ریاست جمهوری
معاونت علمی و فناوری

برنامه توسعه توانمندی‌های فناوری و مهندسی حوزه نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتاییک

تابستان ۱۳۹۷

بسم الله الرحمن الرحیم

الحمد لله رب العالمین و صلی الله علی نبینا محمد و آله الطاهرین

برنامه توسعه توانمندی‌های فناوری و مهندسی حوزه نیروگاه‌های خورشیدی فتولتاییک

نسخه اولیه – غیر قابل استناد

ریاست جمهوری
معاونت علمی و فناوری

تهران، جمهوری اسلامی ایران
تابستان ۱۳۹۷

طرح دیدگاه‌های مطرح شده در این گزارش به معنای تأیید آن‌از جانب معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری نیست.

نسخه اولیه – غیر قابل استناد

جمهوری اسلامی ایران
ریاست جمهوری
معاونت علمی و فناوری

عنوان گزارش: برنامه توسعه توانمندی‌های فناوری و مهندسی حوزه نیروگاه‌های خورشیدی فتولتاییک
مدیر پروژه:
مجری:
ناظر پروژه:
همکاران پروژه:
تایپ و صفحه‌آرایی:
ناشر:
چاپ و صحافی:
نوبت چاپ: اول (تابستان ۱۳۹۷)، ... جلد

نشانی: تهران، خیابان ملاصدرا، خیابان شیخ بهایی شمالی، کوچه لادن
کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر، متعلق به معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری بوده و هرگونه بهره‌برداری از مطالب آن با ذکر منبع، مجاز می‌باشد.

پیشگفتار

جمهوری اسلامی ایران پس از انقلاب اسلامی به دنبال ارتقای فناوری داخلی و بومی‌سازی صنایع شاخص موردنیاز کشور بوده است. در این راستا، برجام بستری را فراهم نموده است تا بتوان در کنار توسعه دانش‌بنیان علم و فناوری، توسعه فناوری به صورت انتقال فناوری را مهیا نمود. استفاده از توان خارجی در توسعه فناورانه کشور که در قالب قراردادهای بین‌المللی با شرکت‌ها و موسسات خارجی انجام می‌گیرد در صورت عدم لحاظ‌کردن منافع داخلی می‌تواند تنها به صورت واردات کالا و خدمات و خروج ارز از کشور اجرا شود و هیچ‌گونه تقویت توان علمی و فنی داخلی را به دنبال نداشته باشد. برنامه توسعه علم و فناوری که دربرگیرنده پیوست‌های فناوری برای قراردادهای بین‌المللی کشور است بنیانی را فراهم می‌آورد تا توسعه توان فناوارنه بومی جزئی جدایی‌ناپذیر از این دست قراردادها باشد.

سند حاضر برنامه توسعه توانمندی‌های فناوری و مهندسی حوزه نیروگاه‌های خورشیدی فتولتاییک است. این سند به صورت جامع سازوکاری را ارایه می‌دهد که به واسطه آن ارتقای توان فناورانه داخلی در قراردادهای ذکرشده تضمین شود. این سند با نگاهی همه‌جانبه و آینده‌نگر، راهکارهایی قانونی و حتی‌الامکان جامع برای این منظور پیشنهاد کرده است.

مهم‌ترین اهداف موردنظر در تدوین سند حاضر همان‌گونه که در نظام‌نامه پیوست فناوری و توسعه توانمندی‌های داخلی در قراردادهای بین‌المللی و طرح‌های مهم ملی مصوب ستاد فرماندهی اقتصاد مقاومتی آمده است، عبارتند از:

- واگذاری انجام کار به شـرکت های ایرانی با همکاری بین شـرکت های ایرانی و خارجی (انتقال دانش طراحی و مدیریت طرح / محصول)
- حداکثر بکارگیری منابع انسـانی متخصـص ایرانی در اجرای طرح و ارتقاء دانش تخصـصـی و مهارت نیروی انسانی
- انتقال فناوری به شـرکت های داخلی و حداکثر تامین مواد مورد نیاز پروژه و اجرای آنها از داخل کشور
- انتقال فناوری تعمیر، نگهداری و بهره برداری
- صـادرات محور بودن همکاری شـرکت مجری داخلی و خارجی و ورود شـرکت های ایرانی به زنجیره تامین بین المللی شرکت های خارجی
- مشارکت در فعالیت های توسعه کارآفرینی دانش بنیان
- تحقیق و توسعه مشترک با مراکز علمی، پژوهشی دارای مجوز و شرکت های دانش بنیان داخلی

نسخه اولیه – غیر قابل استناد

فهرست

نسخه اولیه - غیر قابل استناد

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه ۱

۱-۱-ظرفیت منصوبه نیروگاهی در جهان..... ۶

۱-۲- تحلیل تقاضای بین الملل..... ۷

۱-۳-ضرورت توجیه‌پذیری و آینده سیستم‌های فتوولتاییک..... ۱۸

فصل دوم: تجزیه و تحلیل بازار داخلی ۲۵

۲-۱- سازمان انرژی‌های نو ایران ۲۶

۲-۲-تحلیل عرضه و تقاضا در ایران ۲۶

۲-۳- سهم انرژی‌های تجدیدپذیر..... ۲۸

۲-۴-وضعیت پروژه‌های داخلی..... ۳۰

فصل سوم: شناسایی فعالیت‌های ارزش‌زا در زنجیره تامین ۳۵

۳-۱-تعیین فعالیتهای اصلی در زنجیره ارزش نیروگاههای خورشیدی..... ۳۷

فصل چهارم: احصای توانمندی‌های فناورانه و ایجاد بانک اطلاعاتی ظرفیت‌های داخلی ۴۳

۱-۴- تشریح اجزای تشکیل دهنده حوزه نیروگاه خورشیدی فتوولتاییک ۴۴

۲-۴- فناوری سیلیکون کریستالی ۴۵

۳-۴- بررسی توانمندی تولید داخلی در حوزه نیروگاه فتوولتاییک ۵۱

۴-۴- بررسی توانمندی تولید داخلی در حوزه نیروگاه فتوولتاییک ۵۹

فصل پنجم: اهداف توسعه فناوری ۶۲

۱-۵- بررسی جذابیت و توانمندی تجهیزات و مراحل مختلف احداث و بهره‌برداری از نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتاییک ۶۴

فصل ششم: پیشنهادهای سیاستی برای ارتقا بومی‌سازی نیروگاه‌خورشیدی فتوولتاییک . ۶۸

۱-۶- دسته‌بندی انواع سیاست‌های مربوط به انرژی خورشیدی ۶۹

۲-۶- تعیین چالش‌ها ۷۴

۳-۶- چالش‌های ساختاری بخش انرژی خورشیدی فتوولتاییک ۷۵

۴-۶- سیاست‌ها و اقدامات حوزه توسعه فناوری‌های خورشیدی ۸۰

۵-۶- شناسایی موانع و مشکلات توسعه فناوری‌های مرتبط انرژی خورشیدی ۸۰

۶-۶- مرحله اول: تعیین مرز سیستم ۸۲

۷-۶- مرحله دوم: شناسایی فاز توسعه نظام نوآوری فناورانه ۸۳

۸-۶- بررسی نشانه‌های تحقق مراحل توسعه نظام ۸۶

۹-۶- جمع‌بندی فاز توسعه نظام ۸۸

۱۰-۶- مرحله سوم: تعیین موتور متناسب با فاز توسعه نظام ۸۸

۱۱-۶- مرحله چهارم: تعیین کارکردهای کلیدی، حمایتی و حاشیه‌ای ۸۹

۱۲-۶- مرحله پنجم: تحلیل توأمان کارکردی- ساختاری ۹۰

۱۳-۶- تحلیل وضعیت کارکرد کارآفرینی (کارکرد کلیدی) ۹۱

۱۴-۶- تحلیل نهایی کارکرد توسعه دانش ۹۷

۱۵-۶- تحلیل وضعیت کارکرد تأمین و تسهیل منابع (کارکرد حمایتی) ۹۷

۱۶-۶- تحلیل نهایی کارکرد تأمین و تسهیل منابع ۹۸

۱۷-۶- تحلیل وضعیت کارکرد انتشار دانش (کارکرد حمایتی) ۹۹

۱۸-۶- تحلیل نهایی کارکرد انتشار دانش ۱۰۰

۱۹-۶- تحلیل وضعیت کارکرد جهت‌دهی به سیستم (کارکرد حمایتی) ۱۰۱

۲۰-۶- تحلیل نهایی کارکرد جهت‌دهی به سیستم ۱۰۲
۲۱-۶- تحلیل وضعیت کارکرد مشروعیت‌بخشی (کارکرد حاشیه‌ای) ۱۰۲
۲۲-۶- تحلیل نهایی کارکرد مشروعیت‌بخشی ۱۰۳
۲۳-۶- تحلیل وضعیت کارکرد شکل‌دهی بازار (کارکرد حاشیه‌ای) ۱۰۴
۲۴-۶- تحلیل خروجی کارکرد شکل‌دهی بازار ۱۰۴
۲۵-۶- تحلیل نهایی کارکرد شکل‌دهی بازار ۱۰۴
۲۶-۶- جمع‌بندی خروجی نظام نوآوری فناوری انرژی خورشیدی ۱۰۵
۲۷-۶- نگاشت نهادی ۱۱۲
۲۸-۶- سیاستهای راهبردی و نقدی بر وضعیت و سیاستهای موجود ۱۱۲

فصل هفتم: منابع و مراجع ۱۲۳

نسخه اولیه - غیر قابل استناد

فهرست اشکال

شکل ۱-روند حمایت ایالات متحده امریکا از انرژی‌های تجدیدپذیر- میلیارد دلار [1] ۵
شکل ۲-روند حمایت اتحادیه اروپا از انرژی‌های تجدیدپذیر- میلیارد دلار [1] ۵
شکل ۳- ظرفیت نصب شده برق با توجه به منابع برای سال‌های ۱۹۷۴ تا ۲۰۱۴ [3] ۷
شکل ۴- تغییر در انرژی مورد تقاضای جهان برای سال ۲۰۴۰ نسبت به سال ۲۰۱۴ [1] ۸
شکل ۵- پیش‌بینی تولید برق با توجه به منابع برای سال ۲۰۴۰ [1] ۸
شکل ۶- روند مصرف انرژی جهان [1] ۹
شکل ۷- مصرف انرژی جهانی در سه سناریوی رشد اقتصادی [3] ۹
شکل ۸- مصرف انرژی در مناطق غیر OECD به تفکیک منطقه [3] ۱۰
شکل ۹- مصرف انرژی به تفکیک بخش در سال ۲۰۴۰ [3] ۱۱
شکل ۱۰- رشد اقتصادی و تولید ناخالص داخلی ملل عضو و غیر عضو سازمان توسعه و همکاری اقتصادی [3] ۱۲
شکل ۱۱-مقایسه انرژی تولیدی و رشد اقتصادی و انتشار کربن [3] ۱۲
شکل ۱۲- ظرفیت منصوبه و تولید ناویژه اتمی و انرژی‌های تجدیدپذیر طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۴ [۱۴] ۲۹
شکل ۱۳- ظرفیت منصوبه انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش نیروگاهی کشور طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۴ ..... ۲۹
شکل ۱۴-زنجیره ارزش تولید و خدمات نیروگاه¬های خورشیدی فتوولتاییک ۴۰
شکل ۱۵- فناوری از لحاظ چرخه عمر ۵۱
شکل ۱۶-فرآیند توسعه فناوری رویکرد STI ۵۳
شکل ۱۷- فرآیند توسعه فناوری رویکرد DUI ۵۳
شکل ۱۸- قطعات اصلی به کار رفته در نیروگاه خورشیدی ۵۶
شکل ۱۹-سطح پیچیدگی و تغییرات فناوری قطعات و تجهیزات به‌کار رفته در نیروگاه‌های فتوولتاییک ۵۶
شکل ۲۰-وضعیت توانمندی داخلی در حوزه نیروگاههای خورشیدی فتوولتاییک ۶۰
شکل ۲۱-نشانه‌های تحقق مراحل توسعه نظام فناوری ۸۷
شکل ۲۲- موتورهای متناسب با مراحل توسعه نظام فناوری ۸۹
شکل ۲۳- موتور محرک کارآفرینی ۹۰
شکل ۲۴- وضعیت کارکردهای نظام توسعه نظام فناوری بخش انرژی خورشیدی ۱۰۶
شکل ۲۵- ارتباط دو کارکرد توسعه دانش و کارآفرینی در موتور محرک کارآفرینی ۱۰۷
شکل ۲۶- ارتباط دو کارکرد انتشار و توسعه دانش در موتور محرک کارآفرینی ۱۰۷
شکل ۲۷-ارتباط دو کارکرد تأمین و تسهیل منابع و کارآفرینی در موتور محرک کارآفرینی ۱۰۸
شکل ۲۸- ارتباط کارکرد جهت‌دهی به سیستم، تأمین و تسهیل منابع و کارآفرینی در موتور محرک کارآفرینی ۱۰۹
شکل ۲۹- ارتباط دو کارکرد مشروعیت‌بخشی و تأمین و تسهیل منابع در موتور محرک کارآفرینی ۱۱۰
شکل ۳۰- ارتباط دو کارکرد شکل‌دهی بازار و جهت‌دهی به سیستم در موتور محرک کارآفرینی ۱۱۱

فهرست جداول

جدول ۱- سهم فناوری‌های نیروگاهی از مجموع قدرت منصوبه کل کشور برحسب مگاوات (تا سال ۱۳۹۴) [۱۳]..... ۲۸
جدول ۲- افزایش سهم فناوری‌های نیروگاهی از مجموع قدرت منصوبه کل کشور برحسب مگاوات در سال ۱۳۹۴ [۱۳]..... ۲۸
جدول ۳- خلاصه اطلاعات کل مجوزهای مربوط به نیروگاه‌های تجدیدپذیر غیردولتی[۱۲]..... ۳۱
جدول ۴- خلاصه اطلاعات تولید نیروگاه‌های تجدیدپذیر [۱۲]..... ۳۱
جدول ۵-پروژه‌های در حال توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر [۱۲]..... ۳۱
جدول ۶-ظرفیت نصب شده پروژه¬های نیروگاهی مقیاس متوسط و بزرگ فتوولتاییک تا بهمن ۱۳۹۶]۱۵[..... ۳۳
جدول ۷-زنجیره ارزش در نیروگاه¬های فتوولتاییک به عنوان یک نمونه جامع در نیروگاه¬های خورشیدی..... ۳۷
جدول ۸-تفاوت های دو مدل توسعه نوآوری DUI و STI..... ۵۲
جدول ۹-دسته‌بندی سطوح توانمندی و قابلیت فناوری..... ۵۴
جدول ۱۰-دسته بندی سطوح توانمندی..... ۵۴
جدول ۱۱- ضریب تشویقی بازه‌ای زمانی بنابر سطح پیچیدگی توانمندی و میزان اهمیت..... ۵۷
جدول ۱۲- ضریب تشویقی بازه‌ای زمانی بنابر سطح پیچیدگی توانمندی و میزان اهمیت..... ۵۷
جدول ۱۳-ضریب تشویقی بازه‌ای زمانی بنابر سطح پیچیدگی توانمندی و میزان اهمیت..... ۵۸
جدول ۱۷-جذابیت و توانمندی در بخشهای مختلف نیروگاه خورشیدی فتوولتاییک..... ۶۵
جدول ۲۰- مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه فناوری..... ۸۳
جدول ۲۱-مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه فناوری بخش انرژی خورشیدی..... ۸۴
جدول ۲۲-جمع‌بندی مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه بخش انرژی خورشیدی..... ۸۶
جدول ۲۳- کارکردهای کلیدی، حمایتی و حاشیه‌ای موتور دوم..... ۹۰
جدول ۲۴- تحلیل خروجی کارکرد کارآفرینی..... ۹۱
جدول ۲۵-پرسشنامه موانع و مشکلات کارکرد کارآفرینی..... ۹۲
جدول ۲۶- تحلیل خروجی کارکرد توسعه دانش..... ۹۶
جدول ۲۷- تحلیل خروجی کارکرد تأمین و تسهیل منابع..... ۹۷
جدول ۲۸-تحلیل خروجی کارکرد انتشار دانش..... ۱۰۰
جدول ۲۹-تحلیل خروجی کارکرد جهت‌دهی به سیستم..... ۱۰۱
جدول ۳۰-تحلیل خروجی کارکرد مشروعیت‌بخشی..... ۱۰۲
جدول ۳۱- تحلیل خروجی کارکرد شکل‌دهی بازار..... ۱۰۴

فصل اول

مقدمه

نسخه اولیه – غیر قابل استناد

فصل ۱- مقدمه

روند افزایش جمعیت، صنعتی شدن و تغییر الگوهای زندگی باعث افزایش تقاضای انرژی در جامعه بشری شده است. در میان انواع انرژی، انرژی الکتریکی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. این شکل از انرژی خصوصیات ویژه‌ای از نظر تولید، انتقال، توزیع و کنترل‌پذیری دارد. به‌گونه‌ای که درصد بسیار زیادی از تجهیزات و سامانه‌ها برای مصرف این شکل از انرژی طراحی شده‌اند. این شکل از انرژی، آن هم در شکل قابل استفاده آن به ندرت در طبیعت دیده می‌شود. لذا بشر ناچار است شکل‌های دیگر انرژی را به انرژی الکتریکی تبدیل نماید. اگر به این نیاز پاسخ مناسب داده نشود، علاوه بر از بین بردن منابع و سرمایه، خسارات جبران‌ناپذیری بر محیط زیست وارد خواهد شد. از طرفی ساختار فعلی تولید انرژی الکتریکی هم از سوی عوامل انسانی و هم عوامل طبیعی به شدت آسیب‌پذیر است. در صورت بروز هر نوع از این عوامل و با هرگونه اختلال در سمت تولید و انتقال برق، باعث قطعی برق در سمت مصرف می‌گردد.

صنعت برق نقش حیاتی در آینده جهان و به‌خصوص در توسعه اقتصادی و حل چالش‌های زیست‌محیطی ایفا می‌کند. روند رشد اقتصادی کشورهای پیشرو در صنعت جهان در سال‌های اخیر نشان می‌هد که افزایش درآمد ناخالص داخلی، همگام با رشد نوآوری‌های فنی و افزایش سهم برق در سبد انرژی مصرفی بوده که این موارد، مسبب کاهش قابل ملاحظه شدت انرژی است. آن‌چنان‌که تحلیل‌ها نشان می‌دهد، تاثیرات صورت گرفته بر افزایش کیفیت زندگی، افزایش درآمد ملی و کاهش مصرف انرژی در واحد تولید ناخالص ملی ناشی از نقش انکار ناپذیر فناوری‌های مبتنی بر انرژی الکتریکی است. انرژی الکتریکی به‌علت دقت و انعطاف‌پذیری ذاتی، زمینه گذار از جامعه صنعتی به جامعه اطلاعاتی را فراهم کرده و در تثبیت جامعه اطلاعاتی و پیشرفت‌های آینده آن نقش عمده‌ای دارد.

به پدیده‌ای که در اثر تابش نور بدون استفاه از مکانیزم‌های محرک، الکتریسیته تولید کند پدیده فتوولتائیک و به هر سیستمی که از این پدیده‌ها استفاده کند سیستم فتوولتائیک گویند. سیستم‌های فتوولتائیک یکی از پر مصرف‌ترین کاربرد انرژی‌های نو می‌باشند و تاکنون سیستم‌های گوناگونی با ظرفیت‌های مختلف (۰/۵وات تا چند مگاوات) در سراسر جهان نصب و راه اندازی شده‌است و با توجه به قابلیت اطمینان و عملکرد این سیستم‌ها هر روزه بر تعداد متقاضیان آن‌ها افزوده می‌شود. از سری و موازی کردن سلول‌های آفتابی می‌توان به جریان و ولتاژ قابل قبولی دست یافت. در نتیجه به یک مجموعه از سلول‌های سری و موازی شده ماژول فتوولتائیک می‌گویند. امروزه اینگونه سلول‌ها عموماً از ماده سیلیسیم

تهیه می‌شود و سیلیسیم مورد نیاز از شن و ماسه تهیه می‌شود. سیستم‌های فتوولتائیک را می‌توان در مقیاس بزرگ و کوچک برای تولید الکتریسیته استفاده نمود. در شکل ذیل شمایی از نیروگاه‌های بزرگ تولید برق متصل به شبکه مشاهده می‌شود.

مزایای سیستم های فتوولتائیک در مقایسه با نیروگاه‌های متعارف نیز در خور توجه بوده که در ذیل به چند مورد از آن اشاره شده است:

عدم نیاز به توسعه شبکه توزیع نیرو و صرفه جویی در هزینه های سرمایه گذاری توزیع؛

عامل کاهش آلودگی هوا و آلودگی صوتی؛

عدم نیاز به پرسنل تمام وقت برای نگهداری از دستگاه‌ها و سهولت آموزش عمومی برای نگهداری از سیستم.

امروزه روند استفاده از سیستم‌های فتوولتائیک در مقیاس کوچک نیز رشد چشم‌گیری داشته است. از این سیستم‌ها برای تأمین روشنایی یک واحد، هم به صورت متصل به شبکه و هم جدا از شبکه استفاده می‌شود. برخی از کاربردهای این سیستم‌ها عبارتند از:

تامین برق برای مناطق دورافتاده و غیرقابل دسترس برق

تامین برق علائم راهنمایی و رانندگی

تجهیزات شهری مانند چراغ‌های خورشیدی و ...

مصارف صنعتی مانند ماهواره‌ها، دکل‌های مخابراتی و ...

مصارف خانگی و ساختمان‌های مسکونی، صنعتی و کشاورزی

و ...

استفاده از انرژی‌های نو و تجدیدپذیر در اغلب کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه گسترش یافته و تحقیقات وسیع و سرمایه‌گذاری‌های اصولی جهت استفاده از این نوع انرژی‌ها و تکنولوژی‌های آن در این کشورها صورت پذیرفته است. به عنوان مثال با توجه به بررسی‌های صورت‌گرفته, کشورهایی مانند آمریکا, کانادا, کشورهای عضو اتحادیه اروپا, کره‌جنوبی, هند, چین, ۱۴ کشور جنوب آفریقا و . . . برنامه‌های جامع و بلندمدتی را در جهت توسعه انرژی‌های نو و تجدیدپذیر خود, تهیه نموده و در راستای آن فعالیت‌های گسترده‌ای انجام داده‌اند.

به عنوان مثال برنامه اتحادیه اروپا, دو برابر کردن سهم انرژی‌های تجدیدپذیر از ۶ درصد در سال ۱۹۹۷ به ۱۲ درصد در سال ۲۰۱۰ میلادی بوده است.

همچنین کشور چین که به دلیل رشد روزافزون صنایع خود, نیاز مبرم و اساسی به منابع انرژی دارد در جهت تأمین پایدار انرژی, به سمت توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر حرکت کرده است.

استراتژی‌های توسعه انرژی تجدیدپذیر در چین به صورت زیر است:

فاز اول: بخشی از فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر تجاری گردد. (تا سال ۲۰۱۰)

فاز دوم: بخش زیادی از فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر تجاری می‌گردد (سهم انرژی‌های تجدیدپذیر تا سال ۲۰۲۰ برابر ۱۸ درصد).

فاز سوم: تا سال ۲۰۵۰ باید ۳۰ درصد انرژی تولیدی کشور از انرژی‌های تجدیدپذیر باشد (۲۰ درصد فقط از انرژی‌های تجدیدپذیر بدون برق آبی و بیوماس صنعتی).

فاز چهارم: تا سال ۲۱۰۰ باید ۵۰ درصد انرژی تولیدی کشور از انرژی‌های تجدیدپذیر باشد.

کشورهای دیگر نیز به همین نحو استراتژی‌های خود را در جهت توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر تدوین کرده‌اند.

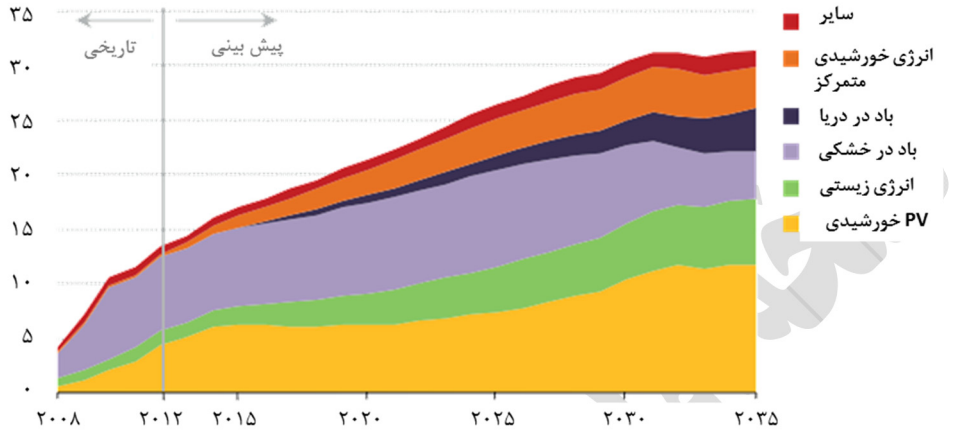
علاوه بر این, سازمان‌های بین‌المللی زیادی در راستای کمک به کشورهای در حال توسعه, در جهت توسعه و بهره‌برداری از انرژی‌های نو و تجدیدپذیر تأسیس شده‌اند.

واقعیت‌های فوق همگی نشان از روند رو به فزونی تمایل به استفاده از این نوع انرژی‌ها در کشورهای جهان است که مسلما انرژی‌های تجدیدپذیر در دهه‌های آینده یکی از منابع مهم و اساسی تأمین انرژی در بسیاری از کشورها خواهد بود.

به پدیده‌ای که در اثر تابش نور بدون استفاه از مکانیزم‌های محرک، الکتریسیته تولید کند پدیده فتوولتائیک و به هر سیستمی که از این پدیده‌ها استفاده کند سیستم فتوولتائیک گویند. سیستم‌های فتوولتائیک یکی از پر مصرف‌ترین کاربرد انرژی‌های نو می‌باشند و تاکنون سیستم‌های گوناگونی با ظرفیت‌های مختلف (۰/۵وات تا چند مگاوات) در سراسر جهان نصب و راه اندازی شده‌است و با توجه به قابلیت اطمینان و عملکرد این سیستم‌ها هر روزه بر تعداد متقاضیان آن‌ها افزوده می‌شود. از سری و موازی کردن سلول‌های آفتابی می‌توان به جریان و ولتاژ قابل قبولی دست یافت. در نتیجه به یک مجموعه از سلول‌های سری و موازی شده ماژول فتوولتائیک می‌گویند. امروزه اینگونه سلول‌ها عموماً از ماده سیلیسیم تهیه می‌شود و سیلیسیم مورد نیاز از شن و ماسه تهیه می‌شود.

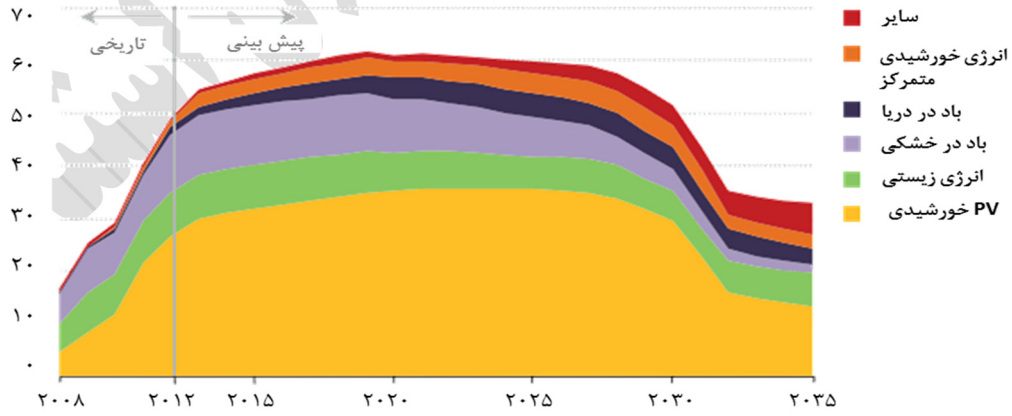
نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتاییک، کاهش قیمت چشمگیری داشته است. با این وجود، نیروگاه بادی در ساحل کماکان ارزان‌ترین هزینه تکنولوژی انرژی‌های تجدیدپذیر را به خود اختصاص داده است. از آن‌جایی که منابع تجدیدپذیر منابعی با عدم قطعیت می‌باشند، هزینه تکنولوژی آن‌ها می‌تواند تابعی از محل استقرار آن‌ها باشد. این قیمت می‌تواند در کشورهای مختلف و حتی در نقاط مختلف یک کشور بسیار متفاوت باشد. کشورهای مختلف سیاست‌های گوناگونی در حمایت از انرژی‌های تجدیدپذیر برای آینده در پیش گرفته‌اند. طبق ایالات متحده حمایت خود را تا سال ۲۰۳۵ با الگوهای مختلف حمایتی از منابع

گوناگون ادامه خواهد داد (شکل ۱). این در حالی است که اتحادیه اروپا روند حمایتی خود را تا سال ۲۰۳۰ به‌طور تقریبی ثابت نگاه داشته و سپس روند حمایتی خود را کاهش خواهد داد (شکل ۲).



شکل ۱-روند حمایت ایالات متحده امریکا از انرژی‌های تجدیدپذیر- میلیارد دلار [1]

همان‌طور که در این بخش ملاحظه گردید، روند جهانی به افزایش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش شدت انرژی است. هرچند روند کلی شدت انرژی در جهان با نرخ بسیار کم در حال افزایش است اما این شاخص در کشورهای پیشرفته در حال کاهش است. کاهش شدت انرژی به معنای افزایش تولید ناخالص داخلی[۱] بدون نیاز به افزایش انرژی است. این امر نیازمند به برنامه‌ریزی جامع و طولانی مدت دارد.



شکل ۲-روند حمایت اتحادیه اروپا از انرژی‌های تجدیدپذیر- میلیارد دلار [1]

۱ Gross Domestic Product (GDP)

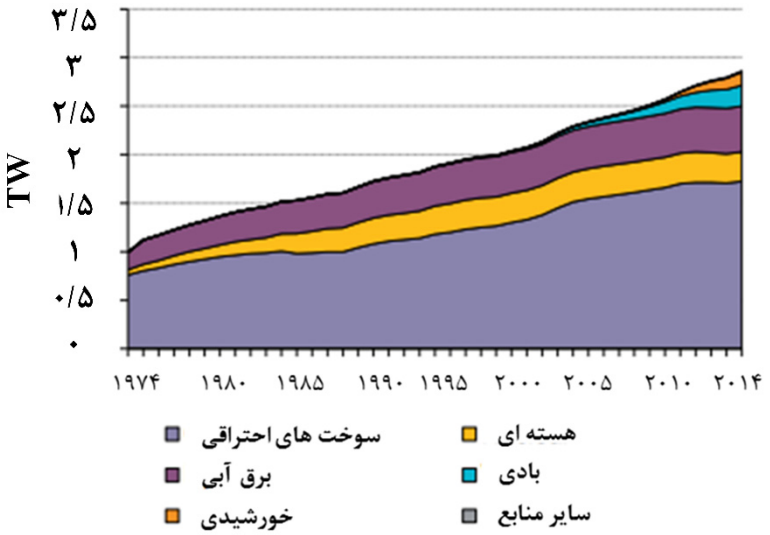
ویرایش ۲۰۱۷ گزارش وضعیت جهانی تجدیدپذیرهای رن۲۱ نشان می‌دهد که گذاری جهانی در حال روی دادن است، ثبت رکوردهای جدید در افزایش ظرفیت‌های نصب شده انرژی تجدیدپذیر، هزینه‌های به سرعت رو به کاهش به خصوص در مورد خورشیدی فتوولتاییک و برق و بادی، و جدا بودن رشد اقتصادی از انشتار دی‌اکسیدکربن مرتبط با حامل‌های انرژی برای سومین سال متوالی همگی حکایت از این رویداد مهم دارد. روش‌های خلاقانه و پایدارتر تامین نیازهای انرژی بشر از طریق برنامه‌ریزی بخشی یکپارچه‌تر، اتخاذ مدل‌های کسب‌وکار جدید و انگیزه بخش، و استفاده خلاقانه‌تر از فناوری‌های کلیدی در حال شتاب بخشیدن به تغییر الگوی وابستگی دنیا به سوخت‌های فسیلی است.

به طور کلی فناوری‌های مطرح شده برای پیشبرد سلول‌های کریستالی در ۳ مقوله جای می‌گیرند. دسته اول فناوری‌ها و مقالاتی هستند که سعی در افزایش بازدهی این نوع سلول‌ها دارند. این فناوری‌ها با استفاده از موادی جایگزین یا با استفاده از فناوری‌های نوین همچون نانو فناوری سعی در کاهش اتلافات و در نتیجه افزایش بازدهی این نوع سلول‌ها را دارند. این فناوری‌ها با استفاده از موادی جایگزین یا با استفاده از فناوری‌های نوین همچون نانو فناوری سعی در کاهش اتلافات و در نتیجه افزایش بازدهی این نوع سلول‌ها دارند. دسته دیگر سلول‌ها از لحاظ هزینه‌ها و قیمت می‌باشد. لذا شرکت‌ها و کارخانه‌ها تحقیقات گسترده‌ای در این رابطه انجام می‌دهند. دسته آخر مقالات نیز در رابطه با روش‌هایی برای افزایش عمر این نوع سلول‌ها می‌باشد.

۱-۱- ظرفیت منصوبه نیروگاهی در جهان

در سال ۲۰۱۴، کشورهای OECD، ظرفیت نصب شده‌ای برابر ۲۸۶۲ گیگاوات را گزارش کردند که ۲٫۳٪ نسبت به سال ۲۰۱۳ افزایش داشته است. این ظرفیت شامل ۱۷۲۵ گیگاوات نیروگاه‌های با سوخت احتراقی، ۳۰۲ گیگاوات نیروگاه‌های هسته‌ای، ۴۷۲ گیگاوات نیروگاه‌های برق‌آبی، ۲۱۴ گیگاوات نیروگاه‌های بادی، ۱۳۷ گیگاوات نیروگاه‌های خورشیدی (۱۳۲ گیگاوات نیروگاه‌های فتوولتاییک) و ۱۲ گیگاوات زمین‌گرمایی و دیگر ظرفیت‌ها می‌باشد. در سال ۲۰۱۴ ظرفیتی برابر ۶۵/۱ گیگاوات به مجموع ظرفیت نصب شده در کشورهای OECD افزوده شد. از این مقدار ظرفیت افزوده شده، بیش‌ترین سهم به ترتیب متعلق به سیستم‌های فتوولتاییک (۳۴/۵ درصد)، سیستم‌های بادی (۲۹/۴ درصد) و سوخت‌های احتراقی (۲۸/۵ درصد) است. بیش‌ترین سهم در بین نیروگاه‌های سوخت احتراقی مربوط به نیروگاه‌های گازی بوده است (بیش از ۷۵ درصد از نیروگاه‌های سوخت احتراق داخلی).

نرخ رشد متوسط سالانه ظرفیت کل تولید در کشورهای OECD بین سال‌های ۱۹۷۴ تا ۲۰۰۰ برابر ۲٫۹٪ بوده است که نرخ‌های افزایش ظرفیت نیروگاه‌های هسته‌ای، برق‌آبی و سوخت‌های احتراقی به ترتیب ۶/۹ درصد، ۳/۴ درصد و ۲/۲ درصد بوده است. با مقایسه‌ای بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴ نرخ متوسط سالانه افزایش ظرفیت ۲/۳ درصد با ثابت ماندن سهم نیروگاه‌های هسته‌ای (صفر درصد)، برق‌آبی و سوخت‌های احتراقی به ترتیب ۱ درصد و ۱/۹ درصد بوده است. اگر چه در این بازه زمانی افزایش فتوولتاییک و ظرفیت باد به ترتیب ۴۴/۶ درصد و ۱۷/۴ درصد بوده است و بسیاری از کشورها شروع به سرمایه گذاری در این زمینه کرده‌اند [2].

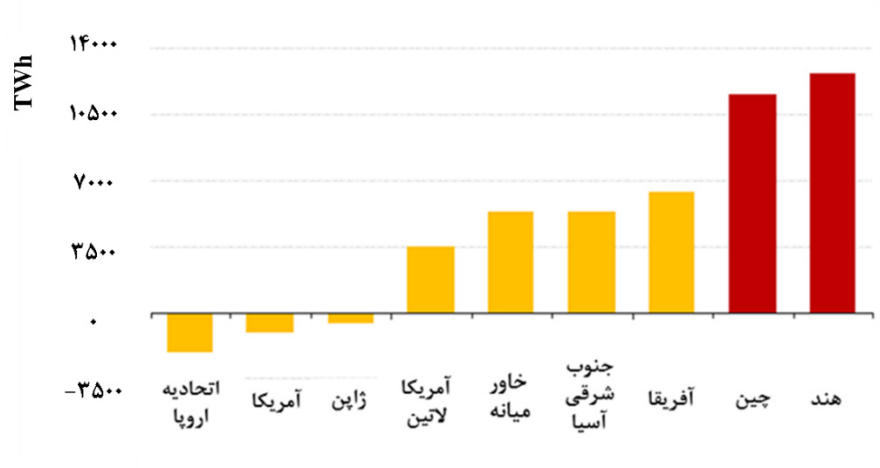


شکل ۳- ظرفیت نصب شده برق با توجه به منابع برای سال‌های ۱۹۷٤ تا ۲۰۱٤ [3]

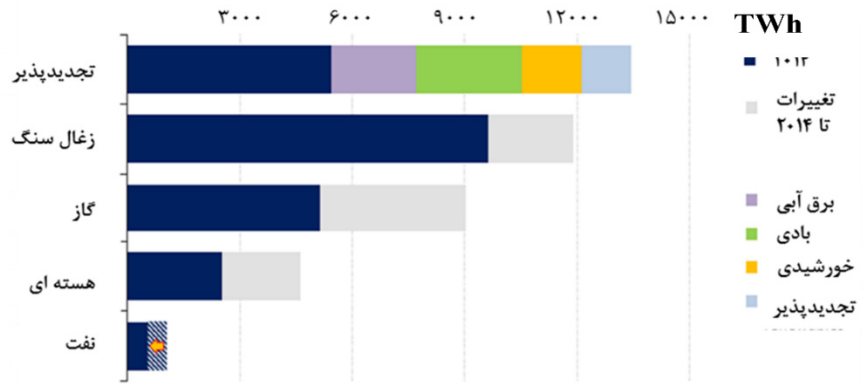
۱-۲- تحلیل تقاضای بین الملل

در شکل ۴ پیش‌بینی میزان تقاضای انرژی الکتریکی تا سال ۲۰۴۰ با توجه به مناطق و در شکل بعد پیش‌بینی میزان تولید انرژی الکتریکی تا سال ۲۰۴۰ با توجه به منابع نشان داده شده است. با توجه به شکل، میزان تقاضا در ژاپن، اتحادیه اروپا و امریکا کاهش خواهد یافت. با توجه به این‌که هر سه منطقه توسعه‌یافته و صنعتی‌ترین مناطق جهان با رشد GDP مثبت می‌باشند. این کاهش تقاضا انرژی می‌تواند نشان‌دهنده برنامه‌ریزی برای توسعه پایدار و بهینه نمودن شدت انرژی است. از شاخص‌های برجسته این برنامه می‌توان به اصلاح الگوی مصرف، مدیریت بار، افزایش راندمان و بهره‌وری اشاره نمود. کشورهایی مانند چین و هند، برنامه پیشرفت صنعتی خود را به بهای افزایش شدت انرژی دنبال می‌نمایند و درنتیجه بزرگ‌ترین متقاضیان انرژی در دهه‌های آینده خواهند بود. با توجه به شکل، بیش‌ترین افزایش در سهم منابع و تکنولوژی‌ها در تولید انرژی برق مربوط به انرژی‌های تجدیدپذیر و گاز طبیعی خواهد بود.

سرمایه‌گذاری‌های عاقلانه در آینده صنعت برق در این دو بخش به‌خصوص در بخش تکنولوژی‌های نوین در استفاده از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر خواهد بود. همان‌طور که در این شکل قابل مشاهده است، کم‌ترین افزایش با رشد منفی مربوط به استفاده از نفت برای تولید برق خواهد بود.

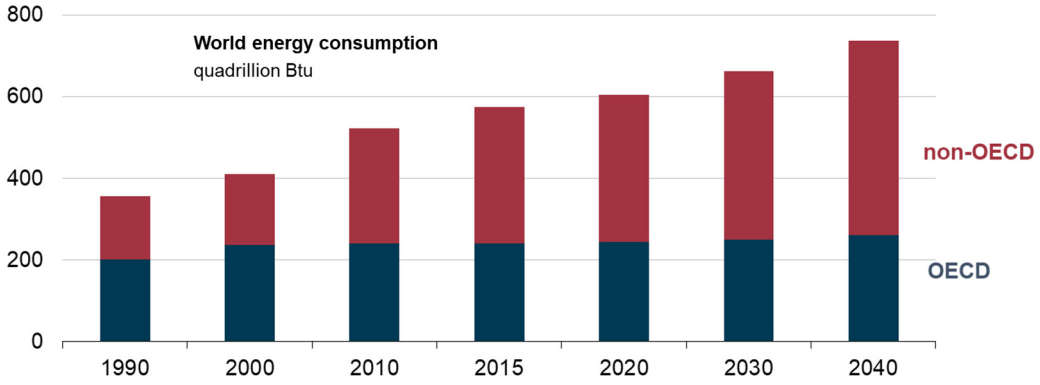


شکل ٤- تغییر در انرژی مورد تقاضای جهان برای سال ۲۰٤۰ نسبت به سال ۲۰۱٤ [1]



شکل ٥- پیش‌بینی تولید برق با توجه به منابع برای سال ۲۰٤۰ [1]

طبق گزارش EIA، مصرف انرژی جهانی از سال ۲۰۱۵ تا سال ۲۰۴۰به مقدار ۲۸٪ افزایش پیدا خواهد کرد. این روند با تفکیک کشورهای عضو OECD و دیگر کشورها برحسب واحد گرمایی انگلیسی (BTU) آورده شده است [2].

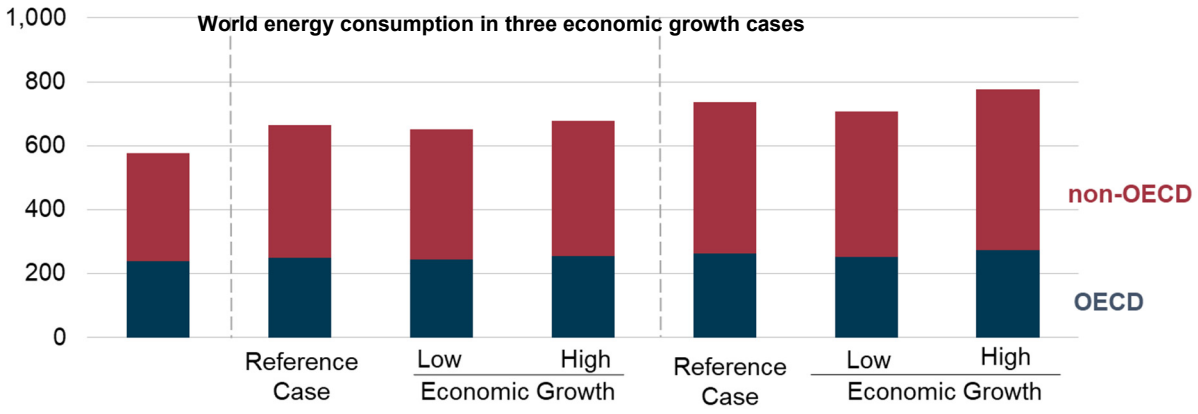


شکل ٦- روند مصرف انرژی جهان [1]

پیش‌بینی می‌شود که مصرف انرژی در ۲۰۱۵ از مقدار ۵۷۵ میلیارد BTU به مقدار ۶۶۳ میلیارد BTU در سال ۲۰۳۰ و ۷۳۶ میلیارد BTU در سال ۲۰۴۰ افزایش خواهد داشت.

قابل ملاحظه است که بیشتر این افزایش مربوط به کشورهای غیر OECD می‌باشد. این افزایش تقاضا ناشی از رشد اقتصادی شدید، دسترسی به بازار انرژی و افزایش جمعیت می‌باشد.

مصرف انرژی در کشورهای غیر OECD بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۴۰ به مقدار ۴۱٪ و برای کشورهای OECD به میزان ۹٪ افزایش خواهد یافت. مصرف انرژی جهانی در سه حالت رشد اقتصادی در شکل ۷ آمده است.

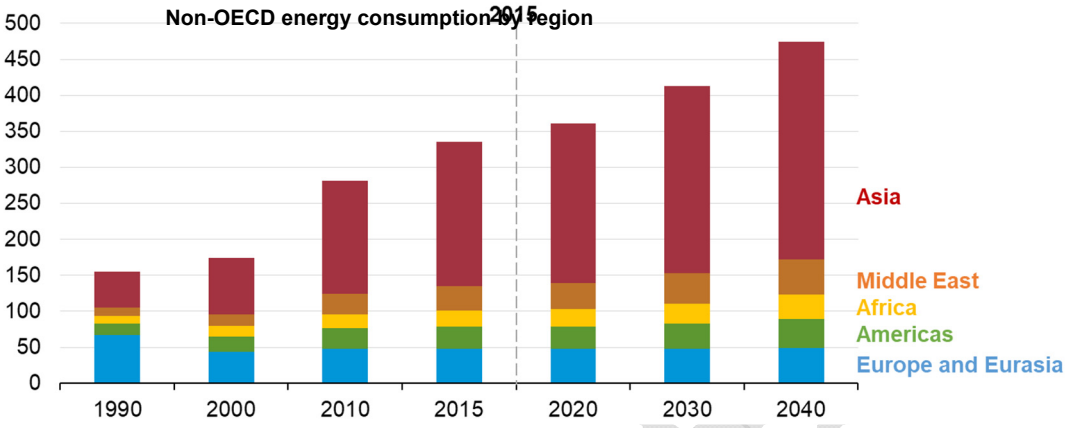


شکل ۷- مصرف انرژی جهانی در سه سناریوی رشد اقتصادی [3]

در حالت مرجع، مصرف انرژی جهانی سال ۲۰۴۰ در مجموع، ۷۳۶ میلیارد BTU دیده شده است که ۲۶۲ میلیارد آن مربوط به کشورهای OECD و ۴۷۵ میلیارد از آن نیز، مطعلق به کشورهای غیر OECD است. در صورت رشد اقتصادی زیاد، مصرف انرژی جهانی در حدود ۴۰ میلیارد BTU بیشتر از حالت مرجع

می‌شود. این در حالی است که در صورت رشد اقتصادی کم، این میزان به مقدار ۲۹ میلیارد BTU کمتر از مورد مرجع خواهد بود.

