

گزارش کارشناسی :

ارزیابی طرح‌های جدید توسعه نیروگاه‌های خورشیدی



اندرشنده اقتصاد مقاومتی

گروه انرژی

فرورداد ماه ۱۴۰۲

رهبر معظم انقلاب: علاج برون رفت از مشکلات کشور «اقتصاد مقاومتی» است.

معرفی اندیشکده اقتصاد مقاومتی

اندیشکده اقتصاد مقاومتی یک کانون تفکر با مأموریت «تصمیم سازی برای حل مسائل اقتصاد کشور در راستای تحقق اقتصاد مقاومتی» است که در سال ۱۳۹۵ فعالیت رسمی خود را آغاز نمود.

شناسایی شبکه مسائل در هر حوزه موضوعی، طراحی راهکار برای حل مسائل احصاء شده و هم‌اندیشی جهت ارزیابی و تدقیق آن، بررسی تجربیات جهانی، طرح مباحث در فضای نخبگانی و رسانه‌ای و پیگیری راهکارهای ارائه شده از دستگاه‌ها و مسئولین مرتبط به منظور اتخاذ تصمیمات لازم، از جمله فعالیت‌هایی است که در اندیشکده انجام می‌شود.

علاقه‌مندان می‌توانند از طریق سایت Mett.ir با اندیشکده اقتصاد مقاومتی در ارتباط باشند و نظرات، انتقادات و پیشنهادهای خود را در خصوص این گزارش و همچنین سایر فعالیت‌های اندیشکده، مطرح کنند.

ارزیابی طرح‌های جدید توسعه نیروگاه‌های خورشیدی

انرژی	گروه موضوعی:
کارشناسی	نوع گزارش:
۱۴۰۲۰۳۱۲۷	شناسه:
۱۴۰۲/۰۳/۳۱	تاریخ انتشار:
محمدحسین احمدی	تهیه و تدوین:
افشین غلامعلی پور	مدیر مطالعه:
محمد مهدی یزدانی	ناظر علمی:
صالح رحیمی	اظهار نظر کننده:

خلاصه مدیریتی

در طول سه دهه اخیر ظرفیت تولید برق ایران سالانه به میزان متوسط ۲۴۰۰ مگاوات رشد کرده و سبب تولید برق کشور به حدود ۸۵ درصد گاز طبیعی، به عنوان منبع اولیه انرژی وابسته شده است. با توجه به پایان پذیری و محدودیت در عرضه سوخت فسیلی، وابستگی شدید به گاز طبیعی در تولید برق می‌تواند عاملی برای تهدید امنیت عرضه انرژی کشور باشد. ضمن اینکه در حال حاضر کشور با کسری تولید برق مواجه است و باید ظرفیت تولید برق خود را افزایش دهد. بنابراین تنوع بخشی به سبب تولید برق یک نیاز و ضرورت برای کشور است. نیروگاه‌های خورشیدی در جهان به عنوان یکی از منابع تجدیدپذیر به سرعت در حال رشد هستند و ایران با توجه به ظرفیت‌های فراوانی که به دلیل موقعیت جغرافیایی خود دارد با بهره‌گیری از این نعمت خدادادی می‌تواند با کاهش وابستگی صنعت برق به منابع فسیلی در راستای افزایش امنیت انرژی و توسعه زنجیره ارزش نفت و گاز گام بردارد.

ایران به دلیل موقعیت ویژه جغرافیایی خود از زاویه تابش مناسبی در تمام طول سال برخوردار است و میزان شدت تابش خورشید در ایران به‌طور متوسط از میانگین جهانی بالاتر است. بیش از ۲۸۰ روز آفتابی در بیش ۹۰ درصد کشور ایران ثبت شده است. همچنین منحنی روزانه تولید یک نیروگاه فتوولتاییک با منحنی روزانه بار شبکه برق ایران تطابق قابل قبولی دارد که از پذیرش ظرفیت بالای نیروگاه فتوولتاییک بدون ایجاد مشکل در شبکه برق خبر می‌دهد. اهمیت تنوع بخشی به سبب تأمین برق کشور، ایجاد اشتغال و کاهش هزینه‌های مربوط به توسعه شبکه توزیع و انتقال از دیگر ظرفیت‌های توسعه نیروگاه‌های فتوولتاییک در ایران است.

در ایران سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی (ساتبا) متولی توسعه نیروگاه‌های تجدیدپذیر است. تا پیش از تشکیل این سازمان، سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا) متولی این امر بود و برخی از سازمان‌ها و وزارتخانه‌ها فعالیت‌هایی به صورت موازی انجام می‌دادند. اما تشکیل ساتبا تمام این فعالیت‌ها را تجمیع کرد که تنها متولی توسعه نیروگاه‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی در کشور این سازمان باشد.

تا پایان سال ۱۴۰۱ مجموع ظرفیت نیروگاه‌های فتوولتاییک متصل به شبکه با احتساب نیروگاه‌های انشعابی و مقیاس کوچک حدود ۵۴۱ مگاوات است. این میزان تقریباً ۰٫۶ درصد از ظرفیت نصب شده نیروگاه‌های کشور است. بیشتر این ظرفیت (نیروگاه‌های ظرفیت بالا و نزدیک ۱۰ مگاوات) با سرمایه‌گذاری خارجی و پس از سال ۹۴ وارد مدار شده‌اند که نشان از بی‌رغبتی بخش خصوصی داخلی برای سرمایه‌گذاری در این حوزه است. دلایل این امر را می‌توان در عدم ثبات اقتصادی و وارداتی بودن عمده تجهیزات، قیمت پایین سوخت تحویلی به نیروگاه‌های حرارتی و سابقه بد وزارت نیرو در پرداخت مطالبات بخش خصوصی بیان کرد.

پس از سال ۱۴۰۰ ساتبا برای تأمین مالی پروژه‌های خود به استفاده از ظرفیت‌های ماده ۱۲ قانون رفع موانع تولید روی آورد اما با نگاه به سابقه استفاده از این قانون می‌توان دریافت منابع مالی پیش‌بینی شده برای اکثر پروژه‌ها تأمین نشده و صرفاً پروژه‌های حمل‌ونقل و پروژه‌های مرتبط با حوزه نفت و گاز تأمین مالی شده‌اند که ناشی از مشکلات این ماده قانونی است.

تاکنون ساتبا طرح‌های مختلفی در راستای توسعه نیروگاه‌های فتوولتاییک تدوین کرده است که وضعیت فعلی و مهم‌ترین چالش‌ها و مسائل این طرح‌ها به شرح زیر است:

• ساخت ۴ هزار مگاوات مزرعه خورشیدی:

با وجود خرید تضمینی برق این نیروگاه‌ها با نرخ دلاری (سقف ۶,۹ سنت دلار) تا پایان سال ۱۴۰۱ دو مناقصه برگزار شد که ۱۸۵۴ مگاوات آن برنده داشت اما تنها برندگان ۱۸,۵ مگاوات قرارداد امضا کردند و سایر برندگان قراردادی با ساتبا امضا نکرده‌اند که از دلایل آن می‌توان به سابقه‌ی بد وزارت نیرو در پرداخت صورتحساب‌ها، عدم تضمین دولتی برای بازپرداخت سرمایه‌گذاری، دشواری خرید تجهیزات و عدم پشتیبانی، وجود واسطه برای خرید تجهیزات و افزایش هزینه به دلیل تحریم، خرید تضمینی ۶ ساله و نامشخص بودن نرخ تا پایان ۲۰ سال که مالک نیروگاه تضمین تولید می‌دهد و آینده سرمایه‌گذاری را مبهم می‌کند و تأمین مالی پروژه از طریق ماده ۱۲ قانون رفع موانع تولید اشاره کرد.

• نیروگاه‌های خودتأمین صنایع:

تا پایان سال ۱۴۰۱ صنایع مختلفی برای جلوگیری از محدودیت‌های اعمالی بر برق خود متقاضی ساخت نیروگاه هستند که مجموع ظرفیت آن معادل ۲۵۵۵ مگاوات است که حدود ۱۹۰۰ مگاوات مربوط به نیروگاه‌های خورشیدی است. همچنین طرح در راستای ماده ۱۶ قانون جهش تولید دانش بنیان و ماده ۴ قانون مانع‌زدایی از صنعت برق است. هیچ سازوکاری برای فروش برق مازاد تولید شده توسط صنایع در این مصوبه پیش‌بینی نشده است.

• ساخت ۵۵۰ هزار نیروگاه ۵ کیلوواتی برای نیازمندان:

برای ساخت این ظرفیت نیروگاه به حدود ۵۰ متر فضای مفید (بدون سایه) در پشت‌بام نیاز است. هدف اصلی از توسعه نیروگاه‌های تجدیدپذیر انشعابی و مقیاس کوچک، استفاده از برق تولید شده نیروگاه در محل مصرف و کاهش هزینه‌های مربوط به توسعه شبکه و کاهش تلفات انتقال است در حالی که هدف اصلی طرح مذکور ایجاد درآمد پایدار برای خانوار نیازمند و محروم است و هیچ کمکی به نیازهای شبکه برق نمی‌کند، زیرا از نظر شبکه منجر به حبس تولید منطقه‌ای می‌شود و بهتر است

این پنل‌ها در منازل پر مصرف نصب شود که بخش قابل توجهی از نیاز مصرف را تامین کند. همچنین هزینه ساخت با توجه به کوچک مقیاس بودن نیروگاه افزایش می‌یابد و درآمد مددجویان براساس موقعیت منزل و میزان تابش با یکدیگر متفاوت است. مددجو باید برای نگهداری از تجهیزات آموزش‌های لازم را ببیند. اگر خرابی سهوی یا عمدی برای تجهیزات پیش بیاید سازوکار پشتیبانی از تجهیزات شفافیت ندارد و تا این لحظه پیمانکاران تضمین تولید ۲۰ ساله را نمی‌دهند. یکی دیگر از چالش‌های اصلی این طرح، قیمت‌گذاری دستوری روی پروژه‌های فتوولتاییک است. با وجود اینکه منابع این طرح در بودجه سالانه پیش‌بینی شده اما وزارت نیرو از ابتدای سال برای پروژه‌های ۵ کیلوواتی سقف قیمت ۱۰۰ میلیون تومانی تعیین کرده که این کار به دلیل تفاوت هزینه تمام شده در نقاط مختلف هر شهر و استان غیرکارشناسی است و ضرورت دارد برای انجام پروژه در هر بخش مناقصه برگزار شود. از دیگر چالش‌هایی که می‌توان برای این طرح نام برد شناسایی این تعداد خانوار مددجو با مسکن مناسب برای این طرح است. به علاوه اینکه قراردادهای خرید تضمینی، بار مالی سنگینی را برای وزارت نیرو با وجود نرخ تعدیل ایجاد می‌کند، در صورتی که این منابع تأمین نشود و وزارت نیرو نتواند از عهده پرداخت این هزینه‌ها برآید، برای مددجو مشکلات حقوقی با بانک ایجاد خواهد شد.

