

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سند راهبردی و نقشه‌ی راه توسعه‌ی فناوری توربین‌های بخار نیروگاهی

مدیر پروژه: مهندس جعفر آقایاری

گروه پژوهشی تجهیزات دوار مکانیکی

راهبر: معاونت فناوری

ناشر: پژوهشگاه نیرو

کارفرما: شرکت توانیر

سفارش‌دهنده: وزارت نیرو

اعضای محترم کمیته راهبری تدوین سند:

دکتر محمد اولیاء

دکتر مسعود تقوایی

دکتر داوود توکلی

دکتر حسین شکوهمند

مهندس محمدجواد طاهری

مهندس پرویز فردنیا

مهندس محسن مهدی‌زاده

جهت برنامه‌ریزی صحیح و مبتنی بر نیازهای کشور در بحث توسعه فناوری توربین های بخار نیروگاهی نیاز است که ابتدا چالش‌های پیشرو در مسیر توسعه این فناوری‌ها شناسایی گردند و برای هر یک از این چالش‌ها سیاست‌ها و اقدامات مناسب رفع آنها تدوین گردد. در ایران نیز با توجه به نقش حائز اهمیت نیروگاه‌ها در تولید برق، موضوع توسعه فناوری توربین های بخار نیروگاهی امری مهم تلقی می‌شود.

در این گزارش به عنوان فاز چهارم از پروژه تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری توربین های بخار نیروگاهی، به موضوعات تدوین سیاست‌ها و اقدامات فنی این حوزه پرداخته خواهد شد. در این راستا علاوه بر بررسی مختصر ادبیات موضوع، موانع و چالش‌های پیش روی توسعه فناوری توربین های بخار نیروگاهی مورد بررسی قرار گرفته و لیست اقدامات سیاستی و فنی در جهت توسعه این فناوری در کشور ارائه خواهد گردید.

اعضای کمیته راهبری	محل خدمت	نمایندگان
۱- آقای دکتر شکوه‌مند	دانشگاه تهران	دانشگاه
۲- آقای دکتر داود توکلی	دانشگاه شهید بهشتی	
۳- آقای دکتر محمد اولیا	شرکت مپنا	صنعت - شرکت‌ها و مشاورین
۴- آقای مهندس پرویز فردنیا	شرکت فراب	
۵- سید جواد طاهری	مشاورین بخش پروژه سرمایه گذاری	
۶- آقای دکتر مسعود تقوایی	وزارت نیرو- توانیر	وزارت نیرو
۷- مهندس محسن مهدیزاده	وزارت نیرو- توانیر	پژوهشگاه نیرو - متالورژی
۸- مهندس مسعود آسایش	دبیر کمیته راهبری - پژوهشگاه نیرو	پژوهشگاه نیرو- مراکز تحقیقاتی
۹- مهندس محمد زمانی میاندشتی- مهندس شفییعی	مشاور ارشد مدیریت تکنولوژی	شرکت توسعه مدیریت تدبیر- آتی اندیشان شریف

این گزارش توسط آقایان مهندس مسعود آسایش، مهندس جعفر آقاییاری، مهندس علی بیگزضایی و مهندس سعید اسدزاده و همراهی تیم مشاور متدولوژی آقای مهندس علی شفییعی علویجه و خانم مهندس مهسا احمدی نژاد تهیه گردیده است.

داوری گزارش توسط سرکار خانم مهندس فرشته رحمانی و نظارت فنی گزارش توسط جناب آقای مهندس پرویز فردنیا صورت گرفت. نظارت متدولوژی توسط جناب آقای مهندس صحافزاده و آقای مهندس خسروی صورت گرفت.

فهرست مطالب

۱- تبیین ضرورت توسعه و دلایل توجیه‌پذیری	۱
۱-۱- مقدمه	۱
۲-۱- دلایل توجیه‌پذیری	۲
۱-۲-۱- تنوع کاربرد فناوری توربین بخاری	۲
۲-۲-۱- همسازی صنعت تولید توان بخاری کشور [۶]	۳
۱-۲-۳- تحلیل اقتصادی و تعیین ارزش افزوده بومی‌سازی ساخت توربین بخاری	۵
۳-۱- سایر مباحث مرتبط با توسعه فناوری توربینهای بخاری نیروگاهی	۶
۱-۳-۱- سهم برق بخاری در تولید توان در سطح جهانی و در سطح کشوری	۷
۱-۳-۲- مشکل کندانسور واحدهای بخاری	۱۰
۱-۳-۳- منابع بزرگ مازوت و زغال سنگ	۱۱
۱-۳-۴- آلاینده‌های نیروگاههای بخاری	۱۲
۱-۳-۵- مقایسه فناوری توربینهای بخاری با سایر فناوری‌های تولید توان الکتریکی	۱۳
۱-۳-۶- تحلیل اقتصادی و مقایسه قیمت‌های انرژی	۱۸
۴-۱- نتیجه‌گیری	۲۰
۵-۱- منابع	۲۲

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱. مگاوات توربینهای بخار برحسب عمر توربین در کشور [۶] ۴
- شکل ۲-۱. مگاوات توربین بخار سیکل ترکیبی برحسب عمر در کشور [۶] ۵
- شکل ۳-۱. درصد سهم ظرفیت عملی نیروگاهها در سال ۹۲ [۶] ۹
- شکل ۴-۱. پیش‌بینی میزان توسعه توان‌های الکتریکی مختلف تا سال ۲۰۴۰ برحسب منبع انرژی [۹] ۱۰
- شکل ۵-۱. مقایسه مگاوات ظرفیت نامی و عملی نیروگاههای حرارتی در تابستان و زمستان سال ۹۲ [۶] ۱۵
- شکل ۶-۱. هزینه‌های تخمینی سطح‌بندی شده پروژه‌های نیروگاهی که شروع آنها سال ۲۰۱۲ بوده است. ۱۹
- شکل ۷-۱. هزینه‌های تخمینی سطح‌بندی شده پروژه‌های نیروگاهی که شروع آنها سال ۲۰۱۸ خواهد بود. ۲۰..

فهرست جداول

- جدول ۱-۱. پیش‌بینی توسعه صنعت برق ۶
- جدول ۱-۲. انرژی الکتریکی تولید در کشورهای مختلف به تفکیک منبع (سهم از ۱۰۰). ۸
- جدول ۱-۳. هزینه اعمال FGD برای دو روش تر و دو روش خشک [۱۶]. ۱۳
- جدول ۱-۴. مقایسه منابع انرژی و سیستمهای تولید انرژی الکتریک [۱۳]. ۱۷

۱ تبیین ضرورت توسعه و دلایل توجیه پذیری

۱-۱- مقدمه

اسناد توسعه فناوری به منظور پوشش نیازهای متنوع سیاست‌گذاری نوآوری و فناوری تدوین می‌گردند. آنچه که تعیین‌کننده‌ی خروجی‌های حاصل از سند است، فرض‌هایی است که به‌عنوان ویژگی‌های ذاتی موضوع مورد مطالعه قلمداد می‌گردند. این فرض‌ها به صورت کاملاً واضح می‌تواند بر کل خروجی‌های هر سند راهبردی تأثیرگذار باشد. یکی از مهم‌ترین این مفروضات ضرورت توسعه فناوری است.

منظور از ضرورت توسعه، بیان هدف غایی سیاست‌گذاران از توسعه فناوری مزبور است. این هدف غایی در سطوح بالای تصمیم‌گیری تعیین شده و به‌عنوان یک فرض اساسی و غیر قابل تغییر، محور برنامه‌ریزی توسعه فناوری قرار می‌گیرد. فناوری‌های راهبردی می‌توانند با اهداف یا مبانی توسعه متفاوتی گسترش پیدا نمایند. ضرورت توسعه یک فناوری بر نوع نگارش سند تأثیرگذار است. از آنجا که این مبنا مشخص‌کننده مسیر پیشرو در انجام مطالعات بوده، لازم است تا به‌عنوان یک گام ابتدایی در مبانی سند معین گردد. وجود این مؤلفه در سند ملی موجب هم‌راستا شدن سایر ارکان سند با هدف غایی سیاست‌گذار می‌گردد. ضرورت توسعه برحسب ویژگی‌های فناوری‌های مختلف متفاوت خواهد بود. به عبارت دیگر، ضرورت توسعه موضوعی مورد محور بوده و تعیین آن وابسته به نظر سیاست‌گذاران کلان است. برای مثال، در فناوری توربینهای بخاری، ضرورت توسعه می‌تواند توسعه نیروگاههای برق بخاری به عنوان یکی از انرژی‌های پایه تولید برق بدون توجه به توسعه و بومی‌سازی صنعت آن باشد یا اساساً توجه به توسعه صنعت توربین‌سازی و یا هر دو.

دومین فرض اساسی که در تدوین اسناد ملی باید مورد توجه قرار گیرد، دلایل توجیه‌کننده توسعه فناوری مورد نظر است. توسعه‌ی هر فناوری در گرو داشتن یک دلیل موجه می‌باشد که بیان‌کننده‌ی چرایی توسعه است. در کنار مزایای مختلفی که گسترش یک فناوری به همراه می‌آورد، هزینه‌هایی نیز بر هر سیستم توسعه دهنده فناوری تحمیل می‌شود. در این راستا، لازم است تا با سنجش تناسب مزایای حاصل از توسعه در برابر هزینه‌های آن، فناوری منتخب برای توسعه برگزیده شوند. این تحلیل هزینه - مزایا بیان‌کننده دلیلی موجه برای گسترش فناوری است.

ضرورت توسعه فناوری توربین بخار را می‌توان در توسعه فناوری و ساخت داخل تجهیزات نیروگاهی بخصوص توربینهای بخار با توجه به نیاز تامین برق و رشد مصرف انرژی الکتریکی و محدودیت منابع ارزی کشور که مورد نیاز جدی است در نظر گرفت.

نفوذ زیاد توربین بخار بعنوان تامین کننده اصلی برق پایه و در تولید برق فناوریهای انرژی‌های نو همانند زیست توده، زباله سوز، زمین‌گرمایی و ... و همچنین نیاز به این فناوری در بهبود و ارتقاء واحدهای قدیمی ضرورت توسعه آن را بیش از پیش نمایان می‌سازد.

۱-۲- دلایل توجیه پذیری

۱-۲-۱- تنوع کاربرد فناوری توربین بخاری

کاربرد توربینهای بخار را می‌توان بر اساس نوع سوخت و منبع گرما، استفاده در صنایع مختلف و نیز آرایش‌های تولید توان بررسی نمود.

دمای سیال عامل ورودی به توربین بخار نسبت به توربینهای گازی بسیار پایین است. همچنین توربین بخار با سوخت‌های با کیفیت پایین نیز می‌تواند استفاده شود. بنابراین برای تولید انرژی الکتریکی از منابع گرمایی جدید و یا سوخت‌های سنگین از توربینهای بخار استفاده می‌شود. زغال‌سنگ، زیست‌توده، سوخت زباله، انرژی هسته‌ای، انرژی زمین‌گرمایی و انرژی خورشیدی منابعی هستند که برای تولید انرژی الکتریکی از آنها نیاز به توربین بخار است (البته انرژی خورشیدی در صفحات خورشیدی نیز قابل تبدیل به انرژی الکتریکی است).

کاربرد توربینهای بخار به نیروگاههای بزرگ محدود نمی‌شود این توربین‌ها در هر جایی که انبساط گاز و یا سیال دوفازی رخ دهد قابل استفاده‌اند. معمولاً شرکت‌های تولیدکننده توربینهای بخار توربینهای تولید خود را به دو دسته توان بالا و صنعتی تقسیم می‌کنند. به عنوان مثال توربینهای صنعتی شرکت زیمنس تا ۲۵۰ مگاوات و شرکت آستوم تا ۱۰۰ مگاوات ظرفیت دارند. از کاربردهای صنعتی این توربین‌ها می‌توان بازیافت گرمای تلف‌شده^۱ سیستم‌های گرما و توان مرکب کوچک^۲ واحدهای

^۱Waste heat recovery

^۲Small combined heat and power (CHP) systems

کوچک زیست توده، گرمایش ناحیه‌ای، شکست فشار گاز در خطوط انتقال، تأسیسات مایع سازی گاز طبیعی، تأسیسات اتیلن، تأسیسات آمونیاک، صنایع کاغذ، نوشیدنی، شکر، نساجی و ... را نام برد.

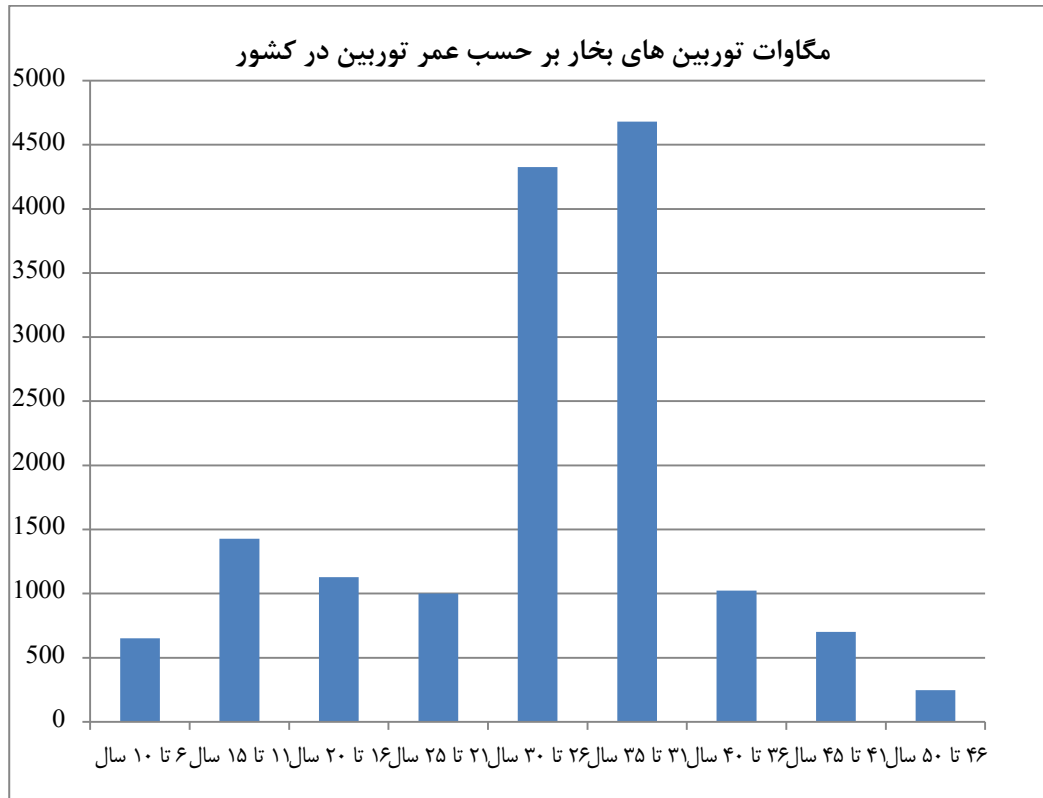
توربینهای بخار را با توجه به نحوه استفاده از آنها در واحدهای تولید انرژی الکتریکی نیز می‌توان تقسیم‌بندی نمود. در واحدهای با ظرفیت بالا معمولاً از توربینهای بخار به تنهایی استفاده می‌گردد. امروزه تک توربینهای بخار با ظرفیت ۱۹۰۰ مگاوات نیز تولید می‌گردد. توربینهای بخار در واحدهای سیکل ترکیبی، تولید همزمان، واحدهای آماده به کار برای تغییرات بار، سیکل رانکین آلی، بازیافت گرمای هدررفته، گرمایش ناحیه‌ای، CHP کاربرد دارند. البته توربینهای بخار در تولید نیروی محرکه نیز استفاده می‌شوند که با توجه به هدف این گزارش از توضیح آنها صرف نظر می‌شود.

با توجه به گسترش انرژی‌های نو که عمدتاً از توربین بخار استفاده می‌کنند، انرژی هسته‌ای که در سیکل قدرت آن از فناوری توربین بخار استفاده می‌شود و همچنین توسعه سیکل ترکیبی بخاری و سیکل‌های ساده گازی توسعه فناوری توربین بخاری در کشور مورد نیاز جدی است.

۱-۲-۲- بهسازی صنعت تولید توان بخاری کشور [۶]

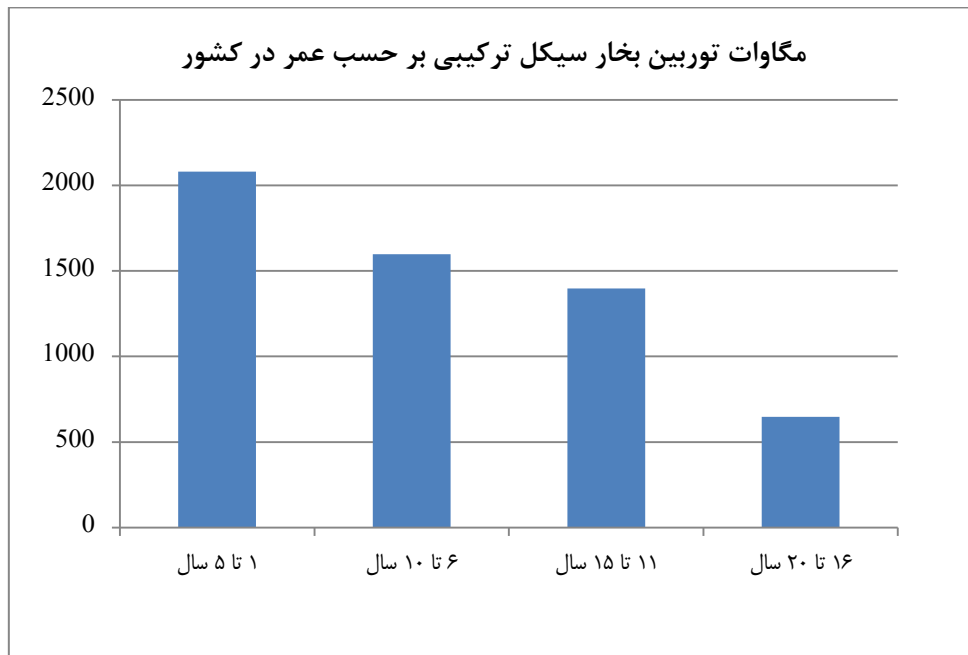
حدود نیم قرن است که از توربینهای بخاری در کشور برای تولید نیرو استفاده می‌شود. استفاده از توربینهای بخاری معمولاً به طور عمده در نیروگاههای بخاری و در دو دهه اخیر نیز در نیروگاههای سیکل ترکیبی مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به آمار تفصیلی صنعت برق کشور [۶] توربینهای بخار معمولی (به جز سیکل ترکیبی) مورد استفاده در کشور امروزه دارای ظرفیت نامی ۱۵۲۴۱ مگاوات می‌باشند که در طی ۵۰ سال مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند. شکل ۱-۱ عمر قدرت تولیدی توربینهای بخار را نشان می‌دهد. حدود ۶۷۰۰ مگاوات توان تولیدی (حدود ۴۴ درصد) دارای عمر بیش از ۳۰ سال است. لازم است اکثر این واحدها جهت افزایش راندمان بازتوانی یا بازسازی گردند یا به دلیل فرسودگی مستهلک و از بازار برق خارج شوند. از طرف دیگر با پیشرفتهای صورت گرفته در صنعت توربین بخاری بخصوص طی دو دهه گذشته و افزایش ۱۰-۸ درصدی راندمان توربینهای بخاری و امکان کاربرد فناوری جدید در توربینهای قدیمی تقاضا برای بهسازی و افزایش راندمان این توربینها با تکنولوژی جدید افزایش یافته است و در اسناد بالادستی بسیار تاکید شده و در دستور کار بخشهای مختلف وزارت نیرو نیز می‌باشد. توسعه فناوری جدید در توربین یعنی بازتوانی و بازسازی واحدها با اصلاح یا جایگزینی پره‌ها، تغییر در سیستم آب‌بند

پره‌ها، گلند و ... مواردی هستند که به دانش طراحی توربینهای بخاری مربوط می‌گردند و نیاز جدی در جهت توسعه فناوری مشاهده می‌گردد.



شکل ۱-۱. مگاوات توربینهای بخار بر حسب عمر توربین در کشور [۶].

در ۲۰ سال اخیر به دلیل بازدهی بالاتر سیکل‌های ترکیبی، ساخت این گونه نیروگاهها رشد پیدا کرده است. در شکل ۱-۲ عمر قدرت تولیدی توربینهای بخار مورد استفاده در سیکل ترکیبی را مشاهده می‌کنید که عمدتاً عمر بالایی ندارند و البته به واسطه بازدهی بالاتر واحدهای سیکل ترکیبی جدید در دنیا (۸-۱۰ درصد بالاتر) برای سیکل‌های ترکیبی آینده لازم است طراحی‌های جدید و با بازدهی بالاتر در آنها بکار رود که در اسناد بالادستی نیز به آن اشاره شده است.



شکل ۱-۲. مگاوات توربین بخار سیکل ترکیبی بر حسب عمر در کشور [۶].

۱-۲-۳- تحلیل اقتصادی و تعیین ارزش افزوده بومی سازی ساخت توربین بخاری

در ساخت نیروگاههای بخاری یا سیکل ترکیبی، کسری از هزینه ساخت نیروگاه صرف توربین می‌شود. با توجه به نیاز برق کشور در سالهای آینده، بومی سازی توربین بخاری می‌تواند موجب کاهش خروج ارز از کشور، ایجاد اشتغال و کاهش وابستگی در بخش بزرگی از صنعت برق کشور را موجب شود. برای تخمین میزان صرفه جویی ارزی با توجه به میزان توسعه واحدهای بخاری طبق آمار سازمان توسعه برق ایران لازم است میزان هزینه برای بخش توربین سیکل ترکیبی و بخش توربین نیروگاه بخاری مشخص شود. مقدار هزینه کل نیروگاه به ازاء هر کیلووات بصورت تقریبی است و به پارامترهای مختلف جغرافیایی، سطح فناوری کشور مورد نظر و سطح فناوری توربین مورد مطالعه و ... مربوط می‌شود. برای برآورد مقدار هزینه‌ها از مرجع [۱۵] که مربوط به تخمین هزینه‌های نیروگاههای مختلف است استفاده می‌شود. در بخش مربوط به نیروگاه بخاری، هزینه توربین بخار (جدا از ژنراتور و سیستم تحریک) نیروگاه نمونه (بندرعباس) حدود ۸,۹ درصد هزینه نیروگاه و برابر ۱۴,۸۷۷ میلیون دلار و حدود ۴۶ دلار به ازاء هر کیلووات ساعت می‌باشد. نیروگاه نمونه ۳۲۵ مگاوات و هزینه نیروگاه حدود ۳۳۳,۴۱۴ میلیون دلار بوده است و برابر ۵۱۳ دلار به ازاء هر کیلووات است. با توجه به قدیمی بودن نیروگاه بندرعباس و تغییر قیمت‌های احتمالی اجزاء نیروگاه و با توجه به آمار جدید که مقدار هزینه ساخت نیروگاه بخاری (به احتمال زیاد زیر بحرانی با تکنولوژی

توربین دهه (۱۹۶۰) را ۷۰۰ یورو (۸۶۰ دلار) به ازاء هر کیلووات اعلام می‌کند. با یکسان فرض کردن نسبت هزینه توربین به نیروگاه با مقدار مرجع (یعنی ۸,۹ درصد)، مقدار هزینه توربین بصورت تخمینی برابر ۷۶,۵ دلار به ازاء کیلووات تولیدی نتیجه می‌دهد. طبق همین مرجع مقدار هزینه توربین برای بخش بخار نیروگاه سیکل ترکیبی نمونه (۴۵۸ مگاواتی با توربین بخار زیمنس) برابر ۱۵,۴۳ درصد هزینه تجهیزات و برابر ۸۷,۵ دلار به ازاء کیلووات نتیجه می‌دهد.

طبق اطلاعات اخذ شده از وبسایت سازمان توسعه برق ایران، طی ۶ الی ۱۰ سال آینده حدود ۵۶۵۰ مگاوات توربین بخاری ۳۰۰ تا ۶۰۰ مگاواتی در کشور ساخته خواهد شد همچنین با توجه به وجود حدود ۲۴۰۰۰ مگاوات توربین با سیکل ساده گازی که طبق برنامه‌های وزارت نیرو، واحد سیکل ترکیبی بخاری نیز به آنها افزوده خواهد شد و با در نظر گرفتن نسبت ۲ به ۱ تولید توان گازی به بخاری در نیروگاههای سیکل ترکیبی می‌توان توسعه ۸۰۰۰ مگاوات واحد بخاری سیکل ترکیبی را نیز پیش‌بینی نمود. در جدول میزان تقریبی صرفه‌جویی در خروج ارز بخش توربین ارائه شده است.

جدول ۱-۱. پیش‌بینی توسعه صنعت برق

هزینه اقتصادی (M\$)	هزینه \$/Kw بخش توربین بخاری	افزایش ظرفیت طی ۱۵-۸ سال	
۷۰۰,۰	۸۷,۵	۸۰۰۰	بخار سیکل ترکیبی
۴۳۲,۲	۷۶,۵	۵۶۵۰	بخاری فسیلی
۱۱۳۲,۲		۱۳۶۵۰	مجموع

طی افق مورد نظر که بین ۸ تا ۱۵ سال است در صورت بومی بودن بخش توربین نیروگاه بخاری، حدود ۱,۱ میلیارد دلار صرفه‌جویی ارزی صورت می‌گرفت.

۱-۳- سایر مباحث مرتبط با توسعه فناوری توربینهای بخاری نیروگاهی

عمده استفاده توربینهای بخاری در صنعت تولید برق بخاری یعنی نیروگاههای بخاری است. عوامل تاثیر گذار در توسعه نیروگاههای بخاری در صورت توجه به بومی‌سازی توربین، می‌تواند در توسعه توربین بخاری موثر باشد. مواردی که در این بخش ارائه می‌شود مباحث مرتبط با نیروگاه بخاری هستند که بالطبع در توربین نیز تاثیر گذار خواهد بود.

۱-۳-۱- سهم برق بخاری در تولید توان در سطح جهانی و در سطح کشوری

تأمین برق موردنیاز را می‌توان به دو بخش تولید پایه و تولید متغیر تقسیم نمود. در تولید پایه قابلیت اطمینان و بازدهی واحد باید بالا باشد در حالی که در تولید توان متغیر به انعطاف پذیری بیشتر نیاز است. به عنوان مثال نیروگاههای هسته‌ای در تمامی کشورها برای تولید برق پایه استفاده می‌شوند که توربین این نیروگاهها از نوع بخاری است. البته در بعضی کشورها در دهه ۱۹۸۰ از این نیروگاهها برای تولید متغیر نیز استفاده می‌شد، اما بعد از حادثه چرنوبیل هیچ کشوری چنین عملی را انجام نداد [۷]. نیروگاههای بخار با سوخت فسیلی نیز بیشتر در تولید برق پایه استفاده می‌گردند. هرچند نیروگاههای بخار را می‌توان با انعطاف پذیری بالاتر در عوض بازدهی پایین‌تر ساخت تا در تولید متغیر هم سهمی باشند اما به علت قیمت بالای سوخت این امر کمتر انجام می‌گیرد. به علت انعطاف پذیری بالاتر برای تولید متغیر بیشتر از نیروگاههای گازی و آبی استفاده می‌شود. نیروگاههای آبی بیشترین انعطاف پذیری را دارند و معمولاً در شرایط پیک بار تولید توان می‌کنند [۸]. البته در برخی مناطق همچون آمریکای جنوبی به دلیل منابع آبی عظیم موجود، اعظم برق مورد نیاز از طریق واحدهای آبی است.

سهم تولید منابع مختلف

آمار رسمی اطلاعات انرژی الکتریکی میزان توان تولیدی از منابع مختلف فسیلی (زغال‌سنگ، گاز، سوخت مایع)، تجدید پذیر، آبی، نو (زمین‌گرمایی، خورشیدی و ...) و هسته‌ای را به تفکیک مشخص می‌نمایند. هرچند تولید توان به صورت تولید با نیروگاه بخاری و گازی تفکیک نشده است اما عمده تولید برق فسیلی کشورهای توسعه‌یافته و یا در حال توسعه از زغال‌سنگ و بنابراین بخاری است. اطلاعات ظرفیت‌های نصب‌شده تولید انرژی الکتریکی در کشورهای مختلف توسعه‌یافته یا در حال توسعه در جدول ۱-۲ ارائه شده است.

نیروگاههای نصب‌شده بر مبنای سوخت زغال‌سنگ در آمریکا کاملاً بر پایه نیروگاههای بخاری بوده و بیش از ۵۰ درصد ظرفیت نصب‌شده را شامل می‌شود که با افزودن ظرفیت هسته‌ای که نیروگاه آن نیز بر پایه بخاری است حدود ۷۰ درصد ظرفیت نصب‌شده در آمریکا بر پایه توربین بخاری است. طبق آمار دیگری [۱] حدود ۷۷٪ ظرفیت نصب‌شده در آمریکا تا قبل از سال ۲۰۰۶ از نوع بخاری، ۱۳٪ آبی، ۹٪ گازی کمتر از ۱٪ را انرژی‌های تجدید پذیر و نو تشکیل داده است. در سال ۲۰۰۲ حدود ۶۶ درصد ظرفیت بالای ۲۹۹ مگاوات نصب‌شده غیرهسته‌ای در آمریکا بر پایه توربینهای بخاری بوده است. ۱۶/۹ درصد هسته‌ای، ۱۰ درصد توربین گازی و ۶/۶ درصد سیکل ترکیبی بوده است.

جدول ۱-۲. انرژی الکتریکی تولید در کشورهای مختلف به تفکیک منبع (سهام از ۱۰۰).

سایر موارد	سایر تجدید پذیر (زیست توده، زمین گرمایی، خورشیدی، بادی)	آبی	هسته‌ای	سوخت فسیلی			سال	
				مازوت	گاز طبیعی	زغال سنگ		
1	6	7	19	1	27	39	2013	آمریکا [۲]
-	4.5	22	1	2	3.5	66	2011	چین [۲]
1	-	17	17	65			2011	ژاپن [۲]
1	-	20	11	68			2011	روسیه [۲]
-	2.9	32.8	-	64.3			2012	ترکیه [۳]
-	19	5	16	2	11	47	2012	آلمان [۴]
-	1	14	2	4	10	69	2011	هند [۵]
-	0.3	14.6	1.4	*83.7			2013	ایران

*شامل: ۲۲،۵ درصد بخاری، ۲۵،۴ درصد سیکل ترکیبی، ۳۵،۲ گازی و ۰،۶۲ درصد دیزلی

طبق جدول فوق بیش از ۶۵٪ ظرفیت نصب شده تولید انرژی الکتریکی در روسیه و چین را توربینهای بخاری و حدود ۲۰٪ آبی تشکیل می‌دهند. به طور میانگین بین ۵۰ تا ۷۰ درصد ظرفیت نصب شده تولید برق در کشورهای توسعه یافته و یا در حال توسعه را توربینهای بخاری تشکیل می‌دهد. با لحاظ کردن توربین بخاری سیکل ترکیبی و توربینهای بخار مرطوب هسته‌ای این رقم به حدود ۸۰ درصد خواهد رسید. این آمار نفوذ زیاد فناوری توربینهای بخاری را در صنعت به خوبی نشان می‌دهد.

سهام برق بخاری در تولید توان در کشور [۶]

با توجه به صنعتی شدن کشورها و از جمله کشور ایران و نیاز روزافزون به تولید برق در کشور هر ساله ظرفیت تولید قدرت در کشور متناسب با نیاز افزایش می‌یابد. در سال ۹۲ طبق آمار وزارت نیرو قدرت نامی نیروگاههای کشور به ۷۰۲۸۰ مگاوات رسیده است که ۲۲/۵ درصد سهم نیروگاههای بخار و ۲۵/۴ درصد آن سهم نیروگاههای سیکل ترکیبی است. که با احتساب حدود یک سوم ظرفیت نیروگاههای سیکل ترکیبی برای واحد بخاری آن جمعاً ۳۲/۷ درصد قدرت عملی برق کشور از نوع بخاری است. در شکل ۱-۳ سهم مشارکت نیروگاهها در تولید برق کشور نشان داده شده است.

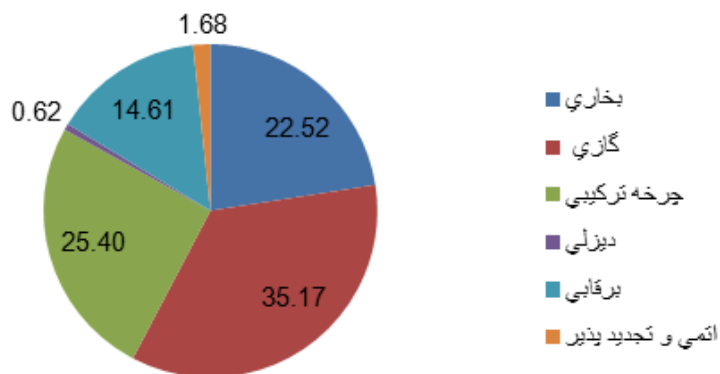
پیش‌بینی آینده

تولید انرژی الکتریکی در دنیا و کشورهای مختلف می‌تواند جهت‌گیری توسعه نوع نیروگاهها را مشخص نماید. در شکل ۱-۴ پیش‌بینی میزان توسعه منابع مختلف تولید توان الکتریکی نشان داده شده است. شکل نشان می‌دهد که تولید توان الکتریکی

در سال ۲۰۴۰ دو برابر خواهد شد یعنی به طور میانگین سالی ۳/۳ درصد افزایش تولید. افزایش تولید در تمام انواع تولیدکننده وجود خواهد داشت. سرعت افزایش تولید انرژی‌های تجدید پذیر بیش از بقیه است. افزایش قابل توجهی در تولید توان بخاری (بصورت زغال‌سوز) و گاز طبیعی مشاهده می‌گردد لذا نیاز به توسعه واحدهای بخاری با سوخت فسیلی (گاز، گازوئیل، مازوت و یا زغال) جهت همسویی با حرکت جهانی دارد. با توجه به کاربرد توربینهای بخاری در انرژی‌های نو توسعه فناوری بخاری برای آن نیز لازم است.

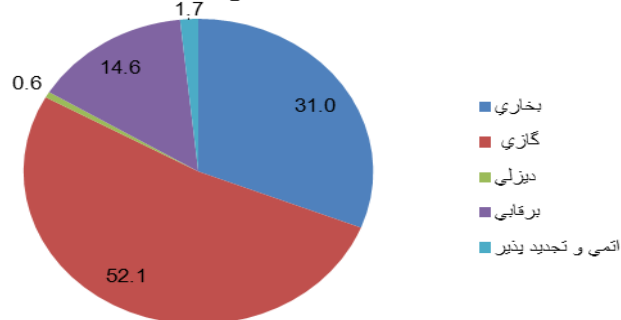
در کشور به همه نوع تولید کننده برق نیاز وجود دارد. بواسطه عمر زیاد نیروگاههای بخاری و ارزان بودن برق تولیدی آنها در اکثر کشورها تولید برق پایه توسط آنها صورت می‌گیرد و به نظر می‌رسد توسعه برق پایه بخاری در کشور مورد نیاز جدی است.

درصد سهم قدرت نامی نیروگاه‌ها در سال ۹۲ (قدرت نامی کل: ۷۰۲۸۰ مگاوات)



(الف)

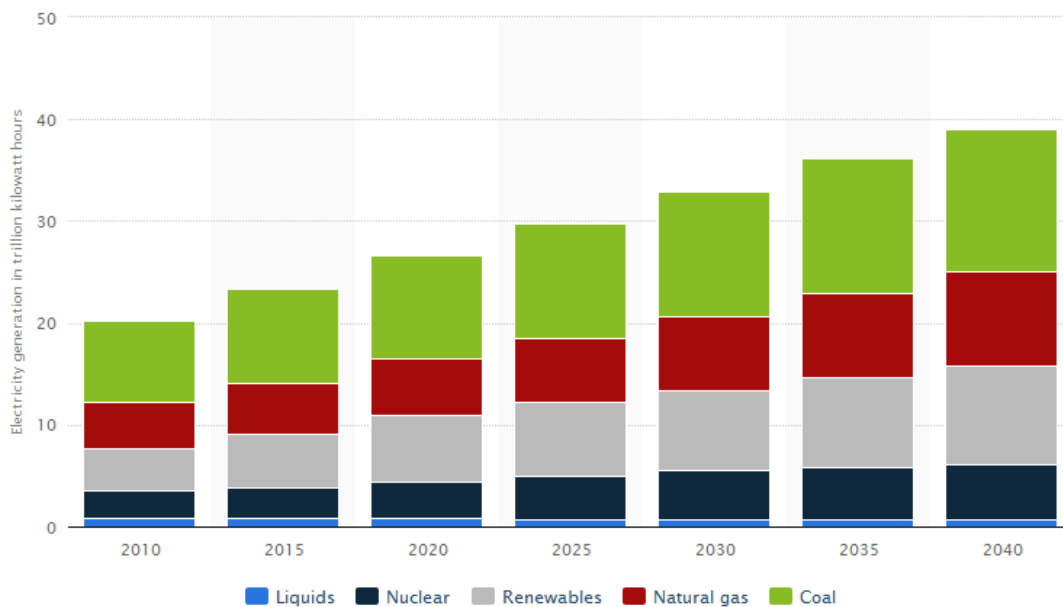
درصد سهم قدرت نامی نیروگاه‌ها با تفکیک چرخه ترکیبی به بخاری و گازی در سال ۹۲ (قدرت نامی کل: ۷۰۲۸۰ مگاوات)



(ب)

شکل ۱-۳. درصد سهم ظرفیت عملی نیروگاهها در سال ۹۲ [۶].

برنامه‌های توسعه اعلام شده از طرف سازمان توسعه برق ایران که متولی توسعه برق کشور است نشان می‌دهد که طی ۱۰-۶ سال آینده حدود ۵۶۵۰ مگاوات واحد بخاری سوخت فسیلی و ۱۹۲۰ مگاوات برای بخش بخار واحد سیکل ترکیبی و ۶۰۰۰ مگاوات واحد گازی به ظرفیت نامی برق کشور افزوده خواهد شد. احداث ۵۰۰ مگاوات نیروگاه بادی و ۱۰۰ مگاوات واحد گازی کوچک نیز از دیگر برنامه‌های این سازمان است. بنابراین رشد قابل توجهی در آینده نزدیک برای واحدهای بخاری صورت خواهد پذیرفت. با توجه به رشد تقاضای برق در کشور که حدود ۳۵۰۰-۳۰۰۰ مگاوات در سال می‌باشد نیاز به واحدهای جدید برای تامین برق مورد نیاز محسوس می‌باشد.



شکل ۱-۴. پیش‌بینی میزان توسعه توان‌های الکتریکی مختلف تا سال ۲۰۴۰ برحسب منبع انرژی [۹].

۱-۳-۲- مشکل کندانسور واحدهای بخاری

با توجه به بحران کم‌آبی در کشور، در برخی واحدهای بخاری که دارای برج خنک‌کن تر هستند به واسطه کم‌آبی و ناتوانی تأمین آب مورد نیاز آن، عملاً توانایی کندانسور در خنک‌کاری آب سیکل کاهش یافته و تولید توان واحدهایی همچون همدان، اسلام‌آباد اصفهان و بیستون محدود شده است. همچنین آب مورد نیاز سیستم خنک‌کن جدا از آب سیکل یا سیال عامل است و نیروگاه‌ها در تأمین آب مورد نیاز سیکل مشکلی ندارند. مشکل سیستم خنک‌کننده نیروگاههای بخاری با اتخاذ سیاست‌های خاص مبنی بر تأمین آن از آب فاضلاب تصفیه شده، ایجاد

برج‌های خنک‌کن خشک، ساخت نیروگاه‌های جدید نزدیک دریا یا رودها یا مناطق خنک، سیستم‌های Cogeneration برای تولید گرمای مناطق صنعتی و مسکونی و ... قابل رفع است و جزء مسائل فرعی است و نمی‌تواند به عنوان دلیلی برای عدم توجه به نیروگاه‌های بخاری در نظر گرفته شود چرا که توربینهای بخاری پایه اصلی تولید برق در اکثر کشورهای جهان هستند.

۱-۳-۳- منابع بزرگ مازوت و زغال سنگ

منابع بزرگی از مازوت در کشور وجود دارد که بصورت خروجی بسیار ارزان پالایشگاه‌های کشور همواره تولید می‌گردد. مازوت استفاده چندانی ندارد و بعنوان سوخت (در رده سوخت سنگین) در نیروگاه‌های گازی و سیکل ترکیبی قابل استفاده نیست و هم اکنون در فصول سرد سال بواسطه کمبود منابع گاز طبیعی و گازوئیل در نیروگاه‌های بخاری مصرف می‌شود. یکی از دغدغه‌های صنایع نفت نیز مصرف پسماند نهایی این صنایع یعنی مازوت است که بویلرهای نیروگاه‌های بخاری مناسب این هدف می‌باشند. برخی سازندگان بزرگ معتقدند در شرایطی که نیروگاه نزدیک دریا بوده، تامین مازوت ارزان‌تر از گاز طبیعی باشد و تامین توان بزرگی مورد نظر باشد نیروگاه‌های بخاری سوخت مازوت کاملاً قابل مقایسه با نیروگاه‌های سوخت گاز طبیعی سیکل ترکیبی خواهند بود که مثال آن نیروگاه شعیبه واقع در عربستان سعودی است که ۱۴ واحد ۴۰۰ مگاواتی (۵۶۰۰ مگاوات) مازوت سوز ساخت آلستوم در آن در حال نصب است که از سیستم‌های پیشرفته احتراق با کمترین حد تولید NOx و همچنین سیستم پیشرفته کنترل SO2 بهره می‌برد. مقدار بسیار زیاد مازوت تولید شده و ارزان بودن آن، امتیاز بسیار مهمی برای توربینهای بخاری معمولی در مقایسه با توربینهای گازی و حتی بخاری سیکل ترکیبی می‌باشد. از طرف دیگر بواسطه نزدیکی به دریا و عملکرد مناسب کندانسور، تغییر بار طی فصول سال نیز بوجود نمی‌آید که خود مزیت بزرگی در مقایسه با سیکل‌های گازی یا سیکل ترکیبی است.

زغال سنگ به عنوان سوختی فسیلی نقش غیر قابل انکاری در توسعه صنعتی کشورها داشته است لذا استفاده از انرژی حرارتی زغال سنگ جهت تولید الکتریسیته به عنوان یک گزینه مهم قابل طرح است. امروزه در جهان نیروگاه‌های تولید الکتریسیته بزرگ‌ترین مصرف‌کننده زغال سنگ حرارتی محسوب می‌شوند. ایران دارای منابع قابل توجهی از زغال سنگ هم از نوع کک شور و هم از نوع حرارتی آن هست. منطقه مزینو به خاطر فرایند ساخت نیروگاه حرارتی سوخت زغال سنگ در سالیان اخیر مورد

توجه بیشتری قرار گرفته و ذخیره احتمالی ۱۴۰۰ میلیون تن و ذخیره قابل استخراج ۴۹۰ میلیون تن برای آن برآورد شده است [۱۰]. به دلیل وضعیت غیر قابل پیش‌بینی بازار نفت و گاز توجه اغلب کشورها به استفاده از منابع زغال‌سنگ بخصوص در تولید برق بیشتر شده است. ایران با آنکه یکی از کشورهای نفت‌خیز جهان و دارای منابع عظیم گاز طبیعی است به دلیل وجود ذخایر غنی زغال‌سنگ، می‌تواند صرفه‌جویی مهمی در مصرف نفت و گاز داشته باشد همچنین کمبود تأمین سوخت گاز طبیعی در کشور به ویژه در فصل زمستان، بررسی راه‌کارهای استفاده از منابع زغال‌سنگ جهت تأمین سوخت نیروگاهها ضروری است.

۱-۳-۴- الایندگی نیروگاههای بخاری

تولید الاینده‌های سوخت‌های فسیلی جزء ایرادات و مشکلات اساسی کاربرد آنهاست. الایندگی گاز طبیعی به تولید دی‌اکسیدکربن CO₂ که ناشی از احتراق زنجیره کربنی سوخت است مربوط می‌شود همچنین به تولید ناکس NO_x ناشی از احتراق و بدلیل دمای بالای آن. گازوئیل، مازوت و زغال‌سنگ علاوه بر دی‌اکسیدکربن و ناکس الایندگی دیگری بنام دی‌اکسیدسولفور SO₂ نیز دارند که میزان آن برای زغال‌سنگ بیش از مازوت و برای مازوت نیز بیشتر از گازوئیل است. هزینه کربن که مربوط به الاینده‌ها است و در کشورهای پیشرفته از نیروگاههای سوخت فسیلی اخذ می‌گردد برای نیروگاههای بخاری زغال‌سوز بیشتر از گازی و سیکل ترکیبی است.

باید توجه نمود که آلودگی دی‌اکسید کربن سوخت گاز و گازوئیل برای واحدهای بخاری، گازی و سیکل ترکیبی یکسان است و در نیروگاههای بخار فسیلی آلودگی ناکس بیشتر از گازی است و در مورد سولفور به عنوان آلودگی اصلی مازوت (و تا اندازه‌ای گازوئیل) لازم به ذکر است که این آلودگی بیشتر در نقاط نزدیک به نیروگاه مهم است و معمولاً بعد بزرگی را نمی‌پیماید از اینرو ساخت نیروگاههای با سوخت مازوت در نقاطی دور از شهر می‌تواند اثرات آلودگی آن را از کلان شهرها دور نماید.

روشهای جذب CO₂ با فیلتر برای تمام نیروگاههای سوخت فسیلی (گاز، گازوئیل، زغال و مازوت) و یا انتقال هوای خروجی به قعر میادین نفتی جهت ازدیاد فشار نفت نیز مطرح هستند که گران قیمت هستند. با روشهای پیشرفته احتراق می‌توان تولید ناکس را به حداقل رساند. همچنین روشهای جدید و پیشرفته کنترل و کاهش انتشار SO₂ توسط شرکتهای بزرگ ارائه شده‌اند که در کاهش آلودگی بسیار موثر هستند. آژانس بین‌المللی انرژی^۱ مطالعه موردی در این زمینه انجام داده و چند نیروگاه نمونه را بررسی کرده است [۱۳]. نتیجه این بررسی‌ها نشان می‌دهد که کنترل آلودگی اکسیدهای نیتروژن و گوگرد ممکن

¹ International energy agency, IEA

می‌باشد و به امری مرسوم در نیروگاههای بخاری تبدیل شده است و حتی سیستم های به روز با عملکرد بهتر نیز موجود است. همچنین در بعضی روش ها محصولات جانبی مانند اسید سولفوریک، ژئوسیوم (گچ) و یا کلسیم کلراید تولید می‌گردد. به عنوان مثال در نیروگاه Isogo ژاپن میزان اکسیدهای نیتروژن در خروجی کمتر از ۱۰ ppm و دی اکسید گوگرد کمتر از ۱۴ ppm است. این مقادیر برای نیروگاه Nordjyllandsvearket 3 به ترتیب ۱۴۶ و ۱۳ است. سوخت این نیروگاه ها زغال سنگ است که احتراق آن آلودگی زیادی ایجاد می‌کند. از آنجا که آلودگی SO₂ مازوت کمتر از زغال سنگ است [۱۴] بنابراین امکان کنترل آلودگی SO₂ نیروگاههای سوخت مازوت با هزینه کمتر میسر است.

مازوت موجود در ایران و زغال سنگ طبس هر دو حدود ۳/۵٪ گوگرد دارند. هزینه استفاده از سیستم های FGD در روش های مختلف متفاوت است. و روش مناسب در هر نیروگاه با توجه به اقلیم متغیر است. برای آنکه دید کلی به دست آید، هزینه اعمال دو نمونه روش تر (MEL و LSFO) و دو نمونه روش خشک (LSD و CDS) در یک نیروگاه ۵۰۰ مگاواتی بر حسب \$/KW در جدول ۳-۱ آمده است.

جدول ۳-۱ هزینه اعمال FGD برای دو روش تر و دو روش خشک [۱۶].

روش FGD	بازدهی روش *	محتوای گوگرد بالا (4.72 lb/MBtu)	محتوای گوگرد بالا (3 lb/MBtu)	محتوای گوگرد پایین (2 lb/MBtu)
LSFO	۹۰-۹۵٪	۱۲۵		۱۰۷
MEL	۹۰-۹۵٪	۱۰۹		۹۶
LSD	۸۰-۹۳٪		۲۲۸	۲۲۲
CDS	۸۵-۹۵٪		۲۳۶	۲۲۷

* این مقادیر به صورت متداول بوده و امکان افزایش بازدهی وجود دارد.

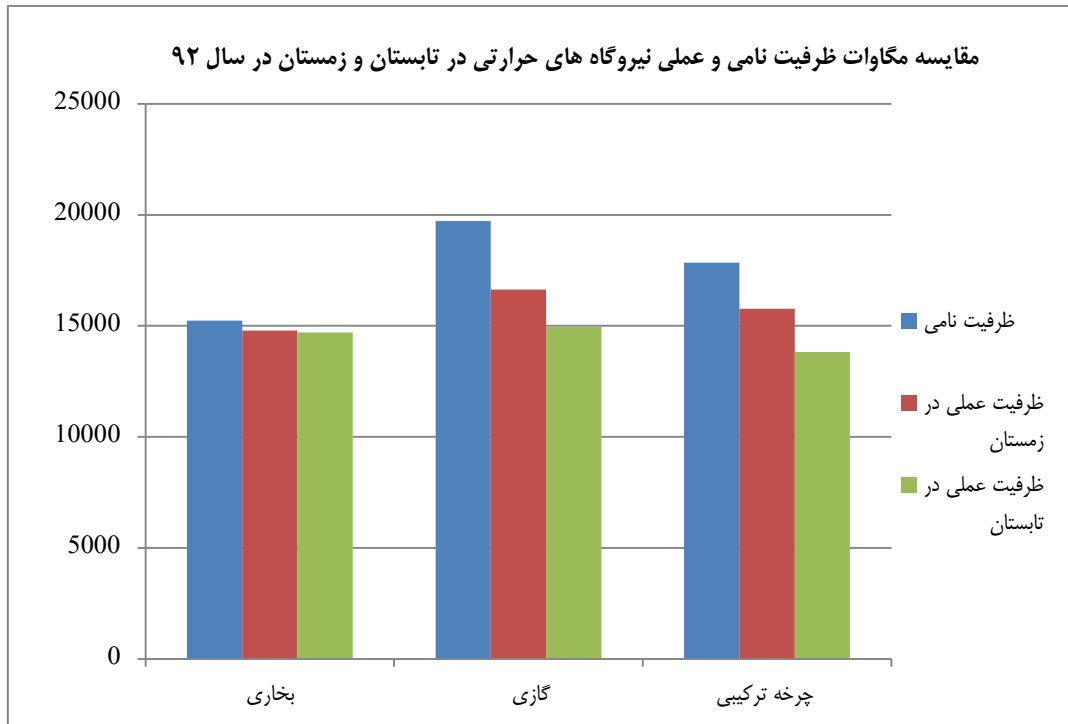
۱-۳-۵- مقایسه فناوری توربینهای بخاری با سایر فناوریهای تولید توان الکتریکی

کشور به همه نوع تولیدکننده برق نیاز دارد که یکی از دلایل آن توزیع متفاوت منبع انرژی در کشور است. همچنین امکان تجهیز برق با یک نوع تولیدکننده برق غیرممکن است. با توجه به تولید برق توسط نیروگاههای مختلف بخاری، گازی، آبی، تجدید پذیر و نو لازم است مقایسه‌ای بین این تولیدکننده‌ها و خروجی آنها صورت گیرد. این مقایسه می‌تواند اولویت توسعه این نوع نیروگاه را بیش از پیش مشخص نماید.

توربین گازی و سیکل ترکیبی: به طور کلی در سیکل تولید قدرت هر چه دمای منبع گرم بالاتر و دمای منبع سرد پایین تر باشد توان بیشتری تولید می‌گردد و بازدهی نیز بالاتر می‌رود. یکی از تفاوت‌های اصلی و مهم توربینهای گازی و بخاری در دمای منبع گرم و سرد آنها است. در توربین گازی منبع گرم بسیار بالایی دارد که در نیروگاههای معمول GE و V94.2 زیمنس که در ایران قرار دارند حدود ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد است و در دنیا تا دمای ۱۴۰۰ درجه سانتیگراد نیز به صورت تجاری استفاده می‌شود. برای بازدهی قابل قبول، خروجی توربین گاز از حدود ۵۵۰ درجه سانتیگراد پایین تر نمی‌تواند باشد. توربین بخاری دارای حداکثر دمای ۵۴۰ درجه است که در سال‌های اخیر تا ۶۱۰ درجه افزایش یافته است. به عبارت دیگر دمایی که برای توربین گاز استفاده‌ای ندارد برای توربین بخار بسیار مطلوب است. از این رو از توربین بخار در ادامه توربین گازی استفاده می‌شود (سیکل ترکیبی) تا از آگزرژی (قابلیت کاردهی) موجود در خروجی توربین گازی استفاده نماید. دمای خروجی توربین بخار نزدیک دمای محیط است (بین ۴۰ تا ۶۰ درجه سانتیگراد) و عملاً آگزرژی آنچنانی ندارد [۱۱]. به واسطه پایین بودن دمای ورودی توربین بخار، علاوه بر خروجی توربین گاز هر نوع انرژی دیگر همچون زیست‌توده، زباله‌سوز، زمین‌گرایی نیز می‌تواند به عنوان منبع گرم واحد بخاری قرار گیرد. از این رو تنوع انرژی ورودی توربین بخاری بسیار بالاتر از گازی است. در نهایت می‌توان خلاصه نمود که توربین گاز جهت کار نیاز به منبع گرمایی گران‌قیمت و با ارزش تری دارد در حالی که نیروگاه بخاری لزوماً به آن نیاز ندارد. اما نصب و راه‌اندازی نیروگاه گازی بسیار سریع‌تر است. یک نیروگاه بخاری در بهترین حالت دو برابر مدت زمان یک توربین گازی برای ساخت زمان نیاز دارد. همچنین استارت و شروع به کار واحد گازی بسیار سریع‌تر از بخاری است و گاه طی استارت سرد ممکن است به ۲۴ ساعت تا رسیدن به بار نامی طول بکشد. هزینه اولیه نیروگاه بخاری بالاست اما هزینه نگهداری آن به مراتب پایین‌تر است که این بیشتر بواسطه دمای پایین‌تر کاری آن است. برای سوخت گاز طبیعی و گازوئیل آلودگی یکسانی دارند اما در صورت استفاده از مازوت در نیروگاه بخاری آلودگی‌های سولفور نیز دارد هر چند که هزینه سوخت در این حالت بسیار پایین‌تر از گازی است.

یک روش دیگر مقایسه توربینهای بخاری با گازی، مقایسه عملکرد آنها است. به دلیل بسته بودن سیکل‌های بخاری و وابستگی کمتر سیکل به شرایط محیط معمولاً ظرفیت نامی و عملی آنها در زمستان و تابستان تغییر چندانی نمی‌کند در حالی که در نیروگاههای گازی و سیکل ترکیبی به علت باز بودن سیکل گازی و در نتیجه وابستگی به شرایط محیط مقادیر ظرفیت

نامی و عملی در تابستان و زمستان تا حدود ۲۵ درصد کاهش می‌یابد. در شکل ۱-۵ مقادیر ظرفیت نامی و ظرفیت عملی نیروگاههای حرارتی در تابستان و زمستان براساس داده‌های آمار تفصیلی صنعت برق ایران [۶] مشاهده می‌شود.



شکل ۱-۵. مقایسه مگاوات ظرفیت نامی و عملی نیروگاههای حرارتی در تابستان و زمستان سال ۹۲ [۶].

انرژی‌های تجدیدپذیر و نو: انرژی‌های تجدیدپذیر و نو به واسطه بحران آلودگی در کشورهای مختلف دنیا و منبع انرژی معمولاً رایگان آنها در دو دهه اخیر مورد توجه بسیاری قرار گرفته است و توسعه آن نیز جزء برنامه‌های اخیر وزارت نیرو نیز می‌باشد. این نوع نیروگاهها بخصوص در کشورهای پیشرفته از توسعه چشمگیری برخوردار شده است اما رشد تقاضای برق در جهان و بخصوص کشورهای درحال توسعه بسیار بیش از آن است که این انرژی پاسخگو باشد. طبق آمار سال ۲۰۰۶ در آمریکا به جز برق آبی، کمتر از یک درصد برق تولیدی در این کشور به انرژی‌های نو همچون زمین گرمایی و خورشیدی و ... اختصاص داشته است که البته در سال ۲۰۱۴ به حدود ۴٪ رسیده است. تولید برق آبی حدود ۱۳ درصد توان تولیدی ایالات متحده را شامل بوده است [۱]. بیشترین توسعه در کشورهای پیشرفته به آلمان مربوط است که حدود ۱۹ درصد توان تولیدی برق در سال ۲۰۱۲ را انرژی‌های نو تشکیل داده است. به واسطه گران بودن هزینه ساخت و راه‌اندازی این واحدها و پاسخگو نبودن آن به نیازهای موجود بخصوص در کشور درحال توسعه همچون ایران، برای افزایش ظرفیت توان برق لازم است توسعه واحدهای

سوخت فسیلی انجام شود. هرچند که عمده انرژی‌های نو همانند زمین‌گرایی، زیست‌توده، زباله‌سوز و بخشی از خورشیدی در فرآیند تبدیل به توان الکتریکی لازم است انرژی خود را به یک سیکل توربین بخار دهند.

آبی: برق آبی که جزء انرژی‌های تجدید پذیر و پاک است با منبعی رایگان همواره موردنظر کشورهای مختلف و مسئولان کشور نیز بوده است. برخی کشورها بخصوص در آمریکای جنوبی بخش اعظم برق موردنیاز خود را از واحدهای آبی تأمین می‌کنند. هرچند در سال‌های اخیر به واسطه خشک‌سالی و کم‌آبی توسعه این نوع نیروگاه‌ها مورد تردید قرار گرفته است اما توسعه واحدهای کوچک برق آبی در دستور کار وزارت نیرو نیز می‌باشد در هر صورت با توجه به میزان آب موجود امکان توسعه محدود برای آن وجود دارد. البته لازم به ذکر است که هرچند نیروگاه‌های برق آبی آلودگی انتشار گازهای گلخانه‌ای همچون نیروگاه‌های بخاری یا گازی را ندارند اما مشکلات زیست‌محیطی بزرگی را می‌توانند ایجاد کنند.

در جدول ۱-۴ بصورت مختصر فناوری توربین بخار بصورت نقطه قوت و ضعف در مقابل سایر فناوریها ارائه شده است.

جدول ۱-۴. مقایسه منابع انرژی و سیستمهای تولید انرژی الکتریک [۱۳].

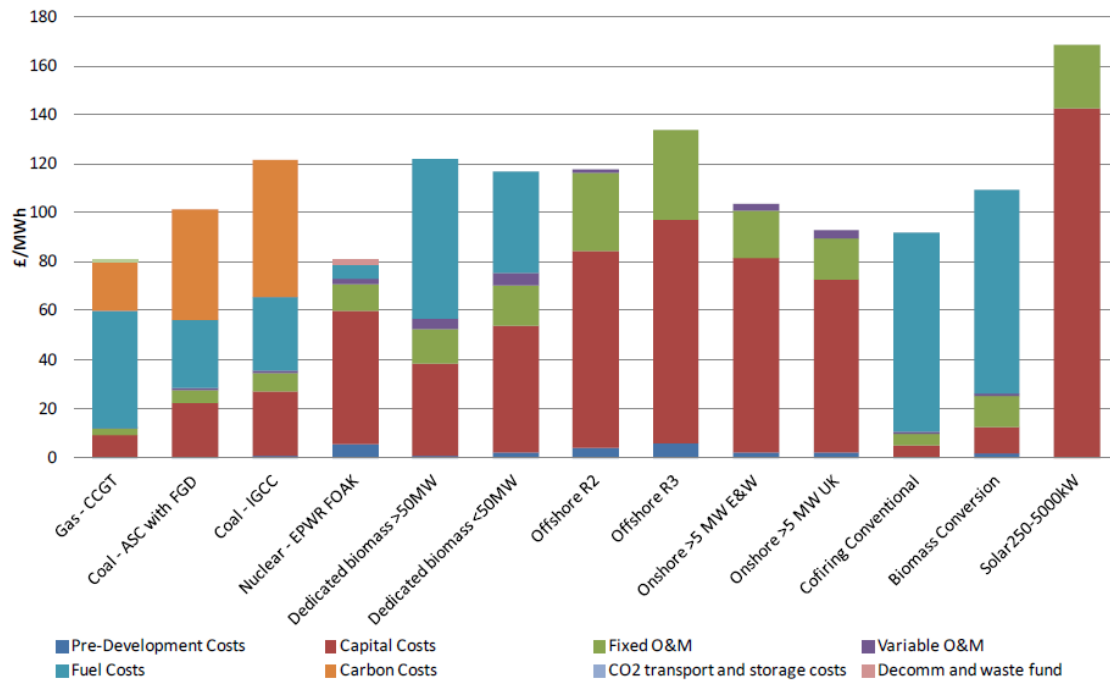
Energy Source (fuel) and generation-system type	Fuel cost	System efficiency	Capital cost, \$/kW	System operation and maintenance (excluding fuel) costs, \$/MWh	Largest available unit ratings	System reliability and availability	System complexity	Fuel availability	Cooling water requirements	Major environmental impacts
Coal-fired steam cycle	Intermediate	High	Very high	Low to medium	Large	High	Very high	Best	Large	Particulars, SO ₂ and oxides of nitrogen (NO _x) in stack gases; disposal of scrubber sludge and ashes
Oil-fired steam cycle	Highest	High	High	Lowest	Large	Very high	High	Fair	Large	SO ₂ and NO _x in stack gases; disposal of scrubber sludge
Natural-gas-fired steam cycle	High	High	High	Lowest	Large	Very high	High	Fair	Large	NO _x in stack gases
Nuclear	Low	Intermediate	Highest	Medium	Largest	High	Highest	Good	Largest	Safety; radioactive waste disposal
Oil-fired combustion engine	Highest	Low	Lowest	Highest	Smallest	Lowest	Moderate	Fair	Smallest	SO ₂ and NO _x in stack gases
Natural-gas-fired combustion turbine	High	Low	Lowest	Highest	Smallest	Lowest	Moderate	Fair	Smallest	NO _x in stack gases
Oil-fired combined cycle	Highest	Very high	Intermediate	Medium	Intermediate	Medium	Moderate	Fair	Moderate	SO ₂ and NO _x in stack gases
Natural-gas-fired combined cycle	High	Very high	Intermediate	Medium	Intermediate	Medium	Moderate	Fair	Moderate	NO _x in stack gases
Hydroelectric	Lowest	Highest	Intermediate to highest	Low	Large	Highest if water is available	Lowest	Limited by area	Small	Generally requires construction of a dam
Geothermal steam	Low	Lowest	Intermediate	Medium	Intermediate	High	Low	Extremely limited by area	Low	H ₂ S emissions from system

۱-۳-۶- تحلیل اقتصادی و مقایسه قیمت‌های انرژی

هزینه سطح بندی شده^۱ تولید الکتریسیته در کشور نمونه اروپایی انگلیس [۱۲] برای نیروگاههای مختلف در شکل ۱-۶ نشان داده شده است. مطابق نمودارهای شکل، نیروگاههای سیکل ترکیبی و هسته‌ای کمترین هزینه‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. این آمار برای نقاط مختلف دنیا متفاوت است و بسته به سطح فناوری مورد استفاده نیز ممکن است تغییر نماید. در نیروگاههای سیکل ترکیبی هزینه‌های راه‌اندازی و تعمیرات و نگهداری در حدود ۱۲ درصد و هزینه سوخت مصرفی حدود ۶۵ درصد هزینه‌ها را شامل می‌شود. هزینه نصب و راه‌اندازی نیروگاههای زغال‌سوز بیش از دو برابر سیکل ترکیبی است که دلیل اصلی گران دانستن نیروگاههای بخاری زغال‌سوز در کشور می‌باشد در حالی که هزینه سوخت زغالی برحسب یورو بر مگاوات ساعت خروجی حدود نصف نیروگاه سیکل ترکیبی است. بخش بزرگی از هزینه بهره‌برداری واحدهای سوخت فسیلی مربوط به هزینه کربن یا مالیات بابت انتشار گازهای CO₂ است که برای واحدهای زغال‌سوز بیش از سیکل ترکیبی است و بیش از هزینه خود سوخت مصرفی است. با توجه به اینکه در کشور ما هزینه انتشار گاز گلخانه‌ای دریافت نمی‌شود عملاً با کسر آن، هزینه نهایی نصب، بهره‌برداری و نگهداری واحدهای سیکل ترکیبی و زغالی برابر است.

به طور مختصر در حوزه جهانی هزینه ساخت نیروگاه بخاری زغال‌سوز ۲ تا ۲/۵ برابر واحد سیکل ترکیبی است. چنانچه هزینه تولید گازهای گلخانه‌ای نیز به هزینه بهره‌برداری واحد بخاری افزوده شود هزینه برق تولیدی واحد بخاری زغال‌سوز بین ۱/۵ تا ۲ برابر واحدهای گازی سیکل ترکیبی خواهد بود. اما در کشور ما به دلیل کسر هزینه اخیر هزینه برق تولیدی واحد بخاری زغال‌سوز با سیکل ترکیبی یکسان است. هزینه تقریبی واحد بخاری با سوخت گاز، گازوئیل و مازوت حدود ۷۰۰، واحد گازی بزرگ حدود ۳۵۰ و واحد سیکل ترکیبی حدود ۵۵۰ یورو به ازای هر کیلووات است. هزینه تعمیر و نگهداری سالیانه به ترتیب ۲/۰، ۲/۵ و ۱/۵ درصد هزینه ساخت است که مربوط به هزینه‌های ثابت و متغیر تعمیر و نگهداری است که این هزینه برای نیروگاه بخاری کمتر از گازی است. در صورت توسعه سوخت مازوت که هزینه آن بسیار پایین‌تر از گاز طبیعی است هزینه سوخت مصرفی واحدهای بخاری مازوت سوز بسیار کمتر شده و قابل رقابت با واحدهای سیکل ترکیبی خواهند بود.

^۱ هزینه متوسط در طول عمر نیروگاه به ازای هر مگاوات ساعت تولید الکتریسیته



شکل ۱-۶. هزینه‌های تخمینی سطح‌بندی شده پروژه‌های نیروگاهی که شروع آنها سال ۲۰۱۲ بوده است. [۱۲].

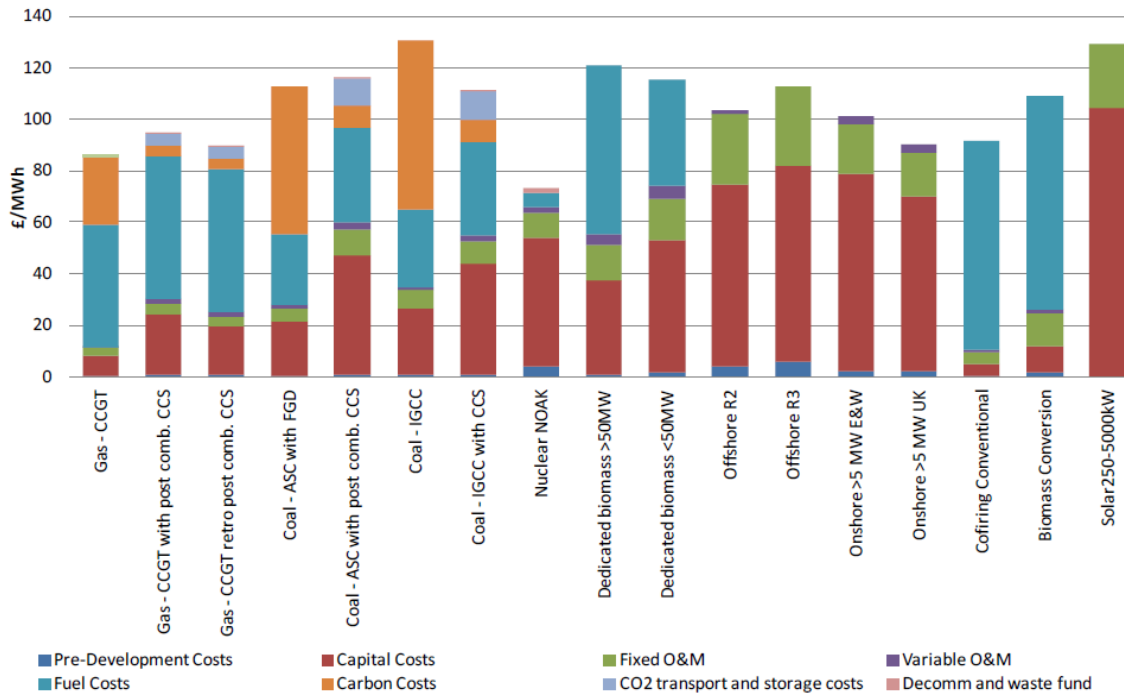
برای احتراق زغال سنگ چند روش متداول شده است که روش سنتی آن پودرسازی^۱ زغال سنگ و استفاده در بویلر نیروگاه‌های بخاری فوق بحرانی پیشرفته است. روش جدیدتر آن گازی سازی زغال سنگ در رآکتورهای شیمیایی نیروگاه‌های سیکل ترکیبی IGCC و همچنین عبور از بستر سیال^۲ است که گران می‌باشند. به طور کلی به علت وجود کربن بیشتر، انتشار گاز CO₂ در نیروگاه‌های زغالی بیشتر از گازی است و ساخت این نیروگاه‌ها هزینه‌هایی به واسطه انتشار آلاینده‌های گلخانه‌ای نیز متحمل می‌شود. با این حال با پیشرفت فناوری و بهبود روش‌های احتراق و فناوری‌های جذب‌های CO₂^۳، انتشار این آلاینده‌ها به میزان قابل توجهی کاهش یافته است. اما استفاده از این فناوری‌ها مستلزم هزینه‌های اولیه در مرحله ساخت نیروگاه‌ها می‌باشد. این روش‌ها فقط محدود به نیروگاه‌های زغالی نمی‌شوند و در آینده در نیروگاه‌های با سوخت گاز نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. در شکل ۱-۷ هزینه‌های تخمینی سطح‌بندی شده برای نیروگاه‌های احداث شونده در سال ۲۰۱۸ آورده شده است. ملاحظه می‌گردد هزینه احداث نیروگاه‌های سیکل ترکیبی گازی با جذب‌های CO₂، ۲ تا ۳ برابر نیروگاه‌های سیکل ترکیبی گازی بدون جذب است. در مورد نیروگاه‌های زغالی نیز با در نظر گیری این فناوری‌ها در ساخت نیروگاه‌ها هزینه احداث بیش از دو برابر می‌شود. با این حال به دلیل انتشار بسیار کمتر آلاینده‌ها در این نوع نیروگاه‌ها، هزینه‌های بعدی ناشی از انتشار

^۱Pulverized

^۲ Fluidized Bed

^۳ Carbon Capture and Storage

CO₂ (که به عنوان هزینه‌های کربن شناخته می‌شوند) بسیار کاهش می‌یابد. همان‌طور که قبلاً بیان شد بدون در نظر گرفتن هزینه‌های وابسته به کربن، هزینه احداث نیروگاههای بر پایه سوخت زغال تقریباً برابر با هزینه احداث نیروگاههای با سوخت پایه گاز طبیعی است.



شکل ۱-۷. هزینه‌های تخمینی سطح‌بندی شده پروژه‌های نیروگاهی که شروع آنها سال ۲۰۱۸ خواهد بود [۱۲].

۱-۴- نتیجه‌گیری

توربینهای بخار کاربرد بسیار گسترده‌ای دارند و درصد بزرگی از تولید برق دنیا را به خود اختصاص داده‌اند. در ایران سهم نیروگاههای بخاری بسیار پایین‌تر از سایر کشورهاست و نیروگاههای موجود نیز عمر بالایی دارند. بنابراین توسعه آنها یک نیاز

اساسی کشور است. این نیاز با توجه به این نکته که در نیروگاههای سیکل ترکیبی و تولید همزمان نیز توربین بخار وجود دارد روشن تر می شود. البته توربینهای بخار از نوع صنعتی در صنایع مختلف دیگر نیز استفاده می شوند. همچنین برای دریافت الکتریسیته از اکثر منابع انرژی نو (مانند زمین گرمایی، زیست توده، زباله سوز و ...) و هسته ای که در کشور در حال توسعه اند و نیز زغال سنگ و مازوت که منابع بزرگی از آن در اختیار است وجود توربین بخار الزامی است. این مسئله دلیل دیگری برای توجه به توسعه توربین بخار است و استفاده از این منابع انرژی می تواند صرفه جویی مهمی در مصرف نفت و گاز داشته باشد. در مقایسه با سایر فناوری های تولید برق، توربینهای بخاری به واسطه استفاده از سوخت ارزان مانند مازوت و همچنین تنوع در سوخت و قابلیت بالای اطمینان برق تولیدی آن به عنوان تولیدکننده برق پایه و اصلی مطرح می باشند. تأثیر ناچیز شرایط محیطی همچون دما یا فشار در مقایسه با توربینهای گازی و سیکل ترکیبی مزیت دیگر توربینهای بخاری است هرچند که بخش بخار سیکل ترکیبی نیز از فناوری توربینهای بخاری استفاده می کند. همچنین با وجود نگرش موجود مبنی بر گران بودن نیروگاههای بخاری با لحاظ کردن هزینه های سوخت و بهره برداری و به واسطه نبود قوانین مالیاتی تولیدکننده های گازهای گلخانه ای در کشور، هزینه نهایی تولید برق نیروگاههای بخاری مازوت یا زغال سوز کمتر از سیکل ترکیبی خواهد بود. ایراد خاص نیروگاههای بخاری با توجه به وضعیت اقلیمی کشور، نیاز به آب برج های خنک کن تر است که با اتخاذ سیاست های مناسب این مسئله فرعی قابل حل می باشد.

۱-۵-منابع

1. Kutz , Myer, *Mechanical Engineers ' Handbook; Energy and Power*, Vol. 4, 3rd Ed., 2006.
2. The U.S. Energy Information Administration (EIA) <http://www.eia.gov>
3. <http://www.reegle.info>
4. <http://www.enerdata.net>
5. The National Bureau of Asian Research, <http://www.nbr.org>
۶. آمار تفصیلی صنعت برق ایران، شرکت مادر تخصصی توانیر، ۱۳۹۲.
7. Leyzerovich, Alexander, *Large Power Steam Turbines: Dsign and Operation*, PennWell Publishing Company, 1997.
8. Leyzerovich, Alexander, *Wet-Steam Turbines for Nuclear Power Plants*, PennWell Publishing Company, 2005.
9. <http://www.statista.com/statistics/238610/projected-world-electricity-generation-by-energy-source>
۱۰. علی اصغر اسماعیل نیا، عباس حمزه خانی، بررسی اقتصادی استفاده از زغال سنگ برای تولید برق در ایران، اقتصاد انرژی، شماره ۱۳۲-۱۳۱، ص ۴۸-۵۷، مهر و آبان ۱۳۸۹.
11. Cengel, Yunus A. and Boles, Micheal A., *Thermodynamics: An Engineering Approach*. Seventh Ed., McGraw-Hill, 2011.
12. Department of Energy & Climate Change, *Electricity Generation Costs*, October 2012.
13. *Fossil Fuel-Fired Power Generation*, 2007, International Energy Agency.
14. Beaty, H. Wayne. *Handbook Of Electric Power Calculations*. s.l. : The McGraw-Hill Companies, Inc., 2001.
- ۱۵- شرکت مهندسی دریاپالا، لیست قیمت تجهیزات و لوازم واحدهای نیروگاهی، ۱۳۸۲، توانیر.
16. *Wet Flue Gas Desulfurization Technology Evaluation*, 2003, National Lime Association.

فهرست مطالب

- ۲- تبیین ابعاد موضوع و محدوده مطالعات ۱
- ۱-۲- مقدمه ۱
- ۲-۲- اسناد و قوانین مرتبط با تدوین نقشه راه توسعه فناوری توربینهای بخار نیروگاهی ۱
- ۱-۲-۲- سند چشم‌انداز و برنامه راهبردی وزارت نیرو- اهداف استراتژیک و استراتژی‌ها ۱
- ۲-۲-۲- نظامنامه افزایش راندمان و تولید نیروگاههای کشور مصوب ۸۸/۰۳/۰۴ ۲
- ۲-۲-۳- طرح تدوین سند چشم‌انداز و برنامه راهبردی بلندمدت وزارت نیرو تا افق ۱۴۰۴ (تاریخ ویرایش ۹۰/۱۰/۲۱) ۲
- ۲-۲-۴- استاندارد معیار بازده خالص نیروگاههای حرارتی به شماره ۱۳۳۷۵ انتشار ۱۳۹۱/۰۲/۰۱ ۳
- ۲-۲-۵- قانون بودجه سال ۹۲ کشور مصوب ۹۳/۰۳/۲۱ ۴
- ۲-۳- تبیین سطح تحلیل ۴
- ۲-۴- تبیین افق زمانی تحلیل ۴
- ۲-۵- مرزبندی فنی یا توصیفی ۵
- ۳- تبیین مشخصه‌های فناوری توربینهای بخار نیروگاهی ۶
- ۳-۱- مقدمه ۶
- ۳-۲- ابعاد ماهیت ۶
- ۳-۲-۱- سابقه حضور ۶
- ۳-۲-۲- توربینهای بخاری سیکل ساده فسیلی ۶
- ۳-۲-۳- توربینهای بخار سیکل ترکیبی گازی ۱۱
- ۳-۲-۴- توربینهای بخاری نیروگاههای خورشیدی ۱۲
- ۳-۲-۵- سطح استفاده از فناوری توربین بخاری در داخل کشور ۱۸
- ۳-۲-۶- سطح پیچیدگی فناوری ۲۱

- ۲۲ ۳-۲-۷-تناسب فناوری
- ۲۳ ۳-۲-۸-فرآیندی یا محصولی
- ۲۴ ۳-۳-چرخه عمر
- ۲۴ ۳-۳-۱-چرخه عمر فناوری
- ۲۹ ۴ نتیجه گیری
- ۳۱ مراجع

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۳ رشد ظرفیت و فشار و دمای بخار اصلی توربین بخار. ۱- واحدهای تجاری، ۲- آزمون (۲) ۸
- شکل ۲-۳ وابستگی قیمت مخصوص به ظرفیت تک‌واحد برای (۱) توربین و (۲) کل واحد سوخت فسیلی. (۲) ۸
- شکل ۳-۳ رشد بازده مورد انتظار برای واحد بخاری با دو باز گرمایش سوخت فسیلی. ۱- شرایط بخار معمولی، ۲- شرایط بخار در دسترس با فناوری موجود، ۳- فناوری‌های در حال توسعه (۵) ۱۱
- شکل ۳-۴. تاریخچه توسعه سیکل ترکیبی بخاری (۶) ۱۲
- شکل ۳-۵. نیروگاه خورشیدی فتوولتائیک (۷) ۱۴
- شکل ۳-۶. نیروگاه خورشیدی خطی سهموی (۸) ۱۴
- شکل ۳-۷. نیروگاه خورشیدی با برج مرکزی ۱۴
- شکل ۳-۸. مدار بخار مزرعه خورشیدی خطی سهموی جهت تولید برق (۸) ۱۵
- شکل ۳-۹. نیروگاه خورشیدی هیبریدی یا *ISCC* ۱۶
- شکل ۳-۱۰. توربین بخاری *GRT* شرکت آلستوم ۱۸
- شکل ۳-۵ ارتباط چرخه عمر فناوری با چرخه عمر زیر فناوری‌ها ۲۴
- شکل ۳-۶ رشد فشار و دمای توربینهای شرکت میتسویشی در طی زمان (۲) ۲۶
- شکل ۳-۷ رشد فشار و دمای توربینهای شرکت میتسویشی در طی زمان ۲۶
- شکل ۳-۸ پیشرفت تدریجی مواد مورد استفاده در توربین بخار و تأثیر آن بر بازدهی (۲) ۲۷
- شکل ۳-۹ چرخه عمر فناوری توربین بخار ۲۸

فهرست جدولها

- جدول ۱-۲. رتبه‌های بازدهی نیروگاههای حرارتی..... ۴
- جدول ۱-۳. تنوع توربینهای تولیدی شرکت زیمنس جهت نیروگاههای خورشیدی متمرکز..... ۱۷
- جدول ۱-۳. اطلاعات توربینهای بخار موجود در کشور (۱)..... ۱۹
- جدول ۲-۳. اطلاعات توربینهای بخار مورد استفاده در نیروگاههای سیکل ترکیبی موجود در کشور (۷)..... ۱۹

۲ تبیین ابعاد موضوع و محدوده مطالعات

مقدمه

در اولین گام از تدوین سند، مبانی سند، مقدمات لازم برای تدوین اسناد ملی را ارائه می‌دهد. اسناد بالادستی می‌توانند محدوده مطالعات را مشخص نمایند. در این فصل ابتدا اسناد و قوانین بالادستی مرتبط با توربین بخاری ارائه می‌گردد. در اسناد بالادستی بصورت صریح به بخش توربین نیروگاه بخاری پرداخته نشده است و معمولاً به نیروگاه بخاری که توربین بخاری بخش اصلی آن است اشاره می‌گردد. این اسناد بخشی از ابعاد موضوع و سطح مطالعه و همچنین افق زمانی را مشخص می‌نماید.

۲-۱- اسناد و قوانین مرتبط با تدوین نقشه راه توسعه فناوری توربینهای بخار نیروگاهی

طرحی که به عنوان نقشه راه توسعه فناوری توربینهای بخار نیروگاهی ارائه می‌گردد لازم است در تطابق با قوانین دولت و استانداردهای الزامی باشد که در ادامه قوانین محدود موجود بررسی خواهند شد.

۲-۱-۱- سند چشم‌انداز و برنامه راهبردی وزارت نیرو- اهداف استراتژیک و استراتژی‌های وزارت نیرو

در بخش برق و انرژی کشور

- این سند در سال ۱۳۸۷ توسط وزارت نیرو تدوین گردید. براساس این سند، ارتقای راندمان نیروگاههای برق و کاهش هزینه‌های تمام شده تولید جزو اهم استراتژی‌های سطح اول وزارت نیرو در بخش تولید می‌باشد. از جمله روش‌های مورد تاکید در این سند "تبدیل واحدهای گازی به سیکل ترکیبی و استفاده از فناوری‌های نوین تولید برق" است. دلیل اصلی تاکید سند فوق به تبدیل واحدهای گازی به سیکل ترکیبی افزایش بازدهی نیروگاه تا حداقل ۱۰ درصد است. با توجه به ظرفیت نیروگاه‌های گازی معادل ۲۴۷۱۵ مگاوات در سال ۱۳۹۲ (۱) با ارتقا این نیروگاه‌ها به سیکل ترکیبی میتوان حدوداً معادل ۱۲۳۶۰ مگاوات توان توسط توربین‌های بخار اضافه شده تولید کرد.

۲-۱-۲- نظامنامه افزایش راندمان و تولید نیروگاههای کشور مصوب ۸۸/۰۳/۰۴

این نظامنامه در تاریخ ۸۸/۰۳/۰۴ توسط هیئت مدیره شرکت توانیر در ۶ ماده تصویب گردید. مطابق بند (۴-۵) این نظامنامه، بر اجرای طرحهای افزایش راندمان و تولید در واحدهای نیروگاهی تأکید شده است. بصورتیکه در پایان برنامه پنجم توسعه کشور، راندمان کلی نیروگاههای حرارتی کشور به ۴۱ درصد برسد.

براساس اطلاعات آمار تفصیلی صنعت برق ایران در سال ۱۳۹۲، میزان راندمان نیروگاههای حرارتی کشور تا پایان سال ۱۳۹۲ به حدود ۳۷ درصد رسیده است. مطابق این آمار، راندمان متوسط نیروگاه های بخار ۳۶٫۵ درصد، راندمان متوسط نیروگاه های گازی ۳۰٫۹ درصد و راندمان متوسط عملی نیروگاه های سیکل ترکیبی ۴۴٫۱ درصد (در شرایط ایزو حدود ۵۰ درصد) میباشد. با توجه به پیری صنعت نیروگاه های بخاری کشور لازم است این نیروگاه ها بازنشت شده و یا اجزای اصلی این نیروگاه ها (شامل توربین، بویلر و...) با تکنولوژی های جدید جایگزین و راندمان آن ها افزایش یابد که پتانسیلی جهت توسعه فناوری توربین بخاری می باشد.