در بررسی مرجع توسط EIA، بیشترین افزایش تقاضای انرژی تا سال ۲۰۴۰ از بین مناطق غیر OECD مربوط به کشورهای آسیایی است که در شکل ۸ قابل ملاحظه است.



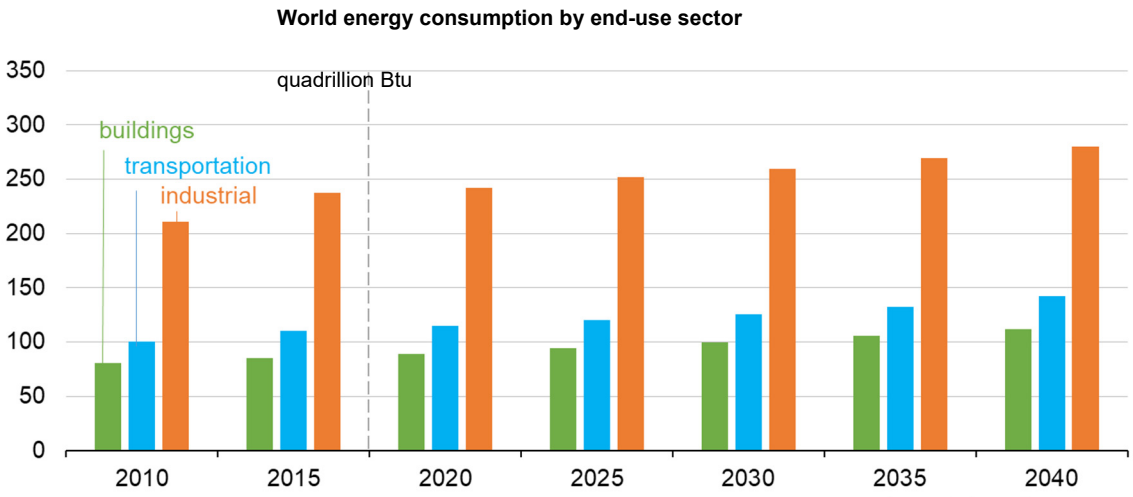
شکل ۸- مصرف انرژی در مناطق غیر OECD به تفکیک منطقه [3]

از بین کشورهای آسیایی، چین و هند سهم ویژه‌ای در این بین دارند. افزایش تقاضای انرژی در کشورهای آسیایی غیر OECD در طی سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۴۰ در حدود ۵۱٪ افزایش خواهد داشت که خیلی کم‌تر از افزایش ۳۰۰ درصدی مصرف انرژی در سال‌های بین ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ است. با این حال، رشد مصرف انرژی کشورهای آسیایی غیر OECD در بالاترین جایگاه قرار دارد.

علاوه بر این، مناطق غیر OECD خارج از آسیا نیز سهم ویژه‌ای در افزایش تقاضای انرژی دارند. رشد روز افزون جمعیت و دسترسی به منابع انرژی کافی، دو دلیل بارز برای این افزایش در آفریقا و خاورمیانه است؛ جایی‌که رشد ۵۱٪ و ۴۵ درصدی را می‌توان برای سال ۲۰۱۵ و ۲۰۴۰ متصور شد.

کم‌ترین افزایش تقاضای انرژی مربوط به کشورهای اروپایی و اوراسیا است که عضو OECD نیستند. این افزایش چیزی در حدود ۲٪ است و عوامل این افزایش خرد کشورهایی مانند روسیه هستند. چراکه انتظار می‌رود در این دوره، جمعیت افراد کاهش پیدا می‌کند و استحصال انرژی با جایگزینی تجهیزات قدیمی، با راندمان بالاتری انجام می‌گیرد.

برمبنای مورد مرجع، مصرف انرژی در سال ۲۰۴۰ به تفکیک بخش در شکل ۹ آورده شده است.



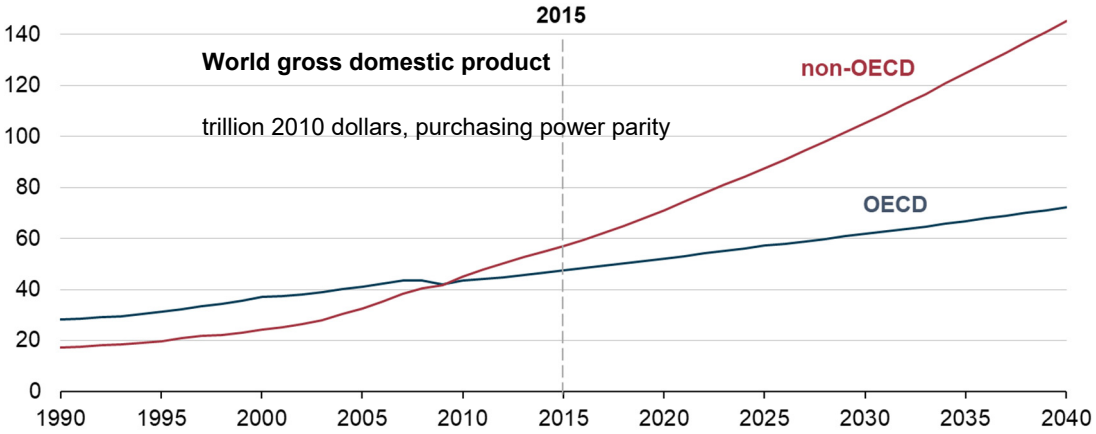
شکل ۹- مصرف انرژی به تفکیک بخش در سال ۲۰۴۰ [3]

مشخص است که مصرف انرژی در تمام سال‌ها در بخش صنعتی بیشترین سهم را دارد اما رشد بقیه بخش‌ها با سرعت بیش‌تری صورت می‌گیرد. بخش صنعتی شامل معدن، ساخت و تولید، کشاورزی و ساخت و ساز است که بیش از ۵۰٪ مصرف تمام بخش‌ها را در دوره مورد نظر به خود اختصاص می‌دهد. رشد تقاضای انرژی بخش صنعتی از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۴۰ در حدود ۱۸٪ خواهد بود که چیزی معادل ۲۸۰ میلیارد BTU در سال ۲۰۴۰ خواهد بود. این افزایش، سالانه ۰٫۷٪ خواهد بود که در مقام مقایسه، افزایش انرژی در بخش حمل و نقل و ساختمان به‌ترتیب ۱٪ و ۱٫۱٪ خواهد بود.

حدود ۸۹٪ افزایش مصرف انرژی در بخش صنعتی، مربوط به ملل غیر OECD می‌باشد. این افزایش سالانه در حدود ۰٫۸٪ خواهد بود که این مقدار در ملل OECD برابر ۰٫۲٪ است.

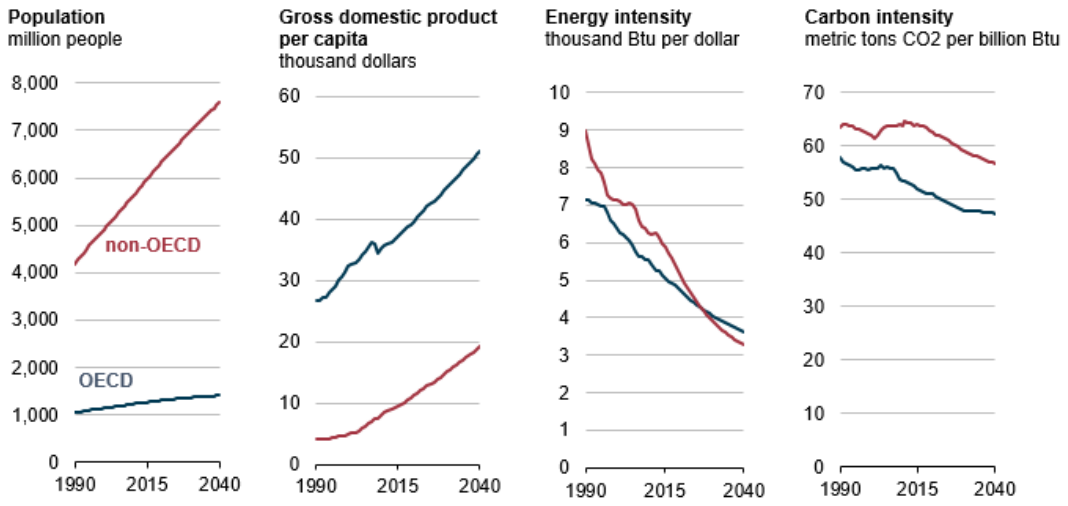
مصرف تمام سوخت‌ها در دوره طرح‌ریزی به‌جز زغال‌سنگ افزایش خواهد یافت. اگرچه انرژی‌های تجدیدپذیر و توان هسته‌ای سریع‌ترین رشد را از بین اشکال انرژی دارند، اما انتظار می‌رود که بخش اعظمی از نیاز انرژی جهانی به‌واسطه سوخت‌های فسیلی تامین شود.

رشد اقتصادی و تولید ناخالص داخلی کشورهای عضو و غیر عضو OECD، در شکل ۱۰ آورده شده است.



شکل ۱۰- رشد اقتصادی و تولید ناخالص داخلی ملل عضو و غیر عضو سازمان توسعه و همکاری اقتصادی [3]

افزایش تولید تاخالص داخلی کشورهای غیر OECD از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۴۰ سالانه ۳٫۸٪ و برای کشورهای OECD ۱٫۷٪ خواهد بود. در طی ۲۵ سال، رشد اقتصادی جهانی توسط کشورهای غیر OECD رهبری خواهد شد که همراه با افزایش شدید تقاضای انرژی در این کشورها خواهد بود. رشد این پارامتر در ۲۵ سال گذشته برای کشورهای غیر OECD سالانه ۴٫۹٪ و برای مابقی کشورها در حدود ۲٫۱٪ بوده است. در دوره طرح‌ریزی جاری انتظار می‌رود که اختلاف رشد این دو دسته منطقه تا حدودی کمتر شود؛ چراکه رشد اقتصادی کشورهای غیر OECD تا حدودی ملایم‌تر می‌گردد و این بدین خاطر است که بخش صنعتی جهت‌گیری خدماتی پیدا می‌کند تا تولید محور.



شکل ۱۱-مقایسه انرژی تولیدی و رشد اقتصادی و انتشار کربن [3]

مقدار انرژی صرف شده جهت رشد اقتصادی (شدت انرژی) به‌طور پیوسته در سراسر جهان چند سال است که درحال کاهش است. در حالی‌که انتشار CO_2 مربوط با مصرف انرژی (شدت کربن) از سال ۲۰۰۸ در کشورهای عضو OECD کاسته شده است. این روند در کشورهای OECD به‌خاطر افزایش راندمان انرژی ادامه دارد. در کشورهای غیر OECD کاهش در شدت انرژی در ۱۰ ساله ابتدایی طرح، به‌دلیل این است که اقتصادهای بزرگ‌تر به سمت تولید در صنایع و خدمات با شدت انرزی کم‌تر متمایل شده‌اند. کاهش هرچه بیش‌تر شدت کربن به‌دلیل فاصله‌گیری چین از ذغال‌سنگ و استفاده جهانی از منابع غیر کربن‌زا مانند انرزی بادی و خورشیدی ادامه دارد.

در ادامه استراتژی و وضعیت چهار کشور برتر در حوزه انرژی خورشیدی بخش فتوولتایک ارایه می‌شود. کشورهای آلمان از اروپا، ترکیه از آسیا و ایالات متحده آمریکا برای این منظور انتخاب شده‌اند. ویژگی، تاریخچه، تجربیات و مسیر توسعه این چهار کشور با یکدیگر متفاوت بوده است.

۱-۲-۱- ایالات متحده آمریکا

سیاستگذاری انرژی در ایالات متحده آمریکا بر سه هدف اساسی تمرکز یافته است: اطمینان از تأمین انرژی ایمن، پایین نگاه داشتن هزینه‌های انرژی و حفاظت از محیطزیست [۵].

سیاستگذاری انرژی در ایالات متحده آمریکا توسط دولت، ایالت و نهادهای محلی تعیین می‌شود که مسائل مربوط به تولید انرژی، توزیع و مصرف، کدهای ساختمانی و استانداردهای مسافت‌های پیموده شده گاز را شامل می‌شود. سیاستگذاری انرژی ممکن است شامل قوانین، معاهدات بین المللی، یارانه‌ها و مشوق‌های سرمایه‌گذاری، دستورالعمل‌هایی برای حفاظت از انرژی، مالیات و سایر روش‌های سیاست عمومی باشد [۵].

کشور آمریکا به دلیل داشتن فضای صنعتی و تولیدی قوی و همین‌طور جمعیت زیاد، جزو بزرگترین مصرفکننده‌های برق دنیا می‌باشد. انرژی الکتریسیته در این کشور ازمنابع متعددی از قبیل سوخت‌های فسیلی، انرژی هسته‌ای، باد و خورشید تأمین می‌شود. در سال ۲۰۱۳ در کل ۴۰۵۸ میلیارد کیلووات ساعت انرژی الکتریکی در آمریکا تولید شده است. ۶۷٪ این مقادیر از منابع فسیلی تامین شده است.سهم تولید انرژی الکتریسیته از منابع مختلف به این صورت است، زغال سنگ (۳۵٪)، گاز طبیعی (۳۰٪)، انرژی هسته‌ای (۱۸٪)، برق آبی (۱۲٪)، خورشیدی (۱٪)، بادی (۴٪) و کمتر از نیم درصد نفت می‌باشد.

با توجه به فراوانی تابش خورشید در کشور آمریکا، سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک پتانسیل زیادی برای افزایش سهم در تولید انرژی دارند. مسائل اقتصادی و زیست‌محیطی نیز سبب جذابتر شدن این سیستم‌ها شده‌اند. به طوری‌که بیش از سه چهارم سیاستمداران آمریکایی از طیف‌های مختلف سیاسی

معتقدند این انرژی بهترین جایگزین سوخت‌های فسیلی می‌باشد. از طرفی سرمایه‌گذاری‌های زیاد در بخش نوآوری‌های فنی و تحقیقاتی در این زمینه در راستای کاهش هزینه‌ها و افزایش بازدهی و بهبود عملکرد، آینده روشنی را برای این صنعت در پی خواهد داشت. همچنین سیاست‌هایی در این کشور اتخاذ شده‌اند که نشان‌دهنده اهمیت کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی است و در این راستا کمک شایانی به گسترش سهم سلول‌های خورشیدی کرده‌اند.

در زیر به چند نمونه آمار ارائه شده از منابع معتبر انرژی در آمریکا اشاره میکنیم:

میزان نصب سیستم‌های فتوولتاییک در آمریکا از سال ۲۰۱۰ تا سال ۲۰۱۳ با رشد چشمگیر ۴۸۵ درصدی مواجه بوده است [۶].

در سال ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲ سیستم‌های خورشیدی به طور متوسط ۱۶٪ از ظرفیت نصب شده تولید الکتریسیته را به خود اختصاص دادند. این عدد برای سال ۲۰۱۳ به ۳۰٪ رسید [۷].

تا اوایل سال ۲۰۱۴ در کشور آمریکا بیش از ۴۸۰۰۰۰ سیستم نصب شده خورشیدی با ظرفیتی معادل ۱۳۴۰۰ مگاوات برق تولید در حال بهره‌برداری بوده است [۸].

اصلی‌ترین ارگان دولتی مسئول در قبال انرژی دپارتمان انرژی آمریکا (DOE) می‌باشد. این دپارتمان در سطح کابینه دولتی می‌باشد. این دپارتمان وظیفه سیاستگذاری در مورد انرژی را بر عهده دارد. یکی از بخش‌های مهم این دپارتمان آزمایشگاه‌های ملی آن می‌باشد. این آزمایشگاه‌ها وظیفه پیشبرد فناوری را بر عهده دارند. تمامی مؤسسات تحقیقاتی آزمایشگاه ملی، در رابطه با انرژی با این آزمایشگاه‌ها در ارتباط هستند. در رابطه با انرژی‌های تجدیدپذیر آزمایشگاه مربوطه، آزمایشگاه ملی تجدیدپذیر یا NREL می‌باشد. این آزمایشگاه در سال ۱۹۷۷ و در زمان ریاست جمهوری جیمی کارتر در کلرادو بنا نهاده شد.

مهمترین وظیفه‌ای که این نهاد بر عهده دارد بحث انتقال فناوری است. بدین معنا که گسترش و تحقیقات انجام شده را می‌بایست به بازار و صنعت انتقال دهد. ایده انجام این کار به منظور ایجاد ابزاری برای ایجاد تأثیرات تجاری و سودهای اجتماعی از پیشرفت‌های فناوری و در نتیجه برای توجیه‌پذیری مالیات‌های گرفته شده از مردم برای امور اینگونه آزمایشگاه‌ها، صورت گرفت.

یکی از مهمترین بخش‌های این آزمایشگاه بخش مربوط به سلول‌های فتوولتائیک می‌باشد. در این بخش سلول‌های پیشرفته فتوولتائیک با بازدهی‌های بالا ساخته می‌شوند و مورد آزمایش قرار می‌گیرند. همچنین هر مؤسسه یا شرکتی که ادعای ساخت سلولی با مشخصات خاصی را دارد می‌بایست در آزمایشگاه‌های این مؤسسه مورد آزمایش قرار گیرد تا صحت آن تائید شود. این آزمایشگاه دستاوردهایی در رابطه با سلول‌های فتوولتائیک دارد که به شرح زیر است:

- دستاوردها در زمینه سلول‌های کریستالی؛

- دستاوردها در زمینه سلول‌های لایه نازک؛
- دستاوردها در زمینه سلول‌های نسل جدید؛
- فتوولتائیک در مقیاس پشت بامی؛

شرکت‌های زیادی در زمینه سلول‌های فتوولتاییک در حال رقابت می‌باشند. در سال ۲۰۱۱ شرکت Solar World با در دست داشتن ۲۳٪ از سیستم‌های فتوولتاییک در مقیاس کوچک، در رتبه اول قرار گرفت. شرکت‌های First Solar و Suniva نیز در رتبه‌های بعدی قرار دارند.

۱-۲-۲- آلمان

آلمان که نام رسمی آن جمهوری فدرال آلمان است دارای نظام سیاسی جمهوری فدرال دموکراتیک پارلمانی بوده و دارای ۱۶ ایالت است.

۶ حزب بزرگ سیاسی در آلمان فعالیت می‌کنند که می‌توان گفت از نظر تفکرات زیست‌محیطی، اثرگذارترین حزب، حزب سبزها می‌باشد و تقریباً هر شخص و یا حزب سیاسی که نسبت به حفظ محیطزیست فعالیتی در کارنامه خود نداشته باشد توسط افکار عمومی کنار گذاشته می‌شود؛ از این رو، یکی ازدلایلی که برخی از محققین برای رشد صنعت انرژی‌های تجدیدپذیر در آلمان بیان می‌کنند، حمایت بیش‌از حد افکار عمومی از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشد. کشور آلمان دارای ۱۴ وزارتخانه می‌باشد که از این بین ۴ وزارتخانه در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر مسئول هستند:

- وزارت محیطزیست، محافظت از طبیعت و امنیت هسته‌ای؛
- وزارت تغذیه، کشاورزی و حمایت از حقوق مصرف کننده؛
- وزارت اقتصاد و تکنولوژی؛
- وزارت تحقیق و آموزش و پرورش؛

بخش انرژی آلمان یکی از بزرگترین قسمت‌های اثرگذار بر روی GDP کشور آلمان می‌باشد. همچنین کشور آلمان یکی از مصرف کنندگان برق در جهان نیز می‌باشد. آلمان چهارمین تولیدکننده انرژی هسته‌ای در دنیا می‌باشد، اما در سال ۲۰۰۰ دولت و صنایع هسته‌ای آلمان برای تعطیلی کامل نیروگاه‌های هسته‌ای آلمان تا سال ۲۰۲۱ توافق کردند.

از سال ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۰۹ دولت آلمان توانست به میزان خوبی درصد استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر را در کشور افزایش دهد. به طوری‌که این عدد از ۲٪ در سال ۱۹۹۰ به ۱۰٪ در سال ۲۰۰۹ افزایش یافته است.

با افزایش توجه مراکز دولتی و خصوصی، و پیشرفت‌های فناورانه در زمینه انرژی خورشیدی و سلول‌های فتوولتائیک، استفاده از انرژی خورشیدی در سبد انرژی آلمان اهمیت بیشتری یافته است به طوریکه در سند چشم انداز سال ۲۰۲۰ پیش بینی شده ۲۰۲۰ است که انرژی خورشیدی (فتوولتاییک) با ۱۹٪ در جایگاه سوم تولید برق قرار بگیرد.[۹].

از حدود سال‌های۱۹۹۰، توجه هدفمند و برنامه‌ریزی شده برای گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر در آلمان بیشتر و متمرکزتر شد. تا سال ۲۰۰ اصلیترین برنامه اجرایی در این زمینه اختصاص تعرفه‌های حمایتی (Feed In Tarriff) به این بخش بوده است. اگرچه این سیاست کماکان نیز در مواردی در حال اجرا است ولی در حال حاضر سیاست‌ها و برنامه‌های اجرایی، تشویقی و حمایتی جدیدی نیز به برنامه‌های گسترش انرژی تجدیدپذیر در آلمان اضافه شده است.

انرژی خورشیدی در آلمان تقریبا مختص به سیستم‌های فتوولتاییک می‌باشد. تنها در سال ۲۰۰۸ به میزان ۱۵۰۰ مگاوات به ظرفیت فتوولتاییک آلمان اضافه گردید و در برنامه بلند مدت مربوط به سال ۲۰۲۰ پیش‌بینی شده است سالانه ۲۵۰۰ تا ۳۵۰۰ مگاوات به این ظرفیت اضافه شود. به این صورت در سال ۲۰۲۰ آلمانارای ظرفیت فتوولتاییک ۵۲ گیگاواتی خواهد بود. برخلاف سیستم‌های فتوولتاییک، آلمان برنامه‌ای برای گسترش و بهره‌برداری از دیگر سیستم‌های خورشیدی ندارد[۹].

آلمان همانند بسیاری از کشورهای اروپایی، و در راستای اقدامات اتحادیه اروپا، برای سال ۲۰۲۰ یک برنامه اجرایی به منظور افزایش و گسترش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر تدوین کرده است. در این میان توجه ویژه‌ای به بخش انرژی خورشیدی شده است.

مرجعی قانونی برای گسترش انرژی‌های نو در آلمان وجود دارد که اساس نظام انرژی تجدیدپذیر کشور است، نام این قوانین، مجموعه قوانین منابع تجدیدپذیر است. این قوانین اولین بار در سال ۲۰۰۱ تصویب شد و در سال ۲۰۰۹ در آن بازنگری شد. به دلیل تغییرات قیمت فتوولتاییک که در این قوانین دیده نشده بود. بخش فتوولتاییک در سال‌های بعد مججد بازنگری شد. مسئولیت اجرا و نظارت بر عهده وزارت محیط زیست می‌باشد. این قوانین توسط مجلس آلمان نوشته شده است و به عهده این وزارتخانه گذاشتهشده است. وزارت اقتصاد آلمان نیز در بازنگری‌ها و تغییرات این قانون نقش کلیدی دارد[۹].

۱-۲-۳- ترکیه

ترکیه از جمله کشورهایی است که اقتصاد آن در ده اخیر به‌سرعت رشد کرده و بیشترین نرخ افزایش تولید ناخالص ملی را در میان کشورهای توسعه و همکاری (OECD) دارا می‌باشد. اقتصاد ترکیه رتبه ۱۷ را در جهان به خود اختصاص داده است. بازار انرژی ترکیه به عنوان یک پل ارتباطی برای انرژی در منطقه

و همچنین یک بازار در حال رشد، هر روز نقش پررنگ‌تری به خود گرفته و پر اهمیت‌تر می‌شود. تقاضای انرژی ترکیه در سال‌های اخیر به سرعت افزایش یافته و انتظار می‌رود این تقاضا در آینده بیشتر نیز بشود.

در دو سال اخیر، ترکیه بیشترین میزان تقاضا را در میان کشورهای همکاری و توسعه داشته است و برخلاف تعدادی از کشورهای توسعه و همکاری در اروپا، اقتصاد این کشور دچار رکود نشده است. اگرچه سرعت استفاده از انرژی در ترکیه بسیار بالاست اما میزان مصرف انرژی هنوز نسبتاً کم می‌باشد. طبق برآورد آژانس بین‌المللی انرژی، انتظار می‌رود میزان مصرف انرژی در دهه پیش رو به دوبرابر افزایش پیدا کند، پیش‌بینی می‌شود سرعت افزایش تقاضا برای برق حتی از این هم بیشتر باشد. با توجه به این میزان تقاضا به سرمایه‌گذاری عظیمی در بخش انرژی نیاز می‌باشد که بخش بیشتر این سرمایه‌گذاری توسط بخش‌های خصوصی صورت خواهد گرفت.

وزارت انرژی و منابع طبیعی مسئولیت تهیه واجرای سیاستگذاری، طرح و برنامه برای سازمان‌های مرتبط و سایر نهاد عمومی، و خصوصی را برعهده دارد. ترکیه هیچ سند استراتژی ملی انرژی خاصی ندارد اما هدف‌های سیاست‌های انرژی در طرح استراتژیک سازمانی ۲۰۱۴ وزارت نیرو و محیطزیست مشخص شده‌اند. از سیاست‌های اصلی این سازمان امنیت انرژی (تامین همیشگی انرژی)، توسعه اقتصادی و حفظ محیط زیست می‌باشد. مهمترین بخش سیاست گذاری درون وزارت انرژی و منابع طبیعی می‌باشد.این بخش سیاست‌های ملی انرژی را به اجرا در می‌اورد، همچنین بر روی سیاست‌های کلی انرژی، بازار انرژی، انرژی تجدید پذیر، انرژی فسیلی ، بازدهی انرژی و محیط زیست مطالعه می‌کند. ازسوی دیگر اداره کل امورد انرژی مسئولیت هماهنگی برنامه‌های اصلاحاتی برق وگاز طبیعی را برعهده دارد.

همانند تمامی کشورهای جهان، به علت عدم توانایی رقابت میزان الکتریسیته تولیدی از انرژی‌های تجدیدپذیر با میزان الکتریسیته تولیدی از سوخت‌های معمول، ترکیه نیز برای حمایت از انرژی‌های‌نو روش‌ها و سیاست‌های مختلفی را اتخاذ کرده است. سیستم تجاری و اعتبار مالیاتی میشود. ، نیازمندی به سهمیه، مشوق‌های تولیدی ، است. این روش‌ها شامل قوانین قیمت‌گذاری، نیازمندی به سهمیه، مشوق‌های تولیدی، سیستم تجاری و اعتباری بین‌المللی می‌شود.

به علت آنکه ترکیه دارای میزان پرتو تابشی و زمین در دسترس بسیار زیاد می‌باشد، پتانسیل بازار فتوولتائیک در ترکیه بسیار زیاد می‌باشد. نزدیک به ۳۰۰۰۰محل مسکونی در ترکیه وجود دارد که استفاده از انرژی الکتریکی تولید شده از فتوولتاییک برای آن‌ها به صرفه‌تر می‌باشد. پتانسیل دیگر ترکیه برای استفاده از فتوولتاییک روستاهای تفریحی می‌باشد که در مناطق ساحلی موجود می‌باشند. این مناطق معمولا از شبکه دور می‌باشند و نیاز به میزان توان بیشتری دارند.

در ترکیه بخش فتوولتاییک هنوز کوچک بوده و میزان اشتغال کمی فراهم‌آورده است. تعداد ۳۰ کمپانی هستند که مواد اولیه، ویفر و شمش تولید می‌کند. نوع اصلی تجارت شرکت‌ها به عنوان وارد کننده، فراهم کننده تجهیزات کلی، فروش‌های جزئی و ساخت می‌باشد. ماژول‌ها، کنترلرهای شارژباتری، اینورترها معمولا وارد می‌شوند. باتری‌ها، سیستم‌های روشنایی، ممکن است از بازارهای داخلی فراهم شوند. سه کارخانه تولید کننده ماژول فتوولتاییک در ترکیه وجود دارد. بخش انرژی تجدیدپذیر ترکیه یکی از بخش‌های جذاب فعالیتها در چند دهه اخیر می‌باشد. بسیاری از شرکت‌های بزرگ وارد ترکیه شده و تعداد بیشماری سرمایه‌گذار محلی که مجوزهای انرژی تجدیدپذیر دریافت کرده‌اند به دنبال شرکای بین‌المللی می‌گردند [۱۰].

۱-۳- ضرورت توجیه‌پذیری و آینده سیستم‌های فتوولتاییک

به منظور بررسی آینده و ضرورت حرکت به سمت سیستم‌های فتوولتاییک باید روندهای حاکم بر این سیستم‌ها و سیستم‌های تولید برق مورد بررسی قرار گیرد. مهم‌ترین روندهای تاثیرگذار بر صنعت برق که باعث نگرش جدید به سیستم‌های فتوولتاییک شده‌اند عبارتند از:

۱-۳-۱- تغییرات فناوری

امروزه تغییرات فناورانه با نرخ سریع‌تری از گذشته به‌وقوع می‌پیوندند. تغییرات فناوری و به دنبال آن تغییر در دیگر جنبه های زندگی از طریق:

افزایش روز افزون وابستگی متقابل کشورها و ملل،

تمرکززدایی جوامع و نهادهای موجود که به دلیل گسترش فناوری اطلاعات شتاب بیشتری یافته است، و تمایل روزافزون به جهانی شدن به همراه حفظ ویژگی‌های ملی، قومی و فرهنگی،

لزوم درک بهتر از تغییرات و آینده را برای دولت‌ها، کسب و کارها، سازمان‌ها و مردم ایجاب می‌کند. آینده اساساً قرین به عدم قطعیت است. با این همه، آثار و رگه‌هایی از اطلاعات و واقعیات که ریشه در گذشته و حال دارند، می‌توانند رهنمون‌هایی برای فهم کردن نسبت به آینده باشند. عدم قطعیت نهفته در آینده برای بعضی، توجیه کننده عدم دور اندیشی آنان است و برای عده‌ای دیگر منبعی گرانبها از فرصت‌ها. در اینجاست که نقش مطالعات پیرامون آینده یا همان آینده‌پژوهی بیش از هرچیز احساس می‌شود.

به طور کلی فناوری‌های مطرح شده برای پیشبرد سلول‌های کریستالی در ۳ مقوله جای می‌گیرند. دسته اول فناوری‌ها و مقالاتی هستند که سعی در افزایش بازدهی این نوع سلول‌ها دارند. این فناوری‌ها با استفاده

از موادی جایگزین یا با استفاده از فناوری‌های نوین همچون نانوفناوری سعی در کاهش اتلافات و در نتیجه افزایش بازدهی این نوع سلول‌ها را دارند.

۱-۳-۲- هزینه تولید برق از سیستم‌های فتوولتاییک

دسته دیگر مقالات در رابطه با کاهش هزینه‌ها می‌باشند. یکی از مهمترین عوامل پیشرفت این نوع سلول‌ها قابلیت رقابت آن با دیگر سلول‌ها از لحاظ هزینه‌ها و قیمت می‌باشد. لذا شرکت‌ها و کارخانه‌ها تحقیقات گسترده‌ای در این رابطه انجام می‌دهند. دسته آخر مقالات نیز در رابطه با روش‌هایی برای افزایش عمر این نوع سلول‌ها می‌باشد که در ادامه اشارتی به آنها خواهیم داشت.

بازدهی یک سلول خورشیدی برابر است با مقدار توان تولیدی بر روی مقدار انرژی که از جانب خورشید به سطح سلول می‌رسد. این پارامتر به عوامل مختلفی از جمله مقدار بازتابش، بازده ترمودینامیکی، بازده باطری و عوامل دیگری بستگی دارد. لازم بذکر است که بازدهی سلول‌ها به شرایط محیطی از جمله تغییرات دما و سایه‌های محیط نیز وابسته می‌باشد. اما معمولاً برای بیان بازدهی یک سلول از ماکزیمم بازدهی آن را اعلام می‌کنند. هزینه تولید برق از خورشیدی فتوولتاییک به سرعت رو به کاهش است. مناقصات بی‌سابقه‌ای در زمینه خورشیدی فتوولتاییک در آرژانتین، شیلی، اردن، عربستان و امارات متحده عربی برگزار شده است که قیمت‌های پیشنهادی در برخی از بازارها کمتر از ۰/۰۳ دلار به ازا هر کیلووات ساعت بود.

۱-۳-۳- کاهش آلاینده‌ای زیست محیطی

در سال ۲۰۱۶ برای سومین سال پیاپی به رغم رشد ۳ درصدی اقتصاد جهانی و تقاضای فزاینده برای انرژی، انتشار دی‌اکسیدکربن مرتبط با سوخت‌های فسیلی و صنعت ثابت مانده است. این امر می‌تواند به طور عمده به علت کاهش مصرف ذغال سنگ و به علاوه، رشد ظرفیت انرژی تجدیدپذیر و پیشرفت در کارایی انرژی باشد. جدا کردن رشد اقتصادی و میزان انتشار دی‌اکسیدکربن از یکدیگر، قدم اولیه بسیار مهمی در جهت کاهش چشمگیر انتشار گازها به منظور محدود کردن افزایش دمای جهانی تا کمتر از ۲ درجه سلسیوس است.

۱-۳-٤- تغییر در الگوی تامین دسترسی به برق در جهان

فرآیند پرمشقت تامین دسترسی به برق از طریق توسعه شبکه، در حال منسوخ شدن است. چرا که فناوری‌ها و مدل‌های کسب و کار جدید، توسعه بازارهای جدا از شبکه را امکان پذیر ساخته است. بازار شبکه‌های کوچک و سیستم‌های خوداتکا به سرعت در حال رشد است. مدل‌های کسب و کار " پرداخت

در حین استفاده " که با فناوری تلفن همراه پشتیبانی می‌شوند (برای نمونه استفاده از تلفن‌های همراه برای پرداخت قبض) در حال گسترش هستند. در ۲۰۱۲، سرمایه‌گذاری در شرکت‌های "پرداخت در حین استفاده" خورشیدی تنها ۳ میلیون دلار بود. این مقدار تا ۲۰۱۶ به ۲۲۳ میلیون دلار افزایش یافته است.

ضرورت رویکرد به تولید پراکنده در اکثر کشورهای پیشرفته در زمینه صنعت برق، تحول عظیمی در سیستم‌های تولید و انتقال انرژی به وجود آمده است که تمام نیازها و مزایای پایه تولید و انتقال در موارد فنی، آکادمیک و بازرگانی را بر آورده می‌کند. این سیستم نوین تولید صنعت انرژی راتولید پراکنده distributed generation انرژی می‌گویند. این روش اعتبار و اطمینان تهیه برق را نیز بسیار بهبود بخشیده وسبب شده است که سرمایه‌گذاری قابل توجهی در راستای به کارگیری واحدهای تولید پراکنده صورت پذیرد. برای سیستم تولید پراکنده تعاریف متعدد وجود دارد اما مفهوم مشترک و پایه را می‌توان این گونه بیان کرد: سیستم تولید پراکنده نیروگاههایی کوچک با ظرفیت‌های بین ۱۰۰ کیلووات تا۱۰۰ مگاوات برای شارژ نمودن ایستگاه‌های نزدیک به محل مصرف و تأمین نیازمندی‌های شبکه و بار می‌باشند که این نیروگاه‌ها رابا علامت اختصاری DG نمایش می‌دهند. در بحث تجدید ساختار، وظایف توزیع و انتقال از وظیفه تولید جدا شده و به شرکت–های توزیع و انتقال محول گردیده، در این ساختار اجازه انتخاب منابع تأمین توان به مصرف کنندگان داده شده است که این نیزپیامدهای قابل توجهی از جمله دستیابی مصرف کنندگان به منابع توان رقابتی و ایجاد بازار رقابت برای منابع تولید توان به ویژه منابع DG در پی خواهد داشت. هم‌اکنون انرژی الکتریکی در ایران توسط نیروگاه‌های متمرکز و بزرگ انجام می‌شود. اگرچه کشور ایران از منابع انرژی بسیاری برخوردار است ولی عدم استفاده بهینه از آنها نه تنها موجب بروز مشکلات اقتصادی می‌شود، بلکه از نقطه نظر زیست محیطی نیز که امروز در سطح جهان با تمایلات فراوانی روبه‌رو است، اثر نامطلوب دارد. آنچه که طراحان سیستم‌های قدرت را به ایجاد نیروگاه‌های بزرگ برای تولید متمرکز علاقه‌مند کرده است تأمین بارهای مصرفی بزرگ، افزایش راندمان حرارتی، کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری و هزینه بهره‌برداری به ازای کیلووات تولیدی است. اما باید توجه داشت درشبکه‌های برق‌رسانی درصد قابل توجهی از توان و انرژی الکتریکی تولید شده در نیروگاه‌ها، در مسیر تولید به مصرف تلف می‌شود. تلفات در تمام سطوح سیستم قدرت یعنی تولید، انتقال و توزیع وجود دارد، اما ۸۱ درصد از تلفات درشبکه‌های توزیع اتفاق می‌افتد. علت این امر زیاد بودن مقادیر جریان‌های خطوط، به دلیل پایین بودن سطح ولتاژ در شبکه‌های توزیع و نیز ساختار شعاعی این شبکه‌ها است. لذا در زمینه کاهش تلفات شبکه‌های توزیع از اهمیت بالایی برخوردار است. با توجه به ایجاد رقابت و تجدید ساختار در سیستم‌های قدرت انتظار می‌رود که واحدهای تولیدی کوچک {تولید پراکنده} نقش فزآینده‌ای در آینده این سیستم‌ها داشته باشند. از دیدگاه عملی این سیستم یک نوع امکان برای تولید برق استکه می‌تواند در داخل یا کنار

محل استفاده مشتری نهایی {که ممکن است یک ناحیه، منطقه صنعتی، یک ساختمان تجاری یا یک مجتمع باشد}، نصب و استفاده شود. واحدهای تولید پراکنده دارای انواع مختلفی هستند که بسته به نوع، ظرفیت نامی و نیزقیمت، متفاوتند. تولید پراکنده می‌تواند در زمان پیک بار روی یک فیدر، در تغذیه بار کمک کند و از این رو قابلیت کاهش هزینه سرمایه‌گذاری روی یک فیدر را دارد. استفاده از تولید پراکنده همزمان با استفاده از نیروگاه‌های بزرگ و شبکه سراسری نیز امکان‌پذیر است. در این صورت ظرفیت خطوط انتقال و پست‌های توزیع تا حد قابل ملاحظه‌ای آزاد خواهد شد .

۱-۳-۵- معرفی جایگاه تولیدات پراکنده در سیستم‌های برق – قدرت

انتظار می‌رود که واحدهای تولیدی کوچک { تولید پراکنده} نقش فزایندهای در آینده سیستم‌های قدرت داشته باشند. به طور کلی هر نوع تولید انرژی در ظرفیت های نسبتاً کم که در محل مصرف یا در نزدیکی آن {عمدتاً دربخش توزیع شبکه قدرت}صورت می‌پذیرد، بدون در نظر گرفتن تکنولوژی مورد استفاده در پروسه تولید آن، نوعی تولید پراکنده محسوب می‌شود. این تعریف شامل تولید ترکیبی گرما، سرما و برق Combined Heat, Cool and Power : CHCP هم می‌شود. از یک دیدگاه عملی این سیستم یک نوع امکان برای تولید برق است که می‌تواند در داخل یا کنار محل استفاده مشتری نهایی {که ممکن است یک ناحیه، منطقه صنعتی، یک ساختمان تجاری یا یک مجتمع باشد} نصب و استفاده شود. واحدهای تولیدپراکنده دارای انواع مختلفی هستند که بسته به نوع، ظرفیت نامی و نیز قیمت متفاوتند. استفاده از تولید پراکنده همزمان بااستفاده از نیروگاه‌های بزرگ و شبکه سراسری نیز امکانپذیر است. ساختار سنتی سیستم‌های قدرت به سه بخش تولید ، انتقال وتوزیع تقسیم می‌شود. بخش تولید انرژی الکتریکی، نیروگاه‌های با توان تولیدی تا چند صد مگاوات و بالاتر را شامل می‌گردد. این نیروگاه‌ها ممکن است نزدیک به نقاط مصرف قرار داشته یا فاصله بسیار زیادی از آنها داشته باشند. سیستم انتقال با به کارگیری سطوح ولتاژ بالا، وظیفه رساندن توان تولیدی به مراکز مصرف را بر عهده دارد. در بخش توزیع ، توان ورودی به نحوی پخش می‌گردد که تلفات سیستم حداقل بوده و کیفیت توان تحویلی به مشتری قابل قبول باشد. بنابراین ساختار سنتی دارای سه ویژگی عمده است:

- وجود مراکز تولیدی عمده؛
- انتقال توان به مراکز مصرف به وسیله سطوح ولتاژ فشار قوی و شبکه انتقال توزیع؛
- توان انتقالی در مراکز مصرف؛

آنچه که طراحان سیستم‌های قدرت را به ایجاد نیروگاه‌های بزرگ برای تولید متمرکز علاقه‌مند کرده است تامین بارهای مصرفی بزرگ، افزایش راندمان حرارتی، کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری و هزینه بهره‌برداری به ازای کیلو وات تولیدی استلذا کاهش تلفات شبکههای توزیع از اهمیت بالایی برخوردار است . امروزه بخصوص در کشورهای پیشرو صنعتی، با ایجاد مراکز تولید انرژی الکتریکی موسوم به منابع تولید پراکنده انرژی در نزدیکی مراکزمصرف و با مورد توجه قرارگرفتن مواردی همچون:

- ایجاد رقابت و تجدید ساختار در سیستم های قدرت؛
- تکیه و تأکید بر حفاظت از محیط زیست؛
- تلاش در جهت افزایش بهره‌وری و بهره برداری بهتر از منابع انرژی فسیلی؛
- رویکرد به استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر و انرژی‌های نو؛

ساختار سنتی مذکور از هر سه جنبه فوق الاشاره دچار دگرگونی قابل ملاحظه‌ای گردیده است:

- ایجاد مراکز تولید انرژی کوچک تا حد چندین مگاوات و کمتر؛
- قرار گرفتن این مراکز در سطوح ولتاژ توزیع و یا مراکز مصرف؛
- وجود همزمان تولید و مصرف در مراکز مصرف؛
- کسب انرژی خورشیدی، حتی در هوای ابری؛

مهمترین عواملی که سبب شد در این چند دهه توجه ویژه‌ای به تولید پراکنده شود را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

- نیاز به تجدید ساختار در صنعت برق؛
- کیفیت برق و مسائل قابلیت اطمینان؛
- رشد اقتصاد جهانی وجمعیت؛
- رشد سریع تکنولوژی و ظهور فناوری‌های با راندمان بالا؛
- آلودگی هوا و محیط زیست نا شی از سوزاندن سوخت‌های فسیلی در تکنولوژی‌هایی که هم راندمان پایین داشتند و هم آلودگی زیادی تولید می‌کردند.
- لزوم صرفه جویی در مصرف انرژی با توجه به رو به زوال بودن منابع سوخت فسیلی؛

از سوی دیگر تولید پراکنده مزایای بالقوهای دارد که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- کاهش نیاز به افزایش ظرفیت برق شبکه؛
- احداث و بهرهبرداری بسیار آسان و سریع؛
- صرفه جویی زیاد در مصرف انرژی؛
- کاهش تلفات و آزادسازی ظرفیت خطوط انتقال انرژی؛
- بهبود پروفیل ولتاژ؛
- امکان استفاده از منابع انرژی اولیه متنوع مانند بیوگاز، خورشیدی، گاز طبیعی و ...؛
- صرفه جویی اقتصادی برای مصرف کننده نهایی؛
- افزایش امنیت تأمین انرژی برای مصرف کننده نهایی خصوصا درصنایع؛
- انتشار آلاینده‌های زیست محیطی پایین؛

۱-۳-٦- شـــهرها، کشـــورها و شـــرکت‌های متعهد به تامین ۱۰۰ درصدی انرژی تجدیدپذیر

برآوردن این هدف، علاوه بر داشتن منافع اقلیمی، محیط زیستی و سلامت عمومی، توجیحاقتصادی و تجاری دارد. ۳۴ بنگاه تجاری در سال ۲۰۱۶ بهجنبش جهانی (RE100)، که جنبشی جهانی برای کسب‌وکارها به منظور تامین ۱۰۰ درصدی عملیاتشان از برق تجدیدپذیر است، پیوستند. تا پایان سال ۲۰۱۶ در جهان، تعداد شهرهای متعهد به گذار به ۱۰۰ درصد انرژی تجدیدپذیر در مصرف انرژی یا در بخش برق به رشد خود ادامه داد. برخی شهرها و جوامع (برای نمونه، بیش از ۱۰۰ شهر و روستا در ژاپن) پیش‌تر به این هدف دست یافته بودند.[۱۱]

۱-۳-۷- اشتغال‌زایی

استفاده از انرژی خورشیدی باعث ایجاد مشاغل مختلف بصورت مستقیم و غیرمستقیم خواهد شد. شغل‌هایی چون مهندسی در زمینه طراحی، ساخت و نصب تجهیزات تا بهره‌برداری و مدیران پروژه از جمله مشاغل مستقیم هستند. همچنین تأمین کنندگان مواد اولیه و مشاغل مرتبط با آن جزو گروه غیرمستقیم قرار خواهند گرفت. بعضی از حوزه‌های اصلی در صنعت برق خورشیدی که می‌توانند اثر قابل ملاحظه‌ای بر فعالیت اقتصادی و ایجاد اشتغال بگذارند، عبارتند از:

- تأمین کنندگان تجهیزات مکانیکی و مواد اولیه خام معدنی؛
- مشاوران و پیمانکاران که به بررسی و پتانسیل سنجی مکان‌های مستعد برای بهره برداری از انرژی خورشیدی می‌پردازند؛

- شرکت‌های عمرانی برای زیرسازی و نصب تجهیزات؛
- خدمات محیط زیستی مدیریت کنندگان جوازها و نمونه‌گیری؛
- اپراتورهای نیروگاه‌های برق و کارکنان نگهداری؛
- دانشمندان برای تحقیق و توسعه؛

استقرار انرژی تجدیدپذیر از تغییرات منطقه‌ای، بازآرایی صنعت، رقابت رو به رشد، پیشرفت‌های فناوری، فرآیندهای تولیدی و اثرات ریاضت و عدم اطمینان سیاست‌ها متأثر می‌شود. زمینه سیاست گذاری بسیار حیاتی است و در حالی تناسب ابزارهای سیاسی مختلف بسته به وضعیت یک کشور فرق می‌کند، پایداری سیاسی یک امر کلیدی است. عدم اطمینان یا تغییرات پیاپی برای ایجاد اشتغال یک معضل اساسی است. به علاوه، کمبود مهارت نیز می‌تواند به عنوان یک مانع اصلی در استقرار انرژی تجدیدپذیر و به تبع آن، استخدام مربوط به آن عمل کند.

