‌های حوزه عملکردی

○ فناوری‌های حوزه تست (سیمولاتور)

حال در ادامه می‌بایست پروژه‌های توسعه فناوری برای دستیابی به دانش فنی در این حوزه مشخص گردد. لازم به ذکر است برنامه اقدامات فنی در جلسه کمیته راهبری بررسی گردید و پس از اعمال تغییرات مورد تأیید اعضای محترم کمیته قرار گرفت. لیست اقدامات فنی به شرح زیر می‌باشد.

#### ❖ پروژه طراحی و ساخت سیمولاتورهای نیروگاهی

##### ❖ مدل سازی بر اساس استاندارد ISA

- بویلر HRSG
- توربین گاز V94.2
- توربین بخار E
- تجهیزات جانبی

##### ❖ سیستم کنترل

- بویلر HRSG
- توربین گاز V94.2
- توربین بخار سری E
- تجهیزات جانبی

##### ❖ یکپارچه سازی و طراحی رابط کاربر

##### ❖ رفع عیب

### ❖ پروژه طراحی و پیاده‌سازی سیستم عیب‌یابی تجهیزات نیروگاهی

#### ❖ مدل‌سازی و قسمت نرم‌افزاری

- بویلر HRSG
- توربین گاز V94.2
- توربین بخار سری E
- تجهیزات جانبی
- یکپارچه‌سازی

#### ❖ سخت‌افزاری

- تجهیزات اندازه‌گیری
- تابلو و HMI

### ❖ پروژه طراحی سیستم کنترل (DCS) نیروگاهی

#### ❖ طراحی عملکردی

- بویلر HRSG
- توربین گاز V94.2
- توربین بخار سری E
- تجهیزات جانبی
- یکپارچه‌سازی

#### ❖ پیاده‌سازی نرم‌افزاری و سخت‌افزار

- نرم‌افزار
- سخت‌افزار
- تجهیزات ابزار دقیق

#### ❖ یکپارچه‌سازی

#### ❖ آزمایش و تست با سیمولاتور



### ❖ آزمایش میدانی

همانطور که ذکر گردید، به منظور دستیابی به چشم‌انداز و اهداف کلان طراحی شده در گزارش مرحله سوم و در راستای سیاست‌های خرد طرح شده در بخش قبل، لازم است اقدامات فنی انجام گیرد که هر کدام از این اقدامات را در قالب یک پروژه توسعه فناوری می‌توان در نظر گرفت. لذا باید هزینه و زمان لازم برای پیاده‌سازی هر کدام از پروژه‌ها را ارزیابی نموده تا بتوان برنامه ریزی صحیحی با توجه به زمان و منابع محدود به عمل آورد. که در گزارش فاز پنجم به تفصیل ارائه خواهد شد.

## ۴- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری کلی گزارش

در این گزارش به عنوان فاز چهارم از پروژه تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه سیستم کنترل نیروگاهی، به موضوعات تدوین سیاست‌ها و اقدامات فنی این حوزه، پرداخته شد. در این راستا علاوه بر بررسی مختصر ادبیات موضوع، مطالب مربوط به چالش‌های پیش روی توسعه سیستم کنترل نیروگاهی شناسایی گردید و راهکارهایی در قالب اقدامات سیاستی برای برطرف نمودن چالش‌های شناسایی شده ارائه گردید. در ادامه لیست اقدامات فنی مرتبط با بحث توسعه فناوری با همکاری صنعت تهیه و طی جلساتی مورد تأیید اعضای محترم کمیته راهبری کمیته راهبری قرار گرفت.

## مراجع

- [1] Ahrens, J., 2002. *Governance and the implementation of technology policy in less developed countries*. Econ. Innovation New Tech. 11, 441-476.
- [2] Colebatch H.K., 2002. *Policy*. Second edition, Open University Press, Buckingham.
- [3] Faulhaber G.R., 2000. *Emerging technologies and public policy: in Wharton on managing emerging technologies*, ed. G.S. Day, P.J.H. Schoemaker and R.E. Gunther, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- [4] Agency, International Energy. *Energy Technology Roadmaps: a guide to development and implementation*. Paris : OECD/IEA, 2014.
- [۵] مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور. روش‌شناسی تدوین اسناد ملی فناوری‌های راهبردی. تهران : در دست چاپ, ۱۳۹۲.
- [6] <http://2rooznameh.ir/index/index.php/>

## فهرست مطالب

۴	۱- مرور ادبیات: مفاهیم نقشه راه .....
۴	۱-۱- مقدمه .....
۵	۲-۱- تدوین نقشه راه .....
۸	۲- تدوین نقشه راه توسعه فناوری سیستم کنترل نیروگاهی .....
۸	۲-۱- مقدمه .....
۸	۲-۲- تعیین زمان برای اقدامات سیاستی .....
۱۰	۳-۲- معرفی طرح های فنی حوزه کنترل نیروگاه ها .....
۱۲	۴-۲- تعیین زمان اجرای اقدامات فنی .....
۱۵	۵-۲- ره نگاشت توسعه فناوری سیستم کنترل نیروگاهی .....
۱۷	۶-۲- نحوه تقسیم کار ملی .....
۲۱	۷-۲- تعیین نهادهای مجری .....
۲۲	۸-۲- شناسنامه اقدامات و پروژههای فنی .....
۳۰	۳- جمع بندی و نتیجه گیری کلی گزارش .....
۳۱	مراجع .....

## فهرست شکلها

- شکل ۱- ره نگاشت طراحی و ساخت سیمولاتورهای نیروگاهی ..... ۱۶
- شکل ۲- ره نگاشت طراحی و پیاده سازی سیستم عیب یابی تجهیزات نیروگاهی ..... ۱۶
- شکل ۳- ره نگاشت طراحی سیستم کنترل (DCS) نیروگاهی ..... ۱۷
- شکل ۴- ساختار اجرایی در سطح ملی ..... ۱۸

## فهرست جداول

- جدول ۱- عناوین طرح‌ها، مدت زمان مورد نیاز جهت طراحی و ساخت سیمولاتورهای نیروگاهی ..... ۱۳
- جدول ۲- عناوین طرح‌ها، مدت زمان مورد نیاز جهت طراحی و پیاده سازی سیستم عیب یابی تجهیزات نیروگاهی ..... ۱۴
- جدول ۳- عناوین طرح‌ها، مدت زمان مورد نیاز جهت توسعه فناوری سیستم کنترل ..... ۱۵
- جدول ۴- نهادهای مجری طراحی و ساخت سیمولاتورهای نیروگاهی ..... ۱۹
- جدول ۵- نهادهای مجری طراحی و پیاده سازی سیستم عیب یابی تجهیزات نیروگاهی ..... ۱۹
- جدول ۶- نهادهای مجری طراحی سیستم کنترل (DCS) نیروگاهی ..... ۲۱

## ۱- مرور ادبیات: مفاهیم نقشه راه

### ۱-۱- مقدمه

ره‌نگاشت برنامه‌ای راهبردی است که به توصیف گام‌های مورد نیاز یک سازمان برای دستیابی به اهداف و خروجی‌های بیان شده، می‌پردازد. این ابزار به وضوح روابطی میان فعالیت‌ها و اولویت‌ها تصویر می‌کند تا در کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت پیاده‌سازی شوند. به علاوه یک ره‌نگاشت اثربخش شامل سنجه‌ها<sup>۱</sup> و نقاط عطف<sup>۲</sup> می‌باشد به طوری که امکان پایش منظم پیشرفت به سوی اهداف غایی ره‌نگاشت، به وجود آید.

ره‌نگاشت‌ها انواع گوناگونی دارند. ره‌نگاشت‌های مختص فناوری مقصودشان حمایت از توسعه یک نوع خاصی از فناوری می‌باشد. افرادی که به طور معمول در این فرآیند همکاری می‌کنند، شامل کارشناسان فنی، سیاستگذاران، تحلیلگران انرژی و پژوهشگران دانشگاهی می‌باشند که گرد هم می‌آیند تا به طراحی اهداف عملکردی، مسیرهای کاری<sup>۳</sup>، اولویت‌ها و چارچوب‌های زمانی برای تحقیق، توسعه، رونمایی و پیاده‌سازی<sup>۴</sup> یک فناوری، بپردازند.

تعریف آژانس بین‌المللی انرژی از ره‌نگاشت فناوری عبارت است از یک مجموعه پویا از نیازمندی‌های فنی، سیاستی، قانونی، مالی، بازاری و سازمانی شناسایی شده توسط کلیه ذی‌نفعان درگیر در تدوین ره‌نگاشت. تلاش‌ها بایست معطوف به تسهیم بهتر کلیه اطلاعات مرتبط با تحقیق، توسعه، رونمایی و پیاده‌سازی یک فناوری بین شرکت‌کنندگان باشد.<sup>(۴)</sup>

در ادامه تعاریف برخی از عبارات ارائه شده است:

• ره‌نگاشت: نوعی خاص از برنامه‌ریزی راهبردی ناظر بر طرح‌ریزی مجموعه فعالیت‌هایی است که یک سازمان می‌تواند

طی چارچوب‌های زمانی خاص، برای دستیابی به اهداف و خروجی‌های بیان شده تعهد کند.

• ره‌نگاری: فرآیند تکاملی که طی آن یک ره‌نگاشت خلق، اجرا، پایش و در صورت لزوم به‌روزرسانی می‌شود.

