



## انرژی‌های تجدیدپذیر

(با نگاه ویژه به انرژی برق آبی)

حسین سنوایی

### چکیده

تجدیدناپذیری ذخایر نفتی، همواره برنامه‌ریزان انرژی را به شناسایی و جایگزینی انرژی‌های تجدیدپذیر ترغیب نموده است، چراکه با توجه به ذخایر محدود انرژی فسیلی و افزایش سطح کنونی مصرف، دیگر نمی‌توان به منابع موجود انرژی متکی بود. بالا رفتن مصرف انرژی به تبعیت از افزایش جمعیت و افزایش شهرنشینی باعث شده است تا برای دسترسی به منابع جدید انرژی، یافتن راه‌های افزایش بازده انرژی، تدوین قوانین زیست محیطی جامع و قابل اجرا در مورد مصرف انرژی، کاهش آلاینده‌های ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای منتج از بخش انرژی و کاهش اثرات منفی بر اقتصاد چاره‌اندیشی شود، به طوری که در چشم‌انداز بیست ساله نظام جمهوری اسلامی ایران در بخش سیاست‌های کلی سایر منابع انرژی، از ایجاد تنوع در منابع انرژی کشور و استفاده از آن با رعایت مسائل زیست محیطی و تلاش برای افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر با اولویت انرژی‌های آبی سخن به میان آمده است. علیرغم وجود منابع عظیم نفت و گاز در ایران، لازم است سیاستگذاران به منابع تجدیدپذیر انرژی مانند باد، انرژی خورشیدی، بیوماس، زمین گرمایی، آبی، هسته‌ای، هیدروژن، پیل سوختی، بيو گاز و که پتانسیل‌های قابل توجهی در کشور دارند، توجه بیشتری نمایند.

در این مقاله به بررسی مطالعات و اقدامات صورت گرفته در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر، برنامه‌های آتی و جنبه‌های اقتصادی انرژی‌های تجدیدپذیر بویژه انرژی برق آبی خواهیم پرداخت. مرور مطالب آتی نشان خواهد داد که در کنار اثرات اقتصادی ملموس

اقدامات انجام شده در سال‌های گذشته، باز هم نیاز به بررسی‌های جامع‌تر در خصوص ارزیابی شیوه‌ها و زمینه‌های توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و انعکاس نتایج آن به مراجع برنامه‌ریز وجود دارد. ضمن آنکه بومی کردن تولید انرژی و انتقال دانش مورد نیاز به کشور، ایجاد زمینه‌های بیشتر مشارکت شرکت‌ها و نهادهای غیر دولتی و نیز ایجاد زمینه‌های تولید غیر متمرکز انرژی برای مصارف مختلف، می‌تواند از روش‌های تولید انرژی متکی بر منابع فسیلی تا حد قابل توجهی بکاهد.

واژه‌های کلیدی: انرژی تجدیدپذیر، انرژی برق آبی، سوخت فسیلی، محیط زیست.

## مقدمه

و توانمندسازی مردم در کاربرد فن‌آوری‌های جدید و کم‌مصرف؛

- حمایت از خانوارهای کم‌مصرف در انرژی برق
- موظف نمودن کلیه دستگاه‌های اجرایی، مؤسسات و نهادهای عمومی غیر دولتی به کاهش اعتبارات هزینه‌ای دولت، اعمال سیاست‌های مصرف بهینه منابع پایه و حفظ محیط زیست، جهت اجرای برنامه مدیریت سبز شامل: مدیریت مصرف انرژی، آب، مواد اولیه و تجهیزات (شامل کاغذ)، کاهش مواد زاید جامد و بازیافت آن‌ها (در ساختمان‌ها و وسایل نقلیه) طبق آیین‌نامه سازمان حفاظت از محیط زیست و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور با همکاری دستگاه‌های ذیربط
- به‌کارگیری روش‌های بهینه در اکتشاف، توسعه و بهره‌برداری از منابع نفت و گاز
- به‌کارگیری فناوری‌های جدید در عملیات اکتشافی معادن در کلیه مناطق کشور
- اطمینان از حفظ و صیانت هر چه بیشتر از مخازن نفت و گاز کشور با افزایش ضریب بازیافت
- جمع‌آوری گازهای همراه، و تزریق گاز به مخازن نفتی، نوسازی و بهینه‌سازی تأسیسات نفتی، تبدیل گاز طبیعی به فرآورده‌های مایع مثل (DME, GTL, LNG)، احداث تأسیسات پالایش و بهینه‌سازی مصرف سوخت شامل طرح‌های توسعه گازرسانی
- موظف ساختن وزارتخانه‌های نفت، نیرو، ارتباطات و فناوری اطلاعات و شرکت‌های تابعه به ایمن‌سازی سیستم‌های خدماتی آب، برق، گاز، مخابرات و سوخت‌رسانی در مقابله با حوادث، با استفاده از آخرین فناوری‌ها
- توسعه صادرات کالاهای غیرنفتی
- سهمیه‌بندی عرضه نفت و گاز در بخش‌های اقتصادی
- عرضه نفت سفید و گاز مایع برای مصارف تجاری و صنعتی بدون یارانه

متوسط سهم نفت در تولید ناخالص داخلی کشور در دوره ۱۳۷۹-۱۳۸۲ معادل ۲۰/۸ درصد بوده که ۱۶/۳ درصد آن مربوط به صادرات نفت و گاز بوده است. همچنین متوسط سهم درآمدهای نفتی در کل درآمدهای عمومی دولت در دوره ۱۳۶۱-۱۳۸۲ حدود ۵۹ درصد بوده است.<sup>۱</sup> در این دوره همواره بیش از ۸۰ درصد از درآمدهای ارزی کشور از محل صادرات نفت تأمین شده است. به پیش‌بینی اداره اطلاعات انرژی آمریکا (EIA) طی دو دهه آتی نفت همچنان به عنوان سوخت غالب، عمل خواهد کرد و حدود ۴۰ درصد مصرف انرژی جهان را تشکیل خواهد داد. طبق برخی از پیش‌بینی‌ها تولید نفت در سال ۲۰۳۰ به حدود ۱۲۰ میلیون بشکه در روز خواهد رسید. این روند زنگ خطری برای سیاست‌گذاری‌های اقتصادی است که بر این سرمایه‌پرنوسان بنا نهاده شده‌اند. نیاز به کشف منابع جدید نفت و گاز و البته کشف انرژی‌های جایگزین به خوبی احساس می‌شود.