نسخه اولیه – غیر قابل استناد

فصل دوم

تجزیه و تحلیل بازار داخلی

نسخه اولیه – غیر قابل استناد

فصل ۲- تجزیه و تحلیل بازار داخلی

۲-۱- سازمان انرژی‌های نو ایران

امروزه رشد مصرف انرژی در جوامع مدرن صنعتی علاوه بر خطر اتمام سریع منابع فسیلی، جهان را با تغییرات برگشت ناپذیر و تهدیدآمیز زیست محیطی مواجه نموده است. لذا در برنامه‌ها و سیاست‌های بین‌المللی در راستای توسعه پایدار جهانی، نقش ویژه‌ای به منابع تجدیدپذیر انرژی محول شده است.

در کشور ما نیز در این راستا سازمان انرژی‌های نو ایران متعاقب سیاستگذاری‌های معاونت امور انرژی وزارت نیرو از سال ۱۳۷۴ عهده دار پرداختن به این مهم به منظور دستیابی به اطلاعات و فناوری‌های روز دنیا در خصوص استفاده از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر، پتانسیل سنجی و اجرای پروژه‌های متعدد (خورشیدی، باد و زمین گرمایی، هیدورژن و زیست توده) بوده است. در اواخر سال ۱۳۷۸ حجم عملیات و تنوع انجام آن‌ها باعث گردید که وزارت نیرو با استناد به ماده‌های ۱ و ۲ قانون تاسیس وزارت نیرو مصوب ۱۳۵۳ و همچنین تبصره ۲ ماده واحده قانون بودجه سال ۱۳۷۸ کل کشور پیشنهاد دولتی شدن شرکت سانا را به هیأت محترم وزیران بدهد تا جایگاه خالی سازمانی که در بدنه تشکیلات دولت به امر مهم توسعه انرژیهای تجدیدپذیر بپردازد، مرتفع گردد.[۱۲]

۲-۲- تحلیل عرضه و تقاضا در ایران

بر اساس اطلاعات موجود و گزارش‌های وزارت نیرو و شرکت مدیریت شبکه برق ایران تا پایان سال ۱۳۹۴ قدرت نامی منصوبه نیروگاهی در کشور به ۷۴۰۹۵ مگاوات رسیده است که ۶۰۴۱۹ مگاوات آن را نیروگاه‌های حرارتی و ۱۱۲۱۶ مگاوات ان را نیروگاه‌های برق‌آبی تشکیل می‌دهند. این اعداد نشان‌دهنده آن است که بیش از ۹۶ درصد ظرفیت منصوبه کشور به نیروگاه‌های سوخت فسیلی و برق‌آبی اختصاص یافته است.

قدرت عملی شبکه سراسری در زمان پیک سال ۱۳۹۴ برابر ۵۷۷۵۹ مگاوات و قدرت تولید شده هم‌زمان در پیک سال ۱۳۹۴ (۱۳۹۴/۰۴/۳۰) به‌میزان ۴۸۹۷۲ مگاوات بوده است. هم‌چنین در سال ۱۳۹۴ توسط واحدهای عملیاتی بالغ بر ۲۷۹ میلیارد کیلووات ساعت (تراوات ساعت) انرژی الکتریکی تولید شده است. میزان انرژی وارد شده در سال ۱۳۹۴ برابر ۴۱۸۸ میلیون کیلووات ساعت (۱۱٪ رشد نسبت به سال قبل) و میزان انرژی الکتریکی صادر شده برابر ۹۷۵۱ (۳٪ افزایش نسبت به سال قبل) بوده است. میانگین قدرت عملی نیروگاه‌های کشور برابر ۶۴۷۰۸ مگاوات بوده که افزایش ۱/۱ درصد نسبت به سال قبل داشته است.

تا پایان سال ۱۳۹۴ قدرت نامی منصوبه نیروگاهی در کشور به ۷۳۱۴۹ مگاوات رسیده بود که ۶۰۰۹۸ مگاوات آن را نیروگاه‌های حرارتی و ۱۰۷۲۶ مگاوات آن را نیروگاه‌های برق‌آبی تشکیل می‌دهند. در مجموع بیش از ۹۶ درصد ظرفیت منصوبه کشور به نیروگاه‌های سوخت فسیلی و برق‌آبی اختصاص داشته است. قدرت عملی شبکه سراسری در زمان پیک این سال برابر ۵۶۸۵۶ مگاوات و تولید هم‌زمان شبکه سراسری در پیک سال ۱۳۹۳ (۱۳۹۳/۵/۴) ۴۶۵۵۷ مگاوات بوده است. در این سال ۲۷۶ میلیارد کیلووات ساعت انرژی الکتریکی توسط واحدهای عملیاتی تولید، میزان ۳۷۶۹ میلیون کیلووات ساعت انرژی الکتریکی وارد (۲٪ رشد نسبت به سال قبل) و ۹۹۵۶ میلیون کیلووات ساعت (۱۴٪ کاهش نسبت به سال قبل) انرژی الکتریکی صادر شده بود. میانگین قدرت عملی واحدهای نیروگاهی برابر ۶۳۹۸۷ مگاوات بوده که افزایشی معادل ۳/۴ درصد نسبت به سال قبل داشته است.

از دیدگاه فناوری‌های تولید نیروگاهی، واحدهای سیکل گازی، چرخه ترکیبی، بخاری، برق‌آبی، اتمی و سایر فناوری‌ها (دیزلی، بادی و انرژی های نو) به‌ترتیب بیش‌ترین سهم از مجموع قدرت نامی کشور را در سال ۱۳۹۴ به عهده دارند. بیش‌ترین سهم ظرفیت منصوبه تا پایان سال ۱۳۹۴ به واحدهای سیکل گازی که دارای پایین‌ترین بازدهی می‌باشند، تعلق دارد. لازم به ذکر است که ظرفیت قابل توجهی از واحدهای گازی فوق‌الذکر مربوط به طرح های چرخه ترکیبی می‌باشند که هنوز بخش بخار آنها احداث نشده و یا به بهره‌برداری نرسیده است. هر چند که از سال ۹۲ تلاش قابل توجهی به منظور تکمیل واحدهای بخار این نیروگاه‌ها صورت پذیرفته است (جدول۱). هم‌چنین علی‌رغم تاکید بر توسعه و افزایش سهم نیروگاه‌های مبتنی بر انرژی‌های تجدیدپذیر (بادی، خورشیدی، زمین گرمایی و ....)، این‌گونه فناوری‌ها سهمی بسیار اندکی (۰/۳۲ درصد از کل) را به خود اختصاص داده‌اند.

از دیدگاه تولید انرژی الکتریکی، سهم تولید هر یک از فناوری‌های مختلف بیان‌گر آن است که علی‌رغم آن‌که از نظر قدرت منصوبه، نیروگاه‌های سیکل گازی دارای بیش‌ترین سهم ظرفیت نصب شده می‌باشند، لیکن از نظر سهم تولید در اولویت دوم قرار گرفته‌اند. این امر می‌تواند به دلایل مختلف از جمله عملیاتی نشدن ظرفیت نامی و نیز برنامه بهره‌برداری (بیش‌تر در زمان پیک مورد بهره برداری قرار می‌گیرند) این نوع واحدهای کم‌بازده و پراستهلاک باشد.

جدول ۱- سهم فناوری‌های نیروگاهی از مجموع قدرت منصوبه کل کشور برحسب مگاوات (تا سال ۱۳۹٤) [۱۳]

ظرفیت نصب شده نیروگاهی	میزان (MW)	سهم (٪)
بخاری	۱۵۸۲۹	۲۱/۳۶
گازی	۲۶۰۹۶	۳۵/۲۲
چرخه ترکیبی	۱۸۴۹۴	۲۴/۹۶
برق‌آبی	۱۱۲۱۶	۱۵/۱۴
اتمی	۱۰۲۰	۱/۳۸
تولید پراکنده	۷۶۶	۱/۰۳
انرژی‌های تجدیدپذیر	۲۳۵	۰/۳۲
دیزلی	۴۳۹	۰/۵۹
کل ظرفیت نصب شده	۷۴۰۹۵	۱۰۰

جدول ۲- افزایش سهم فناوری‌های نیروگاهی از مجموع قدرت منصوبه کل کشور برحسب مگاوات در سال ۱۳۹٤ [۱۳]

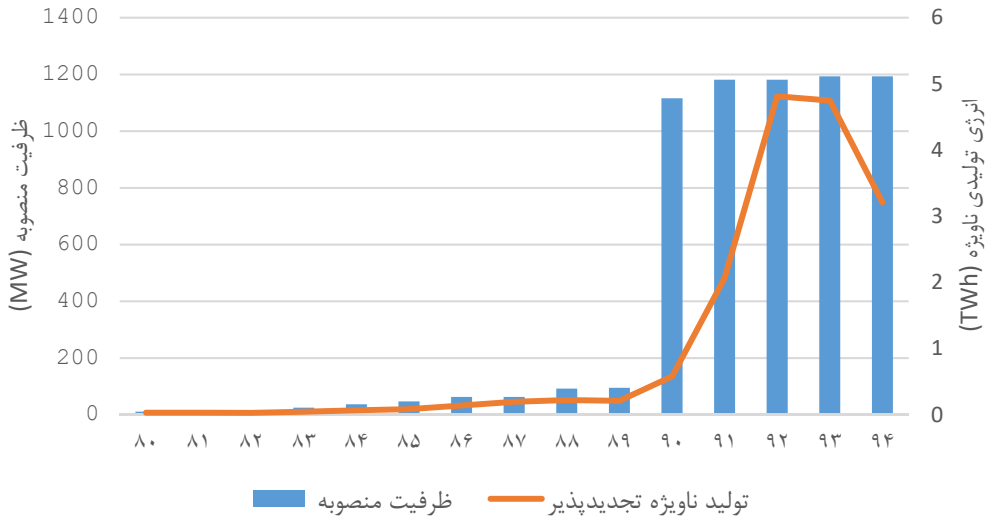
افزایش ظرفیت در سال ۱۳۹۴	میزان (MW)	سهم (٪)
بخاری		
گازی	۳۴۹	۳۷/۰
چرخه‌ترکیبی		
برق‌آبی	۴۹۳	۵۲/۳
اتمی		
تولید پراکنده	۱۰۱	۱۰/۷
انرژی‌های تجدیدپذیر		
دیزلی		
کل ظرفیت نصب شده ۹۴	۹۴۳	۱۰۰

۲-۳- سهم انرژی‌های تجدیدپذیر

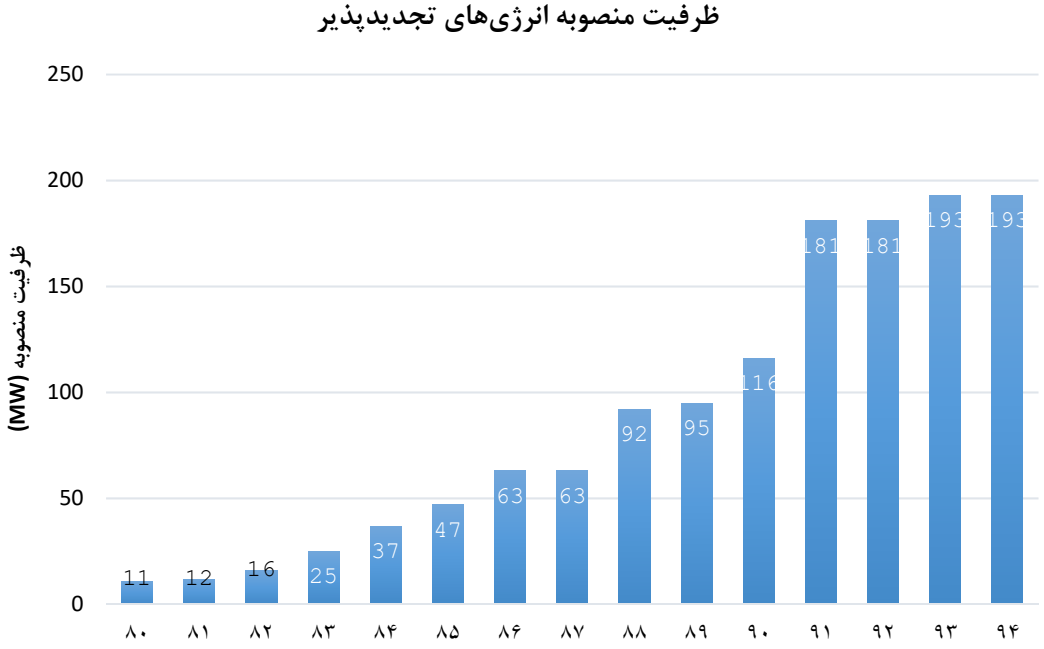
در شکل ۱۲ ظرفیت منصوبه نیروگاهی و انرژی تولید شده ناویژه از بخش اتمی و انرژی‌های تجدیدپذیر مطابق با آمار وزارت نیرو نشان داده شده است. همان‌طور که در این شکل ملاحظه می‌گردد ظرفیت نصب شده اتمی و انرژی‌های تجدیدپذیر تا سال ۱۳۹۰ با روندی افزایشی اما بسیار آهسته همراه بوده است. در سال ۱۳۹۰ به یک‌باره در حدود ۱۰۰۰ مگاوات ظرفیت افزایش داشته است که ناشی از راه‌اندازی نیروگاه اتمی بوشهر است. اگر این مقدار از مقادیر نشان داده شده در شکل ۱۳ کسر شود، سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در ظرفیت منصوبه مشخص می‌گردد. این ظرفیت در شکل ۱۴ نشان داده شده است.

نسخه اولیه - غیر قابل استناد

میزان انرژی تولیدی ناویژه که در شکل ۱۵ نشان داده شده است با روندی افزایشی همراه بوده است و با راه‌اندازی نیروگاه اتمی بوشهر این افزایش با سرعت بیش‌تری همراه است. تغییرات در این نمودار از سال ۱۳۹۰ به بعد بیش‌تر متاثر از تولید نیروگاه بوشهر است.



شکل ۱۲- ظرفیت منصوبه و تولید ناویژه اتمی و انرژی‌های تجدیدپذیر طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹٤ [١٤]



شکل ۱۳- ظرفیت منصوبه انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش نیروگاهی کشور طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹٤

ظرفیت منصوبه انرژی‌های تجدیدپذیر که در شکل ۱۳ نشان داده شده است بسیار کم بوده و این افزایش ظرفیت، مطابق با برنامه کشور ایران درافق سال ۱۴۰۴ مبنی بر سهم ۱۰ درصدی انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد نیروگاهی کشور نیست.

بررسی تحول استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر برای تولید برق در دنیا نشان می‌دهد، کشورهای پیشرو در این بخش برای توسعه این منابع زمینه حضور بخش غیردولتی را برای سرمایه‌گذاری در این بخش فراهم کرده‌اند. دولت‌ها موفق شده‌اند که با استفاده از "سیاست راهبردی خرید تضمینی" بازار تقاضای این فناوری را فعال کنند.

۲-٤- وضعیت پروژه‌های داخلی

در سال‌های اخیر سیاست‌های تشویقی برای توسعه هر چه بیش‌تر انرژی‌های تجدیدپذیر تدوین شده است. از جمله این سیاست‌ها مصوبه وزارت نیرو درباره تعیین تعرفه‌های جدید خرید برق، افزایش دوره زمانی قرارداد خرید تضمینی به ۲۰ سال، متناسب شدن قیمت‌ها با ظرفیت برای انواع نیروگاه‌های تجدیدپذیر و ایجاد مزیت برای استفاده از فناوری داخلی (۱۵٪ افزایش نرخ خرید) را می‌توان نام برد. بر اساس پیش‌بینی سازمان اطلاعات انرژی آمریکا (EIA) علی‌رغم قیمت پایین نفت، انتظار می‌رود در سال‌های آینده مصرف نفت و سوخت‌های مایع برای تولید برق کاهش یابد و از ۵٪ در سال ۲۰۱۲ به ۲٪ در سال ۲۰۴۰ برسد.

پیش بینی می‌شود سهم انرژی‌های تجدیدپذیر به جز برق آبی در تولید برق جهان از ۵٪ در سال ۲۰۱۲ به ۱۴٪ در سال ۲۰۴۰ برسد. با توجه به کاهش قیمت هر ساله پنل‌های خورشیدی از یک سو و جهت‌گیری جهانی در قبال انرژی‌های تجدیدپذیر و سرمایه‌گذاری بیش‌تر در بخش انرژی خورشیدی، منطقی به نظر می‌رسد که ایران با وجود پتانسیل بسیار بالای خورشیدی نسبت به بادی، جهت‌گیری‌های خود را به سمت افزایش سهم انرژی خورشید تغییر دهد.

در برنامه پنجم توسعه (۲۰۱۰ – ۲۰۱۵)، پنج هزار مگاوات ظرفیت نصب شده به انرژی‌های تجدیدپذیر اختصاص یافته است که این هدف قرار بوده با خرید تضمینی برق از بخش خصوصی محقق شود. اما تاکنون تنها حدود ۳۰۰ مگاوات برق تجدیدپذیر توسعه یافته و کم‌تر از یک درصد از کل برق کشور با استفاده از این منابع تولید می‌شود. تا اسفند ماه ۹۴ از میان درخواست‌های دریافتی و پروانه‌های صادر شده برای احداث نیروگاه‌های تجدیدپذیر غیردولتی حدود ۶۵ مگاوات به بهره‌برداری رسیده است.

در جدول ۳ ظرفیت در حال بهره‌برداری نیروگاه‌های برق با استفاده از انواع مختلف انرژی‌های تجدیدپذیر و در جدول 4 انرژی بهره‌برداری شده از آن‌ها نشان داده شده است. مجموع مجوزهای ساتبا برای احداث نیروگاه برق با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در ردیف در دست توسعه جدول 3 نشان داده شده است. اختلافی بسیار زیاد مابین مجوز اعطا شده و ظرفیت در حال بهره‌برداری وجود دارد. این مهم نشان‌دهنده رغبت سرمایه‌گذار اما بی‌اعتمادی بخش خصوصی به طرح‌های بخش انرژی‌های تجدیدپذیر است.

جدول ۳- خلاصه اطلاعات کل مجوزهای مربوط به نیروگاه‌های تجدیدپذیر غیردولتی[۱۲]

نوع نیروگاه	بادی	خورشیدی	زیست‌توده	برق‌آبی کوچک	دریایی(امواج)	زمین‌گرمایی	مجموع
ظرفیت در حال بهره‌برداری (MW)	۵۳/۸۸	۰/۵۱۴	۱۰/۵۶	۰/۴۴	-	-	۶۵/۳۹۴

جدول ٤- خلاصه اطلاعات تولید نیروگاه‌های تجدیدپذیر [۱۲]

نوع نیروگاه	بادی	خورشیدی	زیست‌توده	برق‌آبی کوچک	دریایی(امواج)	زمین‌گرمایی	مجموع
انرژی بهره‌برداری شده (MWh)	۳۵۸۹۰۵	۴۵۰	۴۰۰۰۰	۴۲۸۱	-	-	۴۰۳۶۳۶

در برنامه ششم توسعه که توسط وزارت نیرو تدوین شده، مقرر شده است که پنج درصد ظرفیت نامی کشور تا سال ۲۰۲۰ به انرژی‌های تجدیدپذیر اختصاص داده شود که این رقم حدود پنج هزار مگاوات از صدهزار مگاوات ظرفیت نصب شده کل کشور در آن سال می‌باشد. با توجه به ترکیب فعلی درخواست سرمایه‌گذاری برای انرژی‌های تجدیدپذیر در تمام مراحل توسعه، ۷۵٪ از بازار انرژی‌های تجدیدپذیر به باد، ۲۱/۵٪ به پنل‌های خورشیدی، ۲٫۶٪ زیست‌توده و ۰٫۳٪ به نیروگاه‌های کوچک آبی اختصاص پیدا می‌کند. در نتیجه تخمین تقریبی از سرمایه‌گذاری در بخش نیروگاه‌های فتوولتاییک در پنج سال آینده معادل ۱۰۷۷MW (مگاوات) می‌باشد.

جدول ۵-پروژه‌های در حال توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر [۱۲]

منابع انرژی تجدیدپذیر	بادی	فتوولتاییک	زیست‌توده	انرژی آبی مقیاس‌کوچک	انرژی امواج	کل
در دست توسعه* (MW)	۵۶۶۲/۹۶	۱۶۱۵/۰۳	۱۹۴/۲۹	۲۳/۵	۰/۱۵	۷۴۹۵/۹۳
سهم در کل سرمایه‌گذاری برنامه‌ریزی شده	۷۵٪/۵	۲۱٪/۵	۲٪/۶	۰٪/۳	۰٪/۰	۱۰۰٪/۰
تقاضای تقریبی برای سیستم‌های تجدیدپذیر	۳۷۷۷٪/۴	۱۰۷۷٪/۳	۱۲۹٪/۶	۱۵٪/۷	۰٪/۱	۵۰۰۰٪/۰

*در دست توسعه: دارای مجوز ساخت اولیه، توافقات اولیه یا امکان‌سنجی شده

با وجود سیاست‌های تشویقی و نقاط قوت مصوبه جدید خرید تضمینی برق، در نظر نگرفتن سازوکار مناسب برای جبران ضررهای احتمالی سرمایه‌گذاران در قراردادهای خرید تضمینی برق، کماکان سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در انرژی‌های تجدیدپذیر را با عدم استقبال رو به رو می‌کند. با توجه به بدهی بالای وزارت نیرو به پیمانکاران غیردولتی، ورود سرمایه‌گذاران خصوصی به این صنعت نیازمند ارایه

ضمانت‌های لازم در خصوص پرداخت بهای به موقع برق تولیدی می‌باشد. ورود نکردن بخش خصوصی در شرایط فعلی با وجود جذاب بودن نرخ‌ها و قیمت‌گذاری‌ها نشان می‌دهد مشکل اساسی در این زمینه، نبود تضمین پرداخت است.

نیروگاه‌های فتوولتائیک به سه دسته اصلی مصارف کوچک خانگی تا سقف ظرفیت نامی ۵ کیلووات و مصارف متوسط نیروگاهی و خصوصی کمتر از ۱ مگاوات و مصارف نیروگاهی بزرگ بیش از ۱ مگاواتی تقسیم می‌گردند.

۲-٤-۱- نیروگاه‌های کوچک ۵ کیلووات و کمتر

در نوع اول که شامل مصارف خانگی می‌باشند؛ با توجه به اختصاصی بودن آمار دقیقی در دست نیست ولی از محل حمایت‌های دولتی طی ۵ سال اخیر تاکنون حدود ۲/۵ مگاوات در مناطق روستایی، عشایری و خانواده‌های تحت پوشش کمیته امام نصب و راه‌اندازی گردیده است. اگر رشد فعلی را برای توسعه این نوع نیروگاه‌ها در نظر بگیریم انتظار می‌رود سالانه شاهد بین ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلووات با ظرفیت ۵ کیلووات و کمتر در مناطق مختلف کشور برای مصارف خانگی و یا درآمدزایی خانوارها باشیم.

۲-٤-۲- نیروگاه‌های متوسط تا ۱۰۰ کیلووات

این قسم از نیروگاه‌ها عمدتاً در شهرک‌های صنعتی و کارخانجات مورد توجه واقع گردیده است و در حال حاضر چیزی بالغ بر ۱۰۰۰ کیلووات با ظرفیت نامی حداکثر ۵۰۰ کیلووات جهت مصارف سازمانی و تولیدی در کشور به بهره‌برداری رسیده است. اگر اجرای بخش‌نامه ستاد فرماندهی اقتصاد مقاومتی به‌صورت جدی اجرایی گردد با توجه به تکلیف استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر جهت۲۰٪ مصارف برق سازمان‌های دولتی و دستگاه‌های عمومی کشور باید انتظار داشت در یک دوره زمانی کمتر از ۳ سال شاهد نصب و راه‌اندازی بیش از ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ مگاوات از این نوع نیروگاه‌ها در کشور باشیم.

۲-٤-۳- نیروگاه‌های بزرگتر از یک مگاوات

متاسفانه به علت تحریم‌ها و عدم تمایل سرمایه‌گذاری کشورهای صاحب سرمایه به سرمایه‌گذاری در ایران در طی برنامه پنجم توسعه امکان توسعه پیش‌بینی شده برای حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله انرژی خورشیدی به‌وجود نیامد و لذا برنامه توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر عیناً به برنامه ششم توسعه انتقال یافت که طی این برنامه سالانه بایستی شاهد راه اندازی حدود ۱۰۰۰ مگاوات نیروگاه تجدیدپذیر می‌بودیم

که حدود ۷۰٪ آن شامل انرژی فتوولتائیک می‌باشد. در جدول ۶ ظرفیت نصب‌شده نیروگاه‌های متوسط و بزرگ تجدیدپذیر آورده شده است.

جدول ٦-ظرفیت نصب شده پروژه¬های نیروگاهی مقیاس متوسط و بزرگ فتوولتاییک تا بهمن ۱۳۹٦[15]

نام پروژه	نوع پروژه	ظرفیت نامی MW	محل احداث	بهره‌برداری
شرکت سولار انرژی آرکا	فتو ولتائیک	۱۰	کرمان- ماهان	۱۳۹۶
شرکت توسعه فراگیر جاسک	فتو ولتائیک	۱۰	کرمان- ماهان	۱۳۹۶
سرمایه گذاری برق و انرژی غدیر	فتو ولتائیک	۱۰	اصفهان- جرقویه	۱۳۹۶
آفتاب ماد راه ابریشم - خلیج فارس	فتو ولتائیک	۷	همدان - همدان	۱۳۹۵
آفتاب ماد راه ابریشم - امیرکبیر	فتو ولتائیک	۷	همدان - همدان	۱۳۹۶
آفتاب ماد راه ابریشم - کردآباد	فتو ولتائیک	۷	همدان - کردآباد	۱۳۹۶
آفتاب ماد راه ابریشم - ابراهیم آباد	فتو ولتائیک	۷	همدان – ابراهیم آباد	
آترین پارسیان-بیدگنه	فتو ولتائیک	۰/۵۱۴	تهران - ملارد	۱۳۹۳
پاک بنا	فتو ولتائیک	۰/۲۲۸	قم - قم	۱۳۹۵
شرکت تارا مشاور – شمس آباد	فتو ولتائیک	۰/۲۱۵	البرز – کرج	۱۳۹۵
شرکت مهراد انرژی آروند	فتو ولتائیک	۱/۲	کرمان - رفسنجان	۱۳۹۶
شرکت صنایع سیمان شهرکرد	فتو ولتائیک	۱/۵	چهارمحال و بختیاری- شهرکرد	۱۳۹۶
ابووبند دامغان	فتو ولتائیک	۱/۳۱۳	سمنان - دامغان	۱۳۹۶
جمع		۶۲/۹۷		

با بررسی و تحلیل نتایج حاصل از دو جدول فوق نتیجه‌گیری قابل قبول این است که از آغاز فعالیت دوره جدید انرژی‌های تجدیدپذیر سهم نیروگاه‌های فتوولتاییک محدود به۳۸/۶ درصد از کل انواع تجدیدپذیر بوده است. ولی طی برنامه توسعه پنجم و سال اول برنامه ششم توسعه در سال ۱۳۹۶ سهم نیروگاه فتوولتاییک به بیش از ۵۰٪ افزایش یافته که این روند رشد، در سال اول برنامه ششم توسعه تقریباً معادل صد در صد شده است.

انتظار می‌رود این روند رشد به علت کمتر بودن هزینه راه‌اندازی و هزینه نگهداری و همچنین سهولت دستیابی به تکنولوژی آن نسبت به سایر انواع تجدیدپذیر تا سقف ۷۰ الی ۸۰ درصد از سهم کل تجدیدپذیرها طی سال‌های برنامه ششم توسعه ادامه یابد. به عبارتی دیگر در حالت خوش‌بینانه سهم نیروگاه‌های فتوولتاییک از کل انرژی‌های تجدیدپذیر مورد حمایت سالانه در طی برنامه ششم توسعه را می‌توان به‌طور متوسط ۷۰۰ تا ۸۰۰ مگاوات پیش‌بینی نمود.

با استفاده از آن‌چه که به‌عنوان خروجی گام سوم استخراج می‌گردد؛ می‌توان با دیدی وسیع‌تر به توسعه توانمندی داخلی در حیطه تجهیزات نیروگاهی، بررسی جذابیت و نقشه راه توسعه فناوری مربوطه و همچنین راه‌کارهای انتقال دانش فنی و فناوری پرداخت. در این بخش، مقدمه‌ای از مضامین مذکور تشریح می‌گردد.

با توجه به مقوله گذار انرژی در جهان و حرکت کشورها به سمت اقتصاد پاک و کم‌کربن، در سالیان اخیر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر کم و بیش مورد توجه مسئولان دولتی و فعالان بخش خصوصی قرار گرفته است و در این راستا اسناد، قوانین و آیین نامه‌هایی نوشته شده است. در این میان یکی از موضوعات مورد بحث، لزوم توجه به تولید ملی و توانمندی داخلی بنابر نظر اقتصاددانان، کشورهای در حال توسعه برای مدیریت بر بازار و توسعه فناوری در داخل باید از مکاتب اقتصادی پسامتعارف استفاده نمایند. در این مکاتب گفته می‌شود که مکانیزم بازار به تنهایی نمی‌تواند منجر به توسعه فناوری در یک کشور شود و مداخله هدفمند دولت در توسعه فناوری لازم است. در این راستا دولت‌ها از دو طریق مستقیم و غیرمستقیم می‌توانند به مداخله و تنظیم هوشمند بازار بپردازند که عموماً روش غیرمستقیم دارای اثرگذاری سازنده‌تری است.

بنابراین چنانچه بخواهیم توسعه ظرفیت انرژی‌های تجدیدپذیر با رونق تولید و اشتغال و پیشرفت فناوری بومی همراه باشد باید سیاست‌گذاران در قوانین مرتبط با این حوزه مشوق‌هایی برای به‌کارگیری توانمندی‌های داخلی در نظر گیرند تا اقتصاد کشور بتواند هرچه بیشتر از مزایای توسعه صنعت تجدیدپذیر بهره‌مند گردد.

فصل سوم

شناسایی فعالیت‌های ارزش‌زا در زنجیره تامین

نسخه اولیه – غیر قابل استناد

فصل ۳- شناسایی فعالیت‌های ارزش‌زا در زنجیره تأمین

برای بررسی ارزش و همچنین نحوه ایجاد آن از ابزاری با نام زنجیره ارزش کمک گرفته می‌شود. زنجیره ارزش به‌عنوان ابزاری راهبردی نشان دهنده مجموعه فعالیت‌هایی است که برای ایجاد ارزش صورت می‌گیرد. این فعالیت‌ها، فعالیت‌های ارزشی نامیده می‌شوند. پورتر در سال ۱۹۸۵ مدل زنجیره ارزشی ارائه داد که فعالیت‌های دخیل در سازمان‌های تولیدی را به دو بخش اصلی و پشتیبان به شرح زیر تبدیل نمود:

فعالیت‌های اصلی (اساسی): شامل فعالیت‌هایی است که در فرآیند فیزیکی تولید محصولات یا خدمات، تحویل، فروش و خدمات پس از فروش سازمان نقش دارند. این فعالیت‌ها شامل خدمات، بازاریابی و فروش، آماده‌ها (لجستیک) ورودی، تولید و عملیات و آماده‌ها (لجستیک) خروجی می‌باشد.

فعالیت‌های پشتیبان: شامل فعالیت‌هایی است که زیربنای لازم برای ادامه حیات فعالیت‌های اساسی را فراهم می‌نماید. فعالیت‌های پشتیبان زنجیره ارزش شامل زیرساخت‌های سازمان، مدیریت منابع انسانی، تکنولوژی و تأمین و تهیه مواد و امکانات مورد نیاز فعالیت‌های اصلی است.

رویکرد زنجیره ارزش در تحلیل فعالیت‌های درون سازمانی ابزاری موثر در شناخت نقاط قوت و ضعف و تصمیم‌گیری در مورد هر یک از این فعالیت‌ها است. همچنین به کمک آن می‌توان در راستای عملیاتی کردن برنامه‌های بلندمدت از جمله برنامه‌های ارتقای کیفیت حرکت کرد.

توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر با رویکرد تحقیق و توسعه داخلی، زمان‌بر و پرهزینه خواهد بود، و از سوی دیگر بازار بالقوه و بالفعل پیش روی ایران گزینه جذابی برای شرکت‌های خارجی می‌باشد، همانند کشورهای باتجربه در این حوزه هم‌چون هند و چین، می‌توان شرکت‌های خارجی را مجاب به انتقال فناوری به کشور نمود. علاوه بر این، وجود مزیت‌های دیگری در کشور در این زمینه نظیر وجود شرکت‌های دارای توانمندی نسبی فناورانه، وجود نیروی متخصص فراوان و هم‌چنین وجود نیروی کار ارزان‌قیمت در داخل کشور، مواردی است که شرایط انتقال دانش فنی به داخل کشور را تسهیل می‌نماید.

با توجه به موارد بیان شده روشن است که پروژه‌های سرمایه‌گذاری خارجی و واردات عمده تجهیزات به داخل کشور می‌بایست با هوشمندی ویژه در جهت استفاده هر چه بیش‌تر از توانمندی‌های فناورانه داخلی و هم‌چنین انتقال دانش فنی به داخل کشور هدایت گردد. به علاوه لازم است ضمن انتقال فناوری به داخل کشور، در تنظیم قرار داد با شرکت‌های خارجی صاحب فناوری موارد ذیل رعایت گردد:

- الزام به تامین از داخل از برندهای ایرانی؛

- الزام شرکت‌های خارجی به ا ستفاده از توان قطعه سازی یا پیمان‌کاری داخلی با رویکرد صادرات محور و ورود به زنجیره جهانی آن‌ها؛
- الزام شرکت‌های خارجی به م شارکت با شرکت‌های بزرگ یا کن سر سیوم‌های داخلی با رویکرد صادرات محور؛
- الزام شرکت‌های خارجی به آموزش و استخدام نیروی انسانی داخلی؛
- الزام شرکت‌های خارجی به ایجاد مراکز تحقیق و توسعه مشترک مرتبط با موضوع فعالیت؛

رقابت شدید در عرصه تکنولوژی و صنعت به سرعت در حال تغییر است. انرژی و برق به طور خاص، یک بازار بسیار وابسته به سیاست است که به‌سرعت توسط مقررات، انگیزه‌ها و اهداف عمومی شکل می‌گیرد. تعدادی از عوامل مختلف وجود دارند که سیاست‌گذاران در نظر می‌گیرند ازجمله توسعه صنایع انرژی تجدیدپذیر داخلی، امنیت انرژی، ملاحظات زیست محیطی، فراهم آوردن دسترسی جهانی بیش‌تر به انرژی که این عوامل را به‌عنوان یک فرصت توسعه اقتصادی می‌دانند.

۳-۱- تعیین فعالیت‌های اصلی در زنجیره ارزش نیروگاه‌های خورشیدی

اکنون بسیاری از سیاست‌گذاران، مزایای بهبود در زنجیره تامین جهانی انرژی تجدیدپذیر که شامل هزینه‌های پایین‌تر، کیفیت بالاتر تجهیزات و عملکرد بهتر برای ارائه انرژی داخلی ارزان‌تر است و در عین حال پرورش‌دهنده و حمایت‌کننده از صنایع داخلی است و منجر به ایجاد شغل‌های سبز قابل توجهی می‌شود. در جدول ۷ شناسایی فعالیت‌های ارزش‌زای اصلی در زنجیره بخش نیروگاه‌های فتوولتاییک خورشیدی صورت گرفته و فعالیت‌های اصلی تعیین شده اند.

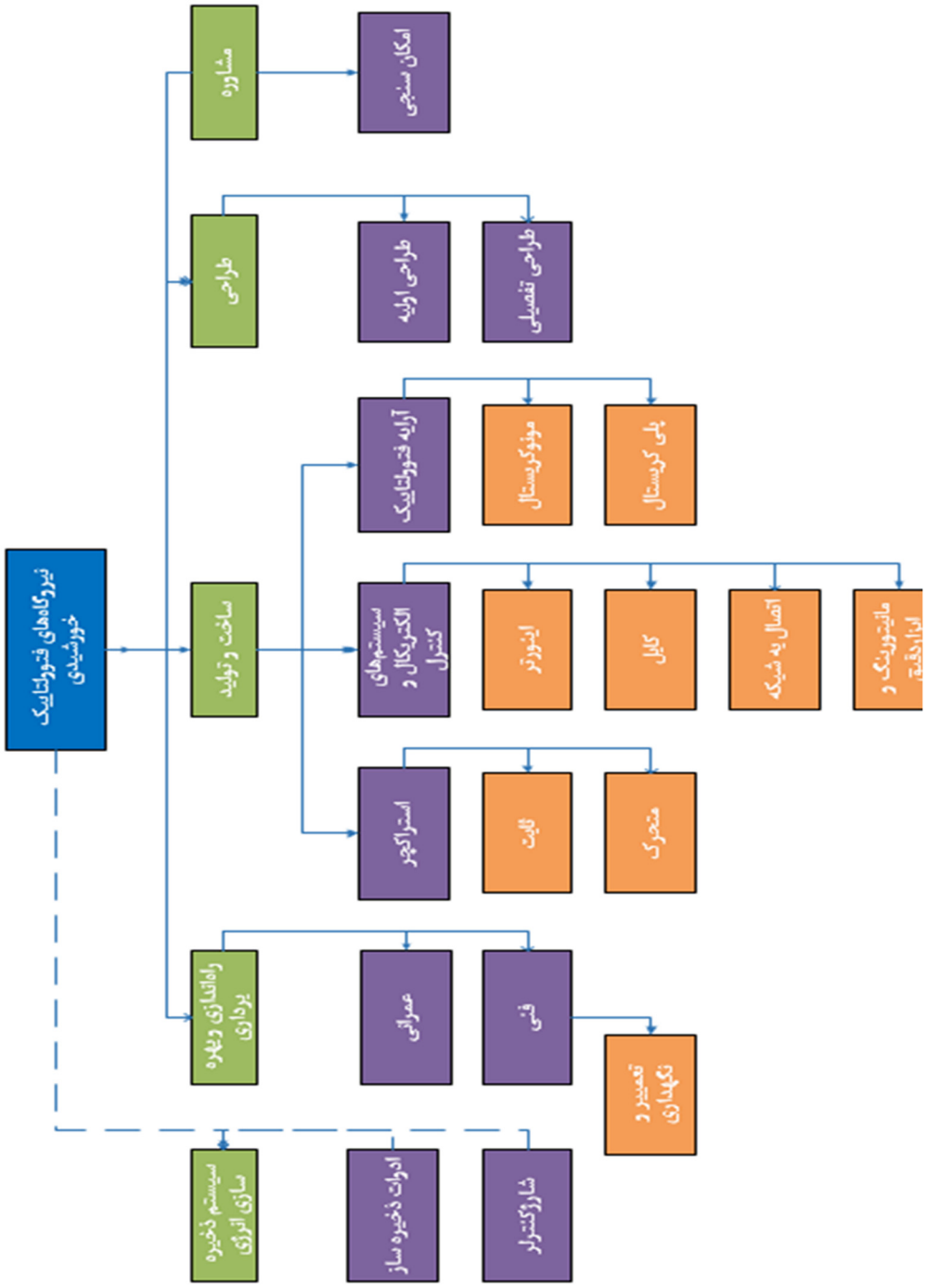
جدول ۷-زنجیره ارزش در نیروگاه¬های فتوولتاییک به عنوان یک نمونه جامع در نیروگاه¬های خورشیدی

بخش زنجیره ارزش		تقریب، تعداد و نقش بازیگرهای جهانی	مشخصه‌های کلیدی
بالا دستی (تحقیق و توسعه، مواد خام	تحقیق و توسعه	شرکت‌های یکپارچه خورشیدی، تامین کننده قطعات، دولت، حمایت کنندگان، آزمایشگاه‌های بین المللی	شرکت‌های یکپارچه خورشیدی و تامین کننده قطعات به-طور عمده در بخش خانگی

بخش زنجیره ارزش		تقریب، تعداد و نقش بازیگرهای جهانی	مشخصه‌های کلیدی
تولید سیلیکون		تامین عمده جهانی توسط ۱۰ تامین کننده بزرگ، (۵۲٪ در هفت شرکت کشورهای OECD ، ۱۸٪ توسط سه شرکت چینی) در سال‌های اخیر ۷۰ تامین کننده جهانی دیگر اضافه شدند.	موانع ورودی سخت، نیاز به سرمایه و مصرف انرژی زیاد، استهلاک ۴۸٪ و انرژی ۱۳٪ هزینه تولید، منحنی یادگیری طولانی برای رسیدن به ساختار اقتصادی مطلوب، زمان طولانی حدود دو سال برای راه اندازی تجهیزات. نیاز به تجیزات مقیاس بزرگ برای سودآور بودن پروژه. مشکل بودن جابه‌جایی تجیزات نصب شده، نیاز به استراتژی‌های هدف برای رقابت با تامین‌کنندگان جهانی.
دیگر مواد			شیشه، آلومینیوم و دیگر تجهیزات مورد نیاز برای پنل‌ها و دیگر تجهیزات. اغلب می‌تواند از صنایع تولیدی موجود داخلی استفاده شود.
تولید ویفر		حدود ۲۵۰ شرکت جهانی: شرکت‌های یکپارچه خورشیدی، تامین کنندگان سیلیکون و تولید کنندگان ویفر و ماژول	موانع بزرگ برای ورود به عرصه، نیاز به هزینه اولیه سرمایه‌گذاری بالا برای تجهیزات با عملکرد بالا، نیاز مبرم به تجارب تولید به منظور تولید با راندمان بهینه و نیاز به روابط خوب با مشتری‌های خوب تولید کننده پنل در جهان، راندمان تبدیل ویفرها، خواص فیزیکی، هزینه تولید متناسب با سلول‌های خورشیدی به ازای هر وات تولید الکتریسیته.
تولید سلول		بسیار گسترده، بیش از ۴۰۰ شرکت جهانی: تولید کننده‌های ویفر و ماژول، تولید کننده‌های سلول، شرکت‌های یکپارچه-سازی خورشیدی	موانع بسیار کم برای ورود، با هزینه سرمایه‌گذاری کم، اما با در نظر گرفتن برخی شرایط. غیر فنی اما نیاز به کار بیشتر در فرآیند تولید. تجهیزات به سرعت می‌توانند نصب و به راحتی جابه‌حا شوند. سنگین‌ترین و شکننده‌ترین بخش تجهیزات خورشیدی هستند که باعث کمتر اقتصادی بودن بازارهای خارجی می‌شود.
تولید تجهیزات BOS (تجهیزات بالانس سیستم خورشیدی، تولید اینورتر، سازه،		بسیار وسیع، بیشتر از تامین-کنندگان خارجی تامین می‌شود	موانع کم برای ورود برای اکثر تجهیزات. اینورتر بیشتر از کشورهای اروپایی تامین می‌شود، تعداد کمی شرکت چینی، و با ظهور بازار خورشیدی در آسیا و آمریکای جنوبی شرکت‌های نوپایی شکل گرفته‌اند. برای دیگر تجهیزات بیشتر رقابت در سطح شرکت‌های داخلی و بومی می‌باشد. هزینه کالاها تاثیر زیادی بر روی هزینه نهایی تجهیزات در این بخش دارد. تجهیزات تولید قطعات BOS به سرعت نصب و به راحتی قابل جابه‌جایی می‌باشند.