<sup>1</sup> metrics

<sup>2</sup> milestones

<sup>3</sup> pathways

<sup>4</sup> research, development, demonstration and deployment (RDD&D)

- ذی‌نفعان: افراد مناسبی که در تحقق توسعه و پیاده‌سازی ره‌نگاشت ذی‌نفع‌اند، مانند نمایندگان دولت، صنعت، دانشگاه و سازمان‌های مردم‌نهاد.
- اجرا: فرآیند عملیاتی کردن ره‌نگاشت به واسطه انجام پروژه‌ها و اقدامات معطوف به خرده‌فعالیت‌ها و اولویت‌ها و همچنین به واسطه پایش پیشرفت با استفاده از یک سامانه ردگیری.
- مخاطبان ره‌نگاشت بسته به نوع سندی که تدوین می‌شود تغییر می‌کنند. برای ره‌نگاشت‌های فناوری انرژی در سطح ملی، مخاطبان ممکن است شامل موارد زیر باشند:
  - تصمیم‌سازان دولتی و ملی در وزارتخانه‌های انرژی، محیط زیست، صنعت، منابع طبیعی و امور زیربنایی
  - تصمیم‌سازان دولتی و ملی در وزارتخانه‌های دارایی یا امور اقتصادی
  - سیاستگذاران ایالتی/استانی و محلی و تنظیم‌گران ملی
  - تصمیم‌سازان بخش انرژی، به ویژه از صنایعی که مقادیر زیادی از انرژی را تولید یا مصرف می‌کنند (مانند صنعت برق، حوزه‌های منابع طبیعی و کشاورزی، و صنایع انرژی بر)
  - کارشناسان پیشروی علمی، مهندسی، سیاستگذاری، علوم اجتماعی و کسب و کار که مشغول در پژوهش روی فناوری‌های خاص انرژی و سیاست‌های پشتیبان و مکانیسم‌های مالی مورد نیاز برای تسریع تجاری‌سازی می‌باشند
  - سازمان‌های مردم‌نهاد درگیر در پژوهش و حمایت از انرژی پاک (۱)

## ۱-۲- تدوین نقشه راه

- در این قسمت باید به معرفی (گام‌های) روشی برای تدوین برنامه عملیاتی پرداخت. این روش پیشنهادی باید قادر باشد تا به سؤالات مختلف فرآیند توسعه فناوری که تا این مرحله مورد توجه قرار نگرفته‌اند پاسخ داده شود؛ سؤالاتی نظیر:
- برنامه‌ها برای پاسخ‌گویی به کدام اهداف تدوین و اجرا می‌شود؟
  - برنامه‌ها چگونه اولویت‌ها و ملاحظات تعریف شده در راهبردها، سیاست‌ها و اقدامات را عملیاتی می‌سازند؟
  - گروه‌ها یا نهادهای اصلی هدف (یعنی هویت‌هایی که این قصد تأثیرگذاری بر رفتار آن‌ها را دارد) کدامند؟



- مجری یا مجریان این برنامه کدامند؟ و نحوه عمل آن‌ها چگونه است؟
  - دوره زمانی اجرای برنامه چقدر است؟
  - منابع موردنیاز و نتایج مورد انتظار از اجرای این برنامه‌ها کدامند؟
- بر مبنای رویکرد چارچوب منطقی و روش تدوین برنامه عملیاتی فناوری از یک طرف، و نیز ارکان جهت‌ساز و برنامه اقدامات و سیاست‌های تدوین شده، در این قسمت لازم است تا روش پیشنهادی تدوین برنامه عملیاتی ارائه شود. این روش پیشنهادی متشکل از گام‌های زیر خواهد بود:
- در نظرگیری ارتباط برنامه عملیاتی با ارکان جهت‌ساز و برنامه اقدامات و سیاست‌ها: هر برنامه عملیاتی در ارتباط با یک و چند هدف بالادستی نوشته می‌شود. به عبارت دیگر، هدف اولیه یک سند توسعه فناوری در ابتدا برآورده ساختن ارکان جهت‌ساز و برنامه اقدامات و سیاست‌ها تعریف شده در مراحل قبل است. با توجه به منطقی که در فصول پیشین به-عنوان فرآیند تدوین اسناد ملی راهبردی بیان شد، تدوین برنامه‌های عملیاتی نیز باید با توجه و در نظرگیری این فرآیند انجام گردد. برنامه‌های تدوین شده در مرحله اول باید همراستا با اهداف کلان و خرد تعریف شده در مراحل قبلی باشد. در مرحله دوم، برنامه‌های عملیاتی تدوین شده باید با راهبردها، اقدامات و سیاست‌های تدوین شده همخوان باشد. این کار را می‌توان با تحلیل موانع شناسایی شده در مرحله برنامه اقدامات و سیاست‌ها به انجام رساند. با در نظر داشتن موانع به شکل مشکلاتی که باید برای آن‌ها راه‌حل ارائه گردد، یک مشکل پیچیده به شکل آسانی حل خواهد شد، اگر علت و اثرات آن به‌طور کامل مورد تحلیل قرار گرفته باشد.
  - تعیین پروژه‌ها: در این گام پروژه‌های ضروری به‌منظور برآورده کردن اهداف کلان و خرد و نیز محقق نمودن راهبردها، اقدامات و سیاست‌ها تعیین می‌شود. این پروژه‌ها، فعالیت‌هایی هستند که توسط کنش‌گران توسعه فناوری و در راستای راهبردهای کلان و سیاست‌های نوآوری تعریف می‌شود. اگر پروژه‌ها به‌طور صحیحی برنامه‌ریزی شوند، نتایج موردانتظار از انجام آن‌ها حاصل، و در نتیجه، اهداف میان‌مدت و بلندمدت نیز محقق می‌گردد. پروژه‌ها در فرآیندی توافقی و تعاملی و براساس نظر ذینفعان استخراج می‌گردد. اقداماتی تدوین شده در مراحل قبل هم راهنمای مناسبی برای طراحی پروژه‌ها هستند. به عبارت دیگر، برای تحقق هر اقدام یا سیاست اجرایی، وجود مجموعه‌ای از پروژه‌ها ضروری است.

- تعریف دوره‌های زمانی: هرچند پایداری و قابل پیش‌بینی بودن گاه به‌عنوان نکات مثبت در بعضی از انواع برنامه‌های حمایتی برشمرده می‌شود، اما در عمل و به‌دلایل مختلف بهتر است این برنامه‌ها برای دوره‌های زمانی مشخص و محدود طراحی و اجرا شوند. از مهمترین مزایای محدود بودن زمان برنامه‌ها، می‌توان به روشن و محدود بودن بودجه موردنیاز، فراهم شدن امکانات ارزیابی بهتر نتایج و دستاوردها و امکان اصلاح، بازنگری و ایجاد تطابق بیشتر در برنامه‌ها با شرایط زمان اشاره کرد. بر این اساس، لازم است تا دوره زمانی اجرایی هر برنامه را در این گام مشخص نمود.
- برنامه‌ریزی منابع: برنامه‌ریزی منابع با هدف اجرایی نمودن اقدامات تعریف شده صورت می‌پذیرد. این برنامه‌ریزی را باید قبل از اجرایی کردن اقدامات به انجام رساند. منظور از منابع موردنیاز در این گام دانش فنی، ابزارآلات و تجهیزات و منابع مالی است. در صورت وجود منابع موردنیاز، برنامه‌ریزی منابع بیانگر چگونگی و اولویت‌بندی استفاده از آنهاست. اما در شرایطی که منابع موجود نباشد، برنامه‌ریزی به‌معنی چگونگی دستیابی به منابع از طریق خرید، همکاری و یا تولید منابع موردنیاز است.
- ترسیم ره‌نگاشت برنامه عملیاتی: پس از تعریف پروژه‌ها و برنامه‌های عملیاتی، برنامه‌ریزی منابع و تعیین مجریان، در گام آخر برنامه عملیاتی لازم است تا ارتباط میان آنها مشخص شده و خلاصه نتایج آن در قالب ره‌نگاشت برنامه عملیاتی ارائه شود.

## ۲- تدوین نقشه راه توسعه فناوری سیستم کنترل نیروگاهی

### ۱-۳- مقدمه

پس از شناخت اولویت‌های توسعه فناوری و تعیین راهبردهای مربوطه و به تبع آن، تعیین اقدامات فناورانه و سیاستی در گزارش فاز چهارم، حال نوبت آن است طراحی نقشه راهی برای پیاده‌سازی آن‌ها ارائه گردد. به عبارت دیگر لازم است مجموعه اقدامات لازم در راستای دستیابی به اهداف در قالب زمانی نشان داده شده و وظایف هر یک از نهادهای ذی‌ربط مشخص گردد. در این بخش ضمن شناسایی آیتم‌های عملیاتی لازم برای تدوین نقشه راه کنترل نیروگاه‌ها، فرآیند تدوین ره‌نگاشت و نگاره نهایی آن ارائه خواهد شد.

### ۱-۱- تعیین زمان‌بندی اقدامات سیاستی

همانطور که در گزارش فاز چهارم تشریح گردید، در این طرح پژوهشی لیستی از اقدامات سیاستی ارائه شده است. در ادامه هر یک از این سیاست‌ها، نیازمند تعیین زمان‌بندی و یک سازمان متولی جهت اجرای آن است. جدول زیر مجری هر یک از اقدامات سیاستی را مشخص نموده است.

جدول ۱- سیاست‌های پیشنهادی جهت مقابله با چالش‌های اصلی توسعه فناوری‌های کنترل نیروگاهی

سیاست‌های پیشنهادی	مجری
تهیه بستر تحقیقاتی از طریق ایجاد ارتباط نزدیک فی مابین پژوهشگاه نیرو، شرکت‌های خصوصی نظیر مپنا و دانشگاه‌ها از طریق تاسیس مرکز پژوهشی کنترل نیروگاه در پژوهشگاه	مرکز مدیریت و توسعه
توسعه آموزش‌های کاربردی با همکاری متخصصین دانشگاهی و صنعتی در مرکز آموزش‌های تخصصی پردیس شهید عباس‌پور دانشگاه شهید بهشتی	مرکز مدیریت و توسعه
تهیه نقشه راه و بروزرسانی آن هر ۳ سال	مرکز مدیریت و توسعه
سعی در برقراری ارتباط‌های مشترک با شرکتهای صاحب تکنولوژی و دانشگاه‌های فعال در این زمینه	مرکز مدیریت و توسعه

سیاست‌های پیشنهادی	مجری
حمایت وزارت نیرو از ایجاد مراکز آزمایشگاهی تخصصی در آن زمینه در دانشگاه‌ها	مرکز مدیریت و توسعه
برگزاری همایش‌ها و کنفرانس‌ها بین الملل صنعتی و دانشگاهی در زمینه کنترل نیروگاهی	مرکز مدیریت و توسعه
انتشارات کتب و مجلات معتبر دانشگاهی و صنعتی در این زمینه	مرکز مدیریت و توسعه
ارتقا سطح کیفی محصولات داخلی با حمایت از تولیدات داخلی از جمله رایزنی با وزارت نیرو برای پیش خرید محصولات فناورانه	مرکز مدیریت و توسعه
ارتقاء سطح کیفی محصولات از طریق الزام شرکت‌ها به اخذ گواهی نامه‌های معتبر بین المللی	مرکز مدیریت و توسعه
استفاده از حمایت‌های سیاسی در جهت شکل‌دهی بازارهای بین المللی	مرکز مدیریت و توسعه
انجام رایزنی‌های لازم در جهت تسهیل استفاده از اعتبارات صندوق توسعه ملی	مرکز مدیریت و توسعه

به منظور اجرای اقدامات سیاستی ارائه شده در جدول فوق، طی جلسات کمیته راهبری مقرر گردید که مرکزی با عنوان " مرکز مدیریت و توسعه فناوری سیستم‌های کنترل نیروگاهی " در بدنه وزارت نیرو ایجاد گردد و راهبری اقدامات سیاستی و طرح‌ها را بر عهده گیرد. این اقدام می‌بایست به عنوان اولین گام، در **اولین سال پیاده‌سازی سند** انجام شود. در جدول زمان‌بندی موردنیاز برای ایجاد این مرکز آورده شده است.