## ضرورت و اهمیت انرژی‌های تجدیدپذیر از بعد اهداف کلان

در سیاست‌های کلی نظام جمهوری اسلامی ایران و سیاست‌های کلی مربوط به سایر منابع انرژی به غیر از نفت و گاز، به این عنوان بر می‌خوریم:

«ایجاد تنوع در منابع انرژی کشور و استفاده از آن با رعایت مسائل زیست‌محیطی و تلاش برای افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر با اولویت انرژی‌های آبی»

با مروری بر راهبردهای نفت، گاز و انرژی در برنامه چهارم توسعه کشور، سرفصل‌های زیر قابل توجه است:

- اجرای طرح‌های بهینه‌سازی مصرف سوخت و کمک به اصلاح و ارتقا فن‌آوری‌های وسایل مصرف‌کننده سوخت، تجهیزات کارخانه‌ها و سامانه‌های مصرف‌کننده انرژی، به منظور کاهش مصرف انرژی، کاهش آلودگی هوا، و آگاه‌سازی

تحولات تهدیدآمیز در آب و هوای کره زمین همچون افزایش دمای کره زمین و افزایش میزان انتشار گازهای آلاینده CO<sub>2</sub> و CH<sub>4</sub> طی ۲۰۰ سال گذشته.

از دیگر معضلات زیست محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه انرژی می‌توان به مواردی همچون آلودگی آب، آلودگی دریا، تغییر کاربری اراضی، آثار منفی دفع ضایعات جامد، آلودگی هوا، باران‌های اسیدی، کاهش ازن استراتوسفری و تغییرات جهانی آب و هوا اشاره کرد.

دو راه حل اصلی برای تعدیل این مشکلات وجود دارد که عبارتند از مصرف بهینه انرژی، و افزایش سهم مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد انرژی‌های مصرفی جهان.

### نقش و اهمیت انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران و جهان

در کشور ما به کارگیری انرژی‌های نو با موانعی همچون وجود نفت ارزان و منابع غنی هیدروکربنی، عدم شناخت کافی

این انرژی‌ها و مجهول ماندن مزایای استفاده آن توسط مردم و مسئولان و عدم توجه اقتصادی در سرمایه‌گذاری‌های اولیه روبه‌روست (چرا که انرژی‌های تجدیدپذیر در مقایسه با سوخت‌های فسیلی از هزینه بهره‌برداری پایین‌تر و هزینه‌های سرمایه‌گذاری بالاتری برخوردارند).

در انرژی‌های تجدیدپذیر، ویژگی‌هایی همچون سازگاری با طبیعت، عدم آلودگی محیط زیست، تجدیدپذیری، پراکندگی و گستردگی منابع آنها در تمام جهان باعث شده است تا این انرژی‌ها بویژه در کشورهای در حال توسعه از جاذبه بیشتری برخوردار گردند. از این رو، در برنامه‌ها و سیاست‌های بین‌المللی، از جمله در برنامه‌های سازمان ملل متحد و در راستای رسیدن به توسعه پایدار جهانی، اهمیت ویژه‌ای به منابع تجدیدپذیر انرژی داده می‌شود.

ایران علی‌رغم داشتن منابع عظیم نفت و گاز باید به منابع

- انتقال و به کارگیری فناوری‌های جدید در توسعه و بهره‌برداری از میادین نفتی و گازی  
- حفظ حاکمیت و اعمال تصرفات مالکانه دولت بر منابع نفت و گاز کشور

- ممنوعیت اعمال هرگونه مالیات و عوارض برای صادرات کالاهای غیرنفتی و خدمات

- وضع عوارض ویژه برای صادرات مواد اولیه فرآوری نشده، به منظور صیانت از منابع نفت و گاز و استفاده بهینه از آنها

- افزایش سهم صادرات غیرنفتی

از کل صادرات کشور از ۲۳/۱ درصد در سال ۱۳۸۲ به

۳۳/۶ درصد در سال ۱۳۸۸

- رشد متوسط سالانه ۱۰/۷ درصد

برای صادرات غیرنفتی و

ارتقای سهم صادرات کالاهای

غیرنفتی با فن‌آوری پیشرفته از

۲ درصد به ۶ درصد

- سیاست‌گذاری دولت در زمینه

تولید خودرو و سواری مطابق با

میزان مصرف سوخت در حد

استاندارد جهانی و عرضه آن با

قیمت رقابتی

- به کارگیری سیاست‌های تشویقی و ساز و کار قیمت عرضه گاز طبیعی فشرده و سوخت‌های جایگزین به منظور ایجاد عرضه حداقل ۳۰ درصد از کل خودروهایی تولیدی و وارداتی به صورت دوگانه سوز

- رعایت سقف در استفاده از منابع گاز در توسعه صنعتی و صنایع

انرژی‌بر و نیز در صنایع دارای مزیت نسبی با هدف صادراتی<sup>۳</sup>

نیاز به انرژی، یک ضرورت برای استمرار توسعه اقتصادی،

تدارک و تأمین رفاه و آسایش زندگی بشری است. اما در اینجا

این سؤال مهم مطرح می‌گردد که آیا منابع انرژی‌های فسیلی

جوابگوی نیازهای آتی جهان به انرژی برای بقاء، تکامل و توسعه

خواهند بود؟

دلایل متعددی برای منفی بودن پاسخ سؤال فوق می‌توان بر

شمرد: از جمله محدودیت و در عین حال مرغوبیت انرژی‌های

فسیلی که از نظر منطقی کاربردهایی بهتر از احتراق دارند و نیز



۵. انجام سرمایه گذاری با اولویت بندی هر یک از انرژی های تجدیدپذیر
۶. ایجاد برنامه ای مدون جهت انتقال و توسعه فناوری های مربوطه
۷. تدوین شیوه ها و زمینه های مشارکت مردمی در تولید غیرمتمرکز انرژی های نو

## بررسی اجمالی عملکرد گذشته ایران و برنامه آتی بخش انرژی های تجدیدپذیر

### الف. انرژی باد

پروژه های انرژی باد برای اولین بار در ایران در سایت های رودبار (۴ توربین در حال بهره برداری و امکان نصب ۷ توربین تکمیلی)، منجیل (۳۴ توربین در حال بهره برداری و امکان نصب ۱۹ توربین تکمیلی) و هرزویل (۲ توربین در حال بهره برداری و امکان نصب ۲ توربین تکمیلی) اجرا گردید.

پروژه های سهند تبریز، بابائیان منجیل، دیز باد بینالود و بجنورد در خراسان، امکان سنجی مناطق کهک، ده سیاهپوش، فیروزکوه و... از دیگر پروژه های اجرایی و مطالعاتی است.