پیشنهادهای زیر ناظر به طرح‌های توسعه نیروگاه‌های خورشیدی در کشور مطرح می‌شود:

• طرح ۴ هزارمگاوات مزرعه خورشیدی:

مهم‌ترین علت عدم تمایل بخش خصوصی برای سرمایه‌گذاری در طرح مذکور عدم اطمینان از بازپرداخت سرمایه‌گذاری توسط دولت است. برای جلب اطمینان بخش خصوصی گام نخست پرداخت بدهی و معوقات به ظرفیت‌های فعلی تجدیدپذیر و گام بعدی ارائه تضمین بازپرداخت سرمایه‌گذاری توسط شورای اقتصاد به سرمایه‌گذاران طرح‌ها است. ایجاد تنوع در روش‌های تأمین مالی طرح مذکور باعث اطمینان بیشتر خاطر سرمایه‌گذاران می‌شود. همچنین برای جلب مشارکت وزارت نفت و شرکت‌های تابعه در طرح‌ها می‌توان آن‌ها را از مزایای اقتصادی طرح منتفع کرد.

• طرح نیروگاه‌های خود تأمین صنایع:

مهم‌ترین نکته‌ای که باید در نظر داشت اطمینان از تأمین برق پایدار این صنایع در تابستان است تا اطمینان صنایع برای مشارکت در طرح از بین نرود. لذا برای ترغیب بیشتر صنایع برای مشارکت در طرح مذکور قابلیت فروش برق مازاد این صنایع در بورس انرژی یا به صورت قرارداد دوجانبه پیش‌بینی و روند آن تسهیل شود.

- طرح ۵۵۰ هزار نیروگاه ۵ کیلوواتی برای نیازمندان:

پیشنهاد می‌شود برای کاهش هزینه‌های ساخت و نگهداری بر اساس مقیاس (تا یک پنجم) و دستیابی به ظرفیت بیشتر با صرف همان هزینه، این نیروگاه‌ها به صورت متمرکز و ظرفیت بالا ساخته شوند و مددجویان به عنوان سهامدار از منافع این نیروگاه بهره‌مند شوند. این کار علاوه بر تأمین نیازهای شبکه، روند ساخت نیروگاه را تسهیل می‌کند و مددجویان به صورت مساوی از عواید آن بهره‌مند خواهند شد به علاوه مددجو را درگیر نگهداری تجهیزات و اقدامات تخصصی نخواهد کرد.

در نهایت با بررسی طرح‌های توسعه‌ای، پیشنهادهای زیر در راستای توسعه نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتاییک در کشور مطرح می‌شود:

- اصلاح اقتصاد برق یکی از مهمترین راهکارها برای رقابتی شدن نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتاییک با نیروگاه‌های حرارتی است. منطقی شدن قیمت گاز نیروگاه‌های حرارتی، علاوه بر الزام نیروگاه‌ها به افزایش بهره‌وری به توسعه سایر روش‌های تولید برق کمک می‌کند.
- عقد قرارداد بلندمدت با نرخ بهره کمتر و دوره بازگشت سرمایه طولانی‌تر، علاوه بر افزایش کیفیت تجهیزات مورد استفاده برای اطمینان از بیشترین تولید در مدت بهره‌برداری از نیروگاه، بار مالی سالانه بر دوش دولت را می‌کاهد و دیگر مغایر با اصل ۴۴ قانون اساسی نخواهد بود.
- برای افزایش رغبت وزارت نفت برای تأمین مالی پروژه‌های ماده ۱۲ قانون رفع موانع تولید پیشنهاد می‌شود؛ پس از اتمام دوره بازگشت سرمایه و سود آن، این نیروگاه‌ها به مالکیت شرکت‌های تابعه وزارت نفت (که پرداخت سرمایه‌گذاری و سود آن را تضمین می‌کنند) منتقل شده و این شرکت‌های بتوانند به‌منظور بهره‌برداری و انتقال مالکیت این نیروگاه‌ها و تجهیزات آن مناقصه برگزار کنند.

فهرست مطالب

مقدمه.....	۸
فصل ۱. نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران.....	۹
۱-۱- ضرورت‌ها و پتانسیل‌های توسعه نیروگاه‌های فتوولتائیک.....	۹
۱-۱-۱- وضعیت مناسب جغرافیایی ایران از لحاظ تابش.....	۹
۱-۱-۲- منطبق بودن تولید نیروگاه فتوولتائیک با منحنی بار شبکه ایران.....	۱۰
۱-۱-۳- تنوع بخشی به سبد تولید برق کشور.....	۱۱
۱-۱-۴- کاهش هزینه‌های توسعه شبکه انتقال و توزیع.....	۱۱
۱-۱-۵- ایجاد اشتغال.....	۱۱
۲-۱- وضعیت فعلی توسعه نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران.....	۱۲
فصل ۲. بررسی طرح‌های جدید توسعه نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتائیک.....	۱۷
۱-۲- ساخت ۴ هزارمگاوات مزرعه خورشیدی.....	۱۷
۱-۲-۱- چالش‌های طرح.....	۲۰
۱-۲-۲- ساخت ۲ تا ۳ هزارمگاوات نیروگاه خورشیدی فتوولتائیک توسط صنایع انرژی بر.....	۲۱
۱-۲-۳- ساخت ۵۵۰ هزار نیروگاه ۵ کیلوواتی برای نیازمندان.....	۲۲
۱-۳-۲- چالش‌های طرح.....	۲۲
۱-۴-۲- طرح پیشنهادی سبد مطلوب انرژی تا سال ۱۴۱۵ توسط پژوهشگاه نیرو.....	۲۳
۱-۴-۲- چالش‌های طرح پیشنهادی پژوهشگاه نیرو.....	۲۵
فصل ۳. نتیجه‌گیری و پیشنهادها.....	۲۶
منابع.....	۳۱

فهرست جداول

- جدول ۱. سهم انرژی‌های تجدیدپذیر و پاک از تولید برق (ناویژه) کشور..... ۱۵
- جدول ۲. نتایج مناقصه اول ساخت ۴ هزارمگاوات نیروگاه خورشیدی..... ۱۸

فهرست اشکال

- شکل ۱. مقایسه پتانسیل نیروگاه‌های فتوولتائیک در ایران و آلمان..... ۱۰
- شکل ۲. ظرفیت نیروگاه‌های تجدیدپذیر کشور به تفکیک استان (مگاوات)..... ۱۴
- شکل ۳. استان‌های پیشرو از منظر ظرفیت نیروگاه‌های تجدیدپذیر..... ۱۴

فهرست نمودارها

- نمودار ۱. منحنی شبانه‌روزی تعدیل شده شبکه برق ایران در سال ۲۰۱۵..... ۱۰
- نمودار ۲. منحنی تولید برق نیروگاه خورشیدی در یک شبانه روز..... ۱۱
- نمودار ۳. سهم نیروگاه‌های تجدیدپذیر تا سال ۱۴۰۱ (مگاوات)..... ۱۲
- نمودار ۴. ظرفیت نیروگاه‌های تجدیدپذیر در کشور در هر سال برحسب مگاوات..... ۱۳
- نمودار ۵. تولید نیروگاه‌های تجدیدپذیر در سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ (هزار کیلووات ساعت)..... ۱۳
- نمودار ۶. میزان تولید برق چند نیروگاه خورشیدی فتوولتائیک در ماه‌های یک سال (کیلووات ساعت)..... ۱۶

مقدمه

یکی از محورهای توسعه و پیشرفت یک کشور در اختیار داشتن منابع انرژی پایدار است. با توجه به افزایش روزافزون تقاضای جهانی انرژی در بسیاری از کشورهای توسعه یافته، سیاست‌گذاران صنعت انرژی به دنبال تنوع بخشی به ترکیب سبد انرژی در راستای امنیت عرضه پایدار آن هستند. در ایران با وجود اینکه در سیاست‌های کلی نظام در بخش انرژی این امر مورد تاکید قرار گرفته اما ترکیب سبد انرژی به شدت به گاز طبیعی وابسته است و تا پیش از این دولت بحث متنوع سازی سبد انرژی کشور بصورت جدی در دستور کار دولت‌ها قرار نگرفته است.

در طول سه دهه اخیر ظرفیت تولید برق ایران سالانه به میزان متوسط ۲۴۰۰ مگاوات رشد کرده و سبد تولید برق کشور به حدود ۸۵ درصد گاز طبیعی، به عنوان منبع اولیه انرژی وابسته شده است. این در حالی است با توجه به پایان پذیری و محدودیت در عرضه سوخت فسیلی تصور می‌شود که وابستگی شدید به گاز طبیعی در تولید برق می‌تواند عاملی برای تهدید امنیت عرضه انرژی کشور باشد. ضمن اینکه در حال حاضر کشور با کسری تولید برق مواجه است و باید ظرفیت تولید برق خود را افزایش دهد. بنابراین تنوع بخشیدن به سبد انرژی ایران و توسعه انرژی‌های غیرفسیلی همچون تجدیدپذیر و هسته‌ای امری ضروری است.

در این راستا لازم است، برنامه‌های اصلی دولت برای افزایش ظرفیت منابع تولید برق خورشیدی بررسی و در جهت رفع چالش‌های آن برنامه‌ریزی شود. در این گزارش سعی شده تا موارد زیر بررسی شوند:

- اهمیت و ظرفیت‌های توسعه نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتاییک در کشور
- وضعیت فعلی توسعه نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتاییک در ایران
- ارزیابی طرح‌های کنونی توسعه نیروگاه‌های خورشیدی از جنبه‌های مختلف و چالش‌های هر کدام

در نهایت پیشنهادهایی در راستای توسعه نیروگاه‌های فتوولتاییک در کشور مطرح می‌شود.

فصل ۱. نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتاییک در ایران

در طول سه دهه اخیر ظرفیت تولید برق ایران سالانه به میزان متوسط ۲۴۰۰ مگاوات رشد کرده و سبب تولید برق کشور به حدود ۸۵ درصد گاز طبیعی، به عنوان منبع اولیه انرژی وابسته شده است. این در حالی است با توجه به پایان‌پذیری و محدودیت در عرضه سوخت فسیلی تصور می‌شود که وابستگی شدید به گاز طبیعی در تولید برق می‌تواند عاملی برای تهدید امنیت عرضه انرژی کشور باشد. ضمن اینکه در حال حاضر کشور با کسری تولید برق مواجه است و باید ظرفیت تولید برق خود را افزایش دهد. بنابراین تنوع بخشیدن به سبد انرژی ایران و توسعه انرژی‌های غیر فسیلی همچون تجدیدپذیر امری ضروری است.