جدول ۲- زمان‌بندی پیشنهادی ایجاد مرکز مدیریت و توسعه کنترل نیروگاهی

عنوان	
۱	راه‌اندازی مرکز راهبری طرح‌های فنی حوزه کنترل نیروگاه‌ها طی ۱۰ سال
۲	نظارت بر اجرای طرح‌های تحقیق و توسعه کنترل نیروگاه‌ها طی چهار سال

لازم به ذکر است هزینه نظارت بر اجرای طرح‌های R&D معادل حدود ۵ درصد کل هزینه طرح‌های R&D این حوزه در نظر گرفته شده است.

## ۱-۲- معرفی طرح های فنی حوزه کنترل نیروگاه ها

همانطور که در گزارش فاز چهارم این پروژه تشریح گردید، لیست طرح‌های فنی این پروژه به شرح ذیل می‌باشد:

### ❖ طرح ۱: طراحی و ساخت سیمپولاتورهای نیروگاهی

#### ❖ مدل سازی بر اساس استاندارد ISA

- بویلر HRSG
- توربین گاز V94.2
- توربین بخار E
- تجهیزات جانبی

#### ❖ سیستم کنترل

- بویلر HRSG
- توربین گاز V94.2
- توربین بخار سری E
- تجهیزات جانبی

#### ❖ یکپارچه سازی و طراحی رابط کاربر

#### ❖ رفع عیب

## ❖ طرح ۲: طراحی و پیاده‌سازی سیستم عیب‌یابی تجهیزات نیروگاهی

### ❖ مدل‌سازی و قسمت نرم افزاری

- بویلر HRSG
- توربین گاز V94.2
- توربین بخار سری E
- تجهیزات جانبی
- یکپارچه سازی

### ❖ سخت افزاری

- تجهیزات اندازه گیری
- تابلو و HMI

## ❖ طرح ۳: طراحی سیستم کنترل (DCS) نیروگاهی

### ❖ طراحی عملکردی

- بویلر HRSG
- توربین گاز V94.2
- توربین بخار سری E
- تجهیزات جانبی
- یکپارچه سازی

### ❖ پیاده سازی نرم افزاری و سخت افزار

- نرم افزار
- سخت افزار
- تجهیزات ابزار دقیق

### ❖ یکپارچه سازی

### ❖ آزمایش و تست با سیمولاتور

### ❖ آزمایش میدانی

حال می‌بایست پس از مشخص شدن اقدامات فنی، زمان و مجریان پیشنهادی هر یک از اقدامات را مشخص نمود. در ادامه هر یک از این مباحث مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

### ۱-۳- تعیین زمان اقدامات فنی

با توجه به جنس پروژه‌های مشابه انجام شده در پژوهشگاه و استفاده از تجربیات اعضای محترم کمیته راهبری، درصد تخصیص بودجه مورد نیاز برای اجرای پروژه‌ها مطابق جداول آتی پیش بینی شده است. لازم به ذکر است ۳۰ درصد هزینه‌ها مربوط به منابع انسانی و ۷۰ درصد مابقی مربوط به تجهیزات و ساخت می‌باشد.

جدول ۳- عناوین طرح‌ها، مدت زمان مورد نیاز جهت طراحی و ساخت سیمولاتورهای نیروگاهی

زمان (سال)	نام طرح
	❖ مدل سازی بر اساس استاندارد ISA
۱,۵ سال	• بویلر HRSG
۱,۵ سال	• توربین گاز V94.2
۱,۵ سال	• توربین بخار E
۱,۵ سال	• تجهیزات جانبی
	❖ سیستم کنترل
۱ سال	• بویلر HRSG
۱ سال	• توربین گاز V94.2
۱ سال	• توربین بخار سری E
۱ سال	• تجهیزات جانبی
۱ سال	❖ یکپارچه سازی و طراحی رابط کاربر
۱ سال	❖ رفع عیب
۳ سال	جمع



جدول ۴- عناوین طرح‌ها، مدت زمان مورد نیاز جهت طراحی و پیاده سازی سیستم عیب یابی تجهیزات نیروگاهی

زمان (سال)	نام طرح
	❖ مدل سازی و قسمت نرم افزاری
۱ سال	• بویلر HRSG
۱ سال	• توربین گاز V94.2
۱ سال	• توربین بخار سری E
۱ سال	• تجهیزات جانبی
۱ سال	• یکپارچه سازی
	❖ سخت افزاری
۰,۷۵ سال	• تجهیزات اندازه گیری
۱,۲۵ سال	• تابلو و HMI
۳ سال	جمع

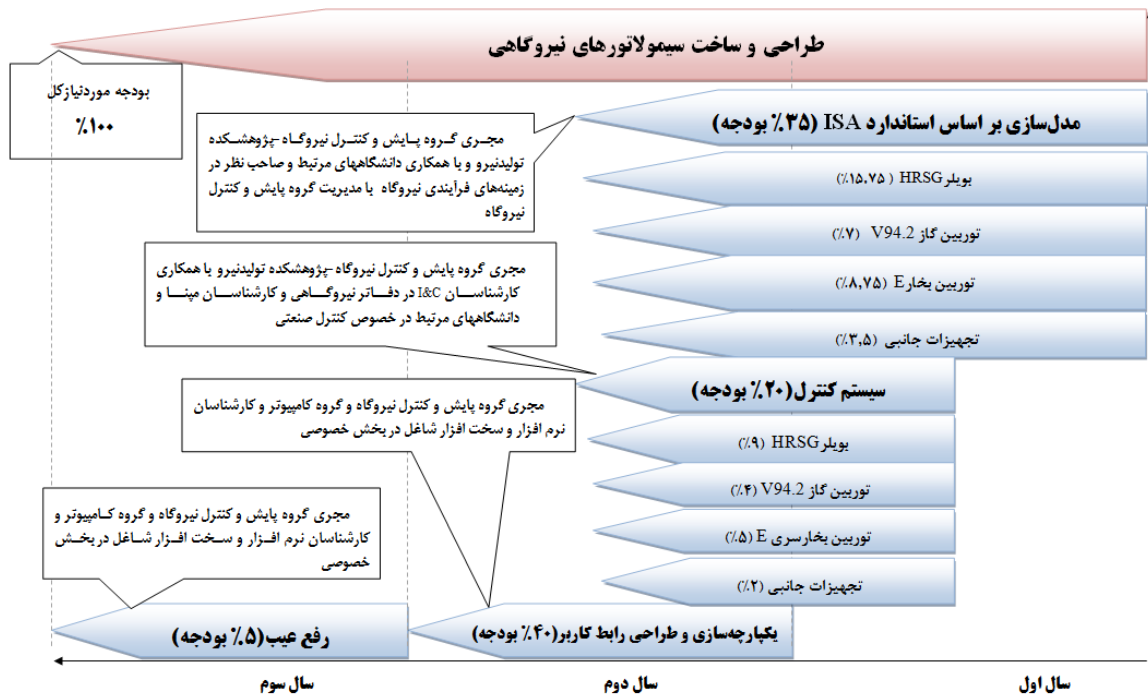
جدول ۵- عناوین طرح‌ها، مدت زمان مورد نیاز جهت توسعه فناوری سیستم کنترل

نام طرح	زمان (سال)
❖ طراحی عملکردی	
• بویلر HRSG	۲ سال
• توربین گاز V94.2	۲ سال
• توربین بخار سری E	۲ سال
• تجهیزات جانبی	۲ سال
• یکپارچه سازی	۲ سال
❖ پیاده سازی نرم افزاری و سخت افزار	
• نرم افزار	۱,۵ سال
• سخت افزار	۱,۵ سال
• تجهیزات ابزار دقیق	۱,۵ سال
❖ یکپارچه سازی	۱ سال
❖ آزمایش و تست با سیمولاتور	۱ سال
❖ آزمایش میدانی	۱ سال
جمع	۵ سال

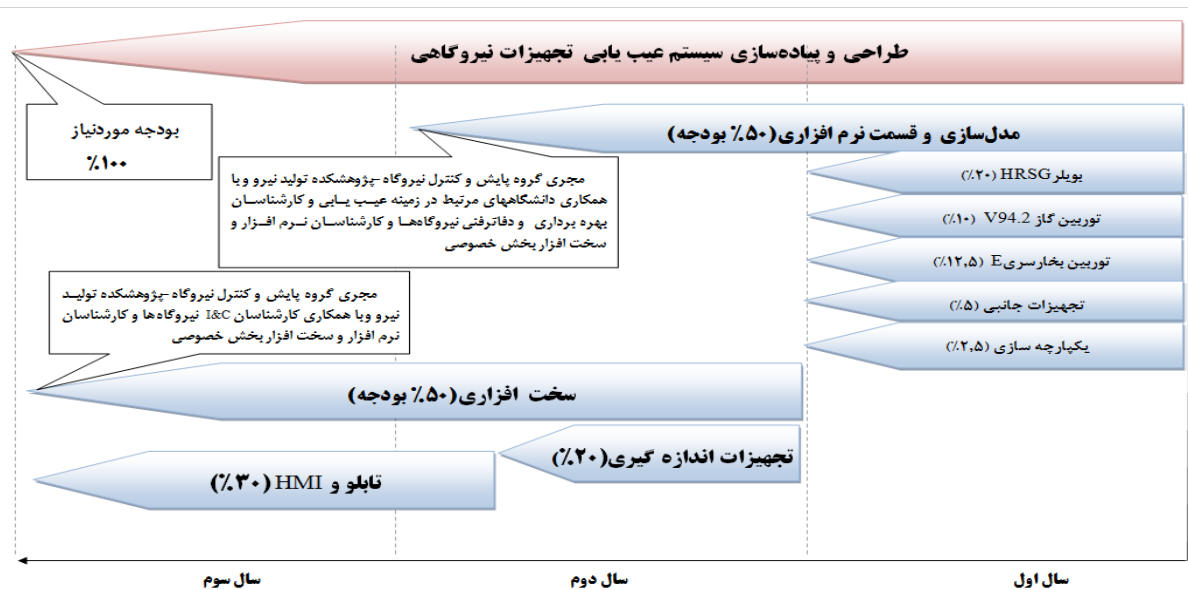
#### ۱-۴- ره‌نگاشت توسعه فناوری سیستم کنترل نیروگاهی