سرمایه گذاری های انجام شده در پروژه های بادی تا پایان سال ۸۳ به صورت ارزی و ریالی در مجموع ۲۷ میلیون دلار و بیش از ۴۰۰ میلیارد ریال بوده است. کل سرمایه گذاری های لازم برای کل طرح های بادی جدید ۲۷ میلیون دلار و بیش از ۱۳۰۰ میلیارد ریال برآورد شده است که از طریق وزارت نیرو و سازمان انرژی اتمی دنبال می شود. این سرمایه گذاری ها موجب شد تا بخش خصوصی در کارخانه سدید صبا نیرو، تکنولوژی مورد نیاز برای ایجاد اولین کارخانه ساخت توربین های بادی در کشور را فراهم سازد و خط تولید چنین توربین هایی به راه افتد. اکنون علاوه بر تولید توربین های بادی برای نصب در داخل کشور، تعدادی نیز در ارمنستان در حال نصب هستند.

تجدیدپذیر انرژی مانند باد، انرژی خورشیدی، بیوماس، زمین گرمایی، برق آبی، هسته ای، پیل سوختی، بیوگاز که پتانسیل های قابل توجهی در سطح کشور دارند، توجه بیشتری بنمایند.

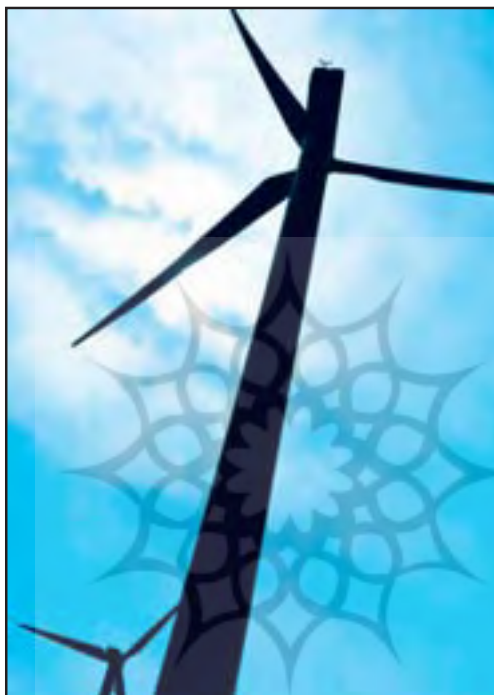
خوشبختانه در سطح جهانی گام های مثبتی در راه بهره برداری از این منابع برداشته شده و تحقیقات وسیع و سرمایه گذاری های اصولی در این زمینه ها صورت گرفته است.

با توجه به این گرایش ها در زمینه ی استفاده از انرژی های تجدیدپذیر و فن آوری های مربوط به آنها در کشورهای صنعتی و در حال توسعه، لازم است در ایران نیز راهبردها و برنامه های زیربنایی و اصولی در این رابطه تدوین شود. گرایش جهانی در توجه به بهره برداری از انرژی های تجدیدپذیر و پیامدهای مثبت زیست محیطی آن ایجاب می کند تا سازمان ها و مراکز متعددی در کشور، به مشارکت در اجرای چنین طرح هایی علاقمند شوند. اما توسعه و بهره برداری از انرژی های تجدیدپذیر در ایران هنوز

با چالش ها و مسائلی زیادی روبه روست. تدوین راهبردی جامع جهت بهره گیری بهتر از انرژی های تجدیدپذیر در کشور، مستلزم شناخت کامل وضعیت کنونی و تعیین دقیق وضعیت مطلوب آن در ابعاد مختلف است.

انتظار می رود با توسعه بهره گیری از انرژی های تجدیدپذیر طبق یک برنامه ی مشخص، بتوان بسیاری از چالش ها را شناسایی و راهکارهای مناسب، جهت مقابله با آنها ارائه کرد. در تدوین یک برنامه راهبردی به منظور استفاده بیشتر از انرژی های تجدیدپذیر لازم است مسایل ذیل مورد توجه قرار گیرند:

۱. پتانسیل هر یک از حامل های انرژی تجدیدپذیر در ایران
۲. شناسایی و انتخاب مناطق مناسب
۳. ترسیم یک چشم انداز مدون برای آینده انرژی های نو در ایران
۴. توجیه اقتصادی با توجه به عوامل گوناگون مطروح





سایت با نصب ۵۵ مگاوات نیروگاه زمین گرمایی در سال ۱۳۸۴ آغاز شده که در سال ۱۳۹۱ مورد بهره برداری قرار خواهد گرفت. سرمایه گذاری در این بخش از سوی سازمان انرژی اتمی و وزارت نیرو در مجموع ۶۵ میلیون دلار (به صورت ارزی) و ۵۰ میلیارد ریال (به صورت ریالی) است که تا پایان سال ۱۳۸۳ انجام گرفته است. کل سرمایه گذاری طرح حدود ۱۵۰ میلیون دلار و بیش از ۸۰۰ میلیارد ریال پیش بینی شده است.<sup>۵</sup>

انرژی زمین گرمایی، از حرارت حاصل از تجزیه مواد رادیواکتیو، هسته مذاب کره زمین، کوه زایی و واکنشهای درون زمین سرچشمه می گیرد. چشمه های آب گرم، نمونه هایی از انرژی زمین گرمایی هستند.

حدود بیست کشور از این انرژی برای گرم کردن خانه ها، گرم کردن آب و یا برای تولید الکتریسیته استفاده می کنند که مجموع قدرت اسمی کل نیروگاه های تولید برق از این روش در جهان به بیش از ۸ هزار مگاوات می رسد. این در حالی است که بیش از ۵۰ کشور جهان نیز با مجموع ظرفیت نصب شده بیش از ۱۵ هزار مگاوات حرارت از این منبع انرژی در کاربردهای غیر نیروگاهی بهره برداری می کنند. در حال حاضر تولید کلی این روش، کمتر از یک درصد از انرژی مورد نیاز جهان است.

انرژی زمین گرمایی برخلاف سایر انرژی های تجدیدپذیر (مثل انرژی خورشیدی، بادی، امواج و غیره) منشأ یک انرژی پایدار به شمار می آید. چنان که به طور مداوم و به صورت ۲۴ ساعت در روز و ۳۶۵ روز در سال می توان با بار کامل از آن برق یا انرژی حرارتی تولید کرد و این در حالی است که سایر انرژی های نو، فصلی و وابسته به زمان و شرایط خاصی هستند. با توجه به اینکه محل احداث واحدهای تولید برق زمین گرمایی دوردست و صعب العبور می باشند، هزینه ساخت و تولید برق در این واحدها، اصلی ترین عامل تأثیرگذار در زمینه ی ساخت نیروگاه های زمین گرمایی است.