۱-۱- ضرورت‌ها و پتانسیل‌های توسعه نیروگاه‌های فتوولتاییک

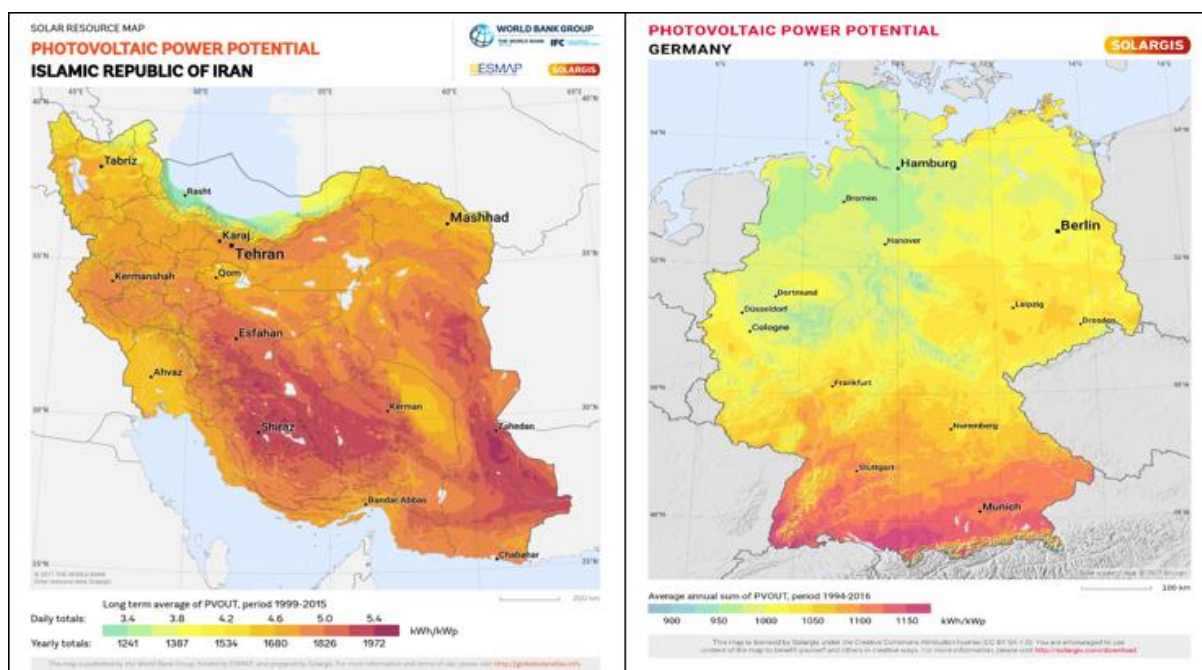
توسعه نیروگاه‌های فتوولتاییک از جنبه‌های مختلف برای شبکه برق ایران یک ضرورت محسوب می‌شود. همچنین وضعیت بسیار مناسب جغرافیایی ایران از نظر تابش، ظرفیت‌های بی‌نظیری را برای توسعه این نیروگاه‌ها در ایران ایجاد کرده است. در ادامه ضرورت‌ها و ظرفیت‌های توسعه نیروگاه‌های فتوولتاییک در ایران بیشتر بررسی می‌شود.

۱-۱-۱- وضعیت مناسب جغرافیایی ایران از لحاظ تابش

کشور ایران علاوه بر آنکه دارای ذخائر عظیم نفت و گاز است با قرارگیری بین عرض‌های جغرافیایی ۲۵ تا ۴۰ درجه شمالی در یکی از مناطق کره زمین با تابش مناسب خورشید قرار گرفته است. میزان شدت تابش خورشید در ایران به‌طور متوسط از میانگین جهانی بالاتر است و بیش از ۲۸۰ روز آفتابی در بیش از ۹۰ درصد کشور ایران ثبت شده است.^۱

شکل ۱ پتانسیل برق فتوولتاییک در کشور ایران و آلمان را نشان می‌دهد. واضح است که هم از لحاظ پتانسیل انرژی خورشیدی و هم از لحاظ پراکندگی این انرژی در سراسر کشور، ایران نسبت به کشور آلمان شرایط بسیار مناسب‌تری را تجربه می‌کند. این در حالی است که کشور آلمان دارای بیش از ۴۲ گیگاوات توان برق فتوولتاییک است. طبق آخرین آمار موسسه فرانهور آلمان^۲ سهم برق فتوولتاییک در این کشور بیش از ۷ درصد برق مصرفی کشور آلمان است.

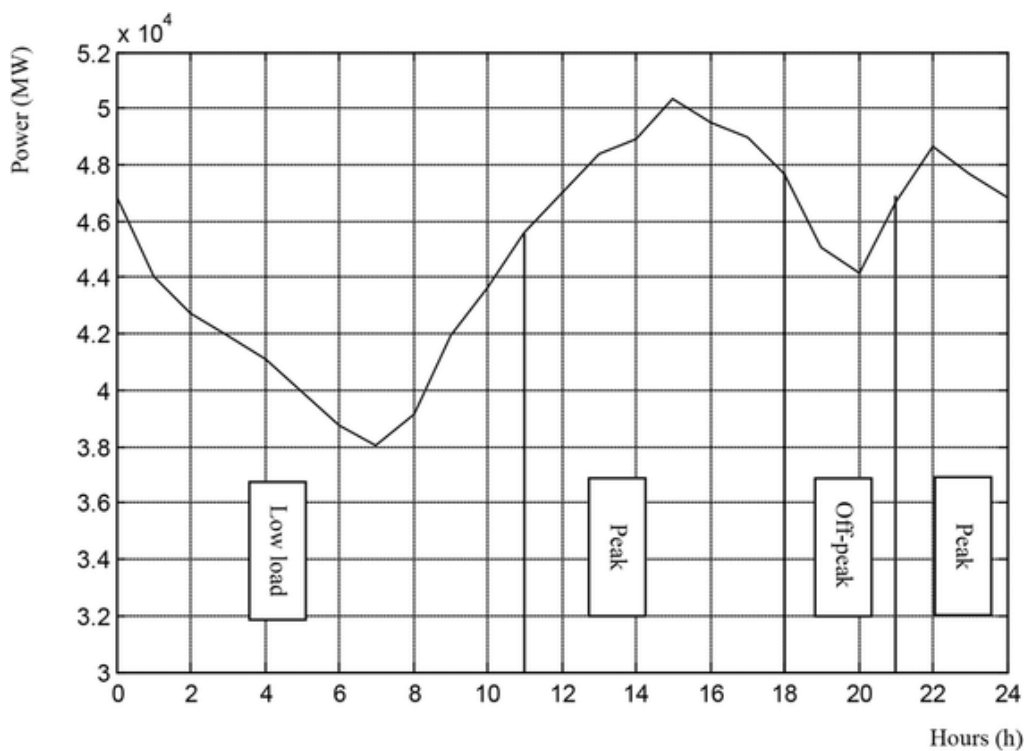
^۱ وبسایت خبرگزاری علم و فرهنگ؛ کدخبر: ۱۳۲۰۹۱



شکل ۱. مقایسه پتانسیل نیروگاه‌های فتوولتائیک در ایران و آلمان

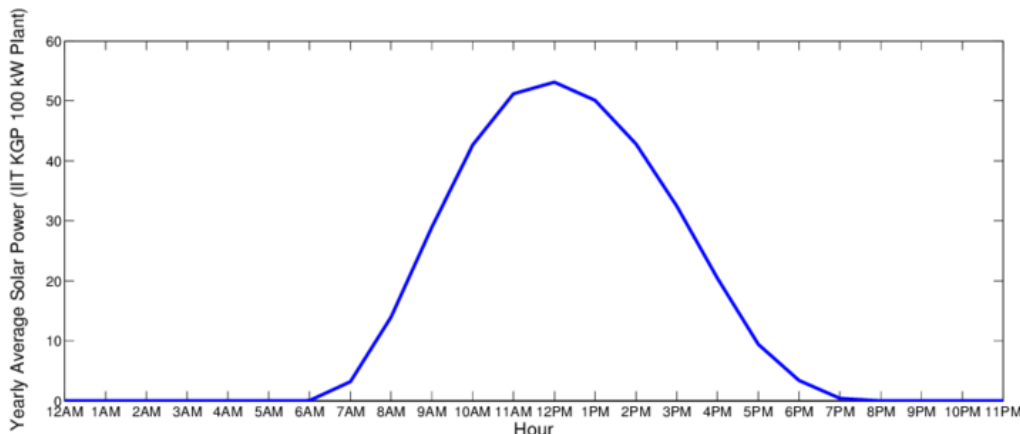
۱-۱-۲- منطبق بودن تولید نیروگاه فتوولتائیک با منحنی بار شبکه ایران

نمودار ۱ منحنی شبانه‌روزی شبکه برق ایران را نشان می‌دهد.



نمودار ۱. منحنی شبانه‌روزی تعدیل شده شبکه برق ایران در سال ۲۰۱۵

با مقایسه نمودار ۲ با پیک تولید برق خورشیدی، تطابق تولید نیروگاه فتوولتاییک با پیک روز منحنی بار مشخص است و یکی از راهکارهای کاهش ناترازی شبکه برق در تابستان افزایش ظرفیت نیروگاه‌های خورشیدی است.



نمودار ۲. منحنی تولید برق نیروگاه خورشیدی در یک شبانه روز

۱-۱-۳- تنوع بخشی به سبد تولید برق کشور

ایران دارای منابع سرشار نفت و گاز است و در نتیجه سبد تولید برق کشور به حدود ۸۵ درصد گاز طبیعی، به عنوان منبع اولیه انرژی وابسته شده است. لذا برای افزایش امنیت انرژی کشور و در راستای توسعه زنجیره ارزش نفت و گاز، یکی از راهکارها توسعه نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتاییک است.

۱-۱-۴- کاهش هزینه‌های توسعه شبکه انتقال و توزیع

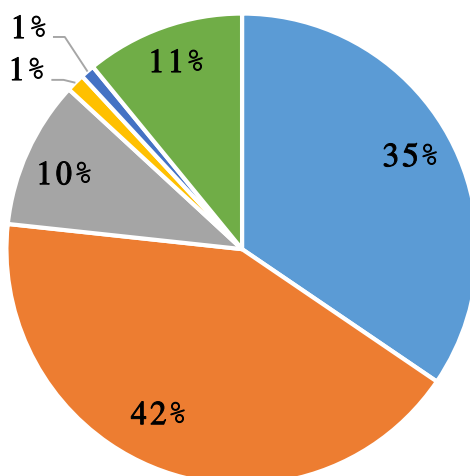
با توجه به اینکه در سال‌های اخیر توسعه شبکه سراسری و انتقال و توزیع به دلیل محدودیت منابع مالی توانیر با مشکل مواجه شده، یکی از راهکارها ایجاد نیروگاه در محل مصرف است. نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتاییک یکی از مناسب‌ترین گزینه‌ها برای استفاده برق تولیدی در محل مصرف هستند و در انواع ظرفیت قابلیت ساخت دارند. از مزایای دیگر ایجاد نیروگاه در محل مصرف، کاهش تلفات مربوط به شبکه انتقال است.

۱-۱-۵- ایجاد اشتغال

زنجیره ارزش فناوری فتوولتاییک (خصوصاً در پایین‌دست) مبتنی بر نیروی کار است. ساخت پنل، نصب تجهیزات، عیب‌یابی و تعمیر نیازمند نیروی کار است که توسعه این صنعت موجب ایجاد اشتغالزایی جدید می‌شود.

۱-۲- وضعیت فعلی توسعه نیروگاه‌های فتوولتاییک در ایران

نمودار ۳ سهم منابع مختلف از ظرفیت کل انرژی تجدیدپذیر در ایران را نشان می‌دهد. تا پایان سال ۱۴۰۱ مجموع ظرفیت نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتاییک متصل به شبکه حدود ۵۴۱ مگاوات است. این میزان حدود ۰,۶ درصد از ظرفیت منصوبه نیروگاه‌های کشور است.