همانطور که ذکر شد ره‌نگاشت فناوری نمایی تصویری از زمان‌بندی و تخصیص بودجه طرح‌های توسعه فناوری است به طوری که در بازه زمانی مشخص به اهداف طراحی شده دست یابیم. با توجه به توضیحات داده شده در بخش‌های قبل و با توجه به نظرات اعضای محترم کمیته راهبری، نقشه راه تهیه گردید. تقدم و تاخر هر یک از طرح‌ها نیز با نظر اعضای کمیته راهبری و بر حسب اولویت هر یک از طرح‌ها لحاظ گردیده است. در ادامه نقشه راه در هر یک از حوزه‌های طراحی و ساخت

سیمولاتورهای نیروگاهی، طراحی و پیاده سازی سیستم عیب یابی تجهیزات نیروگاهی و طراحی سیستم کنترل (DCS) نیروگاهی آورده شده است.

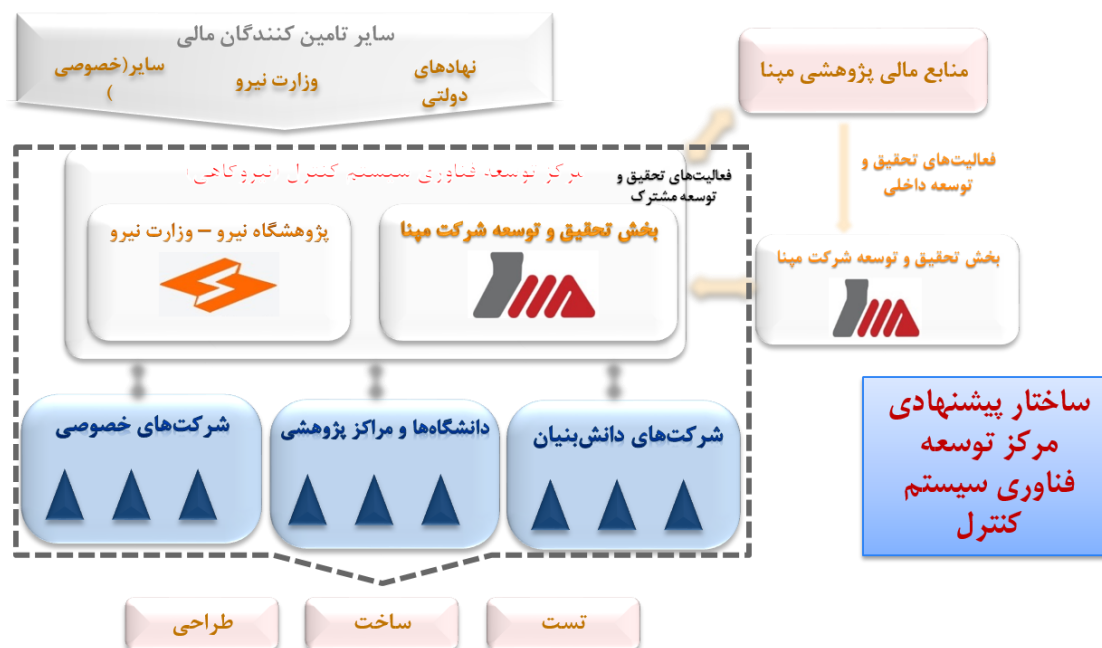


شکل ۱- ره‌نگاشت طراحی و ساخت سیمولاتورهای نیروگاهی



شکل ۲- ره‌نگاشت طراحی و پیاده سازی سیستم عیب یابی تجهیزات نیروگاهی





شکل ۴- ساختار اجرایی در سطح ملی

همانطور که در بخش‌های قبل نیز توضیح داده شد، وزارت نیرو باید با همکاری شرکت مپنا و سایر نهادهای دولتی و خصوصی، اقدام به سرمایه گذاری جهت تاسیس مرکزی تحت عنوان مرکز توسعه فناوری کنترل نیروگاهی نماید. در این مرکز فعالیت‌های تحقیق و توسعه مشترکی توسط بخش R&D مپنا و پژوهشگاه نیرو به عنوان بخش R&D وزارت نیرو صورت خواهد پذیرفت. همچنین در این مرکز از پتانسیل مراکز دانشگاهی و مراکز پژوهشی مختلف، شرکت‌های دانش بنیان و سایر شرکت‌های خصوصی جهت فعالیت‌هایی همچون طراحی، ساخت و تست سیستم نیروگاهی استفاده می شود. شایان ذکر است که این مرکز نیازهای پژوهشی شرکت مپنا را نیز برآورده می نماید.

## ۱-۶- تعیین نهادهای مجری طرح‌ها

در جداول زیر نهادهای مجری هر یک از طرح‌ها در جهت توسعه فناوری ارائه گردیده است.

## جدول ۶- نهادهای مجری طراحی و ساخت سیمولاتورهای نیروگاهی

نام طرح	مجری پیشنهادی
❖ مدل سازی بر اساس استاندارد ISA • بویلر HRSG • توربین گاز V94.2 • توربین بخار E • تجهیزات جانبی	مجری گروه پایش و کنترل نیروگاه-پژوهشکده تولید پژوهشگاه نیرو و با همکاری دانشگاه‌های مرتبط و صاحب نظر در زمینه‌های فرآیندی نیروگاه با مدیریت گروه پایش و مانیتورینگ نیروگاه
❖ سیستم کنترل • بویلر HRSG • توربین گاز V94.2 • توربین بخار سری E • تجهیزات جانبی	مجری گروه پایش و کنترل نیروگاه-پژوهشکده تولید پژوهشگاه نیرو با همکاری کارشناسان I&C در دفاتر نیروگاهی و کارشناسان مپنا و دانشگاه‌های مرتبط در خصوص کنترل صنعتی
❖ یکپارچه سازی و طراحی رابط کاربر	مجری گروه پایش و کنترل نیروگاه و گروه کامپیوتر و کارشناسان نرم افزار و سخت افزار شاغل در بخش خصوصی
❖ رفع عیب	مجری گروه پایش و کنترل نیروگاه و گروه کامپیوتر و کارشناسان نرم افزار و سخت افزار شاغل در بخش خصوصی

## جدول ۷- نهادهای مجری طراحی و پیاده سازی سیستم عیب یابی تجهیزات نیروگاهی

نام طرح	مجری پیشنهادی
---------	---------------

نام طرح	مجری پیشنهادی
<p>❖ مدل‌سازی و قسمت نرم افزاری</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• بویلر HRSG</li> <li>• توربین گاز V94.2</li> <li>• توربین بخار سری E</li> <li>• تجهیزات جانبی</li> <li>• یکپارچه سازی</li> </ul>	<p>مجری گروه پایش و کنترل نیروگاه-پژوهشکده تولید پژوهشگاه نیرو و با همکاری دانشگاه‌های مرتبط در زمینه عیب یابی و کارشناسان بهره‌برداری و دفاتر فنی نیروگاه‌ها و کارشناسان نرم افزار و سخت افزار بخش خصوصی</p>
<p>❖ سخت افزاری</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• تجهیزات اندازه گیری</li> <li>• تابلو و HMI</li> </ul>	<p>مجری گروه پایش و کنترل نیروگاه-پژوهشکده تولید پژوهشگاه نیرو و با همکاری کارشناسان I&amp;C نیروگاه‌ها و کارشناسان نرم افزار و سخت افزار بخش خصوصی</p>

## جدول ۸- نهادهای مجری طراحی سیستم کنترل (DCS) نیروگاهی

نام طرح	مجری پیشنهادی
❖ طراحی عملکردی <ul style="list-style-type: none"> <li>• بویلر HRSG</li> <li>• توربین گاز V94.2</li> <li>• توربین بخار سری E</li> <li>• تجهیزات جانبی</li> <li>• یکپارچه سازی</li> </ul>	مجری گروه پایش و کنترل نیروگاه-پژوهشکده تولید پژوهشگاه نیرو و شرکت مکو از مپنا و با همکاری کارشناسان I&C نیروگاه‌ها و کارشناسان نرم افزار و سخت افزار بخش خصوصی و شرکت های بخش خصوصی
❖ پیاده سازی نرم افزاری و سخت افزار <ul style="list-style-type: none"> <li>• نرم افزار</li> <li>• سخت افزار</li> <li>• تجهیزات ابزار دقیق</li> </ul>	
❖ یکپارچه سازی	
❖ آزمایش و تست با سیمولاتور	
❖ آزمایش میدانی	



## ۱-۷- شناسنامه اقدامات و پروژه‌های فنی

با توجه به آنچه در بخش‌های قبل گفته شد، پروژه‌های فنی در راستای دستیابی به چشم انداز و اهداف کلان توسعه فناوری سیستم کنترل نیروگاهی شناسائی شده و پس از برآورد زمان مورد نیاز، متولی اجرای آنها معرفی گردید. در اینجا لازم است اطلاعات فوق الذکر را در کنار معرفی پروژه‌ها و اقدامات فنی یکجا گردآوری نموده و به عنوان شناسنامه اقدامات فنی ارائه گردند. لذا با توجه به آنچه گفته شد شناسنامه اقدامات و پروژه‌های فنی به شرح ذیل می‌باشد.