لذا با توجه به اینکه راندمان نیروگاه های حرارتی سیکل ترکیبی و بخار بیشتر از نیروگاه های گازی است برای نیل به راندمان کلی بالاتر در نیروگاه های حرارتی، استفاده از نیروگاه های سیکل ترکیبی و بخاری با بازده های بالا اجتناب ناپذیر است که پتانسیلی جهت افزایش توان بخاری و بالطبع توسعه فناوری توربین بخاری در شرایط استفاده از منابع داخلی است.

۲-۱-۳- طرح تدوین سند چشم انداز و برنامه راهبردی بلندمدت وزارت نیرو تا افق ۱۴۰۴ (تاریخ

ویرایش ۹۰/۱۰/۲۱)

از راهبردهای برق و انرژی چشم انداز وزارت نیرو تا افق ۱۴۰۴ مواردی مرتبط با پروژه تدوین نقشه راه طراحی توربین بخار به موارد زیر می توان اشاره کرد:

- افزایش بهره‌وری تولید برق و ارتقاء بازده نیروگاهها:

- استفاده از فناوری نوین و تجهیزات با راندمان بالا
- تنوع بخشی در سوخت نیروگاهها و توسعه ظرفیت های قانونی برای اولویت بخشی به تأمین سوخت نیروگاهها
- استفاده از انرژی حرارتی نیروگاههای مجاور یا داخل شهرها جهت مصارف منازل و واحدهای صنعتی

➤ توسعه کاربرد نیروگاه‌های با بازده بالاتر و اعمال هزینه‌های واقعی سوخت و هزینه‌های زیست‌محیطی در

محاسبات مالی تولید و عرضه برق

در این سند علاوه بر تاکید بر استفاده از فناوری و تجهیزات با راندمان بالاتر، تنوع بخشی در سوخت نیروگاه‌ها، استفاده از انرژی‌های حرارتی در مصارف خانگی و صنعتی و اعمال هزینه‌های سوخت و زیست‌محیطی نیز در چشم‌انداز وزارت نیرو قرار دارند. توسعه سوخت زغال سنگ و مازوت برای استفاده در بویلرهای نیروگاه‌های بخاری می‌تواند بند مربوط به تنوع بخشی سوخت نیروگاهی را پوشش دهد. انرژی‌های زمین‌گرمایی، بایومس نیز به عنوان سوخت‌های جدید نیروگاهی و بعضی از روش‌های فناوری انرژی خورشیدی که جزئی از انرژی‌های نو محسوب می‌شوند که توسعه و استفاده از آنها پتانسیلی جهت توسعه فناوری توربینهای بخاری در کشور محسوب می‌شوند. با توجه به روش‌های نوین در جهت کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی، سیستم‌های کاهش SO₂ بخصوص برای واحدهای بخاری با سوخت مازوت، سیستم‌های جاذب CO₂ و یا کاهنده آلاینده‌ها، هزینه‌های زیست‌محیطی در این نوع نیروگاه‌ها نیز کاهش می‌یابد که البته تکنولوژی‌های جدید پیشرفته بوده و گران هستند و می‌تواند سرعت توسعه نیروگاه‌های سوخت فسیلی را کاهش دهد.

۲-۱-۴ استاندارد معیار بازده خالص نیروگاه‌های حرارتی به شماره ۱۳۳۷۵ انتشار ۱۳۹۱/۰۲/۰۱

استاندارد "معیار بازده خالص در واحدهای تبدیل‌کننده سوخت‌های فسیلی به انرژی الکتریکی (نیروگاه‌های حرارتی سوخت فسیلی) به انرژی الکتریکی و انرژی حرارتی به طور همزمان (CCHP)" که بوسیله وزارت نیرو، معاونت امور برق و انرژی - دفتر بهینه‌سازی مصرف انرژی تهیه و تدوین شده، در تاریخ ۱۳۹۱/۰۲/۰۱ به صورت رسمی از سوی سازمان ملی استاندارد ایران منتشر گردید. این استاندارد برای تعیین بازده خالص حرارتی کلیه نیروگاه‌های حرارتی سوخت فسیلی (نیروگاه‌های بخاری، گازی و سیکل ترکیبی) و واحدهای تبدیل‌کننده سوخت فسیلی به انرژی الکتریکی و حرارتی به طور همزمان (CCHP)، برای واحدهای در حال بهره‌برداری و واحدهایی که در آینده مورد بهره‌برداری قرار خواهند گرفت، کاربرد دارد. در این استاندارد نیروگاه‌های حرارتی براساس معیار بازده خالص حرارتی مطابق جدول ۲-۱ به ۷ گروه دسته‌بندی می‌گردند. براساس این استاندارد، هیچ واحدی با بازده حرارتی کمتر از ۲۵٪ مجاز به بهره‌برداری نمی‌باشد. همچنین کلیه واحدهایی که از تاریخ اعلام اجرای اجباری این استاندارد مجوز احداث کسب می‌نمایند باید بازده حرارتی آنها در رتبه D و یا بیشتر قرار گیرد.

جدول ۱-۲. رتبه‌های بازدهی نیروگاههای حرارتی.

G	F	E	D	C	B	A
$25 \leq \mu < 30$	$30 \leq \mu < 35$	$35 \leq \mu < 40$	$40 \leq \mu < 45$	$45 \leq \mu < 50$	$50 \leq \mu < 60$	$\mu \geq 60$

با توجه به الزام سازمان بهینه‌سازی مصرف انرژی مبنی بر بازدهی واحدهای حرارتی در شرایط D یعنی بیش از ۴۰ درصد بازدهی، تنها واحدهای بخاری (سوخت مایع، گاز یا زغال) از نوع فوق بحرانی یا بالاتر دارای این حد لازم هستند.

۲-۱-۵- قانون بودجه سال ۹۲ کشور مصوب ۹۳/۰۳/۲۱

مطابق بند (۱۹) این قانون، به منظور اجرای طرحهای افزایش بازدهی نیروگاهها با اولویت نصب بخش بخار در نیروگاههای سیکل ترکیبی، توسعه استفاده از انرژیهای تجدیدپذیر، کاهش تلفات، بهینه‌سازی مصرف، صرفه‌جویی در مصرف سوخت مایع و افزایش سهم صادرات سوخت، به وزارت نیرو اجازه داده می‌شود تا سقف ۱۲۰ هزار میلیارد ریال به روش بیع متقابل با سرمایه‌گذاران بخش‌های خصوصی و عمومی قرارداد منعقد نماید.

لازم بذکر است تسهیلات مذکور در بودجه سال ۱۳۹۳ نیز (تبصره ۱۱ ماده ۱) پیش‌بینی شده است.

۲-۲- تبیین سطح تحلیل

با توجه به تاثیرگذاری فناوری در ابعاد مختلف جامعه در این بخش سطح تحلیل از لحاظ جغرافیا (منطقه‌ای، ملی یا فراملی) و تخصص (بخشی یا فناورانه) مشخص می‌گردد. تدوین نقشه راه توسعه فناوری توربینهای بخاری در محدوده کاربرد در وزارت نیرو و توربینهای تولیدکننده برق می‌باشد که با توجه به گستردگی استفاده از توربینهای بخاری در سطح کشور، سطح تحلیل مطالعه را از لحاظ جغرافیایی ملی است. در سطح تحلیل از لحاظ تخصص با توجه به امکان استفاده از این فناوری در چندین بخش یا صنعت مختلف، این سند تنها در محدوده کاربرد در صنعت برق و وزارت نیرو بوده و بین بخشی نمی‌باشد.

۲-۳- تبیین افق زمانی تحلیل

افق‌های برنامه‌ریزی در سه بازه بلندمدت ۱۵-۲۵ سال، میان‌مدت ۵-۱۵ سال و کوتاه‌مدت ۱-۵ سال می‌توانند قرار داشته باشند. عمدتاً افق برنامه‌ریزی در اسناد ملی توسعه فناوریهای راهبردی می‌تواند بلندمدت یا میان‌مدت باشد که معمولاً در

فاصله‌های ۵ ساله مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. با توجه به نگاهت اسناد بالادستی تا افق ۱۴۰۴، این نقشه راه یک برنامه توسعه فناوری راهبردی میان مدت ۱۰ ساله که تا انتهای افق ۱۴۰۴ است را ارائه خواهد داد.

۲-۴- مرزبندی فنی یا توصیفی

در این مطالعه توربینهای بخاری در مقیاس تولید برق عمومی بخاری وزارت نیرو که دمای بخار اصلی بالای ۵۰۰ درجه سانتیگراد و فشار بخار اصلی در محدوده متوسط به بالاست (بالای ۸۰ بار) و همچنین دور کاری برابر فرکانس شبکه برق، ۵۰ هرتز دارند بررسی می‌گردد. در این مطالعات فقط فناوری بخش توربین مطالعه خواهد شد و شامل ژنراتور، بویلر، کندانسور و اجزاء فرعی دیگر نمی‌باشد.

توربینهای در محدوده کاربرد مقیاس کوچک و صنعتی، تولید پراکنده، هسته‌ای، انرژی‌های نو و تجدیدپذیر در محدوده این مطالعات قرار نمی‌گیرند.

۳ تبیین مشخصه‌های فناوری توربینهای بخار نیروگاهی

۳-۱-۱ مقدمه

تبیین مشخصه‌های فناوری توربینهای بخار نیروگاهی با بررسی جایگاه فناوری از ابعاد ماهیت و چرخه عمر تصویری از خصوصیات فناوری راهبردی مورد مطالعه به سیاستگذار و تحلیل‌گران ارائه مینماید. آگاهی از این مشخصه‌های فناوری بر نوع تصمیم‌گیری در مراحل بعدی تدوین سند اثرگذار خواهد بود.

۳-۲-۱ ابعاد ماهیت

۳-۲-۱-۱ سابقه حضور

منظور از سابقه حضور شکل‌گیری بازار فناوری است. بر اساس سابقه حضور فناوری‌ها به دو دسته‌ی فناوری‌های جدید و فناوری‌های موجود تقسیم می‌شوند. فناوری‌هایی که برای اولین بار در مرز بنگاهی، ملی یا بخشی مورد استفاده قرار می‌گیرند جدید هستند. فناوری جدید لزوماً نوظهور نیست بلکه می‌تواند سال‌ها پیش خلق شده و توسط دیگران مورد استفاده قرار گرفته باشد. فناوری‌هایی که بازار آنها شکل گرفته باشد را باید جزء فناوری‌های موجود قلمداد کرد. برای تعیین سابقه حضور توربین بخار لازم است ابتدا تاریخچه شکل‌گیری و تولید صنعتی آن بررسی شود. سپس بازار توربین بخار و تولیدکننده‌های صنعتی تحلیل شوند و در انتها سطح استفاده از این فناوری در داخل کشور آورده شود.

۳-۲-۲-۱ توربینهای بخاری سیکل ساده فسیلی

تاریخچه شکل‌گیری

اولین نمونه‌های توربین بخار را می‌توان در کارهای کارل گوستاو دلاوال^۱ سوئدی (۱۹۱۳-۱۸۴۵) و چارلز پارسونز^۱ بریتانیایی (۱۹۳۱-۱۸۵۴) یافت (۲). در سال ۱۸۸۳ دلاوال اولین نمونه توربین تک‌مرحله‌ای کوچک را ارائه کرد. توربین طراحی شده از

^۱ Carl Gustav de Laval

نوع ضربه‌ای^۲ بود و تمام انرژی بخار ابتدا در نازل‌ها به انرژی جنبشی تبدیل می‌شد. توربین گفته شده در سال ۱۸۹۱ با توان ۵ اسب بخار ساخته و بهره‌برداری شد اما به دلیل بازده و ظرفیت پایین خیلی استفاده نشد.

توربین پاسونز که در سال ۱۸۸۴ توسعه یافت از دو جهت با توربین دلاوال تفاوت داشت. ابتدا اینکه تمام انبساط در نازل‌های ابتدایی اتفاق نمی‌افتاد و بخشی از آن در طبقات توربین که هریک دارای پره‌های ثابت و متحرک بودند نیز رخ می‌داد (توربین از نوع عکس‌العملی^۳). این امر سرعت‌های بخار و چرخش تیغه‌های پایین‌تری را موجب می‌شد. این روش در تمامی توربینهای مدرن استفاده می‌شود. دوم اینکه در هر طبقه نیز انبساط هم در نازل‌ها و هم در پره‌ها رخ می‌داد.

در سال ۱۸۹۶ اگست راتو فرانسوی^۴ (۱۸۶۳-۱۹۳۰) مفاهیم توربین ضربه‌ای و چندمرحله‌ای را ترکیب کرد و توانست نوعی توربین ضربه‌ای با طبقات فشاری طراحی کند. در همین سال چارلز کورتیس^۵ آمریکایی روش جدیدی را پیشنهاد داد که طبقه ساده ضربه‌ای به طبقه سرعت (کورتیس) تبدیل شود. در این طبقات چند ردیف پره متحرک (اکثراً دو) در میان ردیف یا ردیف‌های ثابت قرار می‌گیرد. طبقات کورتیس به صورت گسترده‌ای در توربینهای تکی با ظرفیت متوسط و پایین استفاده شده‌اند. اما در توربینهای مدرن و بزرگ کمتر مورد استفاده بوده‌اند. البته در کنار توربینهای محوری، توربینهای شعاعی نیز طراحی و ساخته شده‌اند، اما این طرح‌ها در سال‌های بعد به علت تنش‌های خمشی بالا در اثر نیروی بخار و سانتریفیوژ کمتر مورد استفاده قرار گرفتند.

در شکل ۱-۳ تغییرات ماکزیمم فشار، ماکزیمم دما و ظرفیت توربین در طول زمان نشان داده شده است. البته ذکر این نکته ضروری است که ماکزیمم توان و بالاترین دما و فشار بخار الزاماً در یک توربین اتفاق نمی‌افتد. یکی از دلایلی که همواره سعی شده است که توربینهای بزرگ‌تر طراحی شوند این است که با افزایش ظرفیت، هزینه تولید به ازای کیلووات خروجی کاهش می‌یابد (شکل ۲-۳).

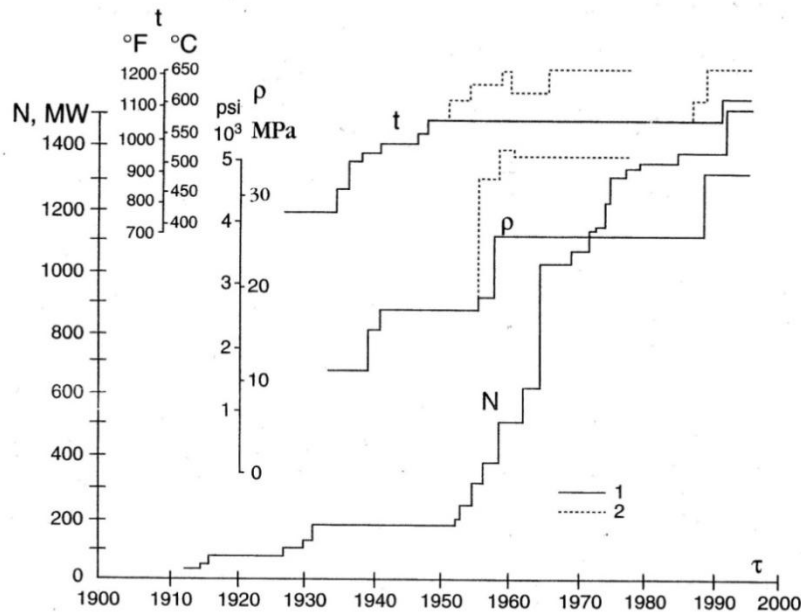
¹ Charls Parsons

² Active or Impulse

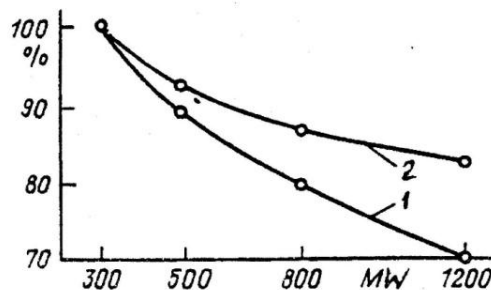
³ Reaction

⁴ Auguste Rateau

⁵ Charls Curtis



شکل ۱-۳ رشد ظرفیت و فشار و دمای بخار اصلی توربین بخار. ۱- واحدهای تجاری، ۲- آزمون^۱ (۲)



شکل ۲-۳ وابستگی قیمت مخصوص به ظرفیت تک واحد برای (۱) توربین و (۲) کل واحد سوخت فسیلی. (۲)

توربینهای بخار با توجه به سطح فشار دسته‌بندی می‌شوند. بیشتر توربینهای بخار نیروگاههای هسته‌ای از نوع بخار مرطوب هستند و با بخار اشباع تا فشار ۶۴ بار کار می‌کنند. بعضی نیروگاههای سوخت فسیلی قدیمی دارای فشار زیر بحرانی ۱۳۰ بار هستند. توربینهای زیر بحرانی جدیدتر و به‌روزتر دارای فشار اصلی بخار در دو سطح ۱۶۰ تا ۱۷۰ بار و ۱۹۰ تا ۲۰۰ بار هستند. دلیل تقسیم‌بندی به دو سطح تفاوت‌هایی است که سطح فشار بر الگوی چرخش سیال عامل در بویلرهای درام دار اعمال

^۱ Pilot plants

می‌نماید. البته قابل ذکر است که بعضی نیروگاههای بخار هسته‌ای با رآکتورهای دمابالا شرایط فشار شبیه نیروگاههای سوخت فسیلی فوق دارند.

دسته بعدی، توربینهای فوق بحرانی با فشار بخار اصلی حدود ۲۴۰ بار است (این دسته بیشتر در طراحی‌های ژاپن و روسیه دیده می‌شود). البته توربینهای فوق بحرانی با ظرفیت تکی تا ۱۳۰۰ مگاوات، از دهه ۱۹۶۰ در آمریکا نیز نصب شده‌اند.

همه توربینهای بخاری سوخت فسیلی ذکرشده در بالا با دمای ۵۳۸ تا ۵۶۶ درجه سانتی‌گراد (۱۰۰۰ تا ۱۰۵۰ درجه فارنهایت) کار می‌کنند و دارای چرخه بازگرمایش تا همان دما هستند. نوع بدون بازگرمایش برای توربینهای بخاری بزرگ استفاده نمی‌شود. مگر در بعضی کاربردهای خاص مانند تولید همزمان^۱ که ممکن است بازگرمایش نداشته باشند.

در اوایل دهه ۱۹۶۰ تولیدکننده‌های آلمان و آمریکا طراحی و ساخت چند نمونه آزمایشگاهی ماورای بحرانی^۲ را با فشار بخار اصلی ۳۱۰-۳۰۰ بار انجام دادند که در شکل ۳-۱ نیز قابل مشاهده است. بعضی از این نمونه‌ها دارای دو مرحله بازگرمایش و دمای ماکزیمم تا ۶۵۰°C بودند. البته در سال‌های بعد از آن چنین نمونه‌هایی کمتر دیده شد. تولید صنعتی واحدهای با این شرایط بخار از دهه ۱۹۹۰ آغاز شد. در حال حاضر چنین مشخصات بخاری در فناوری‌های به‌روز بسیار دیده می‌شود.

برای تحلیل تولید صنعتی توربینهای بخار می‌توان تاریخچه یکی از شرکت‌های تولیدکننده را بررسی کرد. برای این منظور شرکت جنرال الکتریک انتخاب می‌گردد که اطلاعات کاملی در این زمینه ارائه کرده است (۳) (۴). اولین توربین بخار GE با توان ۵۰۰ کیلووات در سال ۱۹۰۱ به بهره‌برداری رسید. دو سال بعد یک واحد با ظرفیت ۱۰ برابر واحد قبلی تولید شد. اولین نمونه‌های صنعتی توربین بخار در اوایل قرن بیستم دارای شرایط بخار ورودی ۱۳/۷ بار و ۲۶۰°C (۵۰۰°F و ۲۰۰ psi) بودند. با گذشت زمان و افزایش میانگین سایز واحد، شرایط دما و فشار بخار نیز افزایش می‌یافت. در طی دهه ۱۹۵۰ رشد زیادی در سایز واحد اتفاق افتاد و ظرفیت واحدهای GE از ۳۸ مگاوات در سال ۱۹۴۷ به ۱۵۶ مگاوات در سال ۱۹۵۷ رسید. همچنین در این مدت چرخه بازگرمایش کاملاً در نمونه‌های تجاری جا افتاد.

در سال ۱۹۶۹ طراحی ساده‌تر تک‌محوره با دو چرخه بازگرمایش با شرایط بخار ورودی ۲۴۲ بار و ۵۳۸°C (۳۵۰ psi) و ۱۰۰۰°F بهره‌برداری شد. در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰، کمپانی GE در کنار واحدهای با دو چرخه بازگرمایش، واحدهای فوق بحرانی با یک بازگرمایش و شرایط بخار ۲۴۲ بار و ۵۳۸°C (۳۵۰ psi و ۱۰۰۰°F) نیز تولید می‌کرد. توان تولیدی این واحدها

^۱ co-generation

^۲ ultra-supercritical

از ۳۵۰ مگاوات تا ۱۱۰۳ مگاوات متغیر بود. تجربه ساخت واحدهای ذکر شده و نیز دانش شرایط بخار پیشرفته حاصل در دهه ۱۹۵۰ منجر به ساخت توربینهای با دو چرخه بازگرمایش و شرایط پیشرفته ۳۱۰ بار و 593°C (1100°F و 4500psi) در دهه ۱۹۸۰ شد.

بازار توربین بخار و تولیدکننده‌های صنعتی

در حال حاضر بزرگ‌ترین تولیدکننده‌های توربینهای بخار با ظرفیت بالا دو شرکت چند ملیتی اروپایی آلستوم (ALSTOM Power) و زیمنس (Siemens Power Generation)، سه شرکت ژاپنی هیتاچی (Hitachi)، صنایع سنگین میتسوبیشی (Mitsubishi Heavy Industries, MHI) و توشیبا (Toshiba)، جنرال الکتریک (General Electric, GE) آمریکا، لنینگراد (Leningrad Metallic Works, LMZ) به عنوان شاخه‌ای از ماشین‌های قدرت روسیه، توربوآتم (Turboatom or Doosan) کرین، آنسالو (Ansaldo Energia) ایتالیا و شرکت دوسان (Doosan Power Systems) از کره جنوبی می‌باشند. البته شرکت آلستوم خود از ترکیب شرکت آلمانی-سوئیدی-سوئدی ABB Kraftwerke و شرکت فرانسوی-انگلیسی-آلمانی GEC Alsthom به وجود آمد. شرکت زیمنس هم دارای زیرشاخه آمریکایی وستینگهاوس (Siemens Westinghouse Power Corporation, SWPC) است. دو شرکت اشکودا (Skoda Energo) از جمهوری چک و فرانکو توسی (Franco Tosi) از ایتالیا را نیز در این قسمت می‌توان نام برد که بعدها به ترتیب شرکت‌های دوسان و آنسالو آنها را خریدند.

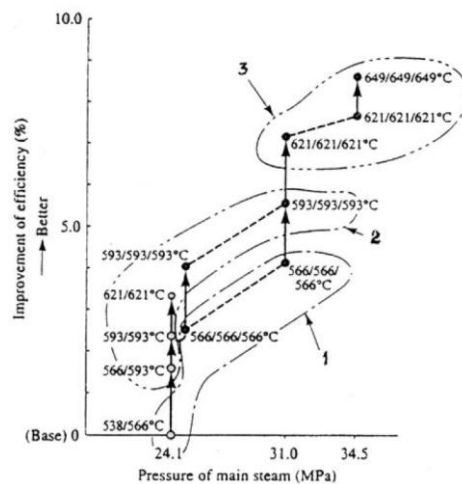
علاوه بر شرکت‌های گفته شده، شرکت‌هایی نیز در سراسر دنیا تحت لیسانس یکی از شرکت‌های فوق توربین تولید می‌کنند که به عنوان نمونه می‌توان از شانگهای (Shanghai) و دونگفانگ (Dongfang Turbine Works) در چین، بهارات (Bharat HeavyElectricals Ltd.—BHEL) در هند و مپنا در ایران نام برد.

در حال حاضر تقریباً تمامی شرکت‌های فوق توربینهای زیربحرانی، فوق بحرانی و ماورای بحرانی تولید می‌کنند و فناوری توربین بخار در دنیا تا این سطح کاملاً تجاری شده است. بازدهی توربین بخار با افزایش فشار و دمای بخار ورودی افزایش می‌یابد. به گونه‌ای که بازدهی توربینهای با شرایط بخار بحرانی پیشرفته به 47% و حتی 49% نیز رسیده است و همچنان تحقیق بر روی توسعه توربین بخار با شرایط بخار بالاتر ادامه دارد. هم اکنون مطالعات بر روی نسل آینده توربینهای بخار با

^۱ نیروگاه Nordjyllandsværket در دانمارک که توسط شرکت آلستوم ساخته شده است.

^۲ نیروگاه Avedore 2 در دانمارک که توسط شرکت آلستوم ساخته و در سال ۲۰۰۱ بهره‌برداری شده است.

دمای ورودی بالای ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد در حال انجام است که توربینهای ماورای بحرانی پیشرفته^۱ به آنها اطلاق می‌شود. در اینجا می‌توان به دیاگرام پیشرفت بازده فرض شده توسط هیتاچی در سال ۱۹۹۳ (۲) اشاره کرد که در آن توربینهای بخاری ماورای بحرانی تا دمای ۶۲۱ درجه قابل دستیابی نبوده‌اند که هم اکنون تولید صنعتی می‌شوند و انتظار می‌رود تا ۸٪ افزایش بازدهی در نسل‌های آینده نسبت به توربینهای فوق بحرانی با دمای ۵۳۸ درجه مشاهده شود.



شکل ۳-۳ رشد بازده مورد انتظار برای واحد بخاری با دو باز گرمایش سوخت فسیلی. ۱- شرایط بخار معمولی، ۲- شرایط بخار در دسترس با فناوری موجود، ۳- فناوری‌های در حال توسعه (۵)

۳-۲-۳- توربینهای بخار سیکل ترکیبی گازی

توربینهای بخار در نیروگاههای سیکل ترکیبی هم کاربرد دارند. اولین نیروگاه سیکل ترکیبی دارای بویلر بازیافت گرما حدود ۵۰ سال پیش نصب و بهره‌برداری شد. برخی تاریخهای مهم در تاریخچه سیکل ترکیبی در شکل ۳-۴ ارائه شده است.

^۱ Advanced ultra-supercritical, A-USC

First Combined Cycle Power Plant Applying Feedwater Heating	1949
First Heat Recovery Steam Generator for a Gas Turbine	1957
First Fully-Fired Boiler Combined Cycle Power Plant	1965
First Combined Cycle Power Plant with Heat Recovery Steam Generator	1968
First Coal-Gasification Combined Cycle Power Plant	1972
First Combined Cycle Power Plant with an Advanced Gas Turbine	1990
First Combined Cycle Power Plant with Fuel Cell	2000

شکل ۳-۴. تاریخچه توسعه سیکل ترکیبی بخاری (۶)

در سال‌های اخیر توربینهای توان متوسط در نیروگاههای سیکل ترکیبی بزرگ کاربرد بسیار گسترده‌ای یافته‌اند که فشار و دمای بخار ورودی به آنها تا ۱۷۰ بار و 560°C هم می‌رسد. آرایش توربین بخار در این کاربرد معمولاً به صورت یک سیلندر تک جریان HP و یک سیلندر دو جریان LP است. گاهی نیز طبقه IP با بازگرمایش به آن اضافه می‌شود. در تولیدات شرکت جنرال الکتریک محصولات تک‌محوره و دومحوره، با بازگرمایش و بدون آن دیده می‌شود. در هر صورت فناوری به کار رفته در این توربین‌ها از سطح ساده‌تر فناوری توربینهای بخار مخصوص نیروگاههای بخار استفاده می‌کند.

۳-۲-۴- توربینهای بخاری نیروگاههای خورشیدی

در چند دهه اخیر استفاده از نیروگاههای خورشیدی جهت تولید مستقیم یا غیرمستقیم توان الکتریکی توسعه یافته است. در دهه گذشته گرانی سوخت‌های فسیلی و آلودگی‌های زیست محیطی آنها از یک طرف و رایگان بودن انرژی خورشیدی از طرف دیگر موجب توجه بیش از پیش به این منبع انرژی عظیم شده است. در کشور ما نیز بواسطه آفتابگیر بودن بیشتر نقاط کشور و آفتابی بودن اغلب روزهای سال بخصوص در نواحی مرکزی و جنوبی کشور انرژی خورشیدی مورد توجه بوده و طرحهای گوناگونی در سطح کشور جهت بهره‌برداری از این انرژی در حال اجراء است.

انرژی خورشیدی مصارف گوناگونی می‌تواند داشته باشد که در این بخش تولید انرژی الکتریکی از آن بررسی خواهد شد. تولید انرژی الکتریکی از خورشید یا با جذب انرژی تابشی پرتوهای آن توسط صفحه‌های تخت فتوولتائیک و ایجاد ولتاژ در این صفحات و اتصال سری و موازی این صفحات می‌تواند صورت گیرد (شکل ۳-۵) یا با استفاه از یک سیستم واسط حرارتی. انواع مختلفی از سیستم واسط و سیستم جذب انرژی تابشی وجود دارد و دسته‌های زیر می‌تواند نام برده شود (۱):

✓ نیروگاههای خورشیدی با استفاده از متمرکز کننده خطی سهموی (Parabolic Trough Type) (شکل ۳-۶)

✓ نیروگاههای خورشیدی با استفاده از بشقابک سهموی (Parabolic Dish)

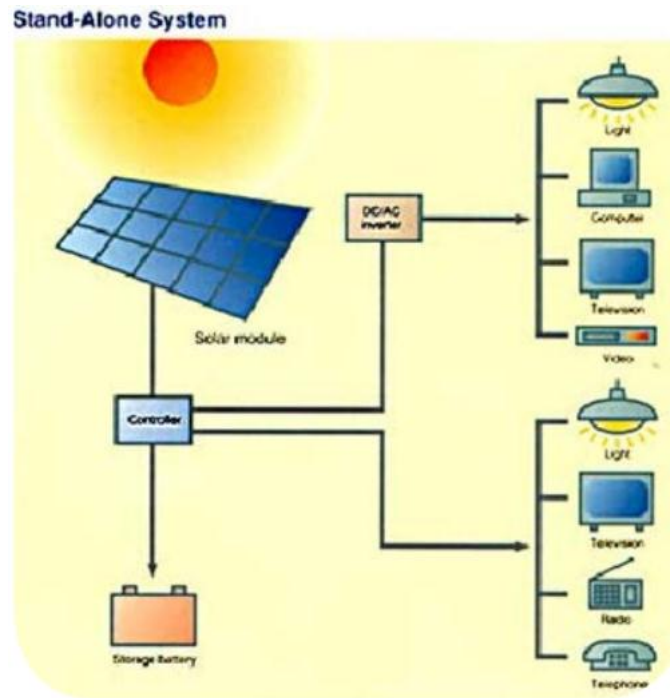
✓ نیروگاههای خورشیدی با استفاده از دریافت کننده مرکزی (Central Receiver) یا برج خورشیدی (شکل ۳-۷)

✓ نیروگاههای خورشیدی با استفاده از دودکش خورشیدی (Solar Chimney)

✓ نیروگاههای خورشیدی با استفاده از کلکتور فرنل

بجز مورد دودکش خورشیدی در بقیه موارد انرژی خورشیدی به حرارتی و سپس به مکانیکی و الکتریکی تبدیل می‌گردد. در نیروگاههای خورشیدی خطی سهموی، انرژی خورشید توسط صفحات سهموی شکل^۱ روی خط لوله مرکز متمرکز شده و موجب گرم شدن سیال واسط (معمولاً روغن) و سپس با استفاده از مبدل موجب گرم شدن و تولید بخار داغ در مدار دیگری شده که با تبدیل انرژی حرارتی در یک توربین بخاری، این انرژی به انرژی مکانیکی تبدیل و توسط ژنراتور به انرژی الکتریکی تبدیل خواهد شد. شکل ۳-۸ مدار یک نمونه نیروگاه خورشیدی با متمرکز کننده‌های خطی سهموی را نشان می‌دهد. این مدار یک نیروگاه مستقل خورشیدی را نشان می‌دهد. از مخزن نمک جهت ذخیره انرژی برای استفاده در شب و پیوستگی در انتقال توان الکتریکی استفاده می‌گردد. بواسطه هزینه بالا و سطح فناوری پیچیده این نوع نیروگاه معمولاً از سیستم ترکیبی یا هیبریدی استفاده می‌گردد یعنی نیروگاه خورشیدی در کنار یک نیروگاه گازی سیکل ترکیبی قرار می‌گیرد و انرژی حرارتی جذب شده در بخش مزرعه خورشیدی توسط بویلر بازیاب نیروگاه سیکل ترکیبی جهت پیش‌گرم نمودن و یا تولید بخار داغ استفاده می‌گردد. شماتیک مدار این نیروگاه در شکل ۳-۹ نشان داده شده است. در واقع مزرعه خورشیدی موجب افزایش بازدهی نیروگاه گازی سیکل ترکیبی می‌گردد. بخصوص در مواقع گرم سال و همچنین در میانه روز که گرما به حداکثر و بازدهی نیروگاه گازی به حداقل همزمان تولید حرارت خورشیدی نیز حداکثر می‌گردد که موجب جبران کاهش بازدهی صورت گرفته خواهد شد. بواسطه ادغام این نیروگاه، هزینه تولید برق از نیروگاه خورشیدی نیز به مقدار قابل توجهی کاهش می‌یابد. مطالعات صورت گرفته روی نیروگاههای خورشیدی مهم در کشور نیز بصورت ترکیب با سیکل گازی بوده است.

^۱ . Heliostat



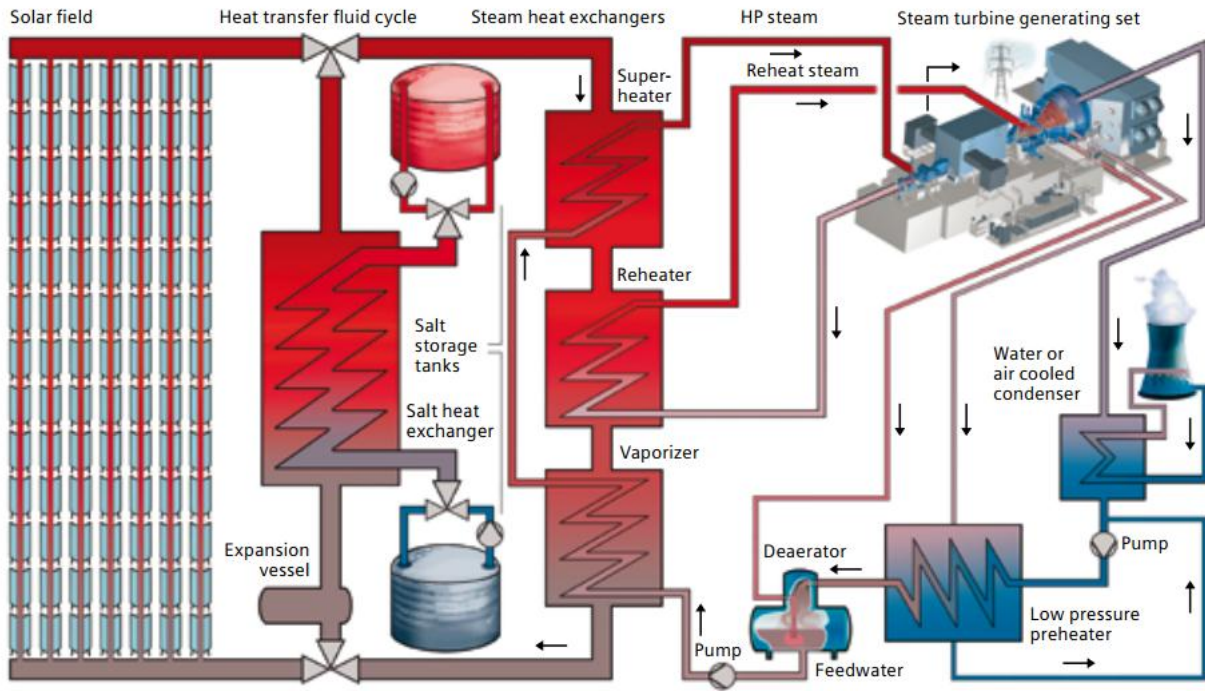
شکل ۳-۵. نیروگاه خورشیدی فتوولتائیک (۷)



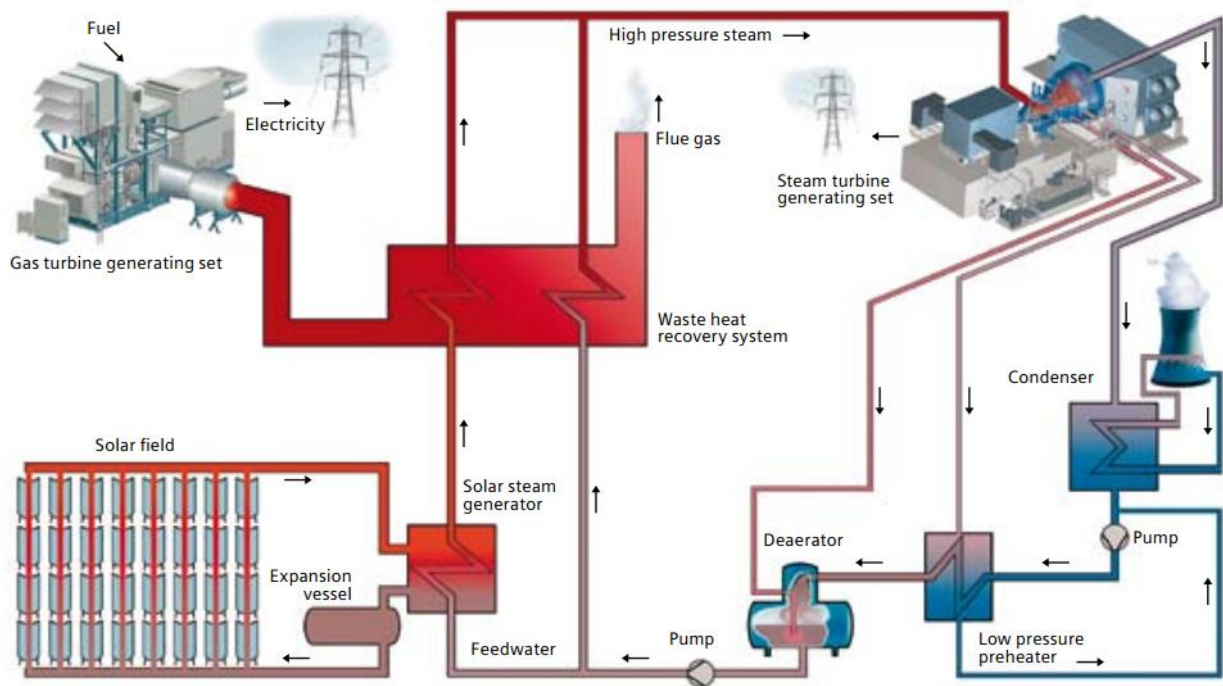
شکل ۳-۷. نیروگاه خورشیدی با برج مرکزی



شکل ۳-۶. نیروگاه خورشیدی خطی سهموی (۸)



شکل ۳-۸. مدار بخار مزرعه خورشیدی خطی سهموی جهت تولید برق (۸)



شکل ۳-۹. نیروگاه خورشیدی هیبریدی یا 'ISCC'

همانطور که شرح داده شد تولید انرژی الکتریکی خورشیدی به روشهای مختلفی می تواند صورت بگیرد. تولید برق خورشیدی فتوولتائیکی گران است و در تولید برق عمده، بیشتر توجه به برق خورشیدی-حرارتی متمرکز می باشد. چنانچه برق خورشیدی-حرارتی در مدار مستقل (شکل ۳-۸) ساخته شود نیروگاه نیاز به یک توربین بخاری جهت تبدیل انرژی حرارتی بخار داغ به انرژی مکانیکی و از آنجا نیز انتقال به ژنراتور خواهد داشت. از لحاظ تولید برق، نیروگاهها خورشیدی جزء نیروگاههای کوچک و متوسط محسوب می گردند از اینرو اغلب سازندگان توربینهای بخاری، توربینهای در محدوده کاربرد صنعتی را برای این نوع نیروگاهها مورد استفاده قرار می دهند. این توربینها معمولا تک محوره و شامل یک طبقه تک فشاره یا دو فشاره خواهد بود که یک ژنراتور نیز به آن متصل می گردد. به عنوان نمونه، شرکت زیمنس توربینهای در محدوده ۱,۵ تا ۲۵۰ مگاوات را جهت کاربرد در نیروگاههای خورشیدی متمرکز تولید می کند. جدول ۳-۱ مدلهای مختلف تولیدی این شرکت را نشان می دهد. از نظر این شرکت، بازدهی و هزینه مالکیت دو عامل اصلی و مهم در توسعه نیروگاههای بخاری است. همچنین این واحدها بدلیل ماهیت خاص انرژی خورشیدی ممکن است به دفعات راه اندازی و از مدار خارج شوند. در مدلهای ارائه شده برای توانهای متوسط، توربین با مدار باز گرمایش بخار جهت افزایش بازدهی نیز می تواند انتخاب گردد. بررسی تولیدات زیمنس نشان می دهد

¹ Integrated Solar Combined Cycle (ISCC) plant

فشار و دمای بخار اصلی تا حد امکان بالا نگه داشته شده است که این به منظور افزایش بازدهی و همچنین مازولار نمودن توربینها و استفاده از طرحهای یکسان و همچنین تغییرات کم در مواد مورد استفاده است. توربینهای با کاربرد صنعتی ممکن است دور بالاتری داشته باشند مثلاً توربینهای خانواده SST400 زمینس با توان تولیدی تا ۶۵ مگاوات دارای سرعت دورانی 3000-8000 rpm چنانچه در کاتالوگ محصولات این شرکت دیده می‌شود دارد و یا SST500 سرعت دوران تا 15000 rpm را دارد.

جدول ۳-۱. تنوع توربینهای تولیدی شرکت زمینس جهت نیروگاههای خورشیدی متمرکز

Type	Steam parameters	Output (MW)				
		50	100	150	200	250
SST-110	130 bar, 530° C					
SST-120	130 bar, 530° C					
SST-300	120 bar, 520° C					
SST-400	140 bar, 540° C					
SST-600	140 bar, 540° C					
SST-700	165 bar, 585° C	Dual casing / reheat or non-reheat				
SST-800	140 bar, 540° C	Single casing / reheat or non-reheat				
SST-800 & SST-500	140 bar, 540° C					
SST-900	165 bar, 585° C	Single casing / non-reheat		Dual casing / reheat		

شرکت آلتوم نیز از محصولات صنعتی خود دو تیپ GRT و MT و همچنین توربینهای STF25 را جهت استفاده در نیروگاههای خورشیدی متمرکز ارائه داده است (۹). مدل GRT (شکل ۳-۱۰) در محدوده توان 5-65 MW طراحی شده است. فشار و دمای بخار اصلی تا ۱۲۵ بار و ۵۴۰ درجه سانتیگراد است. سرعت دورانی روتور نیز 4200-11000 rpm است. مدل MT برای تولید توان 50-160 MW با دور 3000-3600 rpm و دمای تا ۵۶۵ درجه سانتیگراد ارائه شده است و دارای دو نوع تک پوسته و دو پوسته نیز می‌باشد. نمونه‌ای از این توربین در سال ۲۰۱۳ در نوادا آمریکا برای تولید توان 125 MW راهاندازی گردید. توربین STF25 نیز که بیشتر توربین نیروگاهی است جهت توانهای 100-350 MW می‌تواند استفاده شود.



شکل ۳-۱۰. توربین بخاری GRT شرکت آلستوم

چنانچه طرح نهایی نیروگاه خورشیدی بصورت تجمیع با سیکل ترکیبی گازی باشد نیاز به مدار واسط جهت انتقال حرارت تولیدی به بویلر سیکل بازیاب حرارت گازی خواهد بود. بنابراین مدار بویلر جهت دریافت توان حرارتی خورشیدی تغییر خواهد یافت. معمولاً توربین بخاری مورد استفاده در سیکل ترکیبی بخاری تغییر نمی‌کند و می‌تواند توان ناشی از تجمیع حرارت خورشیدی را نیز انتقال دهد. توجه شود که چنانچه بازدهی بخش بخاری سیکل ترکیبی حدود ۰,۳۳ در نظر گرفته شود حدود $\frac{1}{3}$ حرارت تولید شده مزرعه خورشیدی به توان الکتریکی تبدیل خواهد شد و مابقی بصورت انرژی حرارتی توسط کندانسور تلف خواهد شد.

۳-۲-۵- سطح استفاده از فناوری توربین بخاری در داخل کشور

نزدیک به نیم قرن است که در کشور از توربین بخار برای تولید برق در چرخه‌های بخار نیروگاهها و صنایع مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. توربینهای مورد استفاده در نیروگاههای حرارتی کشور در مقیاس چند مگاوات برای کاربردهای صنعتی و توان‌های بزرگ‌تر تا ۴۴۰ مگاوات در نیروگاهها حرارتی مورد استفاده قرار گرفته است. اغلب توربینهای بخاری مورد استفاده در نیروگاههای بخار کشور در محدوده توانی ۱۵۰ تا ۴۴۰ مگاوات (برای یک تک توربین) هستند. فشار کاری توربینهای بخار در کشور (به جز توربین بخاری سیکل ترکیبی) نیز در محدوده‌های ۱۲۱ تا ۲۴۰ بار می‌باشد. در جدول ۳-۲ اطلاعات توربینهای بخار موجود در کشور آورده شده است.

جدول ۲-۳ اطلاعات توربینهای بخار موجود در کشور (۱)

شرکت سازنده	دبی بخار (Kg/h)	فشار (بار)	ظرفیت هر واحد	سال بهره‌برداری	نیروگاههای بخاری
Franco Tosi	۱۰۳۱۷۱۶	۱۷۰	۳۲۰	۱۳۶۷-۱۳۵۹	اصفهان (اسلام‌آباد)
GE	۴۶۸۸۴۶	۱۲۵	۱۵۶/۳	۱۳۵۲-۱۳۵۰	منتظر قائم
Skoda	-	۱۲۶	۶۰	۱۳۵۳-۱۳۵۲	مشهد
GEC	-	۱۲۱	۱۴۵	۱۳۷۱-۱۳۵۴	زرگان (شهید مدحج)
ABB	۱۴۰۸۰۰۰	۱۸۱	۴۴۰	۱۳۶۰-۱۳۵۸	شهید سلیمی (نکا)
LMZ	۱۰۱۰۵۰۰	۲۴۰	۳۱۵	۱۳۷۸-۱۳۵۸	رامین (هواز)
Franco Tosi	۱۰۲۷۸۰۴	۱۷۰	۳۲۰	۱۳۶۴-۱۳۵۹	بندرعباس
LMZ	۶۳۹۱۰۰	۱۳۰	۲۰۰	۱۳۷۸-۱۳۶۳	شهید محمد منتظری
B.B.C	۵۲۵۰۰۰	۱۲۷	۱۵۰	۱۳۶۶-۱۳۶۴	توس
-	۱۱۳۴۰۶۰	۱۷۰	۳۶۸	۱۳۶۸-۱۳۶۵	تبریز
MHI	۷۳۶۶۱۳	۱۴۰	۲۵۰	۱۳۷۱	شهید رجائی (بخاری)
Franco Tosi	۱۰۲۷۸۰۴	۱۷۰	۳۲۰	۱۳۷۳	بیستون
MHI	۷۳۶۶۱۳	۱۴۰	۲۵۰	۱۳۷۳	شهید مفتاح همدان
چین DEC	۱۰۳۹۵۰۰	۱۷۰	۳۲۵	۱۳۸۰-۱۳۷۹	شازند
چین DEC	۱۱۰۹۲۳	۱۷۰	۳۲۵	۸۴-۱۳۸۳	سهند

اغلب توربینهای بخار مورد استفاده در نیروگاههای سیکل ترکیبی در کشور نیز توربینهای ۱۰۰ مگاواتی زیمنس و توربینهای ۱۶۰ مگاواتی محصول مشترک توگا و زیمنس هستند که در فشار بخار متوسط حدود ۸۰ تا ۹۰ بار کار می‌کنند. در جدول ۳-۳ مشخصات آن‌ها آورده شده است.

جدول ۳-۳ اطلاعات توربینهای بخار مورد استفاده در نیروگاههای سیکل ترکیبی موجود در کشور (۷)

سازنده توربین	فشار بخار (بار)	ظرفیت هر واحد	سال بهره‌برداری	نیروگاههای سیکل ترکیبی
ABB - KWE	-	۱۰۰	۱۳۷۷-۱۳۷۶	چرخه ترکیبی قم
Siemens	-	۱۴۸/۸	۱۳۷۶	چرخه ترکیبی گیلان
Siemens	۸۴	۱۰۰	۱۳۷۹-۱۳۷۸	چرخه ترکیبی منتظر قائم

نیروگاههای سیکل ترکیبی	سال بهره‌برداری	ظرفیت هر واحد	فشار بخار (بار)	سازنده توربین
چرخه ترکیبی شهید رجایی	۱۳۸۰	۱۰۰	۸۴	Siemens
چرخه ترکیبی نیشابور	۸۲-۱۳۸۱	۱۰۰	۸۴	Siemens
چرخه ترکیبی شریعتی	۱۳۸۲	۱۰۰	۸۴	Siemens
چرخه ترکیبی فارس	۱۳۸۱	۹۸/۳	۸۴	Siemens
چرخه ترکیبی خوی	۱۳۸۱	۱۰۲/۵	۸۴	Siemens
چرخه ترکیبی شهید سلیمی (نکا)	۱۳۸۵	۱۶۰	۹۰	توگا - زیمنس
چرخه ترکیبی یزد	۱۳۸۷-۱۳۸۸	۱۵۹	۹۰	توگا - زیمنس
چرخه ترکیبی کازرون	۱۳۸۵-۱۳۸۶	۱۶۰	۹۰	توگا - زیمنس
چرخه ترکیبی کرمان	۸۷-۱۳۸۶	۱۶۰	۹۰	توگا - زیمنس
چرخه ترکیبی دماوند	۱۳۸۸-۱۳۸۹- ۱۳۹۰-۱۳۹۱	۱۶۰	۹۰	توگا - زیمنس
چرخه ترکیبی سنج	۱۳۹۰-۱۳۹۱	۱۶۰	۹۰	توگا - زیمنس
چرخه ترکیبی آبادان	۱۳۹۲	۱۶۰	۹۰	توگا - زیمنس
چرخه ترکیبی زواره	۱۳۹۱	۱۶۰	۹۰	توگا - زیمنس
چرخه ترکیبی پره سر	۱۳۹۲	۱۶۰	۹۰	توگا - زیمنس
چرخه ترکیبی شیرکوه	۱۳۹۲	۱۶۰	۹۰	توگا - زیمنس

مشاهده می‌شود با توجه به محدوده کاری توربینهای بخاری در کشور، این توربین‌ها در محدوده توربینهای زیربحرانی یا معمولی قرار دارند. تنها نیروگاه رامین اهواز با فشار بخار ۲۴۰ بار به عنوان توربین فوق بحرانی در کشور وجود دارد. امروزه بازده نیروگاههای بخار دارای توربینهای فوق بحرانی و ماورای بحرانی به ۴۵ الی ۵۰ درصد نیز می‌رسد. در حالی که نیروگاههای بخاری کشور دارای بازده میانگین ۳۶/۵ درصد می‌باشند. بیشترین بازدهی مربوط به نیروگاه نکا ۳۹/۷ درصد، نیروگاه رامین با ۳۹ درصد و نیروگاه بیستون ۳۷/۸ درصد است. همچنین در نیروگاههای سیکل ترکیبی امروزی فشار بخار به محدوده ۱۷۰ بار رسیده است که با استفاده از سیستم‌های ری هیت بازدهی نیروگاههای سیکل ترکیبی به ۶۰ درصد می‌رسد. نیروگاههای سیکل ترکیبی در کشور در فشار حداکثر ۹۰ بار کار می‌کنند و دارای بازده ۵۰ درصد می‌باشند.

با دقت در جدول ۲-۳ مشاهده می‌شود توربینهای مورد استفاده در نیروگاههای بخار در کشور همگی ساخت خارج بوده و مربوط به فناوری دهه ۶۰ و ۷۰ هستند یعنی مربوط به بازار دهه ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ میلادی و از نوع توربینهای بخاری زیربحرانی هستند. در کشور ما در زمینه طراحی توربینهای بخار تاکنون پژوهش و اقدام عملی قابل توجهی انجام نگرفته است. در زمینه ساخت توربین بخاری نیز شرکت توگا (توربین مپنا) تحت لیسانس زیمنس اقدام به تولید یک نوع توربین ۱۶۰ مگاواتی MST-50C کرده است که دارای فشار کاری میانی ۹۰ بار و دمای بخار ۵۲۰ درجه سلسیوس است و در نیروگاههای سیکل ترکیبی کشور در دهه‌ی اخیر مورد استفاده قرار گرفته است که بازدهی این نیروگاهها نسبت به بازدهی نیروگاههای سیکل ترکیبی جدید امروزی حدود ۸ درصد کمتر است.

با توجه به مباحث مطرح شده می‌توان این گونه نتیجه‌گیری کرد که فناوری طراحی توربین بخار در داخل کشور جدید و نوظهور است. اما خود این فناوری از سال‌ها پیش مورد استفاده قرار گرفته است. البته می‌توان با اشاره به تقسیم‌بندی‌های انجام شده، خود فناوری را نیز تقسیم کرد و سطح زیربحرانی را موجود، و سطح فوق بحرانی و ماورای بحرانی را جدید دانست.

۳-۲-۶- سطح پیچیدگی فناوری

با بررسی صنایع فرایندی مشاهده می‌شود که تعداد محرک‌های مکانیکی در آنها رفته‌رفته افزایش یافته و درعین حال سرعت و توان آنها نیز سال به سال رشد می‌یابد. همچنین فناوری‌های پیشرفته موجب پا به عرصه گذاشتن توربینهای بخار پیشرفته شده‌اند. مهندسين در ربع آخر قرن بیستم از طریق طراحی‌های پیشرفته، تحقیقات گسترده، پیشرفت‌های مستمر و ارزیابی‌های مجدانه نسل کاملاً جدیدی از توربینهای بخار را ارائه کرده‌اند. ماشین‌هایی با ابعاد بسیار بزرگ با تحمل شرایط دما و فشار بسیار بالا که تنها چند دهه پیش از این جزء رؤیاهای دست‌نیافتنی محسوب می‌شدند. خروجی‌های چند جریانی، روتورهای صلب، پره‌های طولی‌تر در مراحل پایانی، شیرهای کنترل‌شده توسط کامپیوتر و سایر سیستم‌های کنترلی پیچیده و طرح‌های کامپیوتری شده بخش کوچک و جدیدی از ابداعاتی هستند که به ادامه این روند پیشرفت کمک نموده‌اند (۸).

تحقیقات در زمینه توربین بخار برای دستیابی به فناوری‌ها و نسل‌های جدید همچنان ادامه دارد. همچنین با وجود سهم بالای دانش فنی و تجربه در طراحی و ساخت توربین بخار، دانش علمی نیز سهم بزرگی دارد. بنابراین نمی‌توان گفت که فناوری توربین بخار یک فناوری ساده است. البته به نظر می‌آید که عمر فناوری ساخت توربین بخار بالا باشد زیرا پس از طی زمان

زیادی از تولید اولین نسل‌های توربینهای زیربحرانی، فوق بحرانی و ماورای بحرانی، همچنان این توربین‌ها در بازار به فروش می‌رسند. اما باید به این نکته توجه کرد که طراحی نسل جدید این توربین‌ها متفاوت است و فناوری مورد استفاده در آنها به‌روز شده است. به عنوان مثال استفاده از پره‌های بلند سه‌بعدی امکان تجمیع بخش فشار پایین و میانی و تک‌پوسته شدن این دو بخش و کوچک شدن توربین را فراهم کرده است. همچنین طراحی سه‌بعدی پره‌ها در طبقات مختلف و استفاده از آب‌بندهای جدید پیشرفته، راندمان را به‌طور چشمگیری افزایش داده‌اند. مثلاً در دهه ۲۰۰۰ با اصلاح آب‌بند بین بخش HP و IP و استفاده از آب‌بند پیشرفته در توربینی که در دهه ۱۹۷۰ ساخته شده بود بازدهی توربین حدود ۱/۵٪ افزایش یافت که رقم بالایی است. پس می‌توان گفت فناوری توربین بخار که با استفاده از فناوری روز ساخت می‌شود پیچیده است. هرچند که توربین بخار با فناوری قبل از دهه ۱۹۷۰ را می‌توان دارای سطح پیچیدگی متوسط دانست. برای بررسی دقیق‌تر پیچیدگی فناوری باید اجزای توربین جداگانه بحث شوند که بعداً در بحث درخت فناوری به جزئیات پرداخته خواهد شد.

۳-۲-۷- تناسب فناوری

فناوری‌های مناسب به فناوری‌هایی اطلاق می‌شود که بیشترین سازگاری را با نیازهای موجود از یک سو و منابع موجود از سوی دیگر داشته باشند یعنی زیرساخت‌های لازم و مهارت‌های انسانی مورد نیاز از قبل وجود داشته باشد در این صورت استفاده کارا و مؤثر از آن فناوری به عمل خواهد آمد. نیاز موجود چنانچه در فصل ضرورت توسعه بیان گردید نیاز به توان الکتریکی بخاری از یک سو و نیاز به توسعه فناوری طراحی توربینهای بخاری از سوی دیگر می‌باشد.

تأمین توان بخاری: آنچه که برای بهره‌برداری از نیروگاههای بخاری لازم است علاوه بر تأمین شرایط محیطی و بهره‌برداری، تأمین سوخت، امکان تعمیر و نگهداری (O&M) و تأمین قطعات یدکی مورد نیاز است.

با توجه به وجود منابع نفت، گاز و حتی زغال‌سنگ در کشور، سوخت مورد نیاز نیروگاههای بخاری فراهم است. شرایط محیطی اثرگذار روی توربین بخار، نیاز به آب برای کندانسورهای خشک و یا وجود شرایط هوای مناسب برای کندانسورهای خشک است. با توجه به مسئله کمبود منابع آب و خشک‌سالی‌های اخیر که موجب کاهش تولید فصل تابستان تعدادی از واحدهای بخاری همچون همدان و اصفهان گردید راهکارهای عملی برای رفع این مشکلات همچون استفاده از آب فاضلاب تصفیه‌شده شهری و یا تأسیس برج خشک وجود دارد. لازم به ذکر است که کمبود آب مورد نیاز کندانسورهای تر را نباید مشابه مشکلات

نیروگاههای آبی به هنگام کمبود آب دانست. چرا که در واحدهای آبی، آب سیال عامل و اصلی است اما در واحدهای بخاری، سیال عامل عملاً در سیکل و چرخه بسته قرار دارد و مشکلی در تأمین آب جبرانی و نشتی آن نیز وجود ندارد تنها مسئله نیاز آب خنک کن کندانسور است که موضوعی فرعی است و با اتخاذ سیاستهای مناسب و حتی استفاده از گرمای حاصله در گرم کردن مناطق مسکونی و صنعتی نزدیک می توان مشکل خنک شدن کندانسورها را حل نمود که البته نیاز به بررسیهای مفصل نیز دارد از طرفی راه حل اخیر جزء سیاستهای وزارت نیرو در بخش انرژی و برق افق ۱۴۰۴ نیز می باشد. همچنین با انجام مطالعات اولیه دقیق تر و انتخاب مناطق مناسب همچون نقاط نزدیک دریا و یا خنک و ... نیروگاههای جدید با اطمینان از عملکرد کندانسور حتی در شرایط کم آبی کشور قابل بهره برداری خواهند بود.

بومی سازی فناوری توربین بخاری: فناوری توربین بخاری در کشور از دو جنبه طراحی و ساخت قابل بررسی است. در طراحی توربینهای بخاری دانش مورد نیاز از طریق منابع علمی، نرم افزارهای تحلیل و طراحی، کدها و استانداردهای موجود برای تست و ساخت فراهم است. با توجه به نیاز کشور به فناوری توربینهای بخاری در شکل های مختلف، با سرمایه گذاری در این بخش و با تدوین روش های مناسب کسب دانش فنی امکان بومی سازی طراحی میسر است. اتخاذ سیاست های مناسب برای توسعه دانش آکادمیک طراحی و پرورش نیروی انسانی ماهر نیز با توجه به کثرت دانشگاه ها در کشور و تربیت دانشجویان در سطوح عالی، می تواند مهارت های انسانی مورد نیاز در بخش طراحی را تأمین نماید.

در مورد ساخت و فناوری های زیرساختی، با توجه به ساخت توربینهای سیکل ترکیبی با فشار متوسط در کشور و فراهم بودن دانش، تجهیزات، امکانات و نیروی انسانی ماهر جهت ساخت اجزاء مختلف آن، زمینه اولیه برای توسعه فناوری ساخت توربینهای بخاری نیز وجود دارد. همچنین با توجه به تعدد نیروگاههای بخاری در کشور و توسعه و بومی سازی تعمیر و نگهداری اکثر این نیروگاهها، زمینه لازم برای O&M توربینهای بخاری نیز فراهم است.

۳-۲-۸- فرآیندی یا محصولی

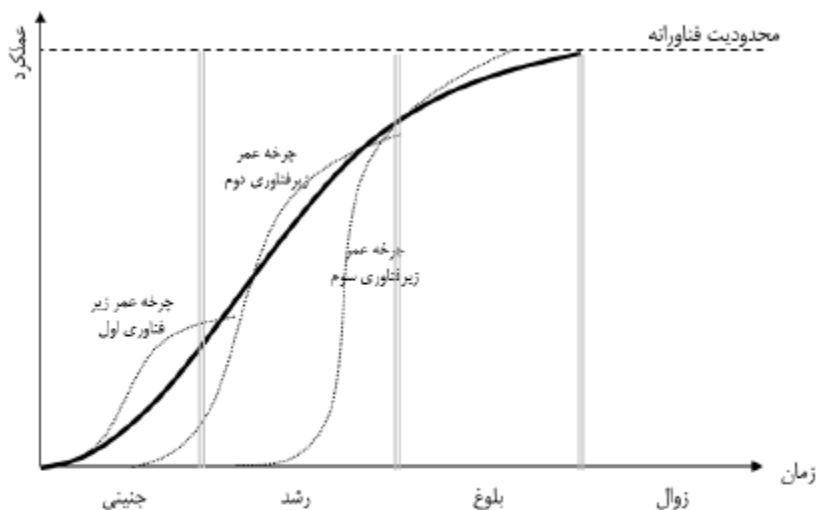
از لحاظ حوزه کاربرد فناوری ها به دو دسته فناوری های محصول و فناوری های فرآیند تقسیم می شوند. فناوری های محصول عبارتند از فناوری هایی که در ترکیب کالا یا خدمت بکار گرفته می شود و فناوری های فرآیند، فناوری هایی هستند که در فرآیند تولید یک محصول یا خدمت بکار برده می شوند.

هدف این مطالعات توسعه صنعت توریتهای بخار در کشور است که یک محصول مشخص است و خود ترکیبی از محصولات و فرآیندها می‌باشد. ضرورت توسعه صنعت توریتهای بخاری با توجه به نیاز کشور و همچنین پایه‌ای بودن این صنعت در بخش ضرورت توسعه و دلایل توجیه‌پذیری ذکر گردید. بنابراین از لحاظ کاربرد فناوری، فناوری مورد مطالعه یک فناوری محصول است.

۳-۳- چرخه عمر

۳-۳-۱- چرخه عمر فناوری

چرخه عمر فناوری، مفهومی است که نحوه بهبود عملکرد یک فناوری را در طول زمان نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، محل قرارگیری یک فناوری در چرخه عمر، متأثر از منحنی‌های چرخه عمر فناوری‌های وابسته به آن می‌باشد. از آنجا که فناوری‌های پیچیده غالباً از فناوری‌های دیگری در سطوح پایین‌تر تشکیل شده‌اند، چرخه عمر آنها نیز مرکب از چرخه عمر اجزای تشکیل دهنده آن است (شکل ۳-۱۱) این منحنی دارای چهار مرحله جنینی، رشد، بلوغ و زوال است.



شکل ۳-۱۱ ارتباط چرخه عمر فناوری با چرخه عمر زیر فناوری‌ها

در صنعت توریتهای بخار همان‌گونه که اشاره شد، توریتهای بخار موجود را می‌توان به سه سطح زیربحرانی، فوق بحرانی و ماورای بحرانی تقسیم کرد. نسل آینده توریتهای بخاری هم که هم‌اکنون مطالعات بر روی آنها انجام می‌گیرد توریتهای ماورای بحرانی پیشرفته هستند. با توجه به شکل ۳-۱۱ زمان ظهور هر یک از فناوری‌ها را می‌توان مشخص نمود.

اولین مطالعات بر روی توربین از سال ۱۸۸۳ شروع شد. نمونه‌های صنعتی در دهه ۱۹۰۰ با ظرفیت‌های حدود ۵ مگاوات تولید شدند. در اوایل قرن بیستم توربینهایی با فشار ۱۳۰ بار و دمای 260°C صنعتی شدند. طی سال‌های دهه ۱۹۴۰ توربینهای زیربحرانی رشد سریعی داشتند تا در اواسط دهه ۱۹۵۰ به دوران بلوغ خود برسند و در سال‌های ابتدای دهه ۱۹۶۰ نسل جدید توربینهای بخار وارد بازار شد. البته تولید توربینهای زیربحرانی پس از گذشت ۶۰ سال از ظهور نسل بعدی توربینهای بخار همچنان تولید می‌شوند زیرا این توربین‌ها در نیروگاه‌های سیکل ترکیبی و هسته‌ای کاربرد دارند.

پس از نصب اولین واحدهای بخار فوق بحرانی در ابتدای دهه ۱۹۶۰، در طی سال‌های ۱۹۶۷ تا ۱۹۷۲ بیشترین واحدهای بخاری از این نوع در آمریکا نصب و بهره‌برداری شد. بنابراین این دوره را می‌توان دوره رشد بازار واحدها در نظر گرفت. تعداد واحدهای فوق بحرانی تا سال ۱۹۹۱ در آمریکا به ۱۵۵ رسید. در این زمان به دلایل افزایش قیمت سوخت و بازدهی بالای نیروگاه‌های سیکل ترکیبی، نصب واحدهای فوق بحرانی در آمریکا متوقف گردید. البته در طی سال‌های بعد در کشورهای دیگر همچنان این واحدها نصب می‌شدند. از واحدهای برجسته می‌توان به نیروگاه با سوخت زغال خاکستری^۱ در آلمان در سال ۱۹۹۸ و نیروگاه تاجیپانا در سال ۲۰۰۰ با بازدهی کل^۲ ۴۹٪ در ژاپن اشاره کرد. همچنین در بسیاری از کشورهای کمتر توسعه یافته مانند تایلند و استرالیا اولین واحدهای فوق بحرانی در حدود سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۳ نصب شده‌اند.

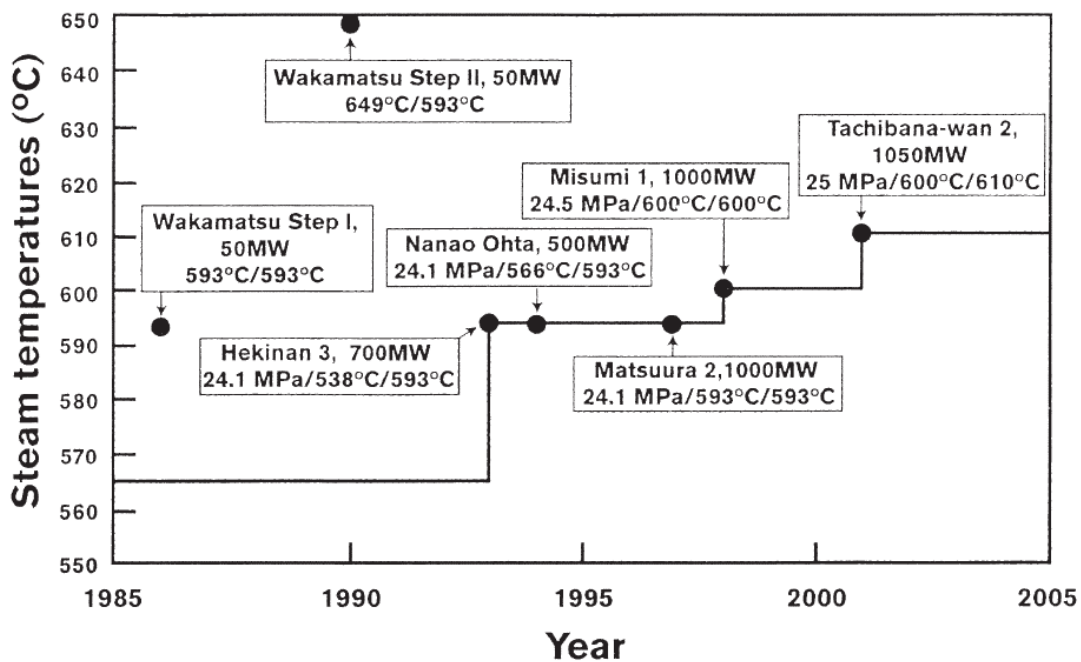
در اوایل دهه ۱۹۶۰ چند واحد آزمون ماورای بحرانی با فشار بخار اصلی ۳۰۰ تا ۳۱۰ بار تولید شد. بعضی از این نمونه‌ها دارای دو مرحله بازگرمایش و دمای ماکزیمم تا 650°C بودند. در سال ۱۹۶۷ یک نمونه نیمه تجاری ماورای بحرانی در روسیه بهره‌برداری شد. تولید صنعتی واحدهای با این شرایط بخار از دهه ۱۹۹۰ آغاز شد. در بین سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۵ واحدهای فوق بحرانی و ماورای بحرانی در کشورهای متنوعی نصب شدند. به گونه‌ای که در ژاپن ۲۵، کره ۲۴، چین ۱۸ و آلمان ۱۳ واحد به بهره‌برداری رسید. این سطح از فناوری هم‌اکنون بالاترین فناوری موجود در توربینهای بخار تجاری است. مطالعات در زمینه پیشرفت فناوری بر روی توربینهای ماورای بحرانی پیشرفته با شرایط بخار پیشرفته (۳۵۰ بار فشار و دمای 760°C - 700°C) و (۹) و (۱۰) در حال انجام است.

در شکل ۳-۱۲ نیروگاه‌های نصب شده توسط میتسوبیشی که در این شرکت در نوع خود اولین بوده‌اند، برحسب سال بهره‌برداری و دمای کاری آمده است. همان‌گونه که مشاهده می‌گردد در سال ۱۹۹۰ یک واحد آزمون با ظرفیت ۵۰ مگاوات و

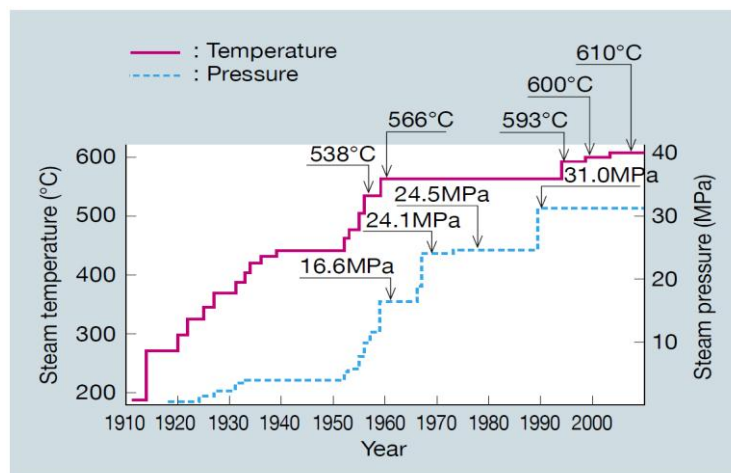
¹ lignite

² gross efficiency

دمای کاری 650°C تولید شده و در سالهای بعد تا ۲۰۰۰ چند واحد صنعتی با دمای نزدیک 600°C به بهره‌برداری رسیده است. شکل ۳-۱۳ نیز روند کلی پیشرفت فشار و دمای کاری در این شرکت را نشان می‌دهد. رشد کلی فناوری در این دو شکل الگویی شبیه به شکل ۳-۱۱ دارد.

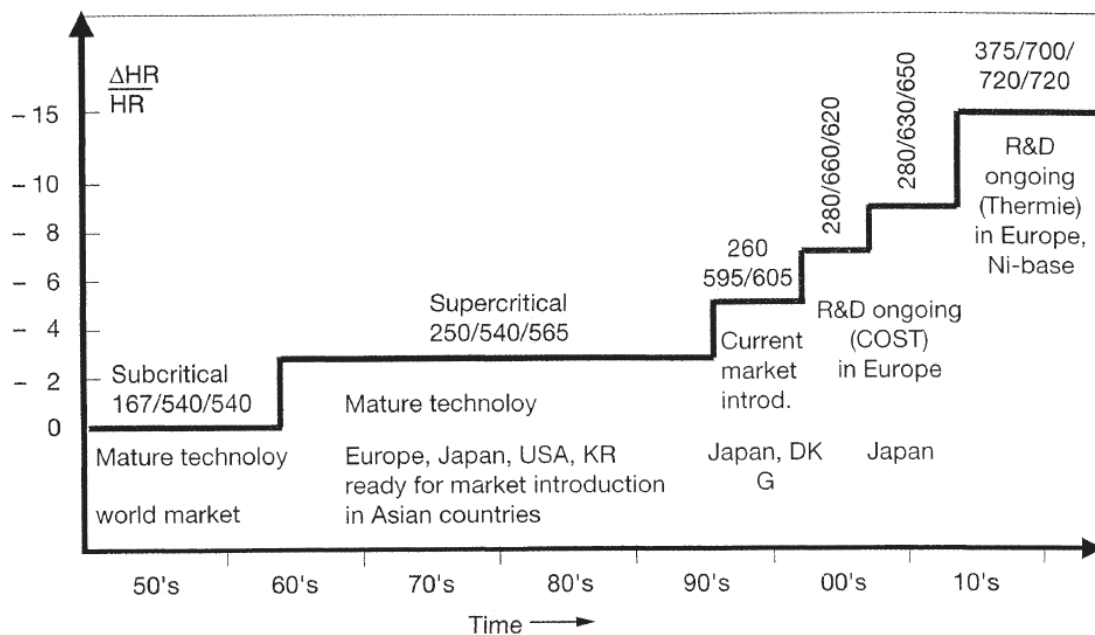


شکل ۳-۱۲ رشد فشار و دمای توربینهای شرکت میتسوبیشی در طی زمان (۲)



شکل ۳-۱۳ رشد فشار و دمای توربینهای شرکت میتسوبیشی در طی زمان

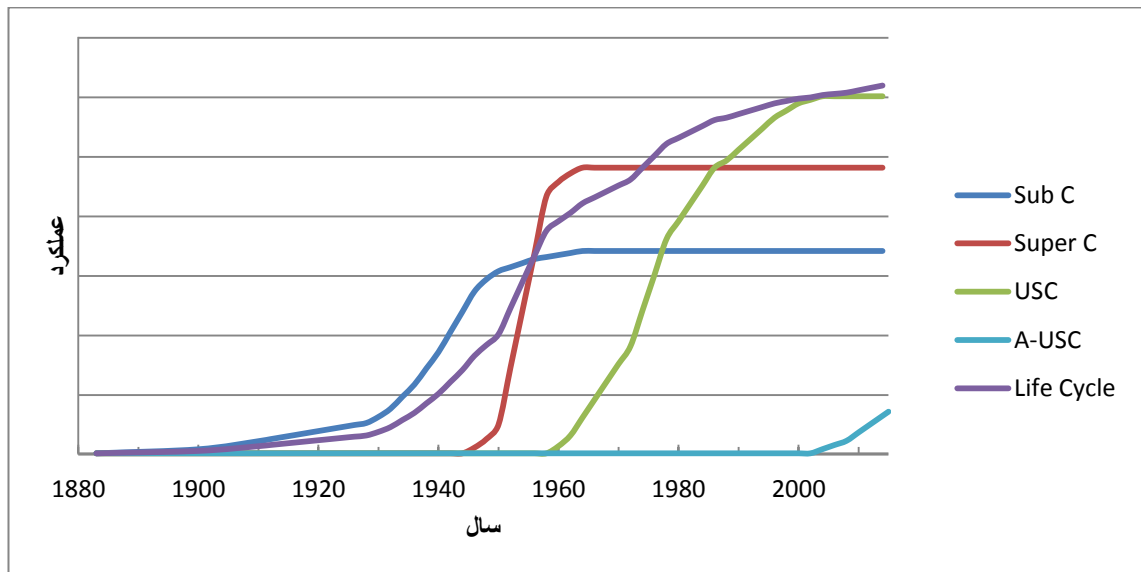
افزایش نرخ حرارتی^۱ در گذشته، حال و آینده نزدیک برای نیروگاههای بخار سوخت فسیلی در اثر افزایش دما و فشار در شکل ۱۴-۳ نشان داده شده است. طبق اطلاعات شرکت آلستوم، فولادهای مناسب برای توربینهای تا ۲۷۰ بار فشار و دمای بخار اصلی و بازگرمایش 580°C و 605°C درجه سانتیگراد در حال حاضر با موفقیت در بسیاری از نیروگاههای بخار استفاده شده و نیازها را مرتفع ساخته است. افزایش بیشتر دما به فولادهای با مقاومت خزش بالاتر نیاز دارد. مطالعات در این زمینه در اتحادیه اروپا ادامه دارد. البته آلیاژهای دیگری نیز برای استفاده در دماهای بالای 700°C درجه پیشنهاد شده‌اند. همان گونه که مشاهده می‌گردد، الگوی افزایش بازده در این شکل شبیه به الگوی شکل ۱۱-۳ است. شکل ۱۴-۳ در واقع به نوعی چرخه عمر فناوری توربین بخار است.



شکل ۱۴-۳ پیشرفت تدریجی مواد مورد استفاده در توربین بخار و تأثیر آن بر بازدهی (۲)

با توجه به توضیحات داده شده و شکل‌های ۱-۳، ۴-۳ تا ۷-۳ می‌توان چرخه عمر فناوری را به صورت شکل ۱۵-۳ ترسیم نمود.

^۱ Heat rate



شکل ۳-۱۵ چرخه عمر فناوری توربین بخار

طبق چرخه عمر توربین بخاری بجز فناوری ماوراء بحرانی پیشرفته سایر فناوریها به بلوغ رسیده‌اند. مرحله گذرای نمودار معرف دوره عمر فناوری است که دوره‌های جنینی، رشد، بلوغ و زوال را طی می‌کند. حد بالایی هر فناوری محدودیت فناوری است که می‌تواند فشار بخار اصلی، حداکثر بازدهی، دمای بخار اصلی، محدودیت مواد، ... و یا ترکیبی از موارد فوق باشد که در چرخه عمر نشان داده شده برای موارد فوق صدق می‌کند.

لازم به ذکر است که امروزه توربینهای سیکل‌های ساده نیروگاهی در محدوده فشار فوق بحرانی قرار دارند و توربینهای زیربحرانی عمدتاً بصورت سیکل ترکیبی، صنعتی، مخصوص انرژی‌های نو و هسته‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد به عبارت دیگر چرخه عمر فناوری سیکل‌های ساده نیروگاهی زیربحرانی به پیری رسیده است.

۴ نتیجه‌گیری

در فصل اول ضرورت توسعه فناوری توربین بخاری به تفصیل ارائه گردید. با توجه به سهم بالای برق بخاری در دنیا، سهم پایین آن در ایران و پیرو بودن واحدهای بخاری موجود توسعه فناوری توربین بخاری را ضروری می‌سازد. بهسازی توربینهای بخاری قدیمی نیز بر پایه فناوری توربین بخار انجام می‌گردد و در داخل کشور بسط داده نشده است. استفاده از این توربین جهت سیکل ترکیبی بخاری، انرژی‌های نو (مانند زمین‌گرمایی، زیست‌توده، زباله‌سوز و ...) و هسته‌ای که در کشور در حال توسعه‌اند وجود توربین بخار و توسعه فناوریهای جدید آن را الزامی می‌سازد. هر چند هزینه ساخت نیروگاههای بخاری بالاتر است (در مقایسه با گازی) اما هزینه بهره‌برداری آن پایین‌تر است و جهت تولید ارزاتر بار پایه در اکثر کشورها مورد استفاده قرار می‌گیرد. بازدهی واحدهای بخاری ساخت داخل بیش از ۱۳ درصد با حداکثر بازدهی توربین بخاری در دنیا فاصله دارد و بواسطه این فاصله زیاد توسعه فناوری توربین بخاری در کشور لازم می‌باشد.

در فصل دوم ابعاد فناوری توربین بخاری و محدوده مطالعات بررسی گردید. مطابق اسناد بالادستی، برنامه‌ها و چشم‌اندازهای دولت و وزارت نیرو و افزایش نیاز به توان در سال‌های آتی به صورت کلی میتوان نتیجه گرفت اهداف کلان وزارت نیرو در آینده افزایش ظرفیت تولید برق در کشور از طریق نیروگاه‌های با بازده بالاتر است. همچنین با توجه به رشد میزان مصرف انرژی در نیروگاههای کشور و وجود محدودیتهای و چالش‌های موجود در تأمین سوخت فسیلی مورد نیاز نیروگاهها، ملاحظات زیست‌محیطی و افزایش قیمت جهانی سوختهای فسیلی، نیاز به استفاده از فناوری‌های جدید با بازده بالاتر بیش از پیش مینماید مورد توجه قرار گیرد. در این راستا توسعه ی نیروگاه‌های سیکل ترکیبی و بخار و هم‌چنین تولید هم‌زمان برق و حرارت در این نیروگاه‌ها به دلیل بازدهی بالاتر ضروری است که در اسناد بالادستی به صورت صریح بدان اشاره شده است. لذا استفاده از توربین‌های بخار که بخش اصلی در نیروگاه‌های سوخت فسیلی و انرژی‌های نو (بایومس، انرژی زمین‌گرمایی و ...) در سال‌های آتی خواهد بود دارای اهمیت فراوان میباشد و در صورت تأمین داخلی پتانسیل مناسبی جهت بومی‌سازی و توسعه صنعت توربین بخاری محسوب میگردد.

بخش عظیمی از تولید برق در کشور توسط نیروگاه‌های حرارتی صورت می‌گیرد. مطابق تأکید اسناد بالادستی به تبدیل واحدهای گازی به سیکل ترکیبی، این موضوع از اولویتهای وزارت نیرو طی سالهای اخیر بوده است و طی آن اغلب نیروگاههای گازی به سیکل ترکیبی تبدیل شده‌اند که دارای بازده نامی در شرایط ایزو حدود ۵۰ درصد می‌باشند. با توجه به

فناوری قدیم واحدهای گازی و بخاری موجود و پیشرفت زیاد فناوری روز دنیا و عرضه واحدهای گازی و بخاری با بازدهی به مراتب بالاتر، و با توجه به مساله آلودگی هوا و میزان مصرف سوخت و همچنین تصویب اسناد بالادستی مبنی بر توسعه نیروگاههای با بازدهی بالاتر، لزوم توسعه فناوری های موجود با کاهش نرخ حرارتی نیروگاهها و افزایش بازدهی وجود دارد. استفاده از واحدهای بزرگ با بازدهی بالاتر و نرخ حرارتی پایین تر و در نتیجه کاهش آلایندهها می تواند در جهت کاهش اثرات نامطلوب زیست محیطی نیز موثر واقع شود.

سطح تحلیل مطالعات از لحاظ جغرافیایی، ملی است و در سطح وزارت نیرو و بخشی است. این نقشه راه یک برنامه توسعه فناوری راهبردی میان مدت ۱۰ ساله که تا انتهای افق ۱۴۰۴ است را ارائه خواهد داد.