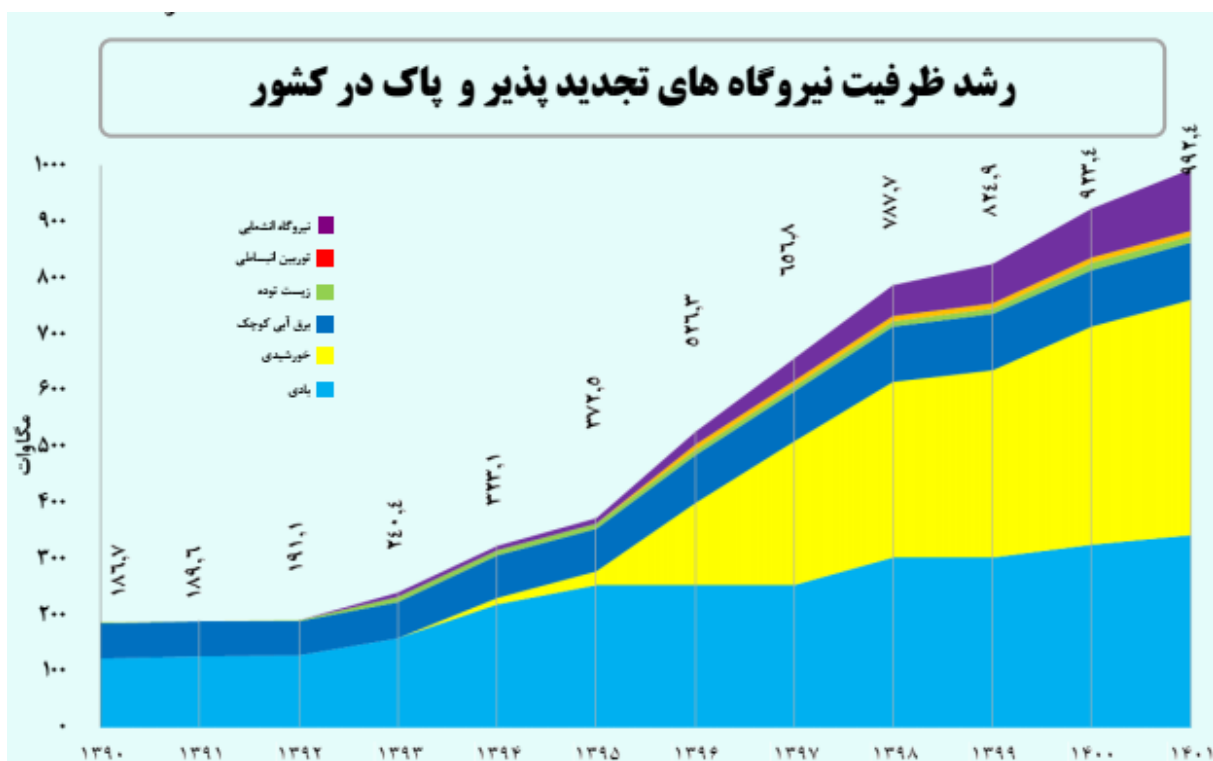


■ انشعابی ■ توربین انبساطی ■ زیست توده ■ برق آبی ■ خورشیدی ■ بادی

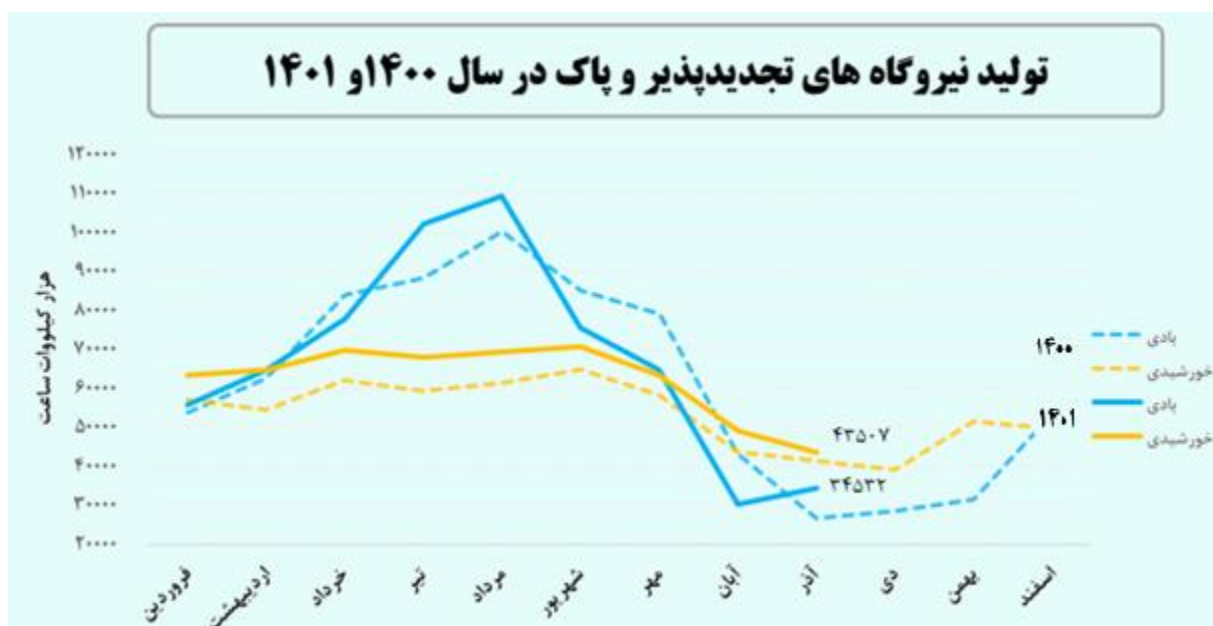
نمودار ۳. سهم نیروگاه‌های تجدیدپذیر تا سال ۱۴۰۱ (مگاوات)

مطابق نمودار ۴ بیشتر ظرفیت موجود فتوولتاییک (نیروگاه‌های ظرفیت بالا و نزدیک ۱۰ مگاوات) با سرمایه‌گذاری خارجی و پس از سال ۹۴ وارد مدار شده‌اند که نشان از بی‌رغبتی بخش داخلی خصوصی برای سرمایه‌گذاری در این حوزه است. دلایل این امر را می‌توان در عدم ثبات اقتصادی (بیشتر تجهیزات وارداتی هستند)، قیمت پایین سوخت تحویلی به نیروگاه‌های حرارتی و سابقه بد وزارت نیرو در پرداخت مطالبات بخش خصوصی جستجو کرد.

نمودار ۵ تولید برق نیروگاه‌های تجدیدپذیر در سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ (هزار کیلووات ساعت) را و شکل ۲ ظرفیت نیروگاه‌های تجدیدپذیر کشور به تفکیک استان (مگاوات) را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل ۳ مشخص است استان‌های جنوبی و مرکزی کشور به دلیل روزهای آفتابی بیشتر و زاویه تابش مناسب در توسعه نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتاییک پیشرو هستند. (قزوین به دلیل وجود نیروگاه بادی منجیل ظرفیت نخست را دارد).



نمودار ۴. ظرفیت نیروگاه‌های تجدیدپذیر در کشور در هر سال بر حسب مگاوات^۳



نمودار ۵. تولید نیروگاه‌های تجدیدپذیر در سال ۱۴۰۱ و ۱۴۰۰ (هزار کیلووات ساعت)^۴

^۳ وبسایت سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی

^۴ وبسایت سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی



شکل ۲. ظرفیت نیروگاه‌های تجدیدپذیر کشور به تفکیک استان (مگاوات)



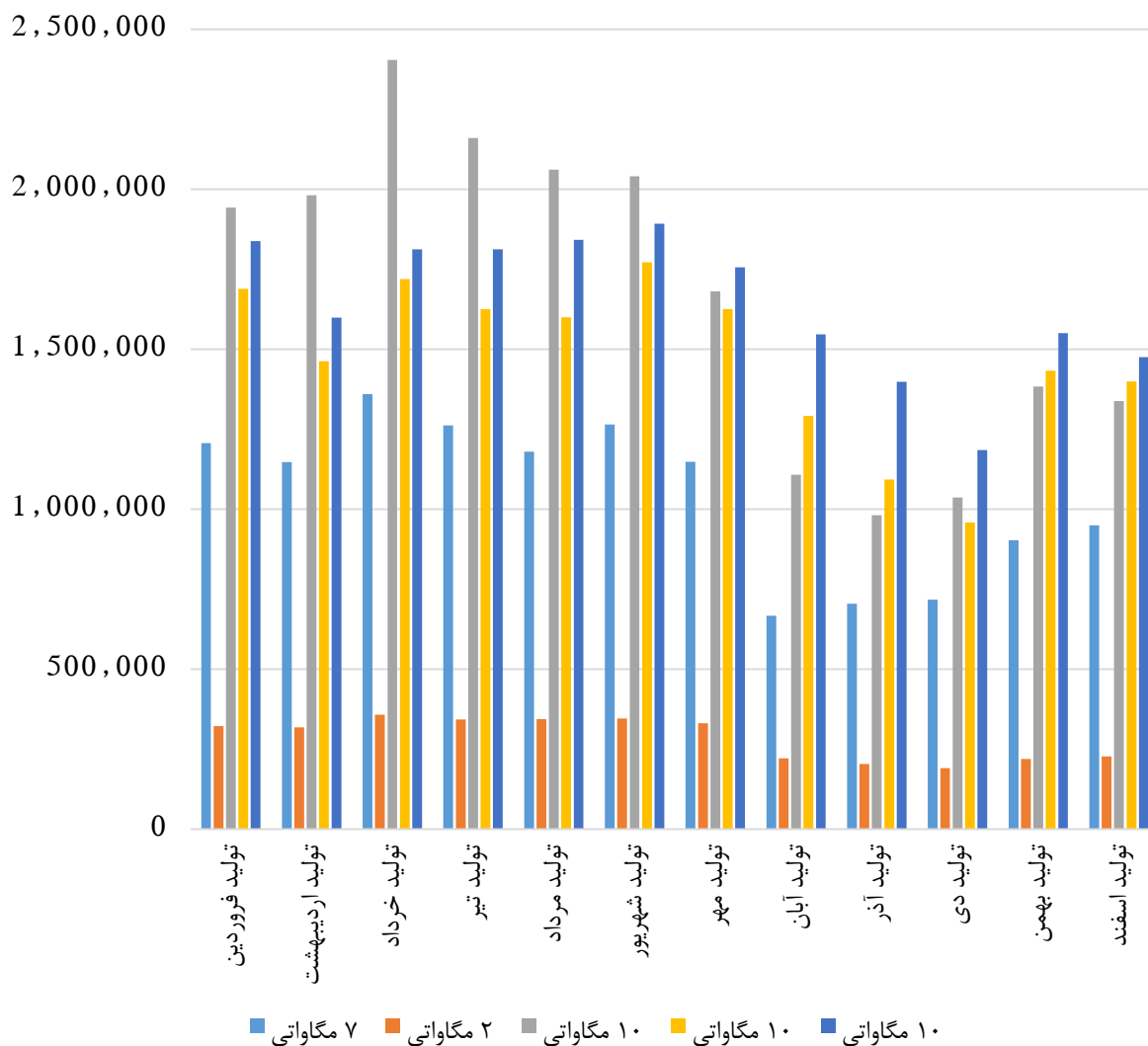
شکل ۳. استان‌های پیشرو از منظر ظرفیت نیروگاه‌های تجدیدپذیر

با بررسی جدول ۱ می‌توان دریافت با وجود ضریب ظرفیت پایین‌تر نیروگاه‌های فتوولتاییک (حدود ۲۰ درصد) نسبت به نیروگاه‌های حرارتی و سهم ۱ درصدی نیروگاه‌های تجدیدپذیر از ظرفیت منصوبه برق کشور، سهم تولید تجدیدپذیر از تولید ناویژه کل نیروگاه‌ها حدود ۰,۵ درصد است که علت آن پایین بودن راندمان نیروگاه‌های حرارتی کشور و عملکرد مناسب نیروگاه‌های تجدیدپذیر در کشور است.

جدول ۱. سهم انرژی‌های تجدیدپذیر و پاک از تولید برق (ناویژه) کشور^۵

سهم تولید تجدیدپذیر از کل (درصد)	تولید ناویژه نیروگاه‌های تجدیدپذیر (میلیون کیلووات ساعت)	تولید ناویژه کل نیروگاه‌ها (میلیون کیلووات ساعت)	سال
۰,۰۷	۲۰۶	۲۸۹۱۹۶	۱۳۹۵
۰,۱۳	۴۰۶	۳۰۷۹۶۸	۱۳۹۶
۰,۳۳	۱۰۰۷	۳۰۹۱۸۲	۱۳۹۷
۰,۴۳	۱۳۸۸	۳۲۶۴۳۱	۱۳۹۸
۰,۴۵	۱۵۳۵	۳۴۲۳۶۵	۱۳۹۹
۰,۴۸	۱۷۲۶	۳۵۵۹۴۸	۱۴۰۰
۰,۵۲	۱۹۳۲	۳۶۹۷۵۹	۱۴۰۱

نمودار ۶ میزان تولید نیروگاه‌های فتوولتائیک در ماه‌های مختلف سال را نشان می‌دهد. میزان تولید در ابتدای تابستان بیشترین مقدار و در ابتدای زمستان کمترین مقدار را دارد.



نمودار ۶. میزان تولید برق چند نیروگاه خورشیدی فتولتاییک در ماه‌های یک سال (کیلووات ساعت)

فصل ۲. بررسی طرح‌های جدید توسعه نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتائیک

بنابر قانون پنج ساله برنامه ششم توسعه (۱۴۰۰-۱۳۹۶) دولت می‌بایست سهم نیروگاه‌های تجدیدپذیر و پاک را تا انتهای اجرای برنامه، حداقل به ۵ درصد ظرفیت کل برق کشور برساند. این برنامه تا پایان ۱۴۰۰ به سرانجام نرسید اما با روی کار آمدن دولت سیزدهم برنامه ساخت این نیروگاه‌ها با وعده ساخت ۱۰ هزارمگاوات نیروگاه تجدیدپذیر دوباره احیا شد.

بخشی از این برنامه که مربوط به توسعه نیروگاه‌های خورشیدی است شامل ساخت ۴ هزارمگاوات مزرعه خورشیدی با ظرفیت بیش از ۱ مگاوات که مجوز آن از شورای اقتصاد اخذ شد (۲ مرحله مناقصه برگزار شد که حدود ۱۸۰۰ مگاوات نیروگاه خورشیدی برنده داشت و مرحله سوم بزودی برگزار خواهد شد)، ساخت ۲ تا ۳ هزار مگاوات نیروگاه‌های خودتأمین توسط صنایع انرژی‌بر است. پس از ناکامی وزارت نیرو در استفاده از ظرفیت‌های ماده ۶۱ قانون اصلاح الگوی مصرف، تأمین مالی این طرح‌ها مبتنی بر ماده ۱۲ قانون رفع موانع تولید پیش‌بینی شده است.

در راستای توسعه نیروگاه‌های مقیاس کوچک و حمایت از مددجویان، ساتبا با همکاری کمیته امداد، تعاون روستایی، بسیج و بهزیستی قصد دارد ۵۵۰ هزار عدد نیروگاه ۵ کیلوواتی برای نیازمندان طی ۵ سال بسازد.

همچنین در سال ۱۳۹۷ به همت پژوهشگاه نیرو با افق برنامه‌ریزی ۱۵ ساله انرژی، شبیه‌سازی سبد انرژی مطلوب کشور با در نظر گرفتن قیده‌های خاصی انجام شد که هرکدام از این طرح‌ها در ادامه معرفی و ارزیابی خواهند شد.

۲-۱- ساخت ۴ هزارمگاوات مزرعه خورشیدی

طی فراخوان اعلام شده در تاریخ ۴ اردیبهشت سال جاری، از ۱۰۶ شرکت سرمایه‌گذار، ۸۵ شرکت امتیاز لازم برای حضور در مناقصه را کسب کردند و در این خصوص تفاهم‌نامه‌های همکاری بین استانداری‌ها و ساتبا در زمینه توسعه نیروگاه‌های تجدیدپذیر و پاک به منظور تعیین ساختگاه‌های مورد مناقصه انجام شد تا فهرست کوتاهی منطبق با نیاز منطقه، استان و بدون مشکل از لحاظ واگذاری زمین و صدور مجوز محیط‌زیست ارائه شود. تعداد ۱۵۲ ساختگاه در ۳۰ استان کشور مشخص و در قالب ۹۵ سبد برای ساخت نیروگاه به سرمایه‌گذاران معرفی شده که ظرفیت ساختگاه‌های شناسایی شده در این مناقصه حداقل ۱۰ و حداکثر ۲۵۰ مگاوات است.

ساتبا جلساتی را با حضور نمایندگان شرکت توانیر، مدیران عامل و مدیران حوزه‌های مربوطه در شرکت‌های برق منطقه‌ای و توزیع برق استانی به منظور دریافت مجوز اتصال به شبکه تشکیل داد و به تایید نهایی رساند.

پس از بررسی‌های نهایی و ارزیابی‌های صورت گرفته لیستی از برندگان مناقصه اعلام شد. شرکت‌های زیر در سبدهای مختلف برنده مناقصه اعلام شده‌اند و باید در زمان مشخص شده نیروگاه‌های خود را به مدار بیاورند. در این مدل، خرید تضمینی برق نیروگاه‌ها بصورت ارزی و به مدت شش سال انجام خواهد شد و پس از آن، نیروگاه‌ها موظفند در چهارده سال بعدی برق تولیدی خود را در بازار برق و بورس انرژی به فروش برسانند. محل تأمین مالی این خرید تضمینی ماده ۱۲ قانون رفع موانع تولید رقابت‌پذیر در نظر گرفته شده است. نکته قابل توجه برنده شدن شرکت‌های نیمه خصوصی و بزرگ در این رقابت بود. مپنا، مهام شرق، صا ایران، برق و انرژی غدیر از جمله مهم‌ترین برنده‌های این مناقصات بودند. نتایج مناقصه اول مطابق جدول ۲ است (قیمت‌ها برحسب سنت دلار).

جدول ۲. نتایج مناقصه اول ساخت ۴ هزارمگاوات نیروگاه خورشیدی

ردیف	شماره سبد	ساختمانگاه	ظرفیت (مگاوات)	برنده	قیمت (سنت دلار)
۱	۴	شاهین شهر اصفهان	۲۰۰	مپنا	۶,۸۴
۲	۸	سنگ کرمان	۱۰۰	مپنا	۶,۸۵
۳	۱۰	مدرس کاشمر خراسان رضوی	۱۰۰	ایرسا	۶,۹
۴	۱۱	چشمه زیارت سیستان و بلوچستان	۱۰۰	صا ایران	۶,۸۹۵
۵	۱۴	بهرمان-ده‌باغ-رفسنجان کرمان	۷۵	نوران	۶,۴۶
۶	۱۵	مهردشت ابرکوه یزد	۷۰	مپنا	۶,۸۵۰
۷	۱۷	سورمق اقلید فارس	۶۰	کنسرسیوم شرکت صنایع انرژی سبز کویر کیش و ناوران صنعت سیلیکون	۶,۷۹۳
۸	۲۰	جلگه چاه‌هاشم-جبراباد- دلگان سیستان و بلوچستان	۶۰	صا ایران	۶,۸۹۵
۹	۲۱	تهران	پاکت باز نشد (نقص مدارک)		
۱۰	۲۳	سریزد او ۲ و یزد مهریز یزد	۵۵	نوران	۶,۴۲۳
۱۱	۲۴	بهرام‌آباد، شهرکرد چهارمحال و بختیاری	۵۰	پاکت باز نشد (نقص مدارک)	
۱۲	۲۷	مهرگان ۲ یزد	۵۰	مپنا	۶,۸

۶,۳۸۲	نوران انرژی سبز خاورمیانه	۵۰	ورزنه شهرضا اصفهان	۳۱	۱۳
۶,۸۸۸	مهام شرق	۴۸	حشمتیه-زورقان کنده‌ها خمین مرکزی	۳۲	۱۴
۶,۷۰۴	کنسرسیوم شرکت صنایع انرژی سبز کویر کیش و ناوران صنعت سیلیکون	۴۰	نجف‌آباد اصفهان	۴۱	۱۵
۶,۲۹۹	نوران انرژی سبز خاورمیانه	۴۰	نطنز کاشان اصفهان	۴۲	۱۶
۶,۸۸۸	مهام شرق	۲۵	گرمه خراسان شمالی	۴۸	۱۷
۶,۸۹۵	صا ایران	۲۵	جکیگور راسک سیستان و بلوچستان	۵۱	۱۸
۶,۸۹۵	صا ایران	۲۵	خاش ۱ سیستان و بلوچستان	۵۲	۱۹
۶,۸۹۵	صا ایران	۲۵	رحمت اباد سراوان سیستان و بلوچستان	۵۳	۲۰
۶,۱۹۹	برق و انرژی غدیر	۲۵	ابركوه یزد	۵۴	۲۱
	پاكت باز نشد (نقص مدارك)	۲۵	ایلام	۵۶	۲۲
۶,۵۹۸	مهام شرق	۲۵	فردانبه-بروجن-بن چهارمحال و بختیاری	۵۷	۲۳
۶,۸۸۸	مهام شرق	۲۵	اسدیه خضری درمیان-قاینات خراسان جنوبی	۵۹	۲۴
۶,۶۸	تابان انرژی پاسارگاد	۲۴	مجتمع خورشیدی سرخه و مهدیشهر سمنان	۶۰	۲۵
۶,۴۷۸	نوران	۲۲	مجتمع خورشیدی امیریه و بسطام سمنان	۶۲	۲۶
۶,۸۹۵	صا ایران	۲۰	زرآباد چابهار سیستان و بلوچستان	۶۸	۲۷
۶,۸۹۵	صا ایران	۲۰	جمال اباد لوشان علی اباد منجیل گیلان	۶۹	۲۸
۶,۱۷۰	توسعه برق و انرژی سپهر	۲۰	نیزار او ۲ قم	۷۰	۲۹

۶,۸۸۳	ایران تابلو و تانا انرژی (مشروط)	۲۰	مبارکه ۱,۲ بافق یزد	۷۱	۳۰
۶,۸۱۲	تانا انرژی (مشروط)	۲۰	زمین ۲۵,۲۶ تیران و کروان اصفهان	۷۳	۳۱
۶,۸۹۵	صا ایران	۱۵	سه راهی اینجه برون گنبدکاووس گلستان	۷۶	۳۲
۶,۸۴۹	پتروتکسان	۱۰	زمین ۲۲ دهقان اصفهان	۸۲	۳۳
۶,۸۸	مپنا	۱۰	زمین ۳۶ شاهین شهر اصفهان	۸۳	۳۴
پاکت باز نشد (ظرفیت پیشنهاد دهنده تکمیل بوده)		۱۰	حاجی اباد زرنديه مرکزی	۸۴	۳۵
پاکت باز نشد (ظرفیت پیشنهاد دهنده تکمیل بوده)		۱۰	دمق رزن همدان	۸۵	۳۶
۶,۷۸۸	مهام شرق	۱۰	سیدمراد نهبندان خراسان جنوبی	۸۷	۳۷
۶,۸۹۵	صا ایران	۱۰	نیکشهر سیستان و بلوچستان	۹۳	۳۸
۶,۶۸۸	مهام شرق	۱۰	دبیران زرین دشت فارس	۹۴	۳۹

۲-۱-۱- چالش‌های طرح

با بررسی برندگان مناقصه برگزار شده می‌توان دریافت که اکثر قریب به اتفاق برندگان، شرکت‌های خصوصی وابسته به دولت بوده‌اند و با تکلیف دولت در این مناقصه شرکت کرده‌اند. همچنین شرکت‌های برنده در مناقصه پس از دریافت پروانه ساخت حاضر به عقد قرارداد نشده‌اند. تأمین مالی طرح از طریق ماده ۱۲ قانون رفع موانع تولید، برای بازگشت سرمایه اولیه و سود در طی ۶ سال است. قراردادهایی از این دست با توجه به هزینه تعمیر و نگهداری نیروگاه پس از پایان دوره‌ی خرید تضمینی، در صورت خرابی یک تجهیز عملاً توجیه اقتصادی تعمیر تجهیز به علت نرخ بسیار پایین برق و هزینه بالای تجهیز را زیر سؤال می‌برد. لذا این نوع قرارداد صرفاً امنیت انرژی را کاهش می‌دهد. دلایلی که بخش خصوصی علاقه‌ای به سرمایه‌گذاری در این بخش نشان نمی‌دهد، شامل موارد زیر است:

- سابقه‌ی بد وزارت نیرو در پرداخت صورتحساب‌ها
- عدم تضمین دولتی برای بازپرداخت سرمایه‌گذاری

- سختی جابجایی پول به دلیل تحریم
- خرید سخت تجهیزات و عدم پشتیبانی
- افزایش هزینه به دلیل وجود واسطه‌ها به دلیل تحریم
- خرید تضمینی ۶ ساله
- تأمین مالی پروژه از طریق ماده ۱۲ قانون رفع موانع تولید، مشکلاتی از جمله دست‌نیافتنی بودن منابع بازپرداخت سرمایه‌گذاری و در نظر نگرفتن تشویقات لازم برای ایجاد انگیزه در دستگاه‌های دولتی به آن وارد است.

۲-۲- ساخت ۲ تا ۳ هزار مگاوات نیروگاه خورشیدی فتوولتاییک توسط صنایع انرژی‌بر

پس از قطعی‌های مکرر برق صنایع در تابستان‌های اخیر، این صنایع متحمل زیان مالی سنگینی شدند. به‌منظور رفع مشکلات صنایع و افزایش ظرفیت نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتاییک در کشور در تاریخ ۱۴۰۱/۰۴/۱۱ وزیر نیرو طی یک مصوبه نحوه بهره‌مندی صنایع از برق تجدیدپذیر را مشخص کردند. بر طبق این مصوبه صنایع می‌توانند از طریق منابع داخلی خود نسبت به ساخت نیروگاه‌های تجدیدپذیر اقدام کنند. ساتبا با همکاری توانیر نسبت به تنظیم قرارداد سه‌جانبه میان ساتبا، توانیر و متقاضی احداث نیروگاه اقدام می‌کند.

در این طرح:

- ساتبا موظف است برای صنایع متقاضی که مایل به تأمین تمام یا بخشی از برق مورد نیاز خود از طریق احداث نیروگاه تجدیدپذیر هستند پروانه احداث صادر نماید.
- توانیر موظف است طرح‌های اتصال به شبکه مربوطه را ظرف مدت یک هفته بررسی و ضمن تأیید یا ارائه نقطه نظرات اصلاحی، در اخذ مجوز اتصال به شبکه همکاری کند و تمامی تمهیدات لازم به منظور ترانزیت و تحویل برق هموار (میزان توان ثابت روزانه تحویلی به مشترک در بازه زمانی مورد موافقت ساتبا که از تقسیم برآورد تولید انرژی ماهانه نیروگاه بر تعداد کل ساعات مشمول بازه زمانی فوق در همان ماه به‌دست می‌آید) به مشترکین در نقطه مصرف براساس میزان تولید نیروگاه به عمل آورد.
- برق مشترکین در نقطه مصرف به میزان تولید انرژی این نیروگاه‌ها به صورت هموار از شمول قطع یا محدودیت مستثنی خواهد بود.

طرح فوق به خودی خود ایرادی ندارد و تا این لحظه صنایع مختلفی برای در امان ماندن از محدودیت‌های اعمالی بر برق خود متقاضی ساخت نیروگاه هستند. همچنین طرح در راستای ماده ۱۶ قانون جهش تولید

دانش بنیان است. تنها چالش طرح، تأمین پایدار برق صنایع در زمستان با توجه به کاهش برق تولیدی در نیروگاه‌های فتوولتاییک و همچنین تأمین سوخت نیروگاه‌ها در این فصل است.

۲-۳- ساخت ۵۵۰ هزار نیروگاه ۵ کیلوواتی برای نیازمندان

این طرح ساخت ۵۵۰ هزار نیروگاه پشت‌بامی ۵ کیلوواتی است که هر سال ۱۱۰ هزار عدد از آن‌ها قرار است با مشارکت کمیته امداد، بسیج، تعاون روستایی، بهزیستی و همکاری ساتبا ساخته شود. برای این منظور اعتبار ۶ هزار میلیارد تومانی در بودجه پیش‌بینی شده که برای نصف این مقدار کافی است و باقی سرمایه از طریق منابع درون سازمانی این نهادها تأمین می‌شود. کل هزینه ساخت در قالب تسهیلات به نام وام برای مددجو در نظر گرفته شده که به حساب تأمین‌کننده تجهیزات واریز می‌شود. تضمین وام، قرارداد خرید تضمینی وزارت نیرو است.

در صورتی که طرح مرحله به مرحله پیش برود می‌توان از ظرفیت‌های تولید داخل برای این منظور استفاده کرد. قیمت خرید تضمینی برق طرح ۵۵۰ هزارمگاواتی در حال حاضر ۱۸۰۰ تومان برای طرح‌های غیرحمایتی و ۲۲۰۰ تومان برای طرح‌های حمایتی است. گلوگاه این طرح‌ها تأمین مالی پروژه و بانک‌ها هستند.^۷

۲-۳-۱- چالش‌های طرح

هدف اصلی از توسعه نیروگاه‌های تجدیدپذیر انشعابی و مقیاس کوچک، استفاده از برق تولید شده نیروگاه در محل مصرف و کاهش هزینه‌های مربوط به توسعه شبکه و کاهش تلفات انتقال است در حالی که هدف اصلی طرح مذکور ایجاد درآمد پایدار برای خانوار نیازمند و محروم است و هیچ کمکی به نیازهای شبکه برق نمی‌کند. همچنین هزینه ساخت با توجه به مقیاس نیروگاه افزایش می‌یابد. درآمد مددجویان براساس موقعیت منزل و میزان تابش با یکدیگر متفاوت است. مددجو باید برای نگهداری از تجهیزات آموزش‌های لازم را ببیند. اگر خرابی سهوی یا عمدی برای تجهیزات پیش بیاید سازوکار پشتیبانی از تجهیزات شفافیت ندارد و تا این لحظه پیمانکاران تضمین تولید ۲۰ ساله را نمی‌دهند.

یکی از اشکالات اصلی، قیمت‌گذاری دستوری روی پروژه‌های فتوولتاییک است. وزارت نیرو از ابتدای سال برای پروژه‌های ۵ کیلوواتی سقف قیمت ۱۰۰ میلیون تومانی تعیین کرده است که از نظر بخش خصوصی این کار غیرضروری و البته غیرکارشناسی است.^۸ قیمت نیروگاه فتوولتاییک در هر استان، طی استعلام قیمت از شرکت‌ها یا مناقصه تعیین می‌شود و بسته به شرایط هر استان و زمان برگزاری استعلام و تورم و نرخ ارز

^۷ غلامرضا خواجه، مدیرکل راهبری شغلی کمیته امداد، مصاحبه، مرداد ۱۴۰۱

^۸ وبسایت خبرگزاری چابک آنلاین، شناسه خبر: ۳۰۱۶۷

می‌تواند متفاوت باشد. اینکه یک قیمت برای نیروگاه فتوولتاییک از مرکز به همه استان‌ها ابلاغ شود، دلیل کارشناسی ندارد. در ابتدای سال جاری در خراسان شمالی مناقصه‌ای برای ۱۰۰ نیروگاه برای مددجویان کمیته امداد برگزار شد و برنده مناقصه با ۱۲۰ میلیون تومان برنده شد. اکنون چند ماه از آن زمان گذشته است و قیمت نیروگاه قطعا از ۱۲۰ میلیون تومان بالاتر است، ولی وزارت نیرو کماکان اصرار دارد که نیروگاه‌ها باید با قیمت ۱۰۰ میلیون تومان اجرا شود.

اصرار وزارت نیرو روی قیمت ۱۰۰ میلیون تومان قطعا منجر به توقف اجرای نیروگاه می‌شود و اگر در جایی با این قیمت اجرا شود، باید در کیفیت پنل، اینورتر، تجهیزات حفاظتی، سازه، ارت و سایر موارد شک کرد و احتمالا مددجو و ارگان حمایتی را در سال‌های آینده با مشکلات روبرو خواهد کرد. اصرار روی قیمت‌های پایین و در نتیجه کیفیت‌های پایین به حدی است که ممکن است اثر منفی در فرهنگ‌سازی بگذارد. وزارت نیرو به عنوان متولی اصلی انرژی‌های تجدیدپذیر باید به این موضوع دقت کند که کیفیت سیستم‌هایی که اکنون نصب می‌شوند، روی فرهنگ سازی و آینده تاثیر دارد.

وظیفه وزارت نیرو تعیین نرخ‌های خرید تضمینی برق تجدیدپذیر به اندازه مناسب و ابلاغ آن‌ها در ابتدای هر سال است و تعیین قیمت نیروگاه وظیفه ادارات استانی کمیته امداد و بسیج سازندگی در هر استان است که از طریق استعلام قیمت و برگزاری مناقصه انجام می‌دهند. این قیمت ممکن است در یک استان در یک زمان از سال برابر ۱۱۵ میلیون تومان باشد، در استان دیگری در یک زمان دیگر از سال برابر ۱۲۵، ۱۳۰ یا ۱۳۵ میلیون تومان شود.

از دیگر چالش‌هایی که می‌توان برای این طرح نام برد شناسایی این تعداد خانوار مددجو با مسکن مناسب برای این طرح است. به علاوه اینکه قراردادهای خرید تضمینی، بار مالی سنگینی را برای وزارت نیرو با وجود نرخ تعدیل ایجاد می‌کند، در صورتی که این منابع تأمین نشود و وزارت نیرو نتواند از عهده پرداخت این هزینه‌ها بریاید، مددجو را با مشکلات حقوقی با بانک درگیر می‌کند.

۲-۴- طرح پیشنهادی سبد مطلوب انرژی تا سال ۱۴۱۵ توسط پژوهشگاه نیرو

در سال ۱۳۹۷ به همت پژوهشگاه نیرو با افق برنامه‌ریزی ۱۵ ساله انرژی، شبیه‌سازی سبد انرژی مطلوب کشور با در نظر گرفتن قیدهای زیر انجام شد^۹:

- محدودیت‌های گازی و حرکت به سمت گازوییل و مازوت و هزینه‌های زیست محیطی
- رشد مصرف گاز با اجرای طرح‌های مربوط به پتروشیمی و زنجیره ارزش
- سرمایه‌گذاری در صنایع بالادستی، مدیریت در سمت مصرف

^۹ فرهاد فلاحي، معاون ریاست پژوهشگاه انتقال نیرو، مصاحبه، تیر ۱۴۰۱

- شبیه‌سازی‌های تابش خورشید و انرژی الکتریکی دریافتی با توجه به تکنولوژی‌های موجود پنل‌ها
- اطلاعات جمعیت و پیش‌بینی بار با در نظر گرفتن میانگین رشد GDP ۱۵ سال اخیر
- اطلاعات بار شبکه ایران در هر استان، کمترین دمای هر استان در زمستان و بیشترین دما در تابستان
- ثقل بار به منظور جایابی نیروگاه‌های جدید
- سرمایه‌گذاری اولیه با نرخ تنزیل ۱۰ درصد
- هزینه‌های بهره‌برداری (محدودیت‌های سوخت موجود در نیروگاه گازی و سیکل ترکیبی ۳۰ تا ۴۰ درصد و گاز مصرفی با قیمت ۱۰ سنت به ازای هر متر مکعب، گازوییل ۶۷ سنت و مازوت ۴۷ سنت به ازای هر لیتر در نظر گرفته شده)
- تلفات مربوط به شبکه و محدودیت‌های مربوط به آن (هزینه‌های مربوط به توسعه شبکه)
- بدترین سناریو برای میزان وزش باد (کمترین بادی که در ۸۰ تا ۹۰ درصد مواقع در ۱۰ سال گذشته وزیده شده است)
- اثر حرارت و ارتفاع از سطح دریا برای توربین‌های گازی

پس از شبیه‌سازی می‌توان دریافت سالانه نهایتاً می‌توان ۷۰ میلیارد مترمکعب گاز در نیروگاه‌ها مصرف کرد. با انجام شبیه‌سازی در سناریوهای مختلف و پیش‌بینی منحنی بار، ساخت ۳۵ گیگاوات پنل خورشیدی به صورت پشت‌بامی و ۳۵ گیگاوات نیروگاه بادی در محل‌ها و ساختگاه‌های تعیین شده توسط ساتبا اقتصادی‌ترین مدل برای توسعه شبکه است. همچنین پیشنهاد این طرح این است که نیروگاه‌های گازی موجود به عنوان رزرو حفظ شوند. سیکل ترکیبی زیر ۳۰۰۰ ساعت عملکرد توجیه ندارد اما نیروگاه‌های قدیمی راندمان پایین به عنوان رزرو توجیه دارد.

شبکه انتقال و فوق توزیع ظرفیت بیشتری برای نیروگاه‌های متمرکز را ندارد. در حال حاضر ترانسفورماتورها و خطوط دارای اضافه بار هستند و توانیر منابع مالی لازم جهت بهبود وضعیت و توسعه شبکه را ندارد. در تابستان جریان دوبرابر زمستان است و بنابر قانون توان $(RI^2 = P)$ ، تلفات شبکه چندین برابر بیشتر است. با کاهش تلفات، عمر تجهیزات بیشتر می‌شود. با فرض اینکه تجهیزات فتوولتائیک مورد نیاز خانوار به طور رایگان در اختیار آن‌ها قرار گیرد بازگشت سرمایه با احتساب گازوییل صرفه‌جویی شده، دو تا سه ساله خواهد بود.

یک پنل ۵ کیلوواتی به طور متوسط سالانه ۱۰ هزار کیلووات ساعت برق تولید می‌کند، اما مصرف خانوار به طور متوسط سالانه ۳۵۰۰ کیلووات ساعت است. ۶۵۰۰ کیلووات ساعت مازاد معادل ۷۰۰ مترمکعب گاز است در حالی که مصرف گاز هر خانوار به طور متوسط سالانه ۴۰۰ مترمکعب است و این مازاد تولید وارد شبکه می‌شود و در نهایت با توجه به این مسئله، آزادسازی نرخ برق و گاز تنشی برای خانوار ایجاد نمی‌کند، البته این موضوع به شرط یکپارچه شدن سیستم اخذ هزینه انرژی از خانوار محقق می‌شود.

یک پیشنهاد، سرمایه‌گذاری صندوق توسعه ملی در این طرح است. توجیه مالی طرح صرفه‌جویی سالانه ۱۵ تا ۲۰ میلیارد لیتر گازوییل با نصب ۳۵ گیگاوات ظرفیت جدید فتوولتاییک است، که ۱۰ سال گازوییل صرفه‌جویی شده در این طرح براساس ظرفیت‌های ماده ۱۲ قانون رفع موانع تولید، هزینه سرمایه‌گذاری به علاوه سود کلان را نصیب صندوق توسعه خواهد کرد.

۲-۴-۱- چالش‌های طرح پیشنهادی پژوهشگاه نیرو

- اولین نکته‌ای که در این طرح نمود پیدا می‌کند، نیاز مشارکت ۷ میلیون خانوار در طرح است (با در نظر گرفتن پنل ۵ کیلوواتی). سئوالی که مطرح می‌شود این است که آیا ۷ میلیون مسکن با فضای مناسب ساخت این پنل‌ها که حداقل به ۵۰ متر فضای مفید با تابش مناسب نیاز دارند وجود دارد؟ همچنین القای مثبت بودن طرح و همکاری مردم با آن نیاز به اقدامات فرهنگی و توجیهی گسترده دارد. در ساختمان‌ها با پشت بام مشاع، جمعیت زیاد و فضای محدود، آیا طرح همچنان توجیه دارد؟ چالش مالک و مستأجر مسئله دیگری است که باید برای آن چاره‌ای اندیشید.
- برای استفاده از ظرفیت رزرو، نیاز به تجهیزات دقیق پیش‌بینی آب و هوا و مدیریت بار وجود دارد و عملاً مدیریت شبکه را بسیار پیچیده می‌کند.
- با افزایش ظرفیت نیروگاه‌های تجدیدپذیر، نیاز به حل چالش‌های مربوط به شبکه است. در صورتی که انعطاف‌پذیری شبکه متناسب با این برنامه توسعه پیدا نکند، شاهد قطعی‌های مکرر خواهیم بود.
- در این طرح سود سرمایه‌گذاری و بازگشت آن براساس سوخت صرفه‌جویی شده لحاظ شده است که به معنای دیگر همان استفاده از ظرفیت‌های ماده ۱۲ قانون رفع موانع تولید که اشکالاتی که پیش‌تر اشاره شد به آن وارد است.
- تأمین تجهیزات مورد نیاز این طرح، چالش دیگری است که با وجود ظرفیت محدود تولید شرکت‌ها، زمان اجرایی شدن طرح را به تأخیر می‌اندازد و عملاً سرمایه‌گذار را به تردید وا می‌دارد.

فصل ۳. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در طول سه دهه اخیر ظرفیت تولید برق ایران سالانه به میزان متوسط ۲۴۰۰ مگاوات رشد کرده و سبب تولید برق کشور به حدود ۸۵ درصد گاز طبیعی، به عنوان منبع اولیه انرژی وابسته شده است. با توجه به پایان پذیری و محدودیت در عرضه سوخت فسیلی، تصور می‌شود که وابستگی شدید به گاز طبیعی در تولید برق می‌تواند عاملی برای تهدید امنیت عرضه انرژی کشور باشد. ضمن اینکه در حال حاضر کشور با کسری تولید برق مواجه است و باید ظرفیت تولید برق خود را افزایش دهد. بنابراین تنوع بخشی به سبد انرژی یک نیاز و ضرورت برای کشور است. نیروگاه‌های خورشیدی در جهان به عنوان یکی از منابع تجدیدپذیر به سرعت در حال رشد است و ایران با توجه ظرفیت‌های فراوانی که به دلیل موقعیت جغرافیایی خود دارد با بهره‌گیری از این نعمت خدادادی می‌تواند با کاهش وابستگی صنعت برق به منابع فسیلی در راستای افزایش امنیت انرژی و توسعه زنجیره ارزش نفت و گاز گام بردارد.

ایران به دلیل موقعیت ویژه جغرافیایی خود از زاویه تابش مناسبی در تمام طول سال برخوردار است و میزان شدت تابش خورشید در ایران به‌طور متوسط از میانگین جهانی بالاتر است (بیش از ۲۸۰ روز آفتابی در بیش ۹۰ درصد کشور ایران ثبت شده است). همچنین منحنی روزانه تولید یک نیروگاه فتوولتاییک با منحنی روزانه بار شبکه برق ایران تطابق قابل قبولی دارد که از پذیرش ظرفیت بالای نیروگاه فتوولتاییک بدون ایجاد مشکل در شبکه برق خبر می‌دهد. اهمیت تنوع بخشی به سبد تأمین برق کشور، ایجاد اشتغال و کاهش هزینه‌های مربوط به توسعه شبکه توزیع و انتقال از دیگر ظرفیت‌های توسعه نیروگاه‌های فتوولتاییک در ایران است.

در ایران سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی (ساتبا) متولی توسعه نیروگاه‌های تجدیدپذیر است. تا پیش از تشکیل این سازمان، سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا) متولی این امر بود و برخی از سازمان‌ها و وزارتخانه‌ها فعالیت‌هایی به صورت موازی انجام می‌دادند. اما تشکیل ساتبا تمام این فعالیت‌ها را تجمیع کرد تا تنها متولی توسعه نیروگاه‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی در کشور این سازمان باشد.

در حال حاضر مجموع ظرفیت نیروگاه‌های فتوولتاییک متمرکز متصل به شبکه (ظرفیت بیش از ۱۰۰ کیلووات) حدود ۴۰۰ مگاوات است. این میزان کمتر از ۰٫۵ درصد از ظرفیت نصب شده نیروگاه‌های کشور است. بیشتر این ظرفیت (نیروگاه‌های ظرفیت بالا و نزدیک ۱۰ مگاوات) با سرمایه‌گذاری خارجی و پس از سال ۹۴ وارد مدار شده‌اند که نشان از بی‌رغبتی بخش خصوصی داخلی برای سرمایه‌گذاری در این حوزه است. دلایل این امر را می‌توان در عدم ثبات اقتصادی (بیشتر تجهیزات وارداتی هستند)، قیمت پایین سوخت تحویلی به نیروگاه‌های حرارتی و سابقه بد وزارت نیرو در پرداخت مطالبات بخش خصوصی بیان کرد.

پس از سال ۱۴۰۰ ساتبا برای تأمین مالی پروژه‌های خود به استفاده از ظرفیت‌های ماده ۱۲ قانون رفع موانع تولید روی آورد اما با نگاه به سابقه استفاده از این قانون می‌توان دریافت منابع مالی پیش‌بینی شده برای پروژه‌ها اکثراً تأمین نشده و صرفاً پروژه‌های حمل‌ونقل و پروژه‌های مرتبط با حوزه نفت و گاز تأمین مالی شده‌اند که ناشی از مشکلات این ماده قانونی است.

تاکنون ساتبا طرح‌های مختلفی در راستای توسعه نیروگاه‌های فتوولتاییک تدوین کرده است که مهم‌ترین چالش‌ها و مسائل این طرح‌ها به شرح زیر است:

- **ساخت ۴ هزار مگاوات مزرعه خورشیدی:** با وجود خرید تضمینی برق این نیروگاه‌ها با نرخ دلاری (سقف ۶,۹ سنت دلار) تا پایان سال ۱۴۰۱ دو مناقصه برگزار شد که ۱۸۵۴ مگاوات آن برنده داشت اما تنها برندگان ۱۸,۵ مگاوات قرارداد امضا کردند و سایر برندگان قراردادی با ساتبا امضا نکرده‌اند که از دلایل آن می‌توان به سابقه‌ی بد وزارت نیرو در پرداخت صورتحساب‌ها، عدم تضمین دولتی برای بازپرداخت سرمایه‌گذاری، دشواری خرید تجهیزات و عدم پشتیبانی، وجود واسطه برای خرید تجهیزات و افزایش هزینه به دلیل تحریم، خرید تضمینی ۶ ساله و نامشخص بودن نرخ تا پایان ۲۰ سال که مالک نیروگاه تضمین تولید می‌دهد و آینده سرمایه‌گذاری را مبهم می‌کند و تأمین مالی پروژه از طریق ماده ۱۲ قانون رفع موانع تولید اشاره کرد.
- **ساخت ۲ تا ۳ هزار مگاوات نیروگاه تجدیدپذیر توسط صنایع انرژی‌بر:** تا پایان سال ۱۴۰۱ صنایع مختلفی برای جلوگیری از محدودیت‌های اعمالی بر برق خود متقاضی ساخت نیروگاه هستند که مجموع ظرفیت آن معادل ۲۵۵۵ مگاوات است که حدود ۱۹۰۰ مگاوات مربوط به نیروگاه‌های خورشیدی است. همچنین طرح در راستای ماده ۱۶ قانون جهش تولید دانش بنیان و ماده ۴ قانون مانع‌زدایی از صنعت برق است. هیچ سازوکاری برای فروش برق مازاد تولید شده توسط صنایع در این مصوبه پیش‌بینی نشده است.
- **ساخت ۵۵۰ هزار نیروگاه ۵ کیلوواتی برای نیازمندان:** برای ساخت این ظرفیت نیروگاه به حدود ۵۰ متر فضای مفید (بدون سایه) در پشت‌بام نیاز است. هدف اصلی از توسعه نیروگاه‌های تجدیدپذیر انشعابی و مقیاس کوچک، استفاده از برق تولید شده نیروگاه در محل مصرف و کاهش هزینه‌های مربوط به توسعه شبکه و کاهش تلفات انتقال است در حالی که هدف اصلی طرح مذکور ایجاد درآمد پایدار برای خانوار نیازمند و محروم است و هیچ کمکی به نیازهای شبکه برق نمی‌کند، زیرا از نظر شبکه منجر به حبس تولید منطقه‌ای می‌شود و بهتر است این پنل‌ها در منازل پر مصرف نصب شود که بخش قابل توجهی از نیاز مصرف را تأمین کند. همچنین هزینه ساخت با توجه به کوچک مقیاس بودن نیروگاه افزایش می‌یابد و درآمد مددجویان براساس موقعیت منزل و میزان تابش با یکدیگر

متفاوت است. مددجو باید برای نگهداری از تجهیزات آموزش‌های لازم را ببیند. اگر خرابی سهوی یا عمدی برای تجهیزات پیش بیاید سازوکار پشتیبانی از تجهیزات شفافیت ندارد و تا این لحظه پیمانکاران تضمین تولید ۲۰ ساله را نمی‌دهند. یکی دیگر از چالش‌های اصلی این طرح، قیمت‌گذاری دستوری روی پروژه‌های فتوولتایک است. با وجود اینکه منابع این طرح در بودجه سالانه پیش‌بینی شده اما وزارت نیرو از ابتدای سال برای پروژه‌های ۵ کیلوواتی سقف قیمت ۱۰۰ میلیون تومانی تعیین کرده که این کار به دلیل تفاوت هزینه تمام شده در نقاط مختلف هر شهر و استان غیرکارشناسی است و ضرورت دارد برای انجام پروژه در هر بخش مناقصه برگزار شود. از دیگر چالش‌هایی که می‌توان برای این طرح نام برد شناسایی این تعداد خانوار مددجو با مسکن مناسب برای این طرح است. به علاوه اینکه قراردادهای خرید تضمینی، بار مالی سنگینی را برای وزارت نیرو با وجود نرخ تعدیل ایجاد می‌کند، در صورتی که این منابع تأمین نشود و وزارت نیرو نتواند از عهده پرداخت این هزینه‌ها برآید، برای مددجو مشکلات حقوقی با بانک ایجاد خواهد شد.

پیشنهادهای زیر ناظر به طرح‌های توسعه نیروگاه‌های خورشیدی در کشور مطرح می‌شود:

- **طرح ۴ هزارمگاوات مزرعه خورشیدی:** مهم‌ترین علت عدم تمایل بخش خصوصی برای سرمایه‌گذاری در طرح مذکور عدم اطمینان از بازپرداخت سرمایه‌گذاری توسط دولت است. برای جلب اطمینان بخش خصوصی گام نخست پرداخت بدهی و معوقات به ظرفیت‌های فعلی تجدیدپذیر و گام بعدی ارائه تضمین بازپرداخت سرمایه‌گذاری توسط شورای اقتصاد به سرمایه‌گذاران طرح‌ها است. ایجاد تنوع در روش‌های تأمین مالی طرح مذکور باعث اطمینان بیشتر خاطر سرمایه‌گذاران می‌شود. همچنین برای جلب مشارکت وزارت نفت و شرکت‌های تابعه در طرح‌ها می‌توان آن‌ها را از مزایای اقتصادی طرح منتفع کرد.
- **طرح نیروگاه‌های خود تأمین صنایع:** مهم‌ترین نکته‌ای که باید در نظر داشت اطمینان از تأمین برق پایدار این صنایع در تابستان است تا اطمینان صنایع برای مشارکت در طرح از بین نرود. لذا برای ترغیب بیشتر صنایع برای مشارکت در طرح مذکور قابلیت فروش برق مازاد این صنایع در بورس انرژی یا به صورت قرارداد دوجانبه پیش‌بینی و روند آن تسهیل شود.
- **طرح ۵۵۰ هزار نیروگاه ۵ کیلوواتی برای نیازمندان:** پیشنهاد می‌شود برای کاهش هزینه‌های ساخت و نگهداری بر اساس مقیاس (تا یک پنجم) و دستیابی به ظرفیت بیشتر با صرف همان هزینه، این نیروگاه‌ها به صورت متمرکز و ظرفیت بالا ساخته شوند و مددجویان به عنوان سهامدار از منافع این نیروگاه بهره‌مند شوند. این کار علاوه بر تأمین نیازهای شبکه، روند ساخت نیروگاه را تسهیل

می‌کند و مددجویان به صورت مساوی از عواید آن بهره‌مند خواهند شد به علاوه مددجو را درگیر نگهداری تجهیزات و اقدامات تخصصی نخواهد کرد.

• **طرح پیشنهادی سبد مطلوب انرژی پژوهشگاه نیرو:** این پیشنهاد براساس قیود مختلفی از جمله محدودیت منابع گاز و رشد مصرف برق مطرح شده که برای توسعه اقتصادی و بهینه شبکه برق ناگزیر باید مبنای توسعه قرار بگیرد. پس باید زیرساخت‌ها و شرایط جهت نیل به این هدف را مدنظر قرارداد. باتوجه به نیاز به مشارکت میلیونی مردم نیاز به ایجاد سازوکار درست وجود دارد تا مردم برای مشارکت در آن ترغیب شوند از جمله:

- حمایت‌های دولتی و نهادی: اقداماتی مانند در نظر گرفتن مشوق‌های مالی برای تجهیز ساختمان‌های جدید به پنل‌های خورشیدی، اعطای وام کم‌بهره و یارانه دولتی برای خرید تجهیزات، مشوق‌ها و تخفیف‌های مالیاتی برای سازندگان و تأمین‌کنندگان قطعات برای کاهش هزینه‌ها، پشتیبانی علمی و وجود پشتیبانی تجهیزات و خدمات
- افزایش آگاهی و اطلاعات: با انجام اقداماتی مانند در دسترس قرار دادن اطلاعات در مورد هزینه و مزایای استفاده از پنل‌های خورشیدی، برگزاری برنامه‌های آموزشی مرتبط برای طراحان و پیمانکاران، برگزاری رویدادها برای افزایش سطح آگاهی و استفاده از رسانه برای تبلیغات گسترده
- سیاست‌گذاری و تنظیم‌گری: اتخاذ مقررات و سیاست‌های اجباری و نظارت بر اجرای آن‌ها، اجرای برنامه‌های رتبه‌بندی سبز ساختمان‌ها و صنایع و انتخاب شاخص افزایش ظرفیت نیروگاه‌های خورشیدی به عنوان شاخص توسعه

در نهایت با بررسی طرح‌های توسعه‌ای و آسیب‌شناسی قوانین، پیشنهادهای زیر در راستای توسعه نیروگاه‌های فتوولتائیک مطرح می‌شود:

- اصلاح اقتصاد برق یکی از مهمترین راهکارها برای رقابتی شدن نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتائیک با نیروگاه‌های حرارتی است. منطقی شدن قیمت گاز نیروگاه‌های حرارتی، علاوه بر الزام نیروگاه‌ها به افزایش بهره‌وری به توسعه سایر روش‌های تولید برق کمک می‌کند.
- عقد قرارداد بلندمدت با نرخ بهره کمتر و دوره بازگشت سرمایه طولانی‌تر، علاوه بر افزایش کیفیت تجهیزات مورد استفاده برای اطمینان از بیشترین تولید در مدت بهره‌برداری از نیروگاه، بار مالی سالانه بر دوش دولت را می‌کاهد و دیگر مغایر با اصل ۴۴ قانون اساسی نخواهد بود.
- برای افزایش رغبت وزارت نفت برای تأمین مالی پروژه‌های ماده ۱۲ قانون رفع موانع تولید پیشنهاد می‌شود؛ پس از اتمام دوره بازگشت سرمایه و سود آن، این نیروگاه‌ها به مالکیت شرکت‌های تابعه

وزارت نفت (که پرداخت سرمایه‌گذاری و سود آن را تضمین می‌کنند) منتقل شده و این شرکت‌های بتوانند به‌منظور بهره‌برداری و انتقال مالکیت این نیروگاه‌ها و تجهیزات آن مناقصه برگزار کنند.

منابع

۱. وبسایت سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی
۲. وبسایت خبرگزاری علم و فرهنگ؛ کدخبر: ۱۳۲۰۹۱
۳. سید مجتبی سیادت، کارشناس انرژی‌های تجدیدپذیر، مصاحبه، شهریور ۱۴۰۱
۴. غلامرضا خواجه، مدیرکل راهبری شغلی کمیته امداد، مصاحبه، مرداد ۱۴۰۱
۵. وبسایت خبرگزاری چابک آنلاین، شناسه خبر: ۳۰۱۶۷
۶. فرهاد فلاحی، معاون ریاست پژوهشکده انتقال نیرو، مصاحبه، تیر ۱۴۰۱