بخش زنجیره ارزش		تقریب، تعداد و نقش بازیگرهای جهانی	مشخصه‌های کلیدی
پایین دست (توسعه و خدمات نصب سیستم فتوولتاییک) بیشتر تامین کنندگان جهانی سلول و ماژول در این بخش از زنجیره ارزش وارد می‌شوند. استراتژی‌های تجاری و تقاضای بازارهای	طراحی سیستم، یکپارچه کردن سیستم، توسعه پروژه	شرکت‌های یکپارچه خورشیدی، توسعه‌دهندگان سیستم، شرکت‌های خدمات فنی	طراحی و نصب سیستم‌های سقفی و روی زمین، تولید نهایی ادوات BOS، توسعه و مشاوره پروژه‌های مقیاس بزرگ، نیاز به مهارت‌های فنی تخصصی، نیاز به متخصص برای ارزیابی منابع
	نصب سیستم و خدمات (عمرانی، مهندسی، تدارکات، ساخت‌وساز)	شرکت‌های عمرانی بومی و ارائه دهندگان خدمات، پیمانکاران EPC بومی	می‌تواند نقش بازیگرهای بومی را نسبت به صنایع ساختمانی به خصوص در پروژه‌های مقیاس بزرگ PV EPC افزایش دهد. متصل می‌شود به شرکت‌های تخصصی مهندسی و برق بومی
	تعمیر و نگهداری	شرکت‌های یکپارچه خورشیدی، نصب کنندگان سیستم، شرکت‌های خدمات فنی	نیاز به تعمییر و نگهداری کم دوره‌های زمانی سالانه ثابت می‌تواند فرصت مناسبی برای نیروگاه‌های مقایس بزرگ فراهم آورد.
	تامین مالی	شرکت‌های یکپارچه خورشیدی و توسعه دهندگان پروژه، بانک‌ها و دیگر ارائه دهندگان خدمات مالی	

گرچه زنجیره ارزش سیستم‌های فتوولتاییک خورشیدی از چند بخش تشکیل شده است صنعت فتوولتاییک را می‌توان به طور گسترده‌ای به فعالیت‌های بالادست (مربوط به توسعه و ساخت تجهیزات خود) و پایین دست (مربوط به استقرار تجهیزات و تولید برق) تقسیم کرد. تجزیه و تحلیل صنعت خورشیدی فتوولتاییک، نشان‌دهنده درس‌های کلیدی در این که چگونه کشورها می‌توانند ایجاد کننده یک صنعت داخلی سالم و ارائه‌دهنده انرژی کم‌هزینه و پاک باشند. این دستاوردها از طریق سیاست‌هایی که در هر دو بخش از زنجیره ارزش وجود دارد؛ حاصل می‌گردد. در گراف زیر تقسیم‌بندی خدمات و محصولات صنعت نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتاییک به‌همراه زیربخش‌های آن قرار گرفته است.



شکل ۱۴-زنجیره ارزش تولید و خدمات نیروگاه¬های خورشیدی فتوولتاییک

این زنجیره ارزش از سه سطح تشکیل شده است که سطح‌های اول تا سوم به‌ترتیب با رنگ سبز، بنفش و قهوه‌ای مشخص گردیده اند. سطح اول، ارکان اصلی و کلی ایجاد یک نیروگاه خورشیدی فتوولتاییک را در بر می‌گیرد و شامل فرآیندهای مشاوره، طراحی، ساخت و تولید تجهیزات، راه‌اندازی و بهره‌برداری و سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی است.

در سطح دوم، زیربخش‌های سطح اول آمده است. در زیر مجموعه مشاوره، فرآیند امکان‌سنجی طرح قرار دارد که به خدمات مطالعات فرصت، پیش امکان‌سنجی فنی و مطالعه امکان‌سنجی فنی و اقتصادی اطلاق می‌گردد. این فرآیند، مهم‌ترین بخش سلسله مراحل ایجاد یک نیروگاه خورشیدی فتوولتاییک می‌باشد چراکه تحلیل ارزشمندی طرح و تصمیمات مربوط به سرمایه‌گذاری و صرف دیگر پتانسیل‌های لازم، مستلزم دریافت بازخوردی مناسب از خروجی مطالعات این بخش است. مسلما در نظرگیری بسیاری از مشخصه‌های درون سیستمی و برون سیستمی و پیش‌بینی تغییر شرایط حاکم بر سیستم و اثرات سیستم بر محیط خارجی از مواردی است که در این سطح انجام می‌گیرد.

طراحی اولیه و کلی و همچنین طراحی جامع و تفصیلی هربخش از مراحل واجب بخش مهندسی ایجاد یک نیروگاه خورشیدی فتوولتاییک به‌حساب می‌آید. در طراحی اولیه، کم و کیف طرح، ورودی‌ها، خروجی‌ها و ملزومات سیستم مشخص می‌شوند. در طراحی تفصیلی، مشخصات جزیی هربخش و زیربخش‌ها و نحوه ارتباط آن‌ها با دیگر بخش‌ها، تعریف می‌گردد.

از دیگر موارد زنجیره ارزش نیروگاه خورشیدی فتوولتاییک می‌توان به ساخت و تولید اجزای سیستم اشاره کرد که این مورد در سطح دوم زنجیره به سه بخش تقسیم می‌شود. هر یک از اجزا می‌تواند به نوبه خود دارای زنجیره ارزش تولید باشند. این سه بخش تشکیل شده است از آرایه‌های فتوولتاییک که مهم‌ترین و چالش‌انگیزترین المان تجهیزات نیروگاه می‌باشد؛ ادوات کنترل و الکتریکال، و در نهایت سیستم‌های مکانیکی از جمله سازه آرایه‌ها.

صنعت ساخت و تولید سلول و ماژول‌های فتوولتاییک، صنعت جامع و گسترده‌ای است که شاهد پیشرفت‌های چشم‌گیری از آن در کشورهای اروپایی و آسیایی هستیم. حتی کشور ایران هم با انتقال تکنولوژی در زمینه مونتاژ اجزا و تولید پنل‌های فتوولتاییک از دیگر کشورها مستثنی نیست. دو نوع رایج از سلول‌های فتوولتاییک و مورد استفاده در مقیاس نیروگاهی، سلول‌های با تکنولوژی ساخت مونوکریستال و پلی کریستال هستند. از این رو این فناوری‌ها به تفکیک در زیرسطح سوم زنجیره ارزش قرار گرفته اند.

از دیگر تجهیزات مربوط به لایه سوم زنجیره ارزش می‌توان به ادوات الکتریکال و کنترل اشاره کرد؛ ازجمله سیستم‌های مانیتورینگ و کنترل، تجهیزات پست و اتصال به شبکه، اینورتر جهت تبدیل جریان مستقیم به جریان متناوب و کابل‌های خورشیدی مناسب برای نیروگاه‌های فتوولتاییک. سیستم‌های مانیتورینگ و کنترل جهت پایش عملکرد نیروگاه و بررسی تاثیر شرایط محیطی خارجی بر خروجی نیروگاه، ثبت وضعیت سامانه‌ها و شرایط اقلیمی و رصد خطاهای احتمالی رخداده در کارکرد آن استفاده می‌گردند. تجهیزات پست نیز شامل، ترانس‌ها، فیدرها و دیگر اجزای لازم جهت اتصال به شبکه می‌باشند. برای کاربرد نیروگاه‌های بزرگ مقیاس می‌بایست از اینورترهای مرکزی استفاده شود که گاهاً این تجهیزات دارای

ترانسفورماتور نیز می‌باشند. از دیگر المان‌های اساسی و مهم در نیروگاه‌های فتوولتاییک، کابل‌های مخصوص جریان ثابت و جریان متناوب است که طبق استانداردهای بین المللی در سطح جهان تولید و به این منظور استفاده می‌گردند. کیفیت و کارایی این محصول می‌تواند تاثیر زیادی بر عمر و راندمان نیروگاه داشته باشد.

سازه‌های ثابت و متحرک (ترکر[۱]) از دیگر مواردی است که در لایه سوم زنجیره ارزش و در زیر مجموعه ساخت و تولید قرار می‌گیرد. این سازه‌ت نگهداری مجموعه پنل‌ها در قالب یک فریم استفاده می‌شوند و انواع متعددی دارند. جنس، نوع اتصال اجزای سازه و دستورالعمل نصب این تجهیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و در استانداردها به این معقوله پرداخت شده است. سازه‌های متحرک بر خلاف سازه‌های ثابت دارای محرکه‌هایی هستند و باتوجه به نوع آن‌ها طبق الگوریتم‌های مختلف می‌توانند حرکت خورشید را دنبال کنند و بهره‌وری نیروگاه را افزایش دهند. به‌عبارتی سازه ترکر دار تک محوره می‌تواند ضریب ظرفیت[۲] نیروگاه مستقر در تهران را از مقدار ۲۰ درصد به مقدار ۲۸ درصد بدون درنظرگیری اثرات سایه برساند.

راه‌اندازی و بهره‌برداری جز لاینفک هر نیروگاهی است که نیروگاه‌های خورشیدی نیز از این معقوله مستثنی نیستند. این خدمات شامل استقرار و نصب تجهیزات اصلی و ایجاد ارتباط فنی بین آن‌هاست. همچنین احداث ساختمان‌ها و ایجاد زیرساخت مناسب جزو وظایف این بخش می‌باشد. به‌علاوه انجام روال لازم جهت شروع به کار نیروگاه و فرآیند هم‌زمان سازی، اجرای فرآیند عملیاتی طی دوره عمر نیروگاه و تعمییر و نگهداری اجزا از دیگر مواردی است که متصدیان بخش بهره‌برداری مسئول آن هستند. این موارد در لایه دوم و سوم فرآیند راه‌اندازی و بهره‌برداری در زنجیره ارزش شکل ۱۴ قرار داده شد.

سیستم‌های ذخیره‌سازی به‌عنوان ادواتی جذاب از این حیث که می‌توانند شمایلی پاک از انرژی، یعنی الکتریسیته را نگهداری و در زمان خاص برای استفاده مصرف‌کننده بازپس دهند؛ در زنجیره ارزش نیروگاه خورشیدی فتوولتاییک قرار داده شد. تصور اجبار به مصرف الکتریسیته تولید شده در واحدهای نیروگاهی در دهه‌های اخیر آزاردهنده و دور از انصاف بود که امروزه با توسعه این صنعت جهانی و پیشرفت‌ها و پژوهش‌های در حال انجام، ذخیره‌سازی در مقیاس نیروگاهی در حال تحقق است. در سطح دوم زنجیره ارزش سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی، ادوات ذخیره‌سازی و کنترل‌کننده‌های لازم قرار داده شده اند. با این فناوری پایستاری نیروگاه‌های خورشیدی، فرآیندهای پیک‌سایی بار شبکه و انتقال قله مصرف با گزینه‌های بیش‌تری صورت می‌گیرد. علاوه بر این برای نیروگاه خورشیدی حرارتی نیز سیستم‌هایی که بتوانند حرارت را ذخیره کنند موجود است.

---

۱ Tracker Structure

۲ Capacity Factor

فصل چهارم

احصای توانمندی‌های فناورانه و ایجاد بانک اطلاعاتی ظرفیتهای داخلی

نسخه اولیه – غیر قابل استناد

فصل ٤- احصای توانمندی‌های فناورانه و ایجاد بانک اطلاعاتی ظرفیت‌های داخلی

٤-١- تشریح اجزای تشکیل دهنده حوزه نیروگاه خورشیدی فتوولتاییک

اجزای کلیدی سامانه تولید انرژی خورشیدی عبارتند از:

ماژول‌های فتوولتاییک برای جمع‌آوری نور خورشید؛

- اینورتر تبدیل جریان مستقیم (DC) به جریان متناوب (AC)؛
- مجموعه‌ای از باتری‌ها برای سامانه‌های فتوولتاییک مستقل؛
- ساختارهای پشتیبانی به‌منظور جهت‌گیری ماژول‌های فتوولتاییک به‌سمت خورشید؛

سلول خورشیدی واحد پایه یک سامانه فتوولتاییک است. به‌طور کلی سلول‌های فتوولتاییک با استفاده از مواد زیر ساخته می‌شوند:

- سیلیکون کریستالی، جداشده از شمش‌ها یا اشیاء ریخته‌شده؛
- نوارهای رشدی؛
- مواد نیمه‌رسانای قرار گرفته در لایه‌های نازک یک پوشش ارزان‌قیمت (لایه نازک[1])؛

اگر سلول‌های فتوولتائیک به یکدیگر متصل شوند، واحدهای بزرگتری بنام ماژول را شکل می‌دهند. از ورقه‌های اتیل وینیل استات[2] یا پلی وینیل بوتیرال[3] برای اتصال سلول‌ها با یکدیگر و محافظت در برابر هوا استفاده می‌شود. به‌طور معمول ماژول‌ها بین یک پوشش شفاف (معمولاً شیشه) و یک لایه مقاوم در برابر تغییرات جوی[4] (معمولاً ساخته‌شده از یک پلیمر نازک) قرار دارند. به منظور افزایش دوام و پایداری مکانیکی، ماژول‌ها را درون یک فریم[5] قرار می‌دهند. معمولاً ماژول‌های فیلم نازک را بین دو ورقه شیشه‌ای قرار می‌دهند و در نتیجه به وجود فریم نیازی نیست.

١Thin Film
٢ Ethyl Vinyl Acetate
٣ Polyvinyl Butyral
٤Weatherproof layer
٥Frame

٤-١-١- اینورترها[١]

اینورترها برق جریان مستقیم[٢] تولیدشده توسط یک ماژول فتوولتاییک را به برق جریان متناوب[٣] تبدیل می‌کنند. این امر باعث سازگار شدن سامانه با شبکه توزیع برق و نیز متداول‌ترین کاربردهای برقی می‌سازد. اینورتر در اصل برای سامانه‌های فتوولتاییک متصل به شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد. اینورترها دامنه وسیعی از توان‌های خروجی، از چند صد وات (معمولاً برای سامانه‌های مستقل) تا چند کیلووات (پرکاربردترین دامنه مورد استفاده) گرفته تا اینورترهای مرکزی ۲۰۰۰kw برای سامانه‌های بزرگ را پوشش می‌دهند.

٤-١-٢- باتری‌ها و کنترل‌کننده‌های بار[٤]

سامانه‌های فتوولتاییک مستقل نیاز به باتری برای ذخیره‌سازی انرژی به‌منظور کاربردهای آتی دارند. در این راستا معمولاً از باتری‌های اسید سرب استفاده می‌شود. هم‌اکنون باتری‌های جدید با کیفیت بالا ـ که به‌طور خاص برای کاربردهای خورشیدی و طول عمر ۱۵ سال طراحی شده‌اند در دسترس هستند. طول عمر واقعی یک باتری بستگی به چگونگی مدیریت آن دارد.

باتری‌ها از طریق یک کنترل‌کننده بار به آرایه فتوولتاییک متصل می‌شوند. کنترل‌کننده بار از باتری در مقابل اضافه‌بار[٥] یا تخلیه بار[٦] محافظت می‌کند و همچنین اطلاعاتی درباره وضعیت سامانه یا توانایی سنجش و پرداخت هزینه برق مصرفی فراهم می‌آورد.

٤-٢- فناوری سیلیکون کریستالی

سلول‌های سیلیکون کریستالی از برش‌های نازک (ویفرهای) جداشده از یک کریستال یا بلوک سیلیکون ساخته می‌شوند. این نوع سلول کریستالی با توجه به چگونگی ساخت ویفرها تولید می‌شود. انواع اصلی سلول‌های کریستالی عبارتند از:

- مونوکریستالی (Mc-Si)؛
- پلی‌کریستالی یا چندکریستالی (Pc-Si)؛

١Inverters
٢DC
٣AC
٤Batteries and Charge Controllers
٥Overcharging
٦Discharging

- نوار و فیلم ورقه‌ای رشدی (نوار/ ورقه C-Si)؛

روش مونو کریستال بازده بیشتری دارد و در نتیجه توان بیشتری تولید می‌کند. سیلیکون کریستالی متداول‌ترین و بالغ‌ترین فناوری موجود است که حدود هشتاد درصد بازار فعلی را در اختیار دارد. سلول‌ها بین ۱۴ تا ۲۲ درصد نور دریافتی خورشید را تبدیل به برق می‌کنند. در ماژول‌های C-Si، بازده داری دامنه‌ای بین ۱۲ تا ۱۹ درصد است.

سلول‌های خورشیدی دارای ۱ تا ۱۵ سانتیمتر عرض هستند (۰/۴ تا ۶ اینچ). با این وجود، متداول‌ترین سلول‌ها ۱۲/۷×۱۲/۷ سانتیمتر (۵×۵ اینچ) یا ۱۵×۱۵ سانتیمتر (۶×۶ اینچ) هستند و ۴,۵ تا ۳ وات برق تولید می‌کنند. یک ماژول C-Si استاندارد از حدود ۶۰ الی ۷۲ سلول خورشیدی تشکیل می‌شود و دارای توان اسمی بین ۱۲۰ الی ۳۰۰ وات با توجه به اندازه و بازده آن است.

اندازه ماژول عموما بین ۱/۴ الی ۱/۷ متر مربع است اگرچه ماژول‌های بزرگتری نیز تولید شده‌اند (تا ۲,۵ متر مربع). معمولاً از آن‌ها برای کاربردهای ساختمانی سلول‌های خورشیدی استفاده می‌کنند. فرآیند ساخت ماژول‌های C-Si پنج گام دارد این گام‌ها به تفصیل عبارتند از:

۱. تبدیل سیلیکون فلزی به پلی‌سیلیکون دارای خلوص بالا (معروف به سیلیکون خورشیدی)

سیلیکون دومین عنصر فراوان در پوسته زمین پس از اکسیژن است و در کوارتز یا شن یافت می‌شود. سیلیکون فلزی دارای خلوص ۹۸ تا ۹۹ درصد است. پلی‌سیلیکون مورد نیاز برای سلول‌های خورشیدی باید دارای خلوص ۹۹/۹۹۹۹۹۹ درصد باشد. معمول‌ترین فرآیند تبدیل سیلیکون خام به سیلیکون خورشیدی فرآیند زیمنس است.

۲. شکل‌دادن شمش‌ها

پلی‌سیلیکون در دیگ‌های بزرگ ذوب کوارتز ذوب می‌شود و سپس سرد می‌گردد تا یک بلوک جامد بلند به نام شمش ساخته شود. نوع ویفری که از شمش بریده می‌شود به فرآیند مورد استفاده برای شکل دادن شمش بستگی دارد. ویفرهای مونوکریستالی دارای یک ساختار کریستالی منظم و کامل هستند در حالی که ویفرهای چندکریستالی دارای گروهی ساختارنیافته از کریستال‌ها هستند. نوع ساختار کریستال‌ها بر چگونگی حرکت الکترون‌ها در سطح سلول اثر می‌گذارد.

۳. بریدن شمش یا بلوک به‌صورت ویفرها

از سیم برش برای بریدن ویفر از شمش یا بلوک استفاده می‌شود. این سیم برش دارای ضخامتی به اندازه ویفر است. این روش برش موجب ایجاد ضایعات زیادی می‌شود که تا ۴۰ درصد سیلیکون نیز می‌رسد

(معروف به زیان کرف). استفاده از کاتر لیزری موجب کاهش زیان کرف می‌شود؛ اما انجام این کار تنها بر روی شمش‌های شکل‌گرفته از نوار رشته‌ای یا فیلم ورقه‌ای/ لبه‌ای رشدی امکان‌پذیر است.

۴. تبدیل ویفر به سلول خورشیدی

سلول بخشی است که تولیدکننده برق می‌باشد و با استفاده از چهار گام ذیل تولید می‌شود:

الف- پرداخت سطح: لایه بالایی و سطح ویفر برداشته می‌شود تا کاملاً هموار و صاف گردد.

ب- ایجاد اتصال اختلافپتانسیل (p-n): اختلاف پتانسیل بین دو نقطه منجر به خلق نیروی محرکه الکتریکی می‌شود که الکترون‌ها را از یک نقطه به نقطه دیگر منتقل می‌سازد. ویفر خورشیدی نیازمند وجود یک p-n میان سطح و پایین سلول دارد. این گام در یک کوره نفوذی (القایی) انجام می‌شود.

ج- لایه نشانی پوشش ضدانعکاس: این پوشش سلول را قادر به جذب حداکثر نور می‌کند و همچنین به سلول‌ها رنگ آبی می‌دهد.

د- نشاندن قشر فلزی: در این فاز اتصالات فلزی (معمولاً از جنس نقره) به سلول اضافه می‌شوند تا الکترون‌ها را بتوان به مدار خارجی انتقال داد. یک شبکه فازی نازک، معروف به فینگر به سطح جلوی سلول چسبانده می‌شود و در ادامه نوارهای فلزی پهن‌تر، معروف به باسبار ، به سطوح جلو و عقب سلول متصل می‌شوند.

فینگرها جریان تولیدشده توسط سلول‌ها را جمع‌آوری می‌کنند، در حالی که باسبارها به فینگرهای می‌چسبند و نقاط اتصال خارجی به سلول‌های دیگر را فراهم می‌آورند. در پایان سطح پشت سلول کاملاً با آلومینیوم پوشانده می‌شود تا یک سطح داخلی منعکس‌ساز ایجاد شود.

۵ . متصل ساختن سلول‌ها و ایجاد پوشش بر روی آن‌ها به منظور شکل‌دهی یک ماژول

در این قسمت سلول‌ها بین دو لایه پوششی قرار داده می‌شوند تا از آن‌ها در برابر محیط و شکسته‌شدن محافظت شود. از شیشه شفاف برای لایه پوششی جلو استفاده می‌شود، در حالی که در عقب ماژول از یک ماده مقاوم در برابر تغییرات آب و هوایی (معمولاً یک پلیمر نازک) استفاده می‌گردد.در ادامه با استفاده از ورقه‌های نازک EVA یا PVB یک پوشش بر روی آن قرار می‌گیرد. در ادامه به منظور افزایش استحکام ماژول، یک فریم در اطراف آن قرار می‌گیرند. در برخی از کاربردهای خاص، برای مثال بکارگیری ماژول در یک ساختمان، سطح پشتی ماژول نیز از شیشه ساخته می‌شود تا نور از آن عبور کند. از دیگر موارد فناوری‌های تولید سلول، فناوری‌های جایگزین تولید سلول است. وجود پیشرفت‌ها و پیدایش جایگزین‌هایی در روش‌های تولید سلول، تولید سلول‌هایی با بازده و راندمان بالاتر را نوید می‌دهند. برخی از خوش‌آتیه‌ترین فناوری‌های نوظهور عبارتند از:

۱. ایجاد اتصالات نامرئی

به‌جای قراردادن فینگرها و باسبارها بر روی سطح رویه سلول، آن‌ها را در شکاف‌های ریز ایجاد شده درون سلول خورشیدی توسط لیزر قرار می‌دهند. این تغییر باعث می‌گردد سطح جذب رویه سلول افزایش یابد و در نتیجه قدرت جذب نور بیشتری داشته باشد.

۲. انتقال اتصالات به پشت سلول

در این فناوری اتصالات جلوی سلول به عقب آن منتقل می‌شود. با این کار سطح سلول افزایش می‌یابد و زیان‌های ناشی از سایه‌شدن کاهش می‌یابد. در حال حاضر این فناوری دارای بالاترین بازده تجاری در بازار است.

۳. PlutoTM

این روش توسط شرکت سانتک (Suntech) توسعه یافته است و دارای یک فرآیند بافت منحصربه‌فرد برای ارتقاء و افزایش میزان جذب نور خورشید، حتی در صورت وجود نور کم و غیرمستقیم می‌باشد.

۴. HITTM (پیوند ناهمگون با لایه نازک داخلی)

این روش توسط سانیو الکتریکز توسعه یافته و سلول شامل HITTM شامل یک ویفر نازک تک کریستالی ساندویچ شده بین لایه‌های سیلیکون ناهمگن بسیار نازک است. استفاده از سیلیکون‌های کریستالی یگانه (مونو کریستال) و ناهمگن موجب افزایش بازده و راندمان می‌شود. نوعی دیگر از سلول‌ها، فیلم‌های نازک هستند. ماژول‌های فیلم نازک از طریق لایه‌نشانی یک لایه فوق‌العاده نازک از یک ماده حساس به نور بر روی یک سطح ارزان قیمت مانند شیشه، فولاد ضدزنگ یا پلاستیک ساخته می‌شوند. هنگامی که عمل لایه‌نشانی به پایان می‌رسد، با استفاده از برش لیزری تبدیل به چند سلول نازک می‌شود. ماژول‌های فیلم نازک معمولاً بین دو لایه شیشه قرار دارند و فاقد فریم می‌باشند. اگر ماده حساس به نور بر روی یک سطح پلاستیکی لایه‌نشانی شود، ماژول انعطاف‌پذیر خواهد بود. این امر سبب می‌شود که بتوان سیستم تولید برق خورشیدی را با ویژگی‌های ساختاری یک ساختمانو یا دیگر کاربردهای مدنظر مصرف‌کننده نهایی یکپارچه‌سازی نمود. در حال حاضر چهار نوع ماژول فیلم نازک به صورت تجاری در دسترس هستند:

۱. سیلیکون ناهمگن (a-Si)

ضخامت لایه نیمه‌رسانا تنها حدود mμ1 است. سیلیکون ناهمگن یا آمورف قادر به جذب بیشتر نور خورشید نسبت به ساختار C-Si است. اما با این وجود، جریان پایین‌تری از الکترون‌ها را تولید می‌کند که امر منجر به بازده‌ای بین ۴ الی ۸ درصد می‌گردد. با این فناوری، می‌توان ماده جاذب را بر روی سطح وسیع‌تری (تا سقف m27/5 بر روی شیشه)لایه‌نشانی نمود که این امر موجب کاهش هزینه‌های تولید

می‌گردد. امروزه شاهد افزایش شمار شرکت‌هایی هستیم که به توسعه ماژول‌های a-Si سبک و انعطاف‌پذیر می‌پردازند که این ماژول‌ها کاملاً مناسب برای سقف‌های صنعتی تخت و منحنی شکل می‌باشند.

۲. فیلم سیلیکونی نازک چند اتصاله (a-Si / μC-Si)

این سلول شامل یک سلول a-Si با لایه‌های افزوده‌شده a-Si و سیلیکون میکرو کریستالی (μC-Si) است که بر روی یک زیرلایه (substrate) قرار گرفته‌اند. لایه سیلیکون میکرو کریستالی (μC-Si) نور بیشتری را از بخش قرمز و تقریباً مادون قرمز طیف نور جذب می‌کند. این امر موجب افزایش بازده تا سقف ۱۰ درصد می‌گردد. ضخامت لایه μC-Si چیزی در حدود mμ3 است که باعث می‌شود سلول‌ها ضخیم‌تر اما با ثبات‌تر شوند. در حال حاضر، حداکثر اندازه زیرلایه برای این فناوری m21.4 است که از بی‌ثباتی و ناپایداری آن جلوگیری می‌نماید.

۳. کادمیوم تلوراید (CdTe)

تولید فیلم‌های نازک کادمیوم تلوراید ارزان‌تر و دارای بازده ماژول تا سقف ۱۱ درصد است. این امر آن را تبدیل به اقتصادی‌ترین فناوری فیلم نازک موجود می‌سازد.

دو ماده خام اصلی آن کادمیوم و تلوریم هستند. کادمیوم محصول جانبی استخراج فلز روی است. تلوریم محصول جانبی فرآوری مس است و در مقادیری بسیار کمتر نسبت به کادمیوم تولید می‌شود. دسترسی بلندمدت به آن بستگی به آن دارد که آیا صنعت مس قادر به بهینه‌سازی فرآیند استخراج، پالایش و بازیابی مجدد است یا خیر.

۴. مس، ایندیم، گالیوم (دی) سنید/ (دی) سولفید (CIGS) و مس، ایندیم، (دی)سلیند/ (دی) سولفید (CIS)

CIGS و CIS دارای بالاترین بازده در میان تمام فناوری‌های فیلم نازک هستند. در آزمایشگاه این فناوری به بازده ۲۰ درصد دست یافته است که به بازده سلول‌های C-Si نزدیک است. فرآیند تولید این سلول‌ها نسبت به دیگر انواع سلول‌ها پیچیده‌تر و کمتر استاندارد شده است. این امر منجر بهافزایش هزینه‌های ساخت می‌شود. بازده ماژول فعلی دارای دامنه‌ای بین ۷ تا ۱۲ درصد است.

دسترسی بلندمدت به سلینوم و گالیوم وجود ندارد، ایندیم در مقادیر محدودی موجود است اما هیچ نشانه‌ای از وجود کمبود در آینده مشاهده نمی‌شود. در حالی که حجم زیادی از ایندیم در معادن تنگستن و قلع وجود دارد ولی استخراج آن موجب افزایش قیمت‌ها می‌شود. شماری از صنایع برای دستیابی به منابع ایندیم رقابت می‌کنند: در حال حاضر صنعت صفحه نمایش کریستال مایع (LCD) 85 درصد تقاضاها را

به خود اختصاص داده است. این امر نشان می‌دهد که به احتمال زیاد قیمت‌های ایندیم در سال‌های آتی بالا باقی بمانند.

انرژی ماژول‌های آزمایشگاهی ساخته شده دارای دامنه‌ای بین ۶۰ الی ۳۵۰ وات است که بستگی به اندازه ماژول و بازده آن دارد. هیچ توافقی در مورد استاندارد صنعتی ابعاد بهینه ماژول در فناوری‌های فیلم نازک وجود ندارد. در نتیجه ابعاد آن‌ها از تنوع بالایی برخوردار است و ابعاد ماژول در فناوری‌های CIGS و کادمیوم تلورید از ۰/۶ الی ۱ متر مربع و برای فناوری فیلم‌های نازک سیلیکونی از ۱/۴ الی ۵/۷ متر مربع متغیر است. ماژول‌های بسیار بزرگ در بخش ساختمان با استقبال بالایی مواجه شده‌اند زیرا از منظر سهولت کاربری و قیمت دارای بازده مناسبی می‌باشند. فرآیندهای ساخت فیلم نازک در پنج مرحله به‌شکل زیر است:

- در مرحله اول صفحه بزرگی از زیرلایه ساخته می شود. معمولاً این زیرلایه از شیشه ساخته می شود، اگرچه از مواد دیگری همچون فولاد انعطاف‌پذیر، پلا ستیک یا آلومینیوم نیز ا ستفاده می‌شود.
- در مرحله دوم زیرلایه با یک لایه رسانای شفاف پوشیده می‌شود.
- در مرحله سوم ماده نیمه‌رسانا (به عنوان جاذب نور) بر روی زیرلایه نشانده می‌شود. این لایه با استفاده از تکنیک‌های مختلفی نشانده می‌شود. استفاده از تکنیک‌های لایه‌نشانی بخار شیمیایی و فیزیکی متداول‌تر هستند. در مورد بعضی فناوری‌ها (معمولاً CIGS، CIS و CdTe) از لایه سولفید کادمیوم نیز در زیرلایه برای افزایش جذب نور استفاده می‌شود.
- در مرحله چهارم نوارهای اتصال فلزی با ا ستفاده از تکنیک‌های حکاکی لیزری یا تکنیک‌های سنتی چاپ صفحه‌ای بر روی پشت زیر لایه قرار داده می‌شوند. نوارهای اتصال پشت ماژول، ماژول‌ها را قادر به اتصال به یکدیگر می‌کند.
- در پایان کل ماژول در یک قاب پلیمری از جنس شیشه قرار داده می‌شود.

در مورد زیرلایه‌های انعطاف‌پذیر، فرآیند تولید از تکنیک رول به رول استفاده می‌کند و این امر سازندگان را قادر به ساخت سلول‌های خورشیدی بر یک رول پلاستیکی انعطاف‌پذیر یا فویل‌های فلزی می‌کند. استفاده از تکنیک رول به رول دارای پتانسیل بالقوه کاهش زمان تولید و هزینه‌های ساخت و حمل‌ونقل است. همچنین می‌توان از تکنیک رول به رول در دماهای بسیار پایین‌تر و در اماکن تولید کوچکتر و غیر استریل نیز استفاده نمود. فتوولتاییک متمرکزساز نوعی دیگر از تکنولوژی‌های سلول است. در فناوری فتوولتاییک متمرکزساز از لنزها برای متمرکز ساختن نور خورشید بر روی سلول‌های خورشیدی

استفاده می‌کنند. در این فناوری سلول‌ها را از مقادیر بسیار کمی از مواد نیمه‌رسانای فتوولتاییک با بازده بالا اما گرانقیمت ساخته می‌شوند. هدف از انجام این کار جمع‌آوری هرچه بیشتر نور خورشید می‌باشد.

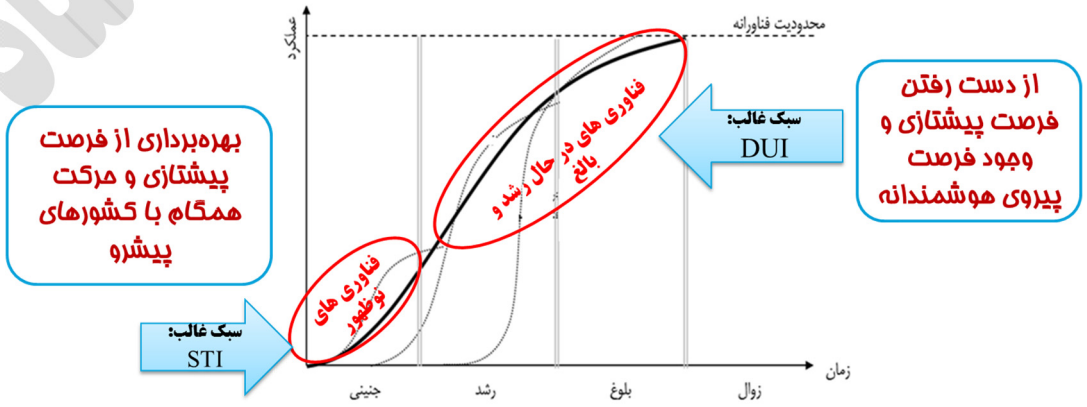
سامانه‌های فتوولتاییک متمرکزساز تنها از تابش مستقیم نور خورشید استفاده می‌کنند. آن‌ها در مناطق بسیار آفتابی دارای بیشترین بازده هستند چراکه دارای حجم بالایی از تابش مستقیم می‌باشند. سلول‌های فتوولتاییک متمرکزساز یا از نوع سیلیکونی یا از نوع مرکب (معمولاً آرسنید گالیوم یا GaA) هستند.

بازده ماژول تجاری در سلول‌های سیلیکونی بین ۲۰ الی ۲۵ درصد و برای سلول‌های آرسنید گالیوم بین ۲۵ الی۳۰ درصدی از GaAS می‌باشد، اگرچه بازده‌های سلولی بالاتر از ۴۰ درصد نیز در آزمایشگاه به‌دست آمده است.

این ماژول‌ها دارای مجموعه‌های دقیقی از لنزها هستند که می‌بایست همواره به‌سمت خورشید قرار گیرند. این کار با استفاده از سیستم‌های رهگیری دومحوره صورت می‌گیرد. می‌توان در تجهیزات فتوولتاییک متمرکزساز با توان تمرکز پایین، از سیستم‌های رهگیری تعقیب تک محوره و مجموعه‌ای ساده‌تری از لنزها استفاده نمود. و در آخر فناوری موسوم به تجهیزات فتوولتاییک نسل سوم هستند. پس از بیش از بیست سال تحقیق و توسعه، تجهیزات خورشیدی نسل سوم در حال ورود و معرفی به بازار می‌باشند. بسیاری از فناوری‌های جدید بسیار خوش‌آتیه هستند. یکی پیشرفت‌های قابل توجه در این حوزه، توسعه سلول‌های فتوولتاییک ارگانیک می‌باشند. این سلول‌ها شامل سلول‌های خورشیدی فتوولتاییک کاملاً ارگانیک و سلول‌های خورشیدی حساس رنگی هیبریدی هستند.

٤-۳- بررسی توانمندی تولید داخلی در حوزه نیروگاه فتوولتاییک

در حالت کلی می‌توان فناوری‌ها را از لحاظ چرخه عمر به دو دسته کلی "فناوری‌های در حال معرفی" و "فناوری‌های در حال رشد و بالغ" دسته‌بندی نمود.



شکل ۱۵- فناوری از لحاظ چرخه عمر

بر این اساس رویکرد توسعه فناوری در کشورها متفاوت می‌باشد. بدین معنا که سبک غالب نوآوری در فناوری‌هایی در مراحل اولیه معرفی و رشد خود قرار دارند معمولا روش نوآوری مبتنی بر تحقیق و توسعه داخلی (STI[۱]) می‌باشد و برای فناوری‌هایی که در مراحل پایانی رشد و یا بلوغ خود قرار دارند، سبک غالب نوآوری مبتنی بر مبنای تعامل (DUI[۲]) می‌باشد.

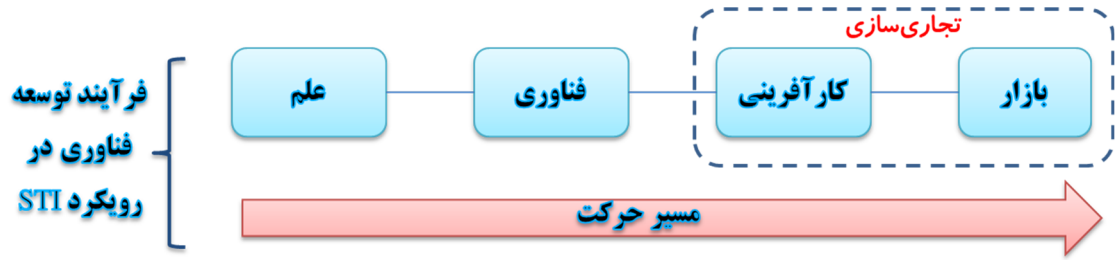
در حقیقت هنگامی که فناوری در اوایل مراحل معرفی خود قرار دارد، کشورها سعی می‌کنند همگام با دیگر کشورها به توسعه فناوری بر مبنای منابع دانشی داخلی خود اقدام نمایند، اما هنگامی که فناوری در بازارهای جهانی به بلوغ خود می‌رسد، بدلیل از دست رفتن فرصت پیشتازی کشورها سعی می‌کنند از فرصت پیروی هوشمندانه و همکاری با کشورهای دیگر اقدام به توسعه فناوری نمایند.

جدول ۸-تفاوت های دو مدل توسعه نوآوری DUI و STI

	STI	DUI
پیش‌فرض‌ها	Learning by Searching	Learning by Doing, Using & Interacting
اهداف	افزایش ظرفیت تحقیق و توسعه و افزایش ارتباط بین شرکت‌ها و پژوهشگاه‌ها	افزایش یادگیری سازمانی و افزایش ارتباط بین تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان
بازیگران اصلی	دانشگاهها، مراکز تحقیقاتی، موسسات تحقیقاتی، شرکتهای دانش بنیان کوچک، مراکز رشد، صندوقهای توسعه نوآوری، سرمایه خطرپذیر	شرکت‌های دانش‌بنیان بزرگ، بانک‌ها، شهرک‌های صنعتی، پارک‌های فناوری، شرکت‌های مادر تخصصی، بروکرهای فناوری
ویژگی‌های فناوری	✓ فناوری های نوظهور در محصولات	✓ فناوریهای رشدیافته و بالغ
توانمندی فناورانه	✓ فناوری محصول (توسعه محصول جدید)	✓ فناوری فرآیند تولید
نوع دانش تولید شده	✓ Know Why ✓ دانش آشکار و جهانی ✓ Science Based Knowledge	✓ Know How ✓ دانش ضمنی و پنهان و بومی ✓ Engineering Based Knowledge
نحوه ارتباطات	✓ از دانشگاه به صنعت ✓ عموما از داخل به داخل ✓ انتقال تکنولوژی افقی	✓ از صنعت به صنعت ✓ عموما از خارج به داخل ✓ انتقال تکنولوژی عمودی

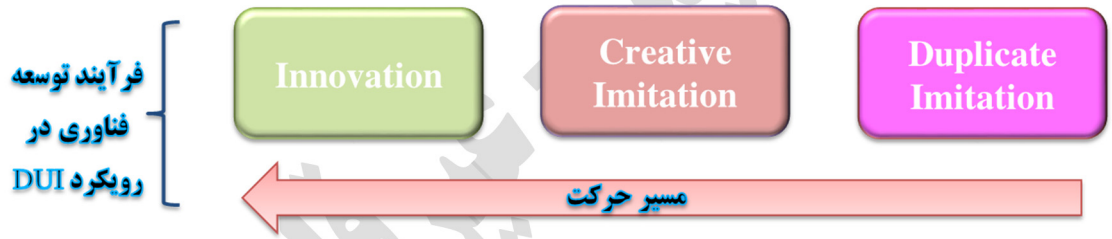
در توسعه فناوری به سبک STI، راهبر توسعه فناوری در کشور، دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی می‌باشد، و در واقع این مراکز، فرایند توسعه فناوری را از سطوح پایین آمادگی فناوری (TRL) آغاز کرده و به سمت سطوح بالاتر حرکت کنند. یعنی با انجام تحقیقات پایه و کاربردی به سمت ساخت نمونه اولیه محصول فناورانه حرکت کرده و پس از برطرف سازی مشکلات فنی، اقدام به تجاری‌سازی (پیگیری فرایند تولید و بازاریابی) آن می‌نمایند.

۱ Science & Technology Innovation (STI)
۲ Doing, Using & Interacting (DUI)



شکل ۱۶-فرآیند توسعه فناوری رویکرد STI

اما در سبک توسعه فناوری DUI، راهبر توسعه فناوری، شرکت‌های صنعتی و مراکز تحقیقاتی آن می‌باشند. در حقیقت کشورها و سازمانها سعی می‌کنند از طریق یکی از روش‌های همکاری فناورانه، اقدام به ورود فناوری به داخل کشور نموده (Duplicate Imitation) و پس از آن با نوآوریهای تدریجی سعی در بهبود عملکرد محصول دارند. پس از گذشت زمانی یادگیری در سازمان اتفاق افتاده و به تدریج نوآوریهای بزرگتری انجام می‌دهد (Creative Imitation). در نهایت سازمان‌ها و کشورها توانایی نوآوری رادیکال و بوجود آوردن نسل جدیدی از فناوری را کسب می‌کنند(Innovation).



شکل ۱۷- فرآیند توسعه فناوری رویکرد DUI

کشورهای در حال توسعه در اکثر موارد جهت توسعه فناوری از رویکرد DUI استفاده می‌کنند. لازم به ذکر است که این کشورها در تلاشند این رویکرد DUI را به STI تبدیل نمایند که این نیازمند دستیابی به مرز فناوری است. برای مثال کشورهایی نظیر ژاپن و کره جنوبی در فناوری‌های مختلف از سبک DUI آغاز کرده و آن را به STI تبدیل نموده‌اند.

با توجه به آنکه چرخه عمر فناوری‌های متداول انرژی‌های تجدیدپذیر همچون انرژی خورشیدی و بادی نسبتاً بالغ می‌باشد، فرایندی که در مورد توسعه این فناوری‌ها باید در کشور طی شود بر اساس مراحل توسعه در رویکرد DUI است. جهت تعیین سطوح توانمندی فناورانه نیروگاه‌های تجدیدپذیر در ایران از مدل دسته بندی سطوح توانمندی و قابلیت فناوری‌های در مرحله رشد و بلوغ که در جدول۸ نشان داده شده، استفاده شده است.

جدول ۹-دسته‌بندی سطوح توانمندی و قابلیت فناوری

ردیف	سطوح توانمندی	شرح
۱	عدم آگاهی از کاربرد	بی‌اطلاعی و عدم شناخت از پدیده، محصول یا فرآیند.
۲	آگاهی از کاربرد	شناخت از وجود و چگونگی کاربرد
۳	توان استفاده	در این سطح نه تنها آگاهی از کاربردهای محصول وجود دارد، بلکه توان استفاده از آن نیز بالفعل شده است.
۴	توان نگهداری و تعمیرات	در این سطح از قابلیت، امکان نگهداری و تعمیر محصول علاوه بر استفاده از آن وجود دارد و در کشور افراد یا مجموعه‌هایی وجود دارند که می‌توانند محصول مورد استفاده را نگهداری و تعمیر نمایند.
۵	توان مونتاژ	در سطح پنجم از قابلیت فناوری، کشور توان مونتاژ اجزای محصول و ساخت محصول نهایی را دارد که به صورت مونتاژ قطعات نیمه منفصله (S.K.D) یا مونتاژ قطعات منفصله (C.K.D) و یا تولید با مجوز، محقق می‌شود.
۶	توان ساخت با ۱۰۰ درصد کپی طراحی	در این سطح علاوه بر توان مونتاژ، امکان کپی طراحی قطعه مورد نظر نیز از روی نمونه‌های موجود وجود دارد.
۷	توان ساخت با درصدی طراحی بومی	در این مرحله از قابلیت فناوری، توانایی طراحی درونی قطعه با درصدی تغییر در نمونه موجود مطابق با شرایط کشور وجود دارد.
۸	توان ساخت با ۱۰۰ درصد طراحی بومی	در این مرحله از قابلیت فناوری توانایی طراحی درونی 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.
۹	توان تحقیقات کاربردی	در این حالت علاوه بر توانمندی‌های فوق، قابلیت اجرای تحقیقات کاربردی نیز در کشور وجود دارد.
۱۰	تحقیقات بنیادین	در آخرین سطح از قابلیت فناوری توان تحقیقات بنیادین در مورد فناوری مورد نظر وجود دارد.

از آن رو که در متن ماده ۶۱ آیین‌نامه اجرایی قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی به سه سطح از توانمندی داخلی یعنی دانش فنی، طراحی و ساخت اشاره شده است، جدول فوق بر اساس این ۳ سطح به صورت زیر دسته بندی شده است.