در فصل انتهایی، مشخصه های فناوری توربینهای بخاری نیروگاهی ارائه گردید. فناوری توربین بخاری قدیمی بوده و بیش از ۱۰۰ سال سابقه دارد. فناوری موجود در کشور شامل فناوری دهه ۱۹۶۰ توربینهای بخار نیروگاهی و فناوری دهه ۱۹۸۰ سیکل ترکیبی بخاری است. فناوری قدیمی دارای سطح پیچیدگی متوسط و فناوری جدید پیچیده می باشد و زیرساختهای ساخت و طراحی موجود است و فناوری تناسب دارد. خروجی فناوری محصول مشخصی بنام توربین بخار است. سیر تکامل فناوری نیز شامل چرخه عمر فناوری زیربحرانی، فوق بحرانی، فوق بحرانی پیشرفته و ماوراء بحرانی است که مورد اخیر در مراحل تحقیق و توسعه قرار دارد و فناوری زیربحرانی جهت ساخت نیروگاههای بخاری معمولی به پیری رسیده است و جهت نیروگاههای سیکل بخاری سیکل ترکیبی، زمین گرمایی، هسته ای و ... استفاده می شود.

مراجع

Bibliography ۵

1. 1392, شرکت مادر تخصصی توانیر : s.l. آمار تفصیلی صنعت برق ایران.
2. **Leyzerovich, Alexander.** *Large Power Steam Turbines: Design and Operation.* Tulsa, Oklahoma : PennWell Publishing Company, 1997.
3. **Retzlaff, Klaus M. and Ruegger, W. Anthony.** *Steam Turbines for Ultrasupercritical Power Plants.* Schenectady, NY : GE Power Generation, 1996.
4. **Reinker, John K. and Mason, P. B.** *Steam Turbines for Large Power Applications.* Schenectady, NY : GE Power Systems, 1996.
5. **Leyzerovich, Alexander S.** *Steam turbines for modern fossil-fuel power plants.* Lilburn, GA : The Fairmont Press, Inc., 2008.
6. *Forty Years of Combined Cycle Power Plants.* **Balling, Lothar.** s.l. : ASME Power Division, 2002.
7. (های نو ایران سازمان انرژی) سانا : s.l. 2. انرژی خورشیدی.
8. *Steam turbines for CSP plants.* Erlangen : Siemens AG, 2010.
9. *Steam Turbines A Full Range To Fit Your Needs.* s.l. : Alstom, 2014.
10. **Bloch, Heinz P. and Singh, Murari P.** *Steam Turbines: Design, Applications, and Rerating.* Second Edition. s.l. : The McGraw-Hill Companies, Inc., 2009.
11. *Challenges in Advanced-USC Steam Turbine Design for 1300°F / 700°C.* **Lückemeyer, N., Kirchner, H. and Almstedt, H.** s.l. : ASME Turbo Expo 2012, 2012.
12. *Development of Advanced USC Technologies for 700°C Class High Temperature Steam Turbines.* **Tanaka, Y., Magoshi, R. and Nishimoto, S.** s.l. : ASME Turbo Expo 2012, 2012.
13. **Department of Energy & Climate Change.** Electricity Generation Costs. [Online] October 2012. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/65713/6883-electricity-generation-costs.pdf.

فهرست مطالب

۱.....	۲ هوشمندی فناوری توربینهای بخار نیروگاهی
۱-۲-۱.....	مقدمه
۲-۲-۲.....	شناسایی حوزههای فناورانه توربینهای بخار نیروگاهی
۲-۲-۲-۱.....	نگاشت فناوری توربین بخار
۲-۲-۲-۱-۱.....	مقدمه
۲-۲-۲-۱-۲.....	ترسیم نگاشت فناوری
۲-۲-۲-۱-۳.....	نمونههای کاربردی فناوری
۲-۲-۲-۲.....	زنجیره ارزش توربین بخاری
۲-۲-۲-۱.....	مقدمه
۲-۲-۲-۲.....	مفهوم زنجیره ارزش
۲-۲-۲-۳.....	توسعهی فناوری در زنجیره ارزش
۲-۲-۲-۴.....	زنجیره ارزش توربین بخاری در کشور
۲-۳.....	آینده پژوهی
۲-۴.....	نتیجه گیری
۲۳.....	منابع

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۲ درخت فناوری توربین بخار ۴
- شکل ۲-۲ درخت اجزای توربین بخار ۵
- شکل ۳-۲ پیوندهای چهارگانه موجود در یک زنجیره ارزش ساده ۱۶
- شکل ۴-۲ زنجیره ارزش توربین بخار ۱۸
- شکل ۵-۲ پیش‌بینی میزان تولید الکتریسیته از انواع نیروگاههای بخار (۶) ۲۰

فهرست جداول

جدول ۱-۲. نمونه نیروگاهها با فناوری بکار رفته در آن ۱۴

هوشمندی فناوری توربینهای بخار نیروگاهی

۲-۱- مقدمه

هوشمندی فناوری مؤلفه‌ای است که منجر به تغییر رویکرد برنامه‌ریزی ملی توسعه فناوری از حالت منفعلانه به حالت فعالانه می‌شود. این مؤلفه به دنبال کسب آگاهی از فناوری با داشتن نگاهی رو به آینده است. نتایج حاصل از این مؤلفه بر تصمیم‌گیری در مورد کلیه ارکان جهت ساز و خرد تأثیرگذار خواهد بود.

هوشمندی فناوری با شناسایی اجزا و کاربردهای فناوری راهبردی در بستر تحولات آینده، به دنبال پاسخ به سؤالاتی است که برای شروع تدوین ارکان جهت ساز و برنامه اقدامات و سیاست‌ها ضروری است. سؤالاتی نظیر اینکه روند توسعه فناوری مورد مطالعه در بستر زمان چگونه است و چه گونه‌هایی از آن در آینده غالب خواهد بود؟

مؤلفه هوشمندی فناوری به دنبال شناسایی فناوری در مسیر آینده است. به عبارت دیگر، هدف از این مؤلفه‌ی روش شناسی، 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 جهت ساز مورد استفاده قرار می‌گیرد. با استفاده از حوزه‌های فناورانه شناسایی شده در این مؤلفه، می‌توان به هدف‌گذاری و تعیین راهبرد فناوری در مؤلفه‌ی ارکان جهت ساز پرداخت. دو جزء اصلی این مؤلفه در زیر تشریح شده است.

• شناخت حوزه‌های فناورانه: پیش از شروع هر نوع تصمیم‌گیری پیرامون فناوری لازم است تا از اجزای تشکیل

دهنده فناوری و کاربردهای مختلف آن اطلاع حاصل نمود. صحبت راجع به یک فناوری در سند ملی باید همراه با معین نمودن زیر فناوری‌ها و نیز کاربردهای موردنظر از آن باشد. حوزه‌های فناورانه دربرگیرنده‌ی دو مفهوم اصلی است. زیر فناوری‌ها، 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. درنهایت، در فناوری‌های راهبردی مانند پیل سوختی، حوزه‌ی فناورانه را باید متشکل از کاربرد و زیر

فناوری (به صورت توأمان) دانست، مانند استفاده از پیل سوختی SOFC در کاربردهای قابل حمل. در یک جمع‌بندی: «مجموعه‌ای از حالات مختلف به کار رفتن زیر فناوری‌های 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.

- **آینده‌پژوهی فناوری:** در مطالعات آینده‌پژوهی، در مورد حوزه‌های فناورانه شناسایی شده با نگاهی به آینده صحبت می‌شود. در این مؤلفه به تحلیل سناریوهای پیش رو در توسعه فناوری، روندهای ظهور و گسترش فناوری‌های جدید و جایگزین، و سایر فعالیت‌های مرتبط با جایگاه فناوری در آینده پرداخته می‌شود. آینده‌پژوهی به کاسته شدن از عدم قطعیت پیش روی توسعه در آینده کمک کرده و تصمیمات پایاتری را برای سیاست‌گذاران به ارمغان می‌آورد

۲-۲- شناسایی حوزه‌های فناورانه توربین‌های بخار نیروگاهی

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 نگرش زنجیره ارزش فناوری، نگرش فرآیندی، نگرش QFD و نگرش نگاهت فناوری برای شناسایی فناوری ارائه گردیده است. در ادامه به نگرش نگاهت فناوری و نگرش زنجیره ارزش فناوری در مورد توربین بخار پرداخته خواهد شد.

۲-۲-۱- نگاهت فناوری توربین بخار

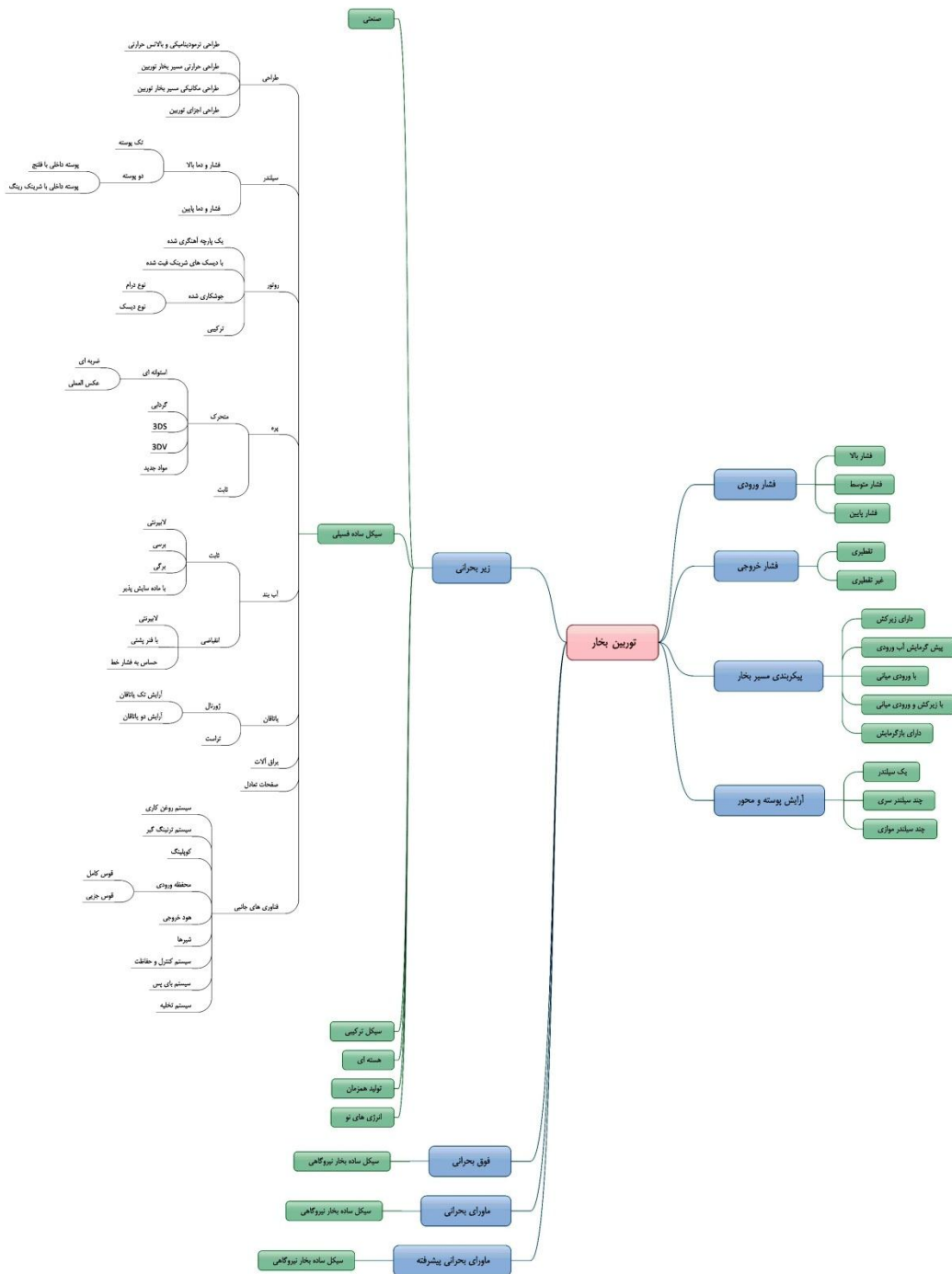
۲-۲-۱-۱- مقدمه

عموماً از نگاهت فناوری در برنامه‌ریزی فناوری در سطح ملی استفاده می‌شود. برنامه‌ریزی فناوری به فهم عمیقی از فناوری‌ها و روند تغییرات آن نیاز دارد. رسم یک نگاهت به تصمیم‌گیران در بحث و تبادل نظر کمک می‌کند. نگاهت به صورت متنی یا گرافیکی به تعیین ارتباطات در میان فناوری‌ها کمک می‌کند. ترسیم نگاهت، یک راه ایده‌آل برای نمایش گرافیکی یا متنی از اجزاء، پیکربندی و ارتباطات بین اجزاء دانش مورد نظر بوده و موجب فهم دقیقی از موضوع، حتی برای افراد ناآشنا، می‌شود. نگاهت 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 و خط می‌باشد. هر گره می‌تواند بیانگر یک موضوع، مفهوم، فناوری، کاربرد یا هرگونه اطلاعات دیگر بوده و خطوط بین گره‌ها، ارتباط بین آنها را نشان می‌دهد. یکی از مهم‌ترین کاربردهای نگاشت فناوری برای مدیران، برنامه ریزان 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 زیر فناوری و کاربرد نیز استفاده نمود.

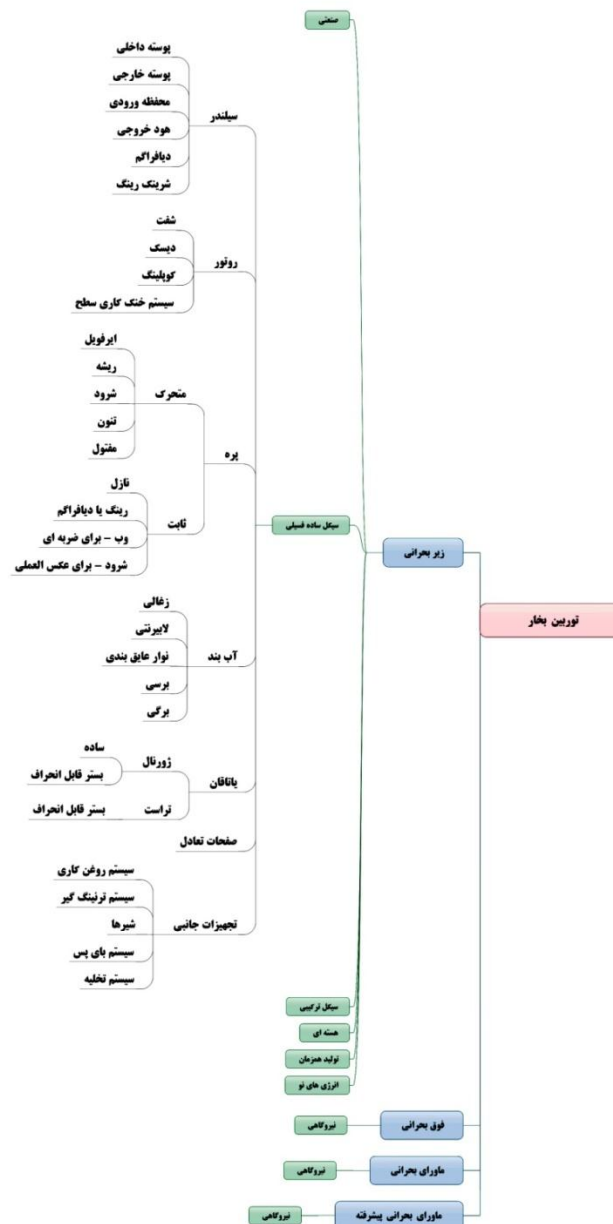
۲-۱-۲-۲- ترسیم نگاشت فناوری

توربین‌های بخار با توجه به فشار و دمای اصلی به دسته‌های زیربحرانی، فوق بحرانی، ماورای بحرانی و ماورای بحرانی پیشرفته (در مرحله طراحی) قابل تقسیم می‌باشند. توربین‌های صنعتی همگی از نوع زیربحرانی هستند. البته توربین زیربحرانی نیروگاهی نیز وجود دارد. برای ترسیم نگاشت فناوری باید اجزای توربین و انواع آنها را شناخت و زیر بخش‌های هر یک از اجزا را بررسی نمود. در درخت فناوری توربین بخار شکل ۱-۲ قسمت‌های مختلف توربین و انواع آنها و فناوری‌های به کار رفته در هر یک و همچنین طراحی توربین آمده است. اجزای نام برده شده در سیکل ساده فسیلی زیربحرانی در سایر توربین‌ها نیز وجود دارد. البته خود توربین بخار از لحاظ نوع طراحی نیز می‌تواند به انواع مختلفی تقسیم شود که در درخت فناوری آمده است.



شکل ۲-۱ درخت فناوری توربین بخار (برای وضوح بیشتر تصویر به ضمیمه مراجعه شود).

درخت اجزا که مشابه نقشه انفجاری است در شکل ۲-۲ نشان داده شده است. هرچند درخت فناوری و درخت اجزا در برخی موارد مشابهت دارند اما دو خاصیت متفاوت را دنبال می کنند. در درخت اجزا توربین تا جای ممکن به زیر بخش ها تقسیم شده است.



شکل ۲-۲ درخت اجزای توربین بخار

در ادامه به توضیح موارد نام برده شده در بالا پرداخته می‌شود.

طراحی

فرآیند طراحی و تحقیق و توسعه تمام فعالیت‌های مواد خام تا محصول نهایی توربین بخاری را می‌تواند شامل گردد لذا در هر فناوری ذکر شده در درخت فناوری تحقیق و توسعه و بهبود نیز شامل فناوری است. بواسطه فاصله زیاد موجود بین سطح فناوری در کشور ما با کشورهای توسعه یافته و عدم رشد متناسب شاخه‌های مختلف فناوری توربین بخار، خود طراحی و توسعه

و تحقیق توربین بخار به عنوان بخشی جدا در نظر گرفته شده است که خود به چند شاخه تقسیم می‌شود و در ادامه مختصر شرح داده خواهند شد.

اولین مرحله طراحی توربین بخار مربوط به طراحی ترمودینامیکی و بالانس حرارتی است. هر چند طراحی توربین بعد از توافق روی بالانس حرارتی که مربوط به طراحی ترمودینامیکی نیروگاه است صورت می‌گیرد اما وجود زیرکشیها، گلند و فشار در ورود و خروج طبقات و همچنین شرایط بخار در نقاط مختلف نیاز به طراحی ترمودینامیکی را مشخص می‌کند. بعد از طراحی ترمودینامیکی و مشخص شدن شرایط بخار در قسمت‌های مختلف ورودی و خروجی طبقات طراحی حرارتی مسیر بخار توربین انجام می‌گردد که طی آن تعداد استیجها، قطر میانی پره ها، مساحت در ورود و خروج، ارتفاع پره ها، زوایای ورود و خروج جریان و .. مشخص می‌گردد.

مرحله اساسی بعدی طراحی مکانیکی مسیر بخار توربین است که طی آن ابعاد و اندازه‌ها، سطح مقطع پروفایل پره در طول ارتفاع پره، سطوح پره به قسمی که الزامات حرارتی را برآورده کند طراحی می‌شود. آب‌بندها، دیافراگمها، انجام محاسبات عبور جریان، تحلیل‌های سیالاتی CFD، تعیین افتها و راندمان، ... تعیین جنس مواد، آنالیزهای استحکامی و ارتعاشی، بررسی انبساط‌های حرارتی، ... طراحی دقیق و نهایی مسیر بخار توربین و تعیین تلرانسهای ساخت، پرداخت‌کاری، انجام تستهای خاص مخرب و غیر مخرب و .. در این مرحله انجام می‌گردد. بعد از طراحی مسیر بخار توربین و طراحی پره‌ها، طراحی سایر اجزاء همچون پوسته، روتور، ریشه‌پره، دیسکها و ... می‌تواند انجام شود.

پوسته (۱)

سیلندرهای مورد استفاده می‌توانند یک پوسته برای فشارهای پایین و طرح‌های قدیمی‌تر و دو پوسته برای فشارهای بالا و طرح‌های جدید باشند. پوسته بیرونی از دو تکه ساخته می‌شود که با اتصال فلنج به هم متصل می‌گردند. پوسته داخلی نیز می‌تواند به همین شکل باشد و یا تکه‌های آن با استفاده از حلقه‌های مخصوص با نام شرینگ رینگ که به صورت حرارتی روی پوسته جا زده می‌شوند کنار هم نگه داشته شود. در این طراحی پوسته داخلی محوری متقارن است و دیگر نیاز به فلنج‌های افقی سنگین نیست. مزیت طراحی شرینگ رینگ خاموش و روشن شدن سریع توربین و عملکرد بهتر در تغییر بار و باز و بسته شدن ساده‌تر در آورهای است. این فناوری اولین بار در دهه ۱۹۶۰ ارائه گردیده است و امروزه روی بسیار از توربینهای بخار در حال استفاده است.

در طراحی معمولاً سیلندر به صورت یک محفظه فشار^۱ در نظر گرفته می‌شود که قطر آن از ابتدا تا انتها تغییر می‌کند. در تبدیل انرژی حرارتی سیال عامل به انرژی مکانیکی انبساط رخ می‌دهد و فشار افت می‌کند. با توجه به محدودیت فناوری در افزایش سطح خروجی، توربین‌های بزرگ ممکن است دارای چند سیلندر باشند. به همین دلیل سیلندرهای توربین بخار به سه دسته فشار بالا، فشار متوسط و فشار پایین تقسیم می‌گردند. این سیلندرها ممکن است همگی به صورت سری روی یک محور^۲ و یا به صورت سری موازی روی دو محور^۳ قرار داشته باشند.

پوسته سیلندرهای HP و IP از ریخته‌گری فولاد آلیاژی CrMoV تولید می‌شود. قسمت‌های دمایی پایین مانند بخش خروجی IP می‌تواند از فولاد کربنی ریخته‌گری شود. برای توربین‌های بخار مرطوب قسمت فلنج و سطوح شکاف با صفحات پوششی محافظت می‌شوند و یا از جوشکاری فولاد ضدزنگ تهیه می‌شوند. قسمت‌های با دمای بسیار بالای HP و IP توربین‌های جدید از ریخته‌گری فولادهای با ۹ تا ۱۲٪ کروم (به عنوان مثال 12-Cr-Mo-V-Nb-Ni) تولید می‌شوند. همچنین پوسته داخلی قسمت HP بسیاری از توربین‌های بخار مرطوب کلاً از فولاد ضدزنگ ریخته‌گری می‌شوند. سیلندرهای LP از ورق فولاد جوشکاری می‌شوند. بعضی از قسمت‌های LP نیز می‌توانند ریخته‌گری شوند.

روتور

روتورها را می‌توان به دو دسته روتورهای درام با پره گذاری عکس‌العملی و روتورهای دیسکی با پره گذاری ضربه‌ای یا عکس‌العملی (مانند LP) تقسیم نمود.

بر اساس متد ساخت روتورها به چند نوع زیر تقسیم می‌شوند.

- آهنگری بدون و با سوراخ محوری مرکزی
- جوشکاری شده (یا آهنگری-جوشکاری که چندین قسمت آهنگری شده به هم جوش داده می‌شوند)
- ترکیبی یا شرینک فیت (دیسک‌ها بر روی روتور شرینک فیت می‌شوند)
- متفرقه (استیج‌های اول ریخته‌گری و قسمت‌های دیگر دارای دیسک‌های شرینک فیت شده)

که روتور جوشکاری و آهنگری بالاترین فناوری را دارند. در روتورهای شرینک فیت روتور از دو قسمت شفت و دیسک‌ها تشکیل شده است. در این طراحی دیسک‌ها با حرارت بر روی روتور جا زده می‌شوند. در روتورهای جوشکاری شده، طول روتور

¹ Pressure vessel

² Tandem compound

³ Cross compound

به چندین بخش با طول محدود و کوتاه تقسیم می‌شود. بخش‌های روتور شامل دیسک‌ها ابتدا آهنگری می‌شوند و سپس در کنار هم قرار گرفته و به هم جوش داده می‌شوند. در نوع دیگری از روتورها که بیشتر در توربین‌های کوچک کاربرد دارند کل روتور همراه با دیسک‌ها به صورت یکپارچه آهنگری می‌شود. البته روتورهایی با ترکیب این سه مورد نیز تولید می‌گردند. محور توربین از چند بخش تشکیل می‌گردد که این بخش‌ها توسط کوپلینگ‌ها به هم متصل می‌شوند. البته در بعضی طرح‌ها کل قدرت بر روی یک محور تولید نمی‌گردد و از دو محور استفاده می‌شود که هر محور یک ژنراتور دارد که به صورت الکتریکی به ژنراتور دیگر کوپل است. در قسمت‌های ورودی HP و IP طرح‌های با بازگرمایش که دما بسیار بالاست ممکن است سیستم خنک کاری سطح روتور نیز استفاده گردد. روتورها معمولاً روی دو یاتاقان ژورنال قرار می‌گیرند که محل قرارگیری روتور در راستای شعاعی و نیز نیروهای عکس‌العمل شعاعی را کنترل می‌کند. این یاتاقان‌ها از نوع ثابت یا ساده^۱ و یا با بستر قابل انحراف^۲ می‌توانند باشند. یاتاقان‌های تراست هم معمولاً بین HP و IP و اولین طبقه LP قرار می‌گیرند و محل قرارگیری پره‌های ثابت و متحرک نسبت به هم را کنترل و نیروهای محوری را خنثی می‌کنند. یاتاقان‌های تراست معمولاً از نوع بستر قابل انحراف هستند.

در روتورها معمولاً از سیستم ترنینگ گیر استفاده می‌شود تا در زمان‌هایی مانند خاموشی^۳ شدن توربین، روتور گردش کند و از خمش حرارتی و تاب برداشتن در اثر گرم و سرد شدن ناهمگن جلوگیری شود.

دیسک‌ها در روتورهای با دیسک‌های شریک فیت شده، معمولاً از فولادهای آلیاژی با مقادیری نیکل ساخته می‌شوند. مقادیر بیشتر نیکل (تا ۳/۵٪) قابلیت عملیات حرارتی را بالاتر می‌برد و یکنواختی ساختار فلز و خصوصیات مکانیکی را سبب می‌شود. بعضی مواقع دیسک‌ها از فولادهایی با مقدار کمتر نیکل اما در عوض با مقادیری مولیبدن و وانادیوم ساخته می‌شوند. شفت این گونه روتورها از فولادهای CrMoV آهنگری می‌شود.

طراحی و ساخت روتورهای با دیسک‌های شریک فیت شده نسبتاً ساده‌تر است و می‌توان آنها را در اندازه‌های بزرگ (طولی و قطری) با کیفیت فلز بالا ساخت. اما این روتورها را نمی‌توان در سیلندرهای دمابالا استفاده کرد زیرا دیسک و شفت ممکن است از هم جدا شوند. روتورهای با دیسک‌های شریک فیت شده معمولاً در محورهای سرعت پایین توربین‌های دو محوره استفاده می‌شوند. اما بعضی تولیدکننده‌ها از این روتورها در سیلندر LP توربین‌های دور بالا هم استفاده کرده‌اند. همچنین در آن

¹ Fixed

² Tilting pad

³ Shutdown

دسته از سیلندرهای LP با پره‌های ردیف آخر بسیار بلند استفاده از چنین روتورهایی به دلیل نیروی مرکزگرای بالا و تنش کششی زیاد در سطح داخلی دیسک‌ها مناسب نیست. به دلایل گفته شده در توربین‌های جدید این روتورها با روتورهای جوشکاری شده جایگزین می‌شوند (۱).

معمول‌ترین فلز مورد استفاده در روتورهای آهنگری و جوشکاری شده فولادهای CrMoV است. به روتور عملیات حرارتی نیز اعمال می‌گردد. قسمت‌های دمابالای روتور باید حد خزش و مقاومت به خستگی حرارتی بالا داشته باشند. به همین دلیل قسمت HP و IP روتور توربین‌های با شرایط بخار پیشرفته از فولاد مارتنزیت 12CrMoV ساخته می‌شود که مقاومت آن در برابر خزش بسیار بالاتر از آلیاژهای فریتی CrMoV معمول است. این آلیاژهای فولاد ۱۲٪ کروم مقادیری نیکل (تا ۱٪)، تنگستن و نیوبیوم (حدود ۰/۰۳٪) نیز دارند. مواد گفته‌شده تا دمای ۶۰۰°C کاربرد دارند. برای دماهای بالاتر به آلیاژهای کلاس آستنیت (بیشتر از ۱۵٪ کروم و بیشتر از ۱۲٪ نیکل) یا خنک‌سازی اجباری سطح روتور در مناطق ورود بخار نیاز است (۱). برخلاف روتورهای دمابالا، روتورهای LP باید از فولادهایی با خاصیت مقاومت استاتیکی برای تحمل نیروی مرکزگرای بالا، مقاومت به ضربه برای جلوگیری از شکست ترد به دلیل رشد ترک‌ها و مقاومت در برابر شکست خوردگی ساخته شوند. در حال حاضر روتورهای LP از فولادهای NiCrMoV همراه با نیکل از ۲/۳ تا ۳/۵٪ ساخته می‌شوند (۱).

پره

تبدیل انرژی در استیج‌های توربین اتفاق می‌افتد. هر استیج پره‌های ثابت و متحرک دارد. همچنین با توجه به نوع تبدیل انرژی استیج‌ها می‌توانند ضربه‌ای یا عکس‌العملی باشند. پره‌های متحرک در استیج‌های ضربه‌ای و عکس‌العملی در قسمت ریشه به روتور متصل می‌گردند و تبدیل انرژی در آنها در بدنه یا ایرفویل یا سطل اتفاق می‌افتد. در بالای پره‌ها نیز شروود وجود دارد که وظیفه آب‌بندی و اتصال پره‌ها به هم را دارد. شروود معمولاً به وسیله تنون به پره متصل می‌گردد. پره‌های ثابت در استیج‌های ضربه‌ای و عکس‌العملی کمی متفاوت می‌باشند. این پره‌ها به وسیله رینگ یا دیافراگم به پوسته متصل می‌گردند، جریان از نازل‌ها عبور می‌کند، در روتورهای نوع درام دارای شروود و در روتورهای نوع دیسکی وب دارند.

پره‌های ردیف‌های جلویی کوتاه‌تر و معمولاً استوانه‌ای هستند به جز ردیف اول که ضربه‌ای است و ارتفاع بلندی دارد. پره‌های انتهایی به واسطه انبساط بخار بلندتر بوده و برای اعمال ملاحظات آیرودینامیکی به صورت گردابی یا پیچ خورده طراحی و ساخته می‌شوند. پره‌های اولین و آخرین استیج دارای بالاترین سطح فناوری می‌باشند. در طراحی پره‌های ردیف اول و ردیف

آخر به ترتیب دمای بالا و نیروهای مرکزگرا اهمیت بیشتری دارند. تا دهه هفتاد میلادی پره‌های استوانه‌ای رایج بودند. پره‌های پیچ‌خورده در دهه هفتاد ارائه گردیدند که شرایط سرعت جریان در ارتفاعات مختلف پره را لحاظ می‌نمود و اثر قابل توجهی روی بازدهی پره‌های بلند ردیف آخر داشت. در دهه هشتاد بیشتر روی طراحی دقیق‌تر آئرو دینامیکی پره و کاهش تلفات اولیه پروفایل پره فعالیت صورت گرفت. در دهه ۹۰ با پیشرفت کامپیوتر و امکان تحلیل‌های سنگین و طراحی‌های دقیق‌تر با نرم‌افزارهای CFD میسر گردید که کاهش تلفات ثانویه پروفایل پره بدلیل چرخش جریان در مسیر کانال عبوری مورد توجه قرار گرفت که البته در پره‌های با نسبت پایین (نسبت ارتفاع به وتر کوچکتر) اثر بزرگتری دارد و طرح‌های پیچ‌خورده‌ی خمیده‌ی خوابیده برای طراحی ردیف‌های میانی استفاده گردید که به پره‌های سه‌بعدی^۱ (3DS) مشهور هستند. استفاده از ابزارهای پیشرفته تحلیل جریان سیال سازندگان بزرگ توربین بخاری را به سمت طراحی با ضریب عکس‌عملی متغیر در راستای طول روتور و ارتفاع پره^۲ (3DV) سوق داد. در شرکت زیمنس نسل‌های مختلف پره با عناوینی چون T2، T4، Tx، 3DS و 3DV مشهور می‌باشند. در شرکت ABB پره‌های 1000، 8000 و HPB^۳ نسل‌های مختلف پره می‌باشند (۲). حتی GE نیز که بیشتر به سازنده پره‌های ضربه‌ای شهرت دارد توربین‌های بصورت فشرده با میزان عکس‌عملی بالاتر روی آورده است. با پیشرفت‌های صورت گرفته در مواد و ساخت امکان ساخت پره‌های بلند (تا ۱۵۰ سانتیمتر) در ردیف آخر و مقاوم در برابر تنش‌های بالای نیروهای گریز از مرکز با استفاده از آلیاژهای تیتانیوم و آلیاژهای با استحکام بالا میسر گردیده است که اغلب شرکت‌های بزرگ در حال بررسی مواد جدیدتر و با استحکام بالاتر می‌باشند. در آخرین نمونه‌های ارائه شده توسط شرکت صنایع سنگین میتسوبیشی پره‌های بلند آلیاژ 13Cr-8Ni-2.5Mo-Al با طول حدود ۶۰ اینچ (حدود ۱٫۵ متر) برای دور 3000 rpm ارائه شده‌اند (۳).

اکثر پره‌های توربین‌های مدرن از فولاد ضدزنگ تولید می‌شوند. پر استفاده‌ترین نوع فولادهای کرومی با ۱۲ تا ۱۴٪ کروم هستند. برای استیج‌های دمابالا (شرایط کاری بالای ۴۵۰ تا ۴۸۰°C) فولادهای CrMoV حتی از کلاس آستنیت استفاده می‌شود. در این آلیاژها نیکل، تنگستن و نیوبیوم هم وجود دارد. در کنار اینها، آلیاژهای تیتانیوم هم برای پره‌های ردیف آخر LP بعضی توربین‌های بزرگ که طول بسیار زیادی دارند و نیروی مرکزگرا در طراحی آنها اهمیت بیشتری دارد استفاده می‌شوند (۱).

¹ Reduced secondary losses, 3DS

² Variable stage reactions, 3DV

³ High Performance Blading

برای جلوگیری از سایش پرها توسط قطرات آب و ذرات جامد، سطح پرها توسط لایه‌های مخصوص پوشش داده می‌شود. این امر در پره‌های ردیف اول HP و IP متداول‌تر است. پره‌های طبقات LP نیز با لحیم‌کاری صفحات آلیاژ استلایت^۱ (آلیاژی بر پایه کبالت با ۶۰ تا ۶۵٪ از آن، ۲۵ تا ۲۸٪ کروم و ۴ تا ۵٪ تنگستن که سختی و مقاومت در برابر سایش بالا دارد) در برابر سایش محافظت می‌شوند. البته این پوشش برای پره‌های تیتانیومی استفاده نمی‌شود زیرا تیتانیوم در برابر سایش مقاوم است. پره‌های توربین‌های هسته‌ای نیز به علت امکان فعال شدن کبالت چنین پوششی ندارند و برای سخت شدن سطح آنها از ماشین‌کاری الکتریکی - جرقه‌ای استفاده می‌گردد. این روش در پره‌های ردیف اول توربین‌های فسیلی هم استفاده می‌گردد تا از سایش توسط ذرات جامد جلوگیری شود (۱).

طبق داده‌های شرکت زمینس فولاد کرومی P91 موجود افزایش فشار و دما را تا ۲۷۰ بار و ۶۰۰°C اجازه می‌دهد. برای افزایش بیشتر شرایط بخار تا ۳۰۰ بار و ۶۴۰°C فولاد آلیاژ ولفارم^۲ نیاز است. تحقیقات در این زمینه برای افزایش دما تا ۷۲۰°C بر روی آلیاژهای بر پایه نیکل در حال انجام است (۴).

آب‌بند

نشتی آب‌بندها بیشترین سهم در کاهش عملکرد توربین‌های فشار بالا را دارند. قسمت‌های فشار متوسط و فشار پایین هم کاهش عملکرد زیادی به دلیل استفاده از آب‌بندهای نامناسب خواهند داشت. آب‌بندهای متنوعی در توربین‌های بخار استفاده می‌شوند. آب‌بندهای استیج‌ها از نشت بخار از لبه پره‌های ثابت و متحرک یعنی فضای بین پرها و پوسته یا روتور جلوگیری می‌کنند. این آب‌بندها معمولاً در استیج‌های ضربه‌ای دیافراگم، و در استیج‌های عکس‌العملی زیر شروود یا بالای شروود نامیده می‌شوند و از نوع لایبرنتی هستند. از آب‌بندهای لایبرنتی به عنوان آب‌بند میانی در طرح‌های پوسته مشترک HP و IP نیز استفاده می‌شود. آب‌بندهای انتهایی یا به عبارت دیگر پکینگ‌های گلند از نشتی انتهای سیلندرها جلوگیری می‌کنند. ممانعت از ورود هوا به سیلندر فشار پایین در انتهای آن (به دلیل فشار خلاً انتهایی) و ممانعت از ورود سیال رادیواکتیو به جو در نیروگاه‌های هسته‌ای نیز از وظایف این آب‌بندهاست. آب‌بندهای انتهایی نیز از نوع لایبرنتی هستند و معمولاً چند ردیف از آنها پشت سر هم در انتهای سیلندر استفاده می‌گردد. آب‌بند بررسی که بصورت مجموعه تعداد زیادی سیم می‌باشند نیز برای کاهش نشت از نوک پرها و یا در آب‌بندهای انتهایی مورد استفاده قرار می‌گیرند و در کاهش نشت بسیار موثر می‌باشد.

¹ Stellite

² Wolfarm-alloyed steel

در دهه ۱۹۹۰ در تلاش برای کاهش نشت از انتهای شفت و نواحی غیرپره‌ای، نوع جدیدی از آببندها به کار گرفته شد که به نام آببند انقباضی^۱ موسوم هستند. این آببندها با افزایش فشار بخار در شرایط بارگیری، در راستای شعاعی جابه‌جا شده و با کوچک نمودن فاصله هوایی میزان نشتی را کاهش می‌دهند. همچنین طی استارت بدلیل پایین بودن فشار بخار، فاصله هوایی زیاد است که بواسطه وجود ارتعاشات در شفت و امکان جابجایی زیاد روتور، این افزایش فاصله هوایی مناسب است. بعدها آببند انقباضی نیز اصلاح گردید و یک ردیف بررسی در میان آن قرار گرفت که میزان نشتی را بهبود قابل توجهی بخشید. استفاده از این نوع آببند در طبقات میانی و فشار بالا رایج است. در طبقه فشار پایین، چون فشار به اندازه کافی جهت انقباض آببند وجود ندارد استفاده نمی‌شود و آببندهای پیشرفته‌ای همچون آببندهای حساس شده که توسط کویل، آب بند در موقعیت مورد نظر نگه داشته می‌شود و از فشار تاثیر نمی‌گیرد استفاده می‌گردد. استفاده از مواد سایش‌پذیر و بررسی در طرح‌های پیشرفته اکثر شرکتها وجود دارد. با اضافه‌شدن مواد سایش‌پذیر به آببندهای گلند، بالانس پیستون و آببندهای کوتاه پشت فنی زیر پره‌های ثابت، کاهش نشتی تا ۲۰ درصد نسبت به حالت بدون ماده سایش‌پذیر میسر است. فناوری جدیدی بنام آببند برگی نیز توسط شرکت میتسویشی ابداع شده است که اثرات هیدرودینامیکی باعث کاهش فاصله آببند و کاهش نشتی می‌گردد.

یاتاقان

یاتاقانها دو نوع کلی ژورنال و تراست می‌باشند. هر چند در توربینهای بخار نیروی تراست بخصوص در نوع عکس‌العملی وجود دارد امکان دفع کامل آن توسط بالانس پیستون وجود ندارد و یاتاقان تراست مورد نیاز است. در اکثر توربینهای موجود در کشور بین شفت دو قسمت مثلا بین شفت HP-IP و شفت LP یک کوپلینگ و دو یاتاقان وجود دارد. طرحی هر چند قدیمی ولی پیشرفته که در آن این دو یاتاقان ادغام شده و کوپلینگ حذف می‌شود نیز وجود دارد تولیدات شرکت آلستوم از این فناوری بهره می‌برند. نیروگاه بخاری نکاء نیز دارای یاتاقانهایی از این نوع می‌باشد.

یراق‌آلات و سیستم‌های جانبی

¹ Retractable seals

دیافراگم‌ها در HP و IP معمولاً جوشکاری می‌شوند. در استیج اول نازل‌ها به چند قسمت تقسیم می‌شوند که هر یک محفظه یا باکس جدا و کنترل ولو خود را دارد. دیافراگم‌های LP ریخته‌گری یا آهن‌گری می‌شوند. در طبقات مرطوب دیافراگم‌های ثابت جلویی ممکن است سوراخ دار تو خالی باشند تا قطرات آب را بگیرند (۵).

در زمان استارت آپ توربین که بخار داغ با سطح سرد پره‌ها برخورد می‌کند و یا در زمان تغییر بار یا شرایط بخار که تفاوت دما اتفاق می‌افتد ممکن است قطرات مایع به وجود آید. هم برای خارج کردن این قطرات از سیستم تخلیه^۱ استفاده می‌گردد. سیستم تخلیه می‌تواند به صورت پیوسته (خارج کردن مداوم قطرات در قسمت LP) و یا منقطع (باز و بسته شدن اتوماتیک در زمان استارت آپ) عمل کند. قطرات خارج شده دوباره به سیکل بازمی‌گردند.

۲-۱-۳- نمونه‌های کاربردی فناوری

فناوری‌هایی که در درخت فناوری اشاره گردید در اکثر تولیدات ظرفیت بالای نیروگاهی امروزی دیده می‌شود. به عنوان نمونه مسیر بخار توربینهای زیمنس از سال ۲۰۰۲ به بعد براساس فناوری 3DV می‌باشد. فناوری شرینگ رینگ پوسته HP در تمام تولیدات آلستوم بکار رفته است. در جدول ... نمونه نیروگاههای فناوریهای ذکر شده نام برده شده‌اند.

¹ Drain system

جدول ۱-۲. نمونه نیروگاهها با فناوری بکار رفته در آن

نیروگاه نمونه	فناوری	
طبقه فشار بالا و فشار متوسط اکثر نیروگاههای بزرگ کشور	دو پوسته	پوسته
توربین بخار آلستوم نصب در مصر New Talkha-Alstom-STF30C: 270 MW-120 bar/580°C توربین بخار آلستوم نصب در عربستان Shoaibeh -STF40: 300bar/65bar/600°C /620°C	شرینک رینگ	
تمامی توربین های آلستوم با توان بالای ۱۰۰ مگاوات	روتور جوشکاری شده	
روتور HP-IP توربین ۳۲۰ مگاواتی اسلام آباد اصفهان روتور توربین ۱۶۰ مگاواتی سری E زمینس توگا	روتور یکپارچه	
IP نیروگاه رامین اهواز (آهنگری + شرینک فیت)	روتور ترکیبی	
Siemens SST3000, 4000, 5000, 6000 The Steam Turbine Power Plant Boxberg (907 MW)	3DS	پره
Siemens sst3000, 4000,500,6000 Niederaußem (1000 MW)	3DV	
The EUREKA-Turbine- 315-MW of GEC Alstom Siemens SST-6000 series: Niederaußem K,Germany 2002; Wai Gao Qiao 3,China 2008; Longview Usa 2011	پره از جنس تیتانیوم	
New Talkha-Alstom-STF30C: 270 MW-120 bar/580°C	آب بند برسی	آب بند
Mitsubishi (under development)	آب بند برگی	
Big Bend Power Station, USA Florida 444 MW General Electric G2 type	آب بند انقباضی حساس به فشار و دارای لایه برسی	
نیروگاه بخاری نكاء و اکثر نیروگاههای آلستوم	آرایش تک یاتاقان	یاتاقان
اکثر نیروگاههای کشور	آرایش دو یاتاقان	

Alstom:

1930 Welded rotor feature introduction

1936 Single bearing design introduction

1960 First shrink ring design for HP turbine

۲-۲-۲- زنجیره ارزش توربین بخاری

۲-۲-۲-۱- مقدمه

بخش حاضر، مربوط به مطالعه «شناسایی و تحلیل زنجیره ارزش توربین بخاری در کشور» است. تمرکز اصلی این بخش بر شناسایی و ترسیم کارکردها (حلقه‌ها) و همچنین ارتباطات بین بازیگران زنجیره ارزش توربین بخار 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 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.

۲-۲-۲-۲- مفهوم زنجیره ارزش

زنجیره ارزش (Value Chain) مجموعه عملیاتی است که در یک صنعت به صورت زنجیر گونه انجام می‌گیرد تا به خلق ارزش منجر شود. ارزش مبلغی است که خریدار در ازای 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. 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 زنجیره ارزش سازمان دسته‌بندی کرد. گاهی این فعالیت‌ها در پیوند با یکدیگر نیز می‌باشند. در شکل ۲-۳ پیوندهای بین عناصر یک زنجیره ارزش نشان داده شده است. به عنوان نمونه، تولید، به خودی خود تنها یکی از پیوندهای خلق ارزش افزوده در زنجیره می‌باشد. علاوه بر این در درون هر کدام از این پیوندها نیز فعالیت‌هایی به عنوان زیرمجموعه وجود دارد. این فعالیت‌ها دارای یک ماهیت دو طرفه می‌باشند. به عنوان مثال می‌توان گفت که عوامل متخصص در امر طراحی محصول، تنها بر روی فرآیند تولید تأثیر نمی‌گذارند؛ بلکه از سوی دیگر توسط یک سری محدودیت‌ها و قیود اجباری موجود در پیوندهای پایین دستی زنجیره مورد تأثیر قرار می‌گیرند. به طور کلی کارکردهای کسب‌وکار زنجیره ارزش به پنج حوزه تقسیم شده‌اند:

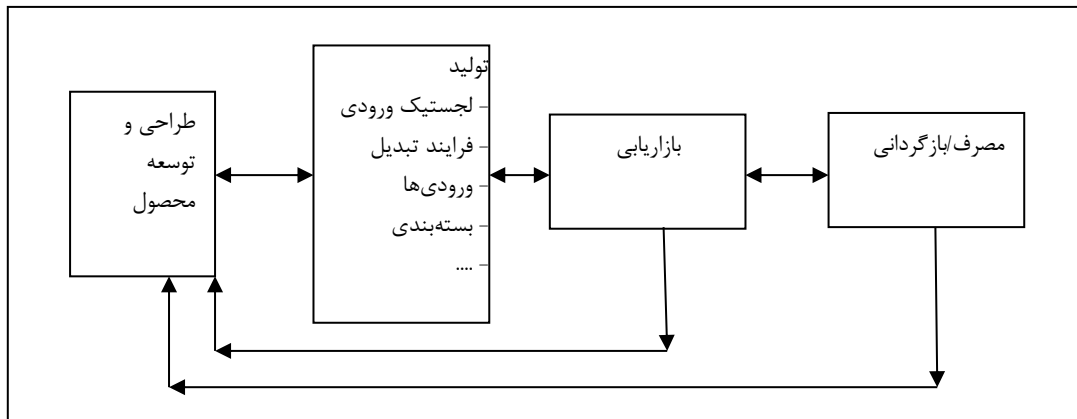
۱- تحقیق و توسعه

۲- طراحی محصولات، خدمات و یا فرآیندها

۳- تولید

۴- بازاریابی و فروش

۵- خدمات مشتری



شکل ۲-۳ پیوندهای چهارگانه موجود در یک زنجیره ارزش ساده

۲-۲-۲-۳ توسعه فناوری در زنجیره ارزش

هر فعالیت، دربرگیرنده فناوری، مهارت استفاده از آن و رویه‌های^۱ مخصوص به خود است. به کارگیری 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 تهیه خود محصول نقش دارند. علاوه بر این، اغلب فعالیت‌های ارزشی، نوعی از فناوری را بکار می‌گیرند که ترکیب تعدادی از فناوری‌های مختلفی است که دربرگیرنده 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 خدمات رسانی. فعالیت‌هایی از نوع توسعه فناوری که با محصول مرتبط باشند، کل زنجیره را پشتیبانی می‌کنند.

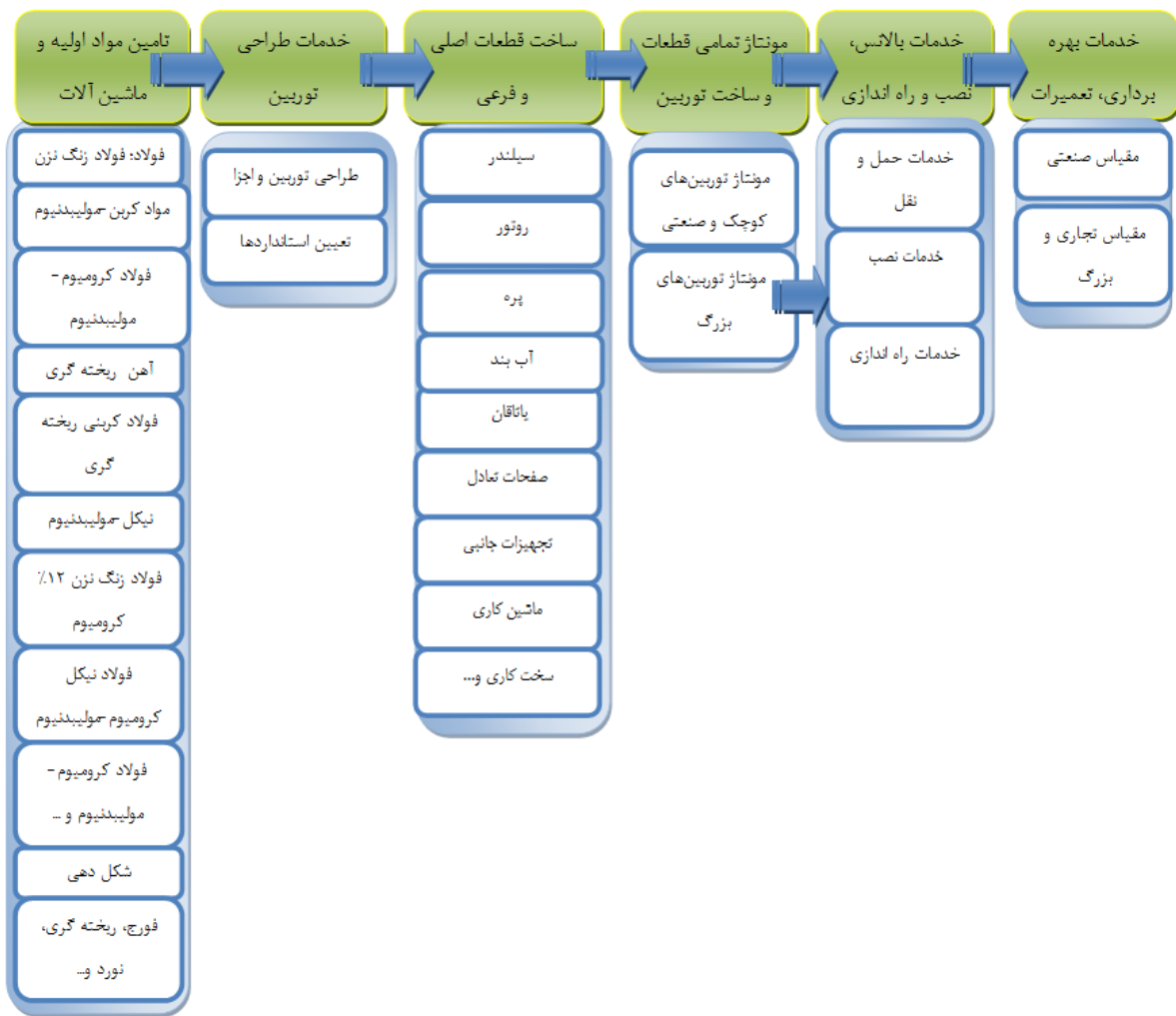
۲-۲-۲-۴ زنجیره ارزش توربین بخاری در کشور

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 این رو، زنجیره ارزش یک صنعت، ترکیبی از زنجیره‌های ارزش بنگاه‌های فعال در آن صنعت می‌باشد که قرار گرفتن این زنجیره‌ها در کنار یکدیگر، نشان دهنده این مطلب است که محصول نهایی چطور پس از تولید به دست مشتری نهایی رسیده و برای صنعت مربوطه ارزش خلق می‌کند. در شکل ۲-۴ زنجیره ارزش صنعت توربین بخاری در کشور آورده شده است. همان‌طور که در شکل مشخص است این زنجیره متشکل از پنج حلقه اصلی می‌باشد. این حلقه‌ها عبارتند از:

¹procedure

۱. تامین کنندگان مواد اولیه و ماشین آلات.
۲. خدمات طراحی توربین
۳. ساخت قطعات اصلی و فرعی
۴. مونتاژ تمامی قطعات و ساخت توربین
۵. خدمات بالانس و نصب و راه اندازی
۶. خدمات بهره برداری و تعمیرات

در حلقه اول شرکت هایی هستند که مواد اولیه مربوط به محصول مورد نظر را تولید میکنند. در حلقه دوم طراحی توربین انجام میشود و استانداردهای مربوط به اجزای توربین تعیین میگردد. سپس در حلقه بعد قطعات اصلی و فرعی توربین ساخته میشوند. قطعات تولید شده در مرحله بعد در اختیار شرکت های سازنده توربین قرار میگیرد که این شرکت ها خود در دو محدوده ی توربین های بزرگ و کوچک فعالیت میکنند. بعد از ساخت توربین، در حلقه بعدی خدمات بالانس و نصب توربین اعم از حمل و نقل و آماده سازی توربین برای نصب انجام میگردد. در انتها شرکت هایی نیز در جهت بهره برداری، تعمیرات و نگهداری محصول فعالیت میکنند. باید توجه داشت ممکن است برخی شرکت ها در چند حلقه در صنعت محصول فعالیت کنند. یعنی ممکن است یک شرکت در زمینه طراحی و ساخت قطعات، مونتاژ توربین، خدمات نصب و راه اندازی و... فعالیت داشته باشد. البته در گزارش مورد بررسی به تشریح کامل این حلقه ها پرداخته نشده است، اما به طور کلی شرکت های فعال در هر کدام از حلقه های زنجیره مشخص شده و در گزارشی دیگر به طور مفصل تر آورده میشوند. لذا در گزارش آتی، زیرساخت ها و ظرفیت های موجود در داخل کشور در هر حلقه زنجیره ارزش به تفصیل مورد بررسی قرار گرفته می شوند.



شکل ۲-۴ زنجیره ارزش توربین بخار

۲-۳- آینده پژوهی

پیشرفته‌ترین توربین‌های بخار در نیروگاههای سیکل ساده بخار استفاده می‌شوند. در حال حاضر نیروگاههای فوق بحرانی و ماورای بحرانی به بلوغ خود رسیده‌اند و تحقیقات بر روی نیروگاههای ماورای بحرانی پیشرفته در حال انجام است. دلیل این امر نیز بازدهی بیشتر نیروگاههای با شرایط دما و فشار بخار بالاتر است. پربازده‌ترین نیروگاههای بخار بهره‌برداری شده تاکنون بازدهی زیر ۵۰٪ داشته‌اند در حالی که پیش‌بینی می‌شود بازدهی نیروگاههای بخار ماورای بحرانی پیشرفته بالای ۵۰٪ و حتی به ۵۵٪ برسد (۴).

در زمینه مواد مورد استفاده در نیروگاهها، برای آنکه بتوان دمای کاری را بالا برد به آلیاژهای با پایه نیکل نیاز است. مؤسسات مختلفی در دنیا روی این آلیاژها مطالعه می کنند و پیش بینی می شود در آینده و نسل جدید نیروگاهها، برخی قسمت های دمابالا از این سوپر آلیاژها ساخته شوند (۴).

حداکثر میزان دبی در توربین های بخار با فرض فشار کندانسور ثابت توسط سطح خروجی LP و تعداد طبقات LP محدود می گردد. در توربین های قدیمی برای افزایش دبی و در نتیجه توان تعداد طبقات زیاد می شد که باعث طولانی شدن شفت می گشت. راه حل دیگر برای استفاده از دبی های بیشتر افزایش سطح خروجی و یا به عبارت دیگر افزایش طول پره های ردیف آخر است. این مورد همواره به عنوان یکی از موضوعات اصلی در پیشرفت فناوری توربین بخار مطرح بوده است که باعث کاهش طول شفت و تعداد طبقات طبقه کم فشار می گردد. برای رسیدن به پره با طول بیشتر از آلیاژهای تیتانیوم در ساخت پره های ردیف آخر استفاده می شود. شرکت میتسوبیسی ژاپن در برخی توربین های با دور ۳۰۰۰rpm خود پرهایی با طول نزدیک به ۱/۵ متر استفاده کرده است (۳). پره های ردیف آخر با چنین طول هایی در شرکت های دیگر در دست مطالعه است. استفاده از پره های بلندتر در ردیف های آخر فشار ضعیف و تجمع و کوچک تر کردن روتور توربین و در نتیجه کاهش نسبت توان به وزن در توربین های آینده مشهود خواهد بود (۴).

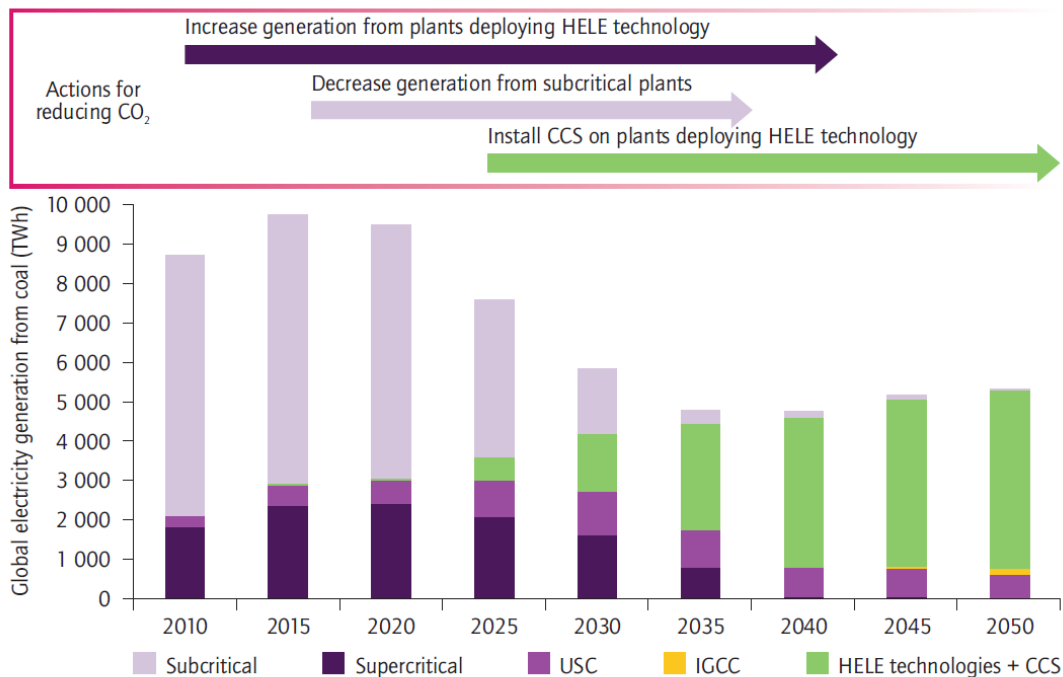
در دهه های اخیر توجه ویژه ای به آلاینده های نیروگاهها شده است و نیروگاهها ملزم به رعایت قوانین بین المللی در زمینه آلاینده ها شده اند. روش های مختلفی برای کنترل گازهای آلاینده و گلخانه ای وجود دارد. و در آینده نزدیک همه نیروگاهها مجهز به سیستم های کنترل گازهای گلخانه ای و آلاینده های دی اکسید گوگرد و اکسیدهای نیتروژن (CCS، FGD و SCR) خواهند بود (۶).

همچنین در نسل جدید نیروگاهها سیستم هایی برای استفاده از دورریزها وجود خواهد داشت. چنین سیستم هایی در نیروگاههای به روز موجود دیده می شود. به عنوان مثال می توان از سیستم های ریکاوری گرمای دمپایین در نیروگاه Niederaussem، تولید محصول جانبی کلسیم کلراید در نیروگاه Nordjylland 3، روش های پیشرفته حذف دی اکسید گوگرد در نیروگاه Isogo و سیستم های خنک سازی هوا در نیروگاه Majuba نام برد.

از رده خارج کردن نیروگاه های قدیمی و نیروگاه های کم بازده منجر به افزایش بازدهی در تولید الکتریسیته می گردد. افزایش بازده میانگین نیروگاهها به کاهش آلودگی نیز کمک می نماید. در نقشه راه آژانس بین المللی انرژی برای نیروگاه های زغال سوز

(۶) که اکثراً سیکل ساده بخار هستند آمده است که تا دهه ۲۰۴۰ تولید الکتریسیته از نیروگاههای سیکل ساده زیربحرانی و فوق بحرانی که بازدهی پایین دارند متوقف می‌گردد و تنها نیروگاههای ماورای بحرانی و نیروگاههایی که دارای سیستم CCS هستند الکتریسیته تولید خواهند کرد. این موضوع در شکل ۲-۵ دیده می‌شود. منظور از HELE در این شکل بازدهی بالا و آلودگی غیر گلخانه‌ای پایین^۱ است.

در نقشه راه آژانس بین‌المللی انرژی (۶) آمده است که توربین‌های بخار با ظرفیت بیشتر از ۳۰۰ مگاوات باید همگی از نوع ماورای بحرانی و یا حداقل فوق بحرانی باشند و دیگر نیروگاههای با ظرفیت کمتر از ۳۰۰ مگاوات که استفاده از فناوری فوق بحرانی در آنها عملی نیست ساخته نشوند. همچنین پیش‌بینی شده است که از سال ۲۰۲۰ تولید الکتریسیته به سمت نیروگاههای ماورای بحرانی پیشرفته خواهد رفت و تا سال ۲۰۳۰ این نوع نیروگاهها کاملاً تجاری شده‌اند. علاوه بر آن در آینده فناوری‌های جدیدی برای جذب دی‌اکسید کربن مانند chemical looping و ion transport membrane توسعه داده خواهد شد. توربین‌های بخار با احتراق از نوع Oxy-fired هم گسترش بیشتری خواهند یافت. همچنین تولید الکتریسیته از زغال‌سنگ با فناوری‌های IGCC و FBD گسترش خواهد یافت.



Note: Carbon capture is integrated with HELE coal-fired units to minimise coal consumption and CO₂ abatement cost.

شکل ۲-۵ پیش‌بینی میزان تولید الکتریسیته از انواع نیروگاههای بخار (۶)

¹ High-Efficiency, Low-Emissions, HELE

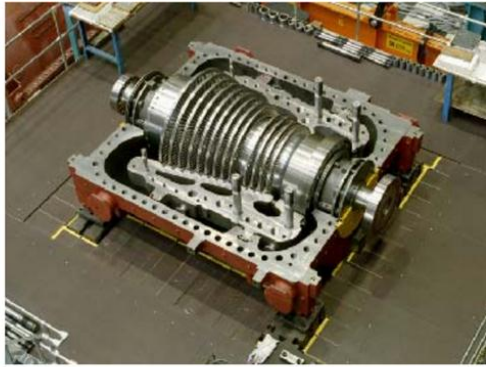
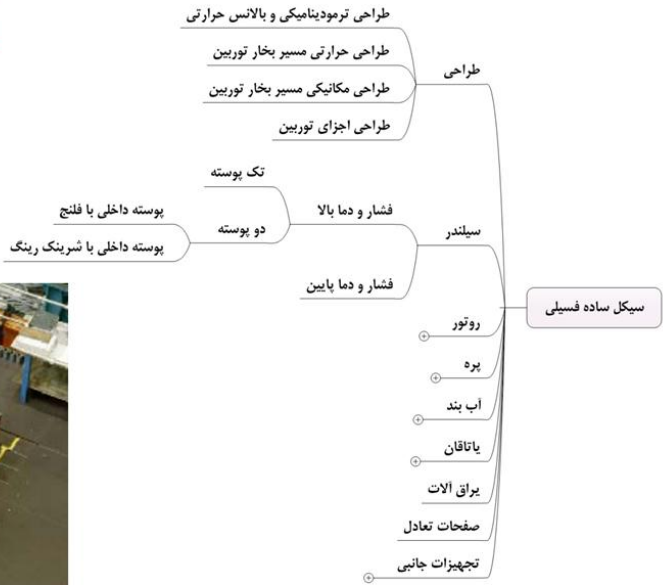
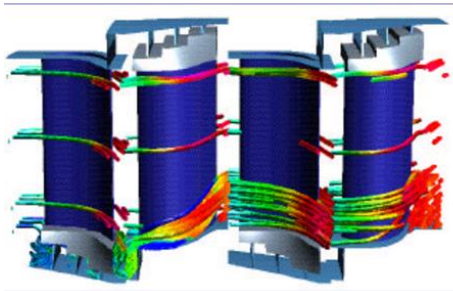
۲-۴- نتیجه گیری

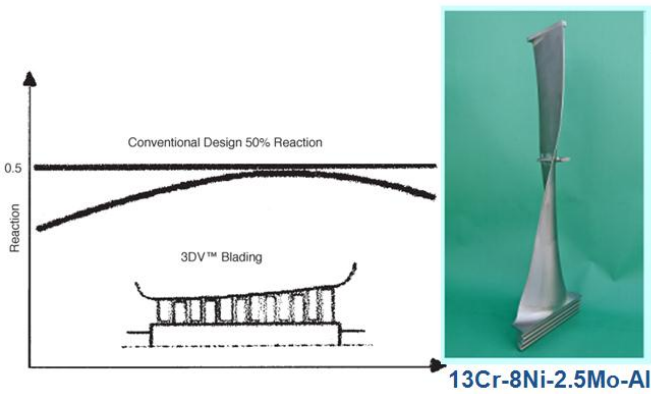
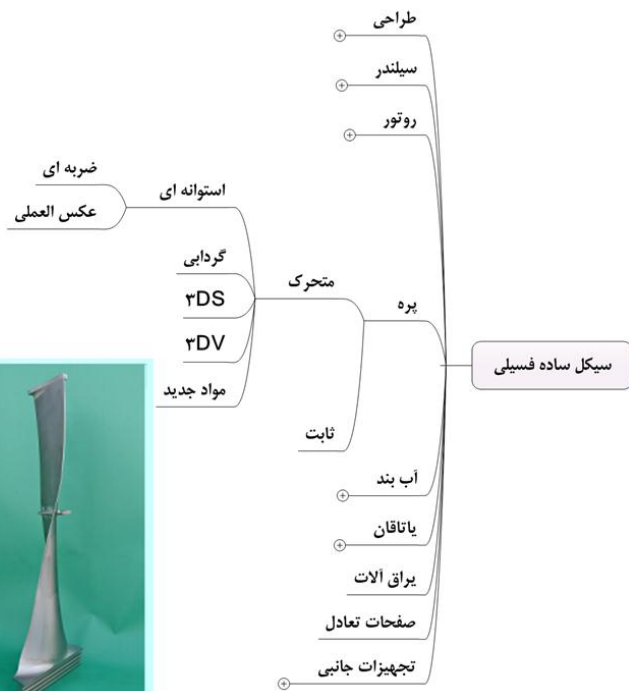
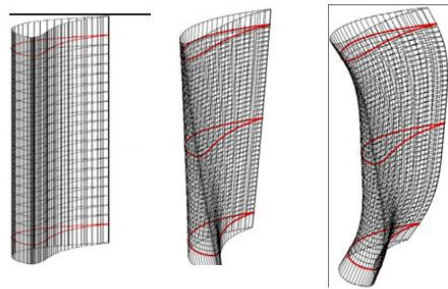
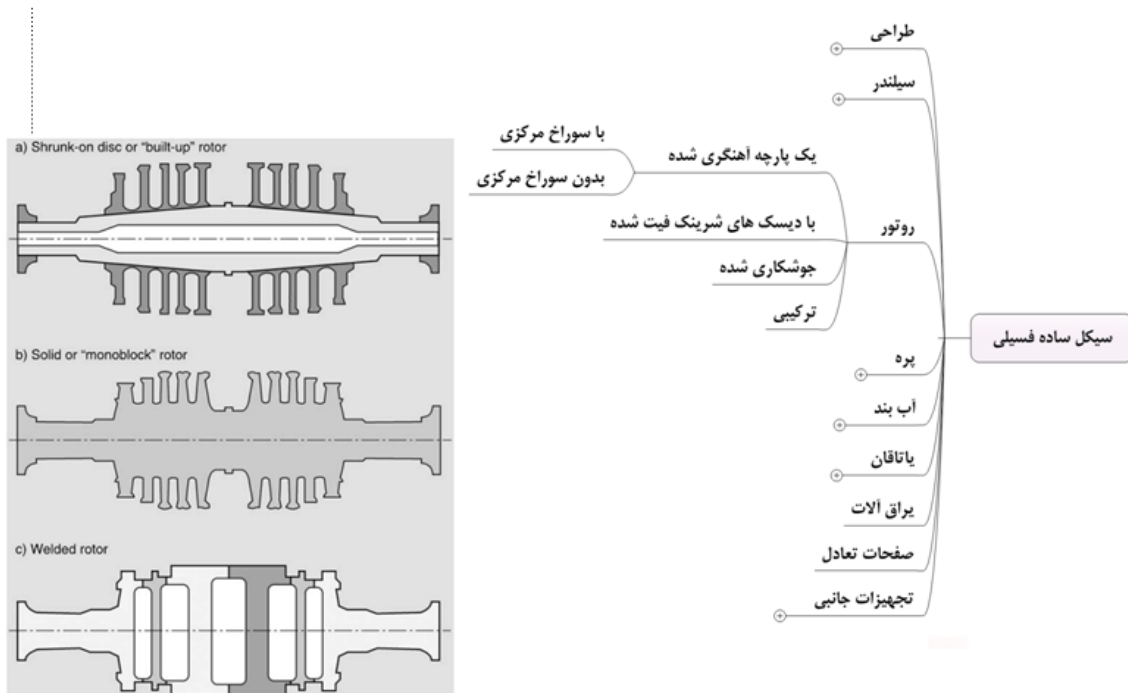
در این گزارش فناوریهای مرتبط با توربینهای بخار نیروگاهی شناسایی و زنجیره ارزش تولید محصول نهایی بنام توربین بخار ارائه شد. توربینهای بخاری دارای فناوریهای مربوط به پره، روتور، پوسته، یاتاقان، آببند و ... است که در درخت فناوری به همراه فناوریهای جزءتر ارائه گردید. زنجیره ارزش این فناوری شامل تولید مواد خام اولیه عمدتاً فولاد سوپرآلیاژ، آهنگری، ماشینکاری، موتناژ و ساخت و .. می باشد.

توربینهای بخاری نیروگاهی در آینده به سمت نیروگاههای با نرخ حرارتی پایین تر به منظور داشتن بازدهی بالا، تولید کمتر گازهای گلخانه‌ای پیش خواهد رفت. فناوریهای مربوط به توربینهای ماوراء بحرانی پیشرفته توسعه یافته و عمده توربینهای با فناوریهای گذشته به سمت بهسازی با فناوریهای جدید مربوط به اجزاء پیشرفته خواهند رفت. استفاده از پره‌های بلند در ردیف آخر توربین به منظور کوچک تر نمودن طول مجموعه و کاهش وزن و کاهش نسبت وزن به توان خروجی نیز جزء اولویتهای فناوری می باشد.

ضمائم

جزییات درخت فناوری در اشکال زیر آورده شده است.





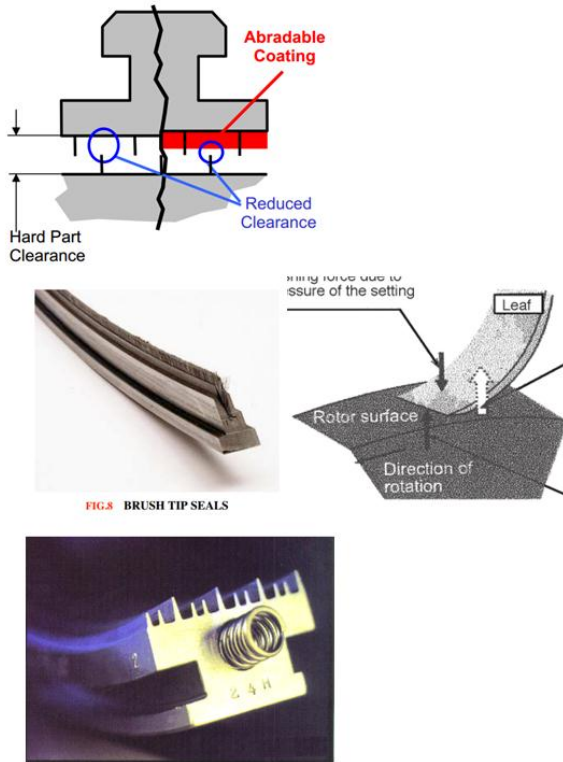
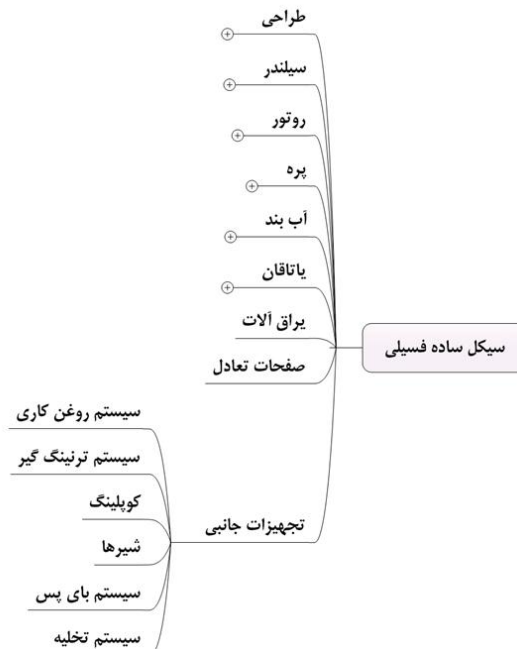
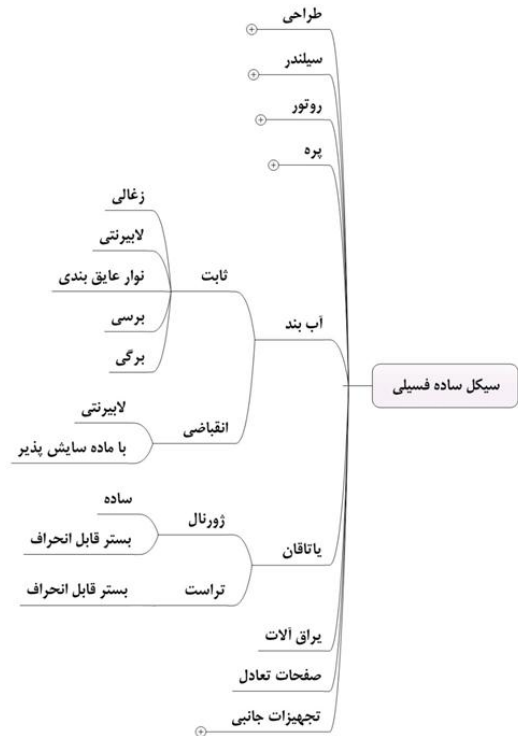


FIG.8 BRUSH TIP SEALS



منابع

1. **Leyzerovich, Alexander.** *Large Power Steam Turbines: Design and Operation.* Tulsa, Oklahoma : PennWell Publishing Company, 1997.
2. *Enhancement of energy efficiency and loading of steam turbines through retrofitting 2-d designs with 3-d designs.* **Bhatt, M Siddhartha.** s.l. : Journal of Scientific & Industrial Research, 2011, Vol. 70.
3. *Development of 3,600-rpm 50-inch/3,000-rpm 60-inch Ultra-long Exhaust End Blades.* s.l. : Mitsubishi Heavy Industries, 2009, Vol. 46.
4. **Leyzerovich, Alexander S.** *Steam turbines for modern fossil-fuel power plants.* Lilburn, GA : The Fairmont Press, Inc., 2008.
5. **Logan, Earl and Roy, Ramendra.** *Handbook of Turbomachinery.* s.l. : Marcel Dekker, Inc., 2003.
6. *Technology Roadmap; High-Efficiency, Low-Emissions Coal-Fired Power Generation.* s.l. : International Energy Agency, 2012.

فهرست مطالب

۱- فصل اول: تدوین چشم انداز	۱
۱-۱- مقدمه	۲
۲-۱- مطالعات تطبیقی	۸
۱-۲-۱- چین (۱)	۸
۱-۱-۲-۱- چشم انداز	۹
۲-۱-۲-۱- سیاستها	۹
۳-۱-۲-۱- سیر تاریخی اقدامات (۱)	۱۲
۴-۱-۲-۱- قدم های چین در زمینه توسعه فناوری بخاری	۱۴
۵-۱-۲-۱- دورنمای فناوری تولید نیرو از زغال سنگ در چین	۱۵
۶-۱-۲-۱- برنامه های آینده چین برای توسعه و افزایش ظرفیت و بازدهی تکی نیروگاه ها	۱۷
۷-۱-۲-۱- مراحل نقشه راه تحقیق و توسعه فناوری ماورای بحرانی ۷۰۰ درجه چین	۲۰
۸-۱-۲-۱- برنامه عمل تحقیق و توسعه فناوری ماورای بحرانی ۷۰۰ درجه چین	۲۱
۹-۱-۲-۱- اقدامات شرکت CPI در تولید توان فسیلی تمیز (۲)	۲۱
۲-۲-۱- هند (۳)	۲۳
۱-۲-۲-۱- چشم انداز صنعت برق هند	۲۴
۲-۲-۲-۱- اقدامات هند (۳)	۲۴
۳-۲-۱- کره جنوبی (۴)	۲۷
۱-۳-۲-۱- برنامه	۲۷
۲-۳-۲-۱- بازدهی انرژی	۲۸
۳-۳-۲-۱- ساختار برق کره (۵)	۲۹

- ۱-۲-۳-۴- شرکت دوسان (۶) ۳۰
- ۱-۲-۴- ترکیه (۷) ۳۲
- ۱-۲-۴-۱- ساختار برق ترکیه (۷) ۳۳
- ۱-۲-۴-۲- استراتژی ها، سیاست ها و برنامه ها ۳۴
- ۱-۳- بررسی اسناد بالادستی ۳۶
- ۱-۴- تبیین ابعاد چشم انداز ۳۹
- ۱-۴-۱- بیانیه اولیه چشم انداز ۴۰
- ۲- فصل دوم: تدوین اهداف کلان ۴۲
- ۱-۲- مقدمه ۴۳
- ۲-۲- گامهای ضروری در تدوین اهداف ۴۶
- ۲-۳- نتایج حاصل از بررسی گزارش اسناد بالادستی ۴۸
- ۲-۴- نتایج حاصل از بررسی چشم انداز تدوین شده ۴۹
- ۲-۵- نتایج حاصل از نظرات خبرگان ۵۰
- ۲-۶- اهداف کلان ۵۲
- ۳- فصل سوم: تدوین راهبردها ۵۳
- ۱-۳- مقدمه ۵۴
- ۲-۳- اولویت بندی ۵۵
- ۳-۱-۲-۱- متدولوژی تعیین جذابیت و قابلیت / مطلوبیت - امکان پذیری ۵۵
- ۳-۲-۲- جذابیت / مطلوبیت ۵۶
- ۳-۱-۲-۲- معیارهای جذابیت در فناوریهای بالغ (دورههای اواخر رشد و بلوغ) ۵۶
- ۳-۲-۲- معیارهای جذابیت در فناوریهای نوظهور (دورههای جنینی و اوایل رشد) ۵۸
- ۳-۲-۳- قابلیت / امکان پذیری ۵۹
- ۳-۲-۴- ترسیم ماتریسهای مطلوبیت - امکان پذیری / جذابیت - قابلیت ۶۲

- ۳-۳- تعیین جذابیت در حوزه توربینهای بخار نیروگاهی ۶۵
- ۳-۳-۱- تعیین جذابیت فناوریهای توربین بخار نیروگاهی ۷۰
- ۳-۴- تعیین توانمندی در فناوریهای توربین بخار نیروگاهی ۷۲
- ۳-۴-۱- تعیین سطح توانمندی فناوریهای توربین بخار نیروگاهی ۷۳
- ۳-۵- ترسیم ماتریس جذابیت- توانمندی ۷۴
- ۳-۶- نهایی سازی اولویتهای توسعه فناوری توربینهای بخاری نیروگاهی برای کشور ۷۵
- ۳-۷- سبک اکتساب فناوریهای اولویتدار توربینهای بخار نیروگاهی ۷۵
- ۳-۷-۱- تشریح مدل سبک اکتساب ۷۶
- ۳-۷-۲- ارزیابی معیارهای سبک اکتساب ۷۹
- ۳-۷-۳- نتیجه گیری و انتخاب روش مناسب اکتساب ۸۳
- فصل چهارم: نتیجه گیری ۸۵
- ۴- پیوست ۸۷
- ۵- مراجع ۹۴

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱. چارچوب پیشنهادی در چشم‌انداز پردازی ۶
- شکل ۲-۱. بهبود بازدهی حرارتی با گذشت زمان (۱) ۱۰
- شکل ۳-۱. مقایسه بازدهی حرارتی (۱) ۱۰
- شکل ۴-۱. روند توسعه فناوری توربین بخار در چین (۱) ۱۱
- شکل ۵-۱. بهبود اثرات زیست محیطی نیروگاه‌های حرارتی با گذشت زمان (۱) ۱۲
- شکل ۶-۱. کسر فناوری های SC و USC از کل توان حرارتی نصب شده در سال های مختلف در چین (۱) ۱۳
- شکل ۷-۱. کسر فناوری های SC و USC از کل توان حرارتی نصب شده در سال ۲۰۰۹ در چین و چند کشور نمونه (۱) ۱۳
- شکل ۸-۱. نیروگاه Qinbei (۱) ۱۴
- شکل ۹-۱. نیروگاه Yuhuan (۱) ۱۴
- شکل ۱۰-۱. ترکیب توان چین در سال ۲۰۱۵ (۲) ۱۶
- شکل ۱۱-۱. ترکیب توان چین در سال های ۲۰۰۵ (چپ) و ۲۰۱۱ (راست) (۲) ۱۶
- شکل ۱۲-۱. توسعه کل ظرفیت نصب شده در هند (۳) ۲۳
- شکل ۱۳-۱. چشم انداز ترکیب توان الکتریکی در کره جنوبی (۴) ۲۷
- شکل ۱۴-۱. چشم انداز تولید و ظرفیت واحد های با سوخت زغال سنگ (۴) ۲۸
- شکل ۱۵-۱. تولید توان از زغال سنگ با بازدهی بالا و نشر آلودگی پایین (HELE) (۴) ۲۹
- شکل ۱۶-۱. رشد فناوری شرکت KOSEP (۵) ۳۰
- شکل ۱۷-۱. تولید توان از منابع مختلف در ترکیه، ۱۹۷۳ الی ۲۰۰۸ (۷) ۳۳
- شکل ۱-۲. ویژگی‌های اهداف کلان ۴۶
- شکل ۲-۲. روش پیشنهادی برای تدوین اهداف کلان ۴۸
- شکل ۳-۱. رابطه سلسله‌مراتبی مولفه‌های راهبرد ملی فناوری ۵۴

- شکل ۳-۲. ماتریس جذابیت- قابلیت (منطقه اولویت)..... ۶۲
- شکل ۳-۳. ماتریس جذابیت- قابلیت (منطقه اولویت الف)..... ۶۳
- شکل ۳-۴. ماتریس جذابیت- قابلیت (امکان پذیری)..... ۶۳
- شکل ۳-۵. تقسیم‌بندی ماتریس جذابیت-قابلیت..... ۶۴
- شکل ۳-۶. نمودار قیمت نیروگاه ها بر اساس اندازه و مگاوات نیروگاه..... ۶۹
- شکل ۳-۷. ارزیابی جذابیت فناوری های توربین بخار نیروگاهی..... ۷۲
- شکل ۳-۸. ماتریس جذابیت-امکان پذیری برای ۴ نیاز و اولویت توسعه تکنولوژی توربین بخاری..... ۷۴
- شکل ۳-۱۰. نمودار سبک اکتساب..... ۷۹
- شکل ۳-۱۱. نمودار چرخه عمر فناوری..... ۸۲

فهرست جداول

- جدول ۱-۱ استاندارد نشر آلاینده های هوا برای نیروگاه های حرارتی (واحد: mg/m^3) (۲) ۱۱
- جدول ۱-۲. برنامه زمانبندی چین برای توسعه ماوراء بحرانی ۷۰۰ درجه. (۱)..... ۲۱
- جدول ۱-۳ منابع انرژی فسیلی اثبات شده در هند، چین، کشورهای عضو OECD در اروپا، آمریکا و جهان (۳) ۲۴
- جدول ۱-۴ ترکیب تولید و ظرفیت بر اساس منبع انرژی در سال ۲۰۰۹ (۷) ۳۲
- جدول ۱-۵ استاندارد انتشار دی اکسید گوگرد برای نیروگاه های بزرگ جدید، ۲۰۰۷ (واحد: mg/m^3) (۷) ۳۵
- جدول ۱-۶ نیروگاه های بزرگ با سوخت زغال سنگ در ترکیه به همراه بازدهی حرارتی برای نیروگاه های منتخب ۳۶
- جدول ۱-۷ اسناد بالادستی ۳۷
- جدول ۱-۸. رتبه های بازدهی نیروگاههای حرارتی. ۳۸
- جدول ۱-۹ بیانیه پیشنهادی چشم انداز ۴۰
- جدول ۱-۱۰ بیانیه نهایی چشم انداز ۴۱
- جدول ۱-۲ : موارد قابل استنتاج از اسناد بالادستی برای تعیین اهداف کلان در حوزه توسعه فناوری توربینهای بخار نیروگاهی ۴۹
- جدول ۲-۳: تعیین راندمان مطلوب توربین بخار نیروگاهی ۵۰
- جدول ۲-۴: تعیین توان بیشینه تولیدی واحدهای گازی ۵۰
- جدول ۲-۵: تعیین تیپ توربین بخاری مطلوب ۵۱
- جدول ۲-۶: تعیین گزینه های دارای اهمیت در تعیین اهداف کلان توسعه توربین بخار ۵۱
- جدول ۲-۷: اوزان پاسخ های پرسشنامه تعیین گزینه های دارای اهمیت در تعیین اهداف کلان توسعه توربین بخار ۵۲
- جدول ۳-۱. سطوح قابلیت فناورانه پیشنهادی برای فناوریهای اواخر رشد و بلوغ ۶۱
- جدول ۳-۲ سطوح قابلیت فناورانه پیشنهادی برای فناوریهای دوره های معرفی و اوایل رشد ۶۱

- جدول ۳-۳. اولویتهای موجود توسعه فناوری توریتهای بخاری ۶۶
- جدول ۳-۴. جدول اوزان معیارهای جذابیت ۷۱
- جدول ۳-۵. معیارهای توانمندی فناوریهای توریتهای بخار نیروگاهی ۷۳
- جدول ۳-۶. تعیین سطح توانمندی فناوریهای توریتهای بخار نیروگاهی ۷۳
- جدول ۳-۷. حجم بازار فناوری های اولویت دار توریتهای بخار نیروگاهی ۸۰
- جدول ۳-۸. چرخه عمر فناوری های اولویت دار توریتهای بخار نیروگاهی ۸۲
- جدول ۳-۹. شکاف تکنولوژیک فناوری های اولویت دار توریتهای بخار نیروگاهی ۸۳
- جدول ۳-۱۰. سبک اکتساب فناوری های اولویت دار توریتهای بخار نیروگاهی ۸۴

فصل اول: تدوین چشم انداز

۱-۱- مقدمه

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، قابل دستیابی، 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 جهت دار 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.