سرمایه گذاری ها در بخش انرژی بادی سبب شد تا جهشی در این راستا صورت گیرد.

انرژی باد از جمله انرژی های تجدیدپذیر است که در مقایسه با دیگر انرژی های تجدیدپذیر به علت گستردگی، قدرت بازدهی بالا، و اقتصادی بودن در ابعاد وسیع تری مورد بهره برداری قرار گرفته و در جایگاه ویژه ای قرار دارد.

براساس نتایج پروژه تعیین پتانسیل باد در ایران، ایران کشوری با باد متوسط است، ولی برخی از مناطق آن، دارای باد مناسب و مداوم برای تولید برق می باشند. توان بالقوه انرژی باد در سایت های مطالعه شده حدود ۶۵۰۰ مگا وات بوده و اکثر نقاط دارای پتانسیل، در مناطق شرقی کشور واقع شده اند.

ارتقاء فن آوری، افزایش توربین ها و رفع محدودیت ها می تواند به فعالیت های مطالعاتی و اجرایی سرعت ببخشد.

### ب. انرژی زمین گرمایی

در این بخش بسته به نوع سیال به کار رفته در نیروگاه های

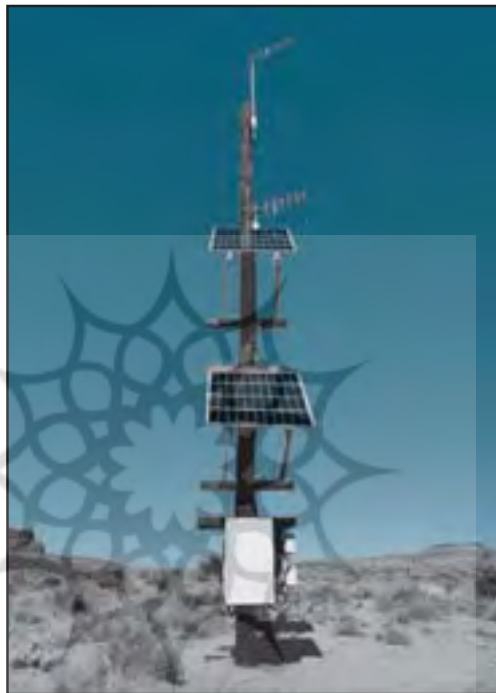
زمین گرمایی، دو نوع نیروگاه (که معمولاً عمر مفید کمتر از ۳۰ سال دارند) مورد بهره برداری قرار می گیرند:

۱. **سیالاتی که به شکل مایع و بخار می باشند:** در این نیروگاه ها در مخزن مربوطه، فاز بخار از مایع جدا شده و بخار باعث حرکت پره های توربین و تولید برق می گردد.

۲. **سیال تک فاز:** در این نیروگاه ها حرارت آب گرم به سیالی با نقطه جوشی پایین تر (ایزوبوتان، ایزوپنتان و) منتقل شده و بخار سیال باعث حرکت پره های توربین و تولید برق می گردد.

از جمله کاربردهای غیر نیروگاهی انرژی زمین گرمایی می توان به گرمایش خانگی، پرورش ماهی، مراکز گلخانه ای، ذوب برف و... اشاره نمود.

در سال ۱۳۷۵ عملیات اکتشاف نیروگاه زمین گرمایی در شهرستان مشکین شهر آغاز گردید و در سال ۱۳۸۳ این نیروگاه با ظرفیت ۲۵۰ مگاوات مورد بهره برداری قرار گرفت. توسعه



خورشیدی در دنیا، به نظر می آید در بخش هایی مانند گرمایش ساختمان ها، تولید آب گرم، طبخ غذا، خشک کن ها و آب شیرین کن ها، این انرژی می تواند با انرژی های رایج، رقابت کند. در حال حاضر، ساخت نیروگاه های مستقل خورشیدی به صرفه نیستند ولی نیروگاه های چرخه ترکیبی، همچون خورشیدی - گازی یا خورشیدی - بخاری بسیار اقتصادی می باشند.

فرهنگ سازی در استفاده همگانی از انرژی خورشیدی و شناساندن نقش آن در حفاظت از محیط زیست و مصرف بهینه ی سایر منابع و ارائه تسهیلات مورد نیاز به این بخش، می تواند همگانی شدن استفاده از این نوع انرژی را سرعت بخشد.

#### د. انرژی زیست توده، پیل سوختی و هیدروژن

زیست توده (بیوماس)، به هر موجود زنده که قابلیت رشد و نمو داشته و بر مبنای قوانین طبیعی تقسیم شوند اطلاق می شود و شامل جنگل ها، اجزاء گیاهان، برگ ها، موجودات زنده اقیانوس ها، زایادات حیوانی، پسماندهای شهری و غذایی و ... است. این مواد قابلیت ذخیره سازی انرژی را در خود دارند. در واقع در خلال پدیده فتوسنتز، دی اکسید کربن از طریق آب و خاک و هوا توسط انرژی خورشیدی در گیاهان ذخیره می شود و باعث رشد و نمو آنها می گردد. این انرژی خورشیدی در مواقع مصرف، قابلیت تبدیل به سایر اشکال انرژی را دارا می باشد.

زیست توده قابلیت تولید برق، حرارت، تولید سوخت های مایع و گازی و انواع کاربردهای مفید شیمیایی را دارد. زیست توده سهم بزرگی در میان دیگر انواع منابع انرژی های نو دارا می باشد.

منابع زیست توده که برای تولید انرژی مناسب هستند، طیف وسیعی از مواد را شامل می شوند که به طور عمده به شش گروه تقسیم می شوند:

- سوخت های چوبی؛
  - زایادات جنگلی، کشاورزی، باغداری و صنایع غذایی؛
  - زائدات جامد شهری (زباله ها)؛
  - فضولات دامی؛
  - فاضلاب های شهری؛
  - فاضلاب ها، پسماندها و زایادات آلی صنعتی.
- تولید انرژی از منابع زیست توده (همانند سوخت های فسیلی) برای تولید الکتریسیته و حرارت می باشد. منابع زیست توده

ارقام ارائه شده در مورد قیمت برق تولیدی در این واحدها با در نظر گرفتن ۳۰ سال عمر مفید و عدم استفاده از سوخت، محاسبه می شوند. هزینه واقعی ساخت نیروگاه های زمین گرمایی بیش از ۱۶۰۰ دلار به ازای هر کیلووات ساعت توان نیروگاه است.