## عنوان طرح: طراحی و ساخت سیمولاتورهای نیروگاهی

### معرفی طرح:

اهداف مورد انتظار از اجرای این پروژه آشنایی با سخت افزارها و مکانیزم‌های کنترلی رایج در نیروگاه‌های کشور، تهیه مدل‌های دینامیکی مناسب برای اجزای اصلی نیروگاه، شناسایی پروسه‌های راه اندازی و توقف واحدها و تهیه یک سیمولاتور برای شرایط کارکرد پایای واحد و با قابلیت بالا برای آموزش پرسنل نیروگاهی می‌باشد. سیمولاتور مورد نظر در این پروژه یک سیمولاتور مهندسی برای بررسی عملکرد واحد در شرایط کاری مختلف خواهد بود.

در مرحله اول مدلسازی اجزای مختلف شامل بویلر HRSG، توربین گاز V94.2 توربین بخار سری E و... انجام می‌گیرد. مدلسازی هر کدام از اجزای فوق در ۵ مرحله که شامل موارد زیر است انجام می‌گیرد:

۱- تهیه مشخصات فنی تجهیز (۱۰٪) ۲- تهیه مشخصات فنی تجهیزات مرتبط با تجهیز (۳٪) ۳- تهیه داده‌های واقعی شامل دینامیک سیستم (۱۵٪) ۴- تعیین مدل مناسب و مدلسازی (۵۰٪) ۵- آزمایش نتایج مدل و اعتبارسنجی (۲۲٪)

پس از مرحله مدلسازی، سیستم کنترل هر کدام از اجزا فوق طراحی می‌شود که این مرحله نیز برای هر کدام در ۴ مرحله زیر انجام می‌گیرد:

۱- تهیه لیست ورودی خروجی‌ها (۱۰٪) ۲- تعیین پارامترهای کنترلی (۵٪) ۳- تعیین فلسفه کنترلی (۳۰٪) ۴- تعیین فلسفه کنترلی قابل پیاده‌سازی (۵۵٪)

پس از طراحی سیستم کنترل مرحله طراحی رابط کاربر مناسب، یکپارچه سازی و رفع عیب نهایی انجام میشود.

### سبک اکتساب: بهره‌گیری از توانمندی داخلی

زمان (ماه)	مراحل اصلی
۱۸	مدلسازی اجزای مختلف بر اساس استاندارد
۱۸	مدلسازی بویلر HRSG
۱۸	مدلسازی توربین گاز V94.2
۱۸	مدلسازی توربین بخار سری E
۱۸	مدلسازی تجهیزات جانبی
۱۲	طراحی سیستم کنترل اجزای مختلف
۱۲	بویلر HRSG
۱۲	توربین گاز V94.2
۱۲	توربین بخار سری E
۱۲	تجهیزات جانبی
۲۴	طراحی رابط کاربر مناسب، مرحله یکپارچه سازی و رفع عیب نهایی

۱۲	یکپارچه سازی و طراحی رابط کاربر	
۱۲	رفع عیب	
<b>معیار پذیرش: تأیید خبرگان و تأیید ناظر طرح</b>		
همکاران	ناظر	مجری
مرکز مدیریت و توسعه فناوری سیستم‌های کنترل نیروگاهی	کمیته راهبری سیستم های کنترل نیروگاهی	با مدیریت گروه پایش و کنترل نیروگاه-پژوهشکده تولید پژوهشگاه نیرو و با همکاری دانشگاه‌های مرتبط و صاحب نظر در زمینه‌های فرآیندی و کنترل صنعتی نیروگاه، کارشناسان I&C در دفاتر نیروگاهی و کارشناسان مپنا
		<b>زمان: ۳ سال</b>

### عنوان طرح: طراحی و پیاده‌سازی سیستم عیب یابی تجهیزات نیروگاهی

#### معرفی طرح:

تعمیرات و نگهداری تجهیزات نیروگاهی که درپروسه تولید نیروگاه نقش اساسی دارند، بسیار حیاتی است. لذا بکارگیری سیستم‌های تعمیرات پیش‌بینانه بر روی این سیستم‌ها لازم بوده که شامل روش‌هایی مانند استفاده از آنالیز ارتعاشات و .. می باشد. به عنوان مثال برای اطلاع از صحت کارکرد ماشین و همچنین وضعیت ماشین از نظرباره‌های وارده بر آن اندازه‌گیری ارتعاشات در اولویت قرار دارد. در این راستا لازم است مدلسازی و اجرای بخش نرم افزاری برای بخش‌های مختلف شامل بویلر HRSG، توربین گاز ۷94.2 توربین بخارسری E و... انجام گیرد مدلسازی هر کدام از اجزای فوق در ۵ مرحله که شامل موارد زیر است انجام می گیرد:

۱- تهیه مشخصات فنی تجهیز (۱۰٪) - ۲- تهیه مشخصات فنی تجهیزات مرتبط با تجهیز (۳٪) - ۳- تهیه داده‌های واقعی شامل دینامیک سیستم (۱۵٪) - ۴- تعیین مدل مناسب و مدلسازی (۵۰٪) - ۵- آزمایش نتایج مدل و اعتبارسنجی (۲۲٪)

مرحله دوم شامل پیاده‌سازی سخت افزاری و تامین تجهیزات اندازه‌گیری می باشد که شامل تعیین و تهیه تجهیزات مورد نیاز، طراحی و نصب تجهیزات داده‌برداری و طراحی رابط کاربر و یکپارچه سازی می باشد.

#### سبک اکتساب: بهره‌گیری از توانمندی داخلی

زمان (ماه)	مراحل اصلی
۲۴	مدلسازی اجزای مختلف بر اساس استاندارد
۱۲	مدلسازی بویلر HRSG
۱۲	مدلسازی توربین گاز ۷94.2
۱۲	مدلسازی توربین بخارسری E
۱۲	مدلسازی تجهیزات جانبی

۱۲	یکپارچه‌سازی	
۲۴	پیاده سازی سخت افزاری	
۹	تجهیزات اندازه‌گیری	
۱۵	تهیه تابلوها و HMI	
<b>معیار پذیرش: تأیید خبرگان و تأیید ناظر طرح</b>		
همکاران	ناظر	مجری
مرکز مدیریت و توسعه فناوری سیستم‌های کنترل نیروگاهی	کمیته راهبری سیستم های کنترل نیروگاهی	مجری گروه پایش و کنترل نیروگاه- پژوهشکده تولید پژوهشگاه نیرو و با همکاری دانشگاه‌های مرتبط در زمینه عیب یابی و کارشناسان بهره‌برداری I&C و دفاتر فنی نیروگاه‌ها و کارشناسان نرم افزار و سخت افزار بخش خصوصی
		<b>زمان: ۳ سال</b>

### عنوان طرح: پروژه طراحی سیستم کنترل (DCS) نیروگاهی

#### معرفی طرح:

به منظور طراحی سیستم کنترل در بخش عملکردی می بایست برای کلیه قسمت های نیروگاه از قبیل بویلر ، توربین و سایر قسمت‌ها مدلسازی اولیه انجام گرفته و اطلاعات کنترلی مورد نیاز بدست آید سپس با استفاده از این مدارک گروه طراحی سیستم کنترل می بایست بر اساس ساختار کنترلی سلسله مراتبی غیر متمرکز نسبت به طراحی سیستم کنترل نیروگاه اقدام شود.

طراحی سیستم کنترل در بخش عملکردی هرکدام از بخش های بویلر HRSG، توربین گاز ۷۹۴.۲ توربین بخارسری E در ۴ مرحله و بصورت زیر انجام می شود:

۱- تهیه لیست ورودی خروجی‌ها (۱۰٪) - ۲- تعیین پارامترهای کنترلی (۵٪) - ۳- تعیین فلسفه کنترلی (۳۰٪) - ۴- تعیین فلسفه کنترلی قابل پیاده سازی (۵۵٪)

پس از طراحی اولیه و پیاده سازی نرم افزاری و سخت افزاری سیستم، عملکرد اولیه آن با سیمولاتورهای مناسب ارزیابی شده و برای تست میدانی آماده می گردد.

#### سبک اکتساب: بهره‌گیری از توانمندی داخلی

مراحل اصلی	زمان (ماه)
طراحی سیستم کنترل در بخش عملکردی	۲۴

۲۴	بوiler HRSG
۲۴	توربین گاز V94.2
۲۴	توربین بخار سری E
۲۴	تجهیزات جانبی
۱۲	یکپارچه سازی
<b>۱۸</b>	<b>پیاده سازی سخت افزاری و نرم افزاری</b>
۱۸	سخت افزاری
۱۲	نرم افزاری
۱۲	تجهیزات ابزار دقیق
<b>۱۲</b>	<b>یکپارچه سازی سیستم</b>
<b>۱۲</b>	<b>آزمایش و تست با سیمولاتور</b>
<b>۱۲</b>	<b>آزمایش میدانی</b>

معیار پذیرش: تأیید خبرگان و تأیید ناظر طرح

همکاران	ناظر	مجری
مرکز مدیریت و توسعه فناوری سیستم‌های کنترل نیروگاهی	کمیته راهبری سیستم‌های کنترل نیروگاهی	مجری گروه پایش و کنترل نیروگاه- پژوهشکده تولید پژوهشگاه نیرو و شرکت مکو از مپنا و با همکاری کارشناسان I&C نیروگاه‌ها و کارشناسان نرم افزار و سخت افزار بخش خصوصی
		زمان: ۵ سال

## ۱-۸- شناسنامه اقدامات سیاستی

**عنوان سیاست:** توسعه آموزش‌های کاربردی با همکاری متخصصین دانشگاهی و صنعتی در مرکز آموزش‌های تخصصی پردیس شهید عباسپور دانشگاه شهید بهشتی

### معرفی سیاست:

یکی از کارکردهای نظام نوآوری توسعه فناوری، تأمین و تسهیل منابع بالاخص منابع انسانی می‌باشد. این منابع انسانی خود به دو دسته اصلی، نیروهای پژوهشی - آکادمیک و نیروهای فنی - صنعتی دسته‌بندی می‌شوند. در میان پرورش نیروهای فنی - صنعتی خود از اهمیت بسزایی برخوردار است.