از منظر چشم‌انداز، 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 می‌نمایند. 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 بر اساس 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. از بررسی این مدل‌ها و نیز مطالعات تطبیقی تدوین چشم‌انداز در تدوین اسناد دیگر، یک چارچوب کلی برای تدوین چشم‌انداز توسعه فناوری در سطح ملی استخراج می‌گردد.

در ابتدا با بررسی مدل‌های تدوین چشم‌انداز که در ادبیات مدیریت راهبردی استفاده می‌شوند، سعی می‌شود تا نسبت به چگونگی تدوین چشم‌انداز در اسناد ملی توسعه فناوری بینش حاصل شود.

مدل دیوید

بر اساس 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».

بر اساس 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 (دیوید، ۱۳۸۱). تدوین چشم‌انداز نیز با بررسی محیط داخل و خارج و نیز با دریافت بازخورد از تمام مراحل برنامه‌ریزی راهبردی صورت می‌پذیرد.

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.

مدل آلیسون

در این مدل، چشم‌انداز تصویر راهنمای موفقیت است (Allison and Kaye, 1998). 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.

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 جرقه 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.

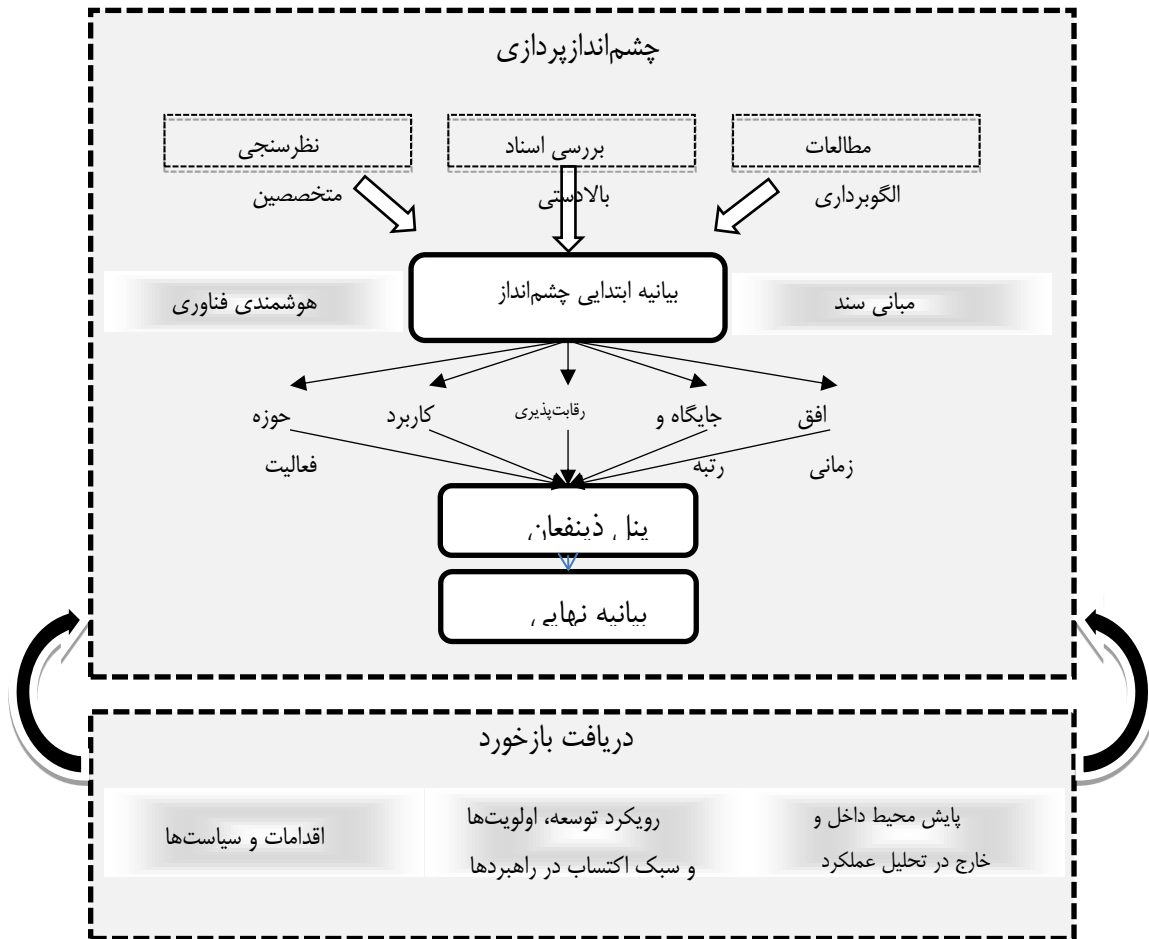
با بررسی مدل‌های تدوین چشم‌انداز بنگاهی و نیز کسب آگاهی از مطالعات تطبیقی صورت پذیرفته، ترسیم افق چشم‌انداز در چهار مرحله‌ی کلی به انجام می‌رسد. مراحل تدوین چشم‌انداز در شکل زیر نشان داده شده است.

همانطور که اشاره شد مراحل ترسیم افق چشم‌انداز در چهار مرحله‌ی کلی به شرح زیر می‌باشد:

۱) جمع‌آوری اطلاعات اولیه و ترسیم چشم‌انداز

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

- جمع‌آوری اطلاعات اولیه-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.
- جمع‌آوری اطلاعات اولیه - 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 شکل‌دادن به مؤلفه‌های چشم‌انداز نقش مهمی بر عهده دارد.
- جمع‌آوری اطلاعات اولیه - 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.



شکل ۱-۱. چارچوب پیشنهادی در چشم‌انداز پردازی

۲) 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)، به ترسیم افق چشم‌انداز 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^۱:
- در نظرگیری بعد زمان و افق برنامه‌ریزی برای ایده‌آل‌های ذکر شده در بیانیه چشم‌انداز
 - اشاره به جایگاه و رتبه‌ی عددی توانمندی فناوریانه 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)

^۱ 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.

۳) تأیید و نهایی سازی بیانیه اولیه چشم انداز

چشم انداز 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 هر یک از مؤلفه‌های آینده فناوری نیز منجر می‌شود.

۴) دریافت بازخورد از سایر مراحل

ترسیم چشم انداز باید در تعامل با گام‌های بعدی صورت پذیرد. به عبارت دیگر، چشم انداز 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 چشم انداز 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.

در ادامه به بررسی جزئیات هر یک از مراحل تدوین چشم انداز سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری توربینهای بخار نیروگاهی، پرداخته خواهد شد.

۲-۱- مطالعات تطبیقی

همان طور که در بررسی چهارچوب نظری تبیین بیانیه چشم انداز و فرآیند منتخب تدوین چشم انداز اشاره شد. بررسی ابعاد چشم اندازی توسعه فناوری توربینهای بخار نیروگاهی در سایر کشورها، منبع مناسبی است که می‌توان از آن در تدوین بیانیه چشم انداز استفاده کرد. بر اساس نظرات خبرگان، مطالعات تطبیقی در حوزه کشورهای چین، هند، کره جنوبی و ترکیه صورت گرفت.

۱-۲-۱- چین (۱)

در سال ۲۰۱۰ در چین نیروگاه‌های حرارتی ۷۴٪ از کل ظرفیت نصب شده و ۸۰/۸٪ از توان تولیدی را تشکیل می‌دادند. از این مقدار سهم نیروگاه زغال سنگ ۹۲٪ از کل ظرفیت نصب شده و ۹۵/۲٪ از توان تولیدی بوده است. در پایان سال ۲۰۱۱ تعداد نیروگاه‌های ماورای بحرانی ۶۰۰ و ۱۰۰۰ مگاوات به ترتیب ۱۹۴ و ۳۹ واحد بوده است.

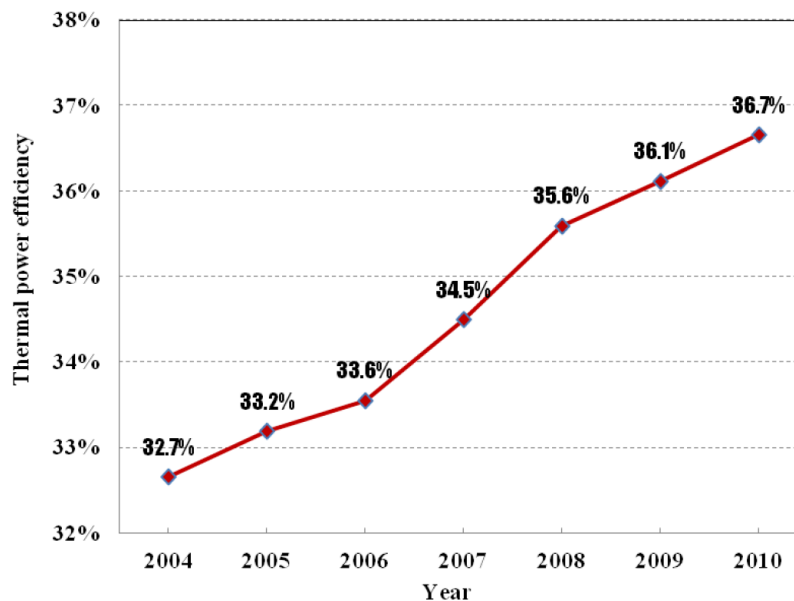
۱-۲-۱- چشم انداز

رسیدن به بازدهی بالا و توسعه توان حرارتی تمیز با تقویت تحقیق و توسعه فناوری های توان ماورای بحرانی به عنوان چشم انداز کشور چین در نظر گرفته شده است.

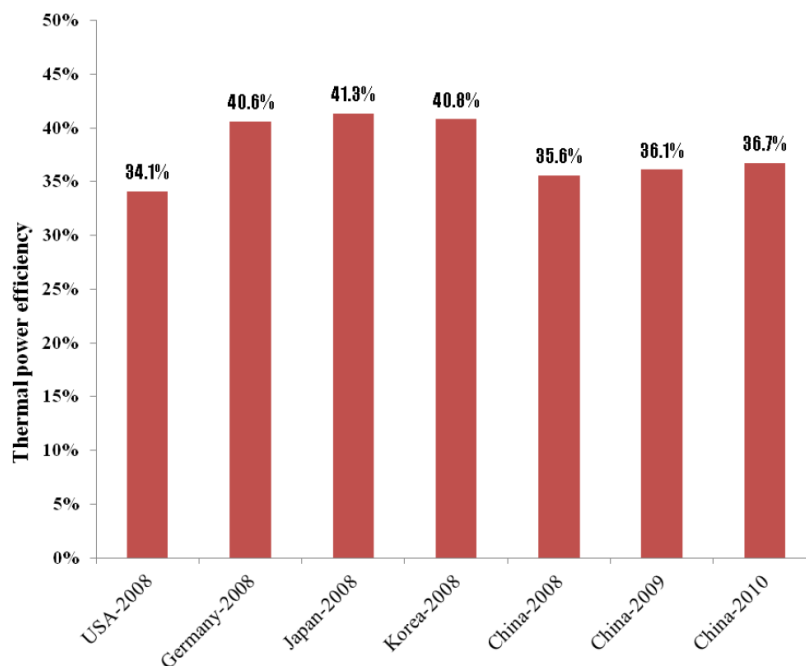
۱-۲-۱- سیاستها

دولت چین یک سری سیاست های زیست محیطی اعمال نموده است که به تدریج نیروگاه های با فشار پایین و متوسط و سایز کوچک از رده خارج شوند و نیروگاه های با بازده و ظرفیت بالا تولید گردند. به این ترتیب ظرفیت متوسط هر واحد و بازدهی آنها به تدریج افزایش و نشر آلودگی کاهش می یابد. به عنوان مثال می توان موارد زیر را بیان کرد.

- در برنامه ۵ ساله یازدهم (۲۰۱۰-۲۰۰۶) مقدار ۷۲۰۰۰ مگاوات از نیروگاه های با ظرفیت کمتر از ۲۰۰ مگاوات خاموش شدند.
- بازدهی از ۳۲/۷٪ در سال ۲۰۰۴ به ۳۳/۶ در ۲۰۰۶ و ۳۶/۷ در سال ۲۰۱۰ رسید. رشد بازدهی در شکل ۱-۲ دیده می شود. البته هنوز این مقدار از آلمان و کره و ژاپن کمتر است. اما بیشتر از آمریکا می باشد. (شکل ۱-۳)

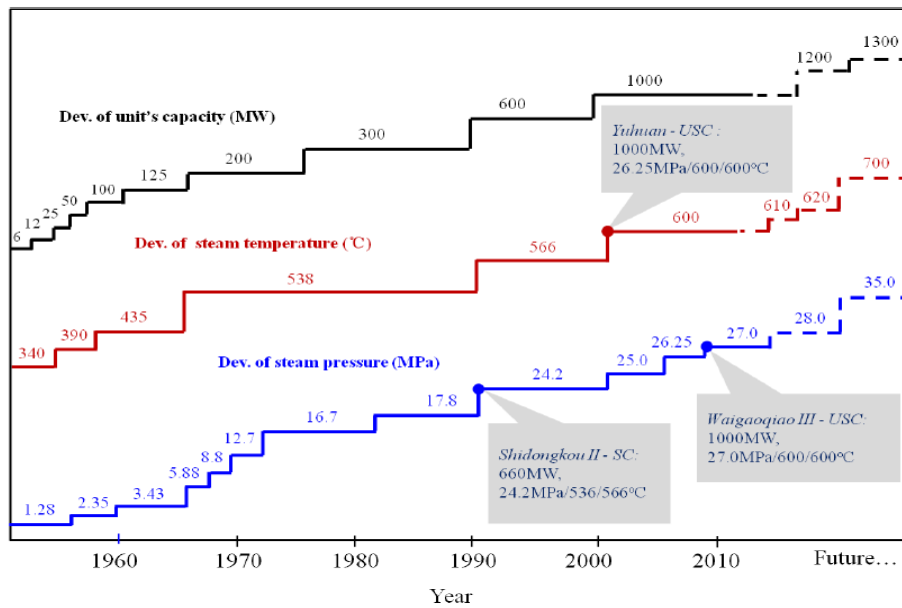


شکل ۱-۲. بهبود بازدهی حرارتی با گذشت زمان (۱)



شکل ۱-۳. مقایسه بازدهی حرارتی (۱)

نتیجه چنین سیاست هایی افزایش ظرفیت و شرایط بخار نیروگاه های حرارتی چین مطابق نمودار شکل ۱-۴ است.



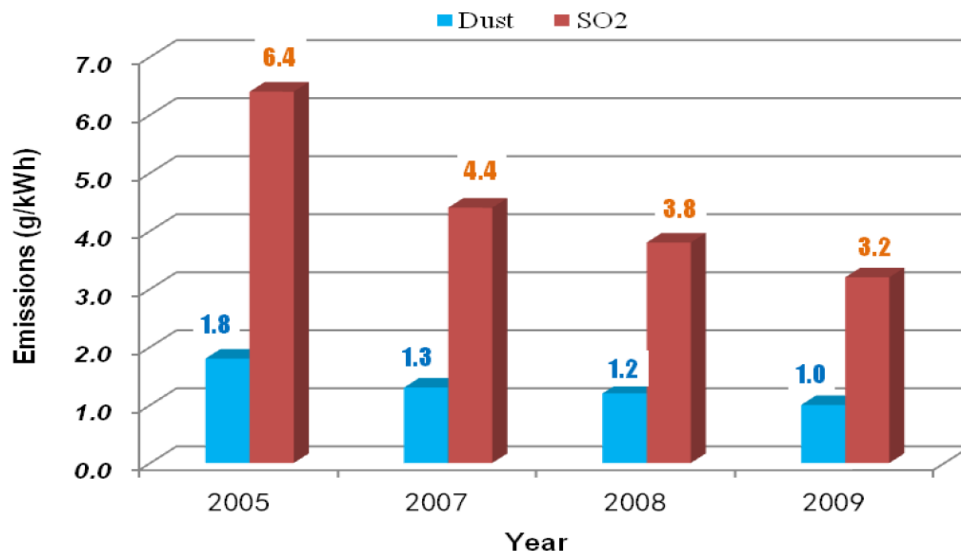
شکل ۱-۴. روند توسعه فناوری توربین بخار در چین (۱)

به موازات افزایش بازدهی، استانداردهای زیست محیطی سخت گیرانه تری نیز در چین به کار گرفته شده است. دولت چین در سال ۱۹۹۱ اولین استاندارد آلاینده‌های نیروگاه‌های حرارتی را تدوین، و سپس در سال‌های ۱۹۹۶، ۲۰۰۳ و ۲۰۱۱ این استاندارد را بازبینی و اصلاح کرد که در هر بازبینی قوانین سخت گیرانه تر شدند. مقدار مجاز در این استاندارد‌ها به صورت جدول ۱-۱ است.

جدول ۱-۱ استاندارد نشر آلاینده‌های هوا برای نیروگاه‌های حرارتی (واحد: mg/m^3) (۲)

No.	Pollutant	1991	1996	2003	2011
1	Dust	150	200	50	20
2	SO ₂	—	1200	400	50
3	NO _x	—	650	450	100
4	Mercury and compounds	—	—	—	0.03

به این ترتیب مقدار نشر دی اکسید گوگرد از $6/4 \text{ g}/\text{kwh}$ در سال ۲۰۰۵ به $3/2$ در ۲۰۰۹ رسید (شکل ۱-۵).

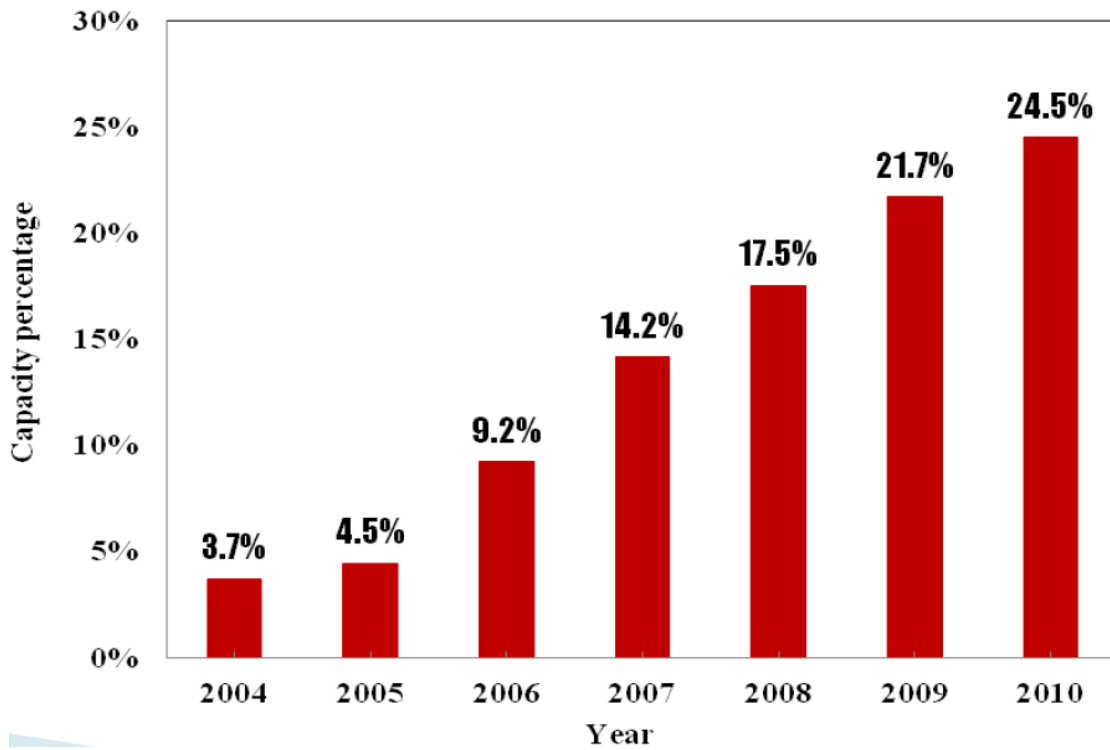


شکل ۱-۵ بهبود اثرات زیست محیطی نیروگاه های حرارتی با گذشت زمان (۱)

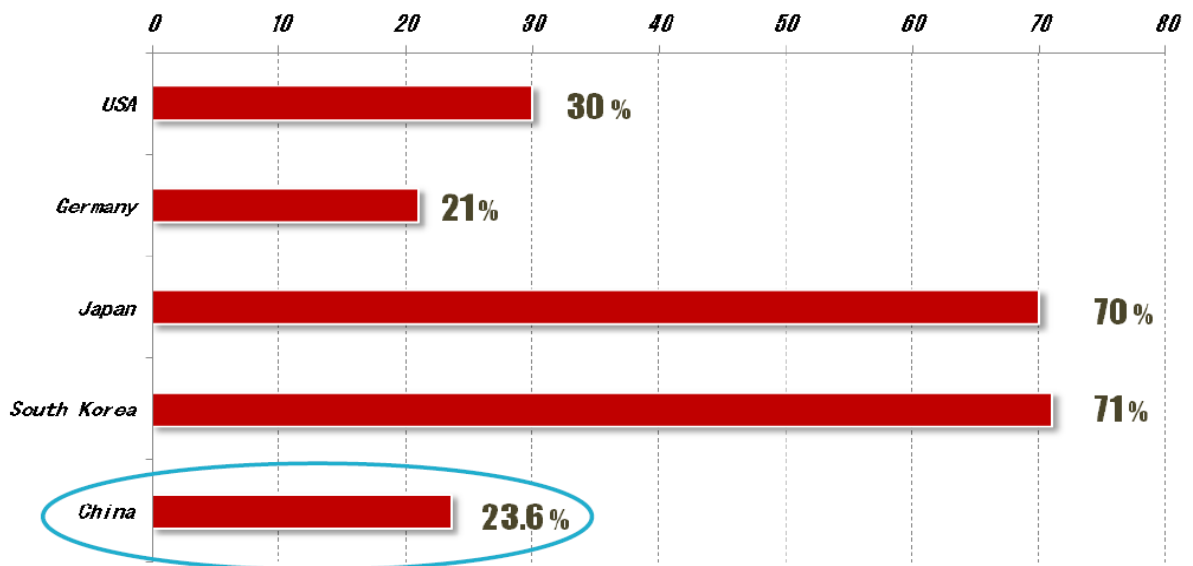
۱-۲-۱-۳- سیر تاریخی اقدامات (۱)

- نیروگاه های فوق بحرانی با ظرفیت بالا در چین از دهه ۱۹۸۰ ساخته شدند و فناوری آنها وارد شد.
- نیروگاه های فوق بحرانی با ظرفیت ۶۰۰ مگاوات در اوایل دهه ۱۹۹۰ ساخته شدند و فناوری آنها وارد شد.
- اولین نیروگاه های ۱۰۰۰ و ۶۰۰ مگاوات ماورای بحرانی در چین با وارد کردن فناوری و ساخت مشترک در قرن ۲۱ ساخته شدند.

طی این دوره آشنایی و جذب فناوری، فناوری ماورای بحرانی به دست آمد و بومی سازی شد. در پایان سال ۲۰۱۱ نیروگاه های ۱۰۰۰ مگاوات ماورای بحرانی فعال در چین به ۳۵ عدد با ظرفیت نصب شده ۳۵۲۸۰ مگاوات رسید. در این زمان فناوری های فوق بحرانی و ماورای بحرانی اصلی ترین برنامه توسعه نیروگاه های حرارتی در چین بودند. در شکل ۱-۶ کسر این فناوری ها از کل توان حرارتی نصب شده در سال های مختلف نشان داده شده است که روندی صعودی دارد. این مقدار در سال ۲۰۰۹ در کشورهای دیگر به صورت شکل ۱-۷ است.



شکل ۱-۶ کسر فناوری های SC و USC از کل توان حرارتی نصب شده در سال های مختلف در چین (۱)



شکل ۱-۷ کسر فناوری های SC و USC از کل توان حرارتی نصب شده در سال ۲۰۰۹ در چین و چند کشور نمونه (۱)

اولین نیروگاه فوق بحرانی ۶۰۰ مگاوات بومی چین نیروگاه Qinbei است که در سال ۲۰۰۴ به تولید تجاری رسید

(شکل ۸-۱).

- ▶ Commercial operation: 2004
- ▶ Capacity: $2 \times 600\text{MW}$
- ▶ Steam conditions: $24.2\text{MPa}/566/566^\circ\text{C}$
- ▶ Boiler supplier: Dongfang Electric Corporation (DEC), China
- ▶ Steam turbine and generator supplier: Haerbin Electric Corporation (HEC), China



شکل ۸-۱- نیروگاه Qinbei (۱)

اولین نیروگاه ماورای بحرانی ۱۰۰۰ مگاوات بومی چین نیروگاه Yuhuan است که در سال ۲۰۰۶ به تولید تجاری رسید

(شکل ۹-۱).

- ▶ Commercial operation: 2006
- ▶ Capacity: $4 \times 1000\text{MW}$
- ▶ Steam conditions: $26.25\text{MPa}/600/600^\circ\text{C}$
- ▶ Boiler supplier: Haerbin Electric Corporation (HEC), China
- ▶ Steam turbine and generator supplier: Shanghai Electric Corporation (SEC), China



شکل ۹-۱- نیروگاه Yuhuan (۱)

۱-۲-۴- قدم های چین در زمینه توسعه فناوری بخاری

- معرفی فناوری های پیشرفته خارجی

- ساخت و ساز مشترک
- ابداع و ارتقا
- دست یابی و تولید بومی

فناوری های وارد شده به شرح زیر هستند.

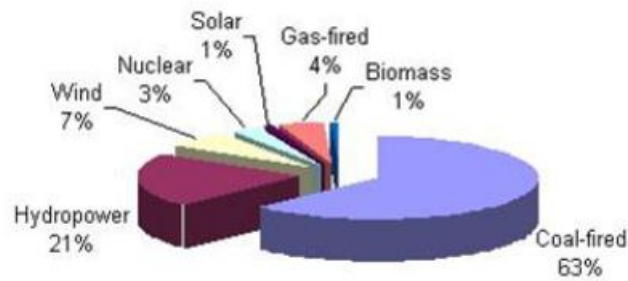
- **SEC: boiler technology from Siemens and steam turbine from Alstom**
- **DEC: boiler and steam turbine technologies from Hitachi**
- **HEC: boiler technology from Mitsubishi and steam turbine from Toshiba**

(*SEC = Shanghai Electric Corporation* ,
DEC = Dongfang Electric Corporation ,
HEC = Haerbin Electric Corporation)

به این ترتیب فناوری ماورای بحرانی ۶۰۰ و ۱۰۰۰ مگاوات در چین بومی و صنعتی شد به گونه‌ای که بعضی تولیدکنندگان به ظرفیت بیش از ۳۰۰۰۰ مگاوات در سال رسیدند و چین به طراحی مستقل نیروگاه های فوق و ماورای بحرانی رسید. ابزارهای طراحی و مدلسازی سه بعدی در طراحی نیروگاه ها به صورت گسترده استفاده می شود.

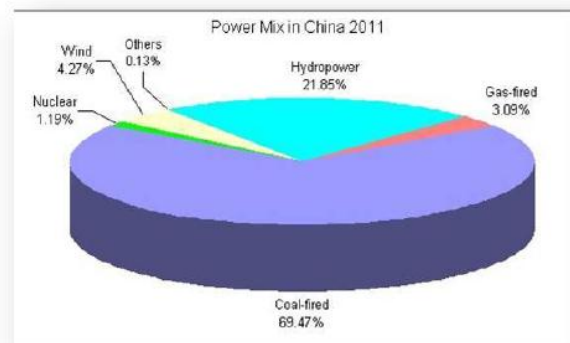
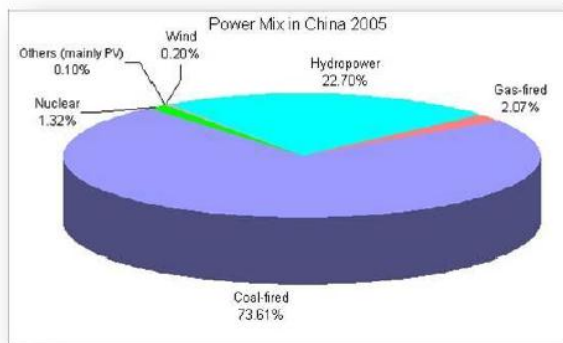
۱-۲-۱-۵- دورنمای فناوری تولید نیرو از زغال سنگ در چین

در سال ۲۰۱۵ ظرفیت نصب شده به ۱۴۳۷ گیگاوات خواهد رسید که از این مقدار سهم نیروگاه های آبی ۳۰۰ گیگاوات، هسته ای ۴۰ گیگاوات، بادی ۱۰۰ گیگاوات، خورشیدی ۱۵ گیگاوات، گازسوز ۶۰ گیگاوات و زغال سنگ ۸۹۰ گیگاوات خواهد بود (مطابق شکل ۱-۱۰).



شکل ۱-۱ ترکیب توان چین در سال ۲۰۱۵ (۲)

این آمار در سال های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۱ به صورت شکل ۱-۱ است.



شکل ۱-۱۱ ترکیب توان چین در سال های ۲۰۰۵ (چپ) و ۲۰۱۱ (راست) (۲)

افزایش بیشتر بازده تولید توان از زغال سنگ هسته نوآوری در این زمینه خواهد ماند. چین با انجام تحقیق و توسعه در زمینه واحد های زغال سنگ با پارامترهای بالاتر و ترویج و تجاری سازی ^۱IGCC مقیاس بالا و تحقیقات در زمینه ^۲CCS ابداع فناوری را قوت خواهد بخشید. برای این امر سه راه کار تدوین شده است.

(۱) ترویج توسعه و بهره برداری از فناوری ماورای بحرانی ۷۰۰ درجه سانتیگراد است. در سال ۲۰۱۱ یک اتحاد ملی برای ابداع این فناوری ایجاد شد. هدف از این اتحاد تسلط بر فناوری در سال ۲۰۱۵ و داشتن یک واحد بهره برداری شده اولیه در سال ۲۰۲۰ است.

^۱. Integrated Gasification Combined Cycle

^۲. Carbon Capture and Storage

(۲) ترویج بومی سازی فناوری IGCC در مقیاس بزرگ. چین مطالعه در مورد IGCC را از سال ۱۹۹۰ شروع کرد. طی دوازدهمین برنامه پنج ساله در ارتباط با ساخت و بهره برداری از پروژه های HGCC ابتدایی، چین توسعه فناوری مستقل را شتاب خواهد بخشید و در جهت رسیدن به جنبه های کلیدی HGCC ۴۰۰ مگاوات خواهد کوشید.

(۳) پیش روی در مطالعات CCS. پروژه آزمایشی و اولیه در پکن یعنی واحد تولید همزمان Gaobeidian قابلیت گرفتن ۳ تا ۵ هزار تن CO₂ را دارد. همچنین یک تجهیز کلاس ۱۰۰ هزار تن که دی اکسید کربن را از گاز خروجی می گیرد در واحد شماره دو Shidongkou در شانگهای کامل شده است و تجهیز ۱۰۰ هزار تن دی اکسید کربن در Chongqing Shuanghuai به صورت ثابت و پایدار کار می کند.

۱-۲-۱-۶- برنامه های آینده چین برای توسعه و افزایش ظرفیت و بازدهی تکی نیروگاه ها

- نیروگاه ماورای بحرانی ۱۰۰۰ مگاوات با دو بازگرمایش با محور سری
 - فشار ۳۰۰ تا ۳۵۰ بار و دمای ۶۰۰ تا ۶۲۰ درجه
 - بازدهی کل ۴۴٪ بر اساس LHV
 - اقتباس فناوری های قابل اطمینان توربین بخار و بویلر، استفاده از مواد با تحمل دمای بالای قابل اعتماد، به کار گیری چندین فناوری کاهش آلاینده و ذخیره ساز انرژی
 - به کار گیری فناوری های بهینه ساز مانند بازیافت گرمای گاز خروجی برای افزایش بازده
- نیروگاه ماورای بحرانی ۱۲۰۰ مگاوات با یک بازگرمایش با محور سری
 - فشار ۲۸۰ بار و دمای ۶۰۰ تا ۶۲۰ درجه
 - به کارگیری مواد با تحمل دمای بالای قابل اعتماد
 - قابلیت اطمینان فنی بالا با توسعه بویلر، توربین بخار و ژنراتور بر مبنای فناوری ماورای بحرانی ۱۰۰۰ مگاوات
- نیروگاه ماورای بحرانی ۱۳۵۰ مگاوات با دو بازگرمایش با محور موازی
 - فشار ۳۰۰ تا ۳۵۰ بار و دمای ۶۰۰ تا ۶۲۰ درجه

- بازدهی کل ۴۴٪ بر اساس LHV
- اقتباس فناوری های قابل اطمینان توربین بخار و بویلر، استفاده از مواد با تحمل دمای بالای قابل اعتماد، به کار گیری چندین فناوری کاهش آلاینده و ذخیره ساز انرژی
- قرار دادن ورودی HP درست بعد از خروجی سوپرهیتر و در نتیجه کاهش طول لوله دما بالا و کاهش هزینه
- فناوری ماورای بحرانی پیشرفته با دمای ۷۰۰ درجه سانتیگراد
- چین در تحقیق و توسعه فناوری ماورای بحرانی پیشرفته ۷۰۰ درجه در سال ۲۰۱۰ به صورت زیر درگیر شده است.

► Development goals :

- **EU:** 35MPa/700°C/720°C , net efficiency of 50~53%(LHV);
- **USA:** 35MPa/732°C/760°C, net efficiency of 51~53%(LHV);
- **Japan:** 35MPa/700°C/720°C/720°C(double reheat), net efficiency of 50~52%(LHV);
- **China:** 35MPa/700°C /720°C, net efficiency over 50% (LHV)

در سال ۲۰۱۰ تعیین شد که پروژه ماورای بحرانی ۷۰۰ درجه یک پروژه ملی باشد و تمامی شرکت های فعال در زمینه نیروگاه های بخار متحد شوند و به این پروژه کمک کنند. مأموریت این پروژه متحد به این شرح اعلام شد.

- استفاده کامل از منابع متحدان
 - تحقیق بر روی فناوری ماورای بحرانی ۷۰۰ درجه سانتی گراد
 - دستیابی به موفقیت از طریق تلاش مشترک
 - تسلط بر رمزهای فناوری و رسیدن به ساخت مستقل تجهیزات تولید توان ماورای بحرانی ۷۰۰ درجه
 - ترویج توسعه صنایع مرتبط دیگر در چین
 - کمک قابل توجه به حفاظت از انرژی و کاهش آلودگی در صنعت تولید توان الکتریکی
- ماهیت اتحاد به صورت زیر است :

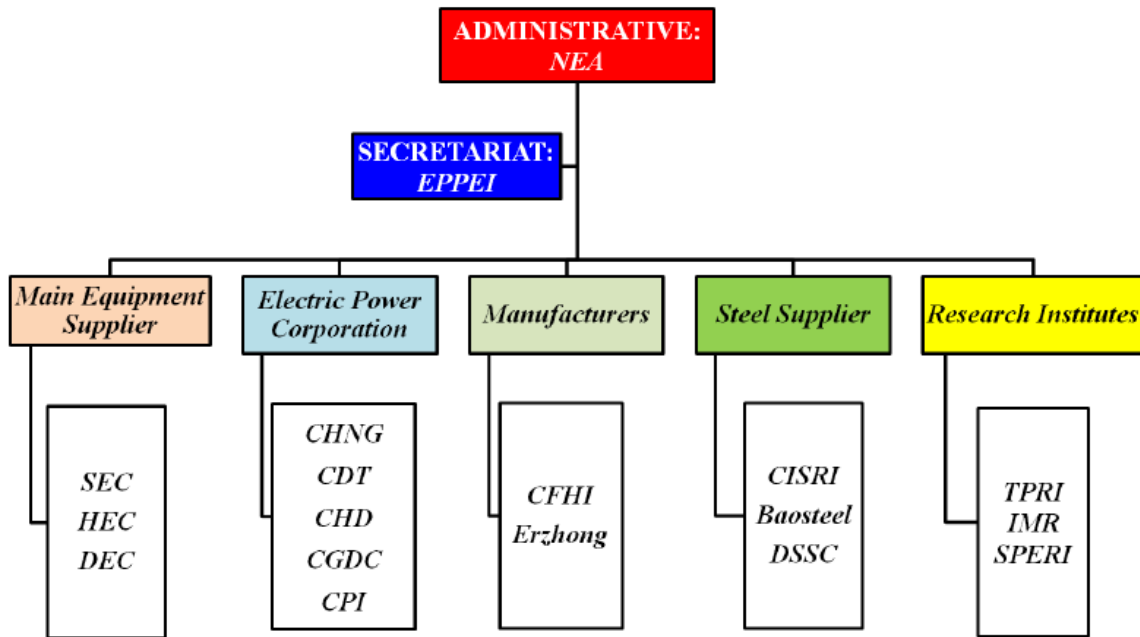
- از طرف دولت آغاز شد.

- مشارکت داوطلبانه شرکت های مشغول در تحقیق و استفاده از فناوری ماورای بحرانی با به عبارت دیگر انستیتوهای تحقیق و طراحی توان الکتریکی، قطعه سازان، اپراتورها و ...
- یک سازمان همکاری مشترک غیرانتفاعی برای ابداع فناوری که دولت آن را تأیید کرده است.
- با امضای توافق، اعضای اتحاد در سود و زیان و ریسک ها شریک میگردند و از مزایای یکدیگر استفاده می کنند.
- بدون شخصیت حقیقی

وظایف اصلی گروه مشترک

- تحقیق با تمرکز بر روی مطالعات کلی و هسته توسعه فناوری تولید توان ماورای بحرانی
- رسیدن به موفقیت فناورانه، تسلط بر رمزهای فناوری و رسیدن به ساخت مستقل تجهیزات تولید توان ماورای بحرانی ۷۰۰ درجه
- ترویج همکاری و تبادل فناورانه داخلی و بین المللی در تولید توان ماورای بحرانی ۷۰۰ درجه و شتاب دهی به انتقال دستاوردهای ابداعانه و کاربرد مهندسی
- ترویج توسعه صنایع داخلی مرتبط و ارتقای سطح فناورانه تولید توان ماورای بحرانی

اعضای کارگروه مشترک



NEA = National Energy Administration

EPPEI = Electric Power Planning and Engineering Institute

SEC = Shanghai Electric Corporation

HEC = Haerbin Electric Corporation

DEC = Dongfang Electric Corporation

CHNG = China Huaneng Group

CDT = China Datng Group

CHD = China Huadian Group

CGDC = China Guodian Group

CPI = China Power Investment Group

CFHI = China First Heavy Industries

Erzhong = China National Erzhong Group Co.

CISRI = China Iron & Steel Research Institute Group

Baosteel = Baosteel Group Corporation

DSSC = Dongbei Special Steel Group Co.

TPRI = Thermal Power Research Institute

IMR = Institute of Metal Research, Chinese Academy of Sciences

SPERI = Shanghai Power Equipment Research Institute

۱-۲-۱-۷- مراحل نقشه راه تحقیق و توسعه فناوری ماورای بحرانی ۷۰۰ درجه چین

- یادگیری از تجربه سایر کشورها در توسعه واحد ماورای بحرانی ۷۰۰ درجه؛ تولید پلتفرم تحقیق و توسعه فناوری تولید نیروی ماورای بحرانی ۷۰۰ درجه چین بر مبنای تحقیق و توسعه و دستاوردهای استعمال واحدهای ماورای بحرانی ۶۰۰ درجه؛ تسلط بر رمزهای فناوری و رسیدن به ساخت مستقل تجهیزات تولید توان ماورای بحرانی ۷۰۰ درجه
- پیشنهاد طرح فناوریانه کلی و برنامه طراحی تجهیزات کلیدی واحد ماورای بحرانی ۷۰۰ درجه
- انتخاب، توسعه، ارزیابی و بهینه سازی مواد فلزی مورد استفاده در اجزای دما بالا، تعیین سری مواد دما بالا برای واحد ماورای بحرانی ۷۰۰ درجه چین

- توسعه فناوری تولید مواد دما بالای کلیدی و فناوری ساخت تجهیزات کلیدی و تشکیل قابلیت تولید
- ساخت پلتفرم تست تأیید و انجام تست کارایی برای اجزای بحرانی
- ساخت پروژه های اولیه واحد ماورای بحرانی ۷۰۰ درجه و فهم کامل هسته فناوری تولید توان ماورای بحرانی ۷۰۰ درجه

۱-۲-۸- برنامه عمل تحقیق و توسعه فناوری ماورای بحرانی ۷۰۰ درجه چین

برنامه زمانبندی چین در جدول ۲-۱ نشان داده شده است.

جدول ۲-۱. برنامه زمانبندی چین برای توسعه ماوراء بحرانی ۷۰۰ درجه. (۱)

No.	Research Content	2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021	
		FH	SH	FH	SH	FH	SH	FH	SH	FH	SH	FH	SH	FH	SH	FH	SH	FH	SH	FH	SH	FH	SH
1	Overall design																						
2	Development of high temperature materials																						
3	Development of key components of main equipment and high temperature pipe																						
	1) Boiler tubes																						
	2) Boiler key components																						
	3) Turbine forging																						
	4) Turbine key components																						
	5) High temperature pipe																						
	6) Valves																						
4	Verification test of key components of boiler and construction of the test platform																						
	1) Design and construction of the test platform																						
	2) Verification test of key components and valves of boiler																						
5	Demo power plant																						
	1) Preparation of construction																						
	2) Construction																						
	3) Operation and experiences feedback																						

* FH = First Half of the year, SH = Second Half of the year

۱-۲-۹- اقدامات شرکت CPI در تولید توان فسیلی تمیز (۲)

به عنوان یکی از ۵ شرکت تولید کننده (Genco) دولتی در چین دارایی های CPI در ۳۱ استان، منطقه شهری و خودگردان چین و همچنین در هنگ کنگ، ماکائو و جنوب شرق آسیا پخش شده است. در تمامی موارد ترویج انرژی فسیلی تمیز مد نظر بوده است.

ظرفیت نصب شده شرکت CPI در سال ۲۰۱۱، ۷۶/۸ گیگاوات بوده است که ۵۳/۳۸ گیگاوات آن زغال سنگ، ۱/۸۷ گیگاوات گازسوز، ۱۷/۹۴ گیگاوات آبی، ۲/۷۱ گیگاوات بادی و ۳۸۰ مگاوات خورشیدی بوده است.

طی دوازدهمین برنامه پنج ساله CPI تلاش خواهد کرد که ترکیب توان خود را با بهره برداری از انرژی فسیلی تمیز و انرژی های پاک مانند باد و آب بهبود بخشد. در سال ۲۰۱۵ ظرفیت نصب شده CPI از ۱۰۰ گیگاوات خواهد گذشت که ۴۰٪ آن انرژی پاک خواهد بود.

چهار سیاست CPI برای دستیابی به هدف گفته شده به شرح زیر است.

(۱) از رده خارج کردن واحدهای حرارتی کوچک. تا سال ۲۰۰۶ ظرفیت ۱۰ گیگاوات از واحدهای زغال سنگ کوچک از رده خارج شده است.

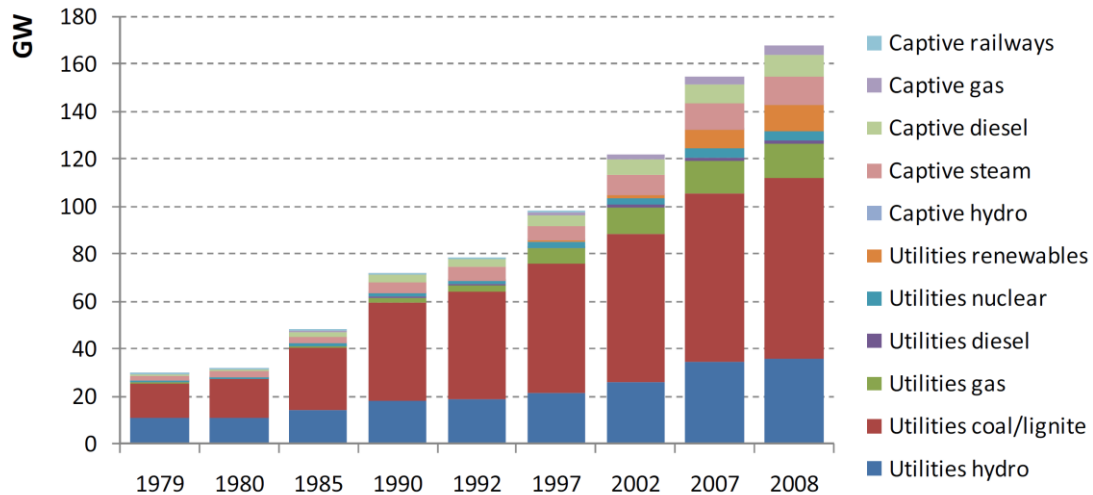
(۲) توسعه واحدهای زغال سنگ ماورای بحرانی. در انتهای سال ۲۰۱۱ تعداد واحدهای فوق بحرانی و ماورای بحرانی فعال CPI به ۲۸ رسید که جمعا ۱۹/۱۴ گیگاوات ساعت الکتریسیته تولید می کنند. این مقدار ۳۵٪ از کل ظرفیت نصب شده زغال سنگ است.

(۳) دستیابی به نیازها و الزامات زیست محیطی. نسبت واحدهای حرارتی دارای FGD به کل واحدهای حرارتی از ۱۳/۶۶٪ در سال ۲۰۰۵ به ۹۸/۹٪ در سال ۲۰۱۱ رسیده است. در انتهای ۲۰۱۱، CPI ۲۴ واحد حرارتی با تجهیزات کنترل NOx داشته است که جمعا ۱۲/۶۲ گیگاوات از تولید توان را تشکیل می داده اند. برنامه ریزی شده است که در سال ۲۰۱۴ همگی واحدها استاندارد جدید آلاینده را رعایت کنند.

(۴) تحقیق و تولید نمونه های IGCC و CCS. شرکت CPI بر روی فناوری IGCC تحقیقات گسترده ای انجام داده است. برنامه این شرکت این است که پروژه ۲X۴۰۰ مگاوات تولید چندگانه (توان، بخار و هیدروژن) در شانگهای انجام دهد. مطالعات در این مورد در حال انجام است. برای مطالعه و دستیابی به CCS، شرکت CPI امکانات گرفتن دی اکسید کربن تا ۱۰ هزار تن را در شانگهای در ژانویه سال ۲۰۱۰ کامل کرد. ظرفیت این واحد تصفیه ۵۰ میلیون متر مکعب گاز حاصل از احتراق در سال است که به تولید سالانه ۱۰ هزار تن دی اکسید کربن صنعتی می انجامد.

۱-۲-۲- هند (۳)

در سال ۲۰۱۱ کل ظرفیت نصب شده در هند ۱۸۱۵۵۷ مگاوات بوده است که از این مقدار ۵۴/۸۱٪ سهم زغال سنگ و ۹/۷۵٪ سهم گاز بوده است. توسعه تولید الکتریسیته در هند به صورت شکل ۱-۱۲-۱ بوده است.



شکل ۱-۱۲ توسعه کل ظرفیت نصب شده در هند (۳)

طی دوازدهمین برنامه پنج ساله از سال ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۷ افزایش ظرفیت ۸۸۵۰۰ مگاوات پیش بینی شده است. این افزایش ظرفیت در سیزدهمین برنامه پنج ساله ۹۳۰۰۰ مگاوات است. اصلی ترین سوخت نیز همچنان زغال سنگ خواهد بود بنابراین بیشترین برنامه ریزی در استفاده از این سوخت با آلودگی کمتر انجام شده است. با توجه به نیاز هند برای افزایش سریع ظرفیت واحدهای بزرگ با سوخت زغال سنگ بهترین گزینه تشخیص داده شده است. استفاده از این واحدها منجر به افزایش بازدهی، کاهش مصرف زغال سنگ، کاهش نیاز به آب و کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای به ازای توان تولیدی می‌شود. هند با ۵۸/۶ میلیارد تن منبع زغال سنگ ۷٪ از کل منابع دنیا را در اختیار دارد (جدول ۱-۳-۱). در این زمینه هند پس از آمریکا، چین، روسیه، انگلیس و لهستان در رده ششم قرار دارد. اما منابع نفت و گاز این کشور در مقایسه با سایر کشورهای نام برده شده بسیار کم است.

جدول ۱-۳ منابع انرژی فسیلی اثبات شده در هند، چین، کشورهای عضو OECD در اروپا، آمریکا و جهان (۳)

	Unit	India	China	OECD Europe	United States	World
Hard coal	bt	58.6	114.5	18.5	238.3	826
Crude oil	Mtoe	769	3 300	2 219	3 700	170 800
Natural gas	bcm	1 050	2 455	5 044	6 730	185 020
Uranium	kt	141	44	469	2 952	14 243
Thorium	kt	319		476	400	2 573

Sources: BGR, 2009; IEA, 2010a; NEA/IAEA, 2008.

۱-۲-۲-۱- چشم انداز صنعت برق هند

تبدیل هند به کشور قابل انتخاب برای تولید تجهیزات الکتریکی و رسیدن به خروجی ۱۰۰ میلیارد دلار آمریکا با بالانس صادرات و واردات به عنوان چشم انداز کشور هند در نظر گرفته شده است.

۱-۲-۲-۱- اقدامات هند (۳)

دولت هند و آژانس ها و انستیتوهای آن اخیراً استراتژی ها و برنامه هایی در مورد فناوری بخش نیرو توسعه داده اند. دولت هند در سال ۲۰۰۶ اولین سیاست انرژی مجتمع^۱ را منتشر کرد. چشم انداز و هدف این سند تأمین تقاضای انرژی با امنیت و تناسب و قابلیت اطمینان و بازدهی بالا و آلودگی پایین با کمترین هزینه بود. این سند چهار حوزه زغال سنگ، بازدهی، تجدیدپذیر و برنامه ریزی ظرفیت را شامل می شد.

بر اساس سند گفته شده تا سال ۲۰۳۲ و احتمالاً بعد از آن زغال سنگ به عنوان منبع اصلی الکتریسیته باقی خواهد ماند. در این سند در حوزه زغال سنگ برنامه هایی برای استفاده بهتر از این منبع ارائه شده است. به عنوان مثال می توان توسعه گازی سازی در محل برای استفاده از منابعی که با فناوری روز قابل استفاده نیستند و یا فناوری های شست و شوی زغال سنگ را نام برد.

^۱Integrated Energy Policy-IEP

در زمینه بازدهی، برنامه ریزی شده است که بازدهی کلی^۱ از ۳۰/۵٪ در ۲۰۰۶ به ۳۴٪ افزایش یابد. همه نیروگاه های جدید باید از فناوری های با بازدهی حداقل ۳۸٪ تا ۴۰٪ استفاده نمایند. همچنین هند به افزایش زیاد منابع تحقیق و توسعه مرتبط با انرژی نیاز دارد. همفکری تمامی سازمان ها و همکاری بین المللی در این زمینه مورد نیاز است.

دولت هند در ماه جولای سال ۲۰۰۸ اولین برنامه عمل ملی در زمینه تغییرات اقلیم^۲ را منتشر کرد که تأکید بر رشد اقتصادی بالا و تأثیر کم بر روی اقلیم داشت. NAPCC هشت مأموریت ملی هسته را برای توسعه و استفاده از فناوری های جدید تعریف کرد که مأموریت ملی در بازدهی انرژی بالا^۳ و مأموریت خورشیدی ملی جواهرلعل نهرو به طور خاص بر بخش انرژی تمرکز دارند. هند در جولای ۲۰۱۰ مالیات کربن را برای استفاده از زغال سنگ مصوب کرد. درآمد حاصله از این طریق صرف تحقیق بر انرژی پاک و برنامه ریزی برای آسیب های محیطی می گردد.

مؤسسه NAPCC^۴ در دولت هند بر استفاده از فناوری های پاک زغال سنگ مانند فوق بحرانی، ماورای بحرانی و IGCC تأکید دارد که نشر دی اکسید کربن را کاهش و بازدهی را افزایش می دهند.

تولید توان از زغال سنگ در هند کلا با فناوری زیر بحرانی صورت می گیرد. نیروگاه های با سوخت زغال سنگ در مناطق نزدیک به معادن و یا مناطق با تقاضای برق بالا قرار دارند. فعالیت هند برای توسعه توان زغال سنگ در حال حاضر بر روی فناوری فوق بحرانی ۶۶۰ تا ۸۰۰ مگاوات است. در سال ۲۰۱۰ در ۱۱ سایت نیروگاهی ۳۷ واحد فوق بحرانی با ظرفیت ۲۶ گیگاوات در دست ساخت بوده است. این واحدها دارای فشار اصلی ۲۴۷ بار و دمای ۵۶۵ درجه اصلی و ۵۹۳ درجه بازگرمایش و بازدهی کل ۴۰٪ هستند. در دوازدهمین و سیزدهمین برنامه پنج ساله به ترتیب نصف و تمام واحدهای جدید باید حداقل فوق بحرانی باشند. البته در برنامه های پنج ساله بازتوانی و بهسازی واحدهای قدیمی نیز دیده شده است.

¹ Gross efficiency

² National Action Plan on Climate Change-NAPCC

³ National Mission on Enhanced Energy Efficiency-NMEEE

⁴ National Action Plan on Climate Change

در آینده نزدیک نیروگاه های ماورای بحرانی در برنامه نصب قرار می گیرند. برای گسترش فناوری ماورای بحرانی و تأمین توربین های مورد نیاز شرکت آستوم و بهارات^۱ در هند در سال ۲۰۰۷ قرارداد جوینت-ونچر امضا کرده اند. همچنین قرارداد جوینت ونچر L&T-MHI برای تأمین بویلر و ژنراتور تا ظرفیت ۱۰۰۰ مگاوات بسته شده است و تجهیزات مورد نیاز در این زمینه نیز قابل تولید هستند.

شرکت بهارات به همراه مرکز تحقیقات اتمی ایندیرا گاندی^۲ و بنگاه ملی توان حرارتی^۳ در حال تحقیق و توسعه بر روی فناوری ماورای بحرانی هستند. این پروژه که توسط بخش صنایع سنگین^۴ وزارت صنایع سنگین و اقتصاد عمومی^۵ هند پشتیبانی مالی می گردد به زودی اجرا می شود و باید تا سال ۲۰۱۵ کامل گردد و اولین نیروگاه در ۷ سال به بهره برداری برسد. زمانی که فناوری به دست آمد تمامی تولیدکننده های قدرت مستقل باید آن را قبول کنند. هزینه این پروژه ۱۲۵۰ کرور روپیه معادل ۲۵۰ میلیون دلار برآورد شده است. مباحث دیگری که تحقیق و توسعه بر روی آن انجام می گیرد به شکل زیر است.

- متالورژی و مواد اجزای دما و فشار بالای توربین و بویلر
- بهینه سازی سیکل فوق بحرانی
- بهسازی بویلر فوق بحرانی به بویلر زغال سنگ پودری زیر بحرانی
- سیکل بخار فوق بحرانی بستر سیال
- بویلرهای با دو و سه بازگرمایش فوق بحرانی

¹Bharat Heavy Electricals Ltd-BHEL

²Indira Gandhi Centre for Atomic Research-IGCAR

³National Thermal Power Corporation-NTPC

⁴Department of Heavy Industry

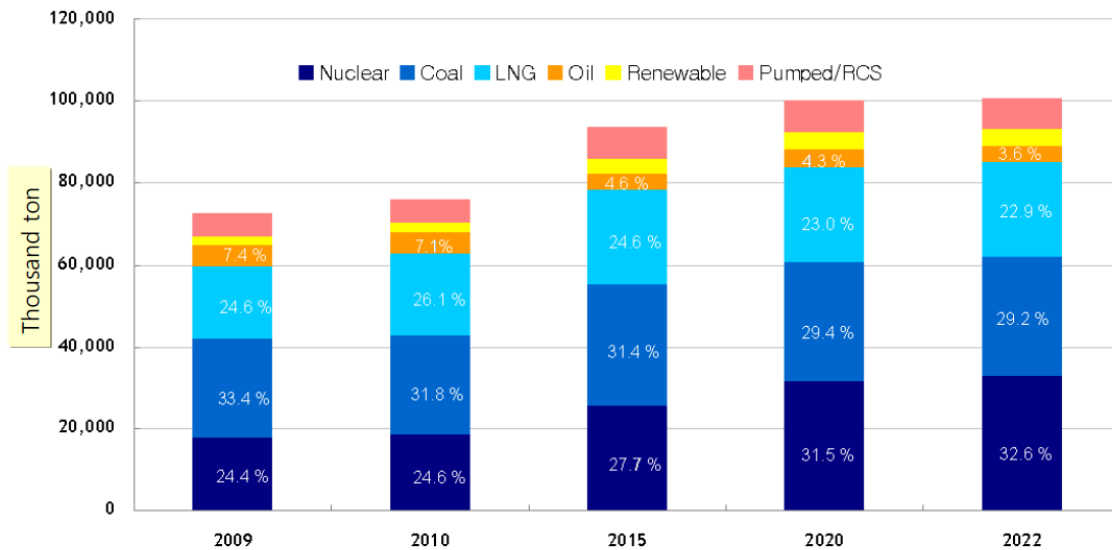
⁵Ministry of Heavy Industries & Public Enterprises

۱-۲-۳- کره جنوبی (۴)

در دهه های اخیر مصرف انرژی الکتریکی در کشور کره جنوبی به علت رشد اقتصادی آن رشد قابل ملاحظه ای داشته است. در دهه ۱۹۹۰ مقدار رشد سالانه میانگین ۹/۵٪ بوده است. بین سالهای ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۷ ظرفیت نصب شده در این کشور بیش از سه برابر شده و از ۲۱ گیگاوات در سال ۱۹۹۰ به ۷۳ گیگاوات در ۲۰۰۷ رسیده است.

۱-۳-۲-۱- برنامه

در چهارمین برنامه پایه ای عرضه و تقاضای الکتریسیته (۲۰۰۸ تا ۲۰۲۲) وزارت دانش و اقتصاد^۱ که در دسامبر ۲۰۰۸ منتشر شد، رشد ظرفیت الکتریسیته ۲/۱٪ در سال برای ۲۰۰۸ تا ۲۰۲۲ تعیین شد که تا سال ۲۰۲۲ مقدار ۳۳/۶ گیگاوات به ظرفیت برق کره اضافه گردد. ظرفیت برق پیش بینی شده کره و سهم منابع مختلف در نمودار شکل ۱۳-۱-۱ آمده است.

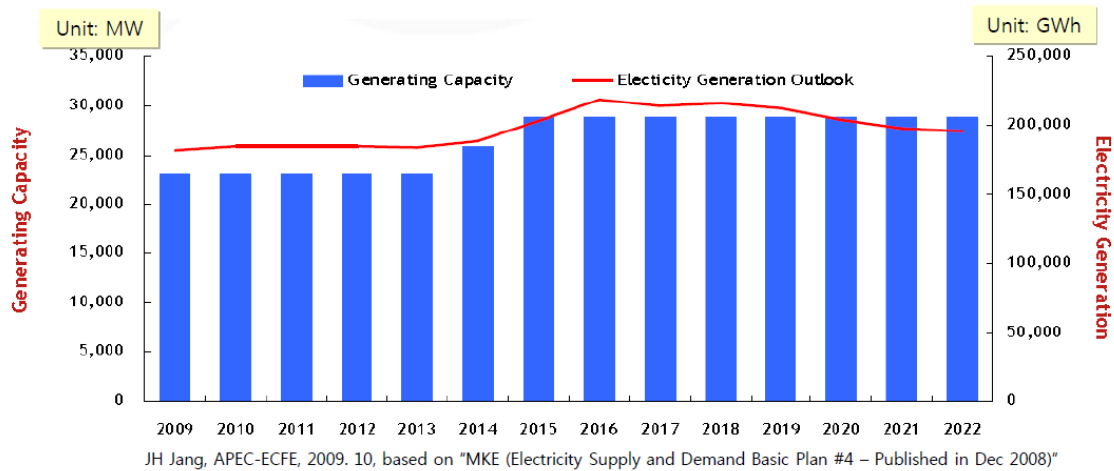


JH Jang, APEC-ECFE, 2009. 10, based on "MKE (Electricity Supply and Demand Basic Plan #4 - Published in Dec 2008)"

شکل ۱۳-۱-۱ چشم انداز ترکیب توان الکتریکی در کره جنوبی (۴)

در این برنامه، ظرفیت و تولید برق از زغال سنگ به صورت شکل ۱۴-۱ خواهد بود.

¹ Ministry of Knowledge Economy-MKE



شکل ۱-۱۴ چشم انداز تولید و ظرفیت واحدهای با سوخت زغال سنگ (۴)

پنجمین برنامه پایه عرضه و تقاضای الکتریسیته در سال ۲۰۱۰ منتشر شد و افزایش ظرفیت تولید در ۱۵ سال بعد تا ۲۰۲۴ را ارائه داد. این برنامه ۵۰ واحد دیگر با ظرفیت ۴۳/۳ گیگاوات را شامل می شود. این مقدار ظرفیت با ۱۸/۲ گیگاوات (۱۴ واحد) هسته ای، ۱۲/۱ گیگاوات (۱۵ واحد) زغال سنگ و ۱۲/۲ گیگاوات (۱۹ واحد) گاز و ۰/۸ گیگاوات (۲ واحد) آبی تأمین می گردد. دولت انتظار دارد که سهم برق هسته ای به ۳۲٪ در ۲۰۲۴ افزایش یابد در حالی که سهم زغال سنگ و LNG کاهش می یابد.

با توجه به توسعه فناوری های با بازدهی بالا و آلودگی پایین (HELE)، فناوری های هدف و برنامه زمانی به صورت

شکل ۱-۱۵ است.

۱-۲-۳-۲- بازدهی انرژی

دولت کره ۱۴/۲ میلیارد دلار تا سال ۲۰۱۲ اختصاص داد تا بازدهی انرژی ۱۱/۳٪ نسبت به ۲۰۰۷ افزایش یابد. هدف برنامه بلند

مدت انرژی کره ۴/۶٪ افزایش بازدهی انرژی سالانه تا ۲۰۳۰ است.

Korea: Target Technology and Time Line

Year	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
HE-CF & CGT											
1000MW USC	System Design Technology Development				Manufacturing & Demo.				Automatic Operation System Development		
CFB	300MW grade Optimized Operation		200-500MW Grade Design			HE-Clean CFB Demo. & Commercialization					
IGCC				200-500MW Grade Design			HE-Clean CFB Demo. & Commercialization				
Carbon Capture Post Combustion (Dry)					10MW Demo				500MW Demo		500MW Deploy
OxyFuel 100MW Demo.	Detailed Desing				Construction		Demonstration				

Source: Prof. C.H. Jeon (Pusan CCC), IEEJ WG meeting, 2011

شکل ۱-۱۵ تولید توان از زغال سنگ با بازدهی بالا و نشر آلودگی پایین (HELE) (۴)

۱-۲-۳-۳- ساختار برق کره (۵)

شرکت توان الکتریکی کره^۱، کپکو در سال ۱۹۶۱ توسط دولت کره راهاندازی شد و در حال حاضر به عنوان بزرگترین شرکت برق کره جنوبی محسوب می‌شود. این شرکت مسئولیت تولید، انتقال و توزیع الکتریسیته و توسعه پروژه های توان الکتریکی در کره جنوبی را بر عهده دارد و ۹۳٪ تولید الکتریسیته کره بر عهده این شرکت می‌باشد. دولت کره ۵۱٪ سهام این شرکت را در اختیار دارد. البته برای غلبه بر مشکل منوپول بودن شرکت کپکو، این شرکت به ۶ شرکت تولید کننده^۲ تقسیم شد. این شرکت از سال ۱۹۹۳ فعالیت خود را در خارج از کره جنوبی آغاز کرده است و تا کنون در پروژه هایی در ۱۳ کشور دنیا حضور داشته است.

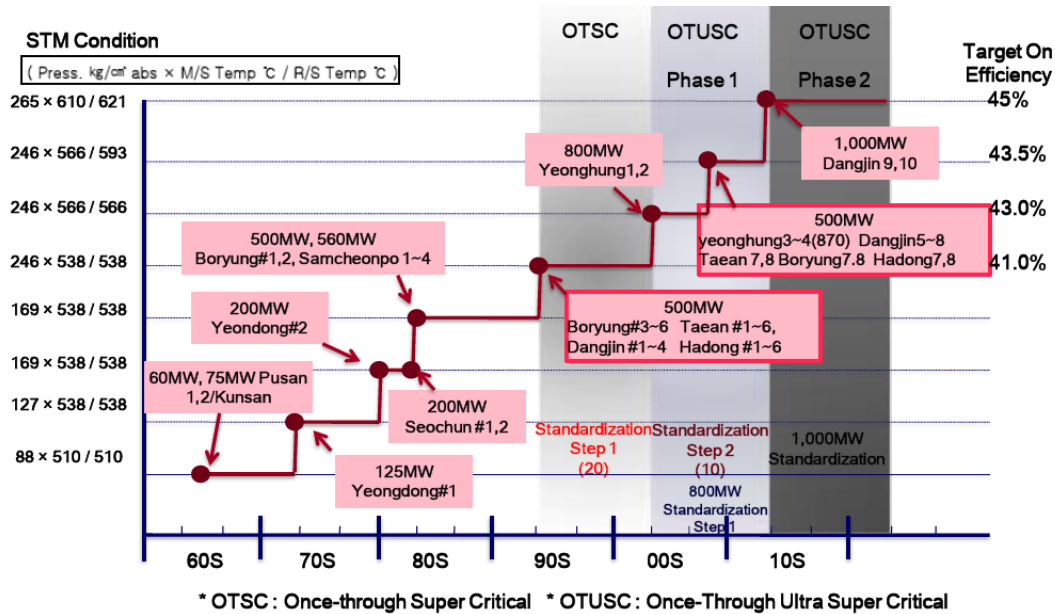
استراتژی دولت کره مبنی بر رشد سبز این کشور شرکت های تولید کننده الکتریسیته در کره را به سمت فناوری ماورای بحرانی برده است. در سال ۲۰۰۸ رئیس جمهور کره رشد سبز و کربن کم را به عنوان چشم انداز ملی معرفی نمود. در این چشم انداز آمده است که کره باید در سال ۲۰۲۰ و ۲۰۵۰ به ترتیب هفتمین و پنجمین کشور دنیا در زمینه توان سبز باشد^۳. به عنوان مثال شرکت KOSEP یکی از شش زیرمجموعه شرکت کپکو با توجه به بازدهی بالا، انعطاف پذیری در عمل، صرفه جویی در هزینه سوخت

¹ Korea Electric Power Corporation-KEPCO

² Generation Companies or GENCOs

³ Vision: To become the world 7th Green power by 2020, and the 5th by 2050

و کاهش تولید دی اکسید کربن و در نتیجه مالیات کمتر به سمت فناوری ماورای بحرانی رفته است. رشد فناوری این شرکت در طول زمان در شکل ۱-۱۶ دیده می شود.



شکل ۱-۱۶ رشد فناوری شرکت KOSEP (۵)

۱-۲-۳-۴- شرکت دوسان (۶)

صنایع سنگین دوسان^۱ شرکت کره‌ای است که در زمینه احداث و راه‌اندازی انواع نیروگاه‌ها از جمله نیروگاه‌های حرارتی و انواع توربین‌ها و ژنراتورها فعالیت می‌نماید. البته فعالیت شرکت محدود به موارد فوق نیست. شرکت صنایع سنگین دوسان در سال ۱۹۶۲ راه‌اندازی شد و در حال حاضر به عنوان شرکت تابعه‌ای از دوسان گروپ به شمار می‌آید. دفتر مرکزی این شرکت در شهر چانگوون، کره جنوبی قرار دارد و سهام آن در بازار بورس کره معامله می‌شود.

شرکت صنایع سنگین دوسان زمانی که کشور کره در مرحله جینی پیشرفت بود با نام Hyundai Yanghaeng تأسیس شد و در ابتدا مواد خام و تجهیزات را وارد می‌کرد. در سال ۱۹۷۳ بخش ریخته‌گری، آهن‌گری و ماشین‌آلات شرکت در داخل کره

¹ Doosan Heavy Industries

راه اندازی شد و تا سال ۱۹۸۰ چندین پروژه بزرگ در زمینه نیروگاهی و سایر صنایع سنگین در داخل و خارج کره توسط این شرکت انجام شد. در این سال شرکت به Hanjung یا صنایع و ساخت و ساز سنگین کره^۱ تغییر نام داد و به عنوان یک شرکت دولتی ملی عام شناخته شد.

در سال ۱۹۹۹ دولت کره یک شرکت واحد برای تأمین تجهیزات نیروگاهی در جهت تلاش برای اصلاح ساختار تجارت شرکت های بزرگ و ترویج رقابت در صنعت تعیین و اقدام به خصوصی سازی نمود. این شرکت در سال ۲۰۰۰ وارد بازار سهام و بورس شد. کنسرسیومی که توسط گروه دوسان هدایت می شد به عنوان بهترین پیشنهاد کننده برای تصاحب صنایع و ساخت و ساز سنگین کره شناخته شد.

در سال ۲۰۰۳ چشم انداز شرکت در جهت رسیدن به فناوری کلاس جهانی با قیمت رقابتی و بهترین کیفیت تغییر کرد. در همین راستا شرکت IMGB رومانی با زمینه فعالیت ریخته گری و آهنگری و شرکت انگلیسی Mitsui Babcock Energy فعال در ساخت بویلر خریداری شد.

پس از رسیدن به اهداف چشم انداز قبلی قبل از موعد، در سال ۲۰۰۸ چشم انداز شرکت به تبدیل شدن به پیشرو در زمینه آب و توان در جهان تغییر یافت. در همین جهت همکاری هایی با شرکت های Burns and Roe آمریکا و HTC کانادا در زمینه نیروگاه های با سوخت زغال و فناوری CCS انجام شد. در سال ۲۰۰۹ با خرید شرکت Skoda Power هسته فناوری توربین بخار نیز به دست آمد. در حال حاضر شرکت دوسان به عنوان یکی از شرکت های پیشرو در زمینه نیروگاهی در جهان شناخته می شود.

¹Korea Heavy Industries & Construction

۱-۲-۴- ترکیه (۷)

در سال ۲۰۰۹ تولید الکتریسیته در ترکیه به ۱۹۴ تراوات ساعت رسید که ۵۱٪ بیشتر از سال ۲۰۰۰ بود. ۴۹٪ از این مقدار با سوخت گاز طبیعی، ۲۸٪ با سوخت زغال سنگ و ۳٪ با سوخت مایع تولید شد در حالی که توان آبی سهمی معادل با ۲۸٪ داشت و ۱٪ نیز از سایر منابع حاصل شد (جدول ۴-۱).

جدول ۴-۱ ترکیب تولید و ظرفیت بر اساس منبع انرژی در سال ۲۰۰۹ (۷)

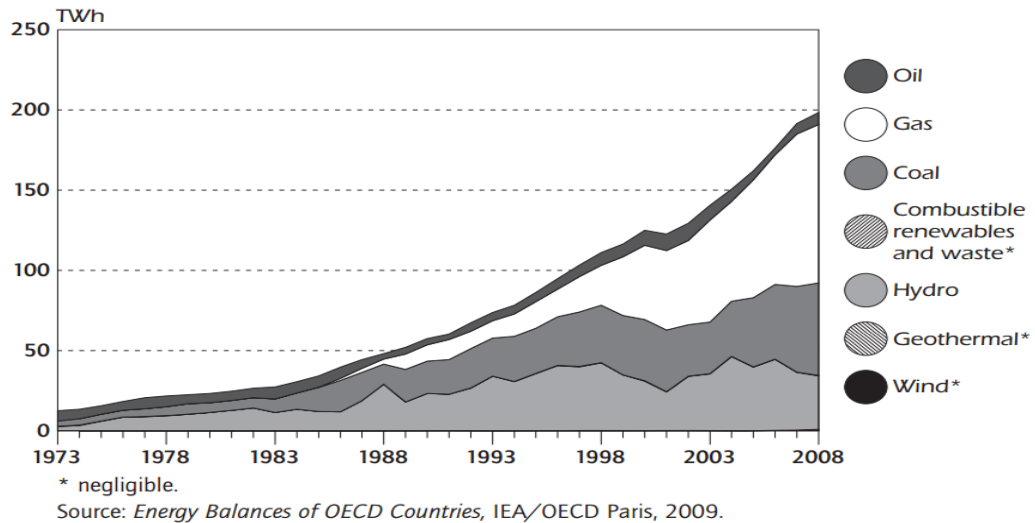
Energy source	Generation, TWh	Share, %	Capacity, MW	Share, %
Natural gas	94.4	48.6	16 345.2	36.5
Domestic coal	42.2	21.7	8 691.3	19.4
Imported coal	12.8	6.6	1 921.0	4.3
Hydropower	35.9	18.5	14 553.4	32.5
Liquid fuels (oil)	6.6	3.4	2309.7	5.2
Wind, geothermal, biogas	2.2	1.1	961.2	2.1
Total	194.1	100	44 782	100

Source: Turkish Electricity Transmission Corporation (TEIAS).

در سال ۲۰۰۹ تولید برق ترکیه به علت رکود اقتصادی ۲٪ نسبت به ۲۰۰۸ کاهش داشت اما در سال ۲۰۱۰ دوباره شروع به رشد کرد. در سال ۲۰۱۲ سهم تولید از گاز طبیعی به ۴۳٪ رسید. البته دولت ترکیه اعلام کرده است که سهم گاز طبیعی باید کاهش یابد و با انرژی های دیگر مانند هسته ای جایگزین شود شکل ۱-۱۷ سهم تولید کننده های مختلف در برق ترکیه را نشان می دهد. تولید الکتریسیته نسبت به سال ۱۹۹۰ بیش از سه برابر شده است اما سهم ها تغییر چندانی نداشته است. البته سیکل ترکیبی گاز بسیار افزایش یافته است. تولید از زغال سنگ نیز افزایش چشم گیری داشته است. این در حالی است که توان برق آبی و سوخت مایع کاهش داشته اند. برنامه دولت ترکیه پیش از رکود اقتصادی افزایش زیاد تولید الکتریسیته بود. رشد در نظر گرفته شده از ۲۰۰۸ تا ۲۰۲۰ مقدار ۳۰۰ تراوات ساعت اعلام شد.

در انتهای سال ۲۰۰۹ ظرفیت نصب شده به ۴۴۷۸۲ مگاوات رسید که ۷/۱٪ رشد را نسبت به سال ۲۰۰۸ نشان می داد (جدول ۳-۱). بین سالهای ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹ کل ظرفیت نصب شده ۶۴٪ افزایش یافت که یکی از افزایش های بزرگ در بین کشورهای

عضو IEA است. هدف ترکیه رسیدن به ۳۰٪ تولید برق از منابع تجدیدپذیر در سال ۲۰۲۳ با سهم ۲۰۰۰۰ مگاوات توان بادی و ۶۰۰ مگاوات زمین گرمایی است. در سال ۲۰۲۰ سهم مورد انتظار برای انرژی هسته ای نیز ۵٪ است.



شکل ۱-۱۷ تولید توان از منابع مختلف در ترکیه، ۱۹۷۳ الی ۲۰۰۸ (۷)

در سال ۲۰۱۲ ظرفیت نصب شده ترکیه به ۵۶/۱ گیگاوات رسید. تقاضای برق در ترکیه از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۱ بیش از ۹۰٪ افزایش یافت که بیشترین افزایش بین سالهای ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۸ بود. البته در سال ۲۰۰۹ به علت رکود تقاضا نسبت به سال قبل کاهش یافت ولی در سال ۲۰۱۰ نسبت به سال قبل ۱۰٪ افزایش رخ داد.

۱-۲-۴-۱- ساختار برق ترکیه (۷)

بزرگترین کمپانی تولید کننده برق در ترکیه شرکت EUAS^۱ است (با مالکیت ایالتی یا state owned) که تا سال ۲۰۰۹ کنترل حدود نصف ظرفیت نصب شده ترکیه را در اختیار داشت. مابقی تولید الکتریسیته از تولید کننده های مستقل به دست می آید. دولت ترکیه برنامه ریزی کرده است که بسیاری از سهام چنین شرکت هایی را به بخش خصوصی انتقال دهد. مدیریت

^۱الکتریک اورتیم (به ترکی استانبولی Elektrik Üretim) شرکت برق ترکیه ای است که در زمینه تولید، انتقال و توزیع برق، همچنین استخراج زغال قهوه ای فعالیت می نماید. شرکت الکتریک اورتیم در سال ۲۰۰۱ راه اندازی شد و در حال حاضر بزرگترین شرکت برق ترکیه می باشد.

خصوصی سازی با همکاری وزارت انرژی و منابع طبیعی مسئول انجام این امر هستند که از سال ۲۰۱۰ آغاز شده است. البته شرکت ADUAS با ظرفیت نصب شده ۱۴۱/۴ مگاوات در سال ۲۰۰۸ خصوصی شد بود.

۱-۲-۴-۲- استراتژی ها، سیاست ها و برنامه ها

مهمترین سیاست ها در زمینه برق در ترکیه در مورد بازدهی است. سند استراتژی بازدهی انرژی ملی^۱ که توسط وزارت انرژی و منابع طبیعی در سال ۲۰۰۴ منتشر شد و قانون بازدهی انرژی منتشر شده در سال ۲۰۰۷ دو قدم مهم در زمینه بازدهی انرژی بودند.

با تصمیم انجمن بالای برنامه ریزی (Higher Planning Council)، بهسازی بخش انرژی الکتریکی و سند استراتژی خصوصی سازی^۲ که در سال ۲۰۰۹ تصویب شد اهداف پیش رو را برای سال ۲۰۲۳ تعیین کرد که تغییرات قابل توجهی را در ساختار تأمین و تولید در نظر داشت. بر اساس این سند سهم گاز طبیعی در کل ظرفیت نصب شده از ۳۴٪ به ۳۰٪ و کل ظرفیت نصب شده بادی به ۲۰۰۰۰ مگاوات می رسد. علاوه بر این ترکیه برنامه دارد که پتانسیل منابع تجدیدپذیر و خانگی که از لحاظ اقتصادی امکان پذیر است را به کار برد. در برنامه استراتژیک برای ۲۰۱۴-۲۰۱۰ که توسط وزارت انرژی و منابع طبیعی تهیه شده است، اهداف استراتژیک برای بخش انرژی در آینده به وضوح بیان شده است. این سند کاهش در شدت انرژی برای افزایش بازدهی انرژی را بدون تعیین رقم انتظار دارد. همچنین در این سند اهدافی برای انرژی های تجدیدپذیر آمده است.

استانداردهای انتشار آلودگی برای نیروگاه های بزرگ در ترکیه پایین تر از استانداردها در اروپا است که در جدول ۱-۵ مشخص است. البته این استانداردها با فشار اتحادیه اروپا برای نیروگاه های جدید ترکیه سخت گیرانه تر شده است و برای نیروگاه های قدیمی یک دوره ده ساله در نظر گرفته شده است.

¹National Energy Efficiency Strategy Document

²Electrical Energy Sector Reform and Privatization Strategy Document, Strategy Document for the Electrical Energy Market and Supply Security, decision of the Higher Planning Council dated 18.5.2009 and No. 2009/11.

جدول ۱-۵ استاندارد انتشار دی اکسید گوگرد برای نیروگاه های بزرگ جدید، ۲۰۰۷ (واحد: mg/m^3) (۷)

Plant capacity	Solid fuel		Liquid fuel		Gas	
	Turkey	EU	Turkey	EU	Turkey	EU
>300 MW	1 000	200	800	200	60	35
100 to 300 MW	1 300	200	1 700	200-400	60	35
50 to 100 MW	2 000	850	1 700	850	100	35

Source: OECD Environmental Performance Reviews: Turkey. OECD, Paris, 2008.

صنعت توربین در ترکیه (۷)

همان گونه که قبلا گفته شد، سوخت بیشتر نیروگاه های حرارتی ترکیه گاز طبیعی است و نیروگاه های با سوخت گاز طبیعی از نوع سیکل ترکیبی هستند. نیروگاه های با سوخت زغال سنگ در ترکیه به شرح جدول ۱-۶ می باشند. ملاحظه می گردد که اکثر این نیروگاه ها از نوع بستر سیال یا CFB هستند. در ترکیه تولید کننده توربین بخار وجود ندارد و توربین تمامی نیروگاه های جدول ۱-۶ توسط شرکت های بزرگ تولید کننده مانند آلتوم و زیمنس تأمین شده است.