#### ج. انرژی خورشیدی

از انرژی خورشیدی می توان برای مصارف خانگی، صنعتی، نیروگاهی و نیز استفاده از سیستم های فتوولتائیک (که مستقیم انرژی خورشید را به الکتریسیته تبدیل می کنند) بهره گرفت. از جمله کاربردهای دیگر انرژی خورشیدی خارج از شیوه نیروگاهی، تأمین آبگرم بهداشتی توسط آبگرم کن خورشیدی و حمام خورشیدی و تهویه مطبوع خورشیدی، کوره خورشیدی، اجاق های خورشیدی و آب شیرین کن خورشیدی است.

پروژه های نیروگاهی در بید یزد (شامل ۱۲ کیلووات ظرفیت نصب شده، قابل ارتقا تا ۴۰ کیلو وات)، سرکویر سمنان (۹۷ کیلووات ظرفیت نصب شده) و پروژه تحقیقاتی نیروگاه شیراز (به ظرفیت ۲۵۰ کیلو وات) از جمله پروژه های اجرایی و تحقیقاتی انجام شده توسط سازمان انرژی اتمی ایران و وزارت نیرو هستند.

سرمایه گذاری های انجام شده در پروژه های خورشیدی تا پایان سال ۸۳ حدود ۴۴ میلیارد ریال (عمدتاً به صورت ریالی) بوده و کل سرمایه گذاری لازم برای طرح جمعاً حدود ۷۰ میلیارد ریال برآورد شده است که از طریق وزارت نیرو و سازمان انرژی اتمی دنبال می شود.<sup>۷</sup>

ایران یکی از کشورهای است که از تابش نور خورشید با قدرت و توان مطلوب برخوردار است و از مناطق بسیار مستعد برای بهره گیری از انرژی خورشیدی می باشد به طوری که میزان تابش متوسط روزانه آفتاب به ۴ کیلووات ساعت بر مترمربع می رسد و متوسط تعداد ساعات آفتابی، از ۲۸۰۰ ساعت در سال بیشتر است. مقادیر ذکر شده به طور متوسط بیان شده اند و در شهرهای کویری کشور همچون یزد، ساعات آفتابی به ۳۲۰۰ ساعت نیز می رسد. استان های فارس، تهران، خراسان، یزد و سمنان از جمله مناطقی هستند که پتانسیل بالایی برای انرژی خورشیدی دارند.

با توجه به فن آوری های موجود و وسعت استفاده از انرژی

مناسب، در دسترس و در اختیار مصرف کننده قرار می دهد. هیدروژن در مقایسه با سوخت های دیگر می تواند با راندمان بالاتر و احتراق بسیار تمیز، به سایر اشکال انرژی تبدیل شود. سرمایه گذاری انجام شده بر روی پروژه های پیل سوختی و بیوماس تا پایان سال ۸۳ در مجموع حدود ۱۷ میلیارد ریال (بیشتر به صورت ریالی) بوده است و کل سرمایه گذاری لازم برای طرح حدود ۴۵ میلیارد ریال برآورد گردیده که از طریق وزارت نیرو و سازمان انرژی اتمی دنبال می شود.<sup>۸</sup>

#### ه. انرژی برق آبی

ایران با داشتن بیش از ۸۵ سد مخزنی در دست احداث، سومین کشور دنیا در سدسازی و کنترل منابع آب به شمار می رود.<sup>۹</sup> در ایران ظرفیت تولید انرژی برق آبی بیش از ۳۰ گیگاوات برآورد شده است که ۵ گیگاوات در دست بهره برداری، ۱۰ گیگاوات در دست اجرا و ۱۸ گیگاوات در مرحله طراحی و شناخت می باشد.

مجموع ظرفیت اسمی تولید نیروگاه های برق آبی در حال بهره برداری شامل نیروگاه های امیرکبیر (۹۱ مگاوات)، دز (۵۲۰ مگاوات)، سفیدرود (۸۸ مگاوات)، لتیان (۴۵ مگاوات)، زاینده رود (۵۶ مگاوات)، ارس (۲۲ مگاوات)، شهید عباسپور (۲۰۰۰ مگاوات)، کلان (۱۱۵ مگاوات)، جیرفت (۳۰ مگاوات)، مسجدسلیمان (۱۰۰۰ مگاوات)، کرخه (۳۹۹ مگاوات)، کوهرنگ (۱۳ مگاوات)، کارون ۳ (۵۰۰ مگاوات)، مارون (۷۵ مگاوات) و نیروگاه های کوچک (حدود ۵ هزار مگاوات) می شود که قادر به تولید بیش از ۱۰ هزار گیگاوات ساعت برق خواهد بود. ظرفیت قابل نصب طرح های اجرایی نیروگاه های بزرگ به بیش از ۱۰ هزار مگاوات می رسد که توان این را دارد تا سالانه به طور متوسط بیش از ۱۸۰ هزار گیگاوات ساعت برق تولید نماید.

در چشم انداز بیست ساله نظام جمهوری اسلامی ایران، وزارت نیرو مکلف به تولید ۲۰ هزار مگاوات ظرفیت تولید برق آبی است. در سال ۸۵ قرار بود از طریق نیروگاه های حرارتی

یکی از قدیمی ترین منابع انرژی در جهان هستند. این منابع در صورت استفاده مستقیم، قابلیت تولید حرارت را داشته و در صورت تولید سوخت های زیستی یا بیوگاز، قابلیت استفاده در ژنراتورها را دارند. همچنین این منابع پس از تولید بخار آب، در توربین ها جهت تولید برق به کار می روند.

راکتورها، گازسازهای زیست توده هستند که قابلیت تولید

گازهای سوختی در غیاب اکسیژن را دارند. ارزش حرارتی این گازها که بیوگاز نامیده می شود کمتر از ارزش حرارتی گاز طبیعی است. بیوگاز در میان سایر منابع تجدیدشونده، تنها منبعی است که قابلیت تولید سوخت های مایع، جامد و گازی را دارد و این به معنای کاربرد گسترده آن است. نوعی از سوخت ها (شامل اتانول مایع، متانول، بیودیزل و سوخت هایی همچون هیدروژن و متان) از منابع زیست توده به دست می آیند.