جدول ۱۰-دسته بندی سطوح توانمندی

ردیف	سطوح توانمندی	شرح
۱	عدم آگاهی از کاربرد	بی‌اطلاعی و عدم شناخت از پدیده، محصول یا فرآیند.
۲	آگاهی از کاربرد	شناخت از وجود و چگونگی کاربرد
۳	توان استفاده	در این سطح نه تنها آگاهی از کاربردهای محصول وجود دارد، بلکه توان استفاده از آن نیز بالفعل شده است.
۴	توان نگهداری و تعمیرات	در این سطح از قابلیت، امکان نگهداری و تعمیر محصول علاوه بر استفاده از آن وجود دارد و در کشور افراد یا مجموعه‌هایی وجود دارند که می‌توانند محصول مورد استفاده را نگهداری و تعمیر نمایند.
۵	توان مونتاژ	در سطح پنجم از قابلیت فناوری، کشور توان مونتاژ اجزای محصول و ساخت محصول نهایی را دارد که به صورت مونتاژ قطعات نیمه منفصله (S.K.D) یا مونتاژ قطعات منفصله (C.K.D) و یا تولید با مجوز، محقق می‌شود.
۶	توان ساخت با ۱۰۰ درصد کپی طراحی	در این سطح علاوه بر توان مونتاژ، امکان کپی طراحی قطعه مورد نظر نیز از روی نمونه‌های موجود وجود دارد.
۷	توان ساخت با درصدی طراحی بومی	در این مرحله از قابلیت فناوری، توانایی طراحی درونی قطعه با درصدی تغییر در نمونه موجود مطابق با شرایط کشور وجود دارد.
۸	توان ساخت با ۱۰۰ درصد طراحی بومی	در این مرحله از قابلیت فناوری توانایی طراحی درونی 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.
۹	توان تحقیقات کاربردی	در این حالت علاوه بر توانمندی‌های فوق، قابلیت اجرای تحقیقات کاربردی نیز در کشور وجود دارد.
۱۰	تحقیقات بنیادین	در آخرین سطح از قابلیت فناوری توان تحقیقات بنیادین در مورد فناوری مورد نظر وجود دارد.

این سطوح در این بحث موضوعیت ندارند

توان ساخت / مونتاژ

توان ساخت با بهینه سازی طراحی غیربومی موجود

توان ساخت با ۱۰۰ درصد طراحی با دانش فنی بومی

بنابراین سطوح توانمندی فناوری در نیروگاه‌های تجدیدپذیر در ۳ سطح به صورت ذیل تعریف شده است:

توان ساخت/مونتاژ: در این سطح از توانمندی فناورانه، "سازنده" توان ساخت یا مونتاژ تجهیزات اصلی "نیروگاه" را دارد. در این حالت تولید محصول نهایی می‌تواند به صورت مونتاژ قطعات نیمه منفصله (S.K.D) یا مونتاژ قطعات منفصله (C.K.D) و یا تولید با مجوز[۱]، محقق شود.

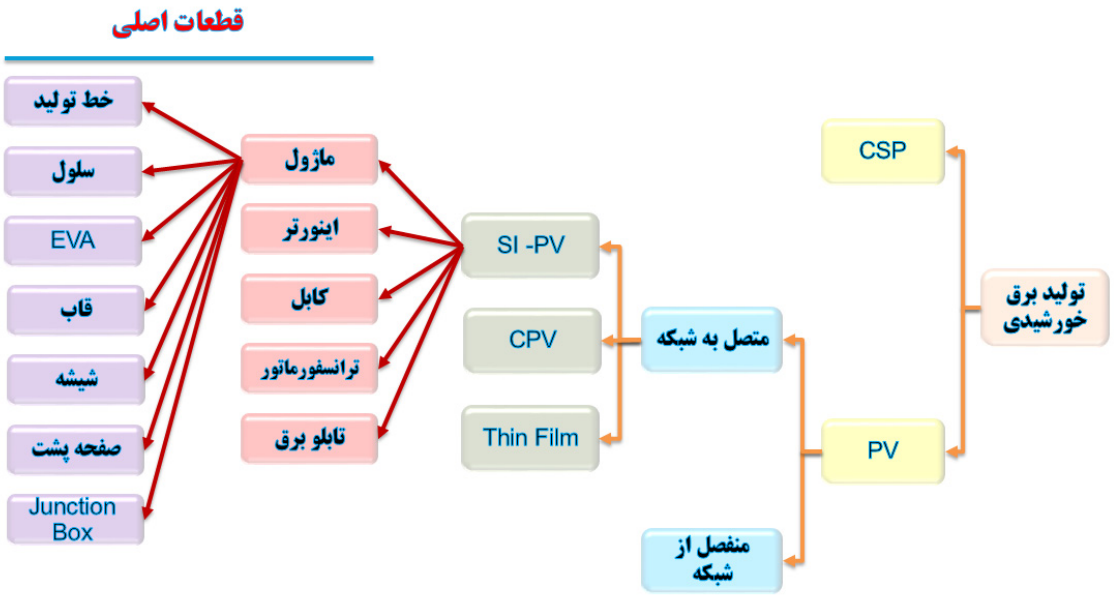
بهینه سازی طراحی غیر بومی موجود: در این سطح از توانمندی طراحی، "سازنده" امکان مهندسی معکوس، اصلاح، بهینه‌سازی طراحی محصول نهایی مورد نظر از روی نمونه‌های موجود غیر بومی را دارد. این بدان معناست که "سازنده" با استفاده حداکثری از توان مهندسی داخلی و با هدف بومی‌سازی، کاهش هزینه و یا بهینه کردن عملکرد سیستم قطعاتی را تغییر می‌دهد و یا موفق می‌شود با استفاده از مهندسی معکوس محصولی مشابه با نمونه‌های خارجی تولید نماید.

۱۰۰ درصد طراحی با دانش فنی بومی: در این سطح از توانمندی طراحی، "سازنده" توانایی طراحی بومی محصول و قابلیت انجام و پیاده‌سازی تحقیقات کاربردی و بنیادین را دارا می‌باشد.

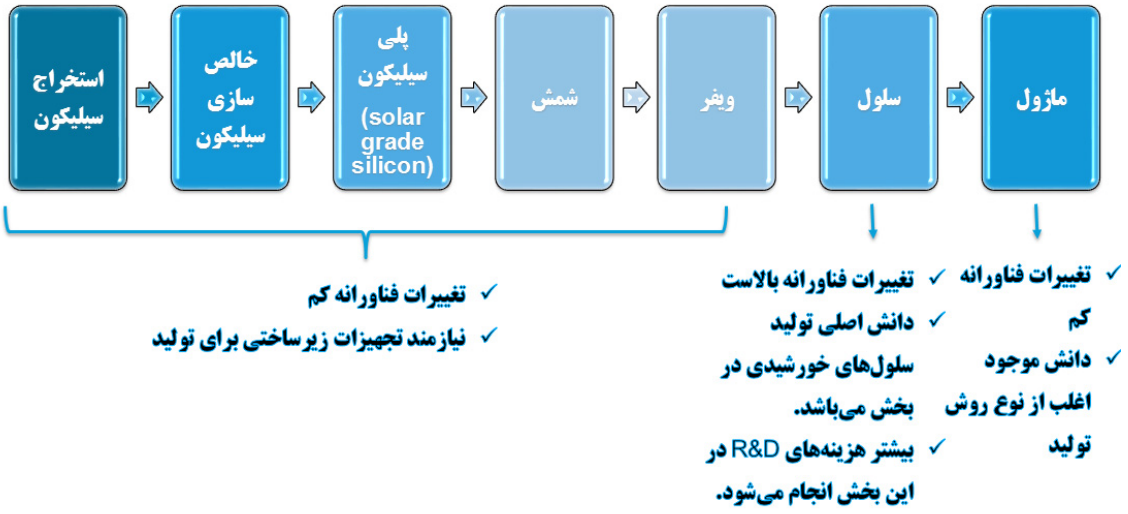
جهت بررسی دقیق‌تر نحوه ارزیابی ضریب تشویقی نیروگاه‌های تجدیدپذیر برخوردار از دانش فنی، طراحی و ساخت داخل در اینجا سطوح توانمندی فناورانه در نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتائیک را در نظر می‌گیریم. در اشکال ذیل قطعات اصلی به کار رفته در نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتائیک و نوع دانش فنی موجود در زنجیره ارزش سلول خورشیدی مشخص شده است.

نسخه اولیه - غیر قابل استناد

۱ License



شکل ۱۸- قطعات اصلی به کار رفته در نیروگاه خورشیدی



شکل ۱۹-سطح پیچیدگی و تغییرات فناوری قطعات و تجهیزات به‌کار رفته در نیروگاه‌های فتوولتاییک

بنابر سطح پیچیدگی فناوری و میزان اهمیت قطعات و تجهیزات به کار رفته در نیروگاه‌های فتوولتائیک ضریب تشویقی به صورت ۳ بازه زمانی ۳ ساله به شکل ذیل تعریف شده است:

جدول ۱۱- ضریب تشویقی بازه‌ای زمانی بنابر سطح پیچیدگی توانمندی و میزان اهمیت

سال‌های اول تا سوم		توان طراحی		توان ساخت/ مونتاژ در داخل
حلقه‌های زنجیره ارزش/ اجزاء یا سیستم‌های اصلی	وزن	ضریب عمق دانش فنی طراحی		
		۱۰۰٪ طراحی با دانش فنی بومی ۱	بهینه سازی طراحی غیر بومی ۰,۵	
حلقه‌های زنجیره ارزش: • طراحی مهندسی نیروگاه*	۰,۰۵	۳۰		۰
• ماژول	۰,۲	۵		۲۵
• سلول	۰,۳	۵		۲۵
• شمش و ویفر	۰,۱۵	۵		۲۵
• S.G.silicon	۰	۰		۰
• اینورتور	۰,۲۵	۱۵		۱۵
• کابل DC و تابلو برق (ترانسفورماتور و ...)	۰,۰۵	۵		۲۵

- *: ضریب طراحی مهندسی نیروگاه تنها برای طراحی نیروگاه‌های خورشیدی فوتوولتاییک بالای ۱ مگاوات تعلق می‌گیرد و برای نیروگاه‌های زیر این عدد، ضریب طراحی مهندسی نیروگاه به اینورتر اضافه خواهد شد.

جدول ۱۲- ضریب تشویقی بازه‌ای زمانی بنابر سطح پیچیدگی توانمندی و میزان اهمیت

سال‌های چهارم تا ششم		توان طراحی		توان ساخت/ مونتاژ در داخل
حلقه‌های زنجیره ارزش/ اجزاء یا سیستم‌های اصلی	وزن	ضریب عمق دانش فنی طراحی		
		۱۰۰٪ طراحی با دانش فنی بومی ۱	بهینه سازی طراحی غیر بومی ۰,۴	
حلقه‌های زنجیره ارزش: • طراحی مهندسی نیروگاه*	۰,۰۴	۳۰		۰
• ماژول	۰,۱۵	۱۰		۲۰
• سلول	۰,۳۵	۱۵		۱۵
• شمش و ویفر	۰,۳	۱۰		۲۰
• S.G.silicon	۰	۰		۰
• اینورتور	۰,۱۶	۲۵		۵
• کابل DC و تابلو برق (ترانسفورماتور و ...)	۰	۰		۰

- *: ضـــریب طراحی مهندســـی نیروگاه تنها برای طراحی نیروگاه‌های خورشـــیدی فوتوولتاییک بالای ۷ مگاوات تعلق می‌گیرد و برای نیروگاه‌های زیر این عدد، ضریب طراحی مهندسی نیروگاه به اینورتر اضافه خواهد شد.

جدول ۱۳-ضریب تشویقی بازه‌ای زمانی بنابر سطح پیچیدگی توانمندی و میزان اهمیت

سال‌های هفتم تا نهم			توان طراحی		توان ساخت/ مونتاژ در داخل
	حلقه‌های زنجیره ارزش/ اجزاء یا سیستم‌های اصلی	وزن	ضریب عمق دانش فنی طراحی		
			۱۰۰٪ طراحی با دانش فنی بومی	بهینه سازی طراحی غیر بومی	
			۱	۰,۳	
حلقه‌های زنجیره ارزش	طراحی مهندسی نیروگاه*	۰,۰۳	۳۰		۰
	• ماژول	۰,۱	۱۵		۱۵
	• سلول	۰,۳۵	۲۵		۵
	• شمش و ویفر	۰,۱۷	۱۰		۲۰
	S.G.silicon	۰,۳	۵		۲۵
	• اینورتور	۰,۰۵	۲۵		۵
	• کابل DC و تابلو برق (ترانسفورماتور و ...)	۰	۰		۰

*: ضریب طراحی مهندسی نیروگاه تنها برای طراحی نیروگاه‌های خورشیدی فوتوولتاییک بالای ۱۰ مگاوات تعلق می‌گیرد و برای نیروگاه‌های زیر این عدد، ضریب طراحی مهندسی نیروگاه به اینورتر اضافه خواهد شد. در حالت کلی می‌توان فناوری‌ها را از لحاظ چرخه عمر به دو دسته کلی "فناوری‌های در حال معرفی" و "فناوری‌های در حال رشد و بالغ" دسته‌بندی نمود.

همان‌طور که در جداول فوق مشاهده می‌شود، در بازه زمانی ۳ ساله نخست برای توان طراحی نیروگاه، تولید ماژول، اینورتور و تجهیزات جانبی که فناوری تولید ساده‌تر و به نسبت کم‌هزینه‌تری دارند، وزن بیشتری در نظر گرفته شده که با گذر زمان در بازه‌های زمانی بعدی از وزن آن‌ها کاسته شده و به وزن دیگر فناوری‌های زنجیره ارزش شامل تولید سلول ویفر و شمش سیلیکون که نیازمند سرمایه‌گذاری بیشتر و وجود بازار وسیع‌تر هستند، افزوده می‌شود. برای مثال، وزن توانمندی ساخت و تولید ماژول در ۳ ساله اول ۰,۲ و وزن تولید سلول ۰,۳ است اما در بازه زمانی ۳ ساله سوم وزن تولید و ساخت ماژول به ۰,۱ کاهش و وزن تولید سلول به ۰,۳۵ افزایش می‌یابد.

از سوی دیگر، اوزان اختصاص داده شده به هر یک از حلقه‌های زنجیره ارزش نیروگاه‌های خورشیدی به دو بخش توانایی ساخت و تولید و توانایی طراحی تقسیم شده است. در سالیان نخست برای توانایی

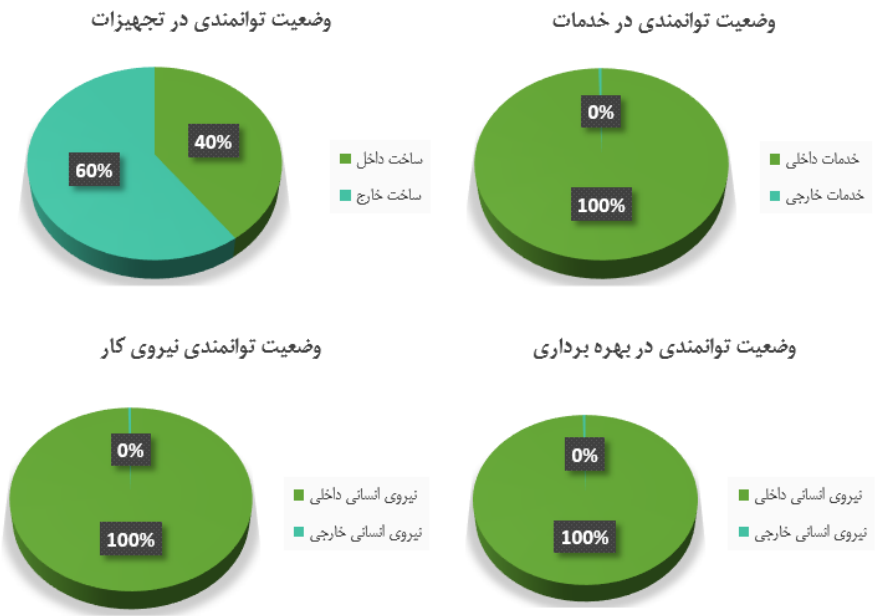
ساخت و مونتاژ وزن بیشتری در نظر گرفته شده است که به تدریج با گذر زمان از آن کاسته و به وزن توانمندی طراحی بومی اضافه می‌شود تا جایی که در بازه زمانی سوم وزن مربوط به طراحی ماژول و سلول به ترتیب برابر و بیشتر از وزن مربوط به ساخت و مونتاژ می‌شود. همچنین ضریب در نظر گرفته شده برای توان طراحی خود به دو بخش تقسیم شده است که ضریب بهینه سازی طراحی غیر بومی در ۳ سال اول ۰,۵، در ۳ سال دوم ۰,۴ و در ۳ سال سوم ۰,۳ ضریب طراحی با دانش فنی بومی است.

٤-٤- بررسی توانمندی تولید داخلی در حوزه نیروگاه فتوولتاییک

با توجه به بررسی‌های صورت گرفته توانمندی تولید داخلی در حوزه نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتاییک را می‌توان در قالب جدول ۱۲ ارایه نمود. در تهیه این جدول سعی شده است لیست تامین کنندگان فعال مورد مطالعه قرار گیرد. از این رو تولیدکنندگان و شرکت‌هایی که در حال تلاش برای ورود به این حوزه هستند و تا کنون فعالیت خاصی را انجام نداده‌اند، مورد بررسی قرار نگرفته‌اند.

جدول ١٤-وضعیت توانمندی داخلی در حوزه نیروگاه خورشیدی فتوولتاییک

زیر سیستم	اجزا	درصد اجزا از زیر سیستم	درصد زیر سیستم از کل	تولید کننده/خدمات داخلی
تجهیزات	سلول	٪۳۵	٪۷۰	ندارد
	ماژول	٪۳۰		دارد
	کابل	٪۱		دارد
	استراکچر	٪۵		دارد
	اینورتر	٪۲۵		ندارد
	سوییچ پاور	٪۱		دارد
	ترانسفورماتور	٪۲		دارد
	کنترل از راه دور	٪۱		دارد
خدمات	تاییده و مجوز	٪۵۰	٪۱۵	دارد
	طراحی و مشاوره	٪۴۰		دارد
	مطالعات تخصصی	٪۱۰		دارد
نیروی کار	مونتاژ	٪۷۰	٪۱۰	دارد
	اتصال به شبکه	٪۳۰		دارد
بهره برداری	تعمییر نگهداری	٪۸۰	٪۵	دارد
	مهندسی	٪۲۰		دارد



شکل ۲۰-وضعیت توانمندی داخلی در حوزه نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتاییک

جدول ۱۵-درصد توانمندی تولید داخلی تجهیزات نیروگاه خورشیدی فتوولتاییک

ردیف	نام سیستم	درصد وزنی از تجهیزات	توانمندی داخلی نسبت به سیستم	توانمندی داخلی نسبت به کل نیروگاه
۱	سلول	٪۳۵	۰	٪۰
۲	ماژول	٪۳۰	٪۸۰	٪۲۴
۳	کابل	٪۱	٪۹۰	٪۱
۴	استراکچر	٪۵	٪۸۲	٪۴
۵	اینورتر	٪۲۵	٪۳۵	٪۹
۶	سوییچ پاور	٪۱	٪۶۵	٪۰,۵
۷	ترانسفورماتور	٪۲	٪۱۰۰	٪۲
۸	کنترل از راه دور	٪۱	٪۵۰	٪۰,۵
کل تجهیزات		٪۱۰۰	٪۴۱	٪۴۱

جدول ١٦- درصد توانمندی داخلی احداث نیروگاه خورشیدی فتوولتاییک

ردیف	نام سیستم	درصد وزنی از نیروگاه	توانمندی داخلی نسبت به سیستم	توانمندی داخلی نسبت به کل نیروگاه
۱	تجهیزات	٪۷۰	٪۴۱	**٪۳۰**
۲	خدمات	٪۱۵	٪۸۵	**٪۱۳**
۳	نیروی کار	٪۱۰	٪۸۰	**٪۸**
۴	بهره‌برداری	٪۵	٪۹۰	**٪۴**
کل نیروگاه خورشیدی فتوولتاییک		٪۱۰۰	٪۶۶	**٪۵۵**

نسخه اولیه – غیر قابل استناد

فصل پنجم

اهداف توسعه فناوری

نسخه اولیه – غیر قابل استناد

فصل ۵- اهداف توسعه فناوری

نقطه آغاز تحلیل یک نظام فناورانه نوآوری بر یک منطقه جغرافیایی یا بخش صنعتی متمرکز نیست، بلکه بر یک فناوری یا یک زمینه فناورانه متمرکز است. هدف بیشتر مطالعات نظام‌های نوآوری فناورانه، تحلیل و ارزیابی توسعه یک نوآوری فناورانه خاص در قالب ساختار یا فرآیندهای پشتیبان (یا مخرب) آن است. از این منظر، می‌توان به این رویکرد به عنوان یک گونه خردنگر از مفهوم نظام‌های بخشی نوآوری نگریست. رویکرد نظام نوآوری فناورانه دارای مشخصه‌های عمومی رویکردهای نظام نوآوری است. با این وجود، دو مشخصه، این رویکرد را از رویکردهای دیگر متمایز می‌سازد. اولین مشخصه، تأکید رویکرد نظام نوآوری فناورانه بر نقش شایستگی اقتصادی، توانایی توسعه و استفاده از فرصت‌های جدید کسب و کار به عنوان جنبه‌ای مهم از نوآوری فناورانه می‌باشد. این رویکرد بر کافی نبودن تحریک جریان‌های دانش برای وقوع تغییرات فناورانه و عملکرد اقتصادی تأکید می‌کند. تحریک جریان‌های دانش برای تحریک فعّالانه دانش‌های موجود به منظور ایجاد فرصت‌های جدید کسب وکار، لازم است. این جنبه رویکرد نظام نوآوری فناورانه بر اهمیت اشخاص به عنوان منابع نوآوری تأکید می‌کند. این موضوع توسط رویکردهای کلی نگر نظام نوآوری مغفول واقع گردیده است. تمرکز بر فعالیت‌نگرهای کارآفرینانه، مکمل تأکید بر جریان های دانش است. مشخصه دوم متمایزکننده مطالعات مربوط به نظام نوآوری فناورانه از رویکردهای دیگر، تمرکز زیاد آن بر پویایی سیستم است. تمرکز بر اقدام کارآفرینانه، پژوهشگران حوزه نظام فناورانه نوآوری را تشویق به نگریستن به آن به عنوان چیزی کرده است که در طول زمان ایجاد می‌گردد.

در این فصل در ابتدا به منظور ارایه پیشنهاد در خصوص ارتقای توانمندی داخلی تجهیزات، احداث و بهره‌وری نیورگاه خورشیدی فتوولتاییک لازم است توانمندی و جذابیت هر کدام از بخش‌ها و تجهیزات نیروگاه بررسی می‌شود.

در ادامه متدولوژی ارزیابی توسعه نوآوری در بخش انرژی‌های خورشیدی و وضعیت موجود فناوری انرژی خورشیدی را مورد بررسی قرار داده و مشکلات سیستمی نظام نوآوری فناورانه آن را مورد شناسایی قرار می‌دهیم.

۵-۱- بررسی جذابیت و توانمندی تجهیزات و مراحل مختلف احداث و بهره‌برداری از نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتاییک

- اندازه بازار؛
- نرخ رشد تاریخی و مورد انتظار بازار؛
- افزایش قیمت‌ها؛
- خطرها و فرصت‌ها (از اجزای ماتریس SWOT است)؛
- توسعه‌های تکنولوژی؛
- میزان مزیت رقابتی؛

از عوامل دیگر برای مشخص‌کردن رقابتی‌بودن استفاده می‌شود:

- ارزش صلاحیت اصلی؛
- دارایی‌های دردسترس؛
- به‌رسمیت‌شناسی برند و قدرت برند؛
- کیفیت و توزیع؛
- دسترسی به منابع مالی داخلی و بیرونی؛

ماتریس GE دارای نه خانه است که با توجه به وضعیت شاخص‌های ترکیبی موقعیت رقابتی و جذابیت بازار تعین می‌شود در ماتریس‌های مذکور به منظور نشان دادن اندازه نسبی بازار و صنعت از دوایر استفاده می‌شود. به منظور راهنمایی برای ارتقای توانمندی داخلی در حوزه نیروگاه خورشیدی فتولتاییک لازم است وضعیت جذابیت و توانمندی هر بخش، مشخص شود. معیارهای استفاده شده در هر کدام از این موضوعات به شرح ذیل است.

۵-۱-۱- معیارهای مطرح در ارزیابی توانمندی مجموعه‌ها

آیا شرکت‌های دانش‌بنیان به منظور توجیه اقتصادی فناوری کافی هستند؟

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 و پتنت به مقدار کافی موجود است؟

آیا توسعه دانش صورت گرفته در نظام تقاضا محور است؟

آیا منابع مالی کافی برای توسعه فعالیت‌های کارآفرینی وجود دارد یا خیر؟

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؟

آیا همکاری‌های فناورانه بین بازیگران فعال در این زمینه اعم از خرید فناوری، لیسانس، همکاری تحقیق و توسعه و غیره وجود دارد یا خیر؟

۵-۱-۲- معیارهای مطرح در ارزیابی جذابیت مجموعه‌ها

آیا بازار اولیه شکل گرفته است؟ اندازه‌ی آن را چقدر است؟

آیا جذابیت بازار باعث ورود کارآفرینان جدید شده است یا خیر؟

میزان هزینه‌های سرمایه‌گذاری برای تولید مجموعه چقدر است؟ آیا هزینه سرمایه‌گذاری زیاد است؟

-نرخ بازگشت سود ناشی از تولید مجموعه چقدر است؟ آیا دوره بازگشت سرمایه طولانی است؟

سرمایه‌گذاری خطرپذیر که منجر به توجیه اقتصادی می‌شود، وجود دارد یا خیر؟

جهت مشخص شدن توانمندی و جذابیت در این بخش سعی شده با استفاده از نظرات خبرگان و کارشناسان استفاده شده و خواسته شده تا امتیاز توانمندی و ارزیابی هرکدام از تجهیزات را مشخص نمایند. در نهایت جمع‌بندی امتیازات هرکدام از تجهیزات و بخش‌ها مشخص و جدول و نمودار جمع‌بندی ارایه شده است. در این قسمت از گزارش جمع‌بندی نتایج امتیاز دهی در حوزه توانمندی و جذابیت در بخش‌های مختلف حوزه نیروگاه فتوولتاییک ارایه شده است

جدول ١٤-جذابیت و توانمندی در بخش‌های مختلف نیروگاه خورشیدی فتوولتاییک

ردیف	کد مجموعه	جذابیت	توانمندی
۱	طراحی	۹	۷
۲	مشاوره	۱۰	۸
۳	ساخت و تولید	۶	۶
۴	راه‌اندازی و بهره‌برداری	۷	۶
۵	سیستم ذخیره سازی انرژی	۵	۶

جدول ۱۸-وضعیت توانمندی در اجزای سیستم نیروگاه خورشیدی فتوولتاییک

ردیف	اجزا	جذابیت	توانمندی
۱	سلول	۶	**۰/۵**
۲	ماژول	۷/۶	**۸**
۳	کابل	۵	**۱۰**
۴	استراکچر	۶/۵	**۱۰**
۵	اینورتر	۵	**۴**
۶	سوییچ پاور	۴/۵	**۶/۵**
۷	ترانسفورمر	۵/۵	**۱۰**
۸	کنترل از راه دور	۳	**۵**
۹	تاییده و مجوز	۹	**۱۰**
۱۰	طراحی و مشاوره	۹	**۷/۵**
۱۱	مطالعات تخصصی	۶	**۷/۵**
۱۲	احداث	۷/۵	**۷**
۱۳	اتصال به شبکه	۶	**۱۰**
۱۴	تعمییر نگهداری	۷	**۹**
۱۵	مهندسی	۷	**۶**

نسخه اولیه - غیر قابل استناد

جدول ۱۹-فناوری‌های پیشنهادی برای بومی‌سازی در داخل کشور

زیر سیستم	اجزا	درصد اجزا از زیر سیستم	درصد زیر سیستم از کل	تولید کننده/خدمات داخلی
تجهیزات	سلول	٪۳۵	٪۷۰	**ندارد**
	ماژول	٪۳۰		**قابلیت ارتقا توانمندی دارد**
	کابل	٪۱		**دارد**
	استراکچر	٪۵		**دارد**
	اینورتر	٪۲۵		**ندارد**
	سوییچ پاور	٪۱		**قابلیت ارتقا توانمندی دارد**
	ترانسفورماتور	٪۲		**قابلیت ارتقا دارد**
	کنترل از راه دور	٪۱		**قابلیت ارتقا دارد**
خدمات	تاییده و مجوز	٪۵۰	٪۱۵	**دارد**
	طراحی و مشاوره	٪۴۰		**دارد**
	مطالعات تخصصی	٪۱۰		**دارد**
نیروی کار	مونتاژ	٪۷۰	٪۱۰	**دارد**
	اتصال به شبکه	٪۳۰		**دارد**
بهره برداری	تعمییر نگهداری	٪۸۰	٪۵	**قابلیت ارتقا توانمندی دارد**
	مهندسی	٪۲۰		**دارد**

نسخه اولیه - غیر قابل استناد

فصل ششم

پیشنهادهای سیاستی برای ارتقا بومی‌سازی نیروگاه‌خورشیدی فتوولتاییک

نسخه اولیه – غیر قابل استناد

فصل ٦- پیشنهادهای سیاستی برای ارتقا بومی‌سازی نیروگاه‌خورشیدی فتوولتاییک

به‌طور کلی به‌منظور توسعه انرژی خورشیدی، کشورهای مختلف در طول زمان از سیاست‌های متفاوتی استفاده کرده‌اند. بر اساس ساختار کشور و شرایط داخلی و اهداف تعیین شده، این سیاست‌ها در کشورهای مختلف متنوع است.

٦-١- دسته‌بندی انواع سیاست‌های مربوط به انرژی خورشیدی

سیاست‌ها اهداف متفاوتی را دنبال می‌کنند و اجرای هر یک از آن‌ها تأثیرات متفاوت به همراه دارد. به عنوان مثال در مورد قیمت‌گذاری برق خورشیدی سه مکانیزم متفاوت، قیمت‌گذاری پروژه‌ای، تعرفه‌گذاری و مناقصه مورد استفاده قرار می‌گیرد که هر کدام تأثیر خاص خود را دارند. به‌عنوان مثال در قیمت گذاری پروژه‌ای مراحل مربوط به محاسبه هزینه‌ها و تعیین قیمت خرید برای هر پروژه به‌صورت جداگانه انجام می‌گردد. این نوع قیمت‌گذاری در مراحل اولیه توسعه که تعداد پروژه‌های خورشیدی اندک است، مناسب است. استفاده از این مکانیزم باعث می‌شود، سرمایه گذاران اولیه‌ای که وارد این حوزه می‌گردند از سود و بازگشت سرمایه خود اطمینان حاصل کنند.

- اجرای مکانیزم مناقصه باعث کاهش قیمت خرید برق و همچنین تمرکز پروژه‌های خور شیدی می‌گردد.
- مکانیزم تعرفه‌گذاری مکانیزمی پایدار است که باعث می‌گردد وضعیت بازار نیز به همین میزان پایدار گردد.

به‌طور کلی مهمترین سیاست‌هایی که در این حوزه استفاده می‌شوند، عبارتند از:
تعرفه گذاری، سیستم مناقصه، مشوق‌های مالی و مالیاتی و تعیین سهم انرژی خورشیدی.

کشورهای مختلف به‌منظور تسهیل شکل‌گیری و توسعه صنعت و ابزارهای سیاستی مختلفی را به کار می‌گیرند. بدیهی است که انتخاب این سیاست‌ها با توجه به معیارهای مختلفی ازجمله کارایی، هزینه و سهولت اجرای آن‌ها اشاره نمود. تاکنون محققان مختلف با در نظر گرفتن ابعاد متنوع این سیاست‌ها، دسته‌بندی‌های متفاوتی از آن‌ها ارائه نموده‌اند. در اینجا و پیش از ارائه‌ی دسته‌بندی منتخب این مطالعه، به‌منظور معرفی کلی این سیاست‌ها به تبیین انواع دسته‌بندی‌های موجود پرداخته می‌شود.

٦-١-١- دسته‌بندی spinoza

یکی از دسته بندی‌های موجود، توسط Spinoza ارائه شده‌است. بر اساس نظر وی سیاست‌های اتخاذ شده توسط کشورهای مختلف برای توسعه بخش انرژی‌های تجدیدپذیر و به تبع آن انرزی خورشیدی را می‌توان به پنج دسته‌ی کلی تقسیم نمود:

- سیاست‌های مالیاتی؛
- سیاست‌های تشویقی؛
- سیاست‌های الزام‌آور و کنترلی؛
- سیاست‌های آموزشی؛
- سیاست‌های حوزه‌ی تحقیق و توسعه؛

البته اینگونه به نظر می‌رسد که این دسته‌بندی مبنای دقیق و مشخصی را برای بخش‌بندی خود مدنظر قرار نداده و در نتیجه عناوین مشخص شده هم‌سنخ نمی‌باشند. به طور مثال یک سیاست خاص می‌تواند سیاستی الزام‌آور و مالیاتی بوده و یا سیاست دیگری تشویقی و در حیطه‌ی تحقیق و توسعه باشد.

۱- سیاست‌های مالیاتی

این گروه از سیاست‌ها بر مالیات به عنوان یک عامل کلیدی در هدایت کارکردهای توسعه‌ی صنعت تمرکز دارد و به دو صورت کلی افزایش مالیات سوخت‌های فسیلی و کاهش مالیات بر حلقه‌های مختلف زنجیره‌ی تامین برق خورشیدی قابل اعمال می‌باشد.

از نگاه اقتصادی افزایش مالیات بر سوخت‌های فسیلی می‌تواند راهکار مناسبی برای کاهش مصرف آن باشد زیرا می‌تواند اولاً از طریق عرضه‌ی انرژی با قیمت واقعی، مشتریان را مجبور به تغییر الگوی مصرف خود کرده؛ ثانیاً هزینه‌های زیست‌محیطی و اجتماعی انرژی را در قیمت آن مشارکت داده و ثالثاً شرایط استفاده از عواید آن برای گسترش انرژی خورشیدی را فراهم نماید. در این راستا الگوی اعمال مالیات بر اساس اهداف از پیش تعیین شده می‌باشد. به طور مثال با هدف تغییر الگوی مصرف می‌بایست مالیات بر انرژی‌های فسیلی را به میزان زیادی افزایش داد، در حالی که هدف ایجاد مشوق برای استفاده از انرژی خورشیدی، با افزایش نسبتاً کمی در میزان مالیات قابل تحقق می‌باشد.

همچنین کاهش مالیات بر برق خورشیدی در حلقه‌های مختلف زنجیره تأمین، شرایط تشویقی مناسبی برای استفاده از این نوع انرژی را فراهم می‌آورد. امتیاز این الگو از یک سو تنوع روش‌های اعمال آن و از

سوی دیگر امکان افزایش رقابت‌پذیری انرژی تجدیدپذیر نسبت به دیگر انواع انرژی می‌باشد. از جمله حوزه‌هایی که می‌توان الگوی کاهش مالیاتی را بر آن‌ها اعمال نمود می‌توان به مالیات نیروی انسانی، مالیات بر تجهیزات، مالیات بر تولید برق و تسریع در مستهلک کردن تجهیزات در دفاتر (به‌منظور کاهش پرداخت مالیات) بر تجهیزات اشاره نمود.

۲- سیاست‌های تشویقی

یکی از عوامل کلیدی موثر در شکل‌گیری شرکت‌های فعال در حوزه‌ی انرژی خورشیدی، فراهم کردن سیاست‌های تشویقی می‌باشد. با اعمال این دسته از سیاست‌ها از یک سو هزینه سرمایه‌گذاری اولیه کاهش و از سوی دیگر ریسک‌های مربوط به بازگشت سرمایه کاهش می‌یابد. از طرفی با توجه به نوظهور بودن صنایع مرتبط با انرژی خورشیدی، از نظر اقتصادی سرمایه‌گذاری در این حوزه توام با ریسک می‌باشد. از این حیث اعمال این دسته از سیاست‌ها برای تشویق سرمایه‌گذاران داخلی و خارجی امری ضروری می‌نماید.

این دسته از سیاست‌ها شامل انواع مشوق‌های مالی و یارانه‌ها می‌باشد. به عنوان مثال می‌توان انواع کمک‌های مالی، تعرفه‌های خرید برق تجدیدپذیر و برنامه‌های حمایتی از صادرات را جزء این دسته از سیاست‌ها به شمار آورد. این سیاست‌ها به عنوان یک کاتالیزگر می‌تواند سرعت رشد استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر در تولید برق را افزایش دهد. این مشوق‌ها همچنین می‌بایست در زمان انتشار تکنولوژی به عنوان یک ابزار تسهیل‌کننده برای یادگیری و کاهش قیمت ناشی از افزایش مقیاس به کار آیند.

۳- سیاست‌های الزام‌آور و کنترلی

این سیاست‌ها نیز در قالب دو دسته از سیاست‌های منتج از دغدغه‌های زیست‌محیطی و نیز سیاست‌های کنترل بازار داخلی قابل بررسی می‌باشد.

دسته‌ی اول این سیاست‌ها که با هدف افزایش سهم انرژی‌های نو در مقابل سوخت‌های فسیلی و منابع انرژی آلوده‌کننده‌ی محیط زیست وضع شده و عموماً در قالب تصویب قوانین الزام‌کننده‌ی تولید برق خورشیدی و نیز تعیین سبد انرژی‌های تجدیدپذیر[۱] اجرایی می‌گردد.

سیاست‌های کنترل بازار داخلی نیز با هدف حمایت از ایجاد و رشد صنایع داخلی و به وسیله‌ی وضع قوانین الزام‌آور اعمال می‌گردد که از آن جمله می‌توان به الزام استفاده از ظرفیت‌های داخلی کشور و تغییر تعرفه‌های گمرکی اشاره نمود.

---

۱ -Renewable Portfolio Standard

٤- سیاست‌های آموزشی

این سیاست‌ها عموماً در قالب برنامه‌های آموزشی و اطلاع‌رسانی اعمال می‌شود. اطلاع‌رسانی عمومی و آگاه‌سازی مردم از امتیازات اقتصادی و زیست‌محیطی منابع انرژی تجدیدپذیر می‌تواند مصرف‌کنندگان بالقوه این انرژی‌ها را برای انتخاب این منابع به عنوان جایگزینی برای منابع مرسوم انرژی سوق داده و به این ترتیب بر مقاومت طبیعی بازار در مقابل تکنولوژی‌های نو غلبه نماید.

از ویژگی‌های خاص این دسته از سیاست‌ها که از آن جمله می‌توان به ارایه آموزش‌های همگانی و احداث نیروگاه‌های نمایشی اشاره نمود، کم‌هزینه بودن به نسبت سایر سیاست‌ها و در عین حال اثربخشی بالا می‌باشد.

٥- سیاست‌های حوزه‌ی تحقیق و توسعه

توسعه تکنولوژی‌های جدید و حصول اطمینان از صنعتی شدن آن‌ها از ملزومات مهم توسعه استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر می‌باشد. لازم به ذکر است که بیش‌ترین تمرکز در استفاده از این سیاست‌ها که عموماً شامل برنامه‌های حمایت از تحقیق و توسعه و برنامه‌های تست و اعطای گواهینامه‌های استاندارد می‌باشد، در مراحل نوآوری تکنولوژی بوده و بسته به آن که راهبرد کشور خلق دانش و یا یادگیری و همچنین فرآیند منتخب توسعه صنعت از بالا به پایین و یا بالعکس باشد میزان سرمایه‌گذاری در آنها متفاوت می‌باشد.

٦-١-٢- دسته‌بندی Lewis و wiser

Lewis و Wiser نیز از نقطه‌نظر دیگری دسته‌بندی زیر را برای ابزارهای مختلف سیاستی پیشنهاد کرده‌اند:

- سیاست‌های مستقیم (محرک طرف عرضه)؛
- سیاست‌های غیرمستقیم (محرک بازار به عنوان طرف تقاضا)؛

از نظر Lewis و Wiser کشورهای علاقمند به توسعه صنعت تجدیدپذیر به طور فزاینده‌ای از سیاست-های مستقیم استفاده کرده تا تولیدکنندگان داخلی را برای ورود به این عرصه تشویق نمایند.

این سیاست‌ها به‌منظور ایجاد بازار برق تجدیدپذیر برای حضور پیشگامانه‌ی سازندگان داخلی در آن و هم با هدف ایجاد یک محیط پایدار برای سرمایه‌گذارانی که به دنبال توسعه‌ی نیروگاه‌های تجدیدپذیر و تکنولوژی‌های جدید هستند، اعمال می‌گردد.

۱- سیاست‌های مستقیم

همانگونه که عنوان گردید سیاست‌های مستقیم، مشوق تولیدکنندگان داخلی و به تعبیری محرک طرف عرضه می‌باشد. از جمله مطرح‌ترین سیاست‌های مستقیم می‌توان به نمونه‌های زیر اشاره نمود.

- الزام استفاده از ظرفیت داخلی کشور و حمایت از آن؛
- ارائه مشوق‌های مالی و مالیاتی برای تولیدکنندگان داخلی؛
- وضع تعرفه‌های گمرکی مناسب؛
- حمایت از صادرات؛
- انجام برنامه‌های تست و اعطای گواهینامه؛
- کمک به برنامه‌های تحقیق و توسعه؛
- احداث نیروگاه‌های نمایشی؛

۲- سیاست‌های غیرمستقیم

این سیاست‌ها به دنبال شکل‌دهی و تقویت بازار برق تجدیدپذیر و به تعبیر دیگر تحریک طرف تقاضای آن می‌باشند. در ادامه برخی از شاخص‌ترین نمونه‌های اعمال شده از سیاست‌های غیرمستقیم ارائه گردیده است.

- وضعیت تعرفه خرید برق خورشیدی

تعرفه‌های خرید، با ایجاد یک قیمت ثابت برای برق تجدیدپذیر و یا یک حاشیه سود مناسب در بلندمدت چشم‌انداز روشنی از ثبات بازار پیش روی سرمایه‌گذاران علاقمند به سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت قرار می‌دهد.

- وضعیت قوانین الزام‌آور برای تولید برق خورشیدی

این قوانین تامین درصد ثابتی از برق تولیدشده‌ی یک منطقه از طریق منابع خورشیدی را الزام‌آور می‌نماید. با توجه به جدید بودن این قوانین، اثرات اجرایی آنها هنوز کاملاً مشخص نشده است.

- برگزاری مناقصات احداث نیروگاه‌های خورشیدی
- برگزاری مناقصه‌های احداث سایت‌های نیروگاهی به همراه تضمین خرید برق در بلندمدت از دیگر سیاست‌های غیرمستقیم اعمال شده توسط تعدادی از کشورها در سال‌های اخیر بوده است.
- ارائه مشوق‌های مالیاتی بر تولید برق خورشیدی

مشوق‌های مالیاتی در قالب کاهش مالیات بر درآمد و نیز کاهش مالیات بر سرمایه در سرمایه‌گذاری‌های انجام گرفته در تولید برق تجدیدپذیر می‌تواند منجر به رشد سرمایه‌گذاری‌های این حوزه گردد.

- توسعه بازارهای برق سبز

بازارهای برق سبز شرایط خرید داوطلبانه‌ی برق خورشیدی را برای مشتریان برق فراهم می‌نماید.

به‌طور کلی می‌توان موارد زیر را به عنوان ضرورت تدوین استراتژی انرژی خورشیدی بیان نمود:

۱. ایجاد بستری مناسب برای انسجام و یکپارچگی فعالیت‌های بخش انرژی خورشیدی و نیروگاه‌های فتوولتاییک در حوزه‌های مختلف و هم‌چنین ایجاد زیرساخت‌های لازم برای کنترل راهبردی؛
۲. ایجاد زیرساختی برای تنظیم فعالیت‌های سالانه در راستای حرکت‌های بلند مدت ۱۵ تا ۲۰ ساله؛
۳. تقویت ارتباط میان برنامه‌های استراتژیک, برنامه‌های عملیاتی و بودجه‌ریزی؛
۴. ایجاد جهت‌گیری راهبردی جهت توسعه زیربخش‌های مختلف بخش انرژی خورشیدی و نیروگاه‌های فتوولتاییک؛
۵. ایجاد راهکارهای همه جانبه از ابعاد مختلف سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی، تکنولوژیکی، مالی و ... در جهت توسعه انرژی خورشیدی و نیروگاه‌های فتوولتاییک؛

تعیین چالش‌های پیش‌رو در فرآیند تدوین استراتژی بخش انرژی خورشیدی و نیروگاه‌های فتوولتاییک, یک فعالیت حیاتی است. منطقی این است که تعیین چالش‌ها پس از شناسایی وضعیت فعلی صورت گیرد. منظور از یک چالش مشکلات دستیابی به چشم‌انداز و یا ناکامی در برآوردن انتظارات است.

٦-۲- تعیین چالش‌ها

برای تعیین چالش‌ها در حوزه توسعه فناوری نیروگاه خورشیدی فتوولتاییک می‌توان از منابع زیر استفاده نمود:

- تحلیل محتوایی رسانه‌ها؛
- تحلیل سایت‌های اینترنتی؛

- نظرسنجی‌های رسمی در زمینه‌های مذکور؛
- بحث‌های سیاسی مرتبط؛
- نظرات خبرگان؛

در زیر چند نمونه از چالش‌های پیش روی بخش انرژی خورشیدی و نیروگاه‌های فتوولتاییک ذکر می‌شود.

- عدم توانایی رقابت انرژی‌های تجدیدپذیر در مقایسه با انرژی‌های رقیب؛
- طولانی بودن زمان احداث نیروگاه‌های تجدیدپذیر در کشور؛
- کمبود منابع و اعتبارات مالی برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر؛

در حوزه داخلی بخش انرژی خورشیدی می‌توان این بخش را از جنبه‌های مختلف شامل تکنولوژی‌های مختلف، بازارهای انرژی خورشیدی، فعالیت‌های اصلی در زمینه توسعه انرژی خورشیدی و نیروگاه]ای فتوولتاییک، فعالیت‌های پشتیبان به منظور توسعه این انرژی و در نهایت نهادها و سازمان‌های درگیر در امر توسعه انرژی خورشیدی مورد مطالعه و بررسی قرارداد.

همچنین در حوزه محیط خارجی بخش انرژی خورشیدی، جنبه‌های مختلفی همچون حوزه‌های اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی، حقوقی – قانونی، سیاسی، امنیتی و تکنولوژیکی مورد مطالعه و بررسی قرار خواهد گرفت. البته هر یک از این جنبه‌ها خود شامل حوزه‌های متنوعی می‌شوند.