جدول ۱-۶ نیروگاه های بزرگ با سوخت زغال سنگ در ترکیه به همراه بازدهی حرارتی برای نیروگاه های منتخب (۷)

Name	Owner	Capacity, MW _e	Units, MW _e (commissioned)	Pollution control	Plant efficiency, % LHV, net output					
					2003	2004	2005	2006	2007	2008
Afşin Elbistan A	EÜAŞ	1 355	3 x 340 (1984/86) 1 x 335 (1987)		28.9	27.3	27.2	30.2	31.1	30.4
Afşin Elbistan B	EÜAŞ	1 440	4 x 360 (2005)	FGD	-	-	-	34.5	35.7	37.3
Biga	Icdas AS	135	1 x 135 (2006)	CFBC						
Çan 18 Mart	EÜAŞ	320	2 x 160 (2005)	CFBC	-	-	-	41.5	39.5	39.1
Çatalağzi B	EÜAŞ	300	2 x 150 (1989/91)		32.0	30.9	30.7	27.4	28.2	27.6
Çayirhan	EÜAŞ (Operated by Park Termik Elektrik under Transfer of Operating Rights Agreement)	620	2 x 150 (1987) 2 x 160 (1998/99)	FGD						
İskenderun (Sugozu)	Evonik Steag AG / Oyak Group (Build-Operate Model)	1 320	2 x 660 (2003)	FGD/LNB						
Kangal	EÜAŞ	457	2 x 150 (1989/90) 1 x 157 (2000)	FGD (unit 3)	30.0	30.6	30.4	29.7	29.5	29.2
Kemerköy	EÜAŞ Subsidiary	630		FGD	33.1	33.2		34.9	34.2	32.9
Orhaneli	EÜAŞ	210	1 x 210 (1992)	FGD	38.2	39.1	38.5	35.9	33.9	35.2
Soma A	EÜAŞ Subsidiary	44	2 x 22 (1957/58)		30.5	28.6	27.5	27.5	28.7	28.3
Soma B	EÜAŞ Subsidiary	990	2 x 165 (1981/82) 2 x 165 (1985/86) 2 x 165 (1991/92)		32.5	30.8	29.2	30.4	31.5	30.3
Seyitömer	EÜAŞ	600	2 x 150 (1973) 2 x 150 (1977/89)		33.4	33.2	32.8	34.1	32.6	34.2
Tunçbilek A	EÜAŞ	65	1 x 65 (1956)		30.8*	33.0	34.9	31.2	35.6	33.2
Tunçbilek B	EÜAŞ	300	2 x 150 (1977/78)							
Yatağan	EÜAŞ Subsidiary	630	3 x 210 (1982-84)	FGD	32.6			33.2	31.6	33.0
Yeniköy	EÜAŞ Subsidiary	420	2 x 210 (1986/87)	FGD	35.5			39.2	35.8	37.3
Zonguldak A	Eren Holding	(160)	1 x 160 (to be commissioned in 2010)	CFBC						
Zonguldak B	Eren Holding	(1 200)	2 x 600 (to be commissioned in 2010-11)	CFBC						
TOTAL, all coal-fired plants		9 836								

CFBC – circulating fluidised-bed combustor; FGD – flue-gas desulphurisation; LHV – lower heating value (net calorific value); LNB – low-NOx burners.

*The efficiency figures for Tunçbilek represent average values of A and B units.

Sources: Ministry of Energy and Natural Resources; Energy Market Regulatory Authority, IEA Clean Coal Centre CoalPower5 database and EÜAŞ.

۳-۱- بررسی اسناد بالادستی

منظور از اسناد بالادستی، قوانین و سیاست‌های کلان کشور است که چشم‌انداز و اهداف کلان حوزه‌های مختلف توسعه فناوری باید منطبق بر این اسناد تدوین گردد. همان‌طور که اشاره شد یکی از مهم‌ترین مراحل در تدوین سند راهبردی تبیین چشم‌انداز است، که به منظور تدوین چشم‌انداز به بررسی اسناد مختلف پرداخته می‌شود. یکی از منابع اصلی برای تدوین بیانیه اولیه چشم‌انداز اسناد بالادستی مرتبط با حوزه مدنظر می‌باشند. 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 شکل‌دادن به مؤلفه‌های چشم‌انداز نقش مهمی بر عهده دارد. در فاز اول بسیاری از اسناد، قوانین و مقررات به تفصیل مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه و در جدول زیر به برخی از مهم‌ترین اسناد بالادستی در این سند اشاره می‌شود.

جدول ۱-۷ اسناد بالادستی

ردیف	قانون تصویب شده	توضیحات
۱	سند چشم‌انداز و برنامه راهبردی وزارت نیرو- اهداف استراتژیک و استراتژی‌های وزارت نیرو در بخش برق و انرژی کشور	این سند در سال ۱۳۸۷ توسط وزارت نیرو تدوین گردید. براساس این سند، ارتقای راندمان نیروگاه‌های برق و کاهش هزینه‌های تمام شده تولید جزو اهم استراتژی‌های سطح اول وزارت نیرو در بخش تولید می‌باشد. از جمله روش‌های مورد تاکید در این سند "تبدیل واحدهای گازی به سیکل ترکیبی و استفاده از فناوری‌های نوین تولید برق" است. دلیل اصلی تاکید سند فوق به تبدیل واحدهای گازی به سیکل ترکیبی افزایش بازدهی نیروگاه تا حداقل ۱۰ درصد است. با توجه به ظرفیت نیروگاه‌های گازی معادل ۲۴۷۱۵ مگاوات در سال ۱۳۹۲. Invalid source specified با ارتقا این نیروگاه‌ها به سیکل ترکیبی میتوان حدوداً معادل ۱۲۳۶۰ مگاوات توان توسط توربین‌های بخار اضافه شده تولید کرد.
۲	نظامنامه افزایش راندمان و تولید نیروگاه‌های کشور مصوب ۸۸/۰۳/۰۴	این نظامنامه در تاریخ ۸۸/۰۳/۰۴ توسط هیئت مدیره شرکت توانیر در ۶ ماده تصویب گردید. مطابق بند (۴-۵) این نظامنامه، بر اجرای طرح‌های افزایش راندمان و تولید در واحدهای نیروگاهی تأکید شده است. بصورتیکه در پایان برنامه پنجم توسعه کشور، راندمان کلی نیروگاه‌های حرارتی کشور به ۴۱ درصد برسد. براساس اطلاعات آمار تفصیلی صنعت برق ایران در سال ۱۳۹۲، میزان راندمان نیروگاه‌های حرارتی کشور تا پایان سال ۱۳۹۲ به حدود ۳۷ درصد رسیده است. مطابق این آمار، راندمان متوسط نیروگاه‌های بخار ۳۶،۵ درصد، راندمان متوسط نیروگاه‌های گازی ۳۰،۹ درصد و راندمان متوسط عملی نیروگاه‌های سیکل ترکیبی ۴۴،۱ درصد (در شرایط ایزو حدود ۵۰ درصد) میباشد. با توجه به پیری صنعت نیروگاه‌های بخاری کشور لازم است این نیروگاه‌ها بازنشست شده و یا اجزای اصلی این نیروگاه‌ها (شامل توربین، بویلر و...) با تکنولوژی‌های جدید جایگزین و راندمان آن‌ها افزایش یابد که پتانسیلی جهت توسعه فناوری توربین بخاری می‌باشد. لذا با توجه به اینکه راندمان نیروگاه‌های حرارتی سیکل ترکیبی و بخار بیشتر از نیروگاه‌های گازی است برای نیل به راندمان کلی بالاتر در نیروگاه‌های حرارتی، استفاده از نیروگاه‌های سیکل ترکیبی و بخاری با بازده‌های بالا اجتناب ناپذیر است که پتانسیلی جهت افزایش توان بخاری و بالطبع توسعه فناوری توربین بخاری در شرایط استفاده از منابع داخلی است.

توضیحات	قانون تصویب شده	ردیف														
<p>از راهبردهای برق و انرژی چشم‌انداز وزارت نیرو تا افق ۱۴۰۴ مواردی مرتبط با پروژه تدوین نقشه راه طراحی توربین بخار به موارد زیر می‌توان اشاره کرد:</p> <p>- افزایش بهره‌وری تولید برق و ارتقاء بازده نیروگاه‌ها:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ استفاده از فناوری نوین و تجهیزات با راندمان بالا ➤ تنوع‌بخشی در سوخت نیروگاه‌ها و توسعه ظرفیت‌های قانونی برای اولویت‌بخشی به تأمین سوخت نیروگاه‌ها ➤ استفاده از انرژی حرارتی نیروگاه‌های مجاور یا داخل شهرها جهت مصارف منازل و واحدهای صنعتی ➤ توسعه کاربرد نیروگاه‌های با بازده بالاتر و اعمال هزینه‌های واقعی سوخت و هزینه‌های زیست‌محیطی در محاسبات مالی تولید و عرضه برق 	<p>طرح تدوین سند چشم‌انداز و برنامه راهبردی بلندمدت وزارت نیرو تا افق ۱۴۰۴</p> <p>(تاریخ ویرایش ۹۰/۱۰/۲۱)</p>	۳														
<p>استاندارد "معیار بازده خالص در واحدهای تبدیل‌کننده سوخت‌های فسیلی به انرژی الکتریکی (نیروگاه‌های حرارتی سوخت فسیلی) به انرژی الکتریکی و انرژی حرارتی به طور همزمان (CCHP)" در تاریخ ۱۳۹۱/۰۲/۰۱ به صورت رسمی از سوی سازمان ملی استاندارد ایران منتشر گردید. در این استاندارد نیروگاه‌های حرارتی براساس معیار بازده خالص حرارتی مطابق جدول ۸-۱ به ۷ گروه دسته‌بندی می‌گردند. براساس این استاندارد، هیچ واحدی با بازده حرارتی کمتر از ۲۵٪ مجاز به بهره‌برداری نمی‌باشد. همچنین کلیه واحدهایی که از تاریخ اعلام اجرای اجباری این استاندارد مجوز احداث کسب می‌نمایند باید بازده حرارتی آنها در رتبه D و یا بیشتر قرارگیرد.</p> <p>جدول ۸-۱. رتبه‌های بازدهی نیروگاه‌های حرارتی.</p> <table border="1" data-bbox="194 1218 1039 1396"> <thead> <tr> <th>G</th> <th>F</th> <th>E</th> <th>D</th> <th>C</th> <th>B</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$25 \leq \mu < 30$</td> <td>$30 \leq \mu < 35$</td> <td>$35 \leq \mu < 40$</td> <td>$40 \leq \mu < 45$</td> <td>$45 \leq \mu < 50$</td> <td>$50 \leq \mu < 60$</td> <td>$\mu \geq 60$</td> </tr> </tbody> </table> <p>با توجه به الزام سازمان بهینه‌سازی مصرف انرژی مبنی بر بازدهی واحدهای حرارتی در شرایط D یعنی بیش از ۴۰ درصد بازدهی، تنها واحدهای بخاری (سوخت مایع، گاز یا زغال) از نوع فوق بحرانی یا بالاتر دارای این حد لازم هستند.</p>	G	F	E	D	C	B	A	$25 \leq \mu < 30$	$30 \leq \mu < 35$	$35 \leq \mu < 40$	$40 \leq \mu < 45$	$45 \leq \mu < 50$	$50 \leq \mu < 60$	$\mu \geq 60$	<p>استاندارد معیار بازده خالص نیروگاه‌های حرارتی به شماره ۱۳۳۷۵ انتشار ۱۳۹۱/۰۲/۰۱</p>	۴
G	F	E	D	C	B	A										
$25 \leq \mu < 30$	$30 \leq \mu < 35$	$35 \leq \mu < 40$	$40 \leq \mu < 45$	$45 \leq \mu < 50$	$50 \leq \mu < 60$	$\mu \geq 60$										

ردیف	قانون تصویب شده	توضیحات
۵	قانون بودجه سال ۹۲ کشور مصوب ۹۳/۰۳/۲۱	مطابق بند (۱۹) این قانون، به منظور اجرای طرحهای افزایش بازدهی نیروگاهها با اولویت نصب بخش بخار در نیروگاههای سیکل ترکیبی، توسعه استفاده از انرژیهای تجدیدپذیر، کاهش تلفات، بهینه‌سازی مصرف، صرفه‌جویی در مصرف سوخت مایع و افزایش سهم صادرات سوخت، به وزارت نیرو اجازه داده می‌شود تا سقف ۱۲۰ هزار میلیارد ریال به روش بیع متقابل با سرمایه‌گذاران بخش‌های خصوصی و عمومی قرارداد منعقد نماید. لازم بذکر است تسهیلات مذکور در بودجه سال ۱۳۹۳ نیز (تبصره ۱۱ ماده ۱) پیش‌بینی شده است.

۱-۴- تبیین ابعاد چشم انداز

بیانیه اولیه چشم‌انداز توسط تحلیل‌گران و مشاوران تهیه می‌شود. در این مرحله بر مبنای ورودی‌های حاصل از مراحل قبل (هوشمندی فناوری، اطلاعات اولیه)، به ترسیم افق چشم‌انداز 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. یک افق چشم‌انداز ملی باید دربرگیرنده مؤلفه‌های زیر باشد:

- 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)

۱-۴-۱- بیانیه اولیه چشم انداز

با توجه به بررسی مطالعات تطبیقی و اسناد بالادستی و نظرات اعضای کمیته راهبری ۳ بیانیه پیشنهادی چشم انداز توسعه فناوری توربینهای بخار نیروگاهی به حاضرین در جلسه کمیته راهبری ارائه گردید و طبق مطالعات انجام شده و بررسی وضعیت سایر کشورها و وضعیت موجود ایران متن بیانیه های پیشنهادی چشم انداز برای توسعه فناوری توربینهای بخار نیروگاهی به صورت زیر تعیین گردید.

جدول ۱-۹ بیانیه پیشنهادی چشم انداز

بیانیه پیشنهادی چشم انداز ۱

۱. در راستای اهداف کلان وزارت نیرو در افق ۱۴۰۴ و تامین برق پایه مطمئن و پایا، جمهوری اسلامی ایران در توسعه و ساخت توربین های بخار نیروگاهی مبتنی بر بومی سازی فناوری های اولویت دار توانمند خواهد بود.

بیانیه پیشنهادی چشم انداز ۲

۲. در راستای اهداف کلان وزارت نیرو در افق ۱۴۰۴، تامین برق پایه مطمئن و پایا و تلاش برای توسعه دانش بنیان در فناوری توربین های بخاری، توانمندی فناورانه جمهوری اسلامی ایران در طراحی و ساخت توربین های بخار نیروگاهی بر اساس شاخص های دستیابی به فناوری در جایگاه مناسبی از نظر تامین نیاز داخل قرار داشته باشد.

بیانیه پیشنهادی چشم انداز ۳

۳. در راستای اهداف کلان وزارت نیرو در افق ۱۴۰۴، تامین برق پایه مطمئن و پایا و تلاش برای توسعه دانش بنیان، توانمندی جمهوری اسلامی ایران در فناوری های اولویت دار توربین های بخار نیروگاهی در جایگاه مناسبی از خودکفایی قرار داشته باشد.

این گزینه های پیشنهادی خدمت اعضای کمیته راهبری ارائه گردید و در نهایت بیانیه پیشنهادی چشم انداز ۳ مورد تایید اعضای کمیته راهبری قرار گرفت.

بنابراین متن زیر برای توسعه فناوری توربین بخاری به عنوان چشم انداز نهایی انتخاب گردید.

در راستای اهداف کلان وزارت نیرو در افق ۱۴۰۴، تامین برق پایه مطمئن و پایا و تلاش برای توسعه دانش بنیان، توانمندی جمهوری اسلامی ایران در فناوریهای اولویت دار توربین های بخار نیروگاهی در جایگاه مناسبی از خودکفایی قرار داشته باشد.

جدول ۱-۱ بیانیه نهایی چشم انداز

ابعاد چشم انداز	بیانیه اولیه چشم انداز
توجه به اسناد بالادستی	در راستای اهداف کلان وزارت نیرو
افق زمانی	در افق ۱۴۰۴
نتایج کلی	تامین برق پایه مطمئن و پایا و تلاش برای توسعه دانش بنیان
حوزه کاربرد فناوری	فناوریهای اولویت دار توربین های بخار نیروگاهی
جایگاه	جایگاه مناسبی از خودکفایی

فصل دوم: تدوین اهداف کلان

۲-۱- مقدمه

یکی دیگر از گام‌های اساسی در تعیین ارکان جهت‌ساز، تدوین اهداف توسعه در راستای چشم‌انداز تعریف شده است. این هدف-گذاری در سطح کلان به‌منظور 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 به‌صورت 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 هدف‌محور است که به دنبال ترسیم یک آینده‌ی مطلوب برای توسعه فناوری است. در طرف مقابل، رویکرد پایین-به-بالا نگاهی مسئله‌محور^۱ 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. در این بخش، فرآیند تدوین اهداف کلان با نگاهی بالا-به-پایین صورت می‌گیرد. این اهداف در راستای چشم‌انداز و با تعریف حوزه‌های هدف مشخص می‌شوند. علاوه بر حوزه‌های هدف که بیان‌کننده ابعاد اهداف تعریف شده هستند، کیفیت آن‌ها نیز باید با مشخص نمودن ویژگی‌های اهداف معین شود.

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^۲ (Kaplan and Norton, 1996)

▪ منظر مالی (سودآوری، رشد در آمد، و افزایش بهره‌وری)

^۱Issue-based

^۲به دلیل اهمیت و شهرت بیشتر این مدل در تدوین اهداف بنگاهی، توضیح کامل این مدل پیوست‌ها ارائه شده است.

- 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^۱ (۱۳۸۳)

توجه به مشتری، نوآوری، بهره‌وری، توجه به بخش مالی، منابع انسانی، لحاظ کردن محیط خارجی

حوزه‌های اهداف براساس مدل ترکیبی فیلیپس

- بازار (سعی در حفظ سهم بازار فعلی، افزایش صادرات)
- نوآوری (بالا بردن 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)

حوزه‌های اهداف براساس مدل دکتر اعرابی^۲

- سودآوری
- بهره‌وری (ساده‌سازی رویه‌ها و سیستم‌ها بر مبنای استانداردهای جهانی)

^۱Pierce & Robinson

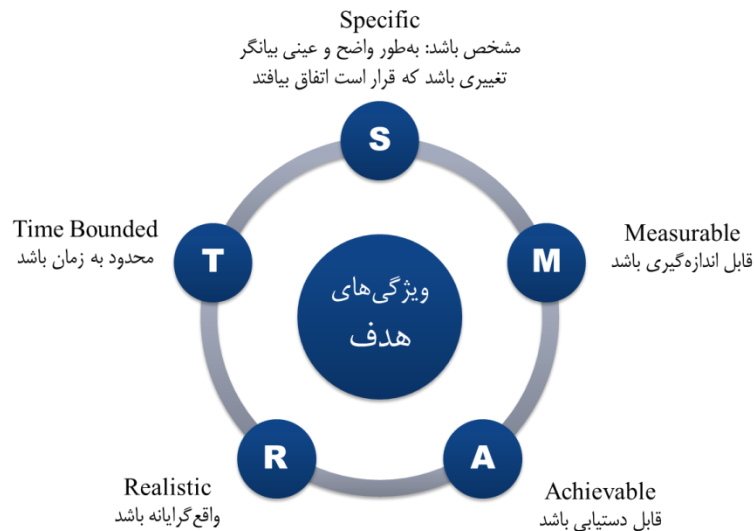
^۲ این مدل در مورد تدوین استراتژی گمرک ایران مورد استفاده قرار گرفته است.

- موضع رقابتی (ارتقای نقش و جایگاه در اقتصاد ملی، توسعه همکاری‌های بین‌المللی و منطقه‌ای)
- پیشرفت کارکنان (سرمايه‌گذاري در نيروي انساني و ظرفيت‌سازي)
- روابط کارکنان
- رهبری فناورانه
- مسئولیت اجتماعی (جلب رضایت، اعتماد و مشارکت خدمت‌گیرندگان)

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
- محدود به زمان بودن



شکل ۱-۲ ویژگی‌های اهداف کلان

۲-۲- گام‌های ضروری در تدوین اهداف

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:

۱) 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.

۲) 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.

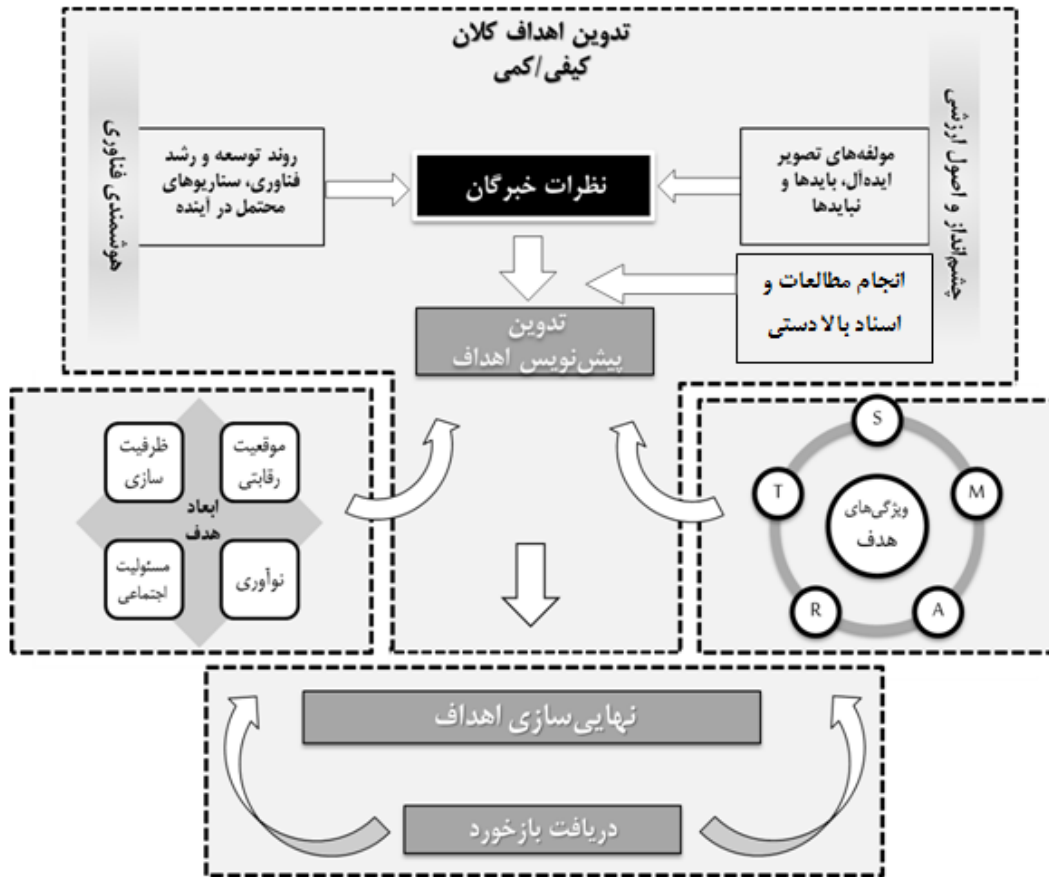
۳) تأیید و نهایی‌سازی اهداف کلان

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.

۴) دریافت بازخورد

از آنجا که تدوین گام‌های مختلف سند در یک فرآیند تعاملی به وقوع می‌پیوندد، اهداف کلان تدوین شده در بخش ممکن است با تدوین گام‌های بعدی سند دچار تغییر و اصلاح شوند. تدوین اهداف خرد (اهداف پایین-به-بالا) و دریافت تصویر واقعی‌تر از وضعیت موجود یکی از مهمترین بازخوردهایی است که می‌تواند منجر به بازبینی در اهداف کلان شود.

شکل ۲-۲ نمایش گرافیکی مراحل تدوین اهداف کلان را به طور خلاصه به نمایش می‌گذارد.



شکل ۲-۲. روش پیشنهادی برای تدوین اهداف کلان

۲-۳- نتایج حاصل از بررسی گزارش اسناد بالادستی

با توجه به متنوع بودن ارگان‌های قانون‌گذار، اسناد بالادستی متعددی در رابطه با توسعه فناوری توربینهای بخار نیروگاهی بررسی شده‌اند که لیست این اسناد ارائه شده است. با مطالعه قوانین و سیاست‌های مرتبط، موارد قابل استنتاج در تعیین اهداف کلان تعیین شده‌اند.

جدول ۱-۲: موارد قابل استنتاج از اسناد بالادستی برای تعیین اهداف کلان در حوزه توسعه فناوری توربینهای بخار

نیروگاهی

اهداف قابل استنتاج از قانون	قانون تصویب شده	ردیف
تبدیل واحدهای گازی به سیکل ترکیبی و استفاده از فناوری‌های نوین تولید برق	سند چشم‌انداز و برنامه راهبردی وزارت نیرو - اهداف استراتژیک و استراتژی‌های وزارت نیرو در بخش برق و انرژی کشور	۱
افزایش راندمان کلی نیروگاههای حرارتی کشور تا پایان برنامه پنجم توسعه کشور به ۴۱ درصد	نظامنامه افزایش راندمان و تولید نیروگاههای کشور مصوب ۸۸/۰۳/۰۴	۲
هیچ واحدی با بازده حرارتی کمتر از ۲۵٪ مجاز به بهره‌برداری نمی‌باشد. با توجه به الزام سازمان بهینه‌سازی مصرف انرژی مبنی بر بازدهی واحدهای حرارتی در شرایط D یعنی بیش از ۴۰ درصد بازدهی، تنها واحدهای بخاری (سوخت مایع، گاز یا زغال) از نوع فوق بحرانی یا بالاتر دارای این حد لازم هستند.	استاندارد معیار بازده خالص نیروگاههای حرارتی به شماره ۱۳۳۷۵ انتشار ۱۳۹۱/۰۲/۱	۳

۴-۲- نتایج حاصل از بررسی چشم‌انداز تدوین شده

با توجه به چشم‌انداز تدوین شده برای توسعه فناوری توربینهای بخار نیروگاهی، تم‌های اصلی چشم‌انداز، تامین برق پایه مطمئن و پایا و دستیابی به جایگاه مناسب از لحاظ خودکفایی در فناوری های اولویت دار توربین بخار نیروگاهی می باشد. لذا برای دستیابی به موارد ذکر شده در چشم‌انداز باید اهداف توسعه فناوری توربینهای بخار نیروگاهی را به گونه‌ای تدوین نمود که امکان دستیابی به موارد ذکر شده در چشم‌انداز را در افق تعیین شده امکان‌پذیر سازد، اهداف زیر را می‌توان در راستای چشم‌انداز تعریف کرد:

۱. دستیابی به راندمان مطلوب توربین بخاری ساخت داخل

۲. دستیابی به توان مطلوب توربین بخاری به منظور ساخت داخل تا افق ۱۴۰۴

۲-۵- نتایج حاصل از نظرات خبرگان

در ادامه فرآیند تدوین اهداف کلان، تیم اجرایی پروژه بر اساس جمع‌بندی نتایج بدست آمده از اسناد بالادستی و چشم‌انداز، پرسشنامه ای را به منظور تعیین اهداف کلان تهیه نمودند که در پیوست ۱ ارائه شده است.

این پرسشنامه در اختیار ۷ نفر از اعضای کمیته راهبری و خبرگان قرار گرفت که اسامی آنان بدین شرح است: آقای دکتر محمد اولیاء، آقای مهندس محمد جواد طاهری، آقای مهندس پرویز فردنیا، آقای دکتر شکرالهی، آقای دکتر مسعود تقوایی، آقای جعفر آقایاری و آقای مهران.

نتایج این پرسشنامه به شرح زیر است:

جدول ۲-۲: تعیین راندمان مطلوب توربین بخار نیروگاهی

فرآوانی اولویت اول	گزینه ها	عناصر اهداف کلان
۱	٪۳۸	راندمان مطلوب توربین سازی ساخت داخل
۱	٪۳۹	
۴	٪۴۰	
۳	٪۴۱	

جدول ۲-۳: تعیین توان بیشینه تولیدی واحدهای گازی

فرآوانی اولویت اول	گزینه ها	عناصر اهداف کلان
۴	زیر ۳۵۰ مگاوات	توان بیشینه تولیدی واحدهای گازی (مگاوات)
۴	۳۵۰ تا ۵۰۰ مگاوات	
۱	بالای ۵۰۰ مگاوات	

جدول ۲-۴: تعیین تیپ توربین بخاری مطلوب

فرآوانی اولویت اول	گزینه ها	عناصر اهداف کلان
۶	زیر بحرانی	تیپ توربین بخاری مطلوب
۳	فوق بحرانی	

جدول ۲-۵: تعیین گزینه‌های دارای اهمیت در تعیین اهداف کلان توسعه توربین بخار

امتیاز	فرآوانی اولویت چهارم	فرآوانی اولویت سوم	فرآوانی اولویت دوم	فرآوانی اولویت اول	گزینه ها	عناصر اهداف کلان
۲۲	۳	۱	۳	۲	توسعه فناوری توربین‌های بزرگ بخاری به منظور کاهش قیمت تمام شده برق	شاخص‌های رشد و پیشرفت فناوری
۱۹	۱	۶	۲	۰	کاهش آلاینده‌های زیست محیطی با کاهش نرخ حرارتی توربین‌های بخار	
۲۶	۰	۱	۸	۰	توسعه فناوریهای پیشرفته توربین‌های بخار نیروگاهی	
۲۸	۱	۰	۵	۳	افزایش سطح توانمندی فناوری در ارتقای واحدهای بخاری موجود	
۲۱	۱	۴	۴	۰	سرریز دانشی توربین بخار در توسعه فناوریهای زمین‌گرمایی، بیومس، زباله سوز، هسته‌ای	
۲۲	۱	۴	۳	۱	توسعه کسب و کارهای دانش-بنیان در فناوریهای پیشرفته توربین بخار	
۲۲	۲	۲	۴	۱	تعامل موثر با دانشگاهها و مراکز تحقیقاتی	
۲۷	۰	۲	۵	۲	افزایش همکاریهای فناورانه بین‌المللی	
۲۸	۰	۲	۴	۳	سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه	

امتیاز گزینه‌های جدول ۲-۴ با توجه به اوزان در نظر گرفته شده برای پاسخ‌ها تعیین شده است، که این اوزان در جدول زیر

ذکر شده است.

جدول ۲-۶: اوزان پاسخ های پرسشنامه تعیین گزینه های دارای اهمیت در تعیین اهداف کلان توسعه توربین بخار

وزن	پاسخ
۴	خیلی زیاد
۳	زیاد
۲	متوسط
۱	کم

۲-۶- اهداف کلان

در نهایت پس از بررسی اسناد بالادستی، شکستن اجزای مختلف چشم انداز تدوین شده و همچنین جمع بندی نظرات خبرگان بر اساس پرسشنامه ارائه شده، اهداف کلان سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری توربینهای بخار نیروگاهی، به صورت زیر تدوین شد که شامل موارد زیر است.

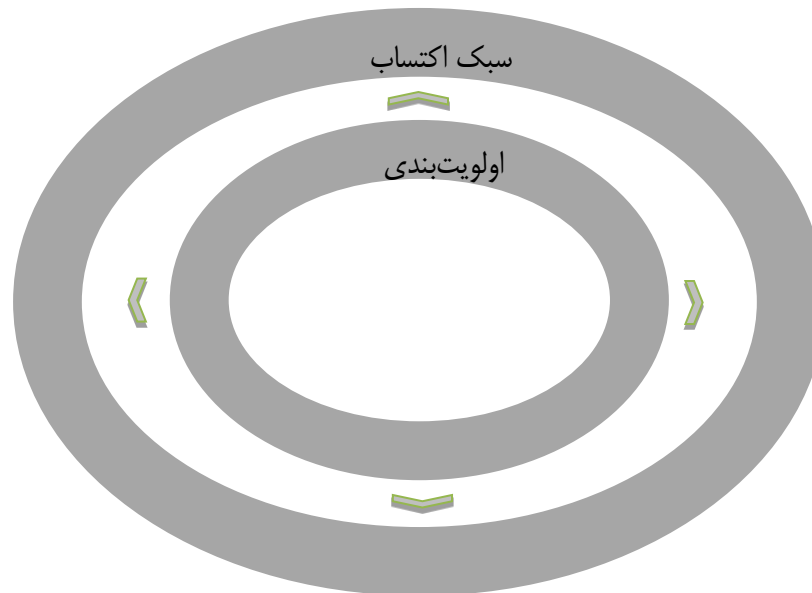
۱. دستیابی به راندمان ۴۰٪ توربین بخاری ساخت داخل در طی ۱۰ سال
۲. دستیابی به توان ۵۰۰ مگاوات توربین بخاری به منظور ساخت داخل تا افق ۱۴۰۴
۳. دستیابی به توان ساخت توربین بخاری زیر بحرانی
۴. افزایش سطح توانمندی فناورانه در ارتقای واحدهای بخاری موجود
۵. سرمایه گذاری در تحقیق و توسعه

فصل سوم: تدوین راهبردها

۳-۱- مقدمه

راهبردهای ملی فناوری دربرگیرنده‌ی مجموعه‌ای از جهت‌گیری‌هایی است که با معین نمودن خطوط کلی، از عدم قطعیت موجود در توسعه فناوری کاسته و به سؤالات اساسی سیاست‌گذاران در مسیر دستیابی به اهداف کلان پاسخ می‌دهد؛ به‌طوری‌که راهبردها را می‌توان معین‌کننده مجموعه جهت‌گیری‌های اصلی برای دستیابی به اهداف دانست. این راهبرد به انتخاب فناوری‌های اولویت‌دار و تعیین نحوه‌ی دستیابی به آن‌ها می‌پردازد. به عبارت دیگر، راهبرد ملی فناوری معین‌کننده‌ی چستی و چگونگی توسعه فناوری در سطح کلان است.

اجزای راهبرد ملی فناوری متشکل از اولویت‌بندی و سبک اکتساب به صورت سلسله‌مراتبی و هر یک تحت اثر لایه‌ی بالایی خود تعیین می‌شوند. به عبارت دیگر، اولویت بندی بر تعیین سبک اکتساب فناوری تأثیر می‌گذارد. (شکل ۳-۱)



شکل ۳-۱ رابطه سلسله‌مراتبی مولفه‌های راهبرد ملی فناوری

۲-۳- اولویت بندی

تعیین اولویت‌های توسعه و انتخاب حوزه‌های برگزیده فناوری در قالب راهبرد پورتفولیو به انجام 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 فناوری را برای سرمایه‌گذاری و توسعه مشخص می‌گردد. روش پیشنهادی برای این مؤلفه حاصل جمع‌بندی روش‌های مختلف راهبرد ملی و بنگاهی فناوری است. از میان روش‌های مختلف، روش فناوری‌های حیاتی که به انتخاب فناوری‌های مهم با دو معیار جذابیت و امکان‌پذیری می‌پردازد، با کمی اصلاحات متناسب با هر مفهوم به عنوان مبنای روش پیشنهادی استفاده می‌گردد (UNIDO, 2005a). در این روش پیشنهادی، تعیین فناوری‌های برگزیده با استفاده از ماتریس دو بعدی جذابیت-قابلیت^۱ صورت می‌پذیرد. معیارهای جذابیت فناوری با توجه به اهداف کلان تعیین شده و فناوری‌هایی که توسعه آن‌ها بیشترین اثر در تحقق اهداف را دارند دارای جذابیت بالایی خواهند شد. در این روش، بر اساس دو دسته معیار جذابیت و قابلیت به مقایسه میان گزینه‌های مختلف رقیب پرداخته می‌شود. مدل پیشنهادی در چهار مرحله (سطح) پیش‌بینی شده که این مراحل عبارتند از:

۱- تشکیل و تحلیل ماتریس ارزیابی جذابیت-توانمندی

۲- دسته‌بندی (اولویت‌بندی) فناوری‌ها

۳- تعیین روش اکتساب

۴- تدوین راهبردهای توسعه فناوری

۳-۲-۱- متدولوژی تعیین جذابیت و قابلیت / مطلوبیت - امکان‌پذیری

برای نگاشت فناوری‌ها در ماتریس جذابیت-قابلیت، لازم است تا در ابتدا به سنجش میزان جذابیت فناوری و قابلیت ملی برای تولید پرداخت. برای این منظور، باید معیارهایی برای سنجش جذابیت و قابلیت استخراج نمود. بطور کلی در ارزیابی قابلیت، به

¹- Bi-dimensional matrix of attractiveness-capability

بررسی نقاط ضعف و قوت کشور در فناوری مورد ارزیابی پرداخته شده و در ارزیابی جذابیت، فرصت‌ها و تهدیدهایی که فناوری برای کشور ایجاد می‌نماید، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

۳-۲-۲- جذبایی / مطلوبیت

جذابیت یک فناوری غالباً توسط عواملی تعیین می‌شود که خارج از کنترل محیط درونی (سازمان/صنعت/کشور) بوده و معمولاً به مشخصات ذاتی فناوری مربوط می‌شوند. جذابیت فناوری نسبی است و در مقایسه با فناوری‌های رقیب، معنی پیدا می‌کند. معیارهای جذابیت بر حسب اینکه فناوری در چه مرحله‌ای از چرخه عمر خود قرار داشته باشد، به دو دسته تقسیم می‌شود. در فناوری‌های بالغ، به دلیل شکل‌گیری صنعت در کنار توسعه فناوری، می‌توان تصمیم‌گیری در مورد حوزه‌های موردنیاز سرمایه‌گذاری را بر پایه منافع ملی حاصل از هر بخش استوار نمود. مفهوم منافع ملی عام‌تر و جامع‌تر از منافع ملی اقتصادی است و شامل منافع زیست‌محیطی، اجتماعی، سیاسی، و فرهنگی هم می‌شود. اما در فناوری‌های نوظهور، به دلیل دور بودن فناوری‌ها از تبدیل شدن به محصول و شکل‌گیری صنعت، استفاده از نگرش منافع ملی کارساز نخواهد بود. اگرچه امکان بررسی اینکه آیا یک فناوری نوظهور در راستای اهداف کلان کشور می‌باشد یا خیر، میسر است ولی شاید نتوان به این سؤال در مورد زیر فناوری‌ها به‌عنوان اجزای فناوری راهبردی پاسخ داد. در این حالت لازم است تا جذابیت زیرفناوری‌ها را با استفاده از گونه‌هایی دیگر از معیارها به‌انجام رساند.

۳-۲-۲-۱- معیارهای جذابیت در فناوری‌های بالغ (دوره‌های اواخر رشد و بلوغ)

آنچه از سوی دولت‌ها و در سطح ملی به‌عنوان جذابیت برای توسعه یک فناوری تلقی می‌شود، منافع ملی حاصل از توسعه فناوری است. توسعه یک فناوری می‌تواند به عاید شدن منافع گسترده‌ی اجتماعی-اقتصادی - سیاسی برای کشور منجر شود. هرچه سطح منافع حاصل از بومی‌سازی یک فناوری بیشتر باشد، به‌همان نسبت تمایل دولت‌ها نسبت به توسعه آن نیز بیشتر می‌گردد. با بررسی ادبیات مربوطه، مطالعات میدانی، و همچنین برگزاری پنل‌های طوفان فکری میان متخصصین، می‌توان معیارهای جذابیت بومی‌سازی یک فناوری یا همان منافع ملی را برای یک کشور نفتی و درحال توسعه مانند ایران، به صورت زیر برشمرد.

- اشتغال‌زایی: یکی از اهداف مهم هر دولت ایجاد شغل و کاهش بیکاری از صحنه‌ی اجتماع است. عموماً دولت‌ها با ایجاد صنایع و فعالیت‌های اقتصادی جدید به دنبال ایجاد مشاغل جدید هستند. در همین حال یکی از مزایای جانبی توسعه

فناوری‌هایی که در مراحل بلوغ خود قرار دارند، نیز پدید آمدن مشاغل جدید است. توسعه این فناوری‌ها به‌طور غالب با توسعه صنایع مربوط به آن همراه است. با توسعه صنایع هم واحدهای تولیدی و خدماتی که عوامل اصلی ایجاد مشاغل هستند توسعه پیدا می‌کند. بنابراین اشتغال‌زایی را می‌توان به‌عنوان یک معیار جذابیت برای فناوری‌های بالغ قلمداد نمود.

▪ ایجاد بازار برای مواد خام: برای کشوری مانند ایران که برخوردار از منابع غنی مواد خام و کانی‌های فلزی و غیرفلزی است، ایجاد بازاری برای استفاده از این منابع و ایجاد ارزش افزوده از مواد خام در یک فرآیند صنعتی یکی از مسائل مورد توجه سیاستگذاران است. این امر به دلیل ایجاد ارزش افزوده بیشتر در نتیجه‌ی پردازش آنها در فرآیندهای صنعتی در مقایسه با فروش آنها به صورت خام اهمیت پیدا می‌کند.

▪ پتانسیل برای صادرات: توسعه‌ی صادرات غیرنفتی در ایران همواره یکی از اولویت‌های سیاستگذاران و دولت‌ها بوده است. اهمیت این موضوع به خاطر وابستگی شدید به صادرات نفتی و سهم پایین صادرات سایر انواع محصولات و خدمات از کل صادرات کشور است. ایجاد یک فناوری جدید در داخل کشور فرصتی را فراهم می‌کند تا امکان فروش محصولاتی جدید به خارج از کشور فراهم شود.

▪ غرور ملی: اکثر دولت‌ها در انتخاب بین فناوری تولید داخل و فناوری وارداتی، در شرایط برابری کیفیت، مورد اول را ترجیح می‌دهند. علت موضوع را می‌توان در معیار جذابیت غرور ملی دانست. غرور ملی یکی از دلایل دولت‌ها برای ایجاد فناوری‌های جدید در داخل کشور است.

▪ جلوگیری از خروج ارز: واردات محصولات نهایی از خارج از کشور منجر به خروج ارز از کشور شده که این امر عموماً برای دولت‌ها چندان خوشایند نیست. لذا بومی سازی فناوری‌هایی که محصول آنها در داخل کشور استفاده می‌شوند از اولویت‌های سیاستگذاران و دولت‌ها می‌باشد.

▪ صرفه‌جویی در هزینه‌های نیروی کار: محصولاتی که در کشورهای صنعتی تولید می‌شوند عموماً از نظر هزینه‌ی نیروی کار در مقایسه با کشورهای در حال توسعه گران‌تر هستند. لذا بومی‌سازی فناوری‌ها در کشورهایی مانند ایران منجر به صرفه‌جویی در هزینه‌ی نیروی کار و در نتیجه ارزانتر شدن محصول می‌شود.

استفاده از نیروی کار معمولی بیشتر در مورد فناوری‌هایی با بلوغ کامل مطرح است. فناوری‌های نوظهور، بیشتر درگیر نیروهای کار تحصیل‌کرده هستند. بنابراین این معیار نیز بیشتر در مورد فناوری‌های بالغ صادق خواهد بود.

۳-۲-۲-۲- معیارهای جذابیت در فناوری‌های نوظهور (دوره‌های جنینی و اوایل رشد)

▪ معیارهای ارزیابی اثر حوزه‌های فناورانه بر فناوری راهبردی: هرچه اثر یک حوزه بر عملکرد فناوری راهبردی بیشتر باشد، جذابیت آن بالاتر است. اما باید توجه داشت که گاهی یک حوزه فناورانه با اثر نسبتاً کم ولی گسترده خود، می‌تواند تأثیر به مراتب بیشتری در عملکرد کل سیستم داشته باشد. همچنین وابستگی یک حوزه به توسعه حوزه‌های دیگر نیز می‌تواند از جذابیت آن بکاهد. در نتیجه، این دسته از معیارها شامل چهار زیر بخش است:

- معیارهای ارزیابی میزان اثر حوزه‌های فناورانه بر عملکرد فناوری راهبردی،
- گستردگی این حوزه‌ها در انواع فناوری‌های راهبردی،
- سهم آن‌ها در فراهم کردن زمینه دستیابی به حوزه‌های فناورانه جدید دیگر (سرریز دانشی) و
- وابستگی میان حوزه‌ای (حوزه‌های فناورانه زیربنایی).

▪ معیارهای ارزیابی ویژگی‌های ذاتی فناوری: این دسته از معیارها بر خلاف دسته قبل که اثر حوزه‌های فناورانه را ارزیابی می‌کردند، به ویژگی‌های ذاتی آن‌ها می‌پردازد. بعضی از ویژگی‌ها می‌توانند به عنوان وجه امتیاز محسوب شده و باعث جذابیت بیشتر آن شود و برخی دیگر ممکن است از جذابیت آن بکاهد. معیارهایی که برای ارزیابی خصوصیات ذاتی حوزه‌های فناورانه می‌توان در نظر گرفت عبارتند از:

- ریسک جایگزینی با حوزه‌های فناورانه دیگری که در آستانه ظهور هستند (چرخه عمر فناوری) و
- امکان فروش حوزه‌ی فناورانه یا محصولات آن به خارج از کشور (در صورت تسلط کامل).

پس از تعیین معیارها و نیز اندازه‌گیری آن‌ها در حوزه‌های فناورانه مورد نظر، لازم است تا جذابیت فناوری از منظر کلیه معیارها را محاسبه نمود. برای این منظور، لازم است تا از یکی از روش‌های رتبه‌بندی برتری موجود در ادبیات تصمیم‌گیری استفاده نمود. به‌عنوان یکی از پرکاربردترین روش‌ها، روش PROMMETHEE II در این قسمت مد نظر قرار می‌گیرد. در این روش، با استفاده از تابع ارجحیت خطی، رتبه‌ی هر یک از حوزه‌ها از منظر کلیه معیارهای جذابیت معین می‌گردد.

۳-۲-۳- قابلیت / امکان‌پذیری

مفهوم قابلیت در ماتریس اولویت‌بندی بیانگر مجموع توانمندی‌های بالقوه و بالفعل، در سطح ملی، و در زمینه‌ی توسعه فناوری است. برای انجام فرآیند ارزیابی توانمندی فناورانه 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 قابلیت در ماتریس اولویت‌بندی هم‌خوان باشد.

برخی از محققان به ارائه‌ی مدل‌های ارزیابی توانمندی بر مبنای سطوح توانمندی فناورانه پرداخته‌اند که می‌توانند مبنایی برای ارزیابی قابلیت‌های فناورانه در سطح ملی قرار گیرد. برای نمونه، ولکات^۱ و همکاران (1997) برای شناسایی عمق توسعه‌ی فناورانه سطوح زیر را معرفی کرده‌اند:

▪ سطح صفر: (مصرف^۲) 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.

¹Wolcott

²Use

- 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.
 - سطح ۳: (درحال 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.
- به منظور ارزیابی قابلیت 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 قابلیت، بیانگر شکاف فناورانه کشور در آن حوزه می‌باشد.
- در این مطالعه، به منظور ارزیابی قابلیت ملی در توسعه یک فناوری، مدلی ۸ سطحی برای فناوری‌های بالغ و مدلی ۶ سطحی برای فناوری‌های نوظهور بر پایه ایده ولکات و همکاران توسعه داده شده است (جدول ۳-۱). این مدل‌های چندسطحی می‌توانند برای نمایش سطوح قابلیت در ابعاد ملی استفاده شوند. سطح قابلیت هر کشور در قالب این سطوح و در دو حالت بالفعل (محقق شده) و بالقوه (قابل دستیابی در ۵ سال آینده) قابل ارائه است. دستیابی به سطوح بالای قابلیت نشان‌دهنده‌ی درجه بومی‌سازی بالاتر در توسعه فناوری مربوط است. در این میان، معمولاً چهار شکاف فناورانه فن‌افزار^۲، اطلاعات‌افزار^۳، انسان‌افزار^۴، و سازمان‌افزار^۵ مانع از دستیابی به سطح بالای قابلیت در یک کشور می‌گردد (APCTT, 1989).

¹Advancing
²Technoware
³Infoware
⁴Humanware
⁵Orgaware

جدول ۳-۱. سطوح قابلیت فناورانه پیشنهادی برای فناوری های اواخر رشد و بلوغ

شرح	قابلیت	سطح
در این سطح از قابلیت فناوری، در داخل کشور اطلاعی از کاربرد و نحوه استفاده از فناوری مورد نظر وجود ندارد.	عدم آگاهی از کاربرد	۰
در این سطح از قابلیت فناوری اطلاع از چگونگی استفاده از فناوری وجود دارد.	آگاهی از کاربرد	۱
در این سطح نه تنها آگاهی از کاربردهای فناوری وجود دارد، بلکه توان استفاده از آن نیز بالفعل شده است.	توان استفاده	۲
در این سطح در کشور افراد یا مجموعه‌هایی وجود دارند که می‌توانند فناوری مورد استفاده را نگهداری و تعمیر نمایند.	توان نگهداری و تعمیرات	۳
در سطح پنجم از قابلیت فناوری، کشور توان مونتاژ اجزای فناوری و ساخت نهایی را دارد.	توان مونتاژ	۴
در این سطح علاوه بر توان مونتاژ، امکان کپی طراحی قطعه مورد نظر از روی نمونه‌های موجود وجود دارد.	توان ساخت با کپی طراحی	۵
در این مرحله از قابلیت فناوری، توانایی ساخت بومی قطعه با درصدی تغییر در نمونه موجود مطابق با شرایط کشور وجود دارد.	توان ساخت با درصدی طراحی بومی	۶
در این مرحله از قابلیت فناوری توانایی طراحی کامل بومی قطعه و سپس ساخت آن فراهم شده است. به عبارت دیگر کشور می‌تواند بدون نیاز به کپی برداری از روی نمونه‌های دیگر، قطعه را مستقلاً طراحی و تولید کند.	توان ساخت با ۱۰۰ درصد طراحی بومی	۷

جدول ۳-۲. سطوح قابلیت فناورانه پیشنهادی برای فناوری های دوره‌های معرفی و اوایل رشد

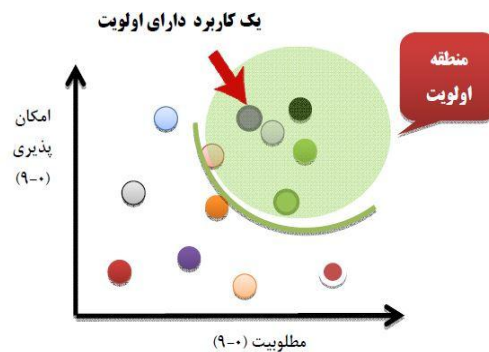
شرح	قابلیت	سطح
در این سطح از قابلیت فناوری، در داخل کشور اطلاعی از کاربرد و نحوه استفاده از فناوری مورد نظر وجود ندارد	عدم آگاهی از کاربرد	۰
در این سطح اطلاع از کارکردی که یک فناوری ارائه می‌دهد وجود دارد	آگاهی اولیه نسبت به فناوری	۱
در این سطح، فناوری بدون هیچگونه تغییر نسبت به حالتی که خریداری یا دریافت شده و در محصولات مورد استفاده قرار می‌گیرد، این سطح شامل نگهداری و سرویس تجهیزات مربوط به فناوری نیز می‌شود	توان بکارگیری فناوری در محصول	۲
این سطح به همراه داشتن قابلیت‌های طراحی و تولید فناوری، منتها در مقیاس آزمایشگاهی اشاره دارد. این توان شامل وجود نرم‌افزارها، سخت‌افزارهای آزمایشگاهی و نیروی انسانی خبره می‌باشد.	توان طراحی و تولید در مقیاس آزمایشگاهی	۳
امکان طراحی و تولید فناوری در مقیاس صنعتی در این سطح مهیا می‌گردد	توان طراحی و تولید در مقیاس صنعتی	۴
بالاترین سطح تسلط به فناوری است. در این سطح، نه تنها کشور و صنعت قادر است به بهره‌برداری کامل از فناوری و توان طراحی و تولید محصول آن در مقیاس صنعتی بپردازد بلکه امکان خلق فناوری‌های جدید را بر مبنای دانش و مهارت حاصل از فناوری موجود دارد.	تسلط به دانش پایه و مبانی علمی فناوری	۵

برای سنجش سطح قابلیت بر اساس این مدل، لازم است تا از اطلاعات متخصصان مربوط به این زمینه در حوزه‌های فنی استفاده شود. نحوه جمع‌آوری این اطلاعات می‌تواند هم به صورت مستقیم (مصاحبه) و هم غیرمستقیم (پرسشنامه) باشد. با جمع‌آوری و تحلیل پرسشنامه و مصاحبه‌های صورت گرفته، می‌توان سطح قابلیت فناورانه ملی را محاسبه نمود.

۳-۲-۴- ترسیم ماتریس‌های مطلوبیت - امکانپذیری / جذابیت - قابلیت

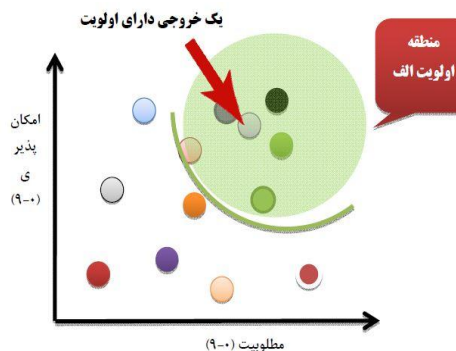
اگر کاربردها یا بازارها اولویت‌بندی شده باشند، ماتریس مطلوبیت - امکانپذیری به شکل زیر رسم خواهد شد.

واضح و مبرهن است که در هر سطح از شاخص‌ها و معیارهای خاص خود برای ارزیابی جذابیت (مطلوبیت) و یا قابلیت (امکانپذیری) استفاده خواهد شد.



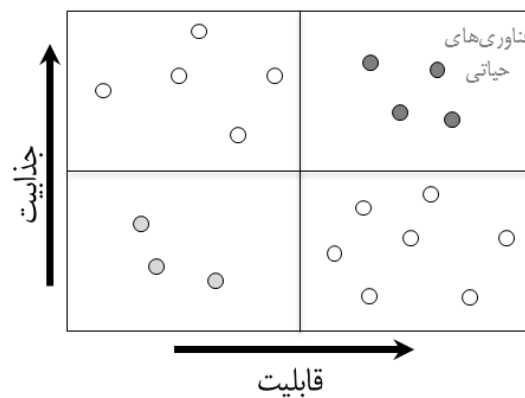
شکل ۳-۲. ماتریس جذابیت - قابلیت (منطقه اولویت)

اگر محصولات / خدمات اولویت‌بندی شده باشند ماتریس زیر به عنوان خروجی‌های فناورانه ترسیم خواهد شد.



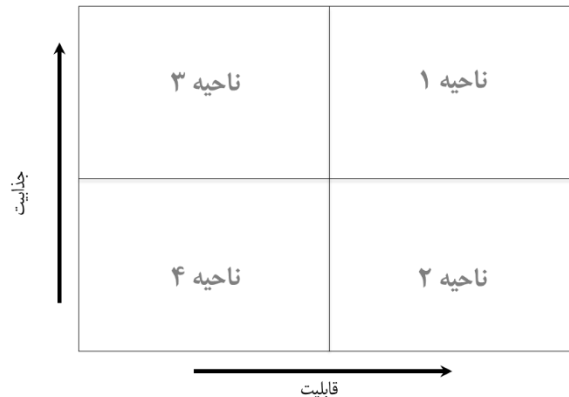
شکل ۳-۳. ماتریس جذابیت- قابلیت (منطقه اولویت الف)

اگر فناوری‌ها (سیستم‌ها) و یا زیرفناوری‌ها (زیرسیستم‌ها) اولویت‌بندی شده باشند، ماتریس جذابیت - قابلیت ترسیم خواهد شد. در این مرحله براساس دو معیار جذابیت و قابلیت، به اولویت‌بندی توسعه فناوری در هر یک از حوزه‌ی فناورانه پرداخته می‌شود. طبیعی است که هرچه میزان جذابیت و قابلیت یک حوزه بالاتر باشد، تصمیم‌گیران تمایل بیشتری به انتخاب آن از خود نشان می‌دهند.



شکل ۳-۴. ماتریس جذابیت- قابلیت (امکان‌پذیری)

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 اولویت‌دهی حوزه‌های فناورانه در این ماتریس به ترتیب نواحی ۱، ۲، ۳ و ۴ است.



شکل ۳-۵. تقسیم‌بندی ماتریس جاذبیت-قابلیت

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 جاذبیت 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 جاذبیت آنها پایین است. در این رابطه، لزومی به حمایت دولت در توسعه این بخش‌ها نیست و با فراهم آمدن قابلیت، توسعه این حوزه‌ها نیز به وقوع می‌پیوندد.
- ناحیه ۳ مشتمل بر حوزه‌هایی می‌شود که اگر چه جاذبیت 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 جاذبیت 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، به‌عنوان اجزای برگزیده برای توسعه انتخاب می‌شوند. سایر حوزه‌ها (قرار گرفته در نواحی غیرقابل قبول) برای تصمیم‌گیری در مورد وضعیت نهایی‌شان به گام بعدی که سنجش بحرانی بودن و وابستگی به مواد خاص است منتقل می‌شوند.

از مزیت‌های روش ماتریس جذابیت-قابلیت می‌توان به عدم تلفیق این دو نوع معیار، و در نتیجه عدم وزن‌دهی یکسان آنها در تصمیم‌گیری اشاره کرد. چرا که در نظر برخی ممکن است قابلیت دستیابی به فناوری مهم‌تر باشد و از منظر برخی دیگر جذابیت فناوری. در این روش می‌توان هر فناوری را از نظر جذابیت و قابلیت، در ماتریس دید و فناوری دارای جایگاه مناسب را انتخاب نمود. مزیت پراهمیت دیگر این روش، واگذاری تصمیم نهایی به تصمیم‌گیرنده است؛ اکثر روش‌های تصمیم‌گیری ریاضی تصمیم نهایی را خود اتخاذ کرده و آنرا به تصمیم‌گیرنده ارائه می‌کنند که این کار در بعضی موارد منجر به غیر منطقی شدن تصمیم می‌شود. لذا در اینجا تصمیم نهایی به تصمیم‌گیرنده واگذار می‌شود و تیم مشاور تنها به‌عنوان تصمیم‌ساز جواب‌ها را ارائه می‌نماید.

۳-۳- تعیین جذابیت در حوزه توربین‌های بخار نیروگاهی

تنوع زیاد توربین بخاری و استفاده متنوع از آن استراتژی‌های مختلفی برای توسعه فناوریهای آن ایجاد می‌کند. در این مطالعه سعی شده است استراتژی‌ها بیشتر براساس نیازهای کشور در آینده نزدیک و دور به این فناوری باشد.

بواسطه توسعه کم فناوری توربین بخاری در داخل کشور و غفلت ۳ دهه‌ای ایجاد شده بخصوص در مورد فناوری‌های جدید آن، دانش فنی و صنعتی داخل نیز در این مورد با محافظه‌کاری برخورد می‌کند.

همانطور که در گزارش هوشمندی فناوری توربین بخار ذکر گردید درخت فناوری توربین بخاری شامل ۲ سطح می‌باشد. سطح اول پکیج کامل انواع توربین‌های بخاری شامل زیربحرانی، فوق بحرانی، ماوراء بحرانی و ... است و سطح دوم زیرفناوری‌های توربین بخاری شامل پره، روتور، آب بند و ... را تشکیل می‌دهد. با توجه به اینکه توربین بخاری یک محصول و پکیج مشخص می‌باشد که سابقه استفاده طولانی نیز دارد بنابراین برای توسعه این فناوری، محصول (پکیج) باید بصورت کلی مورد توجه قرار گیرد و توسعه منفرد زیرفناوری‌ها منجر به توسعه فناوری مادر نخواهد شد. تجربه سایر کشورها مانند چین چنانچه در مطالعات تطبیقی نیز

اشاره گردید با اولویت‌دادن به توسعه ۲ تا ۳ نوع توربین و پکیج مشخص بوده و در ادامه این فرآیند، زیرفناوریها توسعه یافته است. لذا در ادامه این گزارش اولویت‌بندی براساس نیازهای کشور و نگاه به محصول کامل توربین صورت گرفته است.

باتوجه به مباحث مفصل ارائه شده در مبحث تبیین ضرورت توسعه فناوری توربین بخاری نیازهای موجود که لازم است در مورد آنها مطالعه گردد شامل " توسعه فناوریهای بهسازی واحدهای قدیمی"، " توسعه واحدهای بخاری سیکل ترکیبی برای توربینهای گازی آینده" و " توسعه واحدهای بخاری بزرگ زیربحرانی یا فوق‌بحرانی" است که در ادامه توضیحات جمع‌بندی شده ارائه خواهد شد.

لازم به ذکر است بهسازی واحدهای قدیمی که بصورت مجزا در درخت فناوری نشان داده شده است خود شامل توسعه فناوری چندین محصول زیر مجموعه آن همچون توربینهای زیربحرانی، فوق بحرانی و سیکل ترکیبی است که با توجه به نیاز کشور و همچنین نظر اعضای کمیته راهبری در جلسه مرحله سوم پروژه مقرر گردید بعنوان یک حوزه فناوری جداگانه در اولویت‌بندی دیده شود.

در جدول ۳-۳ نیازهای کشور در راستای توسعه تکنولوژی توربین بخاری همراه با توضیحات و بررسی‌های صورت گرفته توسط تیم تخصصی از کارشناسان تیم فنی و کمیته راهبری آورده شده است.

جدول ۳-۳. اولویتهای موجود توسعه فناوری توربین بخاری

۱- بیش از ۵۰ درصد توان بخاری بالای ۳۰ سال عمر دارد. فناوری آن مربوط به بیش از ۵۰ سال پیش است.	بهسازی (یا بازسازی) واحدهای قدیمی
۲- لزوم انجام بهسازی با توجه به تاکید اسناد بالادستی مبنی بر افزایش بازدهی و کاهش آلاینده‌گی و همچنین تعریف دو نقشه راه جهت بازتوانی و ارتقاء بازدهی نیروگاههای کشور وجود دارد.	
۳- تغییر طراحی توربینهای بخاری داخلی جهت تجهیز به برج خشک برای کندانسور وجود دارد.	
۴- با توجه به آشنایی محدود به دانش فنی توربین بخاری، شروع کار با یادگیری بهسازی یا ارتقاء و طراحی‌های کوچک می‌تواند راه حل مناسبی باشد.	
۵- در برخی توربینهای بخاری قدیمی میزان بهسازی و تغییرات مورد نیاز به حدی است که	

<p>گاهی جایگزینی بخش بزرگی از توربین (مثلا جایگزینی کل روتور) به صرفه‌تر از بهسازی است.</p> <p>۶- تنوع زیاد در توربینهای بخاری قدیمی موجود میزان نیاز به هزینه توسعه فناوری را بیشتر خواهد نمود.</p>	
<p>۷- دلیل وجود تحریم توجه بیشتر به توسعه توربین گازی گردید و به نحوی توربین بخار مورد غفلت واقع شده است. حدود ۷۰ درصد تولید برق در دنیا با توربینهای بخاری صورت می‌گیرد که در ایران حدود ۳۲ درصد است.</p> <p>۸- صرفه اقتصادی قابل توجهی در تولید برق معمولاً با تولید برق پایه با واحدهایی با هزینه ساخت بالا و هزینه بهره‌برداری پایین (مانند نیروگاههای بخاری) و تامین برق پیک با واحدهای با هزینه ساخت پایین و هزینه بهره‌برداری بالا (همچون نیروگاههای گازی) بدست می‌آید (شکل ۳-۶).</p> <p>۹- بازدهی بالا و ثابت طی سال از امتیازات اصلی توربین بخاری است. آلودگی هوا بویژه با مصرف مازوت از مشکلات آن است. بالاترین بازدهی بدست آمده با سوخت گاز طبیعی برای سیکل ترکیبی ۵۸-۵۲٪ و بخاری ۵۱٪ است. با توجه به دو برابر بودن عمر آن در مقایسه با توربین گازی می‌تواند گزینه مناسبی باشد. کاهش بازدهی توربین گاز در فصول گرم و بخصوص کاهش ۲۰ درصدی توان تولیدی، هزینه بالای بهره‌برداری واحد گازی، هزینه ساخت پایین‌تر و زمان ساخت کوتاهتر واحد گازی، محدود بودن واحد گازی به استفاده از سوخت گاز طبیعی و گازوئیل در مقابل تنوع زیاد سوخت توربین بخار بخصوص سوخت ارزان مازوت، قابلیت اطمینان و در دسترس‌پذیری بالای واحد بخاری از موارد دیگر مقایسه این دو نوع توربین نیروگاهی می‌باشند.</p> <p>۱۰- با در نظر گرفتن بازدهی، توان تولیدی، هزینه ساخت و بهره‌برداری، عمر واحد و ... هزینه سطح بندی شده واحدهای بخاری سیکل ساده و واحدهای سیکل ترکیبی گازی- بخاری تفاوت چندانی نخواهند داشت.</p> <p>۱۱- بازدهی بالا در اسناد بالادستی تاکید شده است. توربین فوق بحرانی تا ۴۲ درصد بازدهی دارد. فوق بحرانی پیشرفته تا ۴۵ درصد بازدهی دارد. ماوراء بحرانی و ماوراء بحرانی پیشرفته تا ۵۰ و ۵۵ درصد بازدهی دارند.</p> <p>۱۲- جهش به فوق بحرانی راه را جهت توربینهای بخاری نسل بعد که همگی دارای بویلر یکبارگذر هستند باز خواهد کرد.</p> <p>۱۳- واحدهای بخاری تا ظرفیتهای بزرگ بیش از ۱۰۰۰ مگاوات در تک توربین قابل ارائه هستند که باعث کاهش هزینه برق تولیدی خواهند شد. با افزایش توان از ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ مگاوات هزینه‌ها تقریباً به نصف کاهش می‌یابد. (شکل ۳-۶ ج و د)</p> <p>۱۴- همانطور که توسعه شبکه‌های برق کوچک با واحدهای بزرگ نامناسب بوده و مشکل پایداری بالقوه بوجود خواهد آمد توسعه شبکه‌های برق بزرگ با واحدها کوچک تولید برق نیز نامناسب بوده و علاوه بر بالا رفتن هزینه توسعه شبکه، هزینه کنترل و پایدار سازی شبکه نیز بالا خواهد بود.</p>	<p>توسعه واحدهای بزرگ فوق بحرانی</p>

<p>۱۵- توربینهای بخاری فوق بحرانی و بالاتر در تولید برق پایه مورد استفاده قرار می‌گیرند و بدلیل ساختار بدون درام بویلر لازم است در بارهای بالا بهره‌برداری شوند و انعطاف‌پذیری زیادی ندارند. توربینهای سیکل ترکیبی گازی-بخاری در تولید برق میانی مورد استفاده قرار می‌گیرند.</p> <p>۱۶- فشار ورودی ردیف اول توربین بواسطه وجود نازل کمتر از فشار بحرانی است و عملاً توربین فوق بحرانی همانند توربین زیربحرانی است فقط تعدادی استیج بیشتر دارد.</p> <p>۱۷- تفاوت توربینهای زیربحرانی تا ماوراء بحرانی عمدتاً در جنس مواد است.</p> <p>۱۸- فناوری فوق بحرانی مربوط به دهه ۵۰ میلادی است و خیلی جدید و دست نیافتنی نیست. بررسی‌ها نشان می‌دهند افزایش هزینه تمام شده از زیربحرانی به فوق بحرانی کمتر از ۳۰ درصد است اما زمان بازگشت سرمایه بدلیل افزایش راندمان سریعتر است.</p> <p>۱۹- طبق بررسی‌های بعمل آمده، پتانسیل صنعتی جهت همکاری، مشارکت و تولید واحدهای فوق بحرانی با خارج از کشور و یا تولید داخل تا ظرفیت ۶۰۰ مگاوات وجود دارد.</p> <p>۲۰- در مورد توربینهای زیربحرانی و فوق بحرانی بزرگ، شرکت مپنا با توجه به آمادگی ساخت واحد ۳۲۵ مگاواتی در آن شرکت، بیشتر تمایل دارد واحدهای بخاری در این سایز در کشور ساخت شوند.</p> <p>۲۱- طبق شکل ۳-۶ د افزایش توان توربین بخاری، برق تولیدی ارزانتر خواهد شد و تولید برق با واحدهای با توان پایین گرانتر خواهد بود.</p> <p>۲۲- توربین بخاری فوق بحرانی با توان بیش از ۳۵۰-۳۰۰ مگاوات به صرفه خواهد بود. در کشورهای در حال توسعه همچون چین و هند، توربین فوق بحرانی با توان حدود ۶۰۰ مگاوات بیشتر توسعه داده شده است هرچند که توانهای بزرگ تا ۱۰۰۰ مگاوات نیز ساخت داخل دارند.</p> <p>۲۳- چین در سال ۲۰۱۱ فراخوان عمومی جهت همکاری شرکت‌های بزرگ و اصلی سازنده توربین بخاری در داخل جهت تولید توربینهای بزرگ تا ۱۳۵۰ مگاوات بصورت سری (Tandem) و متقاطع (Cross) و تحقیق و توسعه مواد جهت توربینهای بخاری تا دمای ۷۰۰° سانتیگراد جهت تحقق تا سال ۲۰۲۱ را داده است.</p>	
<p>۲۴- واحدهای با توان ۶۰۰-۵۰۰ مگاوات و با فشار توربین زیر ۱۸۰ بار مورد نظر است.</p> <p>۲۵- دانش فنی زیربحرانی مشابه فوق بحرانی است ولی هزینه توربین زیربحرانی در ساخت کمی کمتر از فوق بحرانی است.</p> <p>۲۶- امکانات صنایع داخل کشور در ساخت نیروگاه‌های زیربحرانی بیشتر از فوق بحرانی است.</p> <p>۲۷- توجیه توسعه ساخت توربینهای بخاری با سوخت گاز، گازوئیل یا مازوت‌سوز با بازدهی کمتر از ۳۷،۵ درصد با توجه به سیاستهای کلان وزارت نیرو در توسعه واحدهای با راندمان بالا منطقی به نظر نمی‌رسد.</p>	<p>توسعه واحدهای بزرگ زیربحرانی</p>
<p>۲۸- با توجه به وجود دانش فنی ساخت توربینهای ۳۲۵ مگاواتی در کشور، ساخت توربینی با ظرفیت مناسب برای سیکل ترکیبی با واحد گازی کلاس F (۲۵۰ مگاواتی) دور از ذهن نبوده و با آماده‌شدن این نوع توربین گازی احتمالاً در چند سال آینده مشکل خاصی بوجود نخواهد آمد.</p> <p>۲۹- با توجه به ورود واحدهای بزرگ گازی حدود ۳۰۰ مگاوات به کشور، توسعه واحدهای</p>	<p>توسعه واحدهای بخاری سیکل ترکیبی برای سیکل بازیافت توربین گازی بزرگ</p>

بخاری سیکل ترکیبی مناسب آنها مورد نیاز جدی است.

آینده

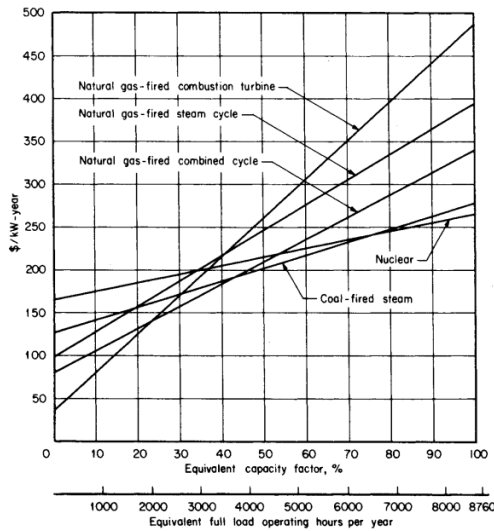
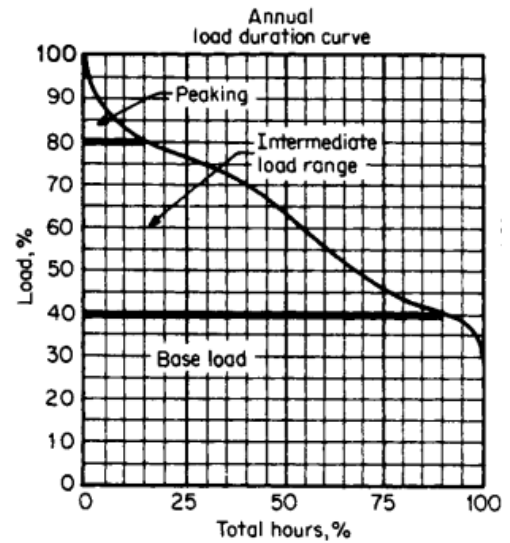


FIGURE 8.3 Screening curves for electric-generation-system alternatives based on assumption of availability of natural gas.

(ب)



(الف)

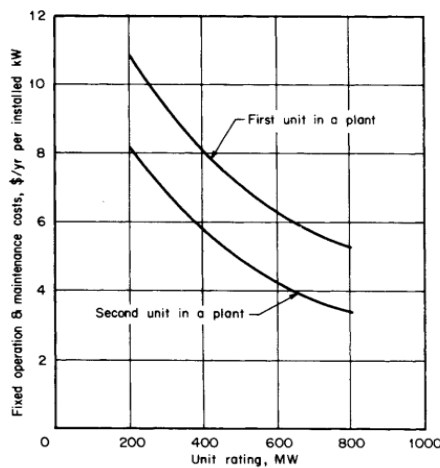


FIGURE 8.6 Typical fixed operation and maintenance costs vs. unit-rating trend for first and second coal-fired steam-cycle units.

(د)

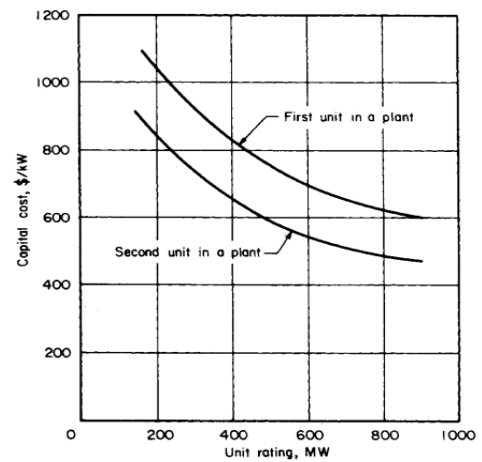


FIGURE 8.5 Typical capital costs vs. unit-rating trend for first and second coal-fired steam-cycle units.

(ج)

شکل ۳-۶. نمودار قیمت نیروگاه ها بر اساس اندازه و مگاوات نیروگاه

در این مرحله پرسشنامه ها (پیوست ۲) در اختیار ۳ نفر از خبرگان قرار گرفت، که اسامی آن به شرح زیر است: آقایان: آقایاری، طاهری و فردنیا. پس از مشخص شدن خبرگان جداول زوجی روش تحلیل سلسله مراتبی، تهیه شد. اساس روش تحلیل سلسله مراتبی بر مبنای مقایسات زوجی قرار دارد. بنابراین پس از تشکیل درخت معیارها، معیارهای موجود در هر سطح نسبت به معیارهای هر ستون مورد مقایسه قرار می گیرند، این کار توسط خبرگان انجام می شود. بدین ترتیب، جداول مقایسه ای ایجاد می گردند. مقایسات زوجی و امتیازدهی مربوطه براساس جدول استاندارد شده توماس. ال. ساعتی در نرم افزار Expert Choice انجام می گیرد. در مرحله دوم میزان جذابیت فناوری های توریتهای بخار نیروگاهی مورد بررسی قرار گرفت.

۳-۳-۱- تعیین جذابیت فناوری های توریتهای بخار نیروگاهی

برای اندازه گیری جذابیت و توانمندی توسعه یک فناوری ابتدا باید شاخص های مرتبط با آن را شناسایی کرد. بدین منظور، ابتدا مجموعه ای از شاخص های موجود در ادبیات و مطالعات سایر کشورها شناسایی شد و پس از برگزاری جلسات متعدد مدیریتی و بررسی به عمل آمده توسط کارشناسان تیم فنی پروژه، شاخص های مناسب به اعضای کمیته راهبری ارائه گردید و اعضای محترم کمیته راهبری با اعلام نظرات خود در این کمیته، شاخص های جذابیت را با توجه به اهداف کلان و بیانیه چشم انداز تعیین نمودند.

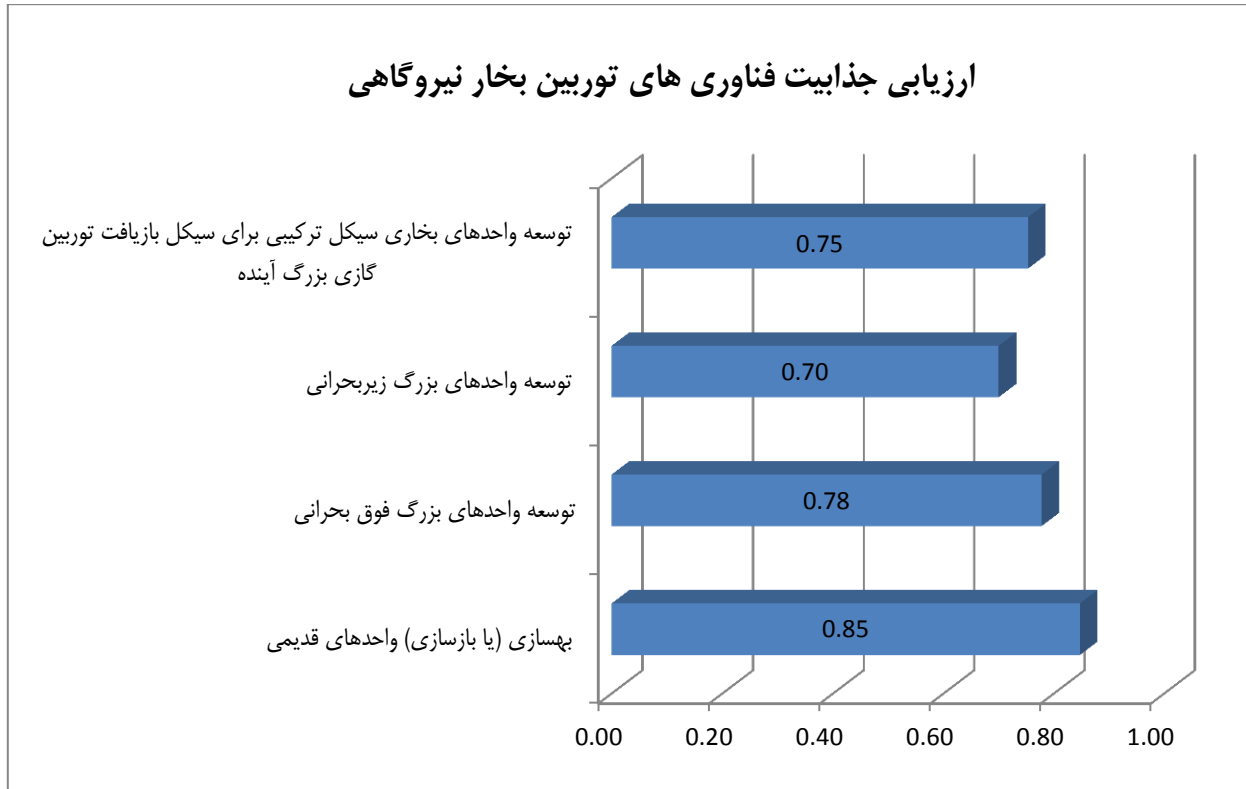
معیارهای جذابیت این ۴ حوزه به صورت زیر است.

- میزان نیاز آینده کشور به فناوری
- زمان رسیدن به تکنولوژی
- جذابیت بازار
- هزینه سرمایه گذاری
- میزان ارتقا سطح دانش فنی
- جذابیت برای حضور شرکتهای دانش بنیان
- تقاضای شبکه

جدول ۳-۴. جدول اوزان معیارهای جذابیت

وزن	معیار
۰،۱۸۹	میزان نیاز آینده کشور به فناوری
۰،۱۳۲	زمان رسیدن به تکنولوژی
۰،۱۳۲	جذابیت بازار
۰،۱۱۳	هزینه سرمایه گذاری
۰،۱۵۱	میزان ارتقا سطح دانش فنی
۰،۰۹۴	جذابیت برای حضور شرکتهای دانش بنیان
۰،۱۸۹	تقاضای شبکه
۱	مجموع

پس از مقایسه این معیارها، میزان جذابیت آنها به صورت نمودار زیر بدست آمد.



شکل ۳-۷. ارزیابی جذابیت فناوری های توربین بخار نیروگاهی

همانطوری که در نمودار مشاهده می شود، بهسازی واحدهای قدیمی جذابیت بالاتری نسبت به سایر بخش ها دارد.

در بخش ارزیابی توانمندی فناوری ها، میزان توانمندی هر یک از این فناوری ها نیز مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۳-۴- تعیین توانمندی در فناوری های توربین بخار نیروگاهی

پس از ارزیابی جذابیت برای هر یک از اولویت های موجود توربین بخار نیروگاهی، توانمندی این فناوری ها در این بخش مورد

بررسی قرار می گیرد. برای این منظور معیارهایی در نظر گرفته شد و از طریق پرسشنامه ای که در اختیار خبرگان این حوزه قرار

گرفت، سطح توانمندی هر یک از فناوری ها مشخص شد.

تعیین مولفه‌های ارزیابی توانمندی با حضور متخصصین حوزه توربین بخاری طی جلسه تخصصی صورت گرفت که معیارهای

آن به شرح زیر می‌باشد.

جدول ۳-۵ معیارهای توانمندی فناوریهای توربین بخار نیروگاهی

امکان پذیری کسب دانش فنی	توانمندی
امکان پذیری ساخت (تجهیزات و نیروی انسانی ماهر)	
امکان پذیری کسب دانش طراحی	

۳-۴-۱- تعیین سطح توانمندی فناوریهای توربین بخار نیروگاهی

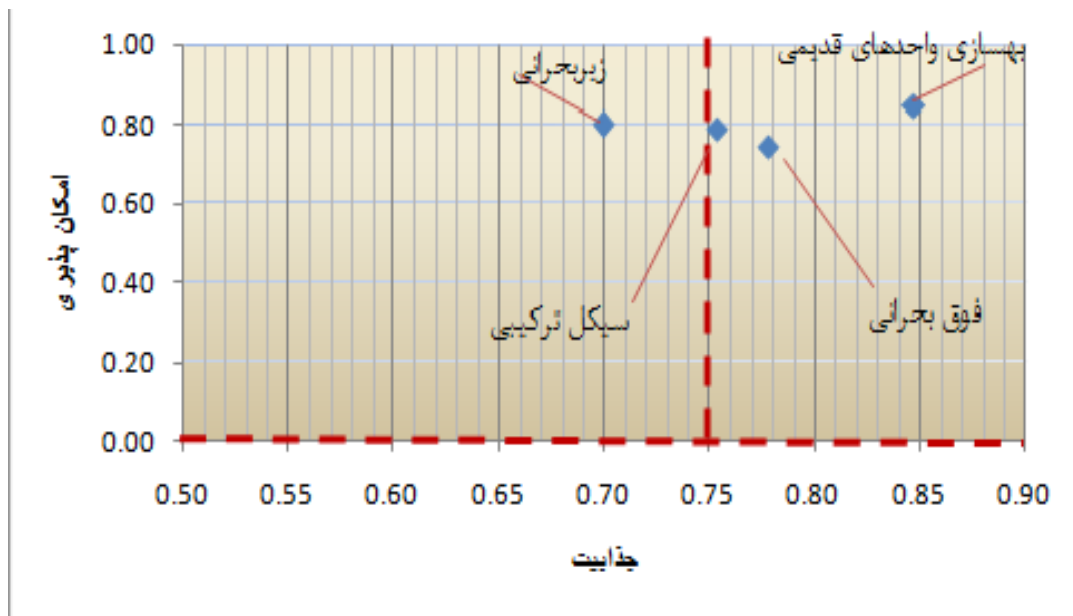
در این بخش میزان توانمندی فناوریهای توربین بخار نیروگاهی بر اساس معیارهای بخش قبل از طریق پرسشنامه‌ای که در اختیار خبرگان این حوزه قرار گرفت، بیان می‌شود. نتایج پرسشنامه‌های توانمندی به صورت زیر است.

جدول ۳-۶. تعیین سطح توانمندی فناوریهای توربین بخار نیروگاهی

توانمندی	فناوری
۰,۸۵	بهسازی (یا بازسازی) واحدهای قدیمی
۰,۷۵	توسعه واحدهای بزرگ فوق بحرانی
۰,۸	توسعه واحدهای بزرگ زیر بحرانی
۰,۷۹	توسعه واحدهای بخاری سیکل ترکیبی برای سیکل بازیافت توربین گازی بزرگ آینده

۳-۵- ترسیم ماتریس جذابیت- توانمندی

ماتریس جذابیت توانمندی، نموداری است که محور افقی آن میزان جذابیت فناوری و محور عمودی آن میزان توانمندی فناوری را نشان می‌دهد. با استفاده از جذابیت و توانمندی فناوری‌ها که در بخش‌های قبل بدست آمد، می‌توان این نمودار را ترسیم نمود. ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های توربین بخار نیروگاهی به صورت شکل زیر است.