هیدروژن عمده ترین گزینه مطرح به عنوان حامل جدید انرژی است. فراوانی، سهولت تولید از

آب، مصرف تقریباً منحصر به فرد و سودمند هیدروژن برای محیط زیست، از جمله ویژگی هایی است که آن را از دیگر گزینه های مطرح، متمایز می کند. استفاده از پیل های سوختی (Fuel Cell)، جهت تأمین هم زمان الکتریسیته و حرارت به روش الکتروشیمیایی است. در این روش، که به عبارتی می توان آن را عمل الکترولیز معکوس قلمداد کرد، انرژی شیمیایی ذخیره شده در سوخت های فسیلی، بدون احتراق استخراج می شوند. این سیستم در مقایسه با سایر روش ها، از کارایی زیادی برخوردار است و آلودگی کمتری تولید می کند. پیل های سوختی، راه حل مناسبی برای مشکلات مختلف مربوط به انرژی هستند. هیدروژن را می توان با استفاده از انواع منابع انرژی اولیه تولید کرد و در تمام موارد و کاربردهای سوخت های فسیلی مورد استفاده قرار داد. هیدروژن، منابع تجدیدپذیر انرژی را تکمیل می کند و انرژی را در هر محل و هر زمان به صورتی



همچنین افزایش اشتغال در بخش های کشاورزی، دامداری، خدماتی و صنعتی پس از شروع بهره برداری از طرح، نتایج مستقیم و غیرمستقیم اجرای طرح های بزرگ برق آبی است که در چند مرحله قابل تحلیل و ارزیابی می باشد.

## اثرات اقتصادی تولید انرژی برق آبی

### ۱. قبل از ساخت

طولانی بودن مراحل انجام مطالعات و طراحی سدها و همچنین وجود فاصله زمانی قابل توجه بین تصمیم گیری و تأمین منابع مالی برای شروع طرح، نیاز به وجود راهبردی جامع نگر را آشکار می سازد تا طبق آن به ظرفیت های توسعه اعم از به کارگیری نیروی انسانی منطقه و تقویت مراکز علمی و دانشگاهی منطقه، همزمان با طراحی این پروژه ها جهت کاهش ریسک سرمایه گذاری، توجه لازم مبذول گردد.

### ۲. دوران ساخت

طی این فعالیت، برای تعداد زیادی از افراد بومی برای مدت به نسبت طولانی کار ایجاد می شود و از این طریق ضمن کنترل نرخ بیکاری به اقتصاد خانواده ها (در مقایسه با سایر اعتبارات عمرانی) کمک قابل توجهی می شود که نهایتاً به سرمایه گذاری مجدد در فعالیت های تولیدی و اعتباری منجر می گردد. از آثار منفی اجرای طرح های بزرگ در منطقه نیز می توان به جابجایی مردم از اراضی داخل مخزن و به زیر آب رفتن اراضی و باغات کشاورزی اشاره نمود.

### ۳. پس از ساخت

کنترل سیلاب، توسعه کشاورزی و سایر آثار کوتاه مدت اجرای طرح ها، دگرگونی چهره اقتصادی و اجتماعی منطقه را به دنبال خواهد داشت. به عنوان مثال مخزن سد کرخه با آبیاری ۳۲۰ هزار هکتار از اراضی پایین دست قادر خواهد بود ۱۰۵/۷ هزار هکتار از اراضی کشت آبی موجود، ۲۵/۶ هزار هکتار از اراضی کشت دیم موجود و ۱۸۸۷ هزار هکتار از اراضی جدید را آبیاری نموده و سالانه درآمد خالصی معادل ۹۸۲/۱ میلیارد ریال ایجاد نماید و همچنین اشتغال ۶۸۳ هزار نفر را به دنبال داشته باشد و ظرفیت هایی جهت پرورش ماهی، گردشگری، ورزش های آبی و پمپاژ آب برای آبیاری باغات در ارتفاعات بالادست نیز از این طریق فراهم می آید.

جدید، در مجموع ۴۱۳۴ مگاوات ظرفیت تولید برق وارد مدار شود، به علاوه واحدهای هشتم و نهم نیروگاه آبی کارون ۳ و همچنین ۲ واحد ۲۵۰ مگاواتی نیروگاه برق آبی مسجدسلیمان، در مجموع بیش از ۵ هزار مگاوات به ظرفیت تولید برق کشور خواهند افزود. مصرف برق کشور هر ده سال حدود دو برابر می شود اما به دلیل رشد کند مقدار تولید نیروگاه های آبی، نیاز به نیروگاه های حرارتی و به دنبال آن نیاز به سوخت مربوطه افزایش می یابد و همچنین به دلیل عدم بازسازی و نوسازی شبکه های فشار متوسط و ضعیف، اتلاف برق افزایش یافته است.

کل سرمایه گذاری انجام شده بر روی نیروگاه های برق آبی بزرگ تا پایان سال ۸۳ حدود ۱۸ هزار میلیارد ریال بوده و سرمایه گذاری لازم برای این طرحها در مجموع حدود ۴۵ هزار میلیارد ریال برآورد شده است که از طریق وزارت نیرو دنبال می شود. ' بالفعل نمودن پتانسیل های برق آبی در زمینه تولید انرژی برق و توسعه تأسیسات ذخیره و انتقال آب و تولید شش هزار و ۳۸۶ مگاوات انرژی برق آبی در برنامه چهارم توسعه، پیش بینی شده است.

عمر طولانی، راندمان بالا، عدم مصرف سوخت و عدم آلایندهی محیط زیست، پایین بودن هزینه تعمیر و نگهداری و بهره برداری، استفاده چند منظوره از منابع آبی و نیروگاه های برق آبی و کنترل سیلاب های مخرب را می توان از جمله مزایای نیروگاه های برق آبی برشمرد. ضمن اینکه این نیروگاه ها توان پاسخگویی بالا به نوسانات تقاضای برق را داشته و باعث کنترل فرکانس شبکه می شوند.

علاوه بر منابع مالی محدود برای سرمایه گذاری در نیروگاه های جدید، طولانی بودن دوران احداث و نیاز به توجه بیشتر به موضوعات زیست محیطی، از جمله چالش های اصلی توسعه و بهره برداری از نیروگاه های برق آبی به شمار می روند. نیروگاه های آبی، سازه های عظیم و پیچیده ای هستند که در زمانی طولانی (۶ تا ۹ سال) و با صرف هزینه های بسیار بنا شده و علاوه بر تولید برق، با احداث سدها و ایجاد مخازن، تغییرات اقلیمی و تحولات بسیاری در شرایط زندگی و توسعه اجتماعی، اقتصادی و حتی سیاسی منطقه اجرای طرح پدید می آورند.