چالش‌های پیش روی بخش انرژی خورشیدی را می‌توان در سه بخش چالش‌های ساختاری، قوانین و مقررات و نیز چالش‌های موجود در نظام نوآوری بخش انرژی خورشیدی تقسیم‌بندی نمود. در ادامه چالش‌ها از دید موانعی برای توسعه فناوری در این حوزه بررسی خواهد شد.

٦-٣- چالش‌های ساختاری بخش انرژی خورشیدی فتوولتاییک

٦-٣-١- تحلیل ساختار کلان

تمامی بازیگران صنعت انرژی خورشیدی به سه دسته کلی تقسیم می‌شوند. دسته اول نهادهای سیاست گذار که خود به دو دسته سیاست گذار کلان و سیاست گذار پژوهشی تقسیم می‌شوند. در دسته دوم که دسته میانی نامیده می‌شود، نهادهای حاکمیتی که تنظیم کننده، تسهیل کننده و ارائه دهنده خدمات هستند، قرار دارند. در این دسته مراکز پژوهشی و دانشگاهی نیز قرار می‌گیرند و در دسته سوم که دسته عملیاتی می‌باشد زنجیره اصلی صنعت را در بر می‌گیرد.

طبق این دسته بندی نهاد رهبری(مجمع تشخیص مصلحت نظام)، مجلس، وزارت نیرو و ستاد توسعه فناوری انرژی‌های نو با توجه به عملکرد و وظایفشان در دسته سیاست‌گذاری کلان انرژی خورشیدی که خور زیر بخش انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشد قرار می‌گیرد و شورای عالی انقلاب فرهنگی، شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری(عتف) و وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در دسته سیاست گذار پژوهشی قرار می‌گیرند.

در دسته میانی وزارت نیرو، شرکت توانیر، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور و سازمان حفاظت محیط زیست، در دسته نهادهای تنظیم کننده قرار دارند و وزارت امور اقتصادی و دارائی، دفتر همکاری‌های فناوری ریاست جمهوری و وزارت نفت در دسته نهادهای تسهیل کننده قرار دارند و وزارت بازرگانی و وزارت صنایع هم نقش تنظیم کننده و هم نقش تسهیل کننده دارند. به همین جهت در هر دو دسته قرار می‌گیرند. سازمان توسعه برق و سازمان منابع طبیعی نیز در دسته ارائه دهنده خدمات قرار دارند و سازمان انرژی‌های نو ایران(ساتبا) که کلیدی ترین سازمان در رابطه با انرژی خورشیدی می‌باشد هر سه نقش تنظیم کنندگی، تسهیل کنندگی و ارائه دهندگی خدمات را به عهده دارد. مراکز پژوهشی و دانشگاهی هم در رده میانی قرار دارند که این مراکز با نهادهای حاکمیتی و دولتی در تعامل می‌باشند.

٦-۳-۲- چالش‌های ساختاری

به عنوان تحلیلی کلان از وضعیت نقش‌آفرینان این حوزه باید ذکر نمود که وجود مراکز متعدد موازی تصمیم‌گیری مانند شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری، ستاد انرژی‌های نو معاونت علمی و فناوری ریاست‌جمهوری موجب ایجاد ناهماهنگی در سیاست‌گذاری و بعضاً موازی‌کاری می‌شود.

همچنین در بدنه میانی نیز بازیگران متعدد مانند توانیر، سازمان حفاظت محیط زیست، سازمان انرژی-های نو ایران و ... در برخی از موارد با یکدیگر ناهماهنگ بوده که این موضوع باعث ایجاد مشکل بر سر راه کارآفرینان و متقاضیان احداث نیروگاه‌های فتوولتاییک می‌شود.

علاوه بر موارد فوق، تعداد مراکز آموزشی و پژوهشی درگیر در توسعه دانش انرژی‌های فتوولتاییک در داخل کشور محدود است، بطوریکه تعداد رشته موجود در حوزه انرژی خورشیدی در دانشگاه‌های مختلف پایین است و تنها در معدودی مرکز آموزشی مانند دانشگاه تهران و پژوهشگاه مواد و انرژی در سطح کارشناسی ارشد دانشجو می‌پذیرند.

موضوعی که بسیار مهم و تأثیرگذار است جایگاه فعلی سانا به عنوان تنها متولی دولتی توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر است. اساساً در همه جای دنیا، متولی توسعه فناوری‌های نوین و جدید، دولت‌ها بوده و دولت‌ها با

توجه به اهداف بلندمدت و استراتژیک در مقوله فناوری‌های نوین سیاست‌گذاری‌هایی را برای تشویق بخش خصوصی انجام می‌دهند و در مراحل اولیه توسعه از بودجه‌های دولتی برای شروع توسعه استفاده می‌نمایند.

انرژی خورشیدی نیز جزو فناوری‌های رو به رشد می‌باشد که در بدو توسعه نیازمند حمایت‌های مالی و تشویقی و تنظیمی دولت هستند. در ایران نیز این امور سیاست‌پژوهی و تنظیم‌گیری و تسهیل‌گری بر عهده سازمان انرژی‌های نو ایران است. به دلیل اینکه این سازمان زیر نظر شرکت توانیر است و شرکت توانیر عمدتاً متولی توسعه نیروگاه‌های فسیلی بوده‌اند، تمایلی به توسعه فناوری‌های انرژی خورشیدی و پنل‌های فتوولتاایک از خود نشان نمی‌دهند. لذا برای توسعه این موضوع بودجه‌های لازم مصوب را تخصیص نداده که این موضوع باعث دلسردی دیگر سازمان‌ها و ارگان‌های دولتی، جامعه دانشگاهی و علمی و بخش خصوصی کشور شده است. علاوه بر این در کشور ایران چندسالی است که سازمان انرژی‌های نو ایران در لیست فروش به بخش خصوصی است که در چنین حالتی، در بدنه دولت هیچ سازمانی متولی سیاست-پژوهی، تنظیم‌گری و تسهیل‌گری در حوزه انرژی خورشیدی نیست.

۶-۳-۳- چالش‌های قانونی بخش انرژی خورشیدی

همانطوری که مرور گشت، قوانین و مقررات مختلف و متعددی در حوزه توسعه انرژی‌های نو و تجدیدپذیر در کشور وجود دارد، ولی مشکل اینگونه قوانین و مقررات فقدان جامعیت و یکپارچگی مباحث مطروحه در قوانین مختلف است. به طوری‌که باید اذعان نمود قوانین کشور در بخش انرژی به صورت یکپارچه از توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور حمایت نمی‌کند.

- چالش‌های پیش روی نظام نوآوری بخش انرژی خورشیدی در کشور؛
- سیاست‌گذاری؛
- آموزش و حفظ نیروی انسانی؛
- تأمین منابع مالی؛
- تولید، انتقال، انتشار و جذب علم و فناوری؛
- کارآفرینی و ایجاد اشتغال؛
- تجاری‌سازی فناوری؛
- تأمین منابع مالی؛
- ایجاد ارزش افزوده و کسب ثروت؛
- تأمین و ساماندهی زیرساخت‌ها؛

٦-٣-٤- تحلیل چالش‌های سطح کلان انرژی خورشیدی

سیاست‌گذاری

- وجود موازی‌کاری‌ها و عدم وجود هماهنگی‌های لازم میان بازیگران اصلی این حوزه؛
- عدم وجود عزم جدی در توانیر برای توسعه انرژی خورشیدی؛
- عدم وجود یک قانون جامع توسعه انرژی خورشیدی؛
- عدم تناسب جایگاه سازمان متولی توسعه انرژی‌های خورشیدی در وزارت نیرو و عدم توان یکپارچه‌سازی فعالیت‌ها در کل سطح بخش به دلیل جایگاه نامناسب ساتبا؛

آموزش و حفظ نیروی انسانی

- کمبود متخصص در حوزه‌های مختلف بخش انرژی خورشیدی اعم از آکادمیک و تکنیسین صنعتی؛
- خروج سرمایه‌های انسانی متخصص از کشور؛
- کمبود رشته‌های تخصصی انرژی خورشیدی در کشور؛
- عامل فوق باعث شده که در زمینه‌های مورد نیاز، نیروی انسانی توانمند وجود نداشته باشد.

تولید، انتقال، انتشار، جذب علم و فناوری

- تعداد کم فناوران در این حوزه به دلیل بالا بودن هزینه‌های سرمایه‌گذاری در آن؛
- ضعف در فرایند انتقال فناوری و عدم وجود دانش در این حوزه؛
- ضعف در دانش پنل‌های فتوولتاییک کریستالی و فیلم نازک؛
- سرعت رو به فزاینده گرایش واردکنندگان پنل‌های فتولتاییک به پنل‌های چینی به دلیل عدم تأمین این نوع از پنل‌ها در داخل؛
- فاصله بسیار زیاد پیشگامان این فناوری در دنیا با ایران؛
- عدم توجه مسئولین به استراتژیک بودن دانش این نوع از فناوری؛

کارآفرینی و ایجاد اشتغال

- عدم توانایی کارآفرینان در تأمین سرمایه مورد نیاز جهت احداث مزرعه فتوولتاییک؛
- عدم هماهنگی میان دستگاه‌های ذی‌ربط بر مشکلات کارآفرینان این حوزه؛
- فرایند طولانی اخذ مجوزهای سازمان‌های مختلفی که باید مجوز ارائه دهند مانند مجوز مطالعه توسط سانا، مجوز محیط زیست، مجوز منابع طبیعی؛
- سرمایه‌بر بودن تولید سیلیکون و فقدان حمایت‌های لازم دولتی؛

تجاری‌سازی فناوری

- ضعف عملکرد دولت در ایجاد بازار و عدم وجود خریدهای دولتی (ثابت نبودن، تغییرات و قیمت پایین خرید برق تولیدی از انرژی خورشیدی؛
- عدم حمایت دولت از تولیدکنندگان و صنایع داخلی به صورت منسجم؛
- واردکنندگان بسیار در کشور که مانع شکل‌گیری شرکت‌های دانش‌بنیان در این حوزه می‌شود.؛
- عدم وجود زیرساختهای تولید مواد اولیه مانند سیلیکون؛
- تحریم‌های بین‌المللی؛
- وجود واردکنندگان چینی در بازار؛

تأمین منابع مالی

- تحریم‌های مالی؛
- نبود سازوکارهای پایدار در تأمین مالی برای دولت؛
- بهره بالای وام‌های بانکی و موسسات مالی و اعتباری؛
- فقدان سرمایه‌گذاری دولتی برای تحقیق و توسعه در این حوزه؛
- فقدان دانش سیاست‌گذاران به استراتژیک بودن این حوزه و به تبع آن عدم حمایت از توسعه دانش و فناوری؛
- زیاد بودن مشغله سازمان‌های متولی توسعه این حوزه مانند توانیر به امور روزمره و عدم توجه به توسعه بلند مدت انرژی‌های تجدیدپذیر بویژه انرژی خورشیدی؛
- بدهی زیاد توانیر به تولیدکنندگان برق و عدم تخصیص بودجه به خرید برق نیروگاه‌های فتوولتاییک؛

ایجاد ارزش افزوده و کسب ثروت

- عدم وجود مکانیزم استفاده از منابع مالی سازمان‌های بین‌المللی به خاطر عدم انتشار آلاینده‌های زیست-محیطی (مکانیزم CDM)؛
- وجود گسترده انرژی فسیلی در کشور که به صورت غیرعادلانه‌ای یارانه داده شده‌اند و منجر به عدم رشد انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شوند.
- سازوکارهای متناسب و منعطف درتعیین تعرفه خرید برق بادی وجود ندارد.
- عدم شکل‌گیری سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی؛

تأمین و ساماندهی زیرساخت‌ها

- وجود مشکلات اتصال به شبکه برای پنل‌های فتوولتاییک تولید پراکنده و عدم سیستم‌های هوشمند شبکه برای فروش برق خورشیدی به شبکه؛
- عدم وجود و یا دسترسی دشوار به مواد اولیه مانند سیلیکون؛
- ناکافی بودن اطلاعات اطلس خورشیدی کشور و نیاز به اصلاح زیاد این اطلس؛
- کمبود سندهای سیاستی توسعه فناوری انرژی خورشیدی؛
- فقدان اولویت‌های فناورانه در این حوزه؛
- فقدان قانون جامع انرژی خورشیدی؛
- فقدان نظام جامع مالکیت فکری؛

٦-٤- سیاست‌ها و اقدامات حوزه توسعه فناوری‌های خورشیدی

پس از شناسایی چالش‌های توسعه فناوری‌های انرژی خورشیدی در هر یک از کارکردهای نظام نوآوری فناورانه و تعیین در قسمت قبل در این مرحله باید سیاست، های رفع این چالش‌ها تعیین شود و همچنین اقداماتی برای تحقق اهداف ذکر شده درنظرگرفته شود. تحقق آرمانها و دستیابی به اهداف موردنظر سیاستگذاران به استفاده از ابزارهای سیاستی مناسب نیازمند است. اقدامات، فعالیت‌های تدوین شده‌ای هستند که با درنظرگیری ملاحظات و نیز همراستا با ارکان جهت‌ساز اتخاذ شده، مسیرهای دستیابی به اهداف را مشخص می‌کنند. این اقدامات با بهره‌گیری از تحلیل ساختاری موانع و محرک‌های شناسایی شده در مسیر توسعه استخراج می‌شوند. 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. سیاست‌ها و اقدامات مورد نیاز بر اساس فهرست چالش‌ها و موانع شناسایی شده در مرحله قبلی، پیشنهاد می‌شود. در ابتدا، اقدامات لازم برای رفع چالش‌های کلی فناوری‌های خورشیدی نام برده می‌شوند. و سیاست‌های تنظیم‌گری و تسهیل‌گری نام برده می‌شود.

٦-٥- شناسایی موانع و مشکلات توسعه فناوری‌های مرتبط انرژی خورشیدی

در این فصل با استفاده از متدولوژی، وضعیت موجود فناوری انرژی خورشیدی را مورد بررسی قرار داده و مشکلات سیستمی نظام نوآوری فناورانه آن را مورد شناسایی قرار می‌دهیم.

٦-٥-١- مرحله صفر: تبیین فناوری

از بدو پیدایش اولین حیات در روی زمین انرژی خورشیدی در پدیده فتوسنتز کاربرد داشته است. در پیدایش ساختمان برای گرمایش مسکن خود، انسان از نور خورشید بهره می گرفت. بعدها انسان از اشعه آفتاب برای خشک کردن میوه و سبزی در فضای آزاد و برای تبخیر آب دریا در حوضچه‌های کم عمق و تولید نمک استفاده نموده است. اولین و شاید تنها استفاده نظامی انرژی خورشیدی توسط ارشمیدس در شهر سیراکیوز در شرق جزیره سیسیل انجام شد. او موفق شد با متمرکز کردن نور خورشید به وسیله چند آئینه روی بادبان کشتی‌ها، آنها را به آتش بکشد .

استفاده‌های صنعتی و مدرن انرژی خورشیدی از سال‌های ۱۷۷۰ میلادی شروع شد. شاید جالب ترین استفاده از خورشید در کشف گاز اکسیژن صورت گرفته باشد. پریستلی در سال ۱۷۷۴ توانست نور خورشید را روی ظرف حاوی اکسید جیوه متمرکز نماید و گازی تولید کند که بعدها اکسیژن نامیده شد. آزمایشهای متعددی با استفاده از عدسی‌ها و تمرکز نور خورشید توسط لاوازیه انجام شد.

در سال ۱۸۷۲ اولین واحد خورشیدی برای نمک زدائی آب دریا در شمال شیلی ساخته شد. از اواخر سالهای ۱۸۰۰ و اوایل سال‌های ۱۹۰۰ تعدادی متمرکز کننده خورشیدی جهت دست‌یابی به دماهای بالا و تولید بخار در فرانسه و آمریکا و مصر ساخته شد که از بخار حاصله برای راه اندازی ماشینهای بخار و آبیاری استفاده می شد. از سالهای ۱۹۴۰ به بعد استفاده از انرژی خورشیدی در تولید آب گرم مصرفی و گرمایش ساختمان‌ها در آمریکا، روسیه (تاشکند و عشق آباد)، استرالیا و سایر کشورها رو به توسعه نهاد. در سال ۱۹۴۶ در هندوستان کوره‌هایی که با انرژی خورشیدی کار می‌کردند ساخته شد.

سلول خورشیدی(فتوولتائیک) برای اولین بار در نیمه اول دهه ۱۹۵۰ بدون سر و صدای زیاد وارد بازار شد و با استقبال قابل ملاحظه ای مواجه گشت. در سال ۱۹۵۸ طراحان آمریکایی با تردید در سفینه وانگاردیک یک مبدل حاوی سلول‌های خورشیدی هر یک به قدرت ۲ میلی‌وات به عنوان نیروی کمکی به کار بردند ولی با کمال تعجب مشاهده کردند دستگاه رادیویی سفینه که با این مبدل کار می کرد تا ۶ سال بطور مداوم پیام رادیویی به زمین مخابره نمود. در سال ۱۹۶۱ برای نخستین بار در ایتالیا از انرژی حرارتی خورشیدی برای تولید الکتریسیته توسط توربین‌های بخار کوچک استفاده گردید.

با بحران انرژی سال ۱۹۷۳، توجه به کاربرد انرژی خورشیدی بالا گرفت و سرمایه گذاری‌های زیادی در غالب کشورهای جهان(به خصوص کشورهای صنعتی) برای پژوهش و دستیابی به طرحهای بهینه کاربردهای مختلف انرژی خورشیدی انجام پذیرفت.

در دهه ۱۹۸۰ با از بین رفتن بحران انرژی، توجه به انرژی خورشیدی تقلیل یافت و در حال حاضر مهمترین موضوعی که در کشورهای صنعتی به آن توجه قابل ملاحظه ای می شود سلول‌های خورشیدی می باشد. علاوه بر این، روش‌های گرمایش طبیعی خورشیدی در بسیاری از کشورهای جهان(به خصوص آمریکا) در دهه گذشته مورد توجه قرار گرفته است.

درگزارشات قبلی فن‌آوری‌های مرتبط با پنل‌های خورشیدی، به‌صورت کامل مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

٦-٦- مرحله اول: تعیین مرز سیستم

بعد از معرفی فناوری مرتبط با انرژی خورشیدی، نوبت آن است که مرز سیستم قبل از انجام تحلیل توأمان کارکردی-ساختاری تعیین گردد.

با توجه به مقاله هلمن[۱] (۲۰۰۲) می‌توان حوزه دانشی را با توجه به کارکردهایی که محصول فناوری برآورده می‌کند تعریف کرد. بنابراین حوزه دانشی این فناوری عبارتست از چرایی[۲] و چگونگی[۳] تبدیل انرژی موجود در خورشیدی به انرژی الکتریکی.

همانطور که در گزارش "متدولوژی ارزیابی نظام نوآوری فناورانه" تشریح گردید، برای تعیین مرز سیستم چارچوب مشخصی وجود ندارد و مطابق با نظر مارکارد[۴] و نگرو[۵] می‌توان مرز یک سیستم را بر اساس نیازهای خاص مشخص کرد.

با توجه به توضیحات داده شده در قسمت معرفی فناوری، این فناوری از لحاظ ابعاد مختلف دارای تنوع و گوناگونی بسیاری می‌باشد و می‌بایست قبل از شروع ارزیابی به درستی مرز سیستم را تعیین نمود تا از این طریق موضوع مورد ارزیابی به صورت دقیق و مشخص تعریف گردد.

بنابراین می‌توان گفت، از لحاظ ملی و جغرافیایی (National & Geographical)، مرز سیستم مورد بررسی به مرزهای کشور محدود شده است و هدف از این تحلیل بررسی وضعیت این فناوری در عرصه منطقه یا جهان نمی‌باشد. از لحاظ بخشی (Sectoral) نیز این فناوری درحوزه صنعت برق و حرارت کشور مورد بررسی قرار می‌گیرد، اگرچه برخی اجزاء و قطعات بکاربرده شده در فناوری‌های مرتبط با انرژی خورشیدی، ممکن است در دیگر صنایع کاربرد داشته باشد. از لحاظ فناوری نیز به سیستم‌های فتوولتاییک،

---

۱ Holme´n
۲ Know-Why
۳ Know-How
۴ Markard
۵ Negro

نیروگاه‌های حرارتی خورشیدی و همچنین برخی از کاربردهای حرارتی مانند آبگرمکن‌های خورشیدی پرداخته شده‌است.

٦-٧- مرحله دوم: شناسایی فاز توسعه نظام نوآوری فناورانه

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. در ادامه فاز توسعه نظام نوآوری فنآوری پخش انرژی خورشیدی به کمک این دو مشخصه مشخص می‌گردد.

٦-٧-١- 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 ۱۵- مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه فناوری

	پیش توسعه	توسعه	اوج‌گیری	سرعت‌گیری	تعادل
بازیگران	• بازیگران اصلی: دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی • تعداد محدود بازیگران • نقش تسهیل‌گری دولت کم‌کم شکل می‌گیرد.	• 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	• انجمن‌ها و سندیکاها شکل گرفته‌اند • افزایش شرکت‌های دانش‌بنیان • نقش دولت در سیاست‌گذاری (قابله‌گری) پررنگ می‌شود	• تعداد رقبای در حوزه‌ی توسعه فناوری به شدت افزایش می‌یابد • نقش پررنگ بانکها و موسسات مالی • نقش دولت در تنظیم‌گری پررنگ می‌شود	• تمام بازیگران در این حوزه‌ی فناورانه به صورت فعال حضور دارند
تعاملات	• روابط فردی شکل گرفته است • شبکه‌های مربوط به فناوری وجود ندارند	• شبکه‌های ضعیف علمی شکل می‌گیرد	• شبکه‌های علمی در حال قوی شدن است • شبکه‌های ضعیف صنفی کم‌کم شکل می‌گیرد	• شبکه‌های علمی قوی • شبکه‌های صنفی در حال قوی شدن است	• شبکه‌های علمی قوی • شبکه‌های صنفی قوی
نهادها	• نهادهای نرم شکل می‌گیرد • نهاد سختی هنوز وجود ندارد	• نهادهای سخت در حال شکل‌گیری است	• نهادهای سخت شکل گرفته است	• افزایش تنوع نهادها بسته به نیازها	• نهادهای سخت متنوعی وجود دارد

به منظور بررسی مشخصه‌های ساختاری، عوامل ساختاری نظام نوآوری فناوری بخش انرژی خورشیدی با توجه به کارکردهای نظام نوآوری فناورانه شناسایی شده‌اند که در قالب جدول ذیل نشان داده شده است. لازم به ذکر است که اطلاعات موجود در این جدول با توجه به جلسات برگزار شده با خبرگان این حوزه و جمع‌بندی تیم پروژه تکمیل شده است.

جدول ١٦-مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه فناوری بخش انرژی خورشیدی

	بازیگران	تعاملات	نهادها
توسعه دانش	• دانشگاه تهران-دانشکده فیزیک و اپتیک (ازمایشگاه مجهز به تولید و تست سل، در زمینه اینورتر تجربه بالایی دارد) • دانشگاه شیراز • دانشگاه سمنان (بر روی امورف کار کرده‌اند) • مرک (چندین سال در زمینه رشد بلور و سل دانش کسب کرده‌است) • دانشگاه زنجان- بخش فیزیک و اپتیک تحصیلات تکمیلی • پژوهشگاه مواد و انرژی- **پژوهشکده انرژی** • پژوهشکده هوا و خورشید مشهد	• شبکه‌های مربوط به فناوری انرژی خورشیدی به‌صورت ضعیفی شکل گرفته‌اند. • همکاری دانشگاه شیراز، سانا و جمعی از صنایع منجر به احداث نیروگاه شیراز شد. • دانشگاه شریف (دکتر صمیمی) با همکاری سانا، اطلس انرژی خورشیدی را ایجاد کردند • اخیرا پروژه‌ای تحت عنوان "توسعه سلول‌های هورشیدی) از عتف برای دانشگاه سمنان تعریف شده‌است. دانشگاه سمنان برای انجام این پروژه با دانشگاه تهران و صنایع الکترونیک‌سازان سمنان همکاری می‌کند. • معاونت فناوری ریاست جمهوری با همکاری دانشگاه‌ها پروژه ای را اجرا کردند که بر اساس آن ۱۷ نیروگاه ۲۰ کیلوواتی در ۱۷ دانشگاه کشور نصب شد. • در واقع هرچند تعاملات ضعیفی در این بخش شکل گرفته، ولی باید اذعان داشت، همواره در صورت تعریف پروژه‌های بزرگ، تعاملات بیشتری در این بخش رخ خواهد داد.	• وجود انگیزه و امید بالا میان بازیگران توسعه دانش به لزوم توسعه فناوری در کشور
انتشار دانش	• سازمان انرژی‌های نو ایران • انجمن انرژی‌های تجدیدپذیر • انجمن انرژی خورشیدی تا کنون فعالیت مهمی نکرده‌است) • کانون فتوولتائیک	-	-

	بازیگران	تعاملات	نهادها
کارآفرینی	• در فایل اکسل با اطلاعات موجود شرکت‌های فعال در این حوزه	• شرکت‌های فعال در این بخش ارتباط قوی با یکدیگر و سایر بازیگران ندارند که البته دلیل اصلی این امر، کمبود پروژه‌هی بزرگ در این بخش بوده‌است.	• با توجه به **تعرفه‌های** جدید خرید برق تجدیدچذیر و همچنین تاکید مسولان در توسعه این بخش، امیدی برای بازیگران حاضر در این بخش شکل گرفت. • هرچند این تعرفه اعمالی فقط برای انرژی بادی به‌صرفه بود ولی با این حال امیدهای بسیار زیادی را در بخش خورشیدی ایجاد نمود به‌طوری که شرکت‌های زیادی به فکر تولید تجهیزات این بخش، وارد شدند. نمونه این شرکت‌ها می‌توان به الکترونیک سازان سمنان اشاره نمود.
تامین منابع مالی	• شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری (عتف) • سازمان انرژی‌های نو ایران • توانیر • ستاد انرژی‌های نو • شهرداری‌ها (برای نصب چراغ‌های راهنما)	• عدم هماهنگی مؤثر میان بازیگران تأمین مالی • بانک‌ها با شرکت‌های فعال در این بخش همکاری نمی‌کنند و در واقع حاضر نیستند در این بخش سرمایه‌گذاری کنند. • البته برخی از شرکت‌ها مانند الکترونیک‌سازان با توجه به پیشینه فعالیت خود در سایر صنایع داشته‌اند تا حدودی از طریق بانک‌ها جذب منابع مال ی کرده‌اند	• پس از انتشار برنامه پنجم توسعه و تاکید آن بر توسعه ۵۰۰۰ مگاوات انرژی تجدیدپذیر، امید زیادی برای تأمین منابع مالی، میان بازیگران این بخش شکل گرفت. • خرید تضمینی برق تجدیدپذیر و تعرفه آن تاثیر بسیار زیادی در دیدگاه بازیگران این بخش داشت. • رویکرد جدید برای تامین منابع مالی بخش انرژی‌های تجدیدپذیر از طریق SBC
جهت دهی به سیستم	• صنایع دفاعی • شهرداری‌ها (ایجاد ضوابط و دستورالعمل برای استفاده از انرژی خورشیدی در ساختمان‌ها) • سازمان محیط زیست • شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری (عتف) • ستاد توسعه فناوری انرژی‌های نو • دفتر برنامه‌ریزی کلان وزارت نیرو • سازمان انرژی‌های نو ایران • توانیر	• برقراری ارتباطات میان بازیگران مذکور در قالب طرح کلان شورای عتف	• عدم تصویب و ابلاغ اسناد تدوین شده • وجود درک اشتباه میان بازیگران بدین صورت که با توجه به منابع سرشار فسیلی به توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر نیازی نیست
شکل دهی به بازار	• سازمان انرژی‌های نو ایران • توانیر • وزارت نیرو (تعیین نرخ سوخت)	–	• عدم تدوین قوانین و مقررات تنظیم بازار • نزدیک شدن نرخ سوخت به ارزش واقعی آن می‌تواند بازار این بخش را تا حدود زیادی فعال نماید.
مشروع بت بخشی	• سازمان انرژی‌های نو ایران • انجمن انرژی‌های تجدیدپذیر	–	–

در پایان با توجه به جدول عوامل ساختاری، می‌توان مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه فناوری را مورد بررسی قرار داد که در قالب جدول ذیل نشان داده شده است.

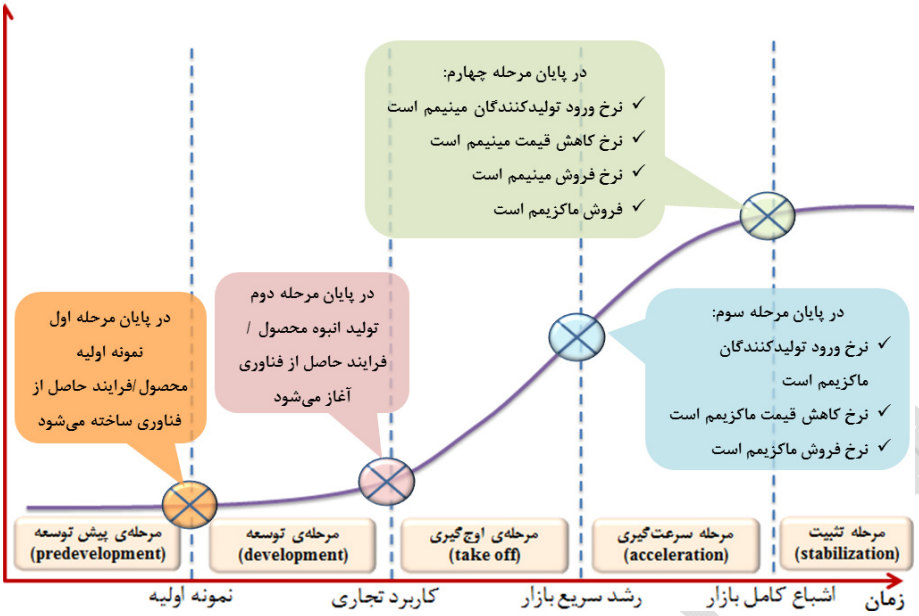
جدول ۱۷-جمع‌بندی مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه بخش انرژی خورشیدی

	پیش توسعه	توسعه	اوج‌گیری	سرعت‌گیری	تعادل
بازیگران	• بازیگران اصلی: دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی • تعداد محدود بازیگران • نقش تسهیل‌گری دولت کم‌کم شکل می‌گیرد.	• 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	• انجمن‌ها و سندیکاها شکل گرفته‌اند • افزایش شرکت‌های دانش‌بنیان • نقش دولت در سیاست‌گذاری (قابله‌گری) پررنگ می‌شود	• تعداد رقبای در حوزه‌ی توسعه فناوری به شدت افزایش می‌یابد • نقش پررنگ بانکها و موسسات مالی • نقش دولت در تنظیم‌گری پررنگ می‌شود	• تمام بازیگران در این حوزه‌ی فناورانه به صورت فعال حضور دارند
تعاملات	• روابط فردی شکل گرفته است • شبکه‌های مربوط به فناوری وجود ندارند	• شبکه‌های ضعیف علمی شکل می‌گیرد	• شبکه‌های علمی در حال قوی شدن است • شبکه‌های ضعیف صنفی کم‌کم شکل می‌گیرد	• شبکه‌های علمی قوی • شبکه‌های صنفی در حال قوی شدن است	• شبکه‌های علمی قوی • شبکه‌های صنفی قوی
نهادها	• نهادهای نرم شکل می‌گیرد • نهاد سختی هنوز وجود ندارد	• نهادهای سخت در حال شکل‌گیری است	• نهادهای سخت شکل گرفته است	• افزایش تنوع نهادها بسته به نیازها	• نهادهای سخت متنوعی وجود دارد

با توجه به توضیحات داده شده می‌توان این نتیجه را گرفت که از لحاظ مشخصه‌های ساختاری وضعیت نظام نوآوری فناورانه کشور در این حوزه در فاز توسعه قرار گرفته است.

۶-۸- 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 در قالب نمودار ذیل قابل مشاهده می‌باشند.



شکل ۲۱-نشانه‌های تحقق مراحل توسعه نظام فناوری

همانطور که در نمودار بالا 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.

در بخش فتوولتائیک برخی از شرکت‌های فعال در این حوزه بر اساس توانمندی خود و همچنین در مواردی با برقراری ارتباط با شرکت‌های خارجی توانسته‌اند به موفقیت‌هایی دست پیدا کنند

شرکت فیبر نوری و برق خورشیدی سل و ماژول سیستم‌های فتوولتائیک را داخل کشور تولید نموده‌است، البته پس از مدتی با توجه به نوسانات نرخ ارز و همچنین کاهش قیمت‌های جهانی سلول‌های فتوولتائیک، تولید سل در داخل کشور مقرون به صرفه نبود، بنابراین بیشتر شرکت‌ها سل را از خارج از کشور تهیه می‌کنند.

شرکت هدایت نور یزد، سل را از کشور چین تهیه و ماژول را داخل کشور مونتاژ می‌نماید، ولی در صورتی که بازار مناسبی در اختیار آن قرار گیرد توانایی ساخت سل را نیز دارد.

شرکت اریا سولار در بیرجند نیز برای کاهش قیمت، سل را از خارج از کشور تهیه و ماژول تولید می‌نماید.

شرکت الکترونیک سازان نیز در حال حاضر سل را از خارج از کشور تهیه می‌نماید ولی خود را به تجهیزات رشد بلور و برش بلور مجهز کرده‌است. بنابراین توانایی تولید سل را نیز داراست.

در بخش سامانه‌های فتوولتائیک نیز، تکنولوژی نصب و راه اندازی در کشور موجود است و شرکت‌های زیادی در این بخش فعالیت می‌کنند.

بنابراین می‌توان گفت، نمونه اولیه فناوری فتوولتائیک در داخل کشور تولید شده است اما هنوز تولید انبوه آن در کشور آغاز نشده است. از اینرو می‌توان نتیجه گرفت نظام نوآوری این فناوری هنوز وارد فاز اوج‌گیری نشده است و از طرف دیگر با توجه به زیرساخت‌ها و توانمندی‌های موجود در کشور، فاز پیش‌توسعه را پشت سر نهاده است و بنابراین می‌توان گفت نظام نوآوری این فناوری در فاز توسعه قرار گرفته است.

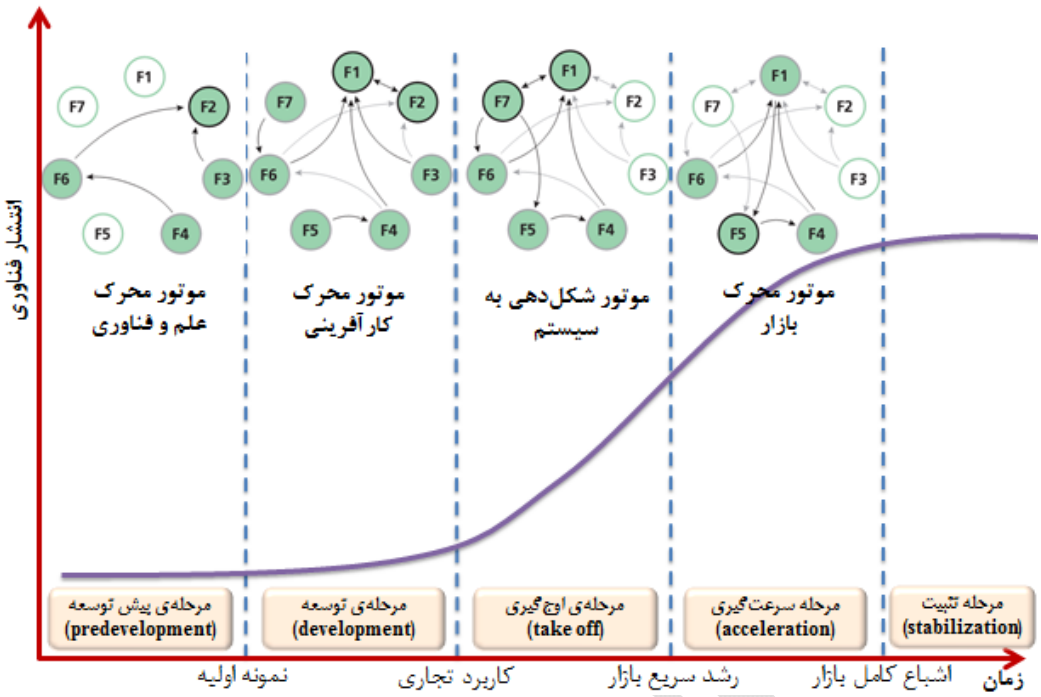
در بخش نیروگاه‌های حرارتی نیز، پیشرفت‌های بسیار خوبی داخل کشور صورت گرفته‌است. یک نیروگاه ۲۵۰ کیلوواتی پایلوت در شیراز احداث شده که بیشتر تجهیزات آن در داخل کشور تولید شده‌است از اینرو می‌توان به جرأت گفت نمونه اولیه فناوری آن در داخل کشور تولید شده است اما هنوز تولید انبوه آن در کشور آغاز نشده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت نظام نوآوری این فناوری هنوز وارد فاز اوج‌گیری نشده است و از طرف دیگر با توجه به زیرساخت‌ها و توانمندی‌های موجود در کشور، فاز پیش‌توسعه را پشت سر نهاده است و بنابراین می‌توان گفت نظام نوآوری این فناوری در فاز توسعه قرار گرفته است.

٦-۹- جمع‌بندی فاز توسعه نظام

با توجه به نتایج حاصل از بررسی مشخصه‌های ساختاری و بررسی نشانه‌های تحقق مراحل توسعه نظام فناوری و در کنار یکدیگر در نظر گرفتن آن‌ها، می‌توان گفت به‌طور کلی وضعیت نظام نوآوری فناورانه فناوری بخش انرژی خورشیدی درکشور در فاز توسعه قرار گرفته است.

٦-۱۰- مرحله سوم: تعیین موتور متناسب با فاز توسعه نظام

پس از شناسایی فاز توسعه نظام، حال نوبت آن است که موتور متناسب با فاز توسعه نظام معین گردد. همانطور که در نمودار ذیل مشاهده می‌شود، هر فاز توسعه نظام متناظر با یکی از موتورهای نظام نوآوری فناورانه می‌باشد.



شکل ۲۲- موتورهای متناسب با مراحل توسعه نظام فناوری

با توجه به اطلاعاتی که در بخش قبل بدست آمد، وضعیت نظام نوآوری فناورانه فناوری بخش انرژی خورشیدی درکشور در فاز توسعه قرار گرفته است. بنابراین با توجه به نمودار بالا می‌توان گفت در داخل نظام توسعه این فناوری، موتور محرک کارآفرینی در حال جریان می‌باشد.

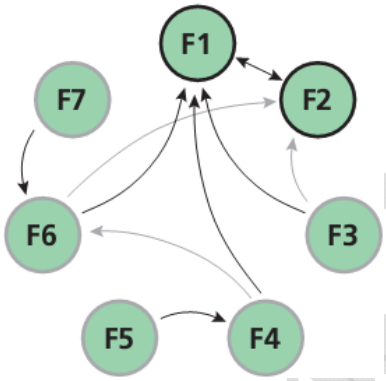
٦-١١- مرحله چهارم: تعیین کارکردهای کلیدی، حمایتی و حاشیه‌ای

در بخش قبل مشخص گردید که در داخل نظام توسعه فناوری بخش انرژی خورشیدی، موتور محرک کارآفرینی در حال جریان می‌باشد.

به‌طور کلی، هدفی که موتور محرک کارآفرینی به‌دنبال آن است، شدّت بخشیدن به حجم فعّالیت‌های کارآفرینی انجام شده در فرایند توسعه‌ی فناوری (که غالباً در محیط صنعت به وقوع می‌پیوندد) خواهد بود. هدف دوّم این موتور این است که با گسترش فعّالیت‌های اجرایی، نیازمندی‌ها و نقص‌های دانشی موجود را شناسایی کند و بازخوردی از محیط عملیاتی به سیستم‌های تحقیق و توسعه دهد تا فناوری از لحاظ تکنولوژیکی نیز به بلوغ برسد.

موتور محرک کارآفرینی برای شتاب بخشیدن به روند فعّالیت‌ها، نیازمند تحقق کارکردهای مختلفی می‌باشد. به‌عبارت دیگر، انجام فعّالیت‌ها در چارچوب کارکردهای مختلف توسط بازیگران گوناگون، موجب برآورده شدن کارکردهایی می‌گردد که توالی این کارکردها، موتور محرک کارآفرینی را پدید می‌آورد. در موتور محرک کارآفرینی نیز مانند موتور محرّک علم و فناوری، کارکردهای خلق دانش (F2)، انتشار دانش

(F3)، جهت‌دهی به سیستم (F4) و تأمین و تسهیل منابع (F6) به‌صورت پرقدرت ظاهر هستند. اما علاوه بر این‌ها، کارکردهای دیگری نیز وجود دارد که تفاوت اساسی این موتور از موتور محرّک علم و فناوری محسوب می‌شوند. حضور فعّال دو کارکرد فعّالیت‌های کارآفرینی (F1) و مشروعیت‌بخشی (F7) منجر به تغییر تعاملات میان کارکردها و پدید آمدن موتور محرک کارآفرینی می‌گردد و نیز کارکرد شکل‌دهی به بازار (F5) نیز به صورت کمرنگ‌تر از دو کارکرد دیگر در این موتور شکل می‌گیرد. کارکرد فعّالیت‌های کارآفرینی، کارکرد محوری در این موتور است که نقشی اساسی در محقق نمودن اهداف آن برعهده دارد.



شکل ۲۳- موتور محرک کارآفرینی

جدول ۱۸- کارکردهای کلیدی، حمایتی و حاشیه‌ای موتور دوم

نوع کارکرد	نام کارکرد
کارکرد کلیدی	کارآفرینی
کارکرد حمایتی	توسعه دانش انتشار دانش تأمین و تسهیل منابع جهت‌دهی به سیستم
کارکرد حاشیه‌ای	مشروعیت‌بخشی شکل‌دهی بازار

۶-۱۲- مرحله پنجم: تحلیل توأمان کارکردی- ساختاری

به منظور تحلیل توأمان کارکردی- ساختاری نظام نوآوری فناوری، می‌بایست در وهله اول وضعیت کارکرد کلیدی با استفاده از نظرات خبرگان مورد بررسی قرار گیرد (بررسی و تحلیل خروجی کارکرد کلیدی) و بر اساس نظرات خبرگان وضعیت این کارکرد در قالب نمره‌ای از صفر تا پنج مشخص گردد. سپس در

صورت مشاهده عملکرد نامناسب کارکرد (با توجه به نمره داده شده)، بر اساس مؤلفه‌های ساختاری و نیز محیط پیرامونی سیستم، سوالاتی برای شناسایی مشکلات سسیتمی و مشکلات محیطی از خبرگان پرسیده شود. در مرحله‌ی بعدی در صورت وجود مشکلات در کارکرد کلیدی باید کارکرد حمایتی نیز به همین شکل مورد بررسی قرار گیرد. در پایان در صورت وجود مشکلات در کارکرد حمایتی نیز می‌بایست کارکردهای حاشیه‌ای مورد بررسی قرار گیرند. در ادامه وضعیت کارکردهای کلیدی، حمایتی و حاشیه‌ای مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

٦-١٣- تحلیل وضعیت کارکرد کارآفرینی (کارکرد کلیدی)

به‌منظور تحلیل وضعیت کارکرد کلیدی کارآفرینی دانش، ابتدا خروجی این کارکرد مورد بررسی قرار گرفته و در ادامه مشکلات سیستمی ناشی از وضعیت ساختاری نظام توسعه فناوری آن بررسی می‌شود.

٦-١٣-١- تحلیل خروجی کارکرد کارآفرینی

به منظور بررسی و تحلیل خروجی کارکرد کارآفرینی، پرسشنامه ذیل تهیه گردید و در اختیار خبرگان قرار گرفت و با توجه به پاسخ‌های ایشان، جدول ذیل تکمیل شده است.

جدول ۱۹- تحلیل خروجی کارکرد کارآفرینی

مرحله‌ی دوم: موتور محرک کارآفرینی		سوالات برای ارزشیابی کارکرد	نمره به کارکرد (۰=غایب، ۱= بسیارضعیف، ۲= ضعیف، ۳= متوسط، ۴= قوی، ۵=بسیار قوی)
کارکردهای کلیدی	کارآفرینی	۱- آیا شرکت‌های دانش‌بنیان به منظور توجیه اقتصادی فناوری کافی هستند؟ - شرکت‌های واردشده در بخش فتوولتائیک با توجه به وضعیت کشور تا حدودی مناسب بوده‌است. البته در این میان تعداد بسیار اندکی از آن‌ها فعالیت‌های دانش بنیان انجام داده‌اند و اکثرا به واردکننده‌های این بخش تبدیل شده‌اند. البته اگر بازار استفاده از پنل‌های خورشیدی شکل بگیرد، تعداد این شرکت‌ها بسیار کم خواهد بود - شرکت‌های فعال در بخش نیروگاه‌های حرارتی اکثرا با تشویق سانا و با توجه به نیاز وارد این بخش شده‌اند. در واقع سانا برای انجام پروژه نیروگاهی خود، صنایع مرتبط را به تولید محصولات مورد نیاز خود تشویق می‌نموده‌است. از اینرو می‌توان گفت با توجه به اینکه بخش حرارت بیشتر کاربرد نیروگاهی دارد، جذب نیروهای کارآفرین مستلزم حضور و سرمایه‌گذاری بخش دولتی است ۲- آیا فعالیتهای کارآفرینی دارای کیفیت خوبی هستند؟ - در بخش فتوولتائیک: کیفیت محصولات داخلی تاکنون مثبت ارزیابی شده ولی برای مقایسه بهتر به زمان بیشتری نیاز هست. به‌طور کلی نیاز به تلاش بیشتر در این بخش احساس می‌شود	۳.۵

مرحله‌ی دوم: موتور محرک کارآفرینی	سوالات برای ارزشیابی کارکرد	نمره به کارکرد (۰=غایب، ۱= بسیارضعیف، ۲= ضعیف، ۳= متوسط، ۴= قوی، ۵=بسیار قوی)
	- در بخش حرارتی: با توجه به یک نمونه نیروگاه ساخته شده در داخل کشور، کیفیت محصولات راضی کننده ارزیابی شده‌است. البته باید توجه داشت برای رسیدن به کیفیت مناسب زمان بسیار زیادی صرف شده‌است. ۳- نرخ ورود کارآفرینان در این حوزه را چگونه برآورد می‌کنید (آیا کارآفیران جدید وارد سیستم می‌شوند)؟ -نزولی ۴- سرمایه‌گذاری خطرپذیر که منجر به توجیه اقتصادی می‌شود، وجود دارد یا خیر؟ - در بخش فتوولتاییک: برخی از شرکت‌ها مانندالکترونیک سازان، اقدامات بسیار بسیار کوچکی انجام داده‌اند - در بخش حراتی: خیر، تمام شرکن‌های این بخش با تلاش و ترغیب سانا وارد این بخش شده‌اند.	