شکل ۳-۸. ماتریس جذابیت-امکان پذیری برای ۴ نیاز و اولویت توسعه تکنولوژی توربین بخاری

باتوجه با ماتریس فوق مشاهده میشود تمامی این اولویت‌ها از جذابیت و امکان پذیری مناسبی برخوردار هستند و در محدوده مناسب ماتریس جذابیت-توانمندی قرار می‌گیرند. لذا توجه به تمامی موارد فوق برای ارتقا تکنولوژی توربین بخار در کشور نیاز است. باید توجه داشت رسیدن به تکنولوژی توربین بخار فوق بحرانی بزرگ در مقایسه با بهسازی نیروگاه‌ها نیازمند برنامه‌های بلند مدت‌تر میباشد. با این حال برنامه ریزی و تعیین اهداف استراتژیک که در راستای برطرف کردن نیاز کشور است باید طوری تعیین شود که تمامی این اولویت‌ها که دارای جذابیت و امکان پذیری مناسب هستند را پوشش دهد.

۳-۶- نهایی سازی اولویتهای توسعه فناوری توربین های بخاری نیروگاهی برای کشور

با توجه به جمیع مطالعات صورت گرفته و لحاظ نظر خبرگان (شکل ۳-۸)، واحدهای بزرگ زیربحرانی بدلیل جذابیت کمتر جزء اولویتبندی نهایی توربینهای بخاری در کشور قرار نمی‌گیرد بنابراین سه استراتژی ذیل بعنوان اولویتهای ورود به صنعت طرح توربین بخاری در نظر گرفته می‌شوند:

۱- بهسازی واحدهای قدیمی

۲- توسعه واحدهای بخاری سیکل ترکیبی برای توربینهای گازی آینده

۳- توسعه واحدهای بزرگ فوق بحرانی

روند کلی این استراتژی بدین صورت است که با توجه به توسعه نیافتگی داخل کشور در زمینه این فناوری، طی بهسازی واحدهای قدیمی یادگیری اولیه از این فناوری صورت گیرد. طی این مرحله توربین گازی بزرگ نیز ساخته شده و مشخصات مورد نیاز برای تعیین توربین بخار سیکل ترکیبی بدست خواهد آمد و توسعه واحدهای بخاری سیکل ترکیبی در دستور کار قرار خواهد گرفت. در مرحله سوم نیز با توجه به دانش فنی بدست آمده بخصوص در مورد توربینهای فشار متوسط و یا فشار بالای سیکل ترکیبی، توسعه واحدهای فوق بحرانی انجام خواهد شد. چنانچه تا آغاز مرحله ۲ توربین گاز ساخته نشد و یا مشخصات مورد نیاز بخش بخار سیکل ترکیبی استخراج نگردید می‌توان مرحله ۳ را شروع نمود و یا استراتژی توسعه و احدهای بزرگ زیربحرانی جایگزین آن گردد.

۳-۷- سبک اکتساب فناوریهای اولویت‌دار توربینهای بخار نیروگاهی

به منظور تصمیم‌گیری درباره نحوه اکتساب فناوری، به طور معمول معیارها و عواملی دخیل هستند که باید طی فرآیند انتخاب روش مناسب اکتساب فناوری، مدنظر قرار گیرند. این معیارها و عوامل اغلب ناظر بر ویژگی‌های فناوری، دارنده فناوری، ویژگی‌ها و اهداف گیرنده فناوری، بازار و شرایط محیطی می‌باشند. از طرف دیگر به صورت کلی سه سبک برای توسعه تکنولوژی و اکتساب آن وجود دارد که عبارتند از:

- توسعه داخلی (درون‌زا) تکنولوژی

- توسعه مشارکتی تکنولوژی (همکاری تکنولوژیکی)

- خرید محصول تکنولوژی

در این بخش سبک اکتساب هر یک از فناوری‌های اولویت‌دار که در بخش قبل مشخص گردید با توجه به مجموعه معیارهایی مورد بررسی قرار گرفته است.

۳-۷-۱- تشریح مدل سبک اکتساب

امروزه یکی از مهم‌ترین تصمیمات راهبردی پیش روی محیط رقابت جهانی، موضوع اکتساب فناوری می‌باشد. اهمیت این که اکتساب فناوری، از چه روشی انجام گیرد، بسیاری از کشورهای در حال توسعه را بر آن داشته که انواع مختلف روش‌های اکتساب فناوری را مورد ارزیابی قرار داده و در پی انتخاب سودمندترین آن‌ها (از جوانب مختلف) باشند. هر چقدر رویه مورد استفاده برای انتخاب روش اکتساب فناوری کاراتر و عقلانی‌تر باشد، منجر به مزیت‌های بیشتری برای اکتساب کننده خواهد شد. به هر صورت انتخاب روش مناسب اکتساب فناوری پیش از هر چیز یک مسئله تصمیم‌گیری است و به همین جهت تصمیم‌گیرنده با لحاظ مجموعه‌ای از معیارها و محدودیت‌ها اقدام به انتخاب روش مناسب می‌نماید. بنابراین هر مدلی برای انتخاب روش مناسب اکتساب فناوری می‌بایست جنبه‌های فوق را مورد توجه قرار دهد.

در این قسمت به تشریح مدل اکتساب فناوری‌های اولویت‌دار توربینهای بخار نیروگاهی، پرداخته شده است. بدین منظور در بدو امر به شرح ویژگی‌های کلی مدل پرداخته و سپس مدل نهایی ارائه می‌گردد.

اجزاء مدل اکتساب فناوری

در این قسمت به شرح یکایک اجزا و عناصر این مدل و نقش آن‌ها در مدل می‌پردازیم:

چرخه عمر فناوری (عام): پرسشی که در گام ابتدایی مدل انتخاب روش اکتساب فناوری، مطرح می‌شود، این است که فناوری در حالت عام، در چه مرحله‌ای از چرخه عمر خود قرار دارد. مطابق با پاسخ این پرسش، روش برخورد با فناوری تغییر می‌کند. در مدل ارائه شده فراخور وضعیت فناوری در چرخه عمر، سه حالت زیر به وجود می‌آید:

چنانچه معلوم شود فناوری در مرحله معرفی قرار دارد. "سبک خرید" حذف شده و تنها سبک "تحقیق و توسعه داخلی" و روش همکاری "تحقیق و توسعه مشترک" معنا پیدا می‌کنند. بدیهی است که دلیل این امر عدم امکان‌پذیری سبک خرید و برخی دیگر از روش‌های همکاری می‌باشد.

اگر فناوری مذکور در مراحل رشد و بلوغ باشد، تصمیم‌گیری منوط به پرسش از حجم بازار خواهد بود که در بند بعدی به آن خواهیم پرداخت.

سرانجام اگر فناوری در مرحله پیری و افول باشد، از آنجا که این به معنای معرفی فناوری رقیب در بازار است، پاسخ پرسش بعدی بدیهی می‌گردد به این صورت که چرخه عمر محصول نیز در حالت افول قرار می‌گیرد و در نتیجه سبک تحقیق و توسعه حذف می‌گردد، دلیل این کار نیز این است که چرخه عمر فناوری در حالت افول بوده، رقبا در حال خارج شدن از بازار و فروش فناوری هستند، از سوی دیگر عاقلانه نیست که بر روی یک فناوری از رده خارج، که در سطح بین‌المللی کنار نهاده شده است، تحقیق و توسعه انجام شود.

حجم بازار داخل: با توجه به مطالب فوق در حالت‌های مختلفی پرسش از حجم بازار داخل ضرورت پیدا می‌کند. حالت اول متعلق به زمانی بود که فناوری عام در مرحله افول از چرخه عمر خود قرار داشت، حالت‌های دوم و سوم نیز ناظر بر وضعیتی است که طی آن چرخه عمر محصول در بازار بین‌الملل، در مرحله رشد و بلوغ یا افول باشد. پاسخ به این پرسش دو خروجی را به وجود می‌آورد:

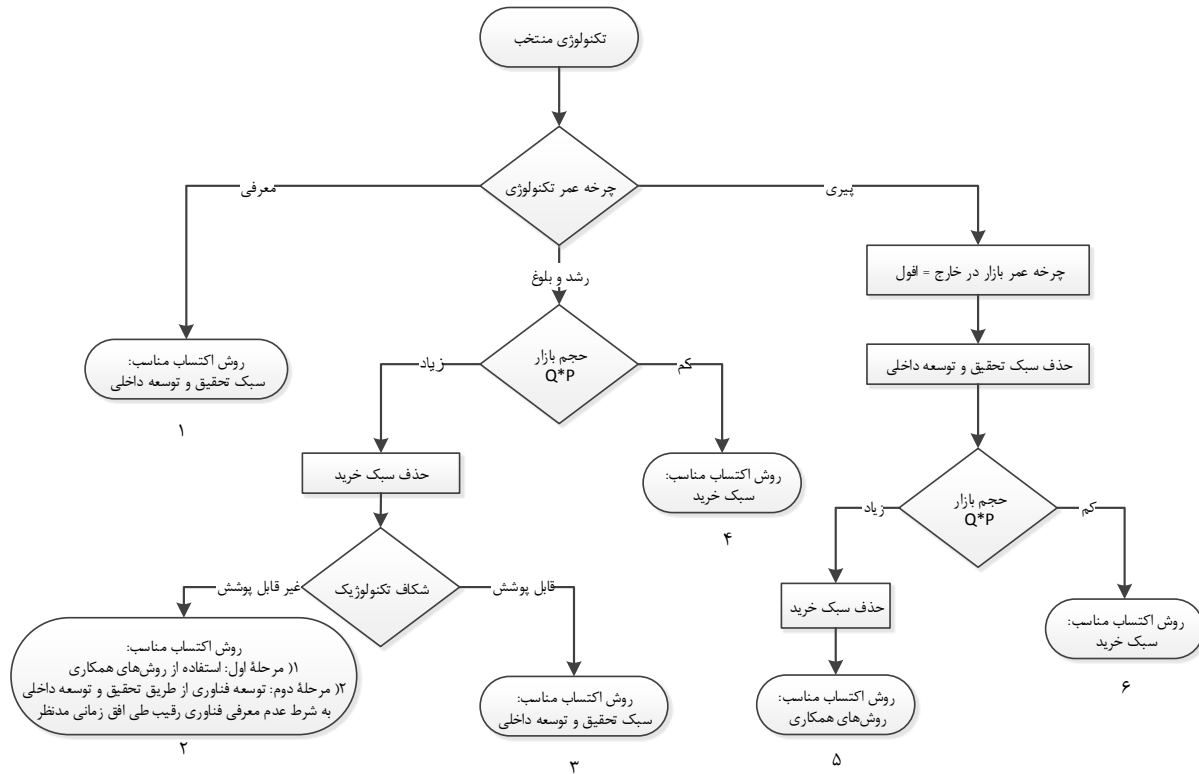
حالت اول حکایت از کم بودن حجم بازار داخل داشته و رقم پرداختی بابت خرید آن قابل توجه نمی‌باشد که در این صورت سبک خرید محصول فناوری پیشنهاد می‌شود.

حالت دوم ناظر بر با ارزش بودن بازار داخلی است که در این صورت به دلایلی چون بازار جذاب داخل، لزوم عدم خروج مقادیر بالای ارز از کشور، لزوم افزایش فرصت‌های شغلی در کشور، سبک خرید حذف شده و ادامه فلوچارت از دو حالت زیر خارج نیست: اولاً زمانی که در سطوح بالاتر مدل، سبک تحقیق و توسعه حذف شده باشد که طی آن روش‌های همکاری معنادار مدنظر قرار می‌گیرند و پرسش‌های بعدی بر مبنای آن مطرح می‌شوند.

ثانیاً زمانی که در سطوح بالاتر مدل، سبک تحقیق و توسعه حذف نشده باشد، که در این صورت شکاف فناورانه مورد پرسش واقع می‌شود.

شکاف فناورانه: هدف از طرح این معیار، بررسی امکان تحقیق و توسعه در مسیرهایی است که این سبک از میان روش‌های اکتساب حذف نشده باشد. در صورتی که شکاف فناورانه غیرقابل پوشش باشد، سبک تحقیق و توسعه حذف می‌گردد و چنانچه شکاف فناورانه قابل پوشش باشد، سبک تحقیق و توسعه در کنار روش‌های همکاری معنادار مورد بررسی قرار می‌گیرد.

با توجه به موارد ذکر شده مدل سبک اکتساب فناوری‌های اولویت‌دار در شکل (۳-۱۰) نشان داده شده است که به فراخور نیاز و با توجه به موضوع مورد بحث از برخی از قسمت‌های آن استفاده شده است.



شکل ۳-۹ نمودار سبک اکتساب

۳-۷-۲- ارزیابی معیارهای سبک اکتساب

به منظور اکتساب فناوری‌های اولویت‌دار توربینهای بخار نیروگاهی معیارهایی از قبیل حجم بازار داخلی، میزان شکاف تکنولوژیکی، چرخه عمر فناوری در این قسمت مورد بررسی قرار خواهد گرفت. بدین منظور اولاً با توجه به اولویت‌بندی فناوری‌های اولویت‌دار و ثانياً با توجه به منابع علمی و اطلاعات موجود در کشور میزان اهمیت هر یک از این معیارها برای فناوری‌های اولویت‌دار توربینهای بخار نیروگاهی مورد بررسی قرار گرفته است.

معیار حجم بازار

برای سنجش میزان فرصت‌های کسب و کار جهت تأمین تقاضای داخلی می‌توان از معیار حجم بازار تکنولوژی در داخل کشور و میزان رشد این بازار استفاده نمود. حجم بازار عبارت است از، آن مقدار از ارزش پولی که برای محصول مذکور در بازار داخل کشور،

در صورت خریداری به مصرف می‌رسد. این ارزش پولی وابسته به قیمت خرید و کمیت مورد نیاز از محصول مربوطه در کشور می‌باشد. در صورتی که نوع خاصی از یک محصول فناوری در نظر باشد، حجم بازار براساس حاصل ضرب کمیت مورد نیاز از محصول مزبور در قیمت آن محصول، معین می‌شود. این مطلب در رابطه زیر نشان داده شده است:

$$MV = Q \times P$$

Q: کمیت مورد نیاز

P: قیمت محصول

MV: ارزش کل بازار

به عبارت دیگر این معیار ناظر بر رقمی است که در صورت خریداری محصول فناوری پرداخت می‌شود. برای کسب اطلاعات بیشتر می‌توانید به جدول ۳-۳ مراجعه کنید.

میزان حجم بازار هر یک از این تجهیزات اولویت‌دار بر اساس معیار ریاضی ذکر شده و نیز نظرات خبرگان و اینکه با توجه به کاربرد و توانمندی فناوری در ایران کاربرد دارد یا خیر، در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۳-۷. حجم بازار فناوری های اولویت دار توربینهای بخار نیروگاهی

حجم بازار فناوری های اولویت دار توربینهای بخار نیروگاهی			
توسعه واحدهای بزرگ فوق بحرانی	توسعه واحدهای بخاری سیکل ترکیبی برای توربینهای گازی آینده	بهسازی واحدهای قدیمی	فناوری های اولویت دار توربینهای بخار نیروگاهی
کم	زیاد	زیاد	حجم بازار

معیار چرخه عمر فناوری

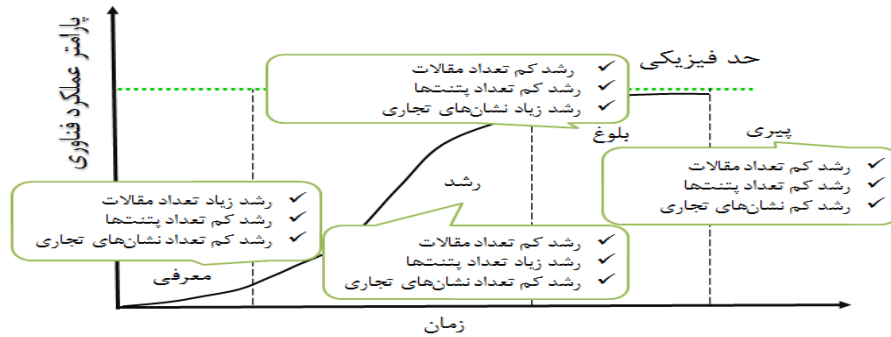
هر تکنولوژی دارای عمری است که به صورت یک منحنی ترسیم می‌شود چرخه عمر تکنولوژی به طور کلی میزان تقاضا برای یک فناوری در طول زمان را بیان می‌دارد. این نمودار دارای چهار بخش اصلی معرفی، رشد، بلوغ و افول است که در شکل نشان داده شده است.

هر فناوری، چرخه عمر خود را از مرحله معرفی که اولین ایده‌ها و مفاهیم در مورد آن مطرح می‌شود آغاز می‌کند. این مرحله عموماً در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی صورت می‌گیرد. در این مرحله بیشترین تعداد مقالات علمی در رابطه با آن موضوع منتشر می‌شود.

زمانی که فناوری مورد نظر قابلیت استفاده صنعتی و تجاری داشته باشد؛ مرحله رشد فناوری در مراکز تحقیق و توسعه صنعتی آغاز می‌شود. این مرحله تا زمانی که فناوری مورد نظر، به مرحله ای برسد که بتوان با استفاده از آن محصول و یا خدمات جدیدی را ارائه کرد ادامه می‌یابد. در این مرحله حجم مقالات به تدریج کاهش می‌یابد و تعداد پتنت‌های مرتبط با آن فناوری افزایش می‌یابد. پس از مرحله رشد، فناوری وارد مرحله بلوغ می‌شود. در این مرحله سطح فناوری تغییر عمده‌ای نمی‌کند و تغییرات آن در حد بهینه‌سازی‌های محدودی خواهد بود که در خود صنعت صورت می‌گیرد. در این مرحله از عمر فناوری، مقالات و پتنت‌ها کاهش یافته و در عوض نشان‌های تجاری و شرکت‌هایی که در رابطه با آن فناوری تاسیس می‌شوند، افزایش می‌یابد.

با گذشت زمان و ورود فناوری‌های رقیب که قابلیت‌های جدیدی را ارائه می‌کنند، تقاضا برای فناوری قدیمی کمتر شده و مرحله افول آغاز می‌شود. رشد منفی مقالات، پتنت‌ها و نشان‌های تجاری از ویژگی‌های این دوره چرخه عمر فناوری است.

با توجه به توضیحات فوق، چرخه عمر فناوری را می‌توانند به شرح زیر در نظر گرفت:



شکل ۳-۱۰ نمودار چرخه عمر فناوری

در ادامه با توجه به مطالب فوق و گزارش فاز ۱ این سند، چرخه عمر هر یک از فناوری های اولویت دار توربینهای بخار نیروگاهی تعیین می گردد.

جدول ۳-۸. چرخه عمر فناوری های اولویت دار توربینهای بخار نیروگاهی

چرخه عمر فناوری های اولویت دار توربینهای بخار نیروگاهی			
توسعه واحدهای بزرگ فوق بحرانی	توسعه واحدهای بخاری سیکل ترکیبی برای توربینهای گازی آینده	بهسازی واحدهای قدیمی	فناوری های اولویت دار توربینهای بخار نیروگاهی
بلوغ	بلوغ	بلوغ	چرخه عمر

شکاف تکنولوژیک

شکاف تکنولوژیک عبارت است از فاصله میان سطح توانمندی فناوریانه بالقوه کشور در افق زمانی مورد نظر و حداقل سطح توانمندی مطلوب، در ارتباط با فناوری منتخب. بر اساس اینکه این فاصله وجود داشته باشد شکاف قابلیت پوشش نخواهد داشت و در صورتی که فاصله وجود نداشته باشد، شکاف قابلیت پوشش دارد. در جدول زیر قابلیت پوشش و یا عدم قابلیت پوشش فناوری های اولویت دار توربینهای بخار نیروگاهی نشان داده شده است.

چنانچه در گزارش مرحله اول پروژه در بخش صورت توسعه فناوری بصورت مفصل شرح داده شد بدلیل توسعه نیافتگی این فناوری در داخل کشور و توجه بیشتر به توربینهای گازی، فاصله و شکاف فناوری در تمام زیرشاخه های درخت فناوری توربین بخار غیرقابل پوشش است. بعنوان نمونه توربینهای فوق بحرانی در دهه ۱۹۶۰-۱۹۵۰ در دنیا تجاری شد. توربینهای فوق بحرانی پیشرفته و ماوراء بحرانی در دهه ۱۹۹۰ تجاری گردید در حالیکه تنها از فناوری دهه ۱۹۶۰ یک نوع توربین فوق بحرانی در کشور وجود دارد و بیش از نیم قرن فاصله و شکاف فناورانه وجود دارد.

جدول ۳-۹. شکاف تکنولوژیک فناوری های اولویت دار توربینهای بخار نیروگاهی

شکاف تکنولوژیک فناوری های اولویت دار توربینهای بخار نیروگاهی			
توسعه واحدهای بزرگ فوق بحرانی	توسعه واحدهای بخاری سیکل ترکیبی برای توربینهای گازی آینده	بهسازی واحدهای قدیمی	فناوری های اولویت دار توربینهای بخار نیروگاهی
دارد (غیر قابل پوشش)	دارد (غیر قابل پوشش)	دارد (غیر قابل پوشش)	شکاف تکنولوژیک

۳-۷-۳- نتیجه گیری و انتخاب روش مناسب اکتساب

با توجه به مدل اکتساب فناوری های اولویت دار و اطلاعات بیان شده در قسمت قبل در ارتباط با چرخه عمر فناوری، حجم بازار و شکاف تکنولوژیک؛ از بین روش های سه گانه اکتساب فناوری های اولویت دار (سبک خرید، توسعه درونزا و انتقال فناوری) در جدول زیر روش اکتساب فناوری منتخب برای هر یک از فناوری های اولویت دار توربینهای بخار نیروگاهی بیان شده است.

جدول ۳-۱۰. سبک اکتساب فناوری های اولویت دار توربینهای بخار نیروگاهی

سبک اکتساب مناسب	شکاف تکنولوژیک	حجم بازار	چرخه عمر فناوری	انواع تجهیزات اولویت دار توربینهای بخار نیروگاهی
مرحله اول: همکاری مرحله دوم: سبک تحقیق و توسعه داخلی	دارد (غیر قابل پوشش)	زیاد	بلوغ	بهسازی واحدهای قدیمی
مرحله اول: همکاری مرحله دوم: سبک تحقیق و توسعه داخلی	دارد (غیر قابل پوشش)	زیاد	بلوغ	توسعه واحدهای بخاری سیکل ترکیبی برای توربینهای گازی آینده
خرید	دارد (غیر قابل پوشش)	کم	بلوغ	توسعه واحدهای بزرگ فوق بحرانی

فصل چهارم: نتیجه گیری

در این گزارش ارکان توسعه فناوری توربین بخاری تشریح گردید. در فصل اول مطالعات تطبیقی مربوط به کشورهای در حال توسعه شامل چین، هند، کره جنوبی و ترکیه ارائه گردید و مسیر توسعه فناوری توربین بخاری در آن کشورها مشخص شد. رسیدن به بازدهی بالا جهت کاهش مصرف سوخت و کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای جزء اهداف اصلی توسعه فناوری توربین بخاری در این کشورها است. در ادامه ابعاد چشم انداز تعیین و بیانیه اولیه پس از بررسی نظر خبرگان ارائه گردید. اهداف کلان توسعه فناوری با نظرسنجی از خبرگان این فناوری در بخش بعدی گزارش ارائه گردید. افزایش بازدهی، افزایش مشارکت دانشگاهها و شرکتهای دانش بنیان و جهت گیری برای توربینهای بزرگ و همچنین افزایش توانمندی در ارتقاء توربینهای بخاری موجود جزء اهداف کلان توسعه فناوری مشخص گردید. با توجه به تنوع استفاده از توربین بخاری در صنایع مختلف، اولویت بندی توسعه فناوری توربین بخاری با تحلیل مفصل و با استفاده از نظر خبرگان و همچنین سبک اکتساب فناوریها در انتهای گزارش ارائه گردید. با توجه به شکاف تکنولوژی موجود، سبک انتخابی بصورت همکاری فناورانه و یا خرید مستقیم تعیین گردید.

پیوست

پیوست ۱ - پرسشنامه چشم انداز 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 توسعه فناوری توربین بخاری را شکل می‌دهد که طی آن آینده مطلوب کشور در حوزه فناوری های توربین های بخاری 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 مبانی ارزشی جامعه تعیین می‌گردد.

با تجمیع موارد فوق و با در نظر داشتن چشم‌انداز وزارت نیرو^۱ می‌توان یک بیانیه چشم‌انداز ابتدایی تدوین نمود که در این راستا سه بیانیه چشم‌انداز ارائه شده است که درخواست می‌گردد ضمن بررسی و ارزیابی آنها موارد اصلاحی و پیشنهادی در مورد هر یک را مبذول فرمایید.

^۱ چشم انداز وزارت نیرو: وزارت نیرو در افق چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران، سازمانی است بالنده که با برخورداری از مدیریت دانش‌محور، منابع انسانی کارآمد، ساختاری فراگیر و اثربخش، ظرفیت‌های غنی نرم‌افزاری و سخت‌افزاری خود اتکاء، به گونه‌ای عمل می‌کند تا کشور در مدیریت عرضه و تقاضا و دسترسی عادلانه همگان به: «برق مطمئن و پایا»، «آب سالم و کافی متناسب با ظرفیت‌های ملی» و «خدمات بهداشتی فاضلاب» در جهان پیشرو شناخته و نیز به عنوان مرکز راهبری برق در منطقه تثبیت شود.

بیانیه پیشنهادی چشم‌انداز ۱

۴. در راستای اهداف کلان وزارت نیرو در افق ۱۴۰۴ و تامین برق پایه مطمئن و پایا، جمهوری اسلامی ایران در توسعه و ساخت توربین‌های بخار نیروگاهی مبتنی بر بومی‌سازی فناوری‌های اولویت‌دار توانمند خواهد بود.

بیانیه پیشنهادی چشم‌انداز ۲

۵. در راستای اهداف کلان وزارت نیرو در افق ۱۴۰۴، تامین برق پایه مطمئن و پایا و تلاش برای توسعه دانش بنیان در فناوری توربین‌های بخاری، توانمندی فناورانه جمهوری اسلامی ایران در طراحی و ساخت توربین‌های بخار نیروگاهی بر اساس شاخص‌های دستیابی به فناوری در جایگاه مناسبی از نظر تامین نیاز داخل قرار داشته باشد.

بیانیه پیشنهادی چشم‌انداز ۳

۶. در راستای اهداف کلان وزارت نیرو در افق ۱۴۰۴، تامین برق پایه مطمئن و پایا و تلاش برای توسعه دانش بنیان، توانمندی جمهوری اسلامی ایران در فناوری‌های اولویت‌دار توربین‌های بخار نیروگاهی در جایگاه مناسبی از خودکفایی قرار داشته باشد.

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 اهداف کلان می‌باشد. لذا خواهشمند است ویژگی‌های مربوط به اهداف کلان را براساس موارد طرح شده و باتوجه 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.

پاسخ				عناصر اهداف کلان
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱. از نظر شما راندمان مطلوب توربین بخاری ساخت داخل لازم است چه رقمی باشد؟
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۲. از نظر شما راندمان مطلوب توربین بخاری ساخت داخل لازم است چه رقمی باشد؟
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳. از نظر شما راندمان مطلوب توربین بخاری ساخت داخل لازم است چه رقمی باشد؟
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴. از نظر شما راندمان مطلوب توربین بخاری ساخت داخل لازم است چه رقمی باشد؟
- سایر گزینه‌های پیشنهادی				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱. از نظر شما توان مطلوب توربین بخاری به منظور ساخت داخل تا افق ۱۴۰۴ چه
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۲. از نظر شما توان مطلوب توربین بخاری به منظور ساخت داخل تا افق ۱۴۰۴ چه
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳. از نظر شما توان مطلوب توربین بخاری به منظور ساخت داخل تا افق ۱۴۰۴ چه

پاسخ			عناصر اهداف کلان
- سایر گزینه های پیشنهادی.....			رقمی است؟ (بهتر تیب اولویت بندی فرمایید)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	زیر بحرانی	۳- تیپ توربین بخاری مطلوب را به ترتیب اولویت بیان فرمایید
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	فوق بحرانی	

کم <input type="checkbox"/>	متوسط <input type="checkbox"/>	زیاد <input type="checkbox"/>	خیلی زیاد <input type="checkbox"/>	توسعه فناوری توربینهای بزرگ بخاری به منظور کاهش قیمت تمام شده برق	-
کم <input type="checkbox"/>	متوسط <input type="checkbox"/>	زیاد <input type="checkbox"/>	خیلی زیاد <input type="checkbox"/>	کاهش آلایندگی های زیست محیطی با کاهش نرخ حرارتی توربین های بخار	-
کم <input type="checkbox"/>	متوسط <input type="checkbox"/>	زیاد <input type="checkbox"/>	خیلی زیاد <input type="checkbox"/>	توسعه فناوریهای پیشرفته توربین های بخار نیروگاهی	-
کم <input type="checkbox"/>	متوسط <input type="checkbox"/>	زیاد <input type="checkbox"/>	خیلی زیاد <input type="checkbox"/>	افزایش سطح توانمندی فناوریانه در ارتقای واحدهای بخاری موجود	-
کم <input type="checkbox"/>	متوسط <input type="checkbox"/>	زیاد <input type="checkbox"/>	خیلی <input type="checkbox"/>	سرریز دانشی توربین بخار در	-

۴- به نظر شما هر یک از این موارد تا چه حد در اهداف کلان توسعه توربین بخار اهمیت دارد؟

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	زیاد <input type="checkbox"/>	توسعه فناوریهای زمین گرمایی، بایومس، زباله سوز، هسته‌ای	
کم <input type="checkbox"/>	متوسط <input type="checkbox"/>	زیاد <input type="checkbox"/>	خیلی زیاد <input type="checkbox"/>	توسعه کسب و کارهای دانش- بنیان در فناوریهای پیشرفته توربین بخار	-
کم <input type="checkbox"/>	متوسط <input type="checkbox"/>	زیاد <input type="checkbox"/>	خیلی زیاد <input type="checkbox"/>	تعامل موثر با دانشگاهها و مراکز تحقیقاتی	-
کم <input type="checkbox"/>	متوسط <input type="checkbox"/>	زیاد <input type="checkbox"/>	خیلی زیاد <input type="checkbox"/>	افزایش همکاری‌های فناورانه بین المللی	-
کم <input type="checkbox"/>	متوسط <input type="checkbox"/>	زیاد <input type="checkbox"/>	خیلی زیاد <input type="checkbox"/>	سرمایه گذاری در تحقیق و توسعه	-

از حسن توجه و همکاریتان کمال تشکر را داریم.

پژوهشگاه نیرو

نام و نام خانوادگی تکمیل کننده:

تاریخ و امضاء

مجموع امتیاز با اعمال وزنه	امکان پذیری			جذابیت							
	امکان پذیری کسب دانش طراحی	امکان پذیری ساخت (تجهیزات و نیروی انسانی ماهر)	امکان پذیری کسب دانش فنی	تقاضای شبکه	جذابیت برای حضور شرکتهای دانش بنیان	میزان ارتقا سطح دانش فنی	هزینه سرمایه گذاری	جذابیت بازار	زمان رسیدن به تکنولوژی	میزان نیاز آینده کشور به فناوری	
-	۶	۹	۸	۱۰	۵	۸	۶	۷	۷	۱۰	وزن
											بهسازی (یا بازسازی) واحدهای قدیمی
											توسعه واحدهای بزرگ فوق یحرانی
											توسعه واحدهای بزرگ زیر یحرانی
											توسعه واحدهای بخاری سیکل ترکیبی برای سیکل بازیافت توربین گازی بزرگ آینده

لازم به ذکر است که اوزان معیارهای جذابیت و توانمندی بر اساس نظر اعضای کمیته راهبری تعیین گردیده است.

مراجع

1. **Institute, Electric Power Planning and Engineering.** *Current Status and Outlook of SC&USC Power Generation Technology in China.* 2012.
2. *Clean Coal Power Generation in China.* **Zhan, Liu.** s.l. : 2012 APEC Clean Fossil Energy Technology and Policy Seminar, 2012.
3. **Uwe Remme, Nathalie Tru deau.** *TECHNOLOGY DEVELOPMENT PROSPECTS FOR THE INDIAN POWER SECTOR.* s.l. : INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2011.
4. **Yoo (KIER), Gyun Choi (KETEP) and Jiho.** *Coal Policy in Korea.* s.l. : APEC, 2012.
5. *Current Status of USC Development in Korea.* s.l. : KOSEP.
6. *Energy Policies of IEA Countries, THE REPUBLIC OF KOREA.* s.l. : INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2006.
7. *Energy Policies of IEA Countries, TURKEY.* s.l. : IEA, 2009.

فهرست مطالب

۱-مرور ادبیات.....	۱
۱-۱-مقدمه.....	۱
۲-۱-تعاریف و مفاهیم سیاست‌گذاری و تدوین سیاستها و اقدامات.....	۱
۳-۱-ویژگی‌ها و اصول تدوین سیاست‌های کلان.....	۳
۴-۱-طراحی سیاستهای کلان.....	۶
۵-۱-ورودی.....	۷
۶-۱-فرآیند تدوین سیاست.....	۸
۷-۱-مفاهیم ساختار کنشگران در توسعه فناوری.....	۹
۸-۱-نظام نوآوری فناورانه.....	۱۹
۹-۱-شناخت کارکردی نظام نوآوری.....	۲۲
۱۰-۱-فرآیند تدوین سیاستها و اقدامات توسعه فناوری.....	۳۴
۱-۱۰-۱-شناسایی وضعیت موجود.....	۳۵
۱-۱۰-۱-۱-شناسایی بازیگران نظام توسعه فناوری.....	۳۵
۱-۱۰-۱-۲-شناسایی مرحله توسعه فناوری.....	۳۵
۱-۱۰-۱-۳-شناسایی وضعیت مطلوب و تعیین کارکردهای کلیدی و فعال در توسعه فناوری.....	۳۸
۱-۱۰-۱-۴-شناسایی چالش‌ها و موانع موجود در توسعه فناوری.....	۴۰
۱-۱۰-۱-۵-پایش و جمع‌بندی نظرات خبرگان.....	۴۶
۱-۱۰-۱-۶-تدوین سیاستها و اقدامات.....	۴۶
۲-تدوین چالش‌ها، اقدامات فنی و سیاستهای پشتیبان.....	۴۷
۱-۲-مقدمه.....	۴۷

فهرست مطالب

۴۸	۲-۲-شناسایی وضعیت موجود توسعه فناوریهای توربین بخار نیروگاهی.....
۴۸	۲-۲-۱- بازیگران نظام توسعه فناوریهای توربین بخار نیروگاهی.....
۴۸	۲-۲-۱-۱- بازیگران زمینه توسعه دانش.....
۴۹	۲-۲-۱-۲- بازیگران در زمینه انتشار دانش.....
۴۹	۲-۳-۱-۲- بازیگران در زمینه تأمین منابع.....
۵۱	۲-۴-۱-۲- بازیگران در زمینه بازار.....
۵۱	۲-۵-۱-۲- بازیگران در زمینه کارآفرینی.....
۵۲	۲-۶-۱-۲- بازیگران در زمینه جهتدهی به سیستم.....
۵۴	۲-۲-۲- شناسایی مرحله توسعه فناوریهای توربین بخار نیروگاهی.....
۵۴	۲-۱-۲-۲- بررسی مشخصه های ساختاری.....
۵۶	۲-۲-۲-۲- بررسی نشانه‌های تحقق مراحل توسعه نظام.....
۵۷	۲-۳- شناسایی وضعیت مطلوب توسعه فناوریهای توربین بخار نیروگاهی.....
۵۷	۲-۴- شناسایی چالش‌ها و موانع توسعه فناوریهای توربین بخار نیروگاهی.....
۵۸	۲-۵- اقدامات غیرفنی (سیاست) و اقدامات فنی.....
۶۲	۲-۶- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری کلی گزارش.....
۶۳	۳- مراجع.....

فهرست شکلها

- شکل ۱-۱ - چارچوب طراحی سیاستهای کلان..... ۶
- شکل (۲-۱) - فرآیند تدوین سیاستها و اقدامات توسعه فناوری نوظهور..... ۳۴
- شکل (۳-۱) - نشانه‌های تحقق مراحل برای تعیین مرحله توسعه..... ۳۸
- شکل (۴-۱) - مراحل توسعه‌ی نظام نوآورانه فناورانه و موتورهای فعال در هر مرحله..... ۳۹
- شکل (۵-۱) - موتورها و کارکردهای کلیدی، حمایتی و حاشیه‌ای، F1: فعالیتهای کارآفرینی، F2: توسعه دانش، F3: انتشار دانش، F4: جهت‌دهی به سیستم، F5: شکل‌دهی به بازار، F6: تأمین منابع، F7:
- مشروعیت‌بخشی .. ۴۰

فهرست جداول

- جدول ۱-۱ فهرست کارکردهای ارائه شده توسط محققان مختلف در طول زمان ۲۳
- جدول ۲-۱ کارکردهای پیشنهادی و شاخص‌های آن‌ها برگرفته از ۲۴
- جدول ۳-۱ کارکردهای نظام نوآوری و شاخص‌های مربوطه ۳۲
- جدول (۴-۱): سؤالات برای ارزشیابی کارکردهای موتور محرک علم و فناوری در مرحله اول ۴۲
- جدول (۵-۱): سؤالات برای ارزشیابی کارکردهای موتور محرک کارآفرینی در مرحله توسعه ۴۲
- جدول (۶-۱): سؤالات برای ارزشیابی کارکردهای موتور ساختاردهی به سیستم در مرحله سوم ۴۴
- جدول (۷-۱): سؤالات برای ارزشیابی کارکردهای موتور شکل‌دهی به بازار در مرحله چهارم ۴۵
- جدول (۱-۲): بازیگران و ذینفعان فعال در حوزه فناوری‌های توربین بخار نیروگاهی ۵۲
- جدول ۲-۲-۲- مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه فناوری ۵۴
- جدول ۲-۳: جمع‌بندی مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه بهسازی واحدهای قدیمی و واحدهای بخاری سیکل ترکیبی ۵۵
- جدول ۲-۴: جمع‌بندی مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه واحدهای بزرگ فوق بحرانی ۵۶
- جدول ۲-۵ نام افراد پاسخ‌دهنده به پرسشنامه ۵۷
- جدول ۲-۶ چالش‌ها، سیاستها و اقدامات فنی توسعه توربین‌های بخار نیروگاهی ۵۹

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 خطی مشی 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.

به منظور روشن تر 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 به وقوع 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^۱ (۱۹۹۵)، سیاست فناوری را باید به صورت 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 می‌گذارند، 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.

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

¹ Mowery

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 به‌هنگام 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. به‌عبارت دیگر، باید حیطه ارکان جهت‌ساز و خرد در سیاست‌های کلان معین شود.
- تعیین اولویت زمانی برنامه اقدامات و سیاست‌ها: سیاست‌های کلان، 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. به‌عبارت 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، بحرانی‌بودن 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 دریابد. 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 برگیرنده 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 به هم 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.

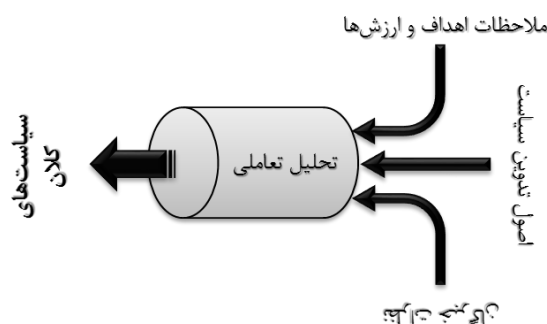
● اصل سازمان‌های تحقیقاتی یادگیرنده: این اصل بر این موضوع تأکید دارد که سازمان‌های تحقیقاتی نیازمند میزان قابل ملاحظه‌ای انعطاف‌پذیری سازمانی و مدیریتی برای پردازش تجارب کسب شده و اطلاعات جدید و برآورده ساختن اهداف تحقیق که طی توسعه اقتصادی تغییر می‌کنند، می‌باشند. بر این اساس، کلیه کنش‌گران لازم است تا از انعطاف‌پذیری بالا در محیط توسعه فناوری برخوردار باشند. این انعطاف‌پذیری را می‌توان ابزاری 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 که در شکل ۱-۱ مشخص شده است:



شکل ۱-۱ - چارچوب طراحی سیاست‌های کلان

۱-۵- ورودی

ورودی مشکل 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 مشتمل 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 بر می‌شمرد:

- 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 درصدد 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.

۱-۶- 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^۱ 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.

خروجی این چارچوب، سیاست‌هایی کلان تنظیم‌گر برای تسهیل فرآیندهای توسعه فناوری است. این سیاست‌ها، سیاست‌هایی قابل انعطاف هستند. به‌عبارت دیگر، طی زمان و با توجه به یادگیری، تغییر و تطابق با محیط پیرامون، سیاست‌های کلان هم در بلندمدت دستخوش تغییر می‌شوند. به‌طور کلی سیاست‌ها مقوله‌ای مرتبط با آینده هستند. اگر آینده به‌طور 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، سیاست-

¹ Interactive analysis

های مبتنی بر تحلیل ایستا در یک نقطه از زمان بسیار غیر واقع بینانه خواهد بود. بنابراین، استعاره مناسب برای یک سیاست تعادل است تا بهینه سازی. 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.

۱-۷- 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^۱ (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^۱

^۱-Snowball method

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^۲: 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

✓ استفاده از برنامه آینده‌نگاری^۳ و یا دیگر روش‌های پیش‌بینی

- نگاه بیرون‌گرا^۴: 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

¹- policy-maker

²- looking forward

³- foresight program

⁴- outward looking

• 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^۱: 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

✓ مشاوره با متخصصین مربوطه و/ یا استفاده از مشاورین داخلی و خارجی

✓ لحاظ کردن دامنه وسیعی از گزینه‌های ارزیابی شده و مناسب

• فراگیر^۲: 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

^۱- evidence-based

^۲- inclusive

✓ انجام ارزشیابی اثر

✓ گرفتن بازخورد از دریافت کنندگان یا ارائه دهندگان

• پیوسته و کل نگر^۱: فرآیند، نگاهی جامع دارد و فراتر از مرزهای سازمانی حرکت می کند. از اینرو، اهداف استراتژیک اداری را در نظر می گیرد. در کل می توان بیان کرد که هدف عمده، ایجاد پایه ای اخلاقی و قانونی برای سیاست می باشد و ملاحظات ساختارهای سازمانی و مدیریت صحیح در نظر گرفته می شود. نکات زیر، رویکرد کل نگر و پیوسته را نشان می دهند:

✓ تعریف اهداف افقی^۲ در مراحل اولیه

✓ تعریف واضح از تنظیمات کاری مشترک با دیگر بخش ها

✓ شناسایی دقیق موانع این رویکرد به انضمام استراتژی های غلبه بر آن

• یادگیری از تجربیات^۳: به معنای کسب تجربه از روش هایی است که کارآمد شناخته شده اند و یا عدم کارایی شان به اثبات رسیده است. رویکرد یادگیری برای بهبود سیاست شامل جنبه های زیر می باشد:

✓ جمع آوری اطلاعات درباره نمونه های عملی منتشر شده

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

سیاست

• ارتباطات: فرآیند سیاست گذاری، چگونگی ارتباط سیاست با مردم را در نظر می گیرد. موارد زیر در ایجاد ارتباط مؤثر

سیاست سهم قابل توجهی دارند:

✓ آماده سازی و پیاده سازی استراتژی ارتباطات / ارائه

¹- joined-up

²- cross-cutting objectives

³- learn lessons

✓ 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^۱ به منظور اثرگذاری بر پیامد نهایی

• بازنگری^۲: 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^۳

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 ...

^۱- pilots

^۲- review

^۳-regulator

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

انواع تنظیمات

• فرمان و کنترل^۱: 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^۲: رویکرد مذکور نیازمند این است که تنظیم‌کننده و تنظیم‌شونده^۳، 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.
- ✓ افراط در قانون^۴: 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.

¹ command and control

² -regulatory capture

³ -regulatee

⁴ -legalism

✓ 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^۱: این رویکرد می‌تواند به عنوان نوعی از نسخه خود انجامی^۲ 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.

• تنظیم مبتنی بر تشویق^۳: 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^۴ (PBR) است که تشویق‌ها ملزم به بهبود در عملکرد مطلوب، کاهش قیمت و بهبود در کیفیت خدمات می‌باشد. به علاوه، PBR بیشتر

¹ -self-regulation

² -do-it-yourself

³ -incentive-based regulation

⁴ -Performance-based regulation

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.

• مکانیسم‌های مبتنی بر بازار^۱: 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^۲: 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^۳، 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^۴: 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

¹ - market-based regulation

² - competitive laws

³ - cross-subsidization

⁴ - regulation by contract

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.

✓ مجوزهای قابل فروش^۱: 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^۲ 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^۳: 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

¹ -tradable permits

² -allowance

³ -disclosure regulation

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.

در این راستا، ذکر نکته‌ای لازم به نظر می‌رسد که تفکیک نقش‌های تسهیل‌کنندگان و ارائه‌کنندگان برای خدمات توسعه کسب و کار^۱ 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)

¹ - business development services

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.

۱-۸- نظام نوآوری فناورانه

نظام‌های نوآوری فناورانه^۱ به تحلیل گذار از منظر تغییرات نهادی، سازمانی، اقتصادی، سیاسی، و فنی پیرامون ظهور فناوری‌های 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^۲ (Dahmén, 1988) و نیز در ارتباط با رویکردهای نظام ملی نوآوری^۳ (Freeman, 1988; Nelson, 1988) و نظام بخشی نوآوری^۴ (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^۵ به جای تمرکز بر فناوری‌های عمومی و گسترده^۶، 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^۷، برقراری ارتباط و ایجاد سازگاری میان

¹ Technological innovation systems (TIS)

² Development blocks

³ National innovation systems (NIS)

⁴ Sectoral innovation systems (SIS)

⁵ Specific technology

⁶ Generic technology

⁷ Systemic failures

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.

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^۱ 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.

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.

▪ 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):

▪ سیستم (نه تک‌تک اجزا) به‌عنوان 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. به‌عبارت دیگر، بالابردن توانایی جذب اهمیت بیشتری از توانایی تولید فناوری جدید دارد.

▪ هر بازیگر در چارچوب خردپذیری محدود^۱ عمل میکند. به‌عبارت 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^۲ قرار می‌گیرد. بلوک‌های شایستگی از جانب طرف تقاضا (محصول یا بازار) و به‌عنوان 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، به‌تصویر کشیده شده است.

1 Bounded rationality

2 Competence block

۱-۹- شناخت کارکردی نظام نوآوری

نظام‌های نوآوری فناورانه را می‌توان به‌عنوان رویکردی برای تحلیل تغییرات فناورانه به‌کار برد (Hekkert and Negro, 2009). از آنجایی که تنها با تحلیل ساختاری نظام‌های فنی-اجتماعی نمی‌توان تمام جوانب تغییرات فناورانه را در نظر گرفت، این رویکرد می‌بایست فراهم‌آورنده‌ی چارچوبی برای تحلیل کارکردی^۱ نظام‌های فنی-اجتماعی باشد. ادکوئیست (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^۲.

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

مراجع	کارکردها
(Suurs and Hekkert, 2009; Suurs et al., 2010; Suurs et al., 2009)	فعالیت‌های کآفرینی توسعه دانش انتشار دانش جهت دهی به جستجو شکل‌دهی بازار تامین و تخصیص منابع حمایت از سوی گروه-های پشتیبان
(Van Alphen et al., 2009b)	فعالیت‌های کآفرینی توسعه دانش انتشار دانش جهت دهی به جستجو شکل‌دهی بازار تامین و تخصیص منابع ایجاد مشروعیت
(van Alphen et al., 2009a)	فعالیت‌های کآفرینی خلق دانش انتشار دانش جهت دهی به جستجو ایجاد بازار تامین و تخصیص منابع مشروعیت‌بخشی
(Bergek et al., 2008b; Jacobsson, 2008)	آزمایش‌های کارآفرینی توسعه و انتشار دانش تاثیرگذاری بر جهت‌دهی تصمیمات شکل‌دهی بازار تامین و تخصیص منابع مشروعیت‌بخشی توسعه اثرات جانبی مثبت
(Alkemade et al., 2007; Hekkert and Negro, 2009; Hekkert et al., 2007a; Negro et al., 2008)	فعالیت‌های کارآفرینی توسعه دانش انتشار دانش از طریق شبکه‌ها جهت دهی به جستجو شکل‌دهی بازار تامین و تخصیص منابع ایجاد مشروعیت/غلبه بر مقاومت در برابر تغییر
(Negro et al., 2007)	فعالیت‌های کآفرینی توسعه دانش انتشار دانش از طریق شبکه‌ها جهت دهی به جستجو شکل‌دهی بازار تامین و تخصیص منابع حمایت از سوی گروه‌های پشتیبان
(Edquist, 2005)	تحقیق و توسعه مزیت‌سازی فراهم کردن خدمات مشاوره‌ای شبکه‌سازی ایجاد و تغییر ساختار صنعتی ایجاد و تغییر قواعد
(Jacobsson and Bergek, 2004)	ایجاد دانش جدید هدایت فرایند جستجو هموار کردن شکل-گیری بازار تامین منابع هموار کردن ایجاد اثرات جانبی مثبت
(Liu and White, 2001)	اجرا تحقیق ارتباط مصرف نهایی آموزش
(Rickne, 2000b)	ایجاد و انتشار محصول جدید ایجاد و انتشار فرصت نوآورانه انجام تحقیقات بازار افزایش شبکه‌سازی هدایت تکنولوژی ایجاد بازار و انتشار دانش بازار تامین نیروی انسانی حمایت هموارسازی تامین مالی ایجاد بازار نیروی کار مشروعیت‌بخشی فناوری و بنگاه
(Johnson, 1998)	هموارسازی تبادل دانش و اطلاعات کاستن از عدم تعین هدایت فرایند جستجو شناسایی پتانسیل‌های توسعه ایجاد و شبیه‌سازی بازار تامین منابع هموارسازی تامین مالی ایجاد بازار نیروی کار غلبه بر مقاومت در برابر تغییر

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 ۱-۲ ارائه شده است.

جدول ۱-۲ 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 امکان‌سنجی انجام شده
انتشار دانش	دربگیرنده‌ی فعالیت‌هایی است با هدف پراکنده‌سازی ^۱ و به-اشتراک‌گذاری ^۲ 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 فناوری، میزان جابه-جایی نیروهای تحصیل کرده دانشگاهی با محوریت فناوری
جهت‌دهی به سیستم	اشاره به فعالیت‌هایی دارد که منجر به مشخص شدن 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 اثر بخشی 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 markes. تعداد و تنوع کاربران موجود برای فناوری، تعداد و تنوع نهادهای تنظیم‌شده برای شکل‌دهی به بازار، میزان عدم قطعیت موجود در برابر تولیدکنندگان و یا سرمایه‌گذاران، مرحله‌ی بلوغ (دوره‌ی عمر) بازار

1 Dissemination

2 Sharing

شاخص	توصیف	کارکرد
تأمین منابع	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.	حجم کمک‌های بلاعوض دولتی (یارانه) و سرمایه‌گذاری‌های بخش دولتی و خصوصی، میزان دسترسی به نیروی انسانی فنی، میزان دسترسی به مواد اولیه، میزان توسعه زیرساخت-های مورد نیاز فناوری و محصولات و خدمات مکمل
	درب‌گیرنده‌ی تمامی فعالیت‌ها با هدف غلبه بر مخالفت بازیگران ذینفع در فناوری‌های کنونی از طریق تشویق صاحبان قدرت به ایجاد آرایش جدیدی از قواعد و مقررات مربوط به نظام نوآوری فناورانه است.	میزان هم‌گرایی نهادهای موجود و نظام نوآوری فناورانه در حال توسعه، میزان مشروعیت سرمایه‌گذاری در توسعه‌ی فناوری و محصولات مربوط به آن، میزان رایزنی‌های سیاسی بین گروه‌های درگیر برای حمایت از فناوری، میزان حمایت از فناوری در رسانه‌ها
مشروعیت بخشی		

همان‌طور که اشاره شد، نظام‌های نوآوری تکنولوژیک را می‌توان به‌عنوان رویکردی برای تحلیل تغییرات تکنولوژیک به‌کار 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^۱. بنابراین می‌توان به کارکردهای سیستم به‌عنوان زیرکارکردهای کارکرد اصلی آن نگریست. این کارکردها عوامل فرایندی مؤثر بر توسعه‌ی تکنولوژی محسوب می‌شوند. همچنین، کارکردهای سیستم برآیندی از فعالیت‌های رخ داده در آن می‌باشند. یعنی با دسته‌بندی فعالیت‌های متجانس می‌توان کارکردهای نظام را شناسایی کرد. ارائه‌ی دسته‌بندی‌های 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 فعالیت‌های کارآفرینی، خلق دانش، انتشار دانش، جهت‌دهی به سیستم، تأمین منابع موردنیاز، شکل‌دهی به بازار، و مشروعیت‌بخشی کارکردهای اصلی یک نظام نوآوری است. برای اینکه بتوان به شناسایی موانع و محرک‌های موجود در انجام فعالیت در هر کارکرد پرداخت، لازم است

^۱ هنگامی که گفته می‌شود کارکردها در سطح اول سیستم تعریف شده‌اند، کارکرد کلی سیستم به‌صورت پیش‌فرض در سطح صفر سیستم تعریف شده 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 می تواند واقع شود. یادگیری کتابخانهای و یادگیری درحین انجام کار از انواع مهم این دسته از فعالیتهای هستند. کارکرد خلق دانش را باید بهعنوان پیش نیازی ضروری برای توسعه فناوری در نظر گرفت. در بستر توسعهی فناوری، افزایش نرخ خروجی در تولید دانش، می تواند منجر به پدیداری گزینههای فناوری و کاربرد بیشتري از فناوری در نظام تکنولوژیکی نوآوری شود. فعالیتهای توسعهی دانش می توانند منبع داخلی یا خارجی داشته باشند. به بیان بهتر می توان گفت که توسعهی دانش، می تواند توسط فعالیتهایی بصورت درونزا و یا انتقال فناوری انجام پذیرد. نمونهی فعالیتهایی که در این کارکرد می توان نام برد در زیر آورده شده اند:

- 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 پایلوت

- توسعهی نمونههای اولیه (Prototype)

- انتقال فناوری

- مهندسی معکوس

- سرمایه گذاریهای مشترک با هدف توسعهی دانش

این پروژهها می توانند 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 به اشتراک گذاری) دانش و اطلاعات انجام می-شوند. بنابراین، مهمترین نقش کارکرد انتشار دانش، ایجاد یادگیری تعاملی است. وجود روابط و در حالت پیچیده تر، شبکه‌هایی از بازیگران از پیش نیازهای این کارکرد به شمار می‌رود. مهمترین نقش یک شبکه، آسان سازی 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

به علت 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 به هدر 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، به شرح زیر است:

- هدف‌گذاری‌های انجام شده در زمینه فناوری
- استانداردهای تدوین شده در زمینه‌ی مطالعات و جهت‌دهی‌های مناسب
- قوانین وضع شده در زمینه‌ی فناوری (تسهیل‌گر، تنظیم‌گر، 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 انجام‌شده 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 موردنیاز
- 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 ۱-۳ کارکردهای نظام نوآوری و شاخص‌های مربوطه

شاخص‌های کمی	شاخص‌های کیفی	زیرعامل	عامل
تعداد پروژه‌های انجام شده با هدف تجاری‌سازی	تعداد شرکت‌های ثبت شده در زمینه فناوری	ایجاد فرصت‌های جدید	فعالیت‌های کارآفرینانه
ورود شرکت‌های موجود به عرصه فناوری	حجم سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر انجام شده	نمایش فرصت‌های جدید	
برگزاری نمایشگاه تکنولوژی	انجام پروژه‌های نمایشی		
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	فنی	توسعه‌ی دانش
تعداد مطالعات علمی و فنی صورت گرفته از تکنولوژی	تعداد توسعه و ایجاد نمونه‌های آزمایشی و اولیه از تکنولوژی (Prototype)		
تعداد گزارش‌های تولید شده در رابطه با مطالعه‌ی بازار	تعداد مطالعات امکان‌سنجی انجام شده	غیرفنی	

شاخص‌های کمی	شاخص‌های کیفی	زیرعامل	عامل
تعداد فعالیت‌های تحقیق و توسعه و نوآورانه مشترک صورت پذیرفته میان واحدهای مختلف (با هدف تسهیم دانش)			انتشار دانش
تعداد کنفرانس‌ها و کارگاه‌های برگزار شده در رابطه با فناوری		فنی	
تعداد شبکه‌های متشکل از بازیگران موجود در نظام تکنولوژیک			

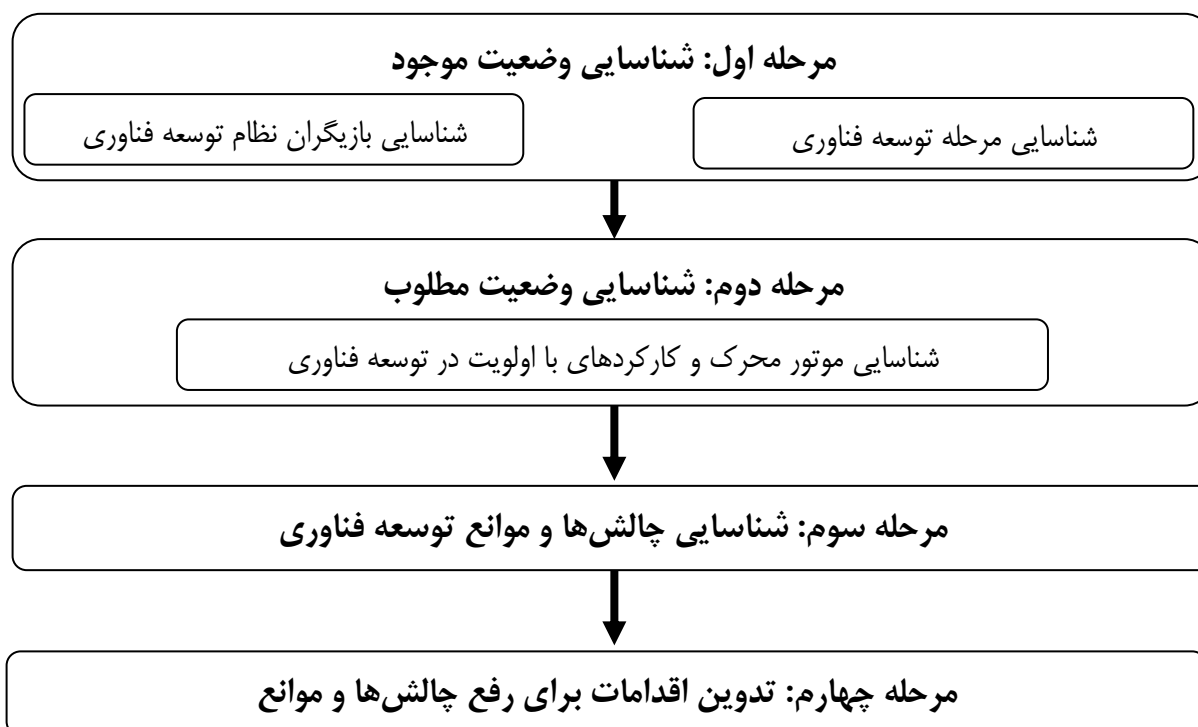
ادامه جدول (۱-۳)

اندازه‌ی شبکه‌های متشکل از بازیگران موجود در نظام تکنولوژیک			
	میزان جابه‌جایی نیروهای تحصیل کرده دانشگاهی با محوریت تکنولوژی		
تعداد گزارش‌های منتشر شده در رابطه با مطالعه‌ی بازار		غیرفنی	
تعداد مطالعات امکان‌سنجی منتشر شده			
قانون‌گذاری در رابطه با تکنولوژی			رسمی (وضع نهادها)
استانداردهای تدوین شده			
	وضع چشم‌اندازهای جدید برای توسعه‌ی تکنولوژی و یا موارد دیگر که بر تکنولوژی اثرگذارند		
	شکل‌گیری محرک‌هایی برای توسعه‌ی تکنولوژی یا نوع خاصی از آن (مانند ارزان شدن قیمت منابع مصرفی تکنولوژی)	غیررسمی (شکل‌گیری انتظارات)	جهت‌دهی به سیستم
	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		
	شفاف‌سازی پتانسیل بازار		
	میزان عدم قطعیت موجود در برابر تولیدکنندگان و یا سرمایه‌گذاران		
	شناسایی مرحله‌ی بلوغ (دوره‌ی عمر) بازار		شکل‌گیری بازار
تعداد و تنوع کاربران موجود برای تکنولوژی			
تعداد و تنوع نهادهای تنظیم‌شده برای شکل‌دهی به بازار			
کمک‌های بلاعوض دولتی (یارانه)			
سرمایه‌گذاری‌های بخش دولتی و خصوصی در گسترش فناوری		مالی	بسیج منابع
	در دسترس بودن نیروی انسانی فنی در رابطه با تکنولوژی موردنظر	انسانی	
	تأمین مواد اولیه‌ی مورد نیاز برای توسعه‌ی	مواد	

تکنولوژی از خارج از کشور	
توسعه زیرساخت‌های مورد نیاز تکنولوژی و محصولات و خدمات مکمل	دارایی های مکمل
میزان هم‌گرایی نهادهای موجود و نظام نوآوری تکنولوژیک در حال توسعه	
میزان مشروعیت سرمایه‌گذاری در توسعه‌ی تکنولوژی و محصولات مربوط به آن	مشروعیت‌بخشی
رایزنی‌های سیاسی بین گروه‌های درگیر برای حمایت از تکنولوژی	
اعمال نفوذ گروه‌های پشتیبان تکنولوژی در بخش‌های مختلف دولت و صنعت	
میزان حمایت از تکنولوژی موردنظر در رسانه‌ها	

۱-۱۰- فرآیند تدوین سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری

اقدامات، مجموعه‌ای از طرح‌ها و برنامه‌های اجرایی هستند که به تحقق راهبردها و دستیابی به اهداف کمک می‌کنند. این اقدامات راهکارهایی جهت رفع موانع توسعه یک فناوری هستند. فرآیند تدوین اقدامات در شکل (۱-۲) نشان داده شده است.



شکل (۱-۲): فرآیند تدوین سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری نوظهور

همان طور که در شکل (۱-۲) نشان داده شده است در مرحله اول، باید وضعیت موجود توسعه فناوری مشخص شود، که تعیین مرحله توسعه فناوری و شناسایی بازیگران نظام توسعه فناوری مدنظر می‌باشد. در مرحله دوم، با توجه به خروجی حاصل از مرحله اول، موتور محرک توسعه فناوری شناسایی شده و با توجه به آن، کارکردهای با اولویت برای تحقق وضعیت مطلوب توسعه فناوری مشخص می‌گردد. در مرحله سوم، موانع موجود مرتبط با هر یک از ابعاد ساختاری در کارکردهای با اولویت از طریق مصاحبه با متخصصان و خبرگان آشنا با حوزه مدنظر تعیین شده و چالش‌های شناسایی شده پالایش و جمع‌بندی می‌شود. در مرحله آخر، سیاست‌های پیشنهادی برای رفع چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های توربین بخار نیروگاهی ارائه می‌شود. در نهایت اقدامات لازم برای تحقق سیاست‌ها تعیین شده و ارائه می‌گردند. در ادامه این مراحل توضیح داده شده است.

۱-۱۰-۱ - شناسایی وضعیت موجود

در این مرحله باید وضعیت کنونی و مرحله توسعه فناوری مدنظر تعیین گردد که برای تعیین این موارد باید از جنبه‌های مختلف (کارکردی و ساختاری) به بررسی فناوری مدنظر پرداخته شود. این مرحله شامل دو بخش شناخت بازیگران نظام توسعه فناوری و تعیین مرحله توسعه فناوری می‌باشد.

۱-۱۰-۱-۱ - شناسایی بازیگران نظام توسعه فناوری

همان طور که در بخش شناخت ساختاری نظام توسعه فناورانه اشاره شد، ساختار هر نظام نوآوری متشکل از بازیگران و ذینفعانی است که هر یک به طور مستقیم یا غیرمستقیم نقش‌هایی را ایفا می‌کنند. این بازیگران می‌توانند شامل بخش دولتی، شرکت‌های تولیدکننده، شرکت‌های مشاور، دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی، مؤسسات مالی، مؤسسات حقوقی و ... باشند. در این مرحله باید تمام بازیگران نظام توسعه فناوری را در حوزه‌ها و کارکردهای مختلف نظام توسعه فناوری شامل تحقیق و توسعه، انتشار دانش، تأمین منابع انسانی، منابع مالی، مواد، قطعات و تجهیزات و سیاست‌گذاری و جهت‌دهی به فعالیت‌های توسعه فناوری تعیین گردد.

۱-۱۰-۱-۲ - شناسایی مرحله توسعه فناوری

به منظور شناخت مرحله توسعه فناوری در ابتدا باید به یک شناخت نسبی از فناوری دست پیدا کرد تا با استفاده از این شناخت بتوان مرز نظام نوآوری فناوری را شناخت و با استفاده از شناخت مرزها مرحله توسعه فناوری را تعیین نمود. مرز سیستم توسعه

فناوری را می‌توان از سه طریق مورد ارزیابی قرار داد که عبارت‌اند از فاصله‌ای-جغرافیایی، بخشی و کارکردی. بر اساس این موضوع به منظور شناسایی مرحله توسعه فناوری ابتدا باید مرز نظام نوآوری مورد مطالعه را از سه طریق فاصله‌ای-جغرافیایی، بخشی و کارکردی مشخص کرد. شناسایی و تعیین مرحله توسعه نظام نوآوری فناوری، از طریق بررسی همزمان مشخصه‌های ساختاری و نشانه‌های تحقق مراحل انجام می‌شود. با توجه به مشخصه‌های ساختاری به تفکیک کارکردها و نشانه‌های تحقق مراحل می‌توان مرحله توسعه نظام نوآوری را که در واقع همان وضع موجود حوزه فناوری فناورانه است، مشخص کرد. مراحل مختلف توسعه فناوری چهار مرحله پیش توسعه، توسعه، اوج‌گیری و سرعت‌گیری هستند و پس از آن فناوری به مرحله تثبیت می‌رسد. نشانه‌های تحقق مراحل یا شاخص‌های تشخیص مرحله توسعه با پاسخ‌گویی به سؤالات زیر تعیین می‌گردد.

- ۱- آیا نمونه اولیه از فناوری (محصول یا فرآیند) ساخته شده است؟
- ۲- بازیگران اصلی در این حوزه چه کسانی هستند؟ نقش دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی چیست؟ آیا شرکت‌های دانش‌بنیان به این حوزه وارد شده‌اند؟
- ۳- آیا دولت به این حوزه وارد شده است؟ نقش آن (سیاست‌گذاری، تنظیم‌گری و ...) چیست؟
- ۴- آیا محصول فناوری بدون حمایت‌های دولتی در بازار به صورت آزاد فروخته می‌شود؟
- ۵- و یا: آیا تولید انبوه محصول فناوری (محصول یا خدمت) توجیه اقتصادی دارد؟
- ۶- و یا: آیا تولید انبوه محصول فناوری (محصول یا خدمت) آغاز شده است؟
- ۷- آیا شبکه‌های علمی و فناوری شکل گرفته‌اند؟ وضعیت آن‌ها چگونه است؟
- ۸- وضعیت بازار چگونه است؟ در حال رشد یا به اشباع کامل رسیده است؟
- ۹- نرخ ورود تولیدکنندگان محصول فناوری چگونه است؟
- ۱۰- نرخ کاهش قیمت محصول فناوری چگونه است؟
- ۱۱- نرخ فروش محصول فناوری چگونه است؟
- ۱۲- آیا انجمن‌های مربوطه شکل گرفته‌اند؟

در مرحله‌ی پیش توسعه یک تغییر در بستر محیطی ایجاد می‌شود و این تغییر هم روی رژیم و هم روی آشیانه تاثیر می‌گذارد؛ به این صورت که رژیم مذکور به خاطر فشاری که بستر محیطی ایجاد می‌کند در پی یافتن راه‌حلی برای تغییرات است و برای پیدا کردن آن به تکاپو می‌افتد.

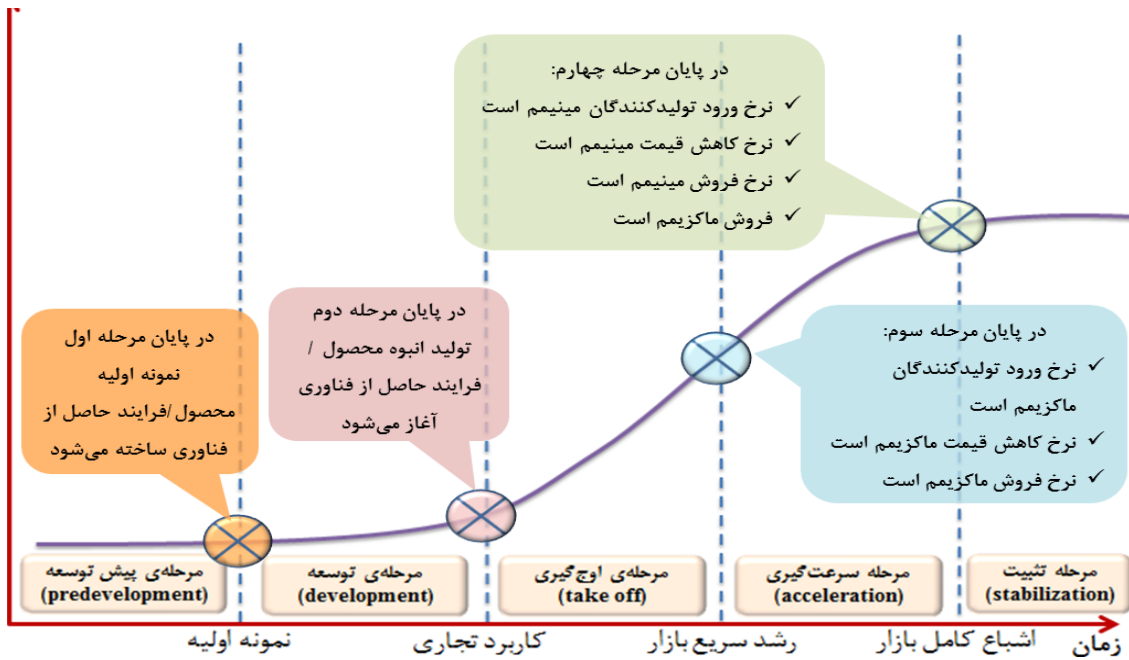
از طرف دیگر توقعات آشیانه‌ها نیز به خاطر تغییر در بستر محیطی، عوض می‌شود و این آشیانه‌ها نوآوری‌هایی را شکل می‌دهند و به دنبال راهی برای سودآوری خود و پیدا کردن بازار برای نوآوری‌های خود هستند.

در فاز اوج‌گیری ساختار رژیم دچار بحران می‌شود و مردم جامعه نیز به این بحران پی می‌برند و ذهنیت جامعه نسبت به این ساختار تغییر می‌کند و در نتیجه ساختار موجود رژیم مقبولیت خود را از دست می‌دهد و مورد انتقادهای شدید قرار می‌گیرد. در مرحله سرعت‌گیری، ساختار کنونی رژیم به خاطر بحران‌ها و انتقادهای فرو می‌ریزد و آشیانه‌ها نیز با فرو ریختن ساختار رژیم، جای خود را در رژیم باز می‌کنند و در ساختار رژیم جای می‌گیرند و در نتیجه ساختار جدیدی شکل می‌گیرد.

در مرحله تثبیت نیز ساختار جدید جایگاه خود را تثبیت می‌کند و ساختار قبلی کلاً به فراموشی سپرده می‌شود.

همان طور که در بالا اشاره شد بر اساس سؤالات فوق وضعیت ساختاری نظام توسعه فناوری مشخص می‌شود، که معیارها در شکل (۳-۱) نشان داده شده‌اند.

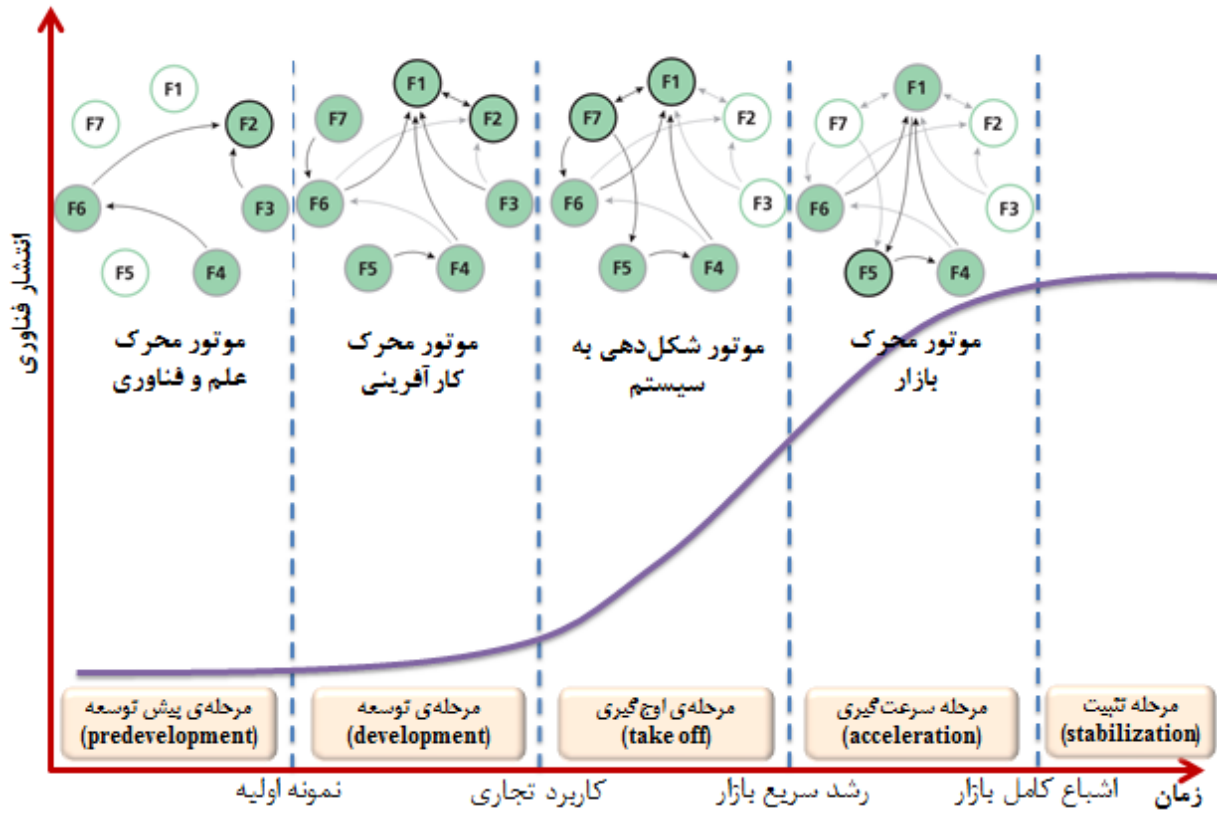
انتشار فناوری



شکل (۱-۳): نشانه های تحقق مراحل برای تعیین مرحله توسعه

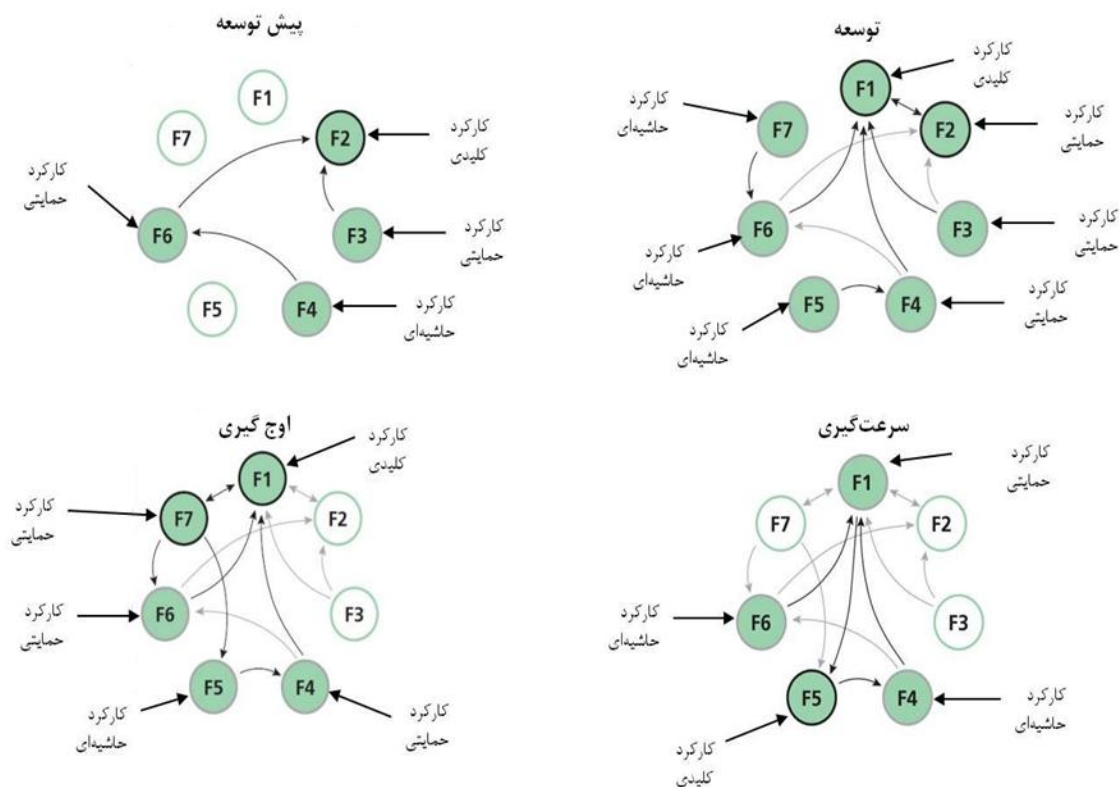
۱-۱۰-۲- شناسایی وضعیت مطلوب و تعیین کارکردهای کلیدی و فعال در توسعه فناوری

هکرت بیان معتقد است که هر یک از مراحل چهارگانه فاز شکل گیری با یک موتور نوآوری در ارتباط است. در این متدولوژی، پس از تعیین فاز توسعه نظام نوآوری فناورانه، موتور فعال در نظام نوآوری فناورانه مشخص می شود. در شکل (۱-۴) تطبیق مراحل مختلف توسعه نظام نوآوری فناورانه با موتورهای محرک نظام بر اساس مطالعات هکرت (۲۰۱۲) را نشان می دهد.



شکل (۱-۴): مراحل توسعه‌ی نظام نوآورانه فناورانه و موتورهای فعال در هر مرحله

فرآیند نوآوری یک فرآیند تکاملی است و همیشه در حال تغییر و تحول است و نمی‌توان یک سیستم بهینه برای فرآیند نوآوری تعریف کرد، پس هدف نظام را باید در طول این فرآیند تعریف کرد. هدف یک نظام نوآوری انتقال نظام مورد نظر از یک مرحله توسعه به مرحله بعدی است. البته باید توجه داشت که لزوماً مرحله بعدی وضعیت بهینه نیست و فقط توسعه نظام نوآوری مد نظر است. کارکردهای هر موتور به سه دسته کارکرد کلیدی، حمایتی و حاشیه‌ای تقسیم می‌شود. تحقق کارکرد کلیدی به منزله‌ی محقق شدن کل موتور و انتقال به موتور بعدی است. بنابراین اگر کارکرد کلیدی محقق شود، نظام نوآوری فناورانه از یک موتور به موتور بعدی منتقل می‌شود و در نتیجه نظام نوآوری فناورانه از یک مرحله به مرحله بعدی منتقل می‌شود. شکل (۱-۵) موتورهای و کارکردهای کلیدی، حمایتی و حاشیه‌ای مرتبط با هر موتور را نشان می‌دهد.



شکل (۵-۱): موتورهای و کارکردهای کلیدی، حمایتی و حاشیهای، F1: فعالیت‌های کارآفرینی، F2: توسعه دانش، F3: انتشار دانش، F4: جهت‌دهی به سیستم، F5: شکل‌دهی به بازار، F6: تأمین منابع، F7: مشروعیت‌بخشی.

۱-۱۰-۳ - شناسایی چالش‌ها و موانع موجود در توسعه فناوری

پس از تعیین موتور محرک فعال در نظام نوآوری، باید آن را بر اساس رویکرد تحلیل توأمان ساختاری- کارکردی ارزیابی کرد. مزیت این تحلیل نسبت به تحلیل کارکردی این است که با تحلیل ساختاری در کنار تحلیل کارکردی علت ایجاد مشکل در یک کارکرد مشخص می‌شود. در واقع با تحلیل کارکردی، مشکلات و موانع نظام نوآوری در کارکرد مربوطه مشخص شده، ولی علت بروز آن مشخص نمی‌شود؛ به این معنا که مشخص نمی‌شود کدام جزء ساختاری باعث ایجاد چنین مشکلی در کارکرد مربوط شده است. ولی با تحلیل توأمان ساختاری - کارکردی از یک سو علت این مشکلات مشخص شده و از سوی دیگر مشکلات سیستمی با توجه به تحلیل ساختاری به راحتی شناسایی می‌شوند. برقراری اتصال کارکردها به عناصر ساختار نظام نوآوری نه تنها به خاطر انجام فرآیندهای تحلیلی بلکه به دلایل عملیاتی و کاربردی لازم و ضروری است.

کارکردها تنها از طریق تغییرات اجزای ساختاری خود تحت تأثیر سیاست‌های اتخاذ شده قرار می‌گیرند.

تفاوت مهم این مدل با رویکردهای مشابه در این مرحله این است که در این رویکرد برای ارزیابی نظام نوآوری لازم نیست همه کارکردهای نظام تحلیل شوند. بلکه با توجه به مرحله توسعه‌ای فناوری و کارکردهای مرتبط با آن، فقط کارکردهای مرتبط تحلیل می‌شوند. بنابراین با توجه به مرحله توسعه فناوری ابتدا کارکرد کلیدی موتور محرک شناسایی شده در مرحله قبل تحلیل می‌شود، اگر این کارکرد تحقق یافته بود به هدف تعیین شده موتور فعال در آن فاز توسعه رسیده و بدین ترتیب نظام نوآوری بدون مشکل به فاز بعدی توسعه منتقل می‌گردد؛ ولی اگر کارکرد مربوطه محقق نشده بود باید کارکردهای حمایتی کارکرد کلیدی که موجبات تولید و تحقق آن را فراهم می‌کنند، ارزیابی گردند. لذا پس از تعیین کارکردهای حمایتی، کارکردهای مذکور تحلیل می‌شوند و به همین ترتیب ادامه می‌یابد.

در تحلیل توأمان کارکردی - ساختاری، هر یک از این کارکردهای عوامل ساختاری ضعیف مرتبط با کارکرد شناسایی و از طریق به‌کارگیری ابزارها و توصیه‌های سیاستی عنصر ساختاری ضعیف تقویت شده و به این ترتیب مشکلات موجود بر سر راه توسعه نظام برداشته می‌شود.

به عبارت دیگر، وقتی یک حوزه‌ی فناورانه در مرحله‌ای قرار دارد، موتور محرک نوآوری متناسب با آن مرحله برای آن حوزه‌ی فناورانه فعال است. از طرفی بیان شد اگر کارکرد کلیدی موتور تحقق یابد، حوزه‌ی فناورانه مورد مطالعه از این موتور به موتور بعدی منتقل می‌شود. پس در یک موتور باید مشکلات بر سر راه کارکرد کلیدی را شناسایی کرد. مشکلات کارکرد کلیدی به سه دسته‌ی مشکلات مربوط به عوامل ساختاری، مشکلات مربوط به کارکردهای حمایتی و مشکلات مربوط به عوامل محیطی تقسیم می‌شوند. شکل بالا این دسته از عوامل را نشان می‌دهد.

پس تعیین کارکردهای مؤثر در توسعه فناوری چالش‌ها، مشکلات و موانع موجود پیش روی توسعه فناوری مدنظر، از طریق مصاحبه و دریافت نظرات خبرگان حوزه مدنظر تعیین می‌گردد. کارکردهای مختلف مؤثر در هر مرحله توسعه فناوری بر اساس جواب به یک سری از سؤالات عارضه‌یاب مورد ارزشیابی قرار می‌گیرند. در صورت قوی نبودن کارکرد کلیدی، کارکردهای حمایتی و حاشیه‌ای به همین صورت مورد بررسی قرار می‌گیرند.

نمونه‌هایی از پرسش‌های قابل تصور برای تحلیل کارکردهای مختلف موجود در هر موتور توسعه فناوری به تفکیک هر مرحله در جدول (۱-۱) تا

جدول (۱-۱) ارائه شده است.

جدول (۴-۱): سؤالات برای ارزشیابی کارکردهای موتور محرک علم و فناوری در مرحله اول

سؤالات برای ارزشیابی کارکرد	مرحله ی اول: موتور محرک علم و فناوری	
<p>۱- وضعیت دانش پایه موجود در نظام در ارتباط با کمیت و کیفیت آن چگونه است؟</p> <p>۲- دانش موجود در سیستم بنیادی است یا کاربردی (توانمندی فناورانه کشور در چه سطحی قرار دارد)؟</p> <p>۳- آیا تعداد پروژه‌های پژوهشی و اختراع و مقاله به مقدار کافی موجود است؟</p> <p>۴- آیا یک جایگاه بین‌المللی پیشرو، برنامه‌های راه‌اندازی و ارجاعات فراوان به مقاله در نظام وجود دارد؟</p> <p>۵- آیا توسعه دانش صورت گرفته در نظام تقاضا محور است؟</p> <p>۶- آیا فناوری با نیازهای نظام نوآوری هماهنگ و مرتبط است؟</p>	کارکرد توسعه دانش	کارکردهای کلیدی
<p>۱- آیا همکاری‌های فناورانه بین بازیگران فعال در این زمینه اعم از خرید فناوری، لیسانس، همکاری تحقیق و توسعه و غیره وجود دارد یا خیر؟</p> <p>۲- همایش، کنفرانس و یا مجله‌ای در مورد این فناوری وجود دارد یا خیر؟</p>	انتشار دانش	کارکردهای حمایتی
<p>آیا منابع مالی کافی در جهت توسعه دانش وجود دارد (پژوهشی، کاربردی، پایلوت و ...)? سهولت دسترسی به این منابع چگونه است؟</p> <p>آیا تربیت نیروی انسانی در حوزه‌ی آموزش و پژوهش مرتبط با فناوری به میزان کافی وجود دارد یا خیر؟ کیفیت منابع انسانی تربیت‌شده در چه سطحی است؟</p>	بسیج منابع	کارکردهای حمایتی
<p>آیا یک هدف کاملاً مشخص و مشترک برای تأمین منابع مالی وجود دارد؟</p> <p>آیا توسعه دانش در این حوزه‌ی فناورانه، جهت‌دهی شده است؟</p> <p>آیا منابع مالی و انسانی در جهت این هدف مشخص هست یا خیر؟</p>	جهت‌دهی به سیستم	کارکردهای حاشیه‌ای

جدول (۵-۱): سؤالات برای ارزشیابی کارکردهای موتور محرک کارآفرینی در مرحله توسعه

سؤالات برای ارزشیابی کارکرد	مرحله ی دوم: موتور محرک کارآفرینی	
<p>آیا شرکت‌های دانش‌بنیان به منظور توجیه اقتصادی فناوری کافی هستند؟</p> <p>آیا فعالیت‌های کارآفرینی دارای کیفیت خوبی هستند؟</p> <p>نرخ ورود کارآفرینان در این حوزه را چگونه برآورد می‌کنید (آیا کارآفرینان جدید وارد سیستم می‌شوند)؟</p> <p>سرمایه‌گذاری خطرپذیر که منجر به توجیه اقتصادی می‌شود، وجود دارد یا خیر؟</p>	کارآفرینی	کارکردهای کلیدی

سؤالات برای ارزشیابی کارکرد	مرحله دوم: موتور محرک کارآفرینی	
<p>وضعیت دانش پایه موجود در نظام در ارتباط با کمیت و کیفیت آن چگونه است؟ دانش موجود در سیستم بنیادی است یا کاربردی (توانمندی فناورانه کشور در چه سطحی قرار دارد)؟ آیا تعداد پروژه‌های پژوهشی و اختراع و مقاله به مقدار کافی موجود است؟ آیا یک جایگاه بین‌المللی پیشرو، برنامه‌های راه‌اندازی و ارجاعات فراوان به مقاله در نظام وجود دارد؟</p> <p>آیا توسعه دانش صورت گرفته در نظام تقاضا محور است؟</p> <p>آیا فناوری با نیازهای نظام نوآوری هماهنگ و مرتبط است؟</p>	توسعه دانش	
<p>آیا منابع مالی کافی برای توسعه فعالیت‌های کارآفرینی وجود دارد یا خیر؟ میزان منابع دولتی چقدر است؟ کافی است یا خیر؟ میزان سرمایه خطرپذیر چه قدر است؟ کافی است یا خیر؟ سهولت دسترسی به این منابع را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ آیا تربیت نیروی انسانی در حوزه‌ی آموزش و پژوهش مرتبط با فناوری به میزان کافی وجود دارد یا خیر؟</p> <p>کیفیت منابع انسانی تربیت‌شده در چه سطحی است؟</p>	تامین و تسهیل منابع	کارکردهای حمایتی
<p>آیا همکاری‌های فناورانه بین بازیگران فعال در این زمینه اعم از خرید فناوری، لیسانس، همکاری تحقیق و توسعه و غیره وجود دارد یا خیر؟</p> <p>همایش، کنفرانس و مجله‌ای در مورد این فناوری وجود دارد یا خیر؟</p> <p>آیا نمایشگاه‌های تخصصی برای ارائه دستاوردهای کارآفرینی وجود دارد یا خیر؟</p>	انتشار دانش	
<p>آیا یک هدف کاملاً مشخص و مشترک برای نظام وجود دارد؟</p> <p>آیا فعالیت‌های کارآفرینی در این حوزه‌ی فناورانه جهت‌دهی شده است؟</p> <p>آیا منابع مالی و انسانی در جهت توسعه فعالیت‌ها است یا خیر؟</p> <p>آیا سیاست‌های دولت در جهت حمایت از فعالیت‌های کارآفرینی هست یا خیر؟</p>	جهت‌دهی به سیستم	
<p>آیا سرمایه‌گذاری در تکنولوژی به عنوان یک تصمیم مشروع پذیرفته شده است؟ (مشروعیت بخشی اتفاق افتاده است یا خیر)؟</p> <p>آیا مقاومت زیادی در جهت تغییر وجود دارد؟ این مقاومت از کجا نشأت می‌گیرد؟</p> <p>آیا فعالیت‌های مشروعیت‌بخشی منجر به تخصیص منابع به فعالیت‌های کارآفرینی شده است یا خیر؟</p>	مشروعیت‌بخشی	کارکردهای حاشیه‌ای

ادامه جدول (۵-۱)

سؤالات برای ارزشیابی کارکرد	مرحله دوم: موتور محرک کارآفرینی	
<p>آیا بازار اولیه شکل گرفته است؟ اندازه‌ی آن چقدر است؟ آیا این بازار باعث جهت‌دهی به سیستم برای توسعه‌ی فعالیت‌های کارآفرینی شده است یا خیر؟ آیا جذابیت بازار باعث ورود کارآفرینان جدید شده است یا خیر؟</p>	شکل‌دهی بازار	

جدول (۶-۱): سؤالات برای ارزشیابی کارکردهای موتور ساختاردهی به سیستم در مرحله سوم

سؤالات برای ارزشیابی کارکرد	مرحله سوم: موتور محرک ساختاردهی سیستم	
<p>آیا کارآفرینان کافی در سیستم وجود دارند؟ کیفیت فعالیت‌های کارآفرینی در سیستم چه قدر است؟ آیا نرخ ورود کارآفرینان به حداکثر خود رسیده است؟ وضعیت آن‌ها چگونه است؟ آیا کارآفرینان از سیستم خارج می‌شوند؟</p>	کارآفرینی	کارکردهای کلیدی
<p>آیا استفاده از این فناوری از مشروعیت و مقبولیت قابل قبول برخوردار شده است؟ آیا فعالیت‌های مشروعیت‌بخشی منجر به تخصیص و تأمین منابع مالی مورد نیاز کارآفرینان شده است؟ آیا فعالیت‌های مشروعیت‌بخشی منجر به تصویب برنامه‌های حمایتی و بلندمدت و تصویب استراتژی‌های کلان از طرف دولت در جهت حمایت از فعالیت‌های کارآفرینی شده است؟ آیا فعالیت‌های مشروعیت‌بخشی منجر به رونق بازار شده است؟</p>	مشروعیت‌بخشی	کارکردهای حمایتی
<p>آیا استراتژی‌های کلان و سیاست‌ها، برنامه‌ها و اقدامات دولت جهت حمایت و پشتیبانی بلندمدت از فعالیت‌های کارآفرینی تدوین شده است؟</p>	جهت‌دهی به سیستم	

سؤالات برای ارزشیابی کارکرد	مرحله سوم: موتور محرک ساختاردهی سیستم	
آیا منابع مالی کافی برای توسعه فعالیت‌های کارآفرینی توسط دولت، سازمان‌های مالی خصوصی و اشخاص حقیقی تخصیص داده شده است؟ سهولت دسترسی به این منابع چگونه است؟ آیا نیروی انسانی متخصص برای توسعه فعالیت‌های کارآفرینی کافی است؟ کیفیت آن‌ها چگونه است؟	تامین و تسهیل منابع	
آیا بازار انبوه در حال شکل‌گیری می‌باشد؟ اندازه بازار کدام است؟ (نیچ/توسعه یافته) کاربران چه کسانی هستند؟ (بالفعل و بالقوه) رهبر بازار چه کسی است؟ (دولت/ واحدهای خصوصی) آیا رهبری بازار از دولت به شرکت‌های خصوصی انتقال یافته است؟	شکل‌دهی به بازار	کارکردهای حاشیه‌ای

جدول (۷-۱): سؤالات برای ارزشیابی کارکردهای موتور شکل‌دهی به بازار در مرحله چهارم

سؤالات برای ارزشیابی کارکرد	مرحله چهارم: موتور محرک بازار	
آیا رهبری بازار کاملاً به بخش خصوصی انتقال یافته است؟ آیا بازار انبوه شکل گرفته است؟ اندازه بازار کدام است؟ (نیچ/توسعه یافته) کاربران چه کسانی هستند؟ (بالفعل و بالقوه) آیا لازم است که یک بازار جدید ایجاد شود یا بازار موجود گسترش یابد؟	شکل‌دهی به بازار	کارکردهای کلیدی
آیا کارآفرینان کافی در سیستم وجود دارند؟ کیفیت فعالیت‌های کارآفرینی در سیستم چه قدر است؟ نرخ ورود کارآفرینان چگونه است؟ آیا کارآفرینان از سیستم خارج می‌شوند؟	کارکرد کارآفرینی	کارکردهای حمایتی
آیا قوانین و مقررات (از جنس تنظیم‌گری) در جهت حمایت و پشتیبانی از فعالیت‌های کارآفرینی و جهت‌دهی به بازار تدوین شده است؟	جهت‌دهی به سیستم	کارکردهای حاشیه‌ای

سوالات برای ارزشیابی کارکرد	مرحله‌ی چهارم: موتور محرک بازار	
<p>اندازه بازار کدام است؟ (نیچ/توسعه یافته)</p> <p>کاربران چه کسانی هستند؟ (بالفعل و بالقوه)</p> <p>رهبر بازار چه کسی است؟ (دولت/ واحدهای خصوصی)</p> <p>آیا محرک‌ها / موانع نهادی برای شکل‌گیری بازار وجود دارد؟</p> <p>آیا لازم است که یک بازار جدید ایجاد شود یا بازار موجود گسترش یابد؟</p>	تیم ملی	

۱-۱۰-۴- پایش و جمع‌بندی نظرات خبرگان

در این مرحله بر اساس پاسخ‌های خبرگان مختلف فناوری مدنظر به سوالات، کلیه موانع و چالش‌های مورد نظر خبرگان و متخصصان استخراج می‌شود. در ادامه با جمع‌بندی نظرات خبرگان حوزه مدنظر موانع و چالش‌های توسعه فناوری پس از پالایش و حذف موارد تکراری، تعیین می‌گردد.

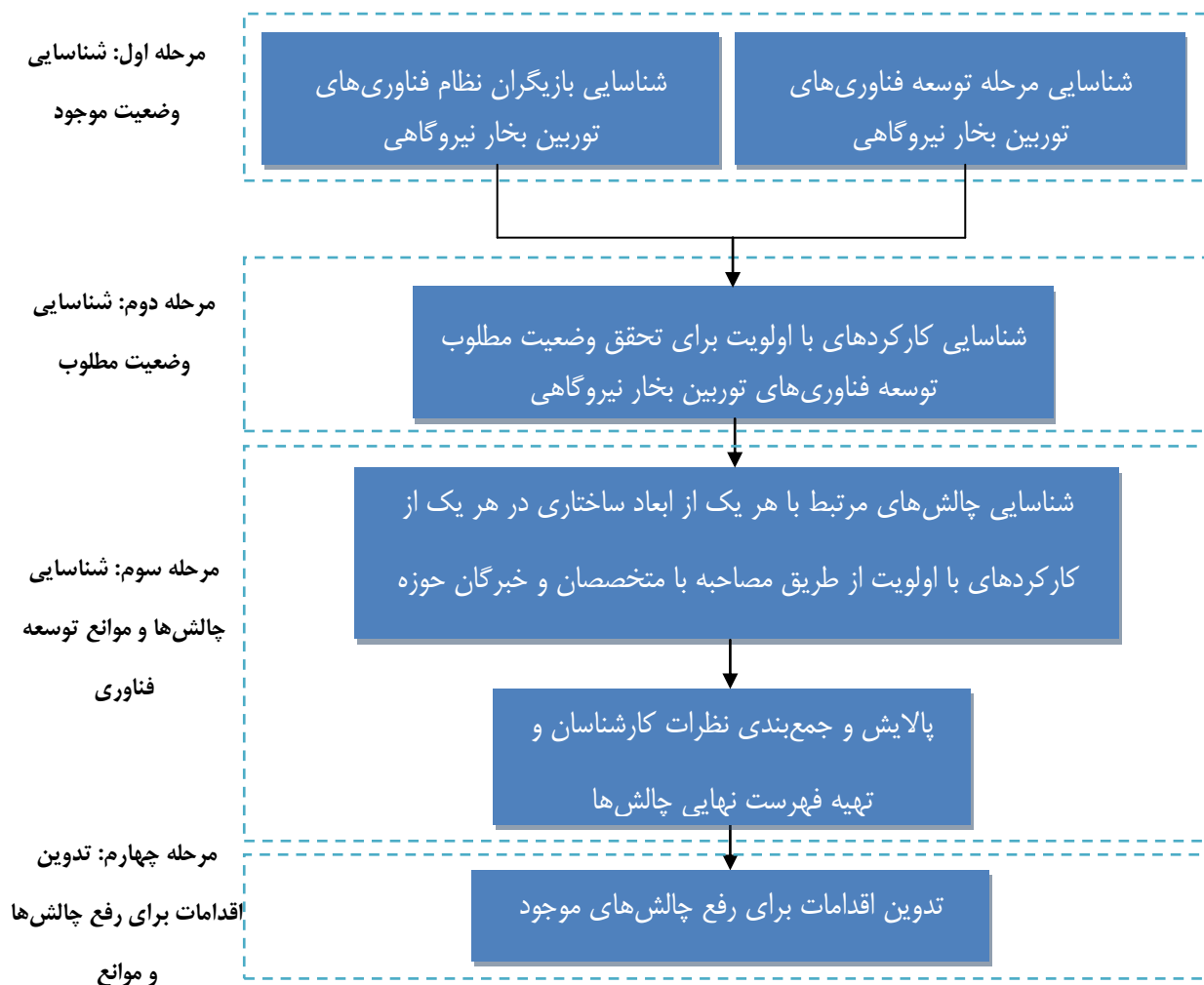
۱-۱۰-۵- تدوین سیاستها و اقدامات

سیاستها و اقدامات مجموعه‌ای از طرح‌ها و برنامه‌های اجرایی هستند که به تحقق راهبردها و دستیابی به اهداف کمک می‌کنند. سیاستها رویکردهایی جهت رفع موانع توسعه یک فناوری هستند و اقدامات طرح‌ها و برنامه‌هایی جهت تحقق سیاستها می‌باشند از این رو می‌توان گفت که اقدامات راهکارهایی جهت رفع موانع توسعه یک فناوری هستند. همان طور که در شکل (۱-۲۲) نشان داده شده است سیاستها و اقدامات مورد نیاز بر اساس فهرست چالش‌ها و موانع شناسایی شده در مرحله قبلی پیشنهاد می‌شود. این اقدامات به دو دسته اقدامات غیرفنی و اقدامات فنی تقسیم می‌شود. اقدامات غیرفنی شامل چهار دسته اقدامات مربوط به کارکردهای مختلف مؤثر در موتور توسعه فناوری می‌باشند. اقدامات فنی اقدامات برگرفته شده از راهبردهای توسعه فناوری مدنظر بوده و در جهت تحقق راهبردها تدوین می‌گردند.

۲- تدوین چالش‌ها، اقدامات فنی و سیاست‌های پشتیبان

۲-۱- مقدمه

همان‌طور که در فصل قبل (شکل (۲-۱۱-۲)) اشاره شد به منظور تدوین سیاست‌ها و اقدامات در مرحله اول باید چالش‌ها و موانع پیشروی توسعه فناوری را شناسایی نمود. چالش‌ها و موانع پیشروی شناسایی شده در واقع مجموعه‌ای از مشکلات موجود در مسیر تحقق چشم‌انداز و اهداف کلان سند هستند و از آنجایی که سیاست‌ها و اقدامات رویکردهایی در جهت رفع این چالش‌ها و موانع می‌باشند، می‌توان نتیجه گرفت که سیاست‌ها و اقدامات در جهت تحقق چشم‌انداز و اهداف کلان سند تدوین می‌شوند. همان‌طور که در بخش قبل اشاره شد مبنای تدوین اقدامات در این سند، نظام نوآوری فناورانه (TIS) بوده و فرآیند تدوین آن‌ها در شکل (۲-۱) نشان داده شده است.



شکل (۲-۱): فرآیند تدوین اقدامات توسعه فناوری‌های توربین بخار نیروگاهی

۲-۲- شناسایی وضعیت موجود توسعه فناوریهای توربین بخار نیروگاهی

همان طور که اشاره شد در مرحله اول فرآیند تدوین اقدامات، وضعیت موجود توسعه فناوریهای توربین بخار نیروگاهی شناسایی می‌شود. این کار بر مبنای شناسایی مرحله توسعه فناوریهای توربین بخار نیروگاهی و نیز بازیگران نظام توسعه این سیستمها در کشور انجام می‌شود که در ادامه توضیح داده می‌شود.

۲-۲-۱- بازیگران نظام توسعه فناوریهای توربین بخار نیروگاهی

همان طور که در بخشهای قبلی اشاره شد نظام نوآوری فناوری متشکل از بازیگران و ذینفعانی است که هر یک به طور مستقیم یا غیرمستقیم نقشهایی را ایفا می‌کنند. این بازیگران می‌توانند شامل بخش دولتی، شرکتهای تولیدکننده، شرکتهای مشاور، دانشگاهها، مراکز پژوهشی، مؤسسات مالی، مؤسسات حقوقی و ... باشند. شناسایی بازیگران در تشخیص و شناسایی وضعیت موجود فناوری و اینکه هر کدام از فناوریها در چه فازی از توسعه قرار دارند، کمک شایانی می‌کند و می‌توان پس از تشخیص فاز توسعه فناوری کارکردهای کلیدی و چالشها و سیاستهای مربوط به آنان را شناسایی کرد. در این گام، بازیگران نظام توسعه فناوریهای توربین بخار نیروگاهی در حوزههای تحقیق و توسعه، انتشار دانش، تأمین منابع انسانی، منابع مالی، مواد، قطعات و تجهیزات، بازار، کارآفرینی و سیاست‌گذاری و جهت‌دهی به فعالیت‌های توسعه فناوریهای توربین بخار نیروگاهی مشخص شده‌اند.

۲-۲-۱-۱- بازیگران زمینه توسعه دانش

با توجه به گزارش فاز ۱ (گزارش ساختار) و اطلاعات گردآوری شده از جلسات کمیته راهبری و نیز جلسات شناسایی چالشهای فناوریها، بازیگران موجود در زمینه توسعه دانش و فعالیت‌های تحقیق و توسعه در ارتباط با فناوریهای توربین بخار نیروگاهی شناسایی شدند و در جلسه دوم کمیته راهبری (با حضور آقایان: آقای دکتر محمد اولیاء، آقای دکتر داوود توکلی، آقای مهندس محمد جواد طاهری، آقای مهندس پرویز فردنیا، آقای دکتر مسعود تقوایی، آقای مهندس محسن مهدیزاده) به تصویب رسید. بازیگران موجود در زمینه توسعه دانش و فعالیت‌های تحقیق و توسعه در ارتباط با فناوریهای توربین بخار نیروگاهی به شرح ذیل هستند:

- پژوهشگاهها: سازمان پژوهش های علمی صنعتی ایران ، پژوهشگاه نیرو، مؤسسه پژوهش در مدیریت و برنامه ریزی انرژی ، موسسه مطالعات بین المللی انرژی.
- دانشگاهها: دانشگاه فردوسی مشهد ، دانشگاه صنعتی شریف، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، دانشگاه تهران، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشگاه علم و صنعت، دانشگاه صنعت و نفت، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشگاه صنعتی شیراز و ...

۲-۱-۲-۲- بازگران در زمینه انتشار دانش

بازگران موجود در زمینه انتشار دانش در ارتباط با فناوریهای توریین بخار نیروگاهی به شرح ذیل هستند:

- دانشگاه فردوسی مشهد
- دانشگاه صنعتی شریف
- دانشگاه صنعتی امیر کبیر
- دانشگاه تهران
- دانشگاه شهید چمران اهواز
- دانشگاه علم و صنعت
- دانشگاه صنعت و نفت
- دانشگاه صنعتی اصفهان
- دانشگاه صنعتی شیراز و ...

۲-۱-۲-۳- بازگران در زمینه تأمین منابع

بازگران موجود در زمینه تأمین منابع مورد نیاز فناوریهای توریین بخار نیروگاهی اعم از منابع انسانی، مالی و مواد و تجهیزات به شرح ذیل هستند:

- منابع مالی:

- بانکها و مؤسسات اعتباری، صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور، صندوق توسعه فناوریهای نوین، صندوق حمایت از طرحهای نوآورانه در پژوهشگاه نیرو، دفتر مهندسی مرکز همکاریهای ریاست

جمهوری.

- منابع انسانی:

- دانشگاه فردوسی مشهد ، دانشگاه صنعتی شریف، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، دانشگاه تهران، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشگاه علم و صنعت، دانشگاه صنعت و نفت، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشگاه صنعتی شیراز و ...
- سازمان پژوهش های علمی صنعتی ایران ، پژوهشگاه نیرو، مؤسسه پژوهش در مدیریت و برنامه ریزی انرژی ، مؤسسه مطالعات بین المللی انرژی.

- منابع مواد و قطعات:

- شرکت توگا
- شرکت تعمیرات نیروگاهی ایران
- شرکت تجربه نور
- شرکت ماشین سازی برادران همتی
- شرکت نیرو مکانیک (توربین پژوه آسیا)
- شرکت توربین کمپرسور آسیا
- شرکت آنیل قطعه
-
- شرکت سامان رهاورد
- شرکت صنایع پترو شیمیاگستر
- شرکت نصب نیروی ایران
- شرکت قدس نیرو
- شرکت آروین پرتو
- شرکت مهندسی و خدماتی حنیف آیین

○ شرکت مجتمع صنعتی اسفراین و ...

۲-۲-۱-۴- بازایگران در زمینه بازار

- وزارت نیرو
- شرکت توانیر
- مپنا

۲-۲-۱-۵- بازایگران در زمینه کارآفرینی

- شرکت توگا
- شرکت تعمیرات نیروگاهی ایران
- شرکت تجربه نور
- شرکت ماشین سازی برادران همتی
- شرکت نیرو مکانیک (توربین پژوه آسیا)
- شرکت توربین کمپرسور آسیا
- شرکت آنیل قطعه
- شرکت سامان رهاورد
- شرکت صنایع پترو شیمیاگستر
- شرکت نصب نیروی ایران
- شرکت قدس نیرو
- شرکت آروین پرتو
- شرکت مهندسی و خدماتی حنیف آیین
- شرکت مجتمع صنعتی اسفراین

۲-۲-۱-۶- بازیگران در زمینه جهت‌دهی به سیستم

در زمینه جهت‌دهی به سیستم، در حال حاضر این بخش‌ها در وزارت نیرو فعال هستند.

- مجلس (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی)

- وزارت نیرو

- شرکت توانیر

- سازمان توسعه برق

- شورای عالی انقلاب فرهنگی

- شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری (عتف)

- وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

- دفتر همکاری‌های فناوری ریاست جمهوری

- وزارت صنعت، معدن و تجارت

- وزارت امور اقتصادی و دارایی

خلاصه اطلاعات مربوط به بازیگران توسعه فناوری‌های توربین بخار نیروگاهی در جدول (۱-۲) ارائه شده است:

جدول (۱-۲): بازیگران و ذینفعان فعال در حوزه فناوری‌های توربین بخار نیروگاهی

ردیف	نام مرکز	نوع خدمات
۱	سازمان پژوهش‌های علمی صنعتی ایران	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی
۲	پژوهشگاه نیرو	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی
۳	مؤسسه پژوهش در مدیریت و برنامه‌ریزی انرژی	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی
۴	مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی
۵	دانشگاه فردوسی مشهد	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی
۶	دانشگاه صنعتی شریف	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی
۷	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی
۸	دانشگاه تهران	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی
۹	دانشگاه شهید چمران اهواز	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی
۱۰	دانشگاه علم و صنعت	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی
۱۱	دانشگاه صنعت و نفت	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی
۱۲	دانشگاه صنعتی اصفهان	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی

ردیف	نام مرکز	نوع خدمات
۱۳	دانشگاه صنعتی شیراز	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی
۱۴	دانشگاه صنعت آب و برق	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی
۱۵	دانشگاه امیر کبیر	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی
۱۶	بانکها و مؤسسات اعتباری	تأمین منابع مالی
۱۷	صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور	تأمین منابع مالی
۱۸	صندوق توسعه فناوریهای نوین	تأمین منابع مالی
۱۹	صندوق حمایت از طرحهای نوآورانه در پژوهشگاه نیرو	تأمین منابع مالی
۲۰	دفتر مهندسی مرکز همکاریهای ریاست جمهوری	تأمین منابع مالی
۲۱	شرکت توگا	تأمین مواد و قطعات، کارآفرینی
۲۲	شرکت تعمیرات نیروگاهی ایران	تأمین مواد و قطعات، کارآفرینی
۲۳	شرکت تجربه نور	تأمین مواد و قطعات، کارآفرینی
۲۴	شرکت ماشین سازی برادران همتی	تأمین مواد و قطعات، کارآفرینی
۲۵	شرکت نیرو مکانیک (توربین پژوه آسیا)	تأمین مواد و قطعات، کارآفرینی
۲۶	شرکت توربین کمپرسور آسیا	تأمین مواد و قطعات، کارآفرینی
۲۷	شرکت آنیل قطعه	تأمین مواد و قطعات، کارآفرینی
۲۸	شرکت سامان رهاورد	تأمین مواد و قطعات، کارآفرینی
۲۹	شرکت صنایع پترو شیمیاگستر	تأمین مواد و قطعات، کارآفرینی
۳۰	شرکت نصب نیروی ایران	تأمین مواد و قطعات، کارآفرینی
۳۱	شرکت قدس نیرو	تأمین مواد و قطعات، کارآفرینی
۳۲	شرکت آروین پرتو	تأمین مواد و قطعات، کارآفرینی
۳۳	شرکت مهندسی و خدماتی حنیف آیین	تأمین مواد و قطعات، کارآفرینی
۳۴	شرکت مجتمع صنعتی اسفراین	تأمین مواد و قطعات، کارآفرینی
۳۵	مجلس (مرکز پژوهشهای مجلس شورای اسلامی)	جهت‌دهی به سیستم
۳۶	وزارت نیرو	جهت‌دهی به سیستم، بازار
۳۷	شرکت توانیر	جهت‌دهی به سیستم، بازار
۳۸	سازمان توسعه برق	جهت‌دهی به سیستم
۳۹	شورای عالی انقلاب فرهنگی	جهت‌دهی به سیستم
۴۰	شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری (عتف)	جهت‌دهی به سیستم
۴۱	وزارت علوم، تحقیقات و فناوری	جهت‌دهی به سیستم
۴۲	دفتر همکاریهای فناوری ریاست جمهوری	جهت‌دهی به سیستم
۴۳	وزارت صنعت، معدن و تجارت	جهت‌دهی به سیستم
۴۴	وزارت امور اقتصادی و دارایی	جهت‌دهی به سیستم

ردیف	نام مرکز	نوع خدمات
۴۵	مپنا	بازار

۲-۲-۲- شناسایی مرحله توسعه فناوریهای توربین بخار نیروگاهی

همان طور که در بخشهای قبلی اشاره گردید در تعیین وضعیت موجود توسعه فناوری، علاوه بر تعیین بازیگران مختلف حوزه مدنظر باید مرحله توسعه فناوریهای توربین بخار نیروگاهی را تعیین نمود. بهطور کلی شناسایی و تعیین فاز توسعه نظام نوآوری فناوری، از طریق بررسی مشخصه‌های ساختاری و بررسی نشانه‌های تحقق مراحل توسعه نظام فناوری و در کنار یکدیگر در نظر گرفتن آنها انجام می‌شود (شکل ۱-۳).

در ادامه فاز توسعه نظام نوآوری فناوریهای توربین بخار نیروگاهی به کمک این دو مشخصه مشخص می‌گردد.

۲-۲-۲-۱- بررسی مشخصه‌های ساختاری

همانطور که بیان گردید، برای تعیین فاز توسعه نظام در وهله اول می‌بایست مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه فناوری مورد بررسی قرار گیرد، که در جدول ذیل قابل مشاهده می‌باشند.

جدول ۲-۲- مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه فناوری

پیش توسعه	توسعه	اوج گیری	سرعت گیری	تعادل
<ul style="list-style-type: none"> بازیگران اصلی: دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی تعداد محدود بازیگران نقش تسهیل‌گری دولت کم‌کم شکل می‌گیرد. 	<ul style="list-style-type: none"> بازیگران اصلی: شرکت‌های دانش‌بنیان علاوه بر دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی شرکت‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر در این حوزه ورود می‌کنند نقش دولت در سیاست‌گذاری (حامله‌گری) پررنگ می‌شود 	<ul style="list-style-type: none"> انجمن‌ها و سندیکاها شکل گرفته‌اند افزایش شرکت‌های دانش‌بنیان نقش دولت در سیاست‌گذاری (قابله‌گری) پررنگ می‌شود 	<ul style="list-style-type: none"> تعداد رقبای در حوزهی توسعه فناوری به شدت افزایش می‌یابد نقش پررنگ بانکها و موسسات مالی نقش دولت در تنظیم‌گری پررنگ می‌شود 	<ul style="list-style-type: none"> تمام بازیگران در این حوزهی فناورانه به صورت فعال حضور دارند
<ul style="list-style-type: none"> روابط فردی شکل گرفته است شبکه‌های مربوط به فناوری وجود ندارند 	<ul style="list-style-type: none"> شبکه‌های ضعیف علمی شکل می‌گیرد 	<ul style="list-style-type: none"> شبکه‌های علمی در حال قوی شدن است شبکه‌های ضعیف صنعتی کم‌کم شکل می‌گیرد 	<ul style="list-style-type: none"> شبکه‌های علمی قوی شبکه‌های صنعتی در حال قوی شدن است 	<ul style="list-style-type: none"> شبکه‌های علمی قوی شبکه‌های صنعتی قوی
<ul style="list-style-type: none"> نهادهای نرم شکل می‌گیرد نهاد سختی هنوز وجود ندارد 	<ul style="list-style-type: none"> نهادهای سخت در حال شکل‌گیری است 	<ul style="list-style-type: none"> نهادهای سخت شکل گرفته است 	<ul style="list-style-type: none"> افزایش تنوع نهادها بسته به نیازها 	<ul style="list-style-type: none"> نهادهای سخت متنوعی وجود دارد

بازیگران

تفاعلات

نهادهای

با توجه به جدول عوامل ساختاری و بررسی بازیگران و تعاملات و نهادهای فناوریهای توربین بخار نیروگاهی، می توان مشخصه های ساختاری نظام توسعه فناوری را مورد بررسی قرار داد که بر اساس آن مشخصه های ساختاری بهسازی واحدهای قدیمی و واحدهای بخاری سیکل ترکیبی به صورت زیر است.

جدول ۲-۳: جمع بندی مشخصه های ساختاری نظام توسعه بهسازی واحدهای قدیمی و واحدهای بخاری سیکل ترکیبی

پیش توسعه	توسعه	اوج گیری	سرعت گیری	تعادل
<ul style="list-style-type: none"> بازیگران اصلی: دانشگاهها و مراکز پژوهشی تعداد محدود بازیگران نقش تسهیلگری دولت کم شکل می گیرد. 	<ul style="list-style-type: none"> بازیگران اصلی: شرکت های دانش بنیان علاوه بر دانشگاهها و مراکز پژوهشی شرکت های سرمایه گذاری خطرپذیر در این حوزه ورود می کنند نقش دولت در سیاست گذاری (حامله گری) پررنگ می شود 	<ul style="list-style-type: none"> انجمن ها و سندیکاها شکل گرفته اند افزایش شرکت های دانش بنیان نقش دولت در سیاست گذاری (قابله گری) پررنگ می شود 	<ul style="list-style-type: none"> تعداد رقبا در حوزه توسعه فناوری به شدت افزایش می یابد نقش پررنگ بانکها و موسسات مالی نقش دولت در تنظیم گری پررنگ می شود 	<ul style="list-style-type: none"> تمام بازیگران در این حوزه ی فناوری به صورت فعال حضور دارند
<ul style="list-style-type: none"> روابط فردی شکل گرفته است شبکه های مربوط به فناوری وجود ندارند 	<ul style="list-style-type: none"> شبکه های ضعیف علمی شکل می گیرد 	<ul style="list-style-type: none"> شبکه های علمی در حال قوی شدن است شبکه های ضعیف صنفی کم کم شکل می گیرد 	<ul style="list-style-type: none"> شبکه های علمی قوی شبکه های صنفی در حال قوی شدن است 	<ul style="list-style-type: none"> شبکه های علمی قوی صنفی قوی
<ul style="list-style-type: none"> نهادهای نرم شکل می گیرد نهاد سختی هنوز وجود ندارد 	<ul style="list-style-type: none"> نهادهای سخت در حال شکل گیری است 	<ul style="list-style-type: none"> نهادهای سخت شکل گرفته است 	<ul style="list-style-type: none"> افزایش تنوع نهادها بسته به نیازها 	<ul style="list-style-type: none"> نهادهای سخت متنوعی وجود دارد

از آنجا که توربینهای بخاری موجود در کشور از تنوع زیادی برخوردارند و از سازندگان مختلف همچون، جی ئی، میتسوبیشی، هیتاچی، فرانکوئوسی و لنینگراد توربین بخاری بزرگ و قدیمی در کشور وجود دارند و دارای عمری بالاتر از ۳۰ سال می باشند، بهسازی آنها از سالیان دور آغاز شده و به صورت انبوه در حال انجام است. هم چنین با توجه به اینکه بازیگران اصلی این دو حوزه شرکت های دانش بنیان و دانشگاه ها هستند و نیز تولید انبوه واحدهای بخاری سیکل ترکیبی صورت گرفته، می توان این نتیجه را گرفت که از لحاظ مشخصه های ساختاری وضعیت نظام نوآوری فناورانه کشور در بهسازی واحدهای قدیمی و واحدهای بخاری سیکل ترکیبی، در فاز توسعه قرار گرفته است.

مشخصه های ساختاری واحدهای بزرگ فوق بحرانی به صورت زیر است.

جدول ۲-۴: جمع‌بندی مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه واحدهای بزرگ فوق بحرانی

تعادل	سرعت‌گیری	اوج‌گیری	توسعه	پیش توسعه	
<ul style="list-style-type: none"> تمام بازیگران در این حوزه‌ی فناورانه به صورت فعال حضور دارند 	<ul style="list-style-type: none"> تعداد رقبای در حوزه‌ی توسعه فناوری به شدت افزایش می‌یابد نقش پررنگ بانکها و موسسات مالی نقش دولت در تنظیم‌گری پررنگ می‌شود 	<ul style="list-style-type: none"> انجمن‌ها و سندیکاها شکل گرفته‌اند افزایش شرکت‌های دانش‌بنیان نقش دولت در سیاست‌گذاری (قابله‌گری) پررنگ می‌شود 	<ul style="list-style-type: none"> بازیگران اصلی: شرکت‌های دانش‌بنیان علاوه بر دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی شرکت‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر در این حوزه ورود می‌کنند نقش دولت در سیاست‌گذاری (حامله‌گری) پررنگ می‌شود 	<ul style="list-style-type: none"> بازیگران اصلی: دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی تعداد محدود بازیگران نقش تسهیل‌گری دولت کم‌کم شکل می‌گیرد. 	بازیگران
<ul style="list-style-type: none"> شبکه‌های علمی قوی شبکه‌های صنفی در حال قوی شدن است 	<ul style="list-style-type: none"> شبکه‌های علمی قوی شبکه‌های صنفی در حال قوی شدن است 	<ul style="list-style-type: none"> شبکه‌های علمی در حال قوی شدن است شبکه‌های ضعیف صنفی کم‌کم شکل می‌گیرد 	<ul style="list-style-type: none"> شبکه‌های ضعیف علمی شکل می‌گیرد 	<ul style="list-style-type: none"> روابط فردی شکل گرفته است شبکه‌های مربوط به فناوری وجود ندارند 	تفاعلات
<ul style="list-style-type: none"> نهادهای سخت متنوعی وجود دارد 	<ul style="list-style-type: none"> افزایش تنوع نهادها بسته به نیازها 	<ul style="list-style-type: none"> نهادهای سخت شکل گرفته است 	<ul style="list-style-type: none"> نهادهای سخت در حال شکل‌گیری است 	<ul style="list-style-type: none"> نهادهای نرم شکل می‌گیرد نهاد سختی هنوز وجود ندارد 	نهادها

با توجه به فضای روانی موجود در کشور که توجه بیشتر معطوف توربینهای گازی است، توسعه فناوری های پیشرفته توربین بخاری در کشور با مقاومت روبرو است، در نتیجه در حال حاضر توسعه دانشی توربین های بزرگ فوق بحرانی در حال صورت گرفتن است، در نتیجه با توجه به اینکه بازیگران اصلی این حوزه دانشگاه ها و مراکز پژوهشی می باشند و توسعه خاصی در مورد این توربین ها صورت نگرفته می‌توان این نتیجه را گرفت که از لحاظ مشخصه‌های ساختاری وضعیت نظام نوآوری فناورانه کشور در واحدهای بزرگ فوق بحرانی، در فاز پیش توسعه قرار گرفته است.

۲-۲-۲-۲-۲ بررسی نشانه‌های تحقق مراحل توسعه نظام

به منظور تعیین فاز توسعه نظام در دومین گام می‌بایست نشانه‌های تحقق مراحل توسعه نظام فناوری مورد بررسی قرار گیرد که این امر در شکل ۱-۳ نشان داده شده است.

همانطور که در شکل ۱-۳ قابل مشاهده می‌باشد، پایان هر یک از مراحل توسعه نظام دارای نشانه‌هایی می‌باشد که با مشاهده هر یک از آن نشانه‌ها می‌توان گفت که آن مرحله از مراحل توسعه نظام فناوری محقق شده است و نظام توسعه فناوری به فاز بعدی از توسعه وارد شده است.

۲-۳- شناسایی وضعیت مطلوب توسعه فناوریهای توربین بخار نیروگاهی

همان طور که در بخشهای قبلی اشاره شد در مرحله پیش توسعه کارکردهای مؤثر عبارتاند از: توسعه دانش (کارکرد کلیدی)، انتشار دانش و بسیج منابع (کارکردهای حمایتی) و جهتدهی به سیستم (کارکرد حاشیه‌ای) و در مرحله توسعه کارکردهای مؤثر عبارت اند از: کارآفرینی (کارکرد کلیدی)، توسعه و انتشار دانش و جهت دهی (کارکرد حمایتی)، مشروعیت بخشی، تأمین منابع و بازار (کارکرد حاشیه‌ای). به منظور توسعه فناوری و انتقال فناوری از مرحله پیش توسعه به توسعه و از مرحله توسعه به اوج گیری باید چالش‌ها، مشکلات و موانع موجود در ابعاد ساختاری کارکردهای ذکر شده تعیین و مرتفع شوند.

۲-۴- شناسایی چالش‌ها و موانع توسعه فناوریهای توربین بخار نیروگاهی

در گام قبلی مشخص شد که کارکردهای توسعه دانش، انتشار دانش، تأمین منابع، جهتدهی به سیستم، کارآفرینی، مشروعیت بخشی و بازار به عنوان کارکردهای با اولویت شناسایی شدند. در این گام با استفاده از یک تحلیل ساختاری-کارکردی، چالش‌ها و موانع پیش روی توسعه فناوریهای توربین بخار نیروگاهی شناسایی شده است. به منظور جمع‌آوری و شناسایی چالش‌های موجود از دو روش مصاحبه و پنل خبرگان استفاده شده است. نام خبرگان اشاره شده به شرح جدول ذیل است.

جدول ۲-۵ نام افراد پاسخ‌دهنده به پرسشنامه

اعضای کمیته راهبری
آقای دکتر محمد اولیاء
آقای دکتر داوود توکلی
آقای مهندس محمد جواد طاهری
آقای مهندس پرویز فردنیا
آقای دکتر مسعود تقوایی
آقای مهندس محسن مهدیزاده

۲-۵- اقدامات غیرفنی (سیاست) و اقدامات فنی

در مصاحبه‌های انجام گرفته با خبرگان ذکر شده در جدول فوق، به چالشهای کارکردهای موثر در مراحل توسعه فناوری که در بخش ۲-۳ به آنها اشاره شده است، پرداخته شد که آنها ذیل ۷ کارکرد نظام ملی نوآوری (کارآفرینی، توسعه دانش، تأمین و تسهیل منابع، انتشار دانش، جهت‌دهی به سیستم، مشروعیت بخشی و شکل‌دهی به بازار) قرار می‌گیرند.

براساس چالش‌ها و موانع پیش روی مطرح شده در حوزه توسعه فناوری توریسمهای بخار 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. برنامه اقدامات را می‌توان به دو دسته اقدامات فنی و اقدامات سیاستی تقسیم نمود. بر این اساس اقدامات فنی متناظر با پروژه‌های توسعه فناوری در نظر گرفته شده و اقدامات سیاستی متناظر با بحث برطرف سازی چالش‌های نظام نوآوری است. جداول ذیل مهمترین چالشهای پیش روی توسعه فناوری توریسمهای بخار نیروگاهی را در سه حوزه بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری، توریسمهای بخاری سیکل ترکیبی و توسعه فناوری فوق بحرانی و همچنین اقدامات غیرفنی (سیاست‌ها) و اقدامات فنی برا رفع این چالش‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۲-۶ چالش ها، سیاستها و اقدامات فنی توسعه توربین های بخار نیروگاهی

اقدامات فنی	اقدامات غیرفنی (سیاست ها)	چالش ها	کارکرد
تعیین شرایط انتقال فناوری	وضع قوانین به منظور ملزم کردن شرکت های خارجی به آموزش کارگران در صورت ورود محصول به کشور	عدم وجود ساز و کار مناسب جهت انتقال فناوری	توسعه و انتشار دانش
	جهت دهی و ترغیب شرکت های خارجی به انتقال فناوری های اولویت دار از طریق اعطای تسهیلات نظیر بازار تضمین شده به شرکت های معتبر خارجی		
-	برگزاری جلسات منظم بین اساتید دانشگاه و بخش صنعت و فعال تر شدن دفاتر ارتباط با صنعت	عدم شناخت کامل دانشگاه از صنعت (عدم ارتباط صنعت و دانشگاه)	
		عدم تمایل دانشگاهیان به حوزه های کاربردی و صنعتی	
	قرار دادن فناوری توربین بخار در اولویتهای اصلی تحقیقاتی وزارت نیرو	جذاب نبودن حوزه توربین بخار در تحقیقات دانشگاهی	
	هدایت و حمایت های مادی و معنوی از تحقیقات و نوآوری های فناوری نیروگاه توربین بخار	تعداد کم واحدهای R&D مناسب در صنعت	
تهیه لیستی از نیروگاه های اولویت دار	-	عدم شناسایی نیروگاه های اولویت دار کشور	
	حمایت از توسعه دانش در شرکت های دانش بنیان از طریق برقراری ارتباط با دانشگاه و تعریف پروژه های مشترک بین دانشگاه ها و شرکت های دانش بنیان	تعداد کم شرکتهای دانش بنیان	

ادامه جدول (۲-۶)

	ایجاد ساز و کار مناسب جهت حمایت از ارسال متخصصین و دانشگاهیان به خارج از کشور در حوزه های تخصصی و فراهم نمودن بستر لازم برای ارسال صنعتکاران خبره به خارج از کشور یا همکاری سازمان های معتبر بین المللی.	فاصله زیاد سطح دانش موجود در کشور با لبه دانشی	توسعه و انتشار دانش
	جهت دهی به تحقیقات دانشگاهی با ایجاد مشوقهای مناسب	عدم آشنایی کافی دانشگاهیان با نیازهای توسعه فناوری فوق بحرانی عدم پشتیبانی فنی لازم از توسعه فناوری توربین بخار	
	حمایت از تاسیس آزمایشگاه یا مرکز تخصصی توربین بخار	کمبود سطح دانشگاهی در حوزه توربینهای بخار	
	حمایت از برگزاری سمینارها و نشستهای تخصصی بین المللی به منظور آشنایی محققان داخلی	کمبود امکانات پژوهشی در زمینه توربین بخار	
	اعطای تسهیلات به شرکت های طراحی ساخت و تعمیرات و ترغیب آنها برای ورود به این حوزه	عدم ارتباطات دانشی با محققان خارج از کشور	
	وضع قوانین به منظور مشخص کردن محدوده عملکرد هر حوزه و جلوگیری از دخالت در کار سایر شرکت ها	کمبود شرکت هایی در زمینه طراحی ساخت و تعمیرات	
	ایجاد سیستم رتبه بندی شرکتها بر اساس سوابق و زمینه کاری و سایر فاکتورهای موثر	دخالت شرکت های تعمیراتی و سایرین در طراحی	
	کمک به تأمین مالی از طریق اعطای تسهیلات بلندمدت کم بهره	نیاز به رتبه بندی شرکت ها و واگذاری فعالیت ها بر اساس زمینه کاری	
(بهسازی سطح ۱) اجرا در نیروگاه های منتخب		عدم تأمین مالی مناسب برای بهسازی نیروگاه ها عدم وجود سرمایه گذاری کافی در این حوزه	تأمین منابع
	نظارت دقیق سازمان بازرسی بر محل هزینه کرد منابع مالی	عدم هزینه کردن منابع مالی در مسیر اصلی	

ادامه جدول (۲-۶)

	تولید قطعات پرمصرف به صورت اقتصادی در کشور	عدم مقرون به صرفه بودن بسیاری از فعالیت های تک بعدی به دلیل ماهیت حجم فعالیت ها و سفارشات	تامین منابع
	اجبار قوانین بالادستی برای ورود به این حوزه	عدم تمایل موسسات مالی برای حمایت از سرمایه گذار در بخش صنعت نیروگاهی (جذب مشارکت خارجی)	
اجرا در نیروگاه های اولویت دار مشابه	بررسی و بازنگری قوانین مالیاتی و اعطای معافیت و تسهیلات مالیاتی	نبود معافیت های مالیاتی برای بهسازی واحدهای نیروگاهی و استفاده کنندگان از توربین های بخاری سیکل ترکیبی	
	اعطای تسهیلات به وارد کنندگان و شرکت های خارجی	عدم توانایی در جذب شرکت های خارجی در جهت انتقال فناوری	
	تربیت مشاوران توانمند جهت انتقال تکنولوژی		
	بانک مرکزی برای تضمین سرمایه گذاران معتبر برای اخذ وام از بانک های خارجی اقدام کند	عدم توجه به بخش خصوصی برای جذب سرمایه برای انجام فرآیند مهندسی معکوس و انتقال فناوری	
	تربیت و جذب نیروی انسانی متخصص مورد نیاز	کمبود نیروی متخصص برای انتقال فناوری	
	تصحیح تعرفه های گاز و سوخت	جهت دهی تولید انرژی با مزیت نسبی در استفاده از سوخت ارزان قیمت مازوت با فناوریهای روز	جهت دهی
	وضع قوانین سخت گیرانه و تعیین محدوده عملکرد شرکت ها	دخالتهای بازبازگرا خارج از حوزه تولید انرژی در تصمیم سازی کلان این حوزه	
	حمایت از کارآفرینان برتر حوزه توربین های بخار نیروگاهی با اعطای تسهیلات مالی و تضمین آنها با بیمه کردن این کارآفرینان	هزینه و ریسک بالای تست برای کارآفرینان	کارآفرینی
	تدوین ساز و کار و دستورالعمل های نظارتی مناسب جهت شناسایی شرکت های توانمند و تامین مالی آنها و ارائه تسهیلات مالی متناسب با خروجی های مورد انتظار پیشرفت پروژه و اعطای پروژه های عظیم به شرکت هایی که توانمندی خود را اثبات کرده باشند.	عدم حمایت از شرکت های دارای توان علمی-فنی و مالی اولیه	
		عدم ارجاع فعالیت هایی نیروگاهی به شرکتهای نوپا	
	آگاهی بخشی در زمینه ضرورت توسعه توربین بخار و متقاعد کردن سیاست گذاران	عدم آگاهی کافی سیاست گذاران و مدیران کلان وزارت نیرو از مزایای توربین بخار به علت تمرکز بر توربین گاز	مشروعیت بخشی

ادمه جدول (۲-۶)

	شناساندن ظرفیتها و روشهای نوین حل مشکلات فناوریهای قدیمی	دلایل سطحی منجر به عدم توسعه توربین بخار در کشور	
	اجرای دقیق و علمی یک برنامه جامع انرژی، به طوری که مورد پذیرش تمام بازیگران این حوزه باشد.	زمانبر بودن زمان سرمایه گذاری (خواب سرمایه گذاری)	بازار
		نصب نیروگاه های توربین بخار به دلیل زمانبر بودن فرآیند، تاکنون مورد اولویت وزارت نیرو نبوده است.	
		نداشتن برنامه جامع انرژی مورد پذیرش کلیه بازیگران مطرح حوزه انرژی الکتریکی	

۲-۶- جمع بندی و نتیجه گیری کلی گزارش

در این گزارش به عنوان فاز چهارم از پروژه تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری توربین های بخار 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 فناوری توربین های بخار 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.

۳- 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

۱-۱-۱-۱	مقدمه	۱
۱-۲-۱-۱	فرآیند تدوین پروژه‌های اجرایی	۱
۱-۳-۱-۱	شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی	۲
۱-۳-۱-۱-۱	مبنای شکستن اقدامات	۴
۱-۳-۱-۲	بزارهای شکستن اقدامات	۵
۱-۳-۱-۳	بازنگری نهایی و انتخاب پروژه‌های اجرایی	۸
۱-۴-۱	فهرست پروژه‌های اجرایی سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری توربینهای بخار نیروگاهی	۸
۱-۵-۱	تخصیص منابع	۱۱
۱-۵-۱	قابل ذکر است که هزینه ذکر شده برای پروژه ۸ و ۹ مربوط به هر واحد نیروگاهی می باشد.	۱۲
۱-۶-۱	تقسیم کار ملی (نگاشت نهادی مطلوب)	۱۴
۱-۶-۱-۱	نگاشت نهادی	۱۴
۱-۶-۱-۲	انواع نقش‌ها در نگاشت نهادی	۱۶
۱-۶-۱-۲-۱	سیاست‌گذاری	۱۶
۱-۶-۱-۲-۲	تنظیم‌گری	۱۶
۱-۶-۱-۲-۳	تسهیل‌گری	۱۷
۱-۶-۱-۲-۴	ارائه‌دهنده کالا و خدمات	۱۸
۱-۶-۱-۳	طراحی نگاشت نهادی توسعه فناوری توربین های بخار نیروگاهی	۱۸
۱-۶-۱-۳-۱	شناسایی سازمان‌ها و نهادهای مرتبط با توسعه فناوری توربین های بخار نیروگاهی	۱۹
۱-۶-۱-۳-۲	شناخت روابط میان بنگاهی بین نهادهای موجود در حوزه توسعه فناوری توربینهای	۲۰

فهرست مطالب

۲۰	۱-۶-۳-۳- تهیه ماتریس نهاد-کارکرد برای وضع موجود.....
۲۲	۱-۷- تخصیص متولیان اقدامات.....
۲۴	۲- مفاهیم نقشه راه.....
۲۴	۲-۱- مقدمه.....
۲۶	۲-۲- تدوین نقشه راه.....
۲۸	۲-۳- رهنگاشت توسعه فناوری توریسمهای بخار نیروگاهی.....
۳۱	۲-۴- شناسنامه اقدامات غیرفنی و پروژههای فنی.....
۴۷	۲-۵- جمعبندی و نتیجهگیری کلی گزارش.....
۴۸	۳- مراجع.....

فهرست شکلها

- شکل ۱-۱: فرآیند تدوین برنامه‌های عملیاتی ۲
- شکل ۲-۱: نحوه شکستن اقدام X ۳
- شکل ۳-۱: ره نگاشت بهینه سازی و مدرن سازی واحدهای بخاری ۲۸
- شکل ۴-۱: ره نگاشت توربین های بخاری سیکل ترکیبی ۲۹
- شکل ۵-۱: ره نگاشت توسعه دانش فنی طراحی و ساخت اجزای منتخب توربین های فوق بحرانی ۲۹
- شکل ۶-۱: ره نگاشت اقدامات غیر فنی ۳۰
- شکل ۷-۱: ره نگاشت برون دادهای کلان توسعه فناوری های توربین بخار نیروگاهی ۳۰

فهرست جداول

- جدول (۱-۱): پروژه‌های اجرایی حاصل از شکسته شدن اقدامات فنی تدوین شده سند ۹
- جدول (۲-۱): اقدامات غیر فنی تدوین شده سند ۱۰
- جدول (۳-۱): بودجه‌بندی و زمان‌بندی اقدامات فنی توربین های بخار نیروگاهی ۱۲
- جدول (۴-۱): بودجه‌بندی و زمان‌بندی اقدامات غیر فنی توربین های بخار نیروگاهی ۱۳
- جدول (۵-۱): نگاهت نهادی توسعه فناوری توربین های بخار نیروگاهی ۲۰
- جدول (۶-۱): متولیان اقدامات فنی توسعه فناوری توربین های بخار نیروگاهی ۲۲
- جدول (۷-۱): متولیان اقدامات غیر فنی توسعه فناوری توربین های بخار نیروگاهی ۲۳

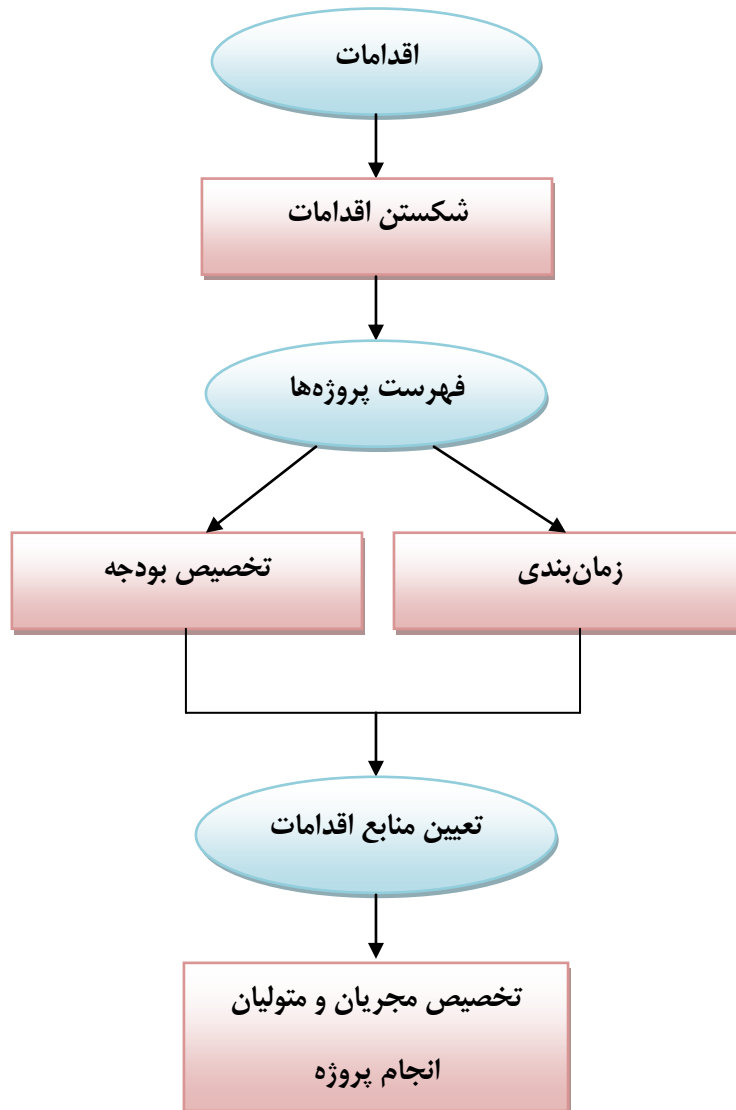
۱- مرور ادبیات:

مقدمه

در این بخش فرآیند تدوین پروژه‌های اجرایی سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری توربینهای بخار نیروگاهی توضیح داده می‌شود و در نهایت فهرست پروژه‌ها ارائه می‌شود. همان طور که اشاره شد، لازم است اقدامات تعیین شده در مرحله چهارم تدوین سند، به پروژه‌های اجرایی شکسته شوند. در واقع در این بخش باید مشخص گردد که چه پروژه یا مجموعه پروژه‌هایی باید در سالیان مختلف اجرا گردد تا با اجرای این پروژه‌ها بتوان اطمینان حاصل کرد که اقدامات، راهبردها، اهداف و در نهایت چشم‌انداز تدوین شده "سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری توربینهای بخار نیروگاهی" محقق شده است.

فرآیند تدوین پروژه‌های اجرایی

نحوه تعیین پروژه‌های اجرایی و استنتاج آن‌ها از اقدامات تدوین شده در مرحله چهارم سند امری مهم و ضروری است از این رو در این بخش فرآیند تدوین پروژه‌های اجرایی بررسی شده است. فرآیند تدوین برنامه عملیاتی در شکل ۱-۱ نشان داده شده است. مطابق این شکل، در مرحله اول باید اقدامات تدوین شده در مرحله ۴ شناسایی شده و بر اساس معیارهایی به پروژه‌ها شکسته شوند و فهرست پروژه‌ها استخراج شود. سپس زمان و بودجه مورد نیاز برای انجام هر یک از پروژه‌ها مشخص شده و از این طریق منابع لازم برای تحقق اقدامات تعیین می‌گردد. در نهایت با شناسایی نهادهای مرتبط در محیط داخلی و بیرونی و نقش آن‌ها، متولی و مجری انجام پروژه‌ها شناسایی می‌شود.

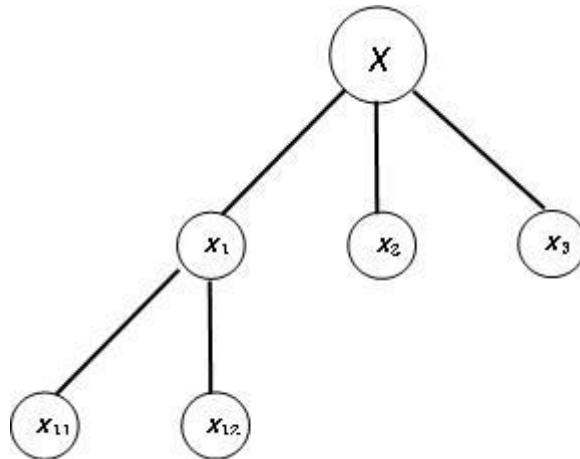


شکل ۱-۱: فرآیند تدوین برنامه‌های عملیاتی

شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی

مجموعه پروژه‌های اجرایی که از شکستن اقدامات به دست می‌آید، باید به نحوی جامع باشد که انجام صحیح آن‌ها منجر به تحقق اقدام مورد نظر شود و از همین رو در تعریف پروژه‌ها باید به جنبه‌های مختلف اقدام توجه شود. نکته حائز اهمیت دیگر در شکستن اقدامات، میزان و سطح شکستن اقدامات می‌باشد. همان‌گونه که یک اقدام می‌تواند به مجموعه‌ای از پروژه‌ها شکسته شود، هر پروژه نیز قابل شکسته شدن به مجموعه‌ای از فعالیت‌ها است و این روند را در مورد فعالیت‌ها نیز می‌توان ادامه داد. این مفهوم را می‌توان به صورت ملموس‌تری در شکل (۱-۲) مشاهده نمود که در آن اقدام X به سه پروژه و پروژه

شماره ۱ به دو فعالیت شکسته شده است. حال می‌توان مجموعه کل پروژه‌هایی که برای انجام اقدام X باید اجرا شوند را به دو صورت $X \equiv \{X_1, X_2, X_3\}$ و $X \equiv \{X_{11}, X_{12}, X_2, X_3\}$ ارائه نمود که تفاوت این دو در تعداد سطوح شکسته شدن اقدام است. بنابراین لازم است معیارهای مناسبی برای تعیین تعداد و سطح شکسته شدن اقدامات معرفی و تعیین گردد.



شکل ۱-۲: نحوه شکستن اقدام X

در این بررسی دو معیار به شرح زیر مبنای شکستن اقدامات به پروژه‌ها قرار می‌گیرد:

الف) میزان منابع لازم برای انجام پروژه اجرایی قابل تخمین باشد. به عبارتی در سطح خاصی می‌توان برآورد مناسبی از میزان منابع مورد نیاز ارائه نمود^۱.

ب) هر پروژه اجرایی در اندازه‌ای باشد که بتوان آن را به یک مجری محول نمود. به عبارتی اگر پروژه اجرایی به اندازه کافی جزء نشده باشد، به طوری که گستردگی ابعاد مختلف پروژه امکان اختصاص آن به یک مجری را سلب نماید، باید پروژه اجرایی مربوط به فعالیت‌های دیگری شکسته شود تا تخصیص آن به مجری واحد امکان‌پذیر باشد.

ساختار کلی شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی مشابه WBS^۲ می‌باشد که در بحث مدیریت پروژه تاکنون تحقیقات فراوانی در مورد آن صورت پذیرفته است.

۱- توضیحات بیشتر در مورد اقسام منابع در قسمت‌های آتی بیان خواهد شد.

۲- Work-Breakdown-Structure

نکته دیگر حصول اطمینان از جامعیت پروژه‌های اجرایی در راستای تحقق اقدامات می‌باشد. تاکنون الگوریتمی که تضمین نماید مجموعه پروژه‌های اجرایی منتخب برای تحقق اقدام کفایت می‌نماید ارائه نشده است. تنها با بهره‌گیری از قضاوت خبرگان، استفاده از تجارب پیشین و در صورت امکان به‌کارگیری ابزارهایی چون شبیه‌سازی می‌توان امیدوار بود مجموعه پروژه‌های اجرایی شرایط کافی برای حصول اقدامات را فراهم سازند.

۱-۱-۱- مبنای شکستن اقدامات

یکی از مسائل کلیدی دیگر در فرآیند شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی، تعیین مبنایی است که بر اساس آن شکستن اقدامات انجام شود. برای درک بهتر اقدام نمونه‌ای با عنوان تأسیس آزادراه را در نظر بگیرید. این اقدام می‌تواند بر دو مبنای جغرافیایی^۱ (راه‌سازی کوهستانی، بیابانی و جنگلی) و عملکردی^۲ (زیرسازی راه، روسازی و آسفالت، حفاظت حاشیه راه و ...) به پروژه‌های اجرایی زیرمجموعه خود شکسته شود. مبنای شکستن اقدامات مورد توجه بر اساس عوامل مختلفی تعیین می‌شود که در ادامه به مهم‌ترین این عوامل اشاره می‌شود.

الف) ساختار و فرهنگ حاکم: اگر در ساختار موجود کشور تقسیم‌بندی ویژه و یا هنجارهای پذیرفته شده اثرگذاری وجود داشته باشد، می‌توان شکستن پروژه‌های اجرایی را بر اساس آن‌ها جهت‌دهی کرد. به عنوان نمونه در مورد مثال فوق اگر سیستم راه‌سازی کشور بر اساس مناطق جغرافیایی در بخش‌های راه‌سازی کوهستانی، بیابانی و جنگلی شکل گرفته باشد که هر بخش توانایی‌ها و قابلیت‌های کلیدی لازم در حوزه فعالیت خود به دست آورده است، و بنابراین تقسیم‌بندی مذکور می‌تواند مبنای شکستن اقدامات قرار گیرد.

ب) نیازمندی‌های فعلی: نیازمندی‌هایی که بر مبنای آن شکسته شدن اقدامات صورت می‌پذیرد در طول زمان قابل تغییر است. در مورد مثال اخیر ممکن است در فاز طراحی آزادراه‌ها نیازهای طراحی موجب شکستن پروژه‌های اجرایی بر مبنای جغرافیایی شود ولیکن در زمان اجرا نیازها تغییر کرده و مبنای عملکردی مورد استفاده قرار گیرد.

^۱ - Geographical Base

^۲ - Functional Base

ج) منافع اقتصادی: میزان کسب درآمد از پروژه‌های اجرایی می‌تواند مبنایی برای شکستن اقدامات باشد. به عنوان مثال درآمدزا یا هزینه‌بر بودن پروژه‌های اجرایی از این جهت می‌تواند مبنا قرار گیرد که ابتدا پروژه‌های اجرایی درآمدزا انجام شوند و از درآمد حاصل برای انجام پروژه‌های اجرایی هزینه‌بر استفاده شود.

د) نظرات ذینفعان: از آنجایی که هدف از تحقق اقدامات در واقع برآوردن نیاز ذینفعان و کسب منافع توسط این گروه می‌باشد، ضروری است به نظرات ذینفعان در بخش‌های مختلف فرآیند پیاده‌سازی از جمله چگونگی شکستن اقدامات توجه شود.

در صورتی که تصمیم گرفته شود که تعدادی از پروژه‌های اجرایی نیز به زیرفعالیت‌ها شکسته شوند، می‌توان در شکستن دوم از مبنای دیگری استفاده نمود. به طور مثال در مرحله اول بر مبنای جغرافیایی و در مرحله دوم بر مبنای عملکردی شکستن انجام پذیرد.

۱-۱-۲- ابزارهای شکستن اقدامات

تاکنون مفاهیم و موضوعات کلیدی شکستن اقدامات مورد بحث و بررسی قرار گرفت، در این بخش چند ابزار برای انجام این مهم معرفی می‌گردد.

الف) تجزیه و تحلیل فرآیند استاندارد

در ادبیات برخی از اقدامات فرآیند تجربه شده‌ای وجود دارد که به طور عام توسط نخبگان علمی آن حوزه مورد پذیرش است. چنین فرآیندهایی فرآیند استاندارد نامیده می‌شود و در صورتی که در مورد اقدامات خاصی فرآیند استاندارد وجود داشته باشد، پروژه‌های اجرایی ارائه شده در آن حوزه به عنوان مجموعه پروژه‌های اجرایی استاندارد پذیرفته می‌شوند.

ب) بهینه‌کاوی

در صورتی که در راستای تحقق یک اقدام، فرآیند استاندارد وجود نداشته باشد و یا به علت عدم دسترسی قابل استفاده نباشد، از ابزار بهینه‌کاوی استفاده می‌شود. بهینه‌کاوی به معنی بررسی تجربه‌های انجام شده و یادگیری می‌باشد. اگرچه در این حالت به علت عدم وجود الگویی استاندارد، انتظار می‌رود تجربه‌های پیشین در ابعاد مختلفی

با یکدیگر تفاوت داشته باشند، که از علل اصلی آن خواستگاه منطقه‌ای و ویژگی‌های خاصی است که فرآیند در قالب آن طراحی و اجرا شده است، یکی از مسائل کلیدی به کارگیری این ابزار چگونگی در کنار هم قرار دادن نتایج تجربه‌های مختلف برای دستیابی به الگویی مطلوب می‌باشد. اگر نتوان از این روش به مجموعه‌ای از پروژه‌های اجرایی قابل قبول دست یافت، از پروژه‌های اجرایی غیر نهایی به دست آمده می‌توان در ابزار علی- معلولی استفاده نمود.

ج) تحلیل علی معلولی

اساس این ابزار استفاده از نظرات خبرگان برای شکستن اقدامات به مجموعه پروژه‌های اجرایی می‌باشد. از همین رو حضور خبرگانی مسلط بر ابعاد مختلف اقدام مربوطه ضرورت و لازمه استفاده از این ابزار است. در ادامه چگونگی استفاده از این ابزار در جلسه‌ای با حضور خبرگان توضیح داده می‌شود.

گام ۱: در ابتدای جلسه توضیحات مربوط به معرفی اقدام ارائه می‌گردد تا کلیه افراد حاضر به نگرش یکسانی از اقدام مورد نظر دست یابند.

گام ۲: در یک طوفان فکری پروژه‌های اجرایی که از نظر خبرگان برای انجام اقدام مزبور ضروری به نظر می‌رسد مطرح شده و در معرض دید همگان قرار می‌گیرد.

حاضرین جلسه باید این نکته را مد نظر قرار دهند که در مرحله اول صرفاً اقدامات به پروژه‌های اجرایی اساسی تشکیل دهنده شکسته می‌شوند. از همین رو بهتر است از بیان مواردی که خود زیرفعالیت‌های پروژه‌های اجرایی اساسی به شمار می‌روند و یا قابل بیان شدن به شکل پروژه‌های اجرایی کلان‌تری هستند اجتناب ورزند. در صورتی که تصمیم گرفته شود برخی پروژه‌های اجرایی به زیرفعالیت‌های خود شکسته شوند، در مرحله دیگری فرآیند جاری در مورد آن پروژه‌های اجرایی تکرار می‌شود. به عبارتی در هر مرحله از به کارگیری این ابزار، شکستن تنها در یک سطح انجام می‌پذیرد.

پس از انجام این گام فهرست اولیه‌ای از پروژه‌های اجرایی پیشنهادی به دست می‌آید. در تکمیل این فهرست می‌توان از اطلاعات به دست آمده از دو ابزار دیگر به ویژه بهینه‌کاوی استفاده نمود.^۱

گام ۳: کلیه موارد موجود در لیست اولیه تحت سه عنوان زیر دسته‌بندی می‌شوند:

(الف) پروژه‌های اجرایی اصلی تکین: پروژه‌های اجرایی هستند که اولاً در راستای تحقق اقدام مورد نظر انجام آن‌ها ضروری بوده و ثانیاً در بین سایر پروژه‌های اجرایی پیشنهاد شده موارد مشابه قابل جایگزینی با آن وجود ندارد.

(ب) پروژه‌های اجرایی جایگزین: این دسته شامل آن بخش از پروژه‌های اجرایی ضروری است که در بین سایر پروژه‌های اجرایی، موارد مشابه قابل جایگزینی با آن‌ها یافت می‌شود. در این حالت هر گروه از پروژه‌های اجرایی مشابه در مجموعه‌هایی جمع می‌شوند که از آن‌ها تحت عنوان مجموعه‌های جایگزینی یاد می‌شود. سرانجام باید از هر یک از مجموعه‌های جایگزینی یک پروژه اجرایی انتخاب شود.

مجموعه‌های جایگزینی نباید با یکدیگر دارای اشتراک باشند. همچنین در صورتی که پروژه اجرایی قابل تخصیص به بیش از یک مجموعه جایگزینی باشد، آن پروژه اجرایی به چند بخش تفکیک شده و هر بخش به مجموعه مربوطه اختصاص می‌یابد.

(ج) پروژه‌های اجرایی پشتیبانی: پروژه‌های اجرایی که در راستای تحقق یک اقدام، ضروری نیستند ولی می‌توانند فرآیند انجام اقدام مورد نظر را تقویت کرده و آن را تسریع بخشند.

در صورتی که پس از دسته‌بندی فوق مواردی وجود داشته باشند که به نوعی زیرفعالیت سایر پروژه‌های اجرایی اصلی یا پشتیبانی به حساب آیند، این موارد حذف شده در صورت لزوم در شکستن پروژه‌های اجرایی به زیرفعالیت‌ها در مراحل بعد استفاده می‌شوند و در غیر این صورت لازم است پروژه‌های اجرایی اصلی یا پشتیبان دیگری تعریف شود که دربرگیرنده موارد ذکر شده به عنوان زیرفعالیت خود باشد.

در مجموع مشخص می‌گردد که پروژه‌های اجرایی دسته‌بندی شده باید دارای دو ویژگی زیر باشند:

^۱ - ممکن است بتوان درمورد یک فعالیت از روش تحلیل فرآیند استاندارد و یا بهینه‌کاوی به نتیجه رسید، علی‌رغم این که در مورد اقدام بالادست استفاده از این دو ابزار نتیجه‌بخش نبوده باشد.

↳ در یک سطح باشند،

↳ غیر از پروژه‌های اجرایی درون یک مجموعه جایگزینی، سایر پروژه‌های اجرایی باید بدون هم‌پوشانی باشند. در غیر

این صورت باید تغییراتی در آن‌ها اعمال گردد تا هم‌پوشانی موجود حذف شود.

۱-۱-۳- بازنگری نهایی و انتخاب پروژه‌های اجرایی

قبل از نهایی شدن پروژه‌های اجرایی، به منظور ارزیابی جوانب مختلف پروژه‌های ارائه شده و قضاوت در مورد موجه بودن یا عدم موجه بودن آن‌ها، هر پروژه اجرایی باید بر اساس معیارهای مختلفی از جمله معیارهای فنی، مالی و اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی مورد ممیزی قرار گیرد. بر این اساس، پروژه‌های اجرایی به دست آمده در مرحله قبل مورد بازبینی قرار گرفته و پروژه‌هایی که از نظر معیارهای مختلف ناموجه باشند، کنار گذاشته می‌شوند. در واقع پروژه‌های اجرایی نهایی باید به نحو مطلوبی موجبات دستیابی به مقاصد سایر سطوح راهبردی را فراهم سازند. از همین رو ضروری است با نگاهی اجمالی به بازبینی گام‌های طی شده نواقص احتمالی پرداخته شود.

فهرست پروژه‌های اجرایی سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری توربینهای بخار نیروگاهی

با توجه به موارد مطرح شده در ابتدای این بخش در ارتباط با ضرورت و نحوه شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی، در این بخش، پروژه‌هایی شناسایی می‌شوند که اجرایی شدن آن‌ها منجر به تحقق اقدامات می‌گردد. با توجه به ابزارهای گوناگونی که جهت شکستن اقدامات در بخش قبل معرفی شده با بررسی‌های صورت گرفته این نتیجه حاصل شد که ابزار تحلیل علی معلولی بهترین ابزار برای شکستن اقدامات در این طرح می‌باشد.

همان طور که در گزارش مرحله چهارم سند اشاره شد اقدامات مربوط به این سند در دو دسته اقدامات فنی و غیرفنی تدوین شد. با توجه به سطح اقدامات غیرفنی تعریف شده در مرحله چهارم، تصمیم گرفته شد تا این اقدامات به سطح پایین‌تر شکسته نشود و زمان‌بندی و بودجه‌بندی بر روی اقدامات انجام شود. اما در ارتباط با اقدامات فنی، با توجه به امکان شکستن اقدامات تصمیم بر این شد تا پروژه‌های اجرایی ذیل هر یک از اقدامات فنی تعریف شود. برای تدوین پروژه‌های اجرایی اقدامات فنی، ابتدا کارشناسان فنی سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری توربینهای بخار نیروگاهی به طور مجزا فهرست پروژه‌های اولیه مربوط به خود را استخراج کردند و سپس در مرحله بعد با برگزاری جلسه‌ای با حضور تعدادی از خبرگان و کارشناسان حوزه

توربین های بخار نیروگاهی (کمیته راهبری)، فهرست اولیه پروژهها بررسی شد و پس از جمع بندی پروژههای اصلی جهت اجرایی شدن اقدامات شناسایی شدند. اسامی افراد حاضر در این جلسه به شرح ذیل است: آقای دکتر تقوایی، آقای مهندس طاهری، آقای دکتر توکلی، آقای مهندس مهدیزاده، آقای مهندس آسایش، آقای مهندس آقاپاری، آقای مهندس شفیعی.

همان طور که در قسمت های قبل اشاره شد، مجموعه پروژههای اجرایی که از شکستن اقدامات به دست می آید، باید به نحوی جامع باشد که انجام صحیح آنها منجر به تحقق اقدام مورد نظر شود در این بخش تلاش شده با استفاده از نظرات خبرگان و کارشناسان، جامعیت پروژههای اجرایی شناسایی شده برای هر اقدام حفظ شود. مورد دیگری که در رابطه با شکستن اقدامات باید مورد توجه قرار گیرد، سطح شکسته شدن اقدامات است. در این طرح اقدامات تا سطحی شکسته شده اند که بتوان برای پروژههای اجرایی حاصل از شکستن آنها زمان و بودجه تخصیص داده و همچنین مجری جهت اجرای آنها مشخص نمود. در ادامه پروژههای شناسایی شده برای هر یک از اقدامات فنی و غیر فنی در جداول (۱-۱) و (۲-۱) ارائه شده است.

جدول (۱-۱): پروژههای اجرایی حاصل از شکسته شدن اقدامات فنی تدوین شده سند

حوزه	ردیف	اقدامات فنی
بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری	۱	تهیه لیستی از نیروگاههای اولویتدار
	۲	تعیین شرایط انتقال فناوری
	۳	(بهسازی سطح ۱) اجرا در نیروگاههای منتخب
	۴	(بهسازی سطح ۲- پره) اجرا در نیروگاههای منتخب
	۵	(بهسازی سطح ۱) اجرا در نیروگاههای اولویت دار مشابه
	۶	امکان سنجی برای سایر نیروگاه ها و انتخاب در سطح ۱
	۷	امکان سنجی برای سایر نیروگاه ها و انتخاب در سطح ۲
	۸	اجرا در سایر نیروگاههای منتخب در سطح ۱
	۹	اجرا در سایر نیروگاههای منتخب در سطح ۲
	۱۰	امکان سنجی و انتخاب واحدهای اولویت دار برای کل نیروگاه ها برای اصلاح سیستم برج خنک کن
توربینهای بخاری سیکل ترکیبی	۱۱	امکان سنجی، انتخاب، تعیین شرایط انتقال فناوری

اقدامات فنی	ردیف	حوزه
انتقال فناوری توربین بخاری منتخب	۱۲	توسعه فناوری فوق بحرانی
امکان سنجی و انتخاب توربین	۱۳	
شناسایی اجزاء توربین بخاری نمونه	۱۴	
بهسازی توربین بخاری نمونه (طراحی اجزای منتخب توربین بخاری نمونه)	۱۵	
ساخت و تست توربین بهسازی شده	۱۶	
ارتقاء شرایط بخار توربین - طراحی توربین فوق بحرانی پیشرفته	۱۷	

جدول (۲-۱): اقدامات غیر فنی تدوین شده سند

اقدامات غیر فنی	ردیف
حمایت از انجام پایان نامه ها و مقالات در حوزه توربین بخاری	۱
ایجاد و به روزرسانی یک بانک اطلاعاتی مناسب برای استفاده پژوهشگران این حوزه و به اشتراک گذاشتن دانش تولید شده توسط آنها در این بانک اطلاعاتی	۲
تعریف پروژه های مشترک در زمینه توسعه فناوری های توربینهای بخاری میان دانشگاه ها و صنعت برق	۳
برگزاری دوره های کوتاه مدت و کارگاه های آموزشی برای صنایع مرتبط با فناوری توربین بخاری	۴
اعزام نیروی متخصص به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارج از کشور جهت کسب دانش و مهارت های لازم در حوزه فناوری های توربین بخاری	۵
حمایت از تشکیل و فعالیت شرکت های دانش بنیان در حوزه توربین بخاری	۶

تخصیص منابع

در برنامه‌ریزی عملیاتی تخصیص منابع فرآیند تصمیم‌گیری در مورد چگونگی به‌کارگیری منابع موجود به منظور نیل به مقاصد تعیین شده، به ویژه در کوتاه‌مدت مشخص می‌گردد. تخصیص منابع در سطوح مختلف راهبردی از جمله اقدامات، پروژه‌های اجرایی، فعالیت‌ها و سایر سطوح بالاتر قابل تعریف است. همان‌طور که در بخش قبل عنوان شد یکی از معیارهای مورد توجه در تعیین تعداد سطوحی که اقدامات شکسته می‌شوند، رسیدن به سطحی است که در آن بتوان منابع لازم را برآورد نمود. این برآورد بر دو مبنا صورت می‌پذیرد:

الف) تجربه‌های پیشین

ب) نظر خبرگان

منابعی که در برنامه عملیاتی این سند مورد توجه قرار خواهند گرفت، عبارتند از هزینه، زمان و در صورت لزوم منابعی چون دانش و فناوری. تأمین منابع انسانی با استفاده از هزینه اختصاص یافته توسط مجری فعالیت صورت می‌پذیرد. البته هزینه نیروی انسانی برآورد شده و جزء منابع مالی به مجری تخصیص می‌یابد. با توجه به محدود بودن زمان، جهت دستیابی به اهداف در زمان مورد نظر، مدت زمان لازم برای انجام هر پروژه، باید به عنوان یکی از اصلی‌ترین منابع اجرایی شدن پروژه‌ها، به درستی مشخص گردد. لازم به ذکر است که در این پروژه تخصیص زمان یک فرآیند تخصیص منابع محدود می‌باشد. به عبارتی کل زمان در دسترس برای تحقق پروژه‌های اجرایی از قبل تعیین شده و هر پروژه باید در مدت زمان خاص خود به اتمام برسد. از طرف دیگر منابع مالی به عنوان منابع نامحدود در نظر گرفته می‌شوند. بنابراین برای هر پروژه اجرایی هزینه لازم برآورد شده و برای انجام آن پروژه تخصیص داده می‌شود. منابع لازم برای سطوح بالاتر از جمله اقدامات در حالت کلی برابر مجموع هزینه‌های سطوح پایین‌دست می‌باشد.^۱ در این بخش زمان و بودجه تخمینی لازم برای انجام اقدامات فنی و غیر فنی در جداول (۳-۱) و (۴-۱) ارائه شده است. زمان‌بندی دقیق پروژه‌ها می‌تواند به ترسیم صحیح رهنگاشت کمک کند.

^۱ - مسأله مهمی که در تخصیص منابع مالی محدود مورد ملاحظه قرار می‌گیرد اولویت‌بندی فعالیت‌ها به گونه‌ای است که مشخص باشد منابع اضافی که احیاناً در طول پروژه اختصاص می‌یابند به کدام یک از آنها تعلق گرفته و در صورت کاهش منابع کدامیک با کمبود مواجه می‌شوند. این ملاحظه برای پروژه جاری وجود ندارد.