همکاران	ناظر	مجری
گروه پایش و کنترل نیروگاه پژوهشگاه تولید پژوهشگاه نیرو و با همکاری اساتید و مراکز آموزشی	کمیته راهبری سیستم های کنترل نیروگاهی	مرکز مدیریت و توسعه فناوری سیستم کنترل
		زمان : ۵ سال

### عنوان سیاست : تهیه نقشه راه و بروزرسانی آن هر ۳ سال

#### معرفی سیاست:

بلا شک تدوین برنامه‌های راهبردی یکی از اقدامات اساسی و ابتدایی در برنامه‌ریزی توسعه فناوری‌های راهبردی در کشور می‌باشد. اما نکته مهمتر بروزرسانی این برنامه در بازه‌های زمانی مشخص می‌باشد تا از این طریق انحرافات بوجود آمده در مسیر اجرای برنامه‌ها و سیاست‌ها مشخص شده و اصلاح مسیر توسعه فناوری با جدیت دنبال شود. بنابراین پیشنهاد می‌گردد سند توسعه فناوری سیستم هر سه سال یکبار مورد بازبینی قرار گیرد.

همکاران	ناظر	مجری
گروه پایش و کنترل نیروگاه پژوهشگاه تولید پژوهشگاه نیرو و با همکاری شرکت‌های مشاوره مدیریت	کمیته راهبری سیستم های کنترل نیروگاهی	مرکز مدیریت و توسعه فناوری سیستم کنترل
		زمان : هر ۳ سال یکبار

### عنوان سیاست : حمایت وزارت نیرو از ایجاد مراکز آزمایشگاهی تخصصی در آن زمینه در دانشگاه‌ها

#### معرفی سیاست:

یکی از زیرساخت‌های توسعه فناوری در هر حوزه‌ای، وجود آزمایشگاه‌های تخصصی و کاربردی در آن حوزه می‌باشد. بدیهی است که در صورت عدم وجود این آزمایشگاه‌ها روند توسعه علمی در آن حوزه با مشکل مواجه شده و متخصصین در انجام فعالیت‌های علمی خود با مشکل‌های عدیده‌ای مواجه خواهند بود. در این میان یکی از وظایف اصلی دولت‌ها حمایت از تجهیز آزمایشگاه‌های تخصصی و تسریع روند آن می‌باشد.

همکاران	ناظر	مجری
---------	------	------

گروه پایش و کنترل نیروگاه پژوهشکده تولید پژوهشگاه نیرو و با همکاری شرکت‌های تأمین تجهیزات آزمایشگاهی	کمیته راهبری سیستم های کنترل نیروگاهی	مرکز مدیریت و توسعه فناوری سیستم کنترل
		زمان : ۲ سال ابتدایی

**عنوان سیاست :** حمایت از برگزاری همایش‌ها و کنفرانس‌ها بین الملل صنعتی و دانشگاهی در زمینه کنترل نیروگاهی

#### معرفی سیاست:

یکی دیگر از کارکردهای نظام نوآوری انتشار دانش می‌باشد. این امر می‌تواند از طرق مختلفی انجام شود که یکی از مهمترین آن‌ها برگزاری همایش‌ها و کنفرانس‌های تخصصی می‌باشد. در این میان نقش دولت‌ها حمایت از برگزاری چنین کنفرانس‌ها و همایش‌هایی می‌باشد.

همکاران	ناظر	مجری
گروه پایش و کنترل نیروگاه پژوهشکده تولید پژوهشگاه نیرو و با همکاری شرکت‌های تخصصی	کمیته راهبری سیستم های کنترل نیروگاهی	مرکز مدیریت و توسعه فناوری سیستم کنترل
		زمان : ۵ سال ابتدایی

**عنوان سیاست :** انتشارات کتب و مجلات معتبر دانشگاهی و صنعتی در این زمینه

#### معرفی سیاست:

یکی دیگر از کارکردهای نظام نوآوری انتشار دانش می‌باشد. این امر می‌تواند بجز روش برگزاری همایش‌ها و کنفرانس‌های تخصصی، از طریق انتشار کتب و مجلات تخصصی نیز انجام شود. در حقیقت با انتشار مجلات ترویجی و تخصصی در این حوزه عموم مخاطبان و مخاطبان خاص در جریان روند توسعه و تحولات این حوزه قرار گرفته و با انتشار کتب تخصصی، مبانی علمی مورد نیاز در دسترس مخاطبان قرار خواهد گرفت.

همکاران	ناظر	مجری
---------	------	------

گروه پایش و کنترل نیروگاه پژوهشکده تولید پژوهشگاه نیرو و با همکاری اساتید و دانشگاهها	کمیته راهبری سیستم‌های کنترل نیروگاهی	مرکز مدیریت و توسعه فناوری سیستم کنترل
		زمان : ۵ سال(هر سال یک کتاب)



### ۳- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری کلی گزارش

در این گزارش به عنوان فاز پنجم ضمن بررسی مفاهیم مربوط به نقشه راه، به شناسایی پروژه‌های لازم، تعیین زمانبندی و تخصیص هزینه‌های طرح‌ها پرداخته شد و در ادامه در قالب یک نقشه راه روند زمانی اجرایی طرح‌ها مشخص گردید. در ادامه در قالب شناسنامه اقدامات و پروژه‌های فنی، طرح‌های توسعه فناوری معرفی گردیده و زمان مورد نیاز به همراه متولی هر طرح ذکر گردید. لازم به ذکر است با توجه به جامعیت و قابلیت تعمیم به نیروگاه‌های دیگر، اقدامات و پروژه‌های فنی آورده شده در این بخش، شامل نیروگاه‌های سیکل ترکیبی می‌باشد. به همین ترتیب می‌توان در اولویت‌های بعدی، روال در نظر گرفته شده را با اندکی تغییرات برای نیروگاه‌های بادی و آبی نیز تعمیم داد که این تغییرات شامل تغییر در تجهیزات نیروگاهی، بودجه‌بندی و زمان پروژه خواهد بود. در پایان نیز نحوه تعاملات بین نهادی در زمینه راهبری پیاده‌سازی طرح‌ها در قالب ساختار اجرایی در سطح ملی ارائه گردید.

## مراجع

- [1] Ahrens, J., 2002. *Governance and the implementation of technology policy in less developed countries*. Econ. Innovation New Tech. 11, 441-476.
- [2] Colebatch H.K., 2002. *Policy*. Second edition, Open University Press, Buckingham.
- [3] Faulhaber G.R., 2000. *Emerging technologies and public policy: in Wharton on managing emerging technologies*, ed. G.S. Day, P.J.H. Schoemaker and R.E. Gunther, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- [4] Agency, International Energy. *Energy Technology Roadmaps: a guide to development and implementation*. Paris : OECD/IEA, 2014.

[۵] مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور. روش‌شناسی تدوین اسناد ملی فناوری‌های راهبردی. تهران : در دست چاپ، ۱۳۹۲.

[6] <http://2rooznameh.ir/index/index.php/>

## فهرست مطالب

۱- مرور ادبیات: مفاهیم تدوین برنامه ارزیابی.....	۱
۱-۱- مقدمه.....	۱
۲- شناسایی شاخص‌های ارزیابی.....	۲
۱-۲- مقدمه.....	۲
۲-۲- شاخص‌های تحقیقاتی و توسعه‌ای.....	۲
۳- برنامه ارزیابی پیشرفت سالانه.....	۳
۱-۳- مقدمه.....	۳
۲-۳- برنامه ارزیابی پیشرفت به تفکیک سال‌های مختلف.....	۴
۴- برنامه به‌روزرسانی و بازنگری طرح توسعه فناوری سیستم کنترل نیروگاهی.....	۲۰
۱-۴- مقدمه.....	۲۰
۲-۴- سازوکار ارزیابی و به‌روزرسانی.....	۲۰
۵- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری.....	۲۱
مراجع.....	۲۲

## فهرست جداول

- جدول ۱- برنامه ارزیابی پیشرفت سال اول طراحی و ساخت سیمولاتورهای نیروگاهی ..... ۵
- جدول ۲- برنامه ارزیابی پیشرفت سال دوم طراحی و ساخت سیمولاتورهای نیروگاهی ..... ۷
- جدول ۳- برنامه ارزیابی پیشرفت سال سوم طراحی و ساخت سیمولاتورهای نیروگاهی ..... ۹
- جدول ۴- برنامه ارزیابی پیشرفت سال اول طراحی و پیاده‌سازی سیستم عیب‌یابی تجهیزات ..... ۱۰
- جدول ۵- برنامه ارزیابی پیشرفت سال دوم طراحی و پیاده‌سازی سیستم عیب‌یابی تجهیزات ..... ۱۱
- جدول ۶- برنامه ارزیابی پیشرفت سال سوم طراحی و پیاده‌سازی سیستم عیب‌یابی تجهیزات ..... ۱۳
- جدول ۷- برنامه ارزیابی پیشرفت سال اول طراحی سیستم کنترل (DCS) نیروگاهی ..... ۱۴
- جدول ۸- برنامه ارزیابی پیشرفت سال دوم طراحی سیستم کنترل (DCS) نیروگاهی ..... ۱۵
- جدول ۹- برنامه ارزیابی پیشرفت سال سوم طراحی سیستم کنترل (DCS) نیروگاهی ..... ۱۷
- جدول ۱۰- برنامه ارزیابی پیشرفت سال چهارم طراحی سیستم کنترل (DCS) نیروگاهی ..... ۱۸
- جدول ۱۱- برنامه ارزیابی پیشرفت سال پنجم طراحی سیستم کنترل (DCS) نیروگاهی ..... ۱۸

## ۱- مرور ادبیات: مفاهیم تدوین برنامه ارزیابی

### ۱-۱- مقدمه

در این گام، می‌بایست انواع شاخص‌های اندازه‌گیری کننده مؤلفه‌های یک سند ملی احصاء شوند. در این گام، می‌بایست هم شاخص‌های مربوط به راستی‌آزمایی توسعه ساختار مربوط به ساختار پیشنهادی و هم شاخص‌های مربوط به تحقیق و توسعه و توسعه زیرساخت‌های ذکر شده در نقشه راه مورد توجه قرار گیرد. نکته مهم و قابل تأمل این است که این شاخص‌ها می‌بایست هم خروجی‌ها و هم پیامدها را ارزیابی کنند. به عبارت دیگر هم شاخص‌های مرتبط با اثربخشی می‌بایست تدوین و ارزیابی گردند و هم شاخص‌های مرتبط با کارایی. به عنوان مثال پاسخ به این سؤال که آیا راهبردهای اتخاذ شده و یا اقدامات و سیاست‌های اتخاذ شده صحیح بوده‌اند؟ و یا بر گروه هدف تأثیر گذاشته‌اند؟ اثربخشی این مؤلفه‌ها را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. و پاسخ به این سؤال که برنامه اقدامات و سیاست‌ها و یا برنامه‌های عملیاتی تا چه میزان تحقق یافته‌اند؟ کارایی این مؤلفه‌ها را مورد سنجش قرار می‌دهد.

در انتها نیز پس از تدوین شاخص‌های ارزیابی اثربخش و کارایی و تدوین مکانیزم ارزیابی، می‌بایست ساختار نظارت و به‌روزرسانی سند تعیین گردد. عموماً هر سند ملی توسعه فناوری می‌بایست هر چند سال یکبار، مورد بازنگری قرار گرفته و بررسی مجدد شود. این موضوع به دلیل این است که هم خود فناوری در حال تغییر و تحول است، هم شرایط محیطی آن فناوری اعم از محیط اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و فرهنگی آن فناوری در حال تغییر است و هم توانمندی شرکت‌ها و بنگاه‌های داخلی تغییر نموده و متناسب با این تغییرات هم ارکان جهت‌ساز، هم برنامه اقدامات و سیاست‌ها و برنامه عملیاتی می‌بایست بازنگری، اصلاح و تکمیل گردد.

با توجه به موارد فوق، می‌بایست ساختاری متشکل از تمامی ذی‌نفعان آن حوزه فناورانه مورد نظر، اعم از سازمان‌ها و ارگان‌های دولتی، دانشگاهیان و پژوهشگران و متخصصین، و همچنین صاحبان صنایع و بنگاه‌های خصوصی تأثیرگذار وظیفه ارزیابی و به‌روزرسانی را بر عهده داشته باشد. این ارزیابی و به‌روزرسانی هم می‌تواند موردی و مقطعی بنا به ضرورت بوده و سیاست‌های

اعمالی را بازنگری کند و هم می‌تواند به طور منظم هر ۳ یا ۵ سال یکبار به منظور بازنگری و اصلاح ارکان جهت‌ساز رخ دهد. (۵)

تعداد دفعاتی که یک رهنگاشت به‌روزرسانی می‌شود تا حد زیادی بستگی به چارچوب زمانی مورد نظر دارد. به طور معمول، رهنگاشت‌ها به صورت دوره‌ای به‌روزرسانی می‌شوند (مثل هر دو تا پنج سال یک بار). در برخی موارد رهنگاشت‌ها سریع‌تر به‌روزرسانی می‌شوند تا پیشرفت امور، تغییرات در منابع موجود یا ملاحظات زمانبندی را منعکس کنند. (۴)

## ۲- شناسایی شاخص‌های ارزیابی

### ۲-۱- مقدمه

مطابق با محتوای ذکر شده در بخش قبل و از آن جا که مجموعه فعالیت‌های طرح در سه دسته‌ی توسعه ساختار، تحقیق و توسعه، زیرساخت قابل تقسیم‌بندی هستند، شاخص‌های سنجش عملکرد طرح عبارتند از:

- شاخص‌های توسعه ساختار
- شاخص‌های تحقیقاتی و توسعه‌ای

در ادامه شاخص‌های توسعه ساختار و شاخص‌های تحقیقاتی و توسعه‌ای توسعه فناوری سیستم کنترل نیروگاهی آورده شده است.

### ۲-۲- شاخص‌های توسعه ساختار

همانطور که در گزارش فاز پنجم بیان گردید به منظور اجرای اقدامات سیاستی ارائه شده در این پروژه، مقرر گردید که مرکزی با عنوان "مرکز مدیریت و توسعه فناوری سیستم‌های کنترل نیروگاهی" در بدنه وزارت نیرو ایجاد گردد و راهبری اقدامات سیاستی و طرح‌ها را بر عهده گیرد. این اقدام می‌بایست به عنوان اولین گام، در **اولین سال پیاده‌سازی سند** انجام شود. با توجه به این موضوع شاخص تاسیس مرکزی جهت راهبری اقدامات سیاستی به عنوان شاخص توسعه ساختار انتخاب می‌گردد.

## ۲-۳- شاخص‌های تحقیقاتی و توسعه‌ای

شاخص‌های تحقیقاتی و توسعه‌ای دلالت بر شاخص‌هایی دارند که به منظور پایش و نظارت بر روند پیشرفت مطالعات و پروژه‌های تحقیق و توسعه مرتبط با فناوری‌های حوزه توسعه فناوری سیستم کنترل نیروگاهی تعریف شده‌اند. این شاخص‌ها در سه بخش طراحی و ساخت سیمپولاتورهای نیروگاهی، طراحی و پیاده‌سازی سیستم عیب‌یابی تجهیزات و طراحی سیستم کنترل (DCS) نیروگاهی زیر بیان شده است.

### ❖ شاخص‌های عملکردی طراحی و ساخت سیمپولاتورهای نیروگاهی

- تعداد مطالعات آغاز شده در طراحی و ساخت سیمپولاتورهای نیروگاهی
- تعداد مطالعات پایان یافته در طراحی و ساخت سیمپولاتورهای نیروگاهی

### ❖ شاخص‌های عملکردی طراحی و پیاده‌سازی سیستم عیب‌یابی تجهیزات

- تعداد مطالعات آغاز شده در طراحی و پیاده‌سازی سیستم عیب‌یابی تجهیزات
- تعداد مطالعات پایان یافته در طراحی و پیاده‌سازی سیستم عیب‌یابی تجهیزات

### ❖ شاخص‌های عملکردی طراحی سیستم کنترل (DCS) نیروگاهی

- تعداد مطالعات آغاز شده در طراحی سیستم کنترل (DCS) نیروگاهی
- تعداد مطالعات پایان یافته در طراحی سیستم کنترل (DCS) نیروگاهی

## ۳- برنامه ارزیابی پیشرفت سالانه

### ۳-۱- مقدمه

پس از بررسی تعیین شاخص‌های اصلی ارزیابی وضعیت این حوزه در زمان اجرای آن، حال نوبت آن است تا زیرشاخص‌های به صورت سالانه تعیین شده و بر اساس آن سند به صورت سالانه پایش شود. در ادامه لیست زیرشاخص‌ها در سال‌های مختلف ارائه می‌گردد.

### ۳-۲- برنامه ارزیابی پیشرفت به تفکیک سال‌های مختلف

جدول ۱ تا ۱۱ نشان دهنده وضعیت هر یک از شاخص‌های فوق در طی سال‌های اجرای سند می‌باشد که به عبارت دیگر برنامه ارزیابی طرح محسوب می‌شود.



جدول ۱- برنامه ارزیابی پیشرفت سال اول طراحی و ساخت سیمپولاتورهای نیروگاهی

سال اول		شاخص‌ها	
توضیحات	کمیت		
تاسیس مرکز مدیریت و توسعه فناوری سیستم‌های کنترل نیروگاهی	-	تاسیس مرکز	توسعه ساختار

<p>مدل سازی بر اساس استاندارد ISA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• آغاز مطالعات مربوط به بویلر HRSG</li> <li>• آغاز مطالعات مربوط به توربین گاز V94.2</li> <li>• آغاز مطالعات مربوط به توربین بخار سری E</li> <li>• آغاز مطالعات مربوط به تجهیزات جانبی</li> </ul> <p>سیستم کنترل</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• آغاز مطالعات مربوط به بویلر HRSG</li> <li>• آغاز مطالعات مربوط به توربین گاز V94.2</li> <li>• آغاز مطالعات مربوط به توربین بخار سری E</li> <li>• آغاز مطالعات مربوط به تجهیزات جانبی</li> </ul>	۸	تعداد مطالعات آغاز شده	تحقیقاتی و توسعه‌ای
	-	تعداد مطالعات پایان یافته	

جدول ۲- برنامه ارزیابی پیشرفت سال دوم طراحی و ساخت سیمپولاتورهای نیروگاهی

سال دوم		شاخص‌ها	
توضیحات	کمیت		
• آغاز مطالعات مربوط به یکپارچه‌سازی و طراحی رابط کاربر	۱	تعداد مطالعات آغاز شده	تحقیقاتی و توسعه‌ای
<p>مدل سازی بر اساس استاندارد ISA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• پایان یافتن مطالعات مربوط به بویلر HRS</li> <li>• پایان یافتن مطالعات مربوط به توربین گاز V94.2</li> <li>• پایان یافتن مطالعات مربوط به توربین بخار سری E</li> <li>• پایان یافتن مطالعات مربوط به تجهیزات جانبی</li> </ul>	۹	تعداد مطالعات پایان یافته	
سیستم کنترل			
• پایان یافتن مطالعات مربوط به بویلر HRS			

<ul style="list-style-type: none"><li>• پایان یافتن مطالعات مربوط به توربین گاز V94.2</li><li>• پایان یافتن مطالعات مربوط به توربین بخار سری E</li><li>• پایان یافتن مطالعات مربوط به تجهیزات جانبی</li></ul> <p>پایان یافتن مطالعات مربوط به یکپارچه‌سازی و طراحی رابط کاربر</p>			
---	--	--	--

جدول ۳- برنامه ارزیابی پیشرفت سال سوم طراحی و ساخت سیمینولاتورهای نیروگاهی

شاخص‌ها	سال سوم	
	کمیت	توضیحات
تحقیقاتی و توسعه‌ای	۱	• آغاز مطالعات مربوط به رفع عیب
	۱	• پایان یافتن مطالعات مربوط به رفع عیب