۶-۱۳-۲- شناسایی موانع و مشکلات کارکرد کارآفرینی

همانطور که تشریح گردید، در صورت عملکرد نامناسب کارکرد کلیدی، می‌بایست عوامل ساختاری و محیطی آن مورد بررسی قرار گیرند تا از این طریق، مشکلات سیستمی و محیطی این کارکرد شناسایی شوند. برای نیل به این هدف پرسش‌نامه‌ای تهیه گردید و در اختیار خبرگان قرار گرفت و با توجه به پاسخ‌های ایشان، جدول ذیل تکمیل شده است.

جدول ۲۰-پرسشنامه موانع و مشکلات کارکرد کارآفرینی

کارکرد کلیدی	نوع و جنس مشکلات	سوالات برای یافتن مشکلات سیستمی	مشکلات سیستمی ساختاری-محیطی
کارآفرینی	مشکلات بازیگران وجود	**آیا شرکت‌های دانش‌بنیان در جهت توجیه فناوری در این حوزه‌ی فناورانه وجود دارند یا خیر؟** فتوولتائیک: تا حدودی وجود دارند مانند الکترونیک سازان، هدایت نور یزد و آریا سولار حرارتی: بله تاحدودی. البته در این بخش چون کاربرد نیروگاهی دارد، شرکتی که محصول نهایی را تولید نماید بوجود نیامده ولی شرکت‌های زیادی توانمندی تهییه محصولات مختلف این بخش را پیدا نموده اند. به عنوان مثال شرکت شیشه خم اژدری توانست با کمی تغییر در خط تولید خودآینه‌های مورد نیاز در نیروگاه شیراز را تولید نماید	✓ کمبود سازندگان سلول و ماژول ✓ عدم وجود تقاضا برای محصولات این شرکت‌ها ✓ عدم استفاده از تمام توانمندی این شرکت‌ها ✓ سرمایه‌بر بودن تولید سیلیکون و فقدان حمایتهای لازم دولتی ✓ عدم حمایت دولت از تولیدکنندگان و صنایع داخلی به صورت منسجم

کارکرد کلیدی	نوع و جنس مشکلات	سوالات برای یافتن مشکلات سیستمی	مشکلات سیستمی ساختاری- محیطی
مشکلات تعاملات	توانایی	**توانمندی فناورانه این شرکت‌ها را چگونه برآورد می‌کنید؟** با توجه به وجود مشکلات فراوان در این حوزه، این شرکت‌ها نتوانسته‌اند در این حوزه به درستی فعالیت نمایند. با اجرای اولیه طرح هدفمند کردن یارانه‌ها، بسیاری از این شرکت‌ها خود را برای یک بازار بزرگ در ایران آماده کردند به طوری که تعدادی از آن‌ها خط تولید ماژول را از خارج از کشور تهیه نمودند ولی با توجه به نبود بازار برای محصولات خود بسیاری از توانمندی‌های ان‌ها بدون استفاده باقی ماند	✓ عدم استفاده از تمامی سطح توانمندی کارآفرینان موجود ✓ عدم انگیزه برای بالا بردن سطح توانمندی فناورانه در کارآفرینان ✓ عدم وجود پروژه‌های بزرگ و منسجم در این بخش ✓ در حال حاضر تهیه پنل خورشیدی از خارج از کشور مقرون به‌صرفه‌تر از تولید داخلی ان می‌باشد ✓ عدم شناخت کارآفرینان نوپا از ساز و کارها و فعالیت‌ها در صنعت خورشید ✓ واردکنندگان بسیار در کشور که مانع شکل‌گیری شرکت‌های دانش-بنیان در این حوزه می‌شود. ✓
	وجود	**آیا انجمن‌ها و شبکه‌های علمی برای ایجاد ارتباط بین این بازیگران وجود دارد؟ آیا تعاملاتی به شکل فردی و غیر رسمی بین بازیگران وجود دارد؟** انجمن انرژی خورشیدی و کانون فتوولتائیک در این حوزه تأسیس شده‌اند ولی تاکنون فعالیت مهمی در این حوزه انجام نداده‌اند. در واقع نیاز به انجمن‌های صنفی فعال بشدت در این بخش احساس می‌شود. ولی به هر حال در طی ایتن سال‌ها تعاملاتی به شکل فردی و غیر رسمی بین بازیگران ایجاد شده‌است که به‌عنوان مثال: دانشگاه شیراز برای ساخت آینه‌های مورد نیاز خود در نیروگاه، با یکی از صنایع آینه‌سازی (شیشه خم اژدری) در ارتباط بود	✓ عدم تشکیل انجمن‌های صنفی مورد نیاز ✓ عدم وجود پروژه‌های بزرگ برای ایجاد انگیزه بین بازیگران مختلف برای همکاری‌های مشترک
	شدت	**توانمندی بازیگران و شدت این تعاملات چگونه است؟** اگرچه هنوز بخش انرژی خورشیدی در ابتدای راه خود قرار گرفته است، ولی هنوز در این حوزه ارتباطات مناسب میان صنعت، دانشگاه و مراکز پژوهشی شکل نگرفته است	✓ عدم شکل‌گیری ارتباط مناسب میان صنعت و دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی ✓ عدم هماهنگی میان دستگاه‌های ذی‌ربط بر مشکلات کارآفرینان این حوزه ✓ فرایند طولانی اخذ مجوزهای سازمان‌های مختلفی که باید مجوز ارائه دهند مانند مجوز مطالعه توسط سانا، مجوز محیط زیست، مجوز منابع طبیعی و . . .

کارکرد کلیدی	نوع و جنس مشکلات	سوالات برای یافتن مشکلات سیستمی	مشکلات سیستمی ساختاری- محیطی
مشکلات قوانین نرم	وجود	**آیا هنجارها و انتظارات خاصی در این حوزه وجود دارد؟** با توجه به مطرح شدن بحث صیانت از منابع فسیلی در کشور و لزوم نگهداشت صحیح این منابع خدادادی، عدم استفاده از این منابع در جهت تولید برق یکی از انتظاراتی است که امروزه در میان مردم و مسئولین کشور مطرح شده است.	✓ شکل گیری دیدگاه عدم نیاز به توسعه این فناوری با وجود منابع سرشار فسیلی در کشور
	کیفیت	**کیفیت این انتظارات چگونه است؟** در حال حاضر این انتظارات در حال شکل‌گیری است و به بحثی جدی در میان مسئولین کشور بدل شده است.	-
مشکلات قوانین سخت	وجود	**چه سیاست‌ها، قوانین و دستورالعمل‌ها و اسناد بالادستی (به صورت مستقیم و غیر مستقیم) در این حوزه وجود دارد؟** در حال حاضر سازمان انرژی‌های نو ایران در حال تدوین سند راهبرد ملی و نقشه راه توسعه انرژی خورشیدی در کشور می‌باشد، از طرفی قوانین دیگری مانند قانون خرید تضمینی ۲۰ ساله برق تجدیدپذیر در حال اجرا می‌باشد.	✓ عدم وجود ساز و کاری صحیح برای شناسایی کارآفرینان واقعی جهت حمایتهای مادی و معنوی ✓ ضعف عملکرد دولت در ایجاد بازار منسجم ✓ عدم وجود خریدهای دولتی (قیمت پایین خرید برق تولیدی از انرژی خورشیدی) ✓ عدم تفکیک قیمت خرید برق از منابع مختلف تجدیدپذیر، به طوری که این قیمت برای انرژی خورشیدی بسیار پایین است
	کیفیت	**کیفیت این قوانین و سیاست‌ها چگونه است؟** قوانینی که تاکنون تصویب شده‌اند و در حال اجرا می‌باشند برای توسعه فعالیت‌های کارآفرینی جذاب نمی‌باشند و اما امید است با تصویب و ابلاغ سند توسعه گامی ارزشمند در این حوزه برداشته شود.	✓ نبود یک سیستم رقابت سالم در دراختیار قراردادن سرمایه به نیروهای کارآفرین که منجر به ناامیدی کارآفرینان واقعی شده‌است.
مشکلات زیر ساخت‌ها	وجود	**چه زیرساخت‌هایی اعم از فیزیکی، دانشی، مالی برای بهتر انجام شدن این کارکرد وجود دارد؟** می‌توان گفت زیر ساخت‌های دانشی در این حوزه با توجه به وجود دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌های معتبر و نیروهای متخصص موجود در آن‌ها، در حد قابل قبولی می‌باشد. زیرساخت‌های فیزیکی در این حوزه در حد متوسط می‌باشند و هنوز برخی تجهیزات و زیرساخت‌های مورد نیاز توسعه این فناوری در کشور تأمین نشده است، اما از لحاظ مالی این حوزه با چالش جدی مواجه می‌باشد.	✓ وجود مشکلات اتصال به شبکه (نبود توپولوژی مناسب شبکه در برخی مناطق خاص) ✓ کمبود اطلاعات دقیق مربوط به پتانسیلسنجی مناطق مختلف. در واقع یک اطلس دقیق از پتانسیل انرژی خورشیدی در کشور بوجود نیامده‌است. ✓ عدم وجود زیرساختهای تولید مواد اولیه مانند سیلیکون

کارکرد کلیدی	نوع و جنس مشکلات	سوالات برای یافتن مشکلات سیستمی	مشکلات سیستمی ساختاری- محیطی
	کیفیت	**آیا این زیرساخت‌ها از کیفیت کافی برخوردار هستند؟** خیر، مخصوصا در بعد تأمین مالی، می‌بایست اقدامات جدی صورت پذیرد.	✓ ناقص بودن اطلس خورشید کشور ✓ ضعف زیرساخت‌های تأمین مالی پروژه‌ها و حمایت از کارآفرینان
	مشکلات محیطی	**ناشی از توسعه TISدر سطح بین‌المللی یا در سطح کشورهای دیگر**	-
		ناشی از لختی(ثبات) سیستم موجود	✓ ارزان بودن سوخت ورودی به نیروگاه‌های فسیلی ✓ قابلیت اطمینان و اعتماد مسئولین به نیروگاه‌های فسیلی موجود ✓ تحریم‌های بین‌المللی که موجب عدم توان انتقال دانش فنی در این حوزه می‌گردد. ✓ وجود واردکنندگان چینی در بازار
		ناشی از TIS فناوری‌های جایگزین یا مکمل	-
		ناشی از شرایط داخلی و خارجی کشور	✓ با تغییر نوسانات نرخ ارز و همچنین کاهش جهانی قیمت ماژول‌ها، محصولات این شرکت‌ها تا حدودی صرفه اقتصادی ندارند ✓ ریسک بالای سرمایه گذاری در بخش خورشیدی ✓ وجود تحریم‌های بانکی و به تبع آن عدم دسترسی به منابع مالی خارجی ✓ عدم وجود برنامه‌های کلان اقتصادی و صنعتی یکپارچه و مشخص

نسخه اولیه - غیر قابل استناد

۶-۱۳-۳- تحلیل نهایی کارکرد توسعه دانش

به منظور تحلیل وضعیت کارکرد حمایتی توسعه دانش، ابتدا خروجی این کارکرد مورد بررسی قرار گرفته و در ادامه مشکلات سیستمی ناشی از وضعیت ساختاری نظام توسعه فناوری آن بررسی می‌شود.

تحلیل خروجی کارکرد توسعه دانش

به منظور بررسی و تحلیل خروجی کارکرد توسعه دانش، پرسشنامه ذیل تهیه گردید و در اختیار خبرگان قرار گرفت و با توجه به پاسخ‌های ایشان، جدول ذیل تکمیل شده است.

جدول ۲۱- تحلیل خروجی کارکرد توسعه دانش

کارکرد	سوالات برای ارزشیابی کارکرد	نمره به کارکرد (۰=عدم وجود،...، ۵=بسیار قوی)
کارکرد توسعه دانش	**۱- وضعیت دانش پایه موجود در نظام در ارتباط با کمیت و کیفیت آن چگونه است؟** کمبود رشته‌های تخصصی انرژی خورشیدی در کشور. باعث شده که در زمینه‌های مورد نیاز،دانش کافی وجود نداشته باشد، ولی با این حال تا حدودی دانش پایه در کشور شکل گرفته‌است که البته این دانش به صورت مدون گردآوری نشده‌است و به صورت ضمنی در میان محققان این حوزه پراکنده است و نیز در جهت مناسبی جهت‌دهی نشده است. **۲- دانش موجود در سیستم بنیادی است یا کاربردی (توانمندی فناورانه کشور در چه سطحی قرار دارد)؟** دانش کشور در این حوزه بیشتر از نوع کاربردی و توسعه‌ای است و در حد متوسط می‌باشد و تحقیقات پراکنده‌ای بر روی برخی از اجزای آن در دانشگاه‌ها و پژوهشکده‌ها انجام شده است. **۳- آیا تعداد پروژه‌های پژوهشی و اختراع و مقاله و پتنت به مقدار کافی موجود است؟** در مورد پژوهش در این حوزه می‌توان گفت به صورت پراکنده و غیرهدفمند متخصصان و دانشگاهیان کشور تحقیقاتی را در این حوزه انجام داده‌اند، اما با توجه به فعال بودن موتور محرک کارآفرینی برای این فناوری، آنچه که مهم است تعداد پتنت‌های ثبت شده در این حوزه است که نشان‌دهنده میزان نوآوری و رشد و بلوغ شرکت‌های دانش بنیان در این حوزه می‌باشد و در حال حاضر در حد بسیار ناچیز و انگشت‌شماری می‌باشد. **۴- آیا یک جایگاه بین المللی پیشرو، برنامه‌های راه اندازی و ارجاعات فراوان به مقاله در نظام وجود دارد؟** خیر **۵- آیا توسعه دانش صورت گرفته در نظام تقاضا محور است؟** تا حدودی. هرچند تاکنون تقاضای مشخص و پیوسته‌ای از جانب متقاضیان برای تولید دانش در این حوزه موجود نبوده است ولی مقدار ز یادی از این دانش جذب شده در طی همین پروژه‌های اجرا شده بدست آمده‌است	با توجه به نظرات خبرگان، نمره این کارکرد در حد ۳ می‌باشد.

٦-١٤- تحلیل نهایی کارکرد توسعه دانش

با توجه به تحلیل صحت عملکرد کارکرد توسعه دانش و تحلیل عوامل ساختاری آن می‌توان گفت این کارکرد تاکنون از عملکرد متوسطی برخوردار بوده است. علت این امر را می‌توان ناشی از دو چیز دانست، اول، عدم تأمین مالی هزینه‌های تحقیق و توسعه در این حوزه، و دوم عدم جهت‌دهی هدفمند به فعالیت‌های پژوهشی در این حوزه از طرف مسئولان این حوزه.

به‌طور کلی منابع مالی مورد نیاز در جهت توسعه این فنآوری بدرستی و به میزان کافی تخصیص داده نمی‌شود. یکی از دلایل این امر را می‌توان به شکل گیری دیدگاه عدم نیاز به توسعه این فناوری با وجود منابع سرشار فسیلی در کشور و همچنین عدم توجه مسئولین به استراتژیک بودن دانش این نوع از فناوری در کشور دانست. در واقع با توجه به میزان سرمایه اولیه نسبتا بالای مورد نیاز برای راه‌اندازی این سیستم‌ها و کم بودن سرمایه مورد نیاز برای نیروگاه‌های فسیلی و نیز وجود منابع فسیلی در کشور و همچنین عدم وجود قوانین و مقررات الزام‌آور در این حوزه ستاد وزارت نیرو توجه کمتری را به رشد و توسعه این فناوری در داخل کشور نموده است. در مصارف خانگی نیز به دلیل پایین بودن قیمت انرژی در کشور، مصرف‌کنندگان علاقه‌ای به استفاده از این سیستم‌ها ندارند.

٦-١٥- تحلیل وضعیت کارکرد تأمین و تسهیل منابع (کارکرد حمایتی)

به منظور تحلیل وضعیت کارکرد حمایتی تأمین و تسهیل منابع، ابتدا خروجی این کارکرد مورد بررسی قرار گرفته و در ادامه مشکلات سیستمی ناشی از وضعیت ساختاری نظام توسعه فناوری آن بررسی می‌شود.

تحلیل خروجی کارکرد تأمین و تسهیل منابع

به منظور بررسی و تحلیل خروجی کارکرد توسعه دانش، پرسشنامه ذیل تهیه گردید و در اختیار خبرگان قرار گرفت و با توجه به پاسخ‌های ایشان، جدول ذیل تکمیل شده است.

جدول ۲۲- تحلیل خروجی کارکرد تأمین و تسهیل منابع

کارکرد	سوالات برای ارزشیابی کارکرد	نمره به کارکرد (۰=عدم وجود،...، ۵=بسیار قوی)
تأمین منابع مالی	۱= آیا منابع مالی کافی برای توسعه فعالیت‌های کارآفرینی وجود دارد یا خیر؟ ○ میزان منابع دولتی چقدر است؟ کافی است یا خیر؟ بسیارکم. اصلا کافی نبوده است. ○ میزان سرمایه خطرپذیر چه‌قدر است؟ کافی است یا خیر؟ بسیارکم. اصلا کافی نبوده است. ○ سهولت دسترسی به این منابع را چگونه ارزیابی می‌کنید؟	با توجه به نظرات خبرگان، نمره این کارکرد در حد ۱ می‌باشد.

کارکرد	سوالات برای ارزشیابی کارکرد	نمره به کارکرد (۰=عدم وجود،... ۵=بسیار قوی)
	دسترسی به این منابع بسیار سخ و طاقت فرسا بوده‌است منابع اختصاص یافته به این بخش بشدت ناکافی و غیر مستمر بوده‌است. ضمنا دسترسی به این منابع بسیار سخت است به طوری که می‌توان گفت، غالب بودجه‌ها به مراکز دولتی و دانشگاه‌ها اختصاص می‌یابد و سطوح بالای تصمیم‌گیری به بخش خصوصی توجه زیادی ندارند. در حال حاضر بودجه تخصیص یافته به این حوزه در حد ناچیزی است و جوابگوی نیاز این حوزه نمی‌باشد. حتی با وجود تصویب تعرفه خرید برق تجدیدپذیر در سال‌های اخیر، به دلیل آنکه تضمینی برای اجرایی شدن آن وجود ندارد و محل تأمین بودجه آن با مشکل مواجه است، دولت توانایی پرداخت مطالبات تولیدکنندگان برق تجدیدپذیر را ندارد که این امر منجر به دلسرد شدن سرمایه‌گذاران در این حوزه و به تبع آن عدم ورود کارآفرینان به این حوزه شده است. ضمنا تعرفه پیشنهادی برای خرید تضمینی برق از منابع تجدیدپذیر برای بخش خورشیدی بسیار غیر کارشناسی و کم است	
تأمین منابع انسانی	**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؟** - در واقع نیروی انسانی به اندازه کافی تربیت نشده است. ولی به هر حال در طی چندین سال و انجام پروژه‌های مختلف، تیم‌های مشاور تا حد خوبی تربیت شده‌اند. در بخش فنی نیز به هر حال تعدادی نیروی انسانی تربیت شده‌اند ولی با گذشت زمان و نبود پروژه در این بخش این نیروهای انسانی به مرور از دست می‌روند. - تا کنون مرکزی که به‌صورت رسمی و اصولی به اموزش نیروی انسانی در این بخش بپردازد وجود نداشته ولی ظاهرا فنی و حرفه‌ای قصد ورود به این بخش را داشته که تاکنون اقدامی نکرده‌است.	**با توجه به نظرات خبرگان، نمره این کارکرد در حد ۲ می‌باشد**

۶-۱۶- تحلیل نهایی کارکرد تأمین و تسهیل منابع

با توجه به تحلیل صحت عملکرد کارکرد تأمین و تسهیل منابع و تحلیل عوامل ساختاری آن می‌توان گفت در حوزه تأمین نیروی انسانی، در واقع نیروی انسانی به اندازه کافی تربیت نشده است. ولی به هر حال در طی چندین سال و انجام پروژه‌های مختلف، تیم‌های مشاور تا حد خوبی تربیت شده‌اند. در بخش فنی نیز به هر حال تعدادی نیروی انسانی تربیت شده‌اند ولی با گذشت زمان و نبود پروژه در این بخش این نیروهای انسانی به مرور از دست می‌روند. یکی از نقاط ضعف اساسی در این بخش این مسأله است که تا کنون مرکزی که به‌صورت رسمی و اصولی به اموزش نیروی انسانی در این بخش بپردازد وجود

نداشته‌است. البته اخیرا سازمان فنی و حرفه‌ای قصد ورود به این بخش را داشته که البته تاکنون اقدامی نکرده‌است.

تأمین منابع مالی: در مورد تأمین منابع مالی مورد نیاز برای توسعه فعالیت‌های کارآفرینی می‌توان گفت در حال حاضر وزارت نیرو از طریق بازوی اجرایی خود یعنی سازمان انرژی‌های نو ایران وظیفه تخصیص منابع مالی را بر عهده دارد که این در حالی است که این منابع مالی تخصیص یافته جوابگوی نیاز کشور نمی‌باشد. و همانطور که در جداول تحلیل صحت عملکرد این کارکرد تشریح گردید به دلیل عدم همکاری بان‌های داخلی و بروز برخی از مشکلات موجود، کارآفرینان این حوزه نمی‌توانند منابع مالی خود را از بانک‌های داخلی و خارجی تأمین نمایند که این امر باعث می‌شود تأمین مالی در این حوزه با مشکلات فراوانی مواجه شود.

همچنین در حوزه تأمین منابع مالی، در حال حاضر وزارت نیرو از طریق بازوی اجرایی خود یعنی سازمان انرژی‌های نو ایران وظیفه تخصیص منابع مالی را بر عهده دارد که این در حالی است که این منابع مالی تخصیص یافته جوابگوی نیاز کشور نمی‌باشد. و همانطور که در جداول تحلیل صحت عملکرد این کارکرد تشریح گردید به دلیل عدم همکاری بان‌های داخلی و بروز برخی از مشکلات موجود، کارآفرینان این حوزه نمی‌توانند منابع مالی خود را از بانک‌های داخلی و خارجی تأمین نمایند که این امر باعث می‌شود تأمین مالی در این حوزه با مشکلات فراوانی مواجه شود.. حتی با وجود تصویب تعرفه خرید تجدیدپذیر در سال‌های اخیر، به دلیل آنکه تضمینی برای اجرایی شدن آن وجود ندارد و محل تأمین بودجه آن با مشکل مواجه است، دولت توانایی پرداخت مطالبات تولیدکنندگان را ندارد که این امر منجر به دلسرد شدن سرمایه‌گذاران در این حوزه و به تبع آن عدم ورود کارآفرینان در این حوزه شده است.

٦-۱۷- تحلیل وضعیت کارکرد انتشار دانش (کارکرد حمایتی)

به منظور تحلیل وضعیت کارکرد حمایتی انتشار دانش، ابتدا خروجی این کارکرد مورد بررسی قرار گرفته و در ادامه مشکلات سیستمی ناشی از وضعیت ساختاری نظام توسعه فناوری آن بررسی می‌شود.

تحلیل خروجی کارکرد انتشار دانش

به منظور بررسی و تحلیل خروجی کارکرد انتشار دانش، پرسشنامه ذیل تهیه گردید و در اختیار خبرگان قرار گرفت و با توجه به پاسخ‌های ایشان، جدول ذیل تکمیل شده است.

جدول ۲۳-تحلیل خروجی کارکرد انتشار دانش

کارکرد	سوالات برای ارزشیابی کارکرد	نمره به کارکرد (۰=عدم وجود،... ۵=بسیار قوی)
کارکرد انتشار دانش	**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؟** به جز چند شرکت پنل ساز که خط تولید خود را از خارج از کشور وارد کردند، همکاری بین‌المللی دیگری صورت نگرفته‌است (به عنوان مثال شرکت فیبر نوری خط تولید سل و ماژول را از طریق شرکت AEG خریداری نمود) **۲- همایش، کنفرانس و مجله‌ای در مورد این فناوری وجود دارد یا خیر؟** کنفرانس انرژی‌های تجدیدپذیر و تولید پراکنده، مجله انرژی خورشیدی وجود دارند ولی بیشتر همایش‌ها، کنفرانس‌ها و مجلات موجود به کل انرژی‌های تجدیدپذیر پرداخته‌اند. **۳- آیا نمایشگاه‌های تخصصی برای ارایه دستاوردهای کارآفرینی وجود دارد یا خیر؟** -بسیار اندک. به‌عنوان مثال در افتتاح پروژه ۱۷ نیروگاه ۲۰ کیلوواتی برای ۱۷ دانشگاه، در هر دانشگاه نمایشگاه‌های کوچکی برگزار می‌شد. در نمایشگاه‌هایی که سانا برگزار می‌کند غرفه‌ای به انرژی خورشیدی اختصاص می‌یابد.	**با توجه به نظرات خبرگان، نمره این کارکرد در حد ۲ می‌باشد.**

۶-۱۸- تحلیل نهایی کارکرد انتشار دانش

با توجه به تحلیل صحت عملکرد کارکرد انتشار دانش و تحلیل عوامل ساختاری آن می‌توان گفت این کارکرد تاکنون عملکرد متوسطی و ضعیفی از خود نشان داده است.

در مورد همکاری‌های فناورانه بین بازیگران می‌توان گفت شرکت‌های فعال در این بخش ارتباط قوی با یکدیگر و سایر بازیگران ندارند که البته دلیل اصلی این امر، کمبود پروژه‌های بزرگ در این بخش بوده‌است.

به جز چند شرکت پنل ساز که خط تولید خود را از خارج از کشور وارد کردند، همکاری بین‌المللی دیگری صورت نگرفته‌است (به عنوان مثال شرکت فیبر نوری خط تولید سل و ماژول مورد نیاز خود را از طریق شرکت AEG خریداری نمود)

۶-۱۹- تحلیل وضعیت کارکرد جهت‌دهی به سیستم (کارکرد حمایتی)

به منظور تحلیل وضعیت کارکرد حمایتی جهت‌دهی به سیستم، ابتدا خروجی این کارکرد مورد بررسی قرار گرفته و در ادامه مشکلات سیستمی ناشی از وضعیت ساختاری نظام توسعه فناوری آن بررسی می‌شود.

تحلیل خروجی کارکرد جهت‌دهی به سیستم

به منظور بررسی و تحلیل خروجی کارکرد جهت‌دهی به سیستم، پرسشنامه ذیل تهیه گردید و در اختیار خبرگان قرار گرفت و با توجه به پاسخ‌های ایشان، جدول ذیل تکمیل شده است.

جدول ۲۴-تحلیل خروجی کارکرد جهت‌دهی به سیستم

کارکرد	سوالات برای ارزشیابی کارکرد	نمره به کارکرد (۰=عدم وجود،...، ۵=بسیار قوی)
کارکرد جهت‌دهی به سیستم	**۱- آیا یک هدف کاملاً مشخص و مشترک برای نظام وجود دارد؟** منابع اختصاص یافته در قالب برنامه‌ای منسجم و هدفمند تخصیص نیافته‌اند و لزوم برنامه‌ریزی دقیق و حساب‌شده در این راستا کاملا مشهود است. **۲- آیا فعالیت‌های کارآفرینی در این حوزه‌ی فناورانه جهت‌دهی شده است؟** خیر هم‌اکنون فعالیت‌های کارآفرینی در این بخش به صورت پراکنده و غیر هدفمند در حال انجام می‌باشد و از آنجا که منابع مالی مورد نیاز به صورت مستمر و به میزان لازم تخصیص نیافته است، فعالیت‌های کارآفرینی در این بخش در کشور با چالشی جدی مواجه است و به صورت کند در حال پیشرفت است. در واقع بیشتر شرکت‌های وارد شده در حوزه کارآفرینی این بخش نیز با مشکلات جدی نبود بازار، فقدان پروژه و کمبود منابع مالی مواجه شده‌اند. **۳- آیا منابع مالی و انسانی در جهت توسعه فعالیت‌های کارآفرینی است یا خیر؟** خیر. در حالت کلی هم اکنون به دلیل عدم وجود هیچ گونه برنامه‌ریزی استراتژیک برای توسعه این فناوری در کشور، منابع مالی و انسانی به صورت هدفمند در یک راستا و در جهت هدفی مشخص و معین هدایت نشده است. در واقع می‌توان گفت، تزریق منابع مالی برای توسعه این فناوری در کشور به تنهایی کافی نمی‌باشد بلکه می‌بایست این منابع مالی بر اساس یک برنامه مشخص و مدون تخصیص داده شوند تا به هدف مشخص شده دست یافت که متأسفانه در حال حاضر چنین برنامه‌ای موجود نمی‌باشد. در واقع همین عدم جهت‌دهی مناسب منابع در این بخش سبب شده‌است، تعدادی از شرکت‌هایی که با انگیزه فراوان به این بخش وارد شده‌اند به علت مشکلات زیاد تا حدودی از این بخش خارج شوند **۴- آیا سیاست‌های دولت در جهت حمایت از فعالیت‌های کارآفرینی هست یا خیر؟** خیر. عدم تفاهم همه جانبه میان سیاست گذاران، تصویب قوانین و برنامه‌ها را با ضعف روبرو کرده‌است. در بعضی موارد هم سیاست‌های اشتباه دولتی (مثلا در عدم ایجاد بازار تقاضا در کشور) این بخش را با مشکل مواجه کرده‌است. در واقع می‌توان گفت مرجعی که به عنوان مغز متفکری به پیگیری و شناسایی مشکلات موجود و تصمیم گیری منسجم برای رفع آنها بپردازد و از اختیارات کافی برخوردار باشد، در کشور وجود ندارد.	**با توجه به نظرات خبرگان، نمره این کارکرد در حد ۱,۵ می‌باشد.**

٦-۲۰- تحلیل نهایی کارکرد جهت‌دهی به سیستم

با توجه به تحلیل صحت عملکرد کارکرد جهت‌دهی به سیستم و تحلیل عوامل ساختاری آن می‌توان گفت کارکرد جهت‌دهی به سیستم همانند دیگر کارکردهای موجود در این موتور، عملکرد مناسبی از خود نشان نداده است. در واقع عدم وجود برنامه‌های کلان و یکپارچه و مشخص در این بخش باعث ایجاد ناپایداری در سیاست‌های و تغییرات مداوم و عدم ثبات برنامه‌ها و تصمیم‌ها شده است. هم‌چنین هیچ‌گونه برنامه خاصی جهت جهت‌دهی به فعالیت‌های کارآفرینی وجود ندارد و به تابع آن سیستم بانکی نیز در جهت پشتیبانی از فعالیت‌های این حوزه همگام و همراستا نشده است که این امر سبب گردیده تا فعالیت‌های کارآفرینی با مشکلات فراوانی مواجه باشد. یکی از دلایل اصلی این موضوع را می‌تواند عدم وجود وفاق همه جانبه میان سیاست‌گذاران این حوزه دانست، زیرا فنآوری مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر در نظر بسیاری از سیاست‌گذاران به عنوان یک کالای لوکس مطرح است و با توجه به وجود منابع سرشار فسیلی و وجود مشکلات فراوان در تأمین برق مورد نیاز کشور لزومی برای توسعه این فناوری نمی‌بینند.

٦-۲۱- تحلیل وضعیت کارکرد مشروعیت‌بخشی (کارکرد حاشیه‌ای)

به منظور تحلیل وضعیت کارکرد حمایتی مشروعیت‌بخشی، ابتدا خروجی این کارکرد مورد بررسی قرار گرفته و در ادامه مشکلات سیستمی ناشی از وضعیت ساختاری نظام توسعه فناوری آن بررسی می‌شود.

تحلیل خروجی کارکرد مشروعیت‌بخشی

به منظور بررسی و تحلیل خروجی کارکرد مشروعیت‌بخشی، پرسشنامه ذیل تهیه گردید و در اختیار خبرگان قرار گرفت و با توجه به پاسخ‌های ایشان، جدول ذیل تکمیل شده است.

جدول ۲۵-تحلیل خروجی کارکرد مشروعیت‌بخشی

کارکرد	سوالات برای ارزشیابی کارکرد	نمره به کارکرد (۰=عدم وجود،...، ۵=بسیار قوی)
کارکرد مشروعیت بخشی	**۱- آیا سرمایه‌گذاری در تکنولوژی به عنوان یک تصمیم مشروع پذیرفته شده است؟ (مشروعیت بخشی اتفاق افتاده است یا خیر)؟** خیر. البته با توجه به تلاش‌های انجام شده در سال‌های اخیر و تلاش‌های متولیان انرژی‌های نو تا حدودی مشروعیت بخشی دراین بخش تقویت شده‌است. از جمله اقداماتی که به مشروعیت بخشی این قسمت کمک کرده اند، قراردادهایی است که سانا در پروژه‌های مختلف با تولیدکنندگان مختلف انعقاد کرده و یا تصویب تعرفه خرید برق تجدیدپذیر و یا گنجانده شدن مسایل مربوط به انرژی تجدیدپذیر در قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی. اینگونه اقدامات، کمک بسیاری به بالا بردن مشروعیت بخشی حوزه انرژی تجدیدپذیر کرده‌اند، ولی با این حال هنوز در ذهنیت بسیاری از مدیران وصنعتگران تأمین انرژی از شیوه‌های سنتی به‌صرفه‌تر است.	**با توجه به نظرات خبرگان، نمره این کارکرد در حد ۲,۵ می‌باشد.**

کارکرد	سوالات برای ارزشیابی کارکرد	نمره به کارکرد (۰=عدم وجود،...، ۵=بسیار قوی)
	۲-آیا مقاومت زیادی در جهت تغییر وجود دارد؟ این مقاومت از کجا نشات می‌گیرد؟ بله. در بسیاری از مواقع مقاومت زیادی در جهت تغییر وضع وجود دارد. قسمتی از این مقاومت به قوانین مرتبط با انرژی تجدیدپذیر (مخصوصا انرژی خورشیدی) برمی‌گردد، هنوز قانون جامع و یکپارچه‌ای در این بخش وجود ندارد که تمام جنبه‌های توسعه در آن دیده شده باشد. قسمتی دیگری از این مقاومت به جایگاه متولی اصلی توسعه انرژی تجدیدپذیر (وانرژی خورشیدی) در کشور بستگی دارد که به نظر می‌رسد قدرت و اختیار کافی برای اجرای همین قوانین موجود را دارا نمی‌باشد. **۳-آیا فعالیت‌های مشروعیت‌بخشی منجر به تخصیص منابع به فعالیت‌های کارآفرینی شده است یا خیر؟** بسیار اندک. مثلا پس تصویب قانون تضمینی خرید برق تجدیدپذیر، با توجه به اینکه، این تعرفه برای توسعه انرژی خورشیدی اصلا اقتصادی نمی‌باشد، بنابراین جذابیتی میان شرکت‌ها و صنایع مختلف ایجاد نکرده‌است.	

۶-۲۲- تحلیل نهایی کارکرد مشروعیت‌بخشی

با توجه به تحلیل صحت عملکرد کارکرد مشروعیت بخشی و تحلیل عوامل ساختاری آن می‌توان گفت این کارکرد نیز مانند دیگر کارکردها از عملکرد قابل قبولی برخوردار نبوده است زیرا کارکرد آنچنان که باید و شاید نتوانسته است باعث جلب توجه دولت و سرمایه‌گذاران و در نتیجه جذب و تخصیص منابع مالی مورد نیاز این حوزه شود و در نتیجه منابع مورد نیاز کارآفرینان تأمین گردد و نیز در ذهنیت بسیاری از مدیران و صنعتگران تأمین انرژی از شیوه‌های سنتی به‌صرفه‌تر است. اما با این وجود با توجه به تلاش‌های انجام شده در سال‌های اخیر و تلاش‌های متولیان انرژی‌های نو تا حدودی مشروعیت بخشی در این بخش تقویت شده است. از جمله اقداماتی که به مشروعیت بخشی این قسمت کمک کرده اند، قراردادهایی است که سانا با تولیدکنندگان قطعات انعقاد کرده و یا تصویب تعرفه خرید برق بادی و یا گنجانده شدن مسایل مربوط به انرژی تجدیدپذیر در قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی. با این وجود در بسیاری از مواقع مقاومت زیادی در جهت تغییر وضع وجود دارد. قسمتی از این مقاومت به قوانین مرتبط با انرژی تجدیدپذیر (مخصوصا انرژی خورشیدی) برمی‌گردد، هنوز قانون جامع و یکپارچه‌ای در این بخش وجود ندارد که تمام جنبه‌های توسعه در آن دیده شده باشد. قسمتی دیگری از این مقاومت به جایگاه متولی اصلی توسعه انرژی تجدیدپذیر در کشور بستگی دارد که به نظر می‌رسد قدرت و اختیار کافی برای اجرای همین قوانین موجود را دارا نمی‌باشد.

٦-٢٣- تحلیل وضعیت کارکرد شکل‌دهی بازار (کارکرد حاشیه‌ای)

به منظور تحلیل وضعیت کارکرد حاشیه‌ای شکل‌دهی بازار، ابتدا خروجی این کارکرد مورد بررسی قرار گرفته و در ادامه مشکلات سیستمی ناشی از وضعیت ساختاری نظام توسعه فناوری آن بررسی می‌شود.

٦-٢٤- تحلیل خروجی کارکرد شکل‌دهی بازار

به منظور بررسی و تحلیل خروجی کارکرد شکل‌دهی بازار، پرسشنامه ذیل تهیه گردید و در اختیار خبرگان قرار گرفت و با توجه به پاسخ‌های ایشان، جدول ذیل تکمیل شده است.

جدول ٢٦- تحلیل خروجی کارکرد شکل‌دهی بازار

کارکرد	سوالات برای ارزشیابی کارکرد	نمره به کارکرد (۰=عدم وجود،...، ۵=بسیار قوی)
کارکرد شکل‌دهی بازار	**آیا بازار اولیه شکل گرفته است؟ اندازه‌ی آن را چقدر است؟** تا حدودی بسیار اندکی شکل گرفته‌است. به‌طوری که در حال حاضر در کشور تولید کننده، مونتاژ کننده و وارد کننده پنل‌های خورشیدی بوجود آمده‌اند. ولی تعداد پروژه‌ها و مصرف‌کنندگان این بخش هنوز بسیار اندک است **۲-آیا این بازار باعث جهت‌دهی به سیستم برای توسعه‌ی فعالیت‌های کارآفرینی شده است یا خیر؟** بسیار اندک. به‌طور مثال شرکت مخابرات به دلیل اینکه به محصولات این بخش نیاز داشت، شرکت فیبر نوری را ئارد این بخش نمود. ولی با مرور زمان و نوسانات نرخ و همچنین کاهش قیمت جهانی پنل‌ها، محصولات این شرکت به صرفه نبود **۳-آیا جذابیت بازار باعث ورود کارآفرینان جدید شده است یا خیر؟** خیر. چون بازار بوجود آمده از کیفیت و تضمین مناسبی برخوردار نبوده است.	**با توجه به نظرات خبرگان، نمره این کارکرد در حد ۱.۵ می‌باشد.**

٦-٢٥- تحلیل نهایی کارکرد شکل‌دهی بازار

با توجه به تحلیل صحت عملکرد کارکرد شکل‌دهی بازار و تحلیل عوامل ساختاری آن می‌توان گفت این کارکرد شکل‌دهی بازار، تا حدودی بازار اولیه ضعیفی در این حوزه شکل گرفته است به‌طوری که در حال حاضر در کشور تولید کننده، مونتاژ کننده و وارد کننده پنل‌های خورشیدی بوجود آمده‌اند. ولی تعداد پروژه‌ها و مصرف‌کنندگان این بخش هنوز بسیار اندک است. در واقع چون این بازار مطمئن و تضمین‌شده نیست، نتوانسته است توجه کارآفرینان و سرمایه‌گذاران را به خود جلب نماید همچنین بدلیل مشکلات زیادی که در این مسیر وجود داشته، کیفیت بازار بوجودآمده مناسب نبوده است و نتوانسته باعث جهت‌دهی

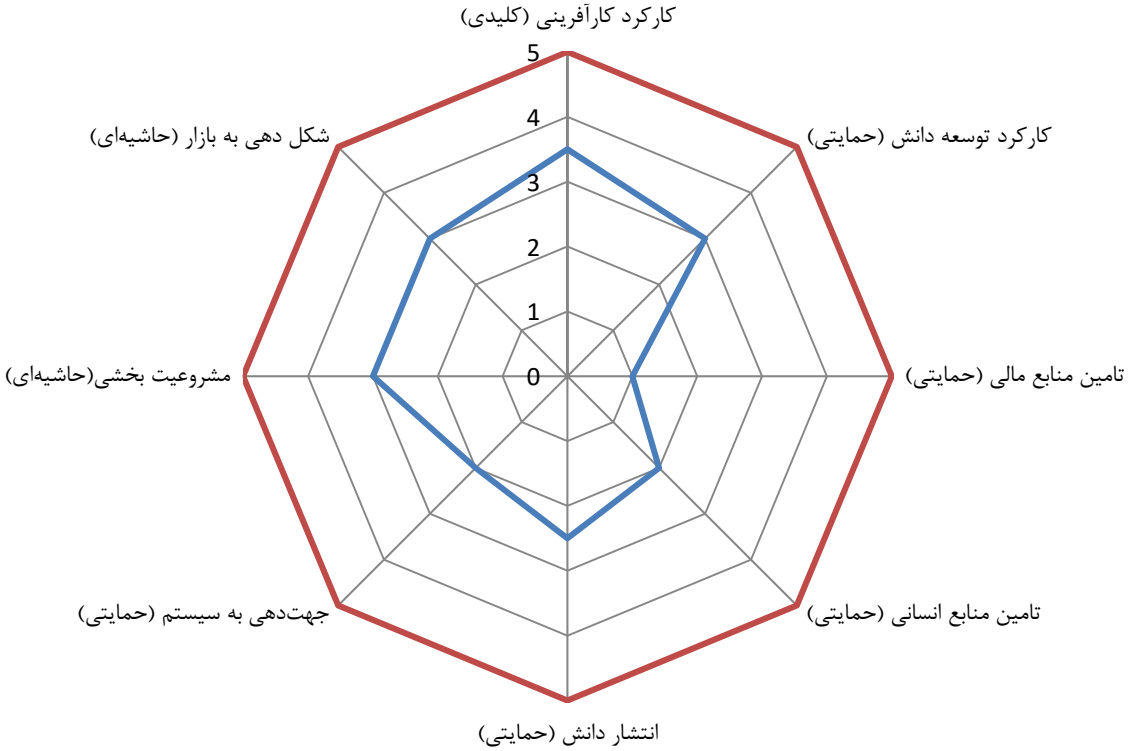
به فعالی‌های کارآفرینی گردد. در واقع می‌توان گفت، کارافرینی بوجود آمده در کشور هم نتیجه سرمایه گذاری مستقیم دولت در این بخش بوده و نه تأثیر بازار اولیه موجود.

جمع‌بندی و تحلیل نهایی وضعیت فناوری بخش انرژی خورشیدی

با توجه به جلسات برگزار شده با خبرگان این حوزه و جمع‌بندی تیم پروژه، می‌توان گفت در حال حاضر، با توجه به مشخصات ساختاری نظام توسعه این فناوری و نیز بررسی نشانه‌های تحقق مراحل توسعه نظام، وضعیت نظام نوآوری فناورانه کشور در این حوزه در فاز توسعه قرار گرفته است. بنابراین نتیجه‌گیری شد که در داخل نظام توسعه این فناوری، موتور محرک کارآفرینی در حال جریان می‌باشد. در ادامه با توجه به کارکردهای موجود در این موتور، وضعیت هر یک از دو جنبه مورد بررسی قرار گرفت: اول وضعیت خروجی هر یک از کارکردها و دوم بررسی مشکلات ساختاری آن‌ها.

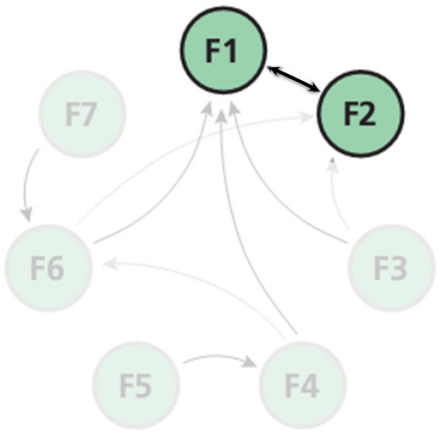
٦-٢٦- جمع‌بندی خروجی نظام نوآوری فناوری انرژی خورشیدی

همانطور که تشریح گردید، با توجه به آنکه فاز توسعه این فناوری متناسب موتور محرک کارآفرینی است، می‌بایست خروجی نظام این فناوری توسعه فعالیت‌های کارآفرینی در داخل سیستم باشد. اما با بررسی‌های صورت پذیرفته مشخص گردید که هنوز این امر محقق نگردیده است. وضعیت کلی نظام نوآوری این فناوری در قالب نمودار ذیل قابل مشاهده می‌باشد.



شکل ۲۴- وضعیت کارکردهای نظام توسعه نظام فناوری بخش انرژی خورشیدی

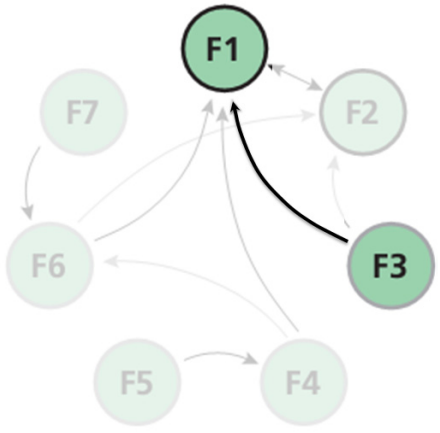
بررسی‌های صورت پذیرفته مشخص گردید، کارکرد کلیدی این نظام یعنی کارکرد کارآفرینی از عملکرد قابل قبولی برخوردار نبوده است. در واقع علی‌رقم ورود کارآفرینان در این حوزه مانند الکترونیک‌سازان سمنان (تولید)، هدایت نور یزد (تولید ماژول) و آریا سولار (تولیدکننده ماژول)، با توجه به مشکلات فراوان کارآفرینان در این حوزه که ناشی از عملکرد غیر قابل قبول دو کارکرد حمایتی آن یعنی کارکرد جهت‌دهی به سیستم (F4) و کارکرد تأمین و تسهیل منابع (F6)، کارکرد کارآفرینی (F1) به هدف خود که همانا توسعه فعالیت‌های کارآفرینی بوده است دست نیافته است. همچنین به دلیل عدم برقراری ارتباط مناسب میان کارکرد کارآفرینی و توسعه دانش (F2)، فناوری مورد نیاز برای حمایت و پشتیبانی از صنعت توسعه پیدا نکرده است.



شکل ۲۵- ارتباط دو کارکرد توسعه دانش و کارآفرینی در موتور محرک کارآفرینی

با توجه به وجود مشکلات فراوان در این حوزه، شرکت‌ها کارافرین واردشده به این بخش، نتوانسته‌اند در این حوزه به درستی فعالیت نمایند. البته با اجرای اولیه طرح هدفمند کردن یارانه‌ها، بسیاری از این شرکت‌ها خود را برای یک بازار بزرگ در ایران آماده کردند به طوری که حتی تعدادی از آن‌ها خط تولید ماژول را از خارج از کشور تهییه نمودند ولی با توجه به نبود بازار برای محصولات خود بسیاری از توانمندی‌های آن‌ها بدون استفاده باقی ماند.

همانطور که گفته شد، با توجه به پویایی‌های موجود در موتور محرک کارآفرینی، از دیگر عوامل عدم تحقق کارکرد کلیدی کارآفرینی، عدم پشتیبانی مناسب این کارکرد از جانب کارکردهای حمایتی آن یعنی کارکردهای انتشار دانش (F3)، کارکرد جهت‌دهی به سیستم (F4) و کارکرد تأمین و تسهیل منابع مالی و انسانی (F6) می‌باشد. در واقع کارکرد انتشار دانش در ابتدای مراحل خود قرار دارد و بازیگران این حوزه علی رغم انجام فعالیت‌های قابل قبول، هنوز فعالیت‌های جدی برای تحقق این کارکرد را آغاز ننموده‌اند.

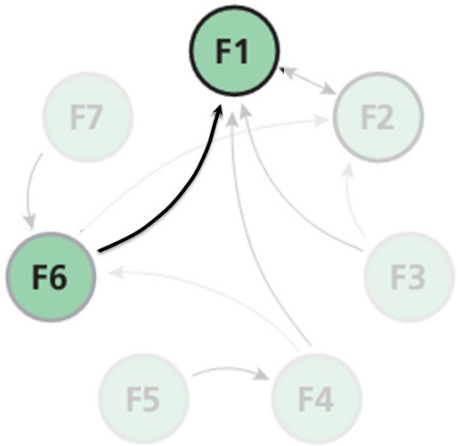


شکل ۲۶- ارتباط دو کارکرد انتشار و توسعه دانش در موتور محرک کارآفرینی

با وجود عدم تحقق کامل کارکرد حمایتی انتشار دانش و عدم پشتیبانی کامل این کارکرد از کارکرد کارآفرینی، علت اصلی عدم موفقیت کارکرد کارآفرینی را می‌توان در عملکرد نامناسب دو کارکرد حمایتی دیگر (کارکرد جهت‌دهی به سیستم و کارکرد تأمین و تسهیل منابع) دانست.

با توجه به تحلیل صحت عملکرد کارکرد تأمین و تسهیل منابع و تحلیل عوامل ساختاری آن می‌توان گفت وضعیت این حوزه از لحاظ نیروی انسانی در حوزه مشاوره، مونتاژ، نصب و راه‌اندازی در حد نسبتا قابل قبولی می‌باشد، اما در سایر حوزه‌ها نیروی انسانی زیادی وجود ندارد. در واقع برخلاف کشورهای پیشرو جهان، هیچ رشته دانشگاهی که به صورت تخصصی بحث انرژی خورشیدی را ارائه نماید وجود ندارد. و تنها شرکت‌هایی که به صورت تخصصیدر این حوزه فعالیت می‌کنند تعداد اندکی نیروی انسانی تربیت می‌کنند.

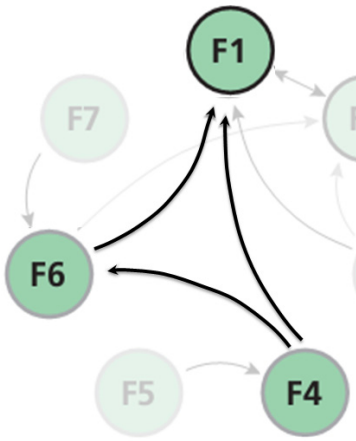
همچنین در حوزه تأمین منابع مالی در حال حاضر بودجه دولتی مشخص و مدونی برای توسعه فعالیت‌های کارآفرینی، اعطای تسهیلات و نیز ایجاد بازار وجود ندارد. بلکه فراخور زمان و نیز بنا به تصمیمات مدیران وقت بودجه‌ای در جهت توسعه این فناوری به سیستم تزریق شده است. حتی با وجود تصویب تعرفه خرید برق بادی در سال‌های اخیر، به دلیل آنکه تضمینی برای اجرایی شدن آن وجود ندارد و محل تأمین بودجه آن با مشکل مواجه است، دولت توانایی پرداخت مطالبات تولیدکنندگان برق بادی را ندارد که این امر منجر به دلسرد شدن سرمایه‌گذاران در این حوزه و به تبع آن عدم ورود کارآفرینان در این حوزه شده است.



شکل ۲۷-ارتباط دو کارکرد تأمین و تسهیل منابع و کارآفرینی در موتور محرک کارآفرینی

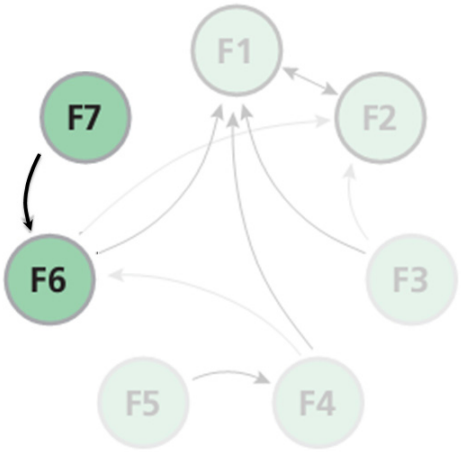
همچنین با توجه به تحلیل صحت عملکرد کارکرد جهت‌دهی به سیستم و تحلیل عوامل ساختاری آن می‌توان گفت عدم وجود برنامه‌های کلان و یکپارچه و مشخص در این بخش باعث ایجاد ناپایداری در سیاست‌های و تغییرات مداوم و عدم ثبات برنامه‌ها و تصمیم‌ها شده است. هم‌چنین هیچ‌گونه برنامه خاصی

جهت جهت‌دهی به فعالیت‌های کارآفرینی وجود ندارد و به تابع آن سیستم بانکی نیز در جهت پشتیبانی از فعالیت‌های این حوزه همگام و همراستا نشده است که این امر سبب گردیده تا فعالیت‌های کارآفرینی با مشکلات فراوانی مواجه باشد. یکی از دلایل اصلی این موضوع را می‌تواند عدم وجود وفاق همه جانبه میان سیاست‌گذاران این حوزه دانست، زیرا هنوز برق بادی در نظر بسیاری از سیاست‌گذاران به عنوان یک کالای لوکس و غیر اقتصادی مطرح است و با توجه به وجود منابع سرشار فسیلی و وجود مشکلات فراوان در تأمین برق مورد نیاز کشور لزومی برای توسعه این فناوری نمی‌بینند. در واقع هم‌اکنون قوانین برای حمایت و پشتیبانی از این حوزه در کشور تصویب شده است اما این قوانین جوابگوی نیاز کارآفرینان این حوزه نمی‌باشد و نیازمند یک طرح کلان دقیق و مورد وفاق ذی‌نفعان این حوزه می‌باشد.



شکل ۲۸- ارتباط کارکرد جهت‌دهی به سیستم، تأمین و تسهیل منابع و کارآفرینی در موتور محرک کارآفرینی

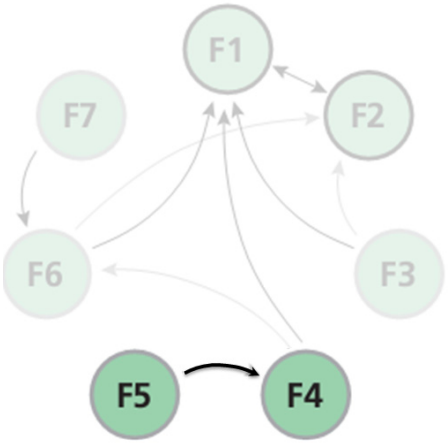
در ادامه با توجه به پویایی‌های موجود در این موتور، از عواملی که می‌توان به عنوان دلایل عدم تحقق کارکرد تأمین و تسهیل منابع مالی ذکر نمود، عدم پشتیبانی کامل کارکرد مشروعیت بخشی (F7) از این کارکرد عنوان نمود. همچنین کارکرد شکل‌دهی بازار هنوز نتوانسته است انتظارات مد نظر سیساست‌گذاران این حوزه را برآورده سازد و توجه آن‌ها را به استفاده از این فناوری جلب نماید.



شکل ۲۹- ارتباط دو کارکرد مشروعیت‌بخشی و تأمین و تسهیل منابع در موتور محرک کارآفرینی

البته با توجه به تلاش‌های انجام شده در سال‌های اخیر و تلاش‌های متولیان انرژی‌های نو تا حدودی مشروعیت بخشی دراین بخش تقویت شده‌است. از جمله اقداماتی که به مشروعیت بخشی این قسمت کمک کرده اند، قراردادهایی است که سانا در پروژه‌های مختلف با تولیدکنندگان مختلف انعقاد کرده و یا تصویب تعرفه خرید برق تجدیدپذیر و یا گنجانده شدن مسایل مربوط به انرژی تجدیدپذیر در قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی. اینگونه اقدامات، کمک بسیاری به بالا بردن مشروعیت بخشی حوزه انرژی تجدیدپذیر کرده‌اند، ولی با این حال هنوز در ذهنیت بسیاری از مدیران وصنعتگران تأمین انرژی از شیوه‌های سنتی به‌صرفه‌تر است، به‌طوری که در بسیاری از مواقع مقاومت زیادی در جهت تغییر وضع وجود دارد. قسمتی از این مقاومت به قوانین مرتبط با این بخش برمی‌گردد زیرا هنوز قانون جامع و یکپارچه‌ای در این بخش وجود ندارد که تمام جنبه‌های توسعه در آن دیده شده باشد. قسمتی دیگری از این مقاومت به جایگاه متولی اصلی توسعه انرژی تجدیدپذیر (و انرژی خورشیدی) در کشور بستگی دارد که به نظر می‌رسد قدرت و اختیار کافی برای اجرای همین قوانین موجود را دارا نمی‌باشد.

همچنین با توجه به تحلیل صحت عملکرد کارکرد شکل‌دهی بازار و تحلیل عوامل ساختاری آن می‌توان گفت این کارکرد شکل‌دهی بازار، تا حدودی بازار اولیه در این حوزه شکل گرفته است ولی چون این بازار مطمئن و تضمین شده نیست، نتوانسته است توجه کارآفرینان و سرمایه‌گذاران را به خود جلب نماید

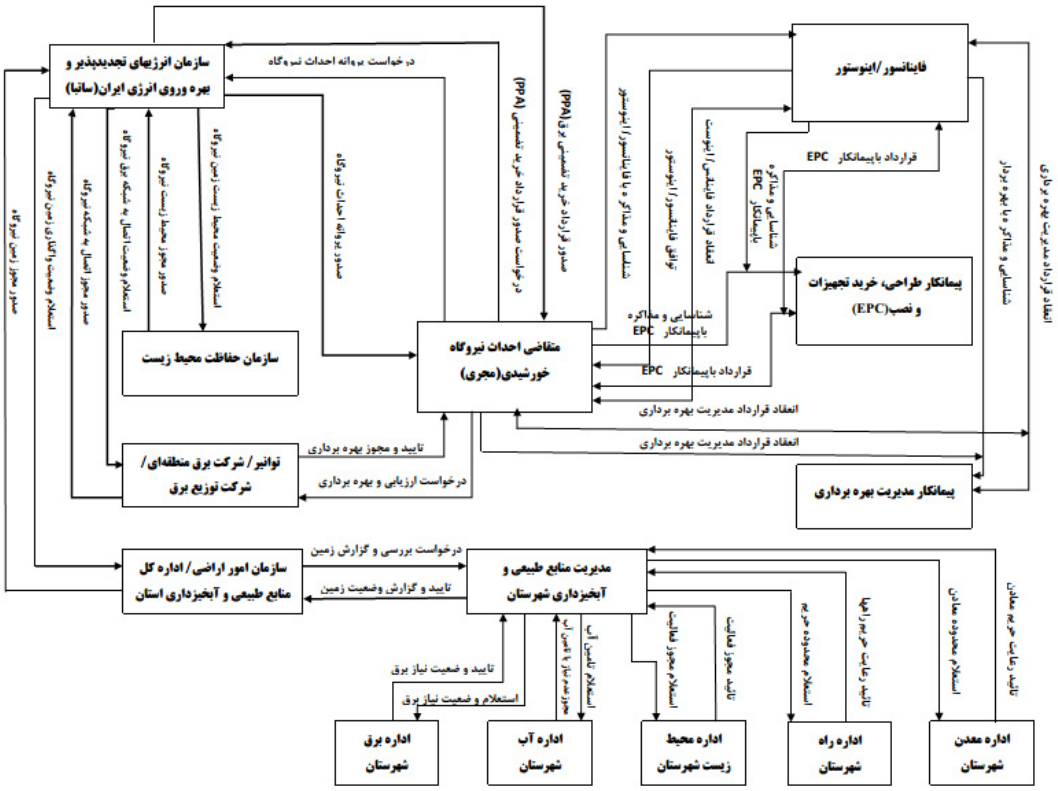


شکل ۳۰- ارتباط دو کارکرد شکل‌دهی بازار و جهت‌دهی به سیستم در موتور محرک کارآفرینی

در پایان می‌توان گفت در موتور محرک کارآفرینی هدف اصلی حمایت و پشتیبانی از فعالیت‌های کارآفرینان این حوزه می‌باشد، امری که در حال حاضر در بخش انرژی خورشیدی بدرستی انجام نشده‌است و علل اصلی آن را می‌توان در عملکرد نامناسب دو کارکرد جهت‌دهی به سیستم و تأمین و تسهیل منابع مالی دانست. اگرچه دیگر کارکردهای موجود در این سیستم از عملکرد قابل قبولی برخوردار نبوده‌اند اما دو کارکرد ذکر شده نقش و تأثیر بسیار بیشتری نسبت به دیگر کارکردها داشته‌اند. امید است با تصویب قوانین و اجرای سیاست‌های مناسب، مشکلات پیش‌روی کارآفرینان این حوزه برطرف گردد و از این طریق کارکرد کارآفرینی محقق گردد و نظام نوآوری فناورانه این فناوری به هدف خود که همانا تحقق کامل فاز توسعه و ورود به فاز اوج‌گیری است دست یابد.

نسخه اولیه - غیر قابل استناد

۶-۲۷- نگاشت نهادی



۶-۲۸- سیاست‌های راهبردی و نقدی بر وضعیت و سیاست‌های موجود

توسعه دانش

- ✓ شناسایی ظرفیت فتوولتاییک در کشور و تهیه اطلس مربوطه
- ✓ تهیه و تعیین ضوابط، استانداردها و شاخص‌های مرتبط با حوزه فتوولتاییک از جمله تجهیزات، محصولات، موارد زیست‌محیطی و محصولات وارداتی سهم تولید برق فتوولتاییک در سبد انرژی تجدیدپذیر کشور
- ✓ ارتقای توان سخت‌افزاری و نرم‌افزاری شبکه آزمایشگاهی فناوری فتوولتاییک
- ✓ حمایت از اختراعات صنعتی کاربردی در این حوزه
- ✓ تعریف پروژه‌های فتوولتاییک مشترک بین‌المللی در قالب قراردادهای تحقیق و توسعه مشترک، کنسرسیوم

کارآفرینی

- ✓ زمینه‌سازی برای جذب نخبگان علمی وکاهش فرار مغزها از کشور
- ✓ توسعه مراکز رشد به‌منظور حمایت از شرکت‌های فناوری فتوولتاییک
- ✓ اختصاص امکانات پارک‌های فناوری به شرکت‌های فعال در حوزه فتوولتاییک
- ✓ ایجاد شرایط برای احداث کنندگان نیروگاه‌های فتوولتاییک که درصدی از ارزش محصولات خود را از ساخت داخل استفاده کنند، در هر کیلووات ساعت برق تولیدی، درصدی را پاداش دریافت کنند.

تامین منابع انسانی

- ✓ زمینه‌سازی و بکارگیری نیروی کار متخصص و آموزش دیده در عرصه فتوولتاییک و جلب مشارکت موثر نخبگان داخل و خارج از کشور
- ✓ گنجاندن عناوین و محتوای آموزش‌های مرتبط با فناوریهای تجدیدپذیر در واحدهای درسی رشته‌های مرتبط دانشگاهی و آموزشگاه‌های فنی و حرفهای (رشته‌های مرتبط)
- ✓ تدوین آیین‌نامه‌های جذب و نگهداری خبرگان و نخبگان در حوزه‌های مورد نیاز
- ✓ تدوین آیین‌نامه همکاری میان دانشگاه‌ها و صنعت در حوزه‌های مورد نیاز
- ✓ اعزام متخصص و کارشناس به مراکز علمی و صنعتی داخل و خارج جهت یادگیری فناوری و مهارت‌های مورد نیاز حوزه فتوولتاییک
- ✓ ایجاد شبکه‌های متخصصین داخلی و خارجی حوزه فتوولتاییک

تامین منابع مالی بخش صنعت

- ✓ حمایت از سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر در حوزه فتوولتاییک
- ✓ پیش‌بینی اعتبارات لازم در لوایح بودجه سنواتی برای حمایت از پژوهش، فناوری و تجاری‌سازی در عرصه فتوولتاییک
- ✓ تشویق صنایع بزرگ و مزیت دار کشور به سرمایه‌گذاری در زمینه فناوری‌های فتوولتاییک
- ✓ جذب سرمایه‌گذاری‌های کلان خارجی

- ✓ اعطای وام‌های بلندمدت کم بهره از صندوق توسعه ملی
- ✓ پرداخت تسهیلات بلندمدت کم‌بهره و یا قرض الحسنه
- ✓ پرداخت بخشی از سود تسهیلات
- ✓ ارائه معافیت‌های مالیاتی
- ✓ کاهش تعرفه گمرکی با توجه به رعایت استانداردهای بین‌المللی

تامین منابع مالی بخش برق

- ✓ دریافت درصدی از بهای فروش هر واحد سوخت فسیلی به‌عنوان عوارض تولید انرژی از نیروگاه فتوولتاییک
- ✓ پرداخت تسهیلات بلندمدت کم‌بهره، قرض الحسنه یا بخشی از سود تسهیلات به توسعه‌دهندگان نیروگاه‌های فتوولتاییک
- ✓ تخصیص اعتبارات لازم جهت انجام حمایت‌هایی از قبیل مشارکت در پوشش بخشی از هزینه‌های سرمایه‌گذاری استفاده‌کنندگان از سامانه‌های تولید پراکنده فتوولتاییک
- ✓ تأسیس بانک انرژی‌های تجدیدپذیر با استفاده از محل وجوه اداره شده، انتشار اوراق مشارکت، حمایت‌های دولت و پذیره نویسی به‌منظور حمایت از توسعه انرژی فتوولتاییک
- ✓ تأسیس مرکز جذب منابع مالی برای حمایت مالی از *نیروگاه‌های* فتوولتاییک
- ✓ حمایت از جذب سرمایه‌گذاری‌های خارجی

شکل‌دهی به بازار

- ✓ افزایش رقابت پذیری در بخش‌های مرتبط
- ✓ پذیرش تضمین‌های سرمایه‌گذاران از قبیل اراضی نیروگاه‌ها و سامانه‌های تولید انرژی از سیستم‌های فتوولتاییک توسط بانک‌های داخلی
- ✓ حمایت‌هایی از قبیل ارائه معافیت‌های مالیاتی، وضع تعرفه‌های گمرکی واردات، بیمه سرمایه‌گذاری‌های صورت پذیرفته در توسعه نیروگاه‌های تجدیدپذیر(با توجه به مناطق تولید، منابع انرژی، اتصال به شبکه یا تولید پراکنده و سایر مؤلفه‌های مؤثر)

جهت دهی به سیستم

- ✓ دستیابی به اهداف سند چشم انداز با محوریت قرار دادن دولت
- ✓ در تصمیم‌گیری‌های کلان از نسل جدید برنامه ریزی با رویکرد علم و فناوری استفاده گردد.

ایران به دلیل موقعیت خاص جغرافیایی خود، از پتانسیل بسیار بالایی در زمینه این انرژی‌ها بهره‌مند است و نمی‌توان دلیل عدم دستیابی به این اهداف را عدم برخورداری از منابع انرژی کافی دانست. دلایلی چون کمبود اعتبارات مورد نیاز جهت انجام طرح‌ها و پروژه‌ها، محدود بودن مشاوران، پیمانکاران و ناظران ذی‌صلاح، زمان‌بر بودن ایجاد پتانسیل‌های فنی و عملی، کندی مراحل عقد قرارداد پیمانکاران و موانع موجو در جهت عقد قراردادهای جدید بعضا به عنوان علل اصلی عدم تحقق اهداف بیان شده است. اما باید توجه داشت که فاصله موجود تا هدف پیش‌بینی شده به اندازه‌ای نیست که بتوان تنها این دلایل را عامل اصلی دانست و وجود مشکلات در زمینه هدایت، برنامه‌ریزی و اجرای برنامه‌های تدوین شده غیر قابل چشم پوشی هستند. در ادامه به مهم‌ترین عوامل از این دیدگاه پرداخته شده است.

نبود راهبری استراتژیک

باید توجه داشت که در زمان تدوین برنامه‌های توسعه همانند دیگر برنامه‌ها، از ابتدای دوره بودجه مورد نظر برای انجام طرح‌ها و پروژه‌های برنامه‌ریزی شده مشخص و در اختیار سازمان‌های زیربط قرار می‌گیرد. اهداف نیز با در نظر گرفتن انجام پروژه‌های کوتاه مدت و بلند مدت مورد نظر تعریف می‌گردد. اولویت تخصیص بودجه در دسترس با پروژه‌های است که مارا بیشتر به سمت دستیابی به اهداف مشخص شده پیش می‌برند. لذا برنامه‌ریزی و راهبری بودجه‌های در اختیار باید به سمتی باشد که حداکثر تحقق اهداف در بازه زمانی مشخص انجام پذیرد. این امر تنها در سایه وجود یک برنامه ریزی استراتژیک دینامیک که با مدیریتی توانمند و پویا همزمان با تغییرات جهت‌گیری و هدایت شود امکان‌پذیر است.

عدم بهره‌گیری مطلوب از منابع انسانی

در صورت بهره‌گیری از پتانسیل انجمن‌های علمی گوناگون در سطح کشور به ویژه در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر، متخصصان و کارشناسان فعال در امر صنایع مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر و متخصصان

دانشگاهی و موسسات پژوهشی، بخش اعظم مشکلات کمبود مشاوران، پیمانکاران و ناظران ذی‌صلاح مرتفع خواهد شد. این در حالیست که در حال حاضر پتانسیل و کارایی نیروای فعال متخصص در کشور به درستی شناخته نشده است. چنانچه این نیروی عظیم در جامعه به درستی و بر اساس شایسته سالاری شناسایی و هدایت شود، شاهد پیشرفت‌های چشمگیری در این زمینه خواهیم بود. نکته قابل توجه در این بین نبود مدل‌های همکاری مشخص بین صاحبان صنایع انرژی‌های تجدیدپذیر به ویژه در بخش خصوصی با سازمان‌های متولی است که در صورت توجه به پتانسیل تخصصی این قشر، سازمان‌های متولی انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توانند در بعد اجرایی استفاده مطلوبی از توان آن‌ها نمیاند.

مشکلات در ساختار اجرایی و نظارتی

ساختارهای سازمانی عمودی با لایه‌های متعدد در سازمان‌های کشور، عدم شفاف‌سازی و تفکیک وظایف، و وجود موازی‌کاری در بسیاری از بخش‌های اجرایی نیز باعث کندی و تاخیر در امور اجرایی در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر شده است. چنانچه تفکیک وظایف بین سازمانی و درون سازمانی به درستی انجام شود و در این زمینه شفاف‌سازی لازم صورت پذیرد، مسلما بازدهی و همچنین سرعت انجام امور افزایش می‌یابد. ضمن اینکه لازم است نیرویی به عنوان کنترل کیفیت در سیستم تعریف شود که بر حسن اجرای امور نظارت داشته باشد.

عدم تناسب اهداف تعیین شده با توان مدیریتی موجود

بر اساس آنچه در سیستم‌های مدیریتی موفق وجود دارد، باید اهداف به گونه‌ای باشد که مشخص، قابل اندازه‌گیری، دست یافتنی، واقع‌گرایانه و دارای زمان باشند. اگر مشکلاتی چون کمبود بودجه یا نیروی متخصص را به عنوان دلایل موجهی برای عدم دستیابی به اهداف تعریف شده بدانیم به طوری که رفع این مشکلات در زمان معقولی امکان‌پذیر نمی‌باشد، باید اهداف را به گونه‌ای تعیین کنیم که سناریو بندی شده و به گونه‌ای تعدیل نموده و تغییر دهیم که دستیابی به آن‌ها علیرغم اینکه آسان نیست، امکان‌پذیر باشد. برای نمونه اهداف در نظر گرفته شده برای برنامه چهارم توسعه، با توجه به عدم آمادگی و هماهنگی سیستم مدیریتی و اجرایی انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور برای چنین اهدافی بیش از حد انتظار بوده است.

بنابراین، ایجاد تحول در ساختار نظام سیاست‌گذاری و اجرایی در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر به منظور تسریع دستیابی به اهداف معین در برنامه‌های پنج‌ساله توسعه کشور، امری است ضروری که نمی‌توان از آن چشم‌پوشی نمود. اما در این میان باید توجه داشت که ارائه راهکار برای رفع هر یک از موانع اشاره شده در راه دستیابی به اهداف مقرر نیازمند بحث گسترده و بررسی همه جانب کلیه عوامل مرتبط است. آنچه

نیازمند توجه ویژه است بحث برنامه‌ریزی استراتژیک در زمینه حرکت به سوی کاربرد هر چه بیشتر نیروگاه‌های فتوولتاییک و جایگزینی آن به جای سوخت‌های سنتی است. لذا با توجه به اینکه در تصمیمات استراتژیکی، باید کلیه جوانب را مد نظر قرار داده و از اتمام گزینه‌های موجود به بهترین وجه ممکن استفاده نمود، به عبارتی نمی‌توان به اصطلاح، صفر و یک عمل کرد، لازم است با عنایت به پتانسیل‌های موجود در کشور و همچنین در نظر گرفتن ابعاد اقتصادی و تکنولوژیکی منابع مختلف انرژی تجدیدپذیر، استفاده از منابع و تجهیزات با صرفه اقتصادی فعلی را در اولویت قرار داده و از صرفه حاصل از این کاربرد، برای تربیت نیروی انسانی، ایجاد تخصص و فراهم سازی زمینه در بخش تولید و راه اندازی برای سایر منابع انرژی تجدیدپذیر بهره برد. تا از این طریق، هم از منابع تجدیدپذیر که از لحاظ اقتصادی به بازار نزدیکترند و در صورت استفاده و حمایت مناسب سبب رشد اقتصادی می‌گردند (ظرفیت‌های کوچک پنل‌های فتوولتاییک) استفاده شود و هم فرصت توسعه تکنولوژی‌هایی که چرخه عمر آن‌ها در مرحله معرفی و یا رشد قرار دارد (سلول‌های فتوولتایک) از دست نرود. از سوی دیگر پیشرفت سریع و تکنولوژی سب ایجاد تغییرات گسترده در سطح بازار شده است که به عنوان نمونه می‌توان به کاهش چشمگیر هزینه‌های احداث نیروگاه‌های فتوولتاییک اشار نمود. بنابراین چانچه ساختار سیاستگذاری و اجرایی کشور در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر تنها بر یکی از بخش‌ها که از لحاظ اقتصادی به صرفه‌تر است، تمرکز نموده و از سرمایه‌گذاری در زمینه تحقیق و تربیت نیروی انسای در سایر انرژی‌های تجدیدپذیر بپرهیزد، در آینده‌ای نه چندان دور از قافله پیشرفت تکنولوژی باز مانده و علاوه بر از دست دادن پتانسیل انسانی گسترده در این زمینه، ناگزیر به واردات تکولوژی‌های مختلف، که نیازمند در نظر گرفتن کلیه جوانب در ابعاد اقتصادی، سیاسی، اجتماعی، فرهنگی و تکنولوژیکی است، جهت‌گیری صحیح و بودجه‌بندی مناسب در این خصوص را تدوین و اجرا نمود.

در مطالعات میدانی با مصاحبه با مدیران، کارشناسان و اساتید دانشگاهی، اطلاعات مورد نیاز برای تهیه لیست نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای سیستم‌های فتوولتاییک جمع آوری شده است. لازم به ذکر است.

فهرست استراتژی‌های SO: دراجرای استراتژی‌های SOتلاش می‌شود با استفاده از نقاط قوت داخلی، از فرصت‌های خارجی حداکثر بهره برداری انجام شود. فهرست این استراتژی‌ها برای *سیستم‌های* فتوولتاییک به شرح زیر می‌باشد:

۱. تدوین قوانین حمایت از بخش خصوصی جهت ارتقای کیفیت پنل‌های تولیدی
۲. تلاش برای متقاعد کردن مسئولان بخش انرژی الکتریکی کشور به سرمایه گذاری در تولید تجهیزات فتوولتاییک

۳. استفاده از تجربه و تکنولوژی کشورهای دیگر در خصوص نحوه عملیات دولت در صنعت
۴. تولید پنل و سعی بر انتقال دانش و فناوری و حمایت از برنامه‌های پژوهشی و دانشگاهی در زمینه افزایش کیفیت پنلهای داخلی
۵. استفاده از مواد اولیه با کیفیت و با درجه خلوص بالاتر جهت افزایش کیفیت پنلهای داخلی
۶. استفاده گسترده تر از سیستمهای فتوولتاییک در مناطق محروم به جهت کاهش بیشتر هزینه
۷. شفاف سازی و اطلاع رسانی به عموم مردم و بیان مزیتهای سیستمهای فتوولتاییک از جمله هزینه پایین تعمیر و نگهداری آنها
۸. تشویق بخش خصوصی جهت سرمایه گذاری در زمینه سیستمهای فتوولتاییک به جهت مقرون به صرفه بودن هزینه تعمیر و نگهداری
۹. تعریف پروژه های تحقیقاتی و معرفی آنها به مراکز تحقیقاتی و دانشگاهها در زمینه بهبود کیفیت و کاهش نیاز به تعمیرات
۱۰. طرح ریزی برنامه‌های ترویج انرژیهای تجدیدپذیر در اذهان مردم
۱۱. تأسیس صندوق انرژی‌های نو و اصلاح قیمت خرید تضمینی برق
۱۲. تلاش برای متقاعد کردن مسئولان بخش انرژی الکتریکی کشور به سرمایه گذاری در سیستم‌های فتوولتاییک با توجه به روند کاهشی هزینه‌ها
۱۳. تعریف پروژه‌های تحقیقاتی در مراکز علمی وگسترش استفاده از این سیستم‌ها جهت کاهش هزینه‌های آن
۱۴. استفاده از منابع داخلی و کاهش واردات مواد اولیه، جهت کاهش قیمتهای تولید سیستم فتوولتاییک
۱۵. اطلاع رسانی و تهیه برنامه‌های آموزشی برای عموم مردم توسط محققان و دانشگاهیان
۱۶. به کارگیری و بومی سازی تکنولوژی‌های جدید جهانی توسط محققان داخلی
۱۷. استراتژی تحقیقات مشترک با سازمان‌ها و با کشورهای صاحب دانش و تجربه توسط دانشگاهیان ومحققان
۱۸. مدیریت برنامه ریزی جامع جهت استفاده گسترده از سیستم‌های فتوولتاییک در مناطق دور از شبکه
۱۹. استراتژی نصب پنلهای فتوولتاییک در شهرهای مستعد کشور در انرژی خورشیدی
۲۰. شفاف سازی و اطلاع رسانی به عموم مردم و توسعه برنامه‌های آموزشی درباره مزیت‌های این سیستم‌ها در مناطق دور افتاده کشور
۲۱. تنوع بخشی به گزینه‌های تأمین انرژی در مناطق دور افتاده با استفاده از سیستم‌های فتوولتاییک

۲۲. ارایه نتایج تحقیقات و پروژه‌های پایلوت سیستم‌های فتوولتاییک به عموم مردم
۲۳. تشکیل کارگروه راهبردی متشکل از نیروهای مؤثر و تصمیم گیر آموزش عالی، وزارت نیرو و وزارت صنایع جهت نظارت بر عملکرد پروژه‌های تحقیقاتی
۲۴. ارایه وام و کمکهای دولتی جهت حمایت از طرح‌های پژوهشی و دانشگاهی
۲۵. تدوین قوانین حمایتی جهت تشویق بخش خصوصی به سرمایه گذاری در سیستم‌های فتوولتاییک برای ترغیب تولیدکنندگان به استفاده از مواد با کیفیت
۲۶. مدیریت انتقال تکنولوژی فرآوری سیلیسیم و بومی سازی آن در کشور جهت ساخت تجهیزات فتولتاییک با کیفیت بهتر
۲۷. افزایش تعرفه‌های گمرکی برای حمایت از شکل‌گیری بازار تولید انرژی از منابع سامانه‌های فتوولتاییک در داخل کشور برای ورود به عرصه تولید از طریق استفاده از مواد با کیفیت در ساخت پنل‌ها

فهرست استراتژی‌های *ST*: در اجرای استراتژی‌های*ST* کوشش می‌شود، با استفاده از نقاط قوت داخلی برای جلوگیری از تأثیر منفی تهدیدهای خارجی و یا از بین بردن آنها ساز وکارهایی در پیش گرفته شود که به شرح زیر می باشد:

۱. سعی در کاهش قیمت‌ها و منابع مالی از طریق شکل‌دهی بازار رقابتی سودده برای شرکت‌های تولیدی و افزایش امنیت مالی برای سرمایه گذاران
۲. شفاف سازی و اطلاع رسانی درباره هزینه پایین تعمیر و نگهداری این سیستم‌ها به عرضه کنندگان سنتی انرژی
۳. تأسیس صندوق انرژی‌های نو و اصلاح قیمت خرید تضمینی برق با توجه به هزینه پایین قیمت تعمیر ونگهداری سیستمهای فتوولتاییک وامکان تجاری نمودن قطعات تولید داخلی
۴. تشویق بخش خصوصی جهت سرمایه گذاری در زمینه سیستم‌های فتوولتاییک
۵. استفاده از دانشگاه‌ها جهت آموزش، توسعه و ارتقای دانش منابع انسانی در حوزه سیستم‌های فتوولتاییک
۶. استفاده از امکانات دانشگاهی و تحقیقاتی برای رفع مشکلات تکنولوژیک موجود در کشور
۷. طرح ریزی برنامه‌های ترویج استفاده از انرژی خورشیدی در اذهان مردم به علت در دسترس بودن آن در مناطق دوردست کشور

۸. تلاش برای متقاعد کردن تولید کنندگان سنتی انرژی الکتریکی کشور به سرمایه گذاری در سیستم‌های فتوولتاییک به جهت استفاده از آنها در مناطق دوردست
۹. استفاده گسترده تر از سیستم‌های فتوولتاییک منفصل از شبکه در نقاط فاقد شبکه سراسری برق
۱۰. تدوین قوانین و مقررات حمایتی از توسعه کاربرد سیستم‌های فتوولتاییک به دلیل سهولت در به کارگیری آنها در مناطق دوردست
۱۱. شفاف سازی و اطلاع رسانی به عموم مردم در حوزه سیستم‌های فتوولتاییک از طریق اعلام نتایج و فواید پروژه‌های تحقیقاتی کشور در این حوزه از طریق رسانه
۱۲. تشویق سرمایه گذاران جهت سرمایه گذاری در زمینه سیستمهای فتوولتاییک توسط افزایش کمی و کیفی پروژه های تحقیقاتی کشور
۱۳. تقویت فرآیندهای مالی مثل وامهای تشویقی دراز مدت با توجه به نتایج مثبت به دست آمده از پروژه‌های تحقیقاتی
۱۴. ترغیب تولیدکنندگان به استفاده از مواد با کیفیت در تولیدات داخلی جهت جلب اطمینان بیشتر سرمایه گذاران در رابطه با بازگشت سرمایه و سوددهی پروژه با توجه به نتایج مثبت به دست آمده از پروژه‌های تحقیقاتی
۱۵. استفاده از فرصت بازار کربن برای تولیدکنندگان با توجه به نتایج مثبت به دست آمده از پروژه‌های تحقیقاتی

فهرست استراتژی‌های *WO*: هدف از استراتژیهای *WO* این است که از مزیتهایی که در فرصتها نهفته است در جهت جبران نقاط ضعف استفاده شود. فهرست این استراتژی‌ها به شرح زیر می باشد:

۱. الگو برداری از مراحل استانداردسازی سیستم‌های فتوولتاییک در کشورهای پیشرفته جهت بومی سازی این تکنولوژی
۲. استفاده از قوانین حمایتی برای تشویق بخش خصوصی به سرمایه گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر جهت بهبود کیفیت پنلهای خورشیدی ساخت داخل
۳. شناسایی فرصت جهت توسعه صادرات مواد اولیه با هدف دستیابی به تکنولوژی روز ساخت پنل‌های فتوولتاییک و بهبود کیفیت پنل‌های ساخت داخل
۴. مدیریت انتقال تکنولوژی و بومی سازی آن در کشور توسط محققان دانشگاهی جهت بهبود کیفیت پنل‌های ساخت داخل

۵. بهبود کیفیت پنل‌های تولیدی کشور و کاهش واردات تجهیزات فتوولتاییک با توجه به تعرفه‌های بالای گمرکی
۶. استفاده از قوانین حمایتی برای تشویق بخش خصوصی به سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر جهت کاهش هزینه های اولیه سرمایه گذاری در بخش فتوولتاییک
۷. امکان اصلاح خرید تضمینی برق حاصل از انرژی‌های تجدیدپذیر از نوع سامانه‌های فتوولتاییک جهت کاهش هزینه‌های اولیه سرمایه گذاری در بخش فتوولتاییک
۸. راهکارهایی برای کاهش هزینه‌ها و رغبت بیشتر بخش خصوصی به سرمایه گذاری
۹. استفاده از تجربیات کشورهای دیگر در خصوص نحوه کاهش هزینه تمام شده سیستم‌های فتوولتاییک و سعی بر انتقال دانش و تجربه از طریق همکاری‌های مشترک با سازمان‌های بین المللی
۱۰. الگو برداری از پنل‌های ساخته شده در کشورهای پیشرفته جهت افزایش راندمان پنل‌ها و کوچکتر کردن ابعاد آنها
۱۱. استفاده از قوانین حمایتی برنامه توسعه پنجم از خلاقیت و نوآوری معماران ساختمانی جهت طراحی ساختمان به منظور بهره گیری هرچه بیشتر از انرژی خورشیدی در ابعاد کوچک
۱۲. سعی در کاهش قیمتها و منابع مالی از طریق شکل دهی بازار رقابتی سودده برای شرکت‌های تولیدی سیستم‌های فتوولتاییک
۱۳. تحریک رقابت بین تولیدکنندگان داخلی به جهت کاهش واردات تجهیزات فتوولتاییک
۱۴. تدوین قوانین حمایتی از تولیدکنندگان تجهیزات با قیمت پایینتر جهت انگیزش تولیدکنندگان به کاهش قیمت‌ها
۱۵. همکاری با مجامع بین المللی جهت انتقال تکنولوژی به کشور و پرورش مشاوران شایسته در این حوزه
۱۶. تشویق شرکتهای خصوصی برای همکاری و تجارت با شرکتهای خارجی جهت انتقال دانش و تجربه آنها به متخصصان کشوری
۱۷. متقاعد کردن نهادهای دولتی مربوطه و نهادهای تأمین کننده مالی دولتی جهت تخصیص بودجه برای پرورش متخصصان در این زمینه
۱۸. ایجاد مرکز تحقیقات، آموزش، تست، اعطای گواهینامه و استانداردسازی سیستم‌های فتوولتاییک توسط مسئولان
۱۹. ترویج پروژه‌های تحقیقاتی در حوزه تست و استانداردسازی سیستم‌های فتوولتاییک درکشور

فهرست استراتژی‌های *WT*: هدف از اجرای استراتژیهای *WT* کم کردن نقاط ضعف داخلی و پرهیز از تهدیدهای ناشی از محیط خارجی است. فهرست این استراتژیها برای سیستم‌های فتولتاییک به شرح زیر می‌باشد:

۱. برقراری روابط صلح آمیز با کشورهای پیشرفته جهت واردات به موقع ویفرهای مرغوب
۲. شناسایی فرصت جهت توسعه صادرات مواد اولیه با هدف دستیابی به تکنولوژی ساخت پنلهای فتوولتاییک و افزایش اطمینان سرمایه گذاران داخلی
۳. اصلاح قیمت خرید تضمینی برق حاصل از سیستمهای فتوولتاییک توسط دولت جهت ترغیب تولیدکنندگان سنتی انرژی به تولید انرژیهای نو
۴. اصلاح قیمت خرید تضمینی برق حاصل از سیستم‌های فتوولتاییک جهت تشویق سرمایه گذاران داخلی
۵. توجه ذی‌نفعان و تخصیص بودجه بیشتر در برنامه های توسعه انرژی‌های نو برای بهبود و تجاری شدن سیستم‌های فتوولتاییک
۶. استفاده از امکانات بازار کربن در مورد سیستم‌های فتوولتاییک برای جبران بخشی از هزینه‌های این سیستمها
۷. فرهنگ سازی مردمی جهت استفاده از زمینهای بلا استفاده در منازل مانند بام‌ها جهت نصب سیستم‌های فتولتاییک
۸. تدوین قوانین تشویقی برای داوطلبان استفاده از سیستمهای فتوولتاییک درمنازل شخصی خود
۹. تقویت منابع انسانی متخصص در این زمینه با ترویج برنامه های آموزشی در مراکز دانشگاهی برای جلب اطمینان سرمایه گذاران از وجود نیروی کافی متخصص داخلی
۱۰. ایجاد مرکز تحقیقات، آموزش، تست، اعطای گواهینامه و استاندارد سازی سیستم‌های فتوولتاییک جهت تشویق سرمایه گذاران داخلی به سرمایه گذاری

فصل هفتم

منابع و مراجع

نسخه اولیه – غیر قابل استناد

فصل ۷- منابع و مراجع

[1] Clean energy progress report, International Energy Agency, 2011
[2] www.iea.org/textbase/pm
[3] Technology Roadmap, Smart Grids, International Energy Agency, 2011
[4] Technology Action Plan Wind Energy, Report to the Major Economies Forum on Energy and Climate, 2009
[5] Planning and Environmental Policy Group, Planning Policy Statement 18, Renewable Energy, 2009
[6] A Draft Renewable Energy Policy for Malta, 2009
[7] National Policy Instruments: Policy Lessons for the Advancement & Diffusion of Renewable Energy, Technologies Around the World, 2003
[8] Renewable Energy Policies and Market Developments, A.L. van Dijk, L.W.M. Beurskens, 2003
[9] REVIEW OF INTERNATIONAL EXPERIENCE WITH RENEWABLE ENERGY OBLIGATION SUPPORT MECHANISMS, ECN, 2005
[10] Lewis, J. I. and Wiser, R. H, 2007, Fostering a renewable energy technology industry: An international comparison of wind industry policy support mechanisms, Energy Policy, 35(3), 1844-1857
[11] Lewis, J. I. and Wiser, R. H, 2007, Fostering a renewable energy technology industry: An international comparison of wind industry policy support mechanisms, Energy Policy, 35(3), 1844-1857
[12] IEO, "Annual Energy Outlook 2017," U.S. Energy Information Administration, 2017.
[13] IRENA, 2017. [Online]. Available: www.irena.org.
[14] سازمان انرژی‌های نو ایران, "سانا, " ۲۰۱۷. [Online].
[15] "solargis.info," 2017. [Online].
[16] AEO2017, "Annual Energy Outlook," 2017.
[17] e. a. coby tao, "Natural Resource Limitations to Terawatt Solar Cell Deployment," vol. 33, no. 17, 2011.
[18] Alkemade, F., Kleinschmidt, C. and Hekkert, M.P., 2007. Analysing emerging Innovation Systems: A Functions
[19] Approach to foresight. International Journal of Foresight and Innovation Policy 3(2): 139-168.