جدول (۳-۱): بودجه‌بندی و زمان‌بندی اقدامات فنی توربین‌های بخار نیروگاهی

ردیف	اقدامات	مدت زمان (سال)	هزینه (میلیون تومان)		
			کل	مواد مصرفی و آزمایشگاه	نیروی انسانی
۱	تهیه لیستی از نیروگاه‌های اولویت‌دار (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	۱	۱۵۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰
۲	تعیین شرایط انتقال فناوری (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	۱	۱۵۰۰	-	۱۵۰۰
۳	(بهسازی سطح ۱) اجرا در نیروگاه‌های منتخب (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	۲	۶۸۰۰۰	-	۲۳۰۰۰
۴	(بهسازی سطح ۲ - پره) اجرا در نیروگاه‌های منتخب (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	۳	۱۴۶۰۰۰	-	۳۵۰۰۰
۵	(بهسازی سطح ۱) اجرا در نیروگاه‌های اولویت‌دار مشابه (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	۴	۴۷۰۰۰	-	۲۰۰۰
۶	امکان‌سنجی برای سایر نیروگاه‌ها و انتخاب در سطح ۱ (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	۲	۱۰۰۰	-	۱۰۰۰
۷	امکان‌سنجی برای سایر نیروگاه‌ها و انتخاب در سطح ۲ (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	۲	۱۰۰۰	-	۱۰۰۰
۸	اجرا در سایر نیروگاه‌های منتخب در سطح ۱ (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	۶			خارج از حوزه کاری وزارت نیرو
۹	اجرا در سایر نیروگاه‌های منتخب در سطح ۲ (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	۶			خارج از حوزه کاری وزارت نیرو
۱۰	امکان‌سنجی و انتخاب واحدهای اولویت‌دار برای کل نیروگاه‌ها برای اصلاح سیستم برج خنک‌کن (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	۱	۵۰۰۰	۱۰۰۰	۴۰۰۰
۱۱	امکان‌سنجی، انتخاب، تعیین شرایط انتقال فناوری (توربین‌های بخاری سیکل ترکیبی)	۱	۵۰۰	-	۵۰۰

خارج از حوزه کاری وزارت نیرو				۸	انتقال فناوری توربین بخاری منتخب (توربینهای بخاری سیکل ترکیبی)	۱۲
-	۵۰۰	-	۵۰۰	۱	امکان سنجی و انتخاب توربین (توسعه فناوری فوق بحرانی)	۱۳
-	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲	شناسایی اجزاء توربین بخاری نمونه (توسعه فناوری فوق بحرانی)	۱۴
۳۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	۵	بهسازی توربین بخاری نمونه (طراحی اجزای منتخب توربین بخاری نمونه (توسعه فناوری فوق بحرانی))	۱۵
۳۰ میلیون دلار	-	-	۳۰ میلیون دلار	۴	ساخت و تست توربین بهسازی شده	۱۶
۳۰۰۰۰	-	-	۳۰۰۰۰	۳	ارتقاء شرایط بخار توربین - طراحی توربین فوق بحرانی پیشرفته	۱۷

قابل ذکر است که هزینه ذکر شده برای پروژه ۸ و ۹ مربوط به هر واحد نیروگاهی می باشد.

جدول (۴-۱): بودجه بندی و زمان بندی اقدامات غیر فنی توربین های بخار نیروگاهی

هزینه (میلیون تومان)				مدت زمان (سال)	اقدامات غیر فنی	ردیف
حمایت مالی	نیروی انسانی	خدمات آزمایشگاهی و تجهیزات	کل			
۳۰۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۴۰۰۰	۱۵	حمایت از انجام پایان نامه ها و مقالات در حوزه توربین بخاری	۱
-	۸۰۰	۲۰۰	۱۰۰۰	۱۰	ایجاد و به روز رسانی یک بانک اطلاعاتی مناسب برای استفاده پژوهشگران این حوزه و به اشتراک گذاشتن دانش تولید شده توسط آنها در این بانک اطلاعاتی	۲
۶۰۰	۴۰۰	-	۱۰۰۰	۱۰	تعریف پروژه های مشترک در زمینه توسعه فناوری های توربینهای بخاری میان دانشگاه ها و صنعت برق	۳
-	۶۰۰	-	۶۰۰	۸	برگزاری دوره های کوتاه مدت و کارگاه های آموزشی برای صنایع مرتبط با فناوری توربین بخاری	۴

۶۰۰	۴۰۰	-	۱۰۰۰	۱۰	اعزام نیروی متخصص به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارج از کشور جهت کسب دانش و مهارت‌های لازم در حوزه فناوری‌های توربین بخاری	۵
۱۰۰۰۰	-	-	۱۰۰۰۰	۱۰	حمایت از تشکیل و فعالیت شرکت‌های دانش‌بنیان در حوزه توربین بخاری	۶

تقسیم کار ملی (نگاشت نهادی مطلوب)

پس از تعیین پروژه‌های اجرایی و محاسبه زمان لازم برای اجرایی شدن هر پروژه، در این بخش با یک نگاشت نهادی مطلوب، مجریان پروژه‌های اجرایی برای توسعه فناوری توربین های بخار نیروگاهی شناسایی خواهند شد. جهت شناسایی مجریان انجام هر پروژه، ابتدا باید کلیه بازیگران حوزه توربین های بخار نیروگاهی شناسایی شوند، لازمه انجام این ترسیم نگاشت نهادی محیط داخلی و بیرونی و تحلیل وضع موجود است، که با استفاده از آن‌ها وضع مطلوب نهادی ترسیم می‌گردد. در ادامه ابتدا توضیح مختصری در رابطه با نگاشت نهادی و کارکردهای آن بیان شده، سپس نگاشت نهادی فناوری توربین های بخار نیروگاهی ترسیم شده است. در انتها با توجه به نگاشت نهادی ترسیم شده متولیان پروژه‌های اجرایی مشخص می‌شوند.

۱-۱-۴ - نگاشت نهادی^۱

تعدد سازمان‌ها و نهادهای خصوصی و دولتی که هر یک به نوعی در حوزه توربین های بخار نیروگاهی نقش‌آفرینی می‌کنند از یک سو و تنوع نقش‌هایی که باید در توسعه این سیستم‌ها ایفا شود از سوی دیگر سبب اهمیت یافتن نیاز به بررسی و تحلیل دقیق توسعه این سیستم‌ها از منظر نهادی (ساختاری) می‌شود. برای تحلیل وضعیت ساختاری می‌توان از روش‌های مختلفی نظیر نگاشت‌نهادی استفاده کرد. به کمک نگاشت نهادی به خوبی می‌توان وضعیت بازیگران مختلف موجود در یک صنعت و وضعیت ایفای نقش آن‌ها را بررسی و تحلیل نمود. نگاشت نهادی، ماتریسی است که در یک بعد سازمان‌ها و نهادهای درگیر در این حوزه و در بعد دیگر انواع نقش‌هایی که این سازمان‌ها به عهده می‌گیرند را نمایش می‌دهد. در واقع تکمیل نگاشت نهادی به این معناست که هر یک از این سازمان‌ها و نهادها چگونه در این حوزه نقش‌آفرینی می‌کنند. بنابراین با تحلیل نگاشت نهادی موارد زیر را می‌توان دریافت :

¹ - Institutional mapping

← آیا نقشی وجود دارد که متولی نداشته باشد؟

← در یک نقش مشخص چه سازمان‌ها یا نهادهایی فعالیت دارند؟ تعدد سازمان‌ها و نهادها چگونه است؟ در صورت

کثرت نهادها آیا نیازی به مدیریت یکپارچه نهادهای فعال وجود دارد؟

← میزان درگیر بودن نهادهای مرتبط و غیرمرتبط در نقش چگونه است؟ آیا نقشی وجود دارد که هیچ نهاد مرتبلی در

آن فعالیت ندارد؟

← آیا در نقش مورد نظر، نیاز به وجود نهادی متمرکز احساس می‌شود؟

← آیا نهادهای غیردولتی در نقش مورد نظر می‌توانند جایگزین نهادهای دولتی شوند؟

نگاشت نهادی یکی از ابزارهای مطالعه سیستم نوآوری است. نظام ملی نوآوری مجموعه‌ای است از مؤسسات مجزا که به طور مشترک یا انفرادی به توسعه و انتشار فناوری‌های جدید کمک می‌کنند. این مؤسسات چهارچوبی فراهم می‌کنند که دولت‌ها بتوانند در آن چهارچوب، سیاست‌هایی جهت تأثیرگذاری بر فرآیند نوآوری را شکل داده و اجرا نمایند.

در یک سطح عمومی کارکرد اصلی یا کلی نظام‌های نوآوری، تعقیب و انجام فرآیندهای نوآوری یا به عبارت دیگر «خلق، اشاعه و بهره‌برداری» از نوآوری‌ها است. بنابراین کارکرد اصلی هر نظام نوآوری تولید، اشاعه و به‌کارگیری دانش و نوآوری می‌باشد. از نظر ادکویست، عواملی که بر خلق، اشاعه و بهره‌برداری از نوآوری‌ها تأثیرگذار باشند، فعالیت محسوب می‌شوند. به عنوان مثال تحقیق و توسعه (به عنوان ابزاری برای تولید دانش)، یکی از فعالیت‌های نظام نوآوری است. تأمین منابع مالی به منظور تجاری‌سازی دانش نیز یک فعالیت است.

نگاشت نهادی چارچوبی است که با نمایی ساده و جامع وضعیت موجود سیستم نوآوری را نشان می‌دهد و با بررسی آن می‌توان نقایص موجود در اجزا و روابط میان اجزای سیستم را شناسایی و تحلیل نمود. در این روش سعی می‌شود تا میزان و کیفیت روابط موجود میان نهادها در سیستم نوآوری ترسیم شده و همچنین چگونگی مشارکت میان بخش خصوصی و دولتی تبیین شود. با استفاده از این روش تحلیلی، نقش نسبی هر کدام از بازیگران فعال در نظام ملی نوآوری همچون دولت، دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی و همچنین بنگاه‌های خصوصی در فرآیند نوآوری به دست می‌آید.

۱-۱-۵- انواع نقش‌ها در نگاشت نهادی

کارکردهای اصلی یک نظام ملی نوآوری به چهار دسته اصلی سیاست‌گذاری، تنظیم‌گری، تسهیل‌گری و ارائه خدمات تقسیم می‌شود. در فرآیند توسعه صنعتی، یکی از پرسش‌های اساسی این است که کدام مجموعه از تصمیمات سیاست‌گذاری و نهادسازی و نیز اقدامات اجرایی در سطح کلان ملی و در سطح صنعت، به عنوان زمینه‌ساز موفقیت توسعه صنعتی باید مورد توجه قرار گیرد؟ نکته مهم در پاسخ به این سؤال آن است که این مجموعه اقدامات، به خودی خود شکل نمی‌گیرد، بلکه نیازمند نقش مؤثر دولت است. بنابراین تبیین جایگاه و حوزه وظایف دولت در فرآیند توسعه صنعتی به صورت یکی از مباحث جدال‌انگیز ادبیات جدید توسعه درآمده است. در ادامه به تبیین هر یک از نقش‌های چهارگانه پرداخته می‌شود.

۱-۱-۵-۱- سیاست‌گذاری

سیاست‌گذار نهادی است که برنامه‌های پیگیری شده توسط دولت، کسب‌وکارها و غیره 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. در واقع، سیاست می‌تواند شکل‌های مختلفی مانند سیاست‌های غیرمداخله‌ای، تنظیم، تشویق تغییرات داوطلبانه (مانند کمک‌های مالی) و ارائه خدمات عمومی به خود بگیرد.

۱-۱-۵-۲- تنظیم‌گری

تنظیم، مجموعه گوناگونی از ابزارهاست که به واسطه آن دولت نیازمندی‌های شرکت‌ها و مردم را تنظیم می‌کند. کارکردهای تنظیم‌کننده بنا به دلایل گوناگونی به وجود آمده‌اند از جمله:

↔ تعیین حقوق و مسئولیت‌های هر یک از موجودیت‌های جامعه به منظور تحقق اهداف توسعه پایدار

↔ تنظیم استانداردهای صنعتی

↔ تعیین و جمع‌آوری مالیات‌ها و دیگر درآمدها و ...

در مجموع سه عامل اصلی بر شکل، کارکرد و دامنه سیاست‌های تنظیم‌گری تأثیر دارند:

۱- اهداف و منابع تنظیم‌گری

۲- ساختار نهادی محیط تنظیم‌گری

۳- شرایط مختلف صنعت در محیط تنظیم‌گری

اهداف مختلف تنظیم‌گری آثار مستقیم مختلفی بر نوع تنظیم‌گری استفاده شده به جای می‌گذارند. اگر اهداف خاص در تنظیم‌گری مد نظر باشد، شکل، کارکرد و دامنه سیاست‌های تنظیم‌گری نیز تحت تأثیر آن قرار می‌گیرند. منابع محدود نیز می‌تواند بر ماهیت و طبیعت تنظیم‌گری اثرگذار باشد، این مسئله می‌تواند به واکنشی شدن سیاست‌های تنظیم‌گری منجر شود. ساختار نهادی و تشکیلاتی کشورها نیز بر قابلیت‌ها و توانایی‌های سازمان‌های تنظیم‌گر مؤثر است. در صورتی که محدودیت‌های اعمال شده از سوی حکومت بر نهاد تنظیم‌گر زیاد شود، توانایی‌های این نهاد برای اعمال جرائم و پاداش‌ها نیز کاهش می‌یابد. در شرایطی که فناوری‌های موجود در بازار، رقابت را میان عرضه‌کنندگان افزایش دهد، توانایی‌های تنظیم‌گران نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در این حالت‌ها تقاضاکنندگان در بازار نیز از قدرت خرید بالایی برخوردار هستند و عملاً سیاست‌های دستور و کنترل نمی‌تواند کارایی لازم را داشته باشد.

۱-۱-۵-۳- تسهیل‌گری

تسهیل‌کنندگان در واقع سازمان‌های محلی یا بین‌المللی هستند که معمولاً توسط دولت سرمایه‌گذاری می‌شوند و هدف آن توسعه و بهبود بازار خدمات می‌باشد. یک تسهیل‌کننده، تأمین‌کنندگان خدمات را از طریق ایجاد محصولات خدماتی جدید، ارتقاء تجارب مفید و ایجاد ظرفیت حمایت می‌کند. به علاوه، تسهیل‌کننده می‌تواند بر طرف تقاضا از طریق آموزش صنایع کوچک درباره مزایای خدمات یا فراهم کردن محرک‌هایی برای امتحان آن‌ها نیز متمرکز شود. کارکردهای دیگر یک تسهیل‌کننده شامل ارزیابی خارجی تأثیر تأمین‌کنندگان خدمات، تضمین خدمات و حمایت برای محیط سیاسی بهتر می‌باشد. عمل تسهیل، کارکردی است که به طور معمول توسط سازمان‌های توسعه‌گرا انجام شده و می‌تواند شامل سازمان‌های غیردولتی، انجمن‌های صنعتی و کارفرمایان و عامل‌های دولتی باشد. در مجموع نقش تسهیل‌گری دارای زیرنقش‌های زیر می‌باشد:

↳ تسهیل‌گری در بعد فناوری

↔ تسهیل‌گری منابع دانشی

↔ تسهیل‌گری منابع مالی

↔ تسهیل‌گری ظرفیت‌سازی و ترویج

↔ تسهیل‌گری توسعه ارتباطات

۱-۱-۵-۴- ارائه‌دهنده کالا و خدمات

ارائه‌دهندگان شامل دو گروه ارائه‌دهندگان خدمات آموزشی-پرورشی و ارائه‌دهندگان خدمات صنعتی می‌شود.

↔ ارائه‌کننده خدمات آموزشی و پژوهشی: این دسته از تأمین‌کننده خدمات آموزشی و پژوهشی شامل دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و مؤسساتی هستند، که در زمینه آموزش و پژوهش در حوزه توربین‌های بخار نیروگاهی فعالیت می‌کنند.

↔ ارائه‌کننده خدمات صنعتی: این گروه شامل شرکت‌هایی هستند که در زمینه تولید یا تأمین تجهیزات مورد نیاز توسعه فناوری توربین‌های بخار نیروگاهی فعالیت می‌کنند. این شرکت‌ها ممکن است سازنده تمام قطعات نبوده و ترکیبی از عملیات طراحی، ساخت و مونتاژ ادوات را انجام دهند و یا ارائه‌کننده محصول یا خدمتی به تولیدکنندگان فناوری توربین‌های بخار نیروگاهی باشند.

۱-۱-۶- طراحی نگاشت نهادی توسعه فناوری توربین‌های بخار نیروگاهی

با توجه به موارد ارائه شده در رابطه با نگاشت نهادی و کارکردهای اصلی آن، در این بخش به طراحی نگاشت توسعه فناوری توربین‌های بخار نیروگاهی پرداخته شده است. به منظور طراحی نگاشت نهادی مطلوب باید سه مرحله اصلی انجام شود، که این مراحل به ترتیب اجرا عبارتند از: شناسایی سازمان‌ها و نهادهای مرتبط با حوزه تدوین سند، شناسایی روابط میان بنگاهی بین نهادها و سازمان‌های موجود و تهیه ماتریس نهاد کارکرد برای وضع موجود. در ادامه مراحل ذکر شده در رابطه با توسعه فناوری توربین‌های بخار نیروگاهی انجام شده است.

۱-۱-۱-۱ شناسایی سازمان‌ها و نهادهای مرتبط با توسعه فناوری توربین‌های بخار نیروگاهی

نهادهای اصلی مرتبط با توسعه فناوری توربین‌های بخار نیروگاهی از طریق جستجو و بررسی اسناد، مدارک و گزارش‌های داخلی شناسایی شدند و سپس با مطالعه ساختار سازمانی هر یک از سازمان‌ها و مطالعه شرح وظایف و اهداف در نظر گرفته شده برای سازمان‌ها و نهادهای تابعه و وابسته هر یک از آن‌ها نهادهای مختلف فعال در زمینه کارکردهای نظام نوآوری مورد شناسایی قرار گرفت. کنشگران شناسایی شده در حوزه توربین‌های بخار نیروگاهی شامل موارد زیر می‌باشد.

۱- مجلس (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی)

۲- وزارت نیرو

۳- شرکت توانیر

۴- سازمان توسعه برق

۵- شورای عالی انقلاب فرهنگی

۶- شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری (عتف)

۷- وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

۸- دفتر همکاری‌های فناوری ریاست جمهوری

۹- وزارت صنعت، معدن و تجارت

۱۰- وزارت امور اقتصادی و دارایی

۱۱- سازمان پژوهش‌های علمی صنعتی ایران

۱۲- پژوهشگاه نیرو

۱۳- مؤسسه پژوهش در مدیریت و برنامه‌ریزی انرژی

۱۴- مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی

۱۵- دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی

۱۶- بانک‌ها و مؤسسات اعتباری

۱۷- صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور

۱۸- صندوق توسعه فناوریهای نوین

۱۹- صندوق حمایت از طرحهای نوآورانه در پژوهشگاه نیرو

۲۰- دفتر مهندسی مرکز همکاریهای ریاست جمهوری

۲۱- شرکت های تامین کننده مواد و تجهیزات

۱-۱-۶-۲- شناخت روابط میان بنگاههای بین نهادهای موجود در حوزه توسعه فناوری توربین های بخار نیروگاهی

در این بخش، تلاش شده است تا ضمن شناسایی و بررسی تعاملات موجود میان نهادهای مختلف و توجه به کارکرد اصلی آنها در نظام توسعه این فناوری، نقاط ضعف، کاستیها و گسستگیها در این زمینه مشخص شود. کارکردهایی که با توجه به نظام نوآوری در نگاشت نهادی توسعه فناوری توربین های بخار نیروگاهی به کار برده شده است شامل: سیاست گذاری، تنظیم گری، تسهیل گری، ارائه دهنده کالا و خدمات (آموزشی، پژوهشی و صنعتی) می باشد.

۱-۱-۶-۳- تهیه ماتریس نهاد-کارکرد برای وضع موجود

با توجه به اطلاعات جمع آوری شده در مراحل قبل می توان ماتریس نهاد-کارکرد را در حوزه توسعه فناوری توربین های بخار نیروگاهی تهیه کرد. همان گونه که از نام این ماتریس مشخص است دو عامل، نهادهای مختلف و کارکردهای شناسایی شده بر اساس ادبیات نظام نوآوری در کنار هم آمده اند. تهیه ماتریس نهاد-کارکرد برای وضع موجود توسعه فناوری توربین های بخار نیروگاهی در جدول (۱-۵) ارائه شده است.

جدول (۱-۵): نگاشت نهادی توسعه فناوری توربین های بخار نیروگاهی

ارائه دهنده کالا و خدمات	تسهیل گری	تنظیم گری	سیاست گذاری	کارکرد	نهاد
			*		مجلس (مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی)
	*		*		وزارت نیرو
			*		شورای عالی انقلاب فرهنگی
			*		شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری (عتف)
		*	*		وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

ارائه‌دهنده کالا و خدمات	تسهیل‌گری		تنظیم‌گری	سیاست‌گذاری	کارکرد	نهاد
	آموزشی	پژوهشی				
			*		*	دفتر همکاری های فناوری ریاست جمهوری
				*	*	وزارت صنعت، معدن و تجارت
			*		*	وزارت امور اقتصادی و دارایی
				*		سازمان توسعه برق
				*		شرکت توانیر
	*					سازمان پژوهش های علمی صنعتی ایران
	*			*		پژوهشگاه نیرو (وزارت نیرو)
	*					مؤسسه پژوهش در مدیریت و برنامه‌ریزی انرژی
	*					مؤسسه مطالعات بین المللی انرژی
	*	*				دانشگاهها و مؤسسات آموزشی
			*			بانکها و مؤسسات اعتباری
			*			صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور
			*			صندوق توسعه فناوریهای نوین
			*			صندوق حمایت از طرح‌های نوآورانه در پژوهشگاه نیرو
			*			دفتر مهندسی مرکز همکاری‌های ریاست جمهوری
*						شرکت های تامین کننده مواد و تجهیزات

در این نگاهت ابتدا بازیگران و ذینفعان اصلی تأثیرگذار در زمینه توسعه فناوری توربین های بخار نیروگاهی شناخته شده است و در ادامه کارکردهای اصلی هر کدام از این ذینفعان در توسعه این فناوری با توجه به چهار کارکرد اصلی ذکر شده مشخص شده است. در نگاهت نهادی، ۲۱ گروه تأثیرگذار اصلی شناسایی شده است که در ابتدا اهداف و وظایف هر یک بررسی شده است و

سپس نگاهت نهادی کلی توسعه این فناوری بر اساس این وظایف و اهداف در جدول (۱) - Error! Reference source

(not found) بیان شد. در این جدول نقشی که هر بازیگر در توسعه این فناوری متولی آن است، مشخص شده است.

تخصیص متولیان اقدامات

با توجه به نگاشت نهادی ترسیم شده، می‌توان مجریان هر یک از اقدامات را شناسایی کرد. در این راستا و به منظور شناخت مجریان بالقوه، با در نظر گرفتن میزان همسویی اقدام با مأموریت مجری، توان علمی و فنی، توان انسانی و مدیریتی و... مجریان فعال هر اقدام مشخص خواهد شد. در ادامه با توجه به موارد اشاره شده متولیان شناسایی شده برای اقدامات فنی و غیر فنی در جداول (۶-۱) و (۷-۱) ارائه شده است.

جدول (۶-۱): متولیان اقدامات فنی توسعه فناوری توربین های بخار نیروگاهی

ردیف	اقدامات فنی	متولی
۱	تهیه لیستی از نیروگاههای اولویتدار (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	پژوهشگاه ها و موسسات تحقیقاتی
۲	تعیین شرایط انتقال فناوری (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	پژوهشگاه ها و موسسات تحقیقاتی
۳	(بهسازی سطح ۱) اجرا در نیروگاههای منتخب (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	شرکت های دانش بنیان، شرکت های فناوری
۴	(بهسازی سطح ۲ - پره) اجرا در نیروگاههای منتخب (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	شرکت های دانش بنیان، شرکت های فناوری
۵	(بهسازی سطح ۱) اجرا در نیروگاههای اولویت دار مشابه (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	شرکت های دانش بنیان، شرکت های فناوری
۶	امکان سنجی برای سایر نیروگاه ها و انتخاب در سطح ۱ (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	شرکت های دانش بنیان، شرکت های فناوری
۷	امکان سنجی برای سایر نیروگاه ها و انتخاب در سطح ۲ (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	شرکت های دانش بنیان، شرکت های فناوری
۸	اجرا در سایر نیروگاههای منتخب در سطح ۱ (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	شرکت های دانش بنیان، شرکت های فناوری
۹	اجرا در سایر نیروگاههای منتخب در سطح ۲ (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	شرکت های دانش بنیان، شرکت های فناوری
۱۰	امکان سنجی و انتخاب واحدهای اولویت دار برای کل نیروگاه ها برای اصلاح سیستم برج خنک کن (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	پژوهشگاه ها و موسسات تحقیقاتی، شرکت های

مشاور		
توانیر، شرکت های داخلی تولیدکننده توربین	امکان سنجی، انتخاب، تعیین شرایط انتقال فناوری (توربینهای بخاری سیکل ترکیبی)	۱۱
شرکت های داخلی تولیدکننده توربین	انتقال فناوری توربین بخاری منتخب (توربینهای بخاری سیکل ترکیبی)	۱۲
توانیر، شرکت مادر تخصصی تولید، پژوهشگاه نیرو، شرکت های داخلی تولیدکننده توربین	امکان سنجی و انتخاب توربین (توسعه فناوری فوق بحرانی)	۱۳
شرکت های دانش بنیان	شناسایی اجزاء توربین بخاری نمونه (توسعه فناوری فوق بحرانی)	۱۴
دانشگاه ها، شرکت های خصوصی	بهسازی توربین بخاری نمونه (طراحی اجزای منتخب توربین بخاری نمونه (توسعه فناوری فوق بحرانی))	۱۵
شرکت های دانش بنیان، شرکت های خصوصی، شرکت مادر تخصصی	ساخت و تست توربین بهسازی شده	۱۶
شرکت های دانش بنیان، دانشگاه ها	ارتقاء شرایط بخار توربین - طراحی توربین فوق بحرانی پیشرفته	۱۷

جدول (۷-۱): متولیان اقدامات غیر فنی توسعه فناوری توربین های بخار نیروگاهی

ردیف	اقدامات غیر فنی	متولی
۱	حمایت از انجام پایان نامه ها و مقالات در حوزه توربین بخاری	صندوقها و موسسات مالی، پژوهشگاه نیرو
۲	ایجاد و به روزرسانی یک بانک اطلاعاتی مناسب برای استفاده پژوهشگران این حوزه و به اشتراک گذاشتن دانش تولید شده توسط آن ها در این بانک اطلاعاتی	- معاونت امور تحقیقات و منابع انسانی وزارت نیرو - پژوهشگاه نیرو
۳	تعریف پروژه های مشترک در زمینه توسعه فناوری های توربینهای بخاری میان دانشگاه ها و صنعت برق	- معاونت امور تحقیقات و منابع انسانی وزارت نیرو

- پژوهشگاه نیرو		
- پژوهشگاه نیرو و دانشگاه ها	برگزاری دوره‌های کوتاه‌مدت و کارگاه‌های آموزشی برای صنایع مرتبط با فناوری توربین بخاری	۴
- پژوهشگاه نیرو، دانشگاه ها و شرکتهای خصوصی	اعزام نیروی متخصص به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارج از کشور جهت کسب دانش و مهارت‌های لازم در حوزه فناوری‌های توربین بخاری	۵
- صندوق‌ها و مؤسسات مالی - معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری	حمایت از تشکیل و فعالیت شرکت‌های دانش‌بنیان در حوزه توربین بخاری	۶

۲- مفاهیم نقشه راه

مقدمه

رهنماست 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 رهنماست اثربخش شامل سنجه‌ها^۱ و نقاط عطف^۲ می‌باشد به طوری که امکان پایش منظم پیشرفت به سوی اهداف غایی رهنماست، به وجود آید.

رهنماست‌ها انواع گوناگونی دارند. رهنماست‌های 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^۳، اولویت‌ها و چارچوب‌های زمانی برای تحقیق، توسعه، رونمایی و پیاده‌سازی^۴ یک فناوری، بپردازند.

¹ metrics

² milestones

³ pathways

⁴ research, development, demonstration and deployment (RDD&D)

تعریف آژانس بین‌المللی انرژی از رهنما فناوری عبارت است از یک مجموعه پویا از نیازمندی‌های فنی، سیاستی، قانونی، مالی، بازاری و سازمانی شناسایی شده توسط کلیه ذی‌نفعان درگیر در تدوین رهنما. تلاش‌ها بایست معطوف به تسهیم بهتر کلیه اطلاعات مرتبط با تحقیق، توسعه، رونمایی و پیاده‌سازی یک فناوری بین شرکت‌کنندگان باشد. (۴)

در ادامه تعاریف برخی از عبارات ارائه شده است:

- رهنما: 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.
- رهنمائی: فرآیند تکاملی که طی آن یک رهنما خلق، اجرا، پایش و در صورت لزوم به‌روزرسانی می‌شود.
- ذی‌نفعان: افراد مناسبی که در تحقق توسعه و پیاده‌سازی رهنما ذی‌نفع‌اند، مانند نمایندگان دولت، صنعت، دانشگاه و سازمان‌های مردم‌نهاد.
- اجرا: فرآیند عملیاتی کردن رهنما به واسطه انجام پروژه‌ها و اقدامات معطوف به خرده فعالیت‌ها و اولویت‌ها و همچنین به واسطه پایش پیشرفت با استفاده از یک سامانه ردگیری.
- مخاطبان رهنما بسته به نوع سندی که تدوین می‌شود تغییر می‌کنند. برای رهنماهای 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)

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. به‌عبارت دیگر، برای تحقق هر اقدام یا سیاست اجرایی، وجود مجموعه‌ای از پروژه‌ها ضروری است.

• تعریف دوره‌های زمانی: هرچند پایداری و قابل پیش‌بینی بودن گام 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.

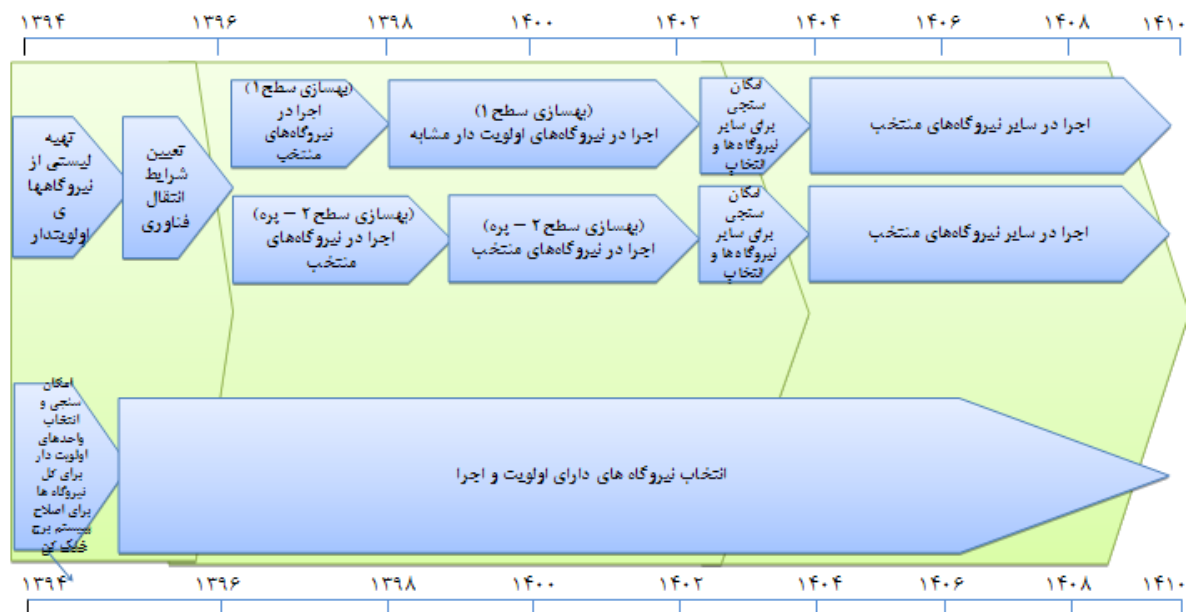
• ترسیم رهنما: ترسیم رهنما عملیاتی: پس از تعریف پروژه‌ها و برنامه‌های عملیاتی، برنامه‌ریزی منابع و تعیین مجریان، در گام آخر برنامه عملیاتی لازم است تا ارتباط میان آن‌ها مشخص شده و خلاصه نتایج آن در قالب رهنما عملیاتی ارائه شود.

رهنگاشت توسعه فناوری توربین های بخار نیروگاهی

همانطور که ذکر شد رهنگاشت فناوری نمایی تصویری از زمان بندی و بودجه بندی طرح های توسعه فناوری است به طوری که در بازه زمانی مشخص به اهداف طراحی شده دست یابیم. با توجه به توضیحات داده شده در بخش رویکرد توسعه و سبک اکتساب فناوری، با توجه به رویکرد کلان DUI و نیز پیشرو بودن شرکت های صنعتی در توسعه فناوری، دولت می بایست اقدامات و برنامه های خود را همراستا با برنامه های صنعت تنظیم نماید و بر این اساس می توان گفت نقشه راه توسعه این فناوری می بایست با مشارکت فعالان صنعتی این حوزه تنظیم گردد.

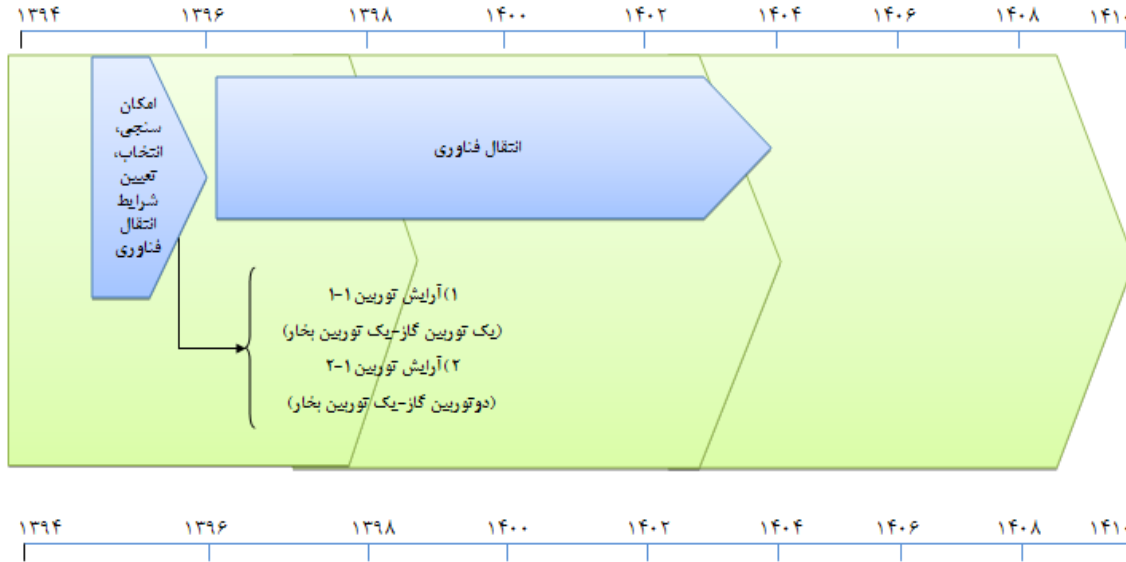
بنابراین با توجه به نظرات اعضای محترم کمیته راهبری، نقشه راه تهیه گردید.

بهسازی و مدرن سازی واحدهای بخاری



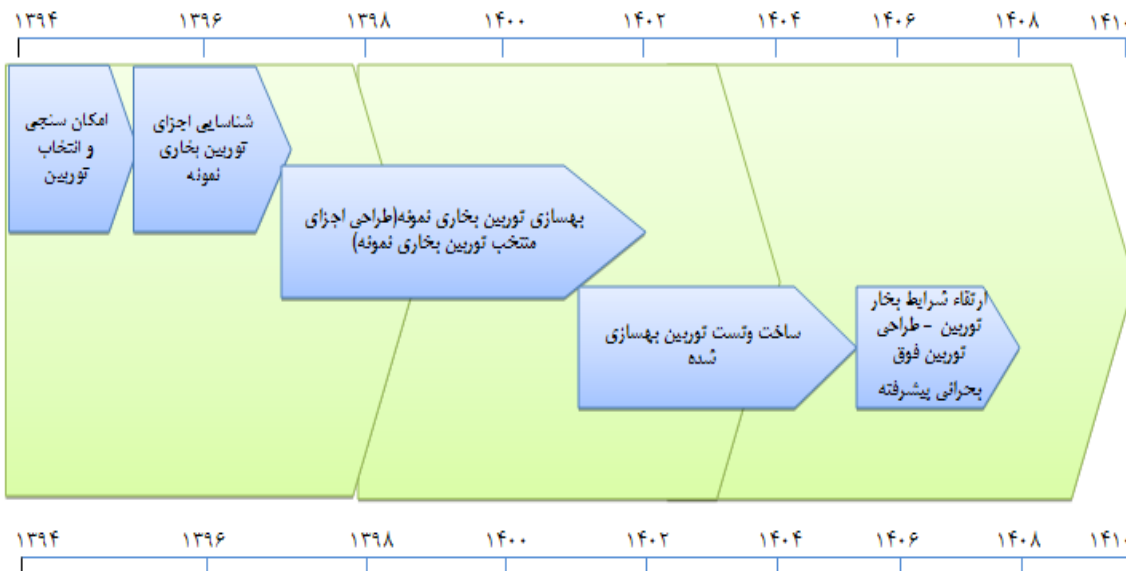
شکل ۱-۳ رهنگاشت بهینه سازی و مدرن سازی واحدهای بخاری

توربینهای بخاری سیکل ترکیبی



شکل ۱-۴ رهنگاشت توربینهای بخاری سیکل ترکیبی

توسعه دانش فنی طراحی و ساخت اجزای منتخب توربینهای فوق بحرانی



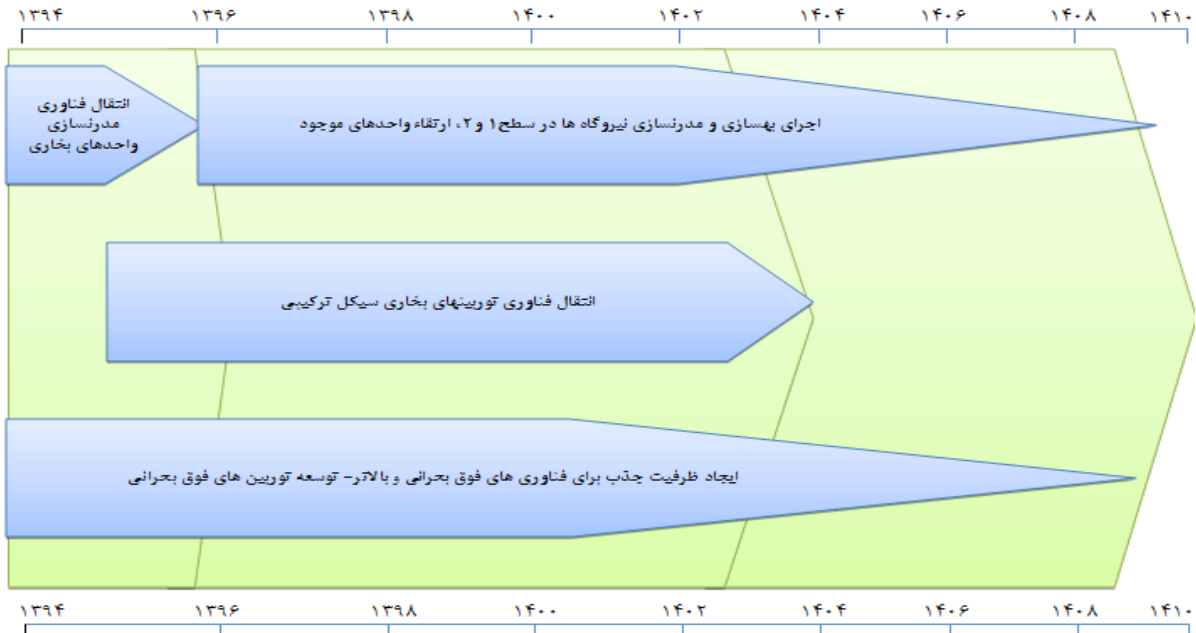
شکل ۱-۵ رهنگاشت توسعه دانش فنی طراحی و ساخت اجزای منتخب توربینهای فوق بحرانی

اقدامات غیر فنی



شکل ۱-۶ ره نگاشت اقدامات غیر فنی

نقشه راه برون دادهای کلان سند راهبردی توسعه فناوری های توربین بخار نیروگاهی



شکل ۱-۷ ره نگاشت برون دادهای کلان توسعه فناوری های توربین بخار نیروگاهی

شناسنامه اقدامات غیرفنی و پروژههای فنی

با توجه به آنچه در بخشهای قبل گفته شد، پروژههای فنی و اقدامات غیر فنی در راستای دستیابی به چشم انداز و اهداف کلان توسعه فناوری توریتهای بخار نیروگاهی شناسائی شده و پس از برآورد بودجه و 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 غیر فنی و پروژههای فنی به شرح ذیل می باشد.

اقدامات غیر فنی

۱) حمایت از انجام پایان نامه ها و مقالات در حوزه توریتهای بخاری

تشریح فعالیتها:

همان طور که بر اساس چالشها و ویژگیهای توسعه فناوریهای توریتهای بخار نیروگاهی در کشور مشخص شد که فناوریهای توریتهای بخار نیروگاهی در کشور در مرحله پیش توسعه و توسعه قرار دارند. با توجه به توضیحات ارائه شده در رابطه با مراحل مختلف توسعه فناوری مشخص می گردد که یکی از کارکرد اصلی برای فناوریهای قرار گرفته در این مرحله کارکرد توسعه دانش می باشد. از این رو یک مبحث با اهمیت در توسعه فناوریهای توریتهای بخار نیروگاهی توجه به تحقیق و پژوهش در این حوزه بوده و یکی از اساس ترین بازیگران کارکرد توسعه دانش دانشگاهها می باشند. با این نگرش یکی از اقدامات سند راهبردی توسعه فناوریهای توریتهای بخار نیروگاهی به پیشنهاد کمیته راهبری تدوین سند، " حمایت از انجام پایان نامه ها و مقالات در حوزه توریتهای بخاری " در نظر گرفته شده است.

حمایت از پایان نامه های کارشناسی ارشد و دکتری مرتبط با توسعه فناوریهای توریتهای بخار نیروگاهی به سه روش امکان پذیر است:

الف) حمایت های مالی: این حمایت به عنوان اصلی ترین فعالیت به شمار می رود. این حمایت در سه حوزه مختلف قابل

انجام است:

- حمایت مالی از پایان نامه های کارشناسی ارشد به صورت کمک نقدی به دانشجو

- حمایت مالی از پایان‌نامه‌های دکتری به صورت کمک نقدی به دانشجو
 - حمایت تشویقی از صنعتی شدن دستاوردهای پایان‌نامه‌ها به طوری که در مواردی که پایان‌نامه کاملاً در راستای نیازهای صنعت بوده و در این بخش قابل اجرا باشد فرد، مبلغی را به عنوان تشویقی دریافت کند.
- (ب) پشتیبانی‌های فیزیکی: این نوع حمایت شامل دو عنوان اصلی می‌شود:
- حق استفاده از آزمایشگاه‌ها: در این مورد به دانشجویانی که پایان‌نامه‌هایی مرتبط با موضوعات مطرح شده در حوزه فناوری‌های توربین بخار نیروگاهی تعریف کرده‌اند، حق استفاده به صورت رایگان ولی در تعداد محدودی آزمایش در هر سال داده می‌شود.
 - حق استفاده از کتابخانه‌های خارج از دانشگاه‌ها: در این مورد حق استفاده رایگان از کتابخانه‌های مرتبط با این موضوع به دانشجویان داده می‌شود.
- (ج) حمایت‌های مشاوره‌ای: این نوع حمایت به منظور رفع موانع علمی دانشجویان و کمک به ایشان در انجام پایان‌نامه می‌باشد که از آن به عنوان اطلاع‌رسانی علمی و مشاوره علمی به دانشجویان یاد شده است.
- به منظور ارتقای سطح پژوهش‌های صورت گرفته در این حوزه و جلوگیری از هدر رفت هزینه و انرژی حمایت از پایان‌نامه‌ها باید به صورت گزینشی انجام پذیرد و با بررسی پایان‌نامه‌های مختلف تعریف شده در این حوزه از پایان‌نامه‌های کاربردی و منطبق بر نیازهای صنعت برق حمایت شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		حمایت مالی	نیروی انسانی	خدمات آزمایشگاهی و تجهیزات	کل		
تعداد پایان‌نامه‌ها و مقالات حمایت شده در هر سال	صندوقها و موسسات مالی، پژوهشگاه نیرو	۳۰۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۴۰۰۰	۱۵	حمایت از انجام پایان‌نامه‌ها و مقالات در حوزه توربین بخاری

۲) ایجاد و به‌روزرسانی یک بانک اطلاعاتی مناسب برای استفاده پژوهشگران این حوزه و به اشتراک

گذشتن دانش تولید شده توسط آن‌ها در این بانک اطلاعاتی

تشریح فعالیت‌ها:

یکی از چالش‌های اساسی پیشروی توسعه فناوری‌های توربین بخار نیروگاهی، عدم دسترسی بازیگران این حوزه به اطلاعات مورد نیاز و نبود ارتباط مناسب بین بازیگران می‌باشد. یکی از اقدام‌های مهم و قابل اجرا برای رفع این چالش و توسعه دانش در زمینه فناوری‌های توربین بخار نیروگاهی ایجاد یک بانک اطلاعاتی کامل و جامع در حوزه توربین بخار می‌باشد.

یک بخش مهم که باید در این سامانه در نظر گرفته شده و همواره به‌روز شود، بخش اولیتهای تحقیقاتی صنعت برق، پروژه‌های انجام شده و در حال اجرا در این حوزه می‌باشد. بخش ذکر شده می‌تواند به تطبیق تحقیقات با اولیتهای و جلوگیری از دوباره‌کاری و هدر رفت منابع مالی کمک کند. اطلاعات مربوط به حوزه توربین بخار پس از جمع‌آوری به منظور دستیابی عموم بازیگران این حوزه در سیستم نرم‌افزاری طراحی شده قرار می‌گیرند. بازیگران مختلف این حوزه بدون پرداخت هزینه می‌توانند از اطلاعات ارائه شده در این سیستم استفاده نمایند.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		حمایت مالی	نیروی انسانی	خدمات آزمایشگاهی و تجهیزات	کل		
تعداد سازمان‌های پوشش داده شده - تعداد مقالات و پروژه‌های ثبت شده	معاونت امور تحقیقات و منابع انسانی وزارت نیرو - پژوهشگاه نیرو	-	۸۰۰	۲۰۰	۱۰۰۰	۱۰	ایجاد و به‌روزرسانی یک بانک اطلاعاتی مناسب برای استفاده پژوهشگران این حوزه و به اشتراک گذاشتن دانش تولید شده توسط آن‌ها در این بانک اطلاعاتی

۳) تعریف پروژه‌های مشترک در زمینه توسعه فناوری‌های توربینهای بخاری میان دانشگاه‌ها و صنعت برق

تشریح فعالیتها:

مطابق آمار و تحقیقات صورت گرفته حدود هشتاد درصد از نیروهای عالم و تحصیل کرده در دانشگاهها هستند و کمتر از بیست درصد در مراکز تحقیقاتی؛ صنایع و شرکتها مشغول به کار می‌باشند. بنابراین می‌توان گفت که نهاد علم در جامعه دانشگاه است. ارتباط مناسب بین صنعت و دانشگاه یکی از عوامل مهم و ضروری در توسعه همه‌جانبه کشورها است و بدون ایجاد این ارتباط توسعه فناوری‌هایی که در مرحله پیش توسعه هستند امکان پذیر نخواهد بود. ارتباط صنعت و دانشگاه در واقع استفاده از توانمندی‌های دانشگاه در جهت رفع نیازهای صنعت است.

ایجاد ارتباط و تعامل مناسب بین صنایع مرتبط و دانشگاه‌های فعال در حوزه توربین های بخار می‌تواند تأثیر بنیادین بر توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده ها در کشور داشته باشد، از این رو کمک به شکل‌گیری تعاملات مناسب میان صنایع مرتبط با دانشگاهها و مراکز تحقیقاتی به عنوان یکی از سیاست‌های اصلی سند توسعه فناوری های توربین های بخار در نظر گرفته شده است.

بر اساس نظر کمیته راهبری تدوین سند توسعه فناوری‌های توربین های بخار یک اقدام مناسب در جهت تحقق سیاست ذکر شده " تعریف پروژه‌های مشترک در زمینه توسعه فناوری‌های توربین های بخاری میان دانشگاهها و صنعت برق " است. با توجه به اینکه محدوده اجرای سند صنعت برق کشور می‌باشد اقدام مستخرج از سیاست کمک به ایجاد ارتباط بین صنعت و دانشگاه، تعریف پروژه میان صنعت برق و دانشگاهها در نظر گرفته شد. اجرای این اقدام بدون انجام فعالیت‌هایی چون تدوین آیین‌نامه و دستورالعمل‌های مورد نیاز، شناسایی شناسایی حوزه‌های با اولویت صنعت به منظور تعریف پروژه و تعریف پروژه‌های کاربردی مورد نیاز صنعت امکان پذیر نخواهد بود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		حمایت مالی	نیروی انسانی	خدمات آزمایشگاهی و تجهیزات	کل		
تعداد طرح‌های توسعه فناوری‌های توربین بخاری تعریف شده مابین صنعت و دانشگاه	- معاونت امور تحقیقات و منابع انسانی وزارت نیرو - پژوهشگاه نیرو	۶۰۰	۴۰۰	-	۱۰۰۰	۱۰	تعریف پروژه‌های مشترک در زمینه توسعه فناوری‌های توربین‌های بخاری میان دانشگاه‌ها و صنعت برق

۴) برگزاری دوره‌های کوتاه‌مدت و کارگاه‌های آموزشی برای صنایع مرتبط با فناوری توربین بخاری

تشریح فعالیت‌ها:

عدم برگزاری دوره‌های آموزش تخصصی با موضوع به‌کارگیری فناوری‌های توربین بخار از جمله چالش‌های پیشرو توسعه فناوری توربین بخار در کشور است. یکی از راهکارها و اقدامات مناسب برای رفع این چالش‌ها و افزایش توجه صنایع به حوزه توربین بخار برگزاری کلاس‌ها، دوره‌ها و کارگاه‌های آموزشی برای آن‌ها می‌باشد. برای اجرایی کردن این اقدام نیاز به انجام فعالیت‌های مختلفی وجود دارد که از جمله فعالیت‌های قابل تصور برای عملی شدن این اقدام می‌توان به تعریف دوره‌ها و مطالبی که در هر یک باید ارائه شود، ایجاد هماهنگی‌های لازم با صنایع برای برگزاری دوره‌ها و برگزاری دوره‌ها و کارگاه‌های آموزشی اشاره کرد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		حمایت مالی	نیروی انسانی	خدمات آزمایشگاهی و تجهیزات	کل		
تعداد دوره‌های کوتاه‌مدت و کارگاه‌های آموزشی برگزار شده در سال	پژوهشگاه نیرو و دانشگاه‌ها	-	۶۰۰	-	۶۰۰	۸	برگزاری دوره‌های کوتاه‌مدت و کارگاه‌های آموزشی برای صنایع مرتبط با حوزه فناوری توریتهای بخاری

۵) اعزام نیروی متخصص به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارج از کشور جهت کسب دانش و مهارت‌های لازم

در حوزه فناوری‌های توریتهای بخاری

تشریح فعالیت‌ها:

در بررسی‌های انجام شده در رابطه با وضعیت کنونی فناوری‌های توریتهای بخار در کشور مشخص گردید، در زمینه تولید فناوری‌های توریتهای بخار و به‌کارگیری آن در نیروگاه‌ها شکاف فناوری وجود دارد. به منظور از بین بردن این شکاف فناوری باید منابع مختلفی اعم از نیروی انسانی، مواد، تجهیزات و منابع مالی مورد نیاز تأمین گردد، که در موارد قبل راهکارهای مختلفی برای تأمین هر یک از موارد ذکر شده بیان شد. در مصاحبه‌های انجام شده با خبرگان مشخص شد که نیروهای فعال در زمینه توریتهای بخار دارای تخصص و مهارت صنعتی مورد نیاز برای به‌کارگیری فناوری‌های توریتهای بخار نیروگاهی را ندارد. یک راهکار مناسب برای تربیت نیروی متخصص با دید صنعتی اعزام نیروی به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارج از کشور جهت کسب دانش و مهارت‌های لازم در حوزه فناوری‌های توریتهای بخاری می‌باشد.

لازمه اجرای مناسب این اقدام انجام فعالیت‌هایی همچون تدوین اساس‌نامه اعزام نیرو به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارجی، شناسایی افراد شایسته و واجد شرایط بر مبنای اساس‌نامه تدوین شده، ایجاد هماهنگی‌های لازم با سازمان‌های داخلی و مراکز خارجی برای اعزام نیرو و اعزام نیرو به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارجی است. لازم به ذکر است که در اساس‌نامه

تدوین شده شرایط لازم برای ثبت نام افراد در لیست اعزام به خارج از کشور، نحوه امتیازدهی و رتبه بندی افراد داوطلب اعزام، نحوه و اصول انتخاب مراکز تحقیقاتی-صنعتی خارجی برای اعزام نیرو باید به صورت واضح مشخص شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		حمایت مالی	نیروی انسانی	خدمات آزمایشگاهی و تجهیزات	کل		
تعداد متخصصان اعزام شده به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارج از کشور در سال	- پژوهشگاه نیرو، دانشگاه ها و شرکتهای خصوصی	۶۰۰	۴۰۰	-	۱۰۰۰	۱۰	اعزام نیروی متخصص به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارج از کشور جهت کسب دانش و مهارت های لازم در حوزه صنعتی سازی فناوری های توربین بخاری

۶) حمایت از تشکیل و فعالیت شرکتهای دانش بنیان در حوزه توربین بخاری

تشریح فعالیتها:

یکی از راهکارهای پیشنهادی برای کمک به تبدیل ایده دانش قابل ارائه به فناوری که منجر به تولید ثروت نیز می شود تأسیس و فعالیت شرکتهای دانش بنیان در حوزه مختلف از جمله فناوری های توربین بخاری در کشور می باشد. توسعه شرکتهای دانش بنیان می تواند هزینه های دستیابی به دانش فنی تولید فناوری های توربین بخاری در کشور را کاهش دهد. به منظور اجرای مناسب این اقدام لازم است که حمایت از شرکتهای دانش بنیان فعال در حوزه فناوری های توربین بخاری به صورت جهت دار و اصولی انجام پذیرد. از جمله فعالیت هایی که در راستای اجرای این اقدام باید انجام شود می توان به تدوین اساس نامه حمایت از تشکیل و فعالیت شرکتهای دانش بنیان، شناسایی شرکتهای دانش بنیان واجد شرایط، الزام شرکتهای فعال در صنعت برق به انعقاد قراردادهای تحقیقاتی با شرکتهای دانش بنیان منتخب و انجام رایزنی های لازم در جهت اعطای مشوق های مختلف به شرکتهای فعال در زمینه فناوری های توربین بخاری اشاره کرد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		حمایت مالی	نیروی انسانی	خدمات آزمایشگاهی و تجهیزات	کل		
تعداد شرکت‌های دانش‌بنیان فعال در حوزه فناوری توربین بخاری	- صندوق‌ها و مؤسسات مالی - معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری	۱۰۰۰۰	-	-	۱۰۰۰۰	۱۰	حمایت از تشکیل و فعالیت شرکت‌های دانش‌بنیان در حوزه توربین بخاری

پروژه های فنی

(۱) تهیه لیستی از نیروگاه‌های اولویت دار (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)

تعریف مختصر: در این پروژه باید لیستی از نیروگاه های بخاری اولویت دار که بهسازی و مدرنسازی باید در آنها صورت گیرد تهیه شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تعداد نیروگاه های اولویت بندی شده	پژوهشگاه ها و موسسات تحقیقاتی	-	۱۰۰۰	۵۰۰	۱۵۰۰	۱	تهیه لیستی از نیروگاه‌های اولویت دار
اقدام پیش نیاز							
-							

(۲) تعیین شرایط انتقال فناوری (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)

تعریف مختصر: در این پروژه باید وضعیت ۱۴ نیروگاه بخاری موجود برای بهسازی بررسی گردد و با توجه به آن شرایط انتقال فناوری برای آنها تعیین گردد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تعداد نیروگاه هایی که وضعیت آنها برای بهسازی و انتقال فناوری مورد بررسی قرار گرفته اند.	پژوهشگاه ها و موسسات تحقیقاتی	-	۱۵۰۰	-	۱۵۰۰	۱	تعیین شرایط انتقال فناوری
اقدام پیش نیاز							
تهیه لیستی از نیروگاههای اولویت دار							

۳) (بهسازی سطح ۱) اجرا در نیروگاههای منتخب (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)

تعریف مختصر: بازتوانی و بهسازی ۱ واحد نیروگاهی با توجه به پروژه ۲ باید در این مرحله صورت گیرد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تعداد نیروگاه هایی که بهسازی در سطح ۱ در آنها صورت گرفته	شرکت های دانش بنیان، شرکت های فناور	۴۵۰۰۰	۲۳۰۰۰	-	۶۸۰۰۰	۲	(بهسازی سطح ۱) اجرا در نیروگاههای منتخب
اقدام پیش نیاز							
تعیین شرایط انتقال فناوری							

۴) (بهسازی سطح ۲ - پره) اجرا در نیروگاههای منتخب (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)

تعریف مختصر: بازتوانی و بهسازی ۱ واحد نیروگاهی در سطح پره ها باید در این مرحله صورت گیرد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تعداد نیروگاه هایی که بهسازی در سطح ۲ در آنها صورت گرفته	شرکت های دانش بنیان، شرکت های فناوری	۱۱۱۰۰۰	۳۵۰۰۰	-	۱۴۶۰۰۰	۳	(بهسازی سطح ۲ - پره) اجرا در نیروگاه های منتخب
اقدام پیش نیاز							
تعیین شرایط انتقال فناوری							

۵) بهسازی سطح ۱ (اجرا در نیروگاه های اولویت دار مشابه) (بهسازی و مدرن سازی واحدهای بخاری)

تعریف مختصر: در این پروژه باید بهسازی سطح ۱، سالانه در ۲ واحد نیروگاهی اولویت دار اجرا شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تعداد نیروگاه های اولویت داری که بهسازی در سطح ۱ در آنها صورت گرفته	شرکت های دانش بنیان، شرکت های فناوری	۴۵۰۰۰	۲۰۰۰	-	۴۷۰۰۰	۴	بهسازی سطح ۱ (اجرا در نیروگاه های اولویت دار مشابه)
اقدام پیش نیاز							
(بهسازی سطح ۱) اجرا در نیروگاه های منتخب							

۶) امکان سنجی برای سایر نیروگاه ها و انتخاب در سطح ۱ (بهسازی و مدرن سازی واحدهای بخاری)

تعریف مختصر: در این پروژه امکان سنجی فنی و اقتصادی جهت بهسازی و مدرن سازی نیروگاه ها در سطح ۱، در سالانه ۲ نیروگاه

صورت می گیرد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
امکان سنجی فنی و اقتصادی بهسازی نیروگاه ها در سطح ۱ و انتخاب نیروگاه مناسب	شرکت های دانش بنیان، شرکت های فناور	-	۱۰۰۰	-	۱۰۰۰	۲	امکان سنجی برای سایر نیروگاه ها و انتخاب در سطح ۱
اقدام پیش نیاز							
بهسازی سطح ۱ (اجرا در نیروگاه های اولویت دار مشابه)							

۷) امکان سنجی برای سایر نیروگاه ها و انتخاب در سطح ۲ (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)

تعریف مختصر: در این پروژه امکان سنجی فنی و اقتصادی جهت بهسازی و مدرنسازی نیروگاه ها در سطح ۲ (پره) در حداقل یک نیروگاه صورت می گیرد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
امکان سنجی فنی و اقتصادی بهسازی نیروگاه ها در سطح ۲ و انتخاب نیروگاه مناسب	شرکت های دانش بنیان، شرکت های فناور	-	۱۰۰۰	-	۱۰۰۰	۲	امکان سنجی برای سایر نیروگاه ها و انتخاب در سطح ۲
اقدام پیش نیاز							
بهسازی سطح ۲ - پره (اجرا در نیروگاه های منتخب)							

۸) اجرا در سایر نیروگاه های منتخب در سطح ۱ (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)

تعریف مختصر: در این پروژه بهسازی نیروگاه ها در سطح ۱ حداقل در ۲ واحد نیروگاهی اجرا

می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تعداد نیروگاه های منتخبی که بهسازی در سطح ۱ در آنها صورت گرفته	شرکت های دانش بنیان، شرکت های فناوری	خارج از حوزه کاری وزارت نیرو				۶	اجرا در سایر نیروگاه های منتخب در سطح ۱
اقدام پیش نیاز							
امکان سنجی برای سایر نیروگاه ها و انتخاب در سطح ۱							

۹) اجرا در سایر نیروگاه های منتخب در سطح ۲ (بهسازی و مدرن سازی واحدهای بخاری)

تعریف مختصر: در این پروژه بهسازی نیروگاه ها در سطح ۲ حداقل در ۲ واحد نیروگاهی اجرا

می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تعداد نیروگاه های منتخبی که بهسازی در سطح ۲ در آنها صورت گرفته	شرکت های دانش بنیان، شرکت های فناوری	خارج از حوزه کاری وزارت نیرو				۶	اجرا در سایر نیروگاه های منتخب در سطح ۲
اقدام پیش نیاز							
امکان سنجی برای سایر نیروگاه ها و انتخاب در سطح ۲							

۱۰) امکان سنجی و انتخاب واحدهای اولویت دار برای کل نیروگاه ها برای اصلاح سیستم برج خنک کن

(بهسازی و مدرن سازی واحدهای بخاری)

تعریف مختصر: در این پروژه امکان سنجی فنی و اقتصادی برای اصلاح سیستم برج خنک کن نیروگاه ها در حداقل ۱۰ نیروگاه صورت می گیرد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تعداد نیروگاه هایی که امکان سنجی برای اصلاح سیستم برج خنک کن در آنها صورت گرفته	پژوهشگاه ها و موسسات تحقیقاتی، شرکت های مشاور	-	۴۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰۰	۱	امکان سنجی و انتخاب واحدهای اولویت دار برای کل نیروگاه ها برای اصلاح سیستم برج خنک کن
اقدام پیش نیاز							
-							

(۱۱) امکان سنجی، انتخاب، تعیین شرایط انتقال فناوری (توربینهای بخاری سیکل ترکیبی)

تعریف مختصر: توسعه توربین های بخاری سیکل ترکیبی وابسته به توربین گازی، ظرفیت نهایی و موقعیت نصب آن و همچنین آرایش تعداد ترکیبی آن دارد لذا فاز امکان سنجی و انتخاب توربین بخار سیکل ترکیبی و شرایط انتقال فناوری در ابتدای اقدامات توسعه فناوری سیکل ترکیبی در نظر گرفته شده است.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
انجام مطالعات و تعیین اولویت بندی برای شرایط انتقال	توانیر، شرکت های داخلی تولیدکننده توربین	-	۵۰۰	-	۵۰۰	۱	امکان سنجی، انتخاب، تعیین شرایط انتقال فناوری
اقدام پیش نیاز							
-							

(۱۲) انتقال فناوری توربین بخاری منتخب (توربینهای بخاری سیکل ترکیبی)

تعریف مختصر: انتقال فناوری توربین منتخب سیکل ترکیبی از محدوده کاری وزارت نیرو خارج شده و بر اساس توانمندی شرکت های سازنده داخلی به آنها واگذار می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
انتقال فناوری توربین بخاری منتخب	شرکت های داخلی تولیدکننده توربین	خارج از حوزه کاری وزارت نیرو				۸	انتقال فناوری توربین بخاری منتخب
اقدام پیش نیاز							
امکان سنجی، انتخاب، تعیین شرایط انتقال فناوری							

۱۳) امکان سنجی و انتخاب توربین (توسعه فناوری فوق بحرانی)

تعریف مختصر: فناوری توربین بخاری خود متشکل از چندین فناوری است که به یک جزء یکپارچه بنام توربین بخاری تبدیل شده است. بنابراین در این پروژه به امکان سنجی و انتخاب توربین مناسب فوق بحرانی جهت انجام مطالعات می پردازیم.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
امکان سنجی و انتخاب توربین مناسب	توانیر، شرکت مادر تخصصی تولید، پژوهشگاه نیرو، شرکت های داخلی تولیدکننده توربین	-	۵۰۰	-	۵۰۰	۱	امکان سنجی و انتخاب توربین
اقدام پیش نیاز							
-							

۱۴) شناسایی اجزاء توربین بخاری نمونه (توسعه فناوری فوق بحرانی)

تعریف مختصر: در این پروژه به تعیین اجزای اولویت دار بخش های مختلف توربین فوق بحرانی پرداخته می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
شناسایی اجزاء توربین بخاری نمونه	شرکت های دانش بنیان	-	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲	شناسایی اجزاء توربین بخاری نمونه
اقدام پیش نیاز							
امکان سنجی و انتخاب توربین							

۱۵) بهسازی توربین بخاری نمونه (طراحی اجزای منتخب توربین بخاری نمونه) (توسعه فناوری فوق بحرانی)

تعریف مختصر: در این پروژه باید طراحی حداقل ۲۵ درصد اجزای منتخب توربین بخاری نمونه، صورت گیرد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
میزان طراحی صورت گرفته برای توربین بخاری	دانشگاه ها، شرکت های خصوصی	۳۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	۵	بهسازی توربین بخاری نمونه (طراحی اجزای منتخب توربین بخاری نمونه)
اقدام پیش نیاز							
شناسایی اجزاء توربین بخاری نمونه							

۱۶) ساخت و تست توربین بهسازی شده (توسعه فناوری فوق بحرانی)

تعریف مختصر: در این پروژه باید اجزای منتخب توربین فوق بحرانی ساخته و نصب شود و مورد تست قرار بگیرد و ساخت تعدادی از قطعات بومی شده باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تعداد قطعاتی که ساخت آنها بومی شده	شرکت های دانش بنیان، شرکت های خصوصی، شرکت مادر تخصصی	۳۰ میلیون دلار	-	-	۳۰ میلیون دلار	۴	ساخت و تست توربین بهسازی شده
اقدام پیش نیاز							
بهسازی توربین بخاری نمونه							

۱۷) ارتقاء شرایط بخار توربین - طراحی توربین فوق بحرانی پیشرفته (توسعه فناوری فوق بحرانی)

تعریف مختصر: در این پروژه طراحی توربین فوق بحرانی پیشرفته صورت می گیرد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
میزان طراحی صورت گرفته برای توربین بخاری	شرکت های دانش بنیان، دانشگاه ها	۳۰۰۰۰	-	-	۳۰۰۰۰	۳	ارتقاء شرایط بخار توربین - طراحی توربین فوق بحرانی پیشرفته
اقدام پیش نیاز							
ساخت و تست توربین بهسازی شده							

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 برآورد 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 بودجه و زمان مورد نیاز به همراه متولی هر طرح ذکر گردید.

۳- 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
۲-۱- شناسایی شاخص های ارزیابی	۲
۲- برنامه به روزرسانی و بازنگری طرح توسعه فناوری توربین های بخار نیروگاهی	۶
۱-۲- مقدمه	۶
۲-۲- سازوکار ارزیابی و بروزرسانی	۶
۳-۲- مکانیزم عملکرد	۷
۴-۲- جمع بندی و نتیجه گیری	۸
۳- مراجع	۹

فهرست جداول

- جدول (۱-۱): شاخص‌ها و معیارهای شناسایی شده برای ارزیابی سطح تحقق چشم‌انداز سند راهبردی توسعه فناوری توریتهای بخار نیروگاهی..... **Error! Bookmark not defined.**
- جدول (۲-۱): شاخص‌ها و معیارهای شناسایی شده برای ارزیابی سطح تحقق چشم‌انداز سند راهبردی توسعه فناوری توریتهای بخار نیروگاهی..... ۳
- جدول (۳-۱): شاخص‌ها و معیارهای شناسایی شده برای ارزیابی میزان تحقق اهداف سند راهبردی توسعه فناوری توریتهای بخار نیروگاهی..... ۳
- جدول (۴-۱): شاخص‌های شناسایی شده برای ارزیابی پروژه‌های فنی سند راهبردی توسعه فناوری توریتهای بخار نیروگاهی..... ۴
- جدول (۴-۲): شاخص‌های شناسایی شده برای ارزیابی اقدامات غیر فنی سند راهبردی توسعه فناوری توریتهای بخار نیروگاهی..... ۵
- جدول (۵-۱): شاخص‌های کلیدی پروژه‌های فنی سند راهبردی توسعه فناوری توریتهای بخار نیروگاهی..... ۸

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 همین راستا باید شاخص‌ها مشخص کننده ابعاد زیر باشند:

(الف) کمیت (چقدر)

(ب) کیفیت (چگونه)

(ج) زمان (چه موقع)

(د) محل (کجا)

لازم به ذکر است که در برخی از شاخص‌ها ممکن است ابعاد چهارگانه فوق قابل تعریف نباشند، به عنوان مثال ممکن است

محل در مورد یک شاخص فنی تعریف‌پذیر نباشد که در این حالت از بررسی این بعد خاص صرف‌نظر می‌شود.

در تعریف شاخص‌ها باید ویژگی‌های زیر را در نظر گرفت:

(الف) اساسی بودن: یعنی جنبه اساسی یک سطح خاص را منعکس نماید.

ب) واقعی بودن: هر شاخص باید منعکس کننده یک واقعیت (نه تصور ذهنی) بوده و برای همگان مفهوم واحدی را القا نماید.

ج) قابل قبول بودن: باید امکان تغییرات شاخص به تحقق یا عدم تحقق مقصود وجود داشته باشد.

د) مبتنی بر داده‌های قابل کسب بودن: داده‌های لازم برای اندازه‌گیری شاخص باید در دسترس باشد.

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 و 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)

۱-۲- شناسایی شاخص‌های ارزیابی

با توجه به موارد مطرح شده، در این بخش شاخص‌ها در دو سطح کلان و خرد طراحی شده‌اند. با پیمایش شاخص‌های کلان می‌توان تحقق چشم‌انداز و اهداف کلان را بررسی کرده و با تعریف شاخص‌های خرد در سطح اقدامات می‌توان میزان تحقق

اقدامات را ارزیابی نمود. در ادامه شاخص‌های تعیین شده برای بررسی تحقق چشم‌انداز، اهداف، پروژه‌های فنی و اقدامات غیر فنی به ترتیب در (Error! Reference source not found.) تا (۲-۴) ارائه شده است.

متن چشم‌انداز به شرح زیر است:

در راستای اهداف کلان وزارت نیرو در افق ۱۴۰۴، تامین برق پایه مطمئن و پایا و تلاش برای توسعه دانش بنیان، توانمندی جمهوری اسلامی ایران در فناوریهای اولویت‌دار توربین‌های بخار نیروگاهی در جایگاه مناسبی از خودکفایی قرار داشته باشد.

با توجه به متن چشم‌انداز، شاخص و معیار لازم جهت ارزیابی سطح تحقق چشم‌انداز در جدول ۲-۱ آورده شده است.

جدول (۱-۱): شاخص‌ها و معیارهای شناسایی شده برای ارزیابی سطح تحقق چشم‌انداز سند راهبردی توسعه فناوری توربین‌های بخار نیروگاهی

ردیف	شاخص	معیار ارزیابی
۱	وضعیت دانش فنی ساخت تجهیزات مبتنی بر فناوری توربین‌های بخار نیروگاهی	دستیابی به دانش فنی ساخت و بهره‌برداری تجهیزات مبتنی بر فناوری توربین‌های بخار نیروگاهی

جدول (۱-۱): شاخص‌ها و معیارهای شناسایی شده برای ارزیابی میزان تحقق اهداف سند راهبردی توسعه فناوری توربین‌های بخار نیروگاهی

ردیف	هدف	شاخص	معیار ارزیابی
۱	دستیابی به راندمان ۴۰٪ توربین بخاری ساخت داخل در طی ۱۰ سال	راندمان توربین بخار ساخت داخل	۴۰٪ در طی ۱۰ سال
۲	دستیابی به توان ۵۰۰ مگاوات توربین بخاری به منظور ساخت داخل تا افق ۱۴۰۴	توان توربین بخاری ساخت داخل	۵۰۰ مگاوات در طی ۱۰ سال
۳	دستیابی به توان ساخت توربین بخاری زیر بحرانی	تعداد نمونه ساخته شده	حداقل دو نمونه
۴	افزایش سطح توانمندی فناورانه در ارتقای واحدهای بخاری موجود	تعداد واحدهای بخاری ارتقا یافته	حداقل دو واحد بخاری در سال
۵	سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه	تعداد طرح‌های جدید ارائه شده	حداقل دو طرح در هر سال

جدول (۲-۱): شاخص‌های شناسایی شده برای ارزیابی پروژه‌های فنی سند راهبردی توسعه فناوری توربین‌های بخار نیروگاهی

ردیف	اقدام فنی	شاخص	معیار
۱	تهیه لیستی از نیروگاه‌های اولویت‌دار (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	تعداد نیروگاه‌های اولویت بندی شده	۱۴ نیروگاه
۲	تعیین شرایط انتقال فناوری (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	تعداد نیروگاه‌هایی که وضعیت آنها برای بهسازی و انتقال فناوری مورد بررسی قرار گرفته‌اند.	۱۴ نیروگاه
۳	(بهسازی سطح ۱) اجرا در نیروگاه‌های منتخب (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	تعداد نیروگاه‌هایی که بهسازی در سطح ۱ در آنها صورت گرفته	۱ واحد نیروگاهی
۴	(بهسازی سطح ۲ - پره) اجرا در نیروگاه‌های منتخب (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	تعداد نیروگاه‌هایی که بهسازی در سطح ۲ در آنها صورت گرفته	۱ واحد نیروگاهی
۵	(بهسازی سطح ۱) اجرا در نیروگاه‌های اولویت دار مشابه (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	تعداد نیروگاه‌های اولویت داری که بهسازی در سطح ۱ در آنها صورت گرفته	۲ واحد نیروگاهی در سال
۶	امکان سنجی برای سایر نیروگاه‌ها و انتخاب در سطح ۱ (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	امکان سنجی فنی و اقتصادی بهسازی نیروگاه‌ها در سطح ۱ و انتخاب نیروگاه مناسب	۲ واحد نیروگاهی در سال
۷	امکان سنجی برای سایر نیروگاه‌ها و انتخاب در سطح ۲ (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	امکان سنجی فنی و اقتصادی بهسازی نیروگاه‌ها در سطح ۲ و انتخاب نیروگاه مناسب	امکان سنجی در حداقل یک واحد
۸	اجرا در سایر نیروگاه‌های منتخب در سطح ۱ (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	تعداد نیروگاه‌های منتخبی که بهسازی در سطح ۱ در آنها صورت گرفته	حداقل ۲ واحد در سال
۹	اجرا در سایر نیروگاه‌های منتخب در سطح ۲ (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	تعداد نیروگاه‌های منتخبی که بهسازی در سطح ۲ در آنها صورت گرفته	حداقل ۲ واحد در سال
۱۰	امکان سنجی و انتخاب واحدهای اولویت دار برای کل نیروگاه‌ها برای اصلاح سیستم برج خنک کن (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	تعداد نیروگاه‌هایی که امکان سنجی برای اصلاح سیستم برج خنک کن در آنها صورت گرفته	۱۰ نیروگاه
۱۱	امکان سنجی، انتخاب، تعیین شرایط انتقال فناوری (توربینهای بخاری سیکل ترکیبی)	انجام مطالعات و تعیین اولویت بندی برای شرایط انتقال	انتشار اولویت بندی برای انتقال فناوری
۱۲	انتقال فناوری توربین بخاری منتخب (توربینهای بخاری سیکل ترکیبی)	انتقال فناوری توربین بخاری منتخب	انتقال فناوری توربین بخاری بر اساس توانمندی شرکت‌های سازنده داخلی
۱۳	امکان سنجی و انتخاب توربین (توسعه فناوری فوق بحرانی)	امکان سنجی و انتخاب توربین مناسب	تعیین توربین فوق بحرانی جهت انجام مطالعات

ردیف	اقدام فنی	شاخص	معیار
۱۴	شناسایی اجزاء توربین بخاری نمونه (توسعه فناوری فوق بحرانی)	شناسایی اجزاء توربین بخاری نمونه	تعیین اجزای اولویت دار یخش های مختلف توربین فوق بحرانی
۱۵	بهسازی توربین بخاری نمونه (طراحی اجزای منتخب توربین بخاری نمونه) (توسعه فناوری فوق بحرانی)	میزان طراحی صورت گرفته برای توربین بخاری	طراحی حداقل ۲۵٪ اجزای منتخب توربین
۱۶	ساخت و تست توربین بهسازی شده (توسعه فناوری فوق بحرانی)	تعداد قطعاتی که ساخت آنها بومی شده	حداقل ۲۵٪
۱۷	ارتقاء شرایط بخار توربین - طراحی توربین فوق بحرانی پیشرفته (توسعه فناوری فوق بحرانی)	میزان طراحی صورت گرفته برای توربین بخاری	طراحی حداقل ۲۵٪ اجزای منتخب توربین

جدول (۵-۱): شاخص‌های شناسایی شده برای ارزیابی اقدامات غیر فنی سند راهبردی توسعه فناوری توربین های بخار نیروگاهی

ردیف	اقدام غیر فنی	شاخص	معیار
۱	حمایت از انجام پایان‌نامه‌ها و مقالات در حوزه توربین بخاری	تعداد پایان‌نامه‌ها و مقالات حمایت شده در هر سال	۲۰ پایان نامه در ۵ سال اول ۶۰ عدد در ۵ سال دوم ۸۰ عدد در ۵ سال سوم
۲	ایجاد و به‌روزرسانی یک بانک اطلاعاتی مناسب برای استفاده پژوهشگران این حوزه و به اشتراک گذاشتن دانش تولید شده توسط آن‌ها در این بانک اطلاعاتی	- تعداد سازمان های پوشش داده شده - تعداد مقالات و پروژه های ثبت شده	هر سال ۳ سازمان هر سال ۵۰ عدد مقاله
۳	تعریف پروژه‌های مشترک در زمینه توسعه فناوری‌های توربینهای بخاری میان دانشگاه‌ها و صنعت برق	تعداد طرح‌های توسعه فناوری‌های توربین بخاری تعریف شده مابین صنعت و دانشگاه	هر سال ۱۰۰ میلیون تومان حمایت گردد.
۴	برگزاری دوره‌های کوتاه‌مدت و کارگاه‌های آموزشی برای صنایع مرتبط با فناوری توربین بخاری	تعداد دوره‌های کوتاه‌مدت و کارگاه‌های آموزشی برگزار شده در سال	۴ دوره آموزشی در سال
۵	اعزام نیروی متخصص به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارج از کشور جهت کسب دانش و مهارت‌های لازم در حوزه فناوری‌های توربین بخاری	تعداد متخصصان اعزام شده به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارج از کشور در سال	هر سال ۵ نفر
۶	حمایت از تشکیل و فعالیت شرکت‌های دانش‌بنیان در حوزه توربین بخاری	تعداد شرکت‌های دانش‌بنیان فعال در حوزه فناوری توربین بخاری	هر سال ۴ شرکت

۲- برنامه به‌روزرسانی و بازنگری طرح توسعه فناوری توربین های بخار نیروگاهی

۲-۱- مقدمه

پس از تعیین شاخص‌های ارزیابی سالانه و شاخص‌های کلیدی، حال نوبت آن است تا مکانیزم ارزیابی و بروزرسانی سند مشخص شود. در ادامه این سازوکار تشریح می‌گردد.

۲-۲- 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 توربین های بخار 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 حیطة 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 توربین های بخار 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 برنامه ریزی و تحقیقات وزارت نیرو، توانیر، شرکت مپنا و نمایندگانی از دانشگاه‌ها که در حوزه توربین های بخار نیروگاهی به فعالیت و تحقیق مشغول اند.

از جمله وظایف اصلی این کمیته می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ↔ سیاست‌گذاری اجرایی، راهبری، هماهنگی و ایجاد ارتباطات بین دستگاهی لازم برای توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق
- ↔ نظارت و پیگیری اجرای دقیق و کامل مفاد سند
- ↔ پایش شاخص‌های عملکردی و اثربخشی
- ↔ بررسی طرح‌ها و برنامه‌های بخشی و فرابخشی، و نظارت بر اجرای صحیح اقدامات
- ↔ تصمیم‌گیری برای تخصیص بودجه‌ها به پروژه‌های اجرایی

۲-۳- مکانیزم عملکرد

باید مکانیزمی برای انجام فعالیت‌های ارزیابی در نظر گرفته شود. همان‌طور که اشاره شد، از جمله وظایف اصلی اعضای کمیته توربین‌های بخار نیروگاهی نظارت و پیگیری اجرای دقیق و کامل مفاد سند و پایش شاخص‌های عملکردی و اثربخشی می‌باشد. لذا اعضای مرکز جهت انجام وظایف در نظر گرفته شده می‌بایست جلسات منظم (۳ ماه یک‌بار) برگزار کرده و در فاصله بین جلسات از طریق همکاری و اخذ آمار و گزارش‌ها از دستگاه‌های متولی حوزه‌های مرتبط شاخص‌های تعیین شده را ارزیابی کرده و پس از نهایی‌سازی و تلفیق آن‌ها گزارش آن را در دوره‌های زمانی ۳ ماهه به وزارت نیرو اعلام نماید. اعضای کمیته موظف‌اند طبق نتایج حاصل از ارزیابی شاخص‌ها، اقدامات لازم را جهت اطمینان از تحقق سند در افق ۱۰ ساله، اتخاذ کنند.

همچنین کمیته موظف است فناوری‌های مرتبط و در حال توسعه مرتبط با حوزه فناوری توربین‌های بخار نیروگاهی را رصد کند و گزارش آن را طی دوره‌های زمانی ۲ ساله به وزارت نیرو ارائه نماید.

با توجه به روند تحولات و نیز وضعیت پیشرفت سند، لازم است سند مورد بازبینی و تجدیدنظر قرار گیرد. دوره طبیعی بازبینی سند ۱ ساله می‌باشد و در صورتی که شاخص‌های کلیدی سند ارضا نشده باشند لازم است که خارج از دوره طبیعی، بازبینی بخشی یا کلی صورت بگیرد که با توجه شاخص‌های معرفی شده در فصل قبل شاخص‌های کلیدی در جدول (۱-۳) آمده است:

جدول (۱-۲): شاخص‌های کلیدی پروژه‌های فنی سند راهبردی توسعه فناوری توربین‌های بخار نیروگاهی

ردیف	اقدام	شاخص کلیدی
۱	تهیه لیستی از نیروگاه‌های اولویت دار (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	تعداد نیروگاه‌های اولویت بندی شده
۲	تعیین شرایط انتقال فناوری (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	تعداد نیروگاه‌هایی که وضعیت آنها برای بهسازی و انتقال فناوری مورد بررسی قرار گرفته‌اند.
۳	امکان‌سنجی و انتخاب واحدهای اولویت دار برای کل نیروگاه‌ها برای اصلاح سیستم برج خنک کن (بهسازی و مدرنسازی واحدهای بخاری)	تعداد نیروگاه‌هایی که امکان‌سنجی برای اصلاح سیستم برج خنک کن در آنها صورت گرفته
۴	امکان‌سنجی، انتخاب، تعیین شرایط انتقال فناوری (توربینهای بخاری سیکل ترکیبی)	انجام مطالعات و تعیین اولویت بندی برای شرایط انتقال
۵	امکان‌سنجی و انتخاب توربین (توسعه فناوری فوق بحرانی)	امکان‌سنجی و انتخاب توربین مناسب

۲-۴- 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 توربین‌های بخار 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 توربین‌های بخار نیروگاهی تشکیل می‌شود و پیشرفت طرح را مورد ارزیابی قرار داده و برنامه‌ها را بروزرسانی 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.

۳- 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/>