ایجاد دریاچه های جدید، توسعه فعالیت های کشاورزی، دامداری و گردشگری، جابجایی و اسکان مجدد روستاهای منطقه اجرای طرح، افزایش اشتغال صنعتی و خدماتی در دوره اجرای طرح و ایجاد فرصت جهت کسب مهارت های مختلف و



برق و نیروگاه‌های برق به طور عمده به بخش تعاونی و یا بخش خصوصی و خرید برق از نیروگاه‌ها توسط مدیریت شبکه به صورت رقابتی اشاره نمود که امیدواریم نتایج ملموس این سیاست‌گذاری‌ها در آینده‌ای نزدیک مشاهده شود.

### و. نیروگاه‌های برق آبی کوچک

در حال حاضر تکنولوژی پیشرفته تولید انرژی برق آبی، بهره‌برداری از حداقل پتانسیل آبی را فراهم آورده است. در ایران نیز علیرغم موقعیت خاص اقلیمی و کمی نزولات جوی، پتانسیل‌های آبی فراوانی وجود دارد که امکان احداث نیروگاه‌های برق آبی کوچک و بزرگ در آن وجود دارد. نیروگاه‌های برق آبی از نظر قدرتی به نیروگاه‌های بسیار کوچک، متوسط، کوچک و بزرگ تفکیک می‌شوند. به غیر از نیروگاه‌های بزرگ که معمولاً با استفاده از سدهای مخزنی احداث می‌گردند، نیروگاه‌های برق آبی کوچک در مسیر آبی که از ارتفاعات



کوهستانی به پایین سرازیر می‌شوند، قرار می‌گیرند. هدف اولیه احداث نیروگاه‌های برق آبی کوچک در ایران، انتقال برق به مناطق روستایی بوده است. استفاده از نیروگاه‌های آبی کوچک در کشور ما می‌تواند عامل توسعه مناطق روستایی باشد که بدین ترتیب از مهاجرت بی‌رویه روستاییان به شهرها جلوگیری کرده و به دلیل چند منظوره بودن این تأسیسات، از آنها می‌توان جهت آبیاری زمین‌های کشاورزی نیز استفاده کرد.

تولید انبوه انرژی و انتقال به مناطق دورافتاده و بهره‌برداری از پتانسیل‌های کوچک به منظور تولید و انتقال انرژی به مناطق روستایی دو گزینه مکمل می‌باشند، چرا که تولید انرژی از مهاجرت‌های روستایی و روند تخلیه روستاهای کم جمعیت جلوگیری می‌کند و همچنین با توجه به اینکه بخش اعظم روستاهای بی‌برق کشور زیر یکصد خانوار جمعیت دارند و نصب نیروگاه‌های برق آبی بسیار کوچک (Hydro Power Plants)

حوزه سد کارون ۳ نیز قادر است ۹۰۰ شغل دائمی در کوتاه مدت ایجاد نموده و در برنامه‌های ۲ تا ۵ ساله نیز با تأکید بر ظرفیت‌های دریاچه سد کارون ۳، اشتغال دائمی حدود ۴۰۰۰ نفر در بخش‌های زراعت، شیلات، باغداری، زنبورداری، صنایع تبدیلی و خدمات مرتبط به آنها را به دنبال داشته باشد. علی‌رغم اینکه متوسط رشد مصرف برق در دنیا ۳ درصد و

متوسط رشد مصرف ۵ سال اخیر کشور ما تا پایان سال ۸۴، حدود ۹ درصد اعلام شده است، میزان ظرفیت مازاد تولید برق در زمان اوج مصرف در کشورهای صنعتی ۲۵ درصد و در ایران حدود ۳ درصد است.

همچنین در ایران سهم منابع حاصل از فروش برق در تأمین سرمایه‌گذاری این بخش در سال‌های اخیر تنزل کرده و طبق گزارش‌های سند برنامه‌های توسعه<sup>۱۱</sup>، این سرمایه‌گذاری‌ها با کاهش شدید منابع عمومی، منابع بانکی و منابع خارجی روبه‌رو بوده است.

با کاهش سرمایه‌گذاری بخش

دولتی در نیروگاه‌های حرارتی و تأمین منابع مالی از طریق تأمین مالی خارجی در بخش نیروگاه‌های برق آبی، می‌توان روند خصوصی‌سازی در این فعالیت‌ها را (مشابه اقداماتی که در خصوص نیروگاه‌های ۱۰۰۰ مگاواتی اصفهان و ۱۰۰۰ مگاواتی و سیکل ترکیبی خوی به عمل آمده است) تقویت نمود.

در همه بخش‌های انرژی از جمله بخش آب نیاز به راهبرد مناسب، جامع و هدفدار در مدیریت عرضه و مصرف انرژی با توجه به موقعیت سایر بخش‌های اقتصادی و ملاحظات توسعه پایدار وجود دارد. در واقع خلاء یک مرکزیت یگانه در بخش انرژی برای سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی جامع و بلندمدت، احساس می‌شود. خوشبختانه گام‌های اولیه در جهت سیاست‌گذاری صحیح در این بخش برداشته شده که از جمله می‌توان به تمرکز سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی کلان بخش برق در وزارت نیرو، و اگرچه اداره امور شرکت‌های دولتی بخش

استانداردهای زندگی، خطر گرم شدن بیش از حد کره زمین ناشی از پدیده گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های محیطی، مشکلات زیست محیطی، تهدید سلامت انسانها و کمبود منابع انرژی فسیلی از جمله مسائلی هستند که توجه کشورهای جهان را به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر جلب کرده‌اند به طوری که دولت‌ها در برنامه ریزی‌های خود، تأمین درصدی

از انرژی‌های مورد نیاز کشورشان را از طریق انرژی‌های نو منظور می‌نمایند. کشور پهناور ما ایران، به جهت موقعیت خاص جغرافیایی خود در شمار کشورهای مستعد جهان از نظر بهره‌گیری از این انرژی‌های نو به حساب می‌آید. در سیاست‌های کلی نظام جمهوری اسلامی ایران در مورد انرژی، به ایجاد تنوع در منابع انرژی کشور و استفاده از آن با رعایت مسایل زیست محیطی و تلاش برای افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر با اولویت انرژی‌های آبی اشاره شده است که در برنامه چهارم توسعه نیز به راهبردهای



نفت، گاز و انرژی با رویکرد ویژه به انرژی‌های بومی که بر پایه منابع پایدار داخلی بنا نهاده می‌شوند، توجه شده و افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد انرژی با حرکتی هرچند آهسته دنبال می‌شود. انتظار می‌رود به منظور تنوع در استفاده از ظرفیت‌ها، به بهره‌مندی از انرژی‌های نو و تولید نیروگاه‌های برق آبی توجه بیشتری معطوف گردد.