جدول ۴- برنامه ارزیابی پیشرفت سال اول طراحی و پیاده‌سازی سیستم عیب‌یابی تجهیزات

شاخص‌ها	سال اول	
	کمیت	توضیحات
تحقیقاتی و توسعه‌ای	۵	مدل‌سازی و قسمت نرم افزاری <ul style="list-style-type: none"> <li>• آغاز مطالعات مربوط به بویلر HRSG</li> <li>• آغاز مطالعات مربوط به توربین گاز V94.2</li> <li>• آغاز مطالعات مربوط به توربین بخار سری E</li> <li>• آغاز مطالعات مربوط به تجهیزات جانبی</li> <li>• آغاز مطالعات مربوط به یکپارچه سازی</li> </ul>

مدل‌سازی و قسمت نرم افزاری <ul style="list-style-type: none"> <li>• پایان یافتن مطالعات مرتبط با بویلر HRSG</li> <li>• پایان یافتن مطالعات مرتبط با توربین گاز V94.2</li> <li>• پایان یافتن مطالعات مرتبط با توربین بخار سری E</li> <li>• پایان یافتن مطالعات مرتبط با تجهیزات جانبی</li> <li>• پایان یافتن مطالعات مرتبط با یکپارچه سازی</li> </ul>	۵	تعداد مطالعات پایان یافته	
--	---	---------------------------	--

جدول ۵- برنامه ارزیابی پیشرفت سال دوم طراحی و پیاده‌سازی سیستم عیب‌یابی تجهیزات

سال دوم		شاخص‌ها
توضیحات	کمیت	

سال دوم		شاخص‌ها	
توضیحات	کمیت		
<p>سخت افزاری</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• آغاز مطالعات مربوط به تجهیزات اندازه گیری</li> <li>• آغاز مطالعات مربوط به تابلو و HMI</li> </ul>	۲	تعداد مطالعات آغاز شده	تحقیقاتی و توسعه‌ای
<p>سخت افزاری</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• پایان یافتن مطالعات مربوط به تجهیزات اندازه گیری</li> </ul>	۱	تعداد مطالعات پایان یافته	



جدول ۶- برنامه ارزیابی پیشرفت سال سوم طراحی و پیاده‌سازی سیستم عیب‌یابی تجهیزات

سال سوم		شاخص‌ها	
توضیحات	کمیت		
	-	تعداد مطالعات آغاز شده	تحقیقاتی و توسعه‌ای
سخت افزاری	۱	تعداد مطالعات پایان یافته	
<ul style="list-style-type: none"> <li>پایان یافتن مطالعات مربوط به تابلو و HMI</li> </ul>			

جدول ۷- برنامه ارزیابی پیشرفت سال اول طراحی سیستم کنترل (DCS) نیروگاهی

سال اول		شاخص‌ها	
توضیحات	کمیت		
<p><b>طراحی عملکردی</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• آغاز مطالعات مربوط به بویلر HRSG</li> <li>• آغاز مطالعات مربوط به توربین گاز V94.2</li> <li>• آغاز مطالعات مربوط به توربین بخار سری E</li> <li>• آغاز مطالعات مربوط به تجهیزات جانبی</li> </ul> <p><b>پیاده سازی نرم افزاری و سخت افزار</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• آغاز مطالعات مربوط به نرم افزار</li> </ul>	۵	تعداد مطالعات آغاز شده	تحقیقاتی و توسعه‌ای

		تعداد مطالعات پایان یافته	-
--	--	---------------------------	---

جدول ۸- برنامه ارزیابی پیشرفت سال دوم طراحی سیستم کنترل (DCS) نیروگاهی

سال دوم		شاخص‌ها	
توضیحات	کمیت		
<p><b>طراحی عملکردی</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>آغاز مطالعات مربوط به یکپارچه سازی پیاده سازی نرم افزاری و سخت افزار</li> <li>آغاز مطالعات مربوط به نرم افزار</li> <li>آغاز مطالعات مربوط به سخت افزار</li> </ul>	۱	تعداد مطالعات آغاز شده	تحقیقاتی و توسعه‌ای

<ul style="list-style-type: none"> <li>• آغاز مطالعات مربوط به تجهیزات ابزار دقیق</li> </ul>			
<p style="text-align: center;"><b>طراحی عملکردی</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• پایان مطالعات مربوط به بویلر HRSG</li> <li>• پایان مطالعات مربوط به توربین گاز V94.2</li> <li>• پایان مطالعات مربوط به توربین بخار سری E</li> <li>• پایان مطالعات مربوط به تجهیزات جانبی</li> <li>• پایان مطالعات مربوط به یکپارچه سازی</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>پیاده سازی نرم افزاری و سخت افزار</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• پایان مطالعات مربوط به نرم افزار</li> </ul>		<p style="text-align: center;">تعداد مطالعات پایان یافته</p>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• پایان مطالعات مربوط به سخت افزار</li> <li>• پایان مطالعات مربوط به تجهیزات ابزار دقیق</li> </ul>			
---	--	--	--

جدول ۹- برنامه ارزیابی پیشرفت سال سوم طراحی سیستم کنترل (DCS) نیروگاهی

شاخص‌ها	سال سوم	
	توضیحات	کمیت
تحقیقاتی	• آغاز مطالعات مربوط به یکپارچه سازی	۱
توسعه‌ای	• پایان یافتن مطالعات مربوط به یکپارچه سازی	۱

جدول ۱۰- برنامه ارزیابی پیشرفت سال چهارم طراحی سیستم کنترل (DCS) نیروگاهی

شاخص‌ها		سال چهارم	
		کمیت	توضیحات
تحقیقاتی و توسعه‌ای	تعداد مطالعات آغاز شده	۱	• آغاز مطالعات مربوط به آزمایش و تست با سیمولاتور
	تعداد مطالعات پایان یافته	۱	• پایان یافتن مطالعات مربوط به آزمایش و تست با سیمولاتور

جدول ۱۱- برنامه ارزیابی پیشرفت سال پنجم طراحی سیستم کنترل (DCS) نیروگاهی

شاخص‌ها		سال پنجم	
		کمیت	توضیحات

• آغاز مطالعات مربوط به آزمایش میدانی	۱	تعداد مطالعات آغاز شده	تحقیقاتی و توسعه‌ای
• پایان مطالعات مربوط به آزمایش میدانی	۱	تعداد مطالعات پایان یافته	

## ۴- برنامه به‌روزرسانی و بازنگری طرح توسعه فناوری سیستم کنترل نیروگاهی

### ۴-۱- مقدمه

پس از تعیین شاخص‌های کلیدی ارزیابی سالانه، حال نوبت آن است تا مکانیزم ارزیابی و بروزرسانی سند مشخص شود. در ادامه این سازوکار تشریح می‌گردد.

### ۴-۲- سازوکار ارزیابی و بروزرسانی

با توجه به ماهیت موضوع لازم است هر ساله برنامه مذکور مورد بررسی، به روز رسانی و بازنگری قرار گیرد. این امر از آن جهت است که پایش پیشرفت برنامه، نیازمند نظارت و کنترل سالیانه و بازنگری‌های احتمالی جهت رفع موانع پیش روی توسعه فناوری سیستم کنترل نیروگاهی می‌باشد.

به عبارت دیگر می‌بایست پس از هر سال با توجه به میزان پیشرفت برنامه اجرایی طرح‌ها و برنامه‌های تحقیق و توسعه، در زمانبندی کار به‌روزرسانی صورت گیرد و همچنین با توجه به وضعیت فناوری‌ها از حیث جذابیت آن‌ها و روش اکتساب آن‌ها، اولویت‌ها و ارکان جهت‌ساز بازبینی شده و در صورت لزوم بازنگری در آن‌ها انجام شود. به علاوه با پیشرفت برنامه و کسب بازخورهای حیثه اجرا می‌توان در سیاست‌های تدوین شده به منظور تسهیل روند اجرایی و پیاده‌سازی پروژه‌ها بازنگری‌هایی صورت گیرد.

برای نیل به این هدف، یک کمیته‌ای متشکل از نمایندگان وزارت نیرو، صنعت و دانشگاه‌ها توسط مرکز توسعه فناوری سیستم کنترل نیروگاهی تشکیل خواهد شد. این کمیته به طور سالیانه فعالیت‌های صورت گرفته را رصد نموده و برنامه نقشه راه را مطابق جداول بالا ارزیابی نموده و بروزرسانی کند. اعضای پیشنهادی این کمیته عبارتند از نمایندگان پژوهشگاه نیرو، معاونت برنامه‌ریزی و تحقیقات وزارت نیرو، توانیر، شرکت مپنا و نمایندگانی از دانشگاه‌ها که در حوزه سیستم کنترل نیروگاهی به فعالیت و تحقیق مشغول اند.



## ۵- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این گزارش ضمن بیان مفاهیم مربوط به موضوع ارزیابی و پایش پیشرفت برنامه راهبردی، به شناسایی شاخص‌های مناسب برای ارزیابی، کنترل و نظارت بر روند پیشرفت برنامه راهبردی توسعه سیستم کنترل نیروگاهی پرداخته شد. در پایان برنامه ارزیابی سالیانه پروژه مشخص شده و بیان گردید کمیته‌ای متشکل از نمایندگان وزارت نیرو، صنعت و دانشگاه توسط مرکز توسعه فناوری سیستم کنترل نیروگاهی تشکیل می‌شود و پیشرفت طرح را مورد ارزیابی قرار داده و برنامه‌ها را بروز رسانی می‌کنند. همچنین دوره‌ی زمانی لازم برای به‌روزرسانی زمانبندی اجرای برنامه و بازبینی و در صورت لزوم بازنگری در محتوای برنامه راهبردی، یک سال در نظر گرفته شد.

## مراجع

- [1] Ahrens, J., 2002. *Governance and the implementation of technology policy in less developed countries*. Econ. Innovation New Tech. 11, 441-476.
- [2] Colebatch H.K., 2002. *Policy*. Second edition, Open University Press, Buckingham.
- [3] Faulhaber G.R., 2000. *Emerging technologies and public policy: in Wharton on managing emerging technologies*, ed. G.S. Day, P.J.H. Schoemaker and R.E. Gunther, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- [4] Agency, International Energy. *Energy Technology Roadmaps: a guide to development and implementation*. Paris : OECD/IEA, 2014.

[۵] مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور. روش‌شناسی تدوین اسناد ملی فناوری‌های راهبردی. تهران : در دست چاپ، ۱۳۹۲.

[6] <http://2rooznameh.ir/index/index.php/>