از مزایای ویژه نیروگاه‌های برق آبی می‌توان به عمر طولانی، راندمان بالا، عدم مصرف سوخت و آلاینده‌های محیط زیست، پایین بودن هزینه تعمیر و نگهداری و بهره‌برداری، استفاده چندمنظوره از منابع آبی و کنترل سیلاب‌های مخرب اشاره نمود. ضمن اینکه این نیروگاه‌ها توان پاسخگویی مناسب‌تری به نوسانات تقاضا را دارند.

ضمن بررسی‌ها با مرور اقدامات صورت گرفته و برنامه‌های آتی، پیشنهادهایی جهت اصلاح و تکمیل برنامه‌ها به شرح زیر ارائه می‌گردد:

(Micro) نیز بعضاً غیراقتصادی هستند، بنابراین نیروگاه‌های برق آبی در هر حال باید متصل به شبکه سراسری طراحی و احداث گردند.

ایجاد ساز و کار مناسب برای رشد بهره‌وری عوامل تولید (انرژی، سرمایه، نیروی کار، آب و خاک)، توجه به ارزش اقتصادی، امنیتی، سیاسی و زیست محیطی آب در استحصال و همچنین

عرضه، نگهداری، مصرف و مهار آب‌هایی که از کشور خارج می‌شوند و اولویت استفاده از منابع آب‌های مشترک از جمله راهکارهای اجرایی است که برای تحقق اهداف کلان در بخش انرژی‌های برق آبی باید مورد توجه قرار گیرد. کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، تأمین آب شرب، صنعت و کشاورزی، کنترل و مهار سیل آب‌های مخرب، توسعه صنعت شیلات، ایجاد جاذبه گردشگری، قابلیت کنترل فرکانس و متعادل کننده منحنی بار شبکه برق، تولید انرژی پاک از منابع تجدیدپذیر و توسعه منطقه‌ای از جمله دستاوردهای مهم این طرح‌ها خواهند بود.

### جمع بندی و پیشنهادها

در این مقاله به دنبال مروری کوتاه بر اهمیت و نقش انرژی‌های تجدیدپذیر و بررسی اجمالی عملکرد گذشته و برنامه آتی ایران در این بخش بودیم. بررسی‌ها نشان داد که شناخت ویژگی‌های طبیعی همراه با نیازهای ملی و منطقه‌ای، باعث برنامه ریزی پایدار و مداخله کنترل شده در منابع طبیعی خواهد شد. با توجه به نیاز روزافزون به منابع انرژی و محدود بودن منابع انرژی فسیلی، ضرورت سالم نگه داشتن محیط زیست، کاهش آلودگی هوا، محدودیت‌های برق‌رسانی و تأمین سوخت برای نقاط و روستاهای دورافتاده و... استفاده از انرژی‌های نو مانند انرژی باد، انرژی خورشیدی، هیدروژن و انرژی زمین گرمایی می‌تواند جایگاه ویژه‌ای داشته باشد. انفجار جمعیت و رشد روزافزون تقاضای انرژی، بالارفتن

۱. ایجاد ساز و کار مناسب برای رشد بهره‌وری عوامل تولید (انرژی، سرمایه، نیروی کار، آب و خاک)، توجه به ارزش اقتصادی، امنیتی، سیاسی و زیست محیطی آب در استحصال، عرضه، نگهداری، مصرف و مهار آب‌هایی که از کشور خارج می‌شوند و اولویت استفاده از منابع آب‌های مشترک از جمله راهکارهای اجرایی برای تحقق اهداف کلان در بخش انرژی‌های برق آبی است.
۲. انتقال فن آوری انرژی‌های تجدیدپذیر (که به میزان زیادی متکی به صنعت و مواد اولیه داخلی است) ضمن صرفه‌جویی ارزی، فرصت‌های جدید اشتغال و افزایش تولید داخلی را ایجاد می‌کند.
۳. با ارائه تسهیلات دراز مدت و تشویق سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر، زمینه جذب صحیح سرمایه و در نهایت ارتقاء صنعت و رشد تولید ناخالص ملی فراهم می‌گردد.
۴. با توجه به ابلاغ تفسیر اصل ۴۴ قانون اساسی از سوی مقام معظم رهبری، در جهت رفع ابهام و شفاف شدن واگذاری‌ها به بخش خصوصی و کاهش بار سنگین مسوولیت‌های سرمایه‌گذاری از دوش دولت، می‌توان گام‌های جدیدی برداشت.
۵. با کاهش سرمایه‌گذاری بخش دولتی در نیروگاه‌های حرارتی و تامین منابع مالی از طریق تأمین مالی خارجی در بخش نیروگاه‌های برق آبی می‌توان روند خصوصی‌سازی در این فعالیتها را تقویت نمود.
۶. ایجاد مرکزیتی یگانه در بخش انرژی برای سیاست‌گذاری و تدوین برنامه‌ای جامع و بلندمدت، می‌تواند ابهامات ساختاری و ناهماهنگی در سیاست‌گذاری‌ها را کاهش دهد.
۷. تولید ژنراتورهای خانگی می‌تواند وابستگی مصارف خانگی به نیروگاه‌های بزرگ و سراسری را کاهش دهد. این موضوع می‌تواند سرآغاز فعالیتهای مطالعاتی به منظور امکان‌سنجی، بررسی موانع و راهکارهای ایجاد مشارکت شهروندان در تولید انرژی (حداقل برای مصارف خانگی) و با تأکید بر انرژی‌های تجدیدپذیر باشد.

## منابع

- پی‌نوشت**
۱. امیرمعینی، مهران. حاجی میرزایی، سیدمحمدعلی، رژیم‌های مالی در صنعت نفت، نظام مالی دولت و شرکت ملی نفت ایران، موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، چاپ اول، تهران، ۱۳۸۳
  ۲. سند چشم‌انداز بیست‌ساله نظام جمهوری اسلامی
  ۳. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، سند برنامه‌های توسعه اقتصادی اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران
  ۴. ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۳
  ۵. ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۳
  ۶. تارنمای سازمان انرژی‌های نو ایران
  ۷. ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۳
  ۸. ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۳
  ۹. کمیسیون بین‌المللی سدهای بزرگ (ICOLD)، آمار منشر شده تا پایان سال ۱۳۸۳
  ۱۰. ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۳
  ۱۱. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، گزارش‌های سالیانه برنامه‌های توسعه اقتصادی اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران