توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور: موانع و راهبردها

داود منظور[۱] ، لیلی نیاکان[۲]

تاریخ دریافت مقاله:
۱۳۹۱/۴/۲۵
تاریخ پذیرش مقاله:
۱۳۹۱/۶/۶

چکیده:

انرژی پایدار به مفهوم استفاده از منابع به شیوه‌ای است که انرژی لازم برای جمعیت فعلی فراهم شود و شرایط نسل‌های آتی نیز مورد توجه قرار گیرد. انرژی‌های تجدیدپذیر شامل انرژی خورشید، باد، آب، امواج و جزر و مد، بیوماس و زمین‌گرمایی می‌توانند نقش مؤثری در این خصوص ایفا نمایند. استفاده از انرژی تجدیدپذیر، منافع کوتاه، میان و بلندمدت قابل ملاحظه‌ای را به‌همراه دارد: امنیت عرضه انرژی، توسعه پایدار صنایع محلی، ایجاد اشتغال و پایداری زیست‌محیطی. انرژی‌های تجدیدپذیر با قابلیت ایجاد فرصت‌های شغلی و درآمدزایی، باعث توانمندسازی و تقویت خوداتکایی جوامع محلی شده و به تحقق اهداف فقرزدایی کمک می‌کند. لازمه استفاده از فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر و توسعه بازارها، برطرف کردن موانع مالی، قانونی، مقررات‌گذاری و سازمانی موجود می‌باشد. تنظیم نقشه راه برای توسعه انرژی تجدیدپذیر در یک رویکرد سه مرحله‌ای، استفاده از محرک‌های سیاستی تشویقی، بهبود رقابت و مقررات‌زدایی فضای بازار به‌همراه افزایش قابل توجه در مقیاس فعالیت‌ها در توسعه انرژی تجدیدپذیر متناسب با توسعه پایدار اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی مؤثر خواهد بود.

کلمات کلیدی:
انرژی تجدیدپذیر، توسعه پایدار، رقابت‌پذیری، نقشه راه

۱) دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه امام صادق (ع) manzoor@isu.ac.ir
۲) دانشجوی دکتری دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران (نویسنده مسئول) leili.niakan@yahoo.com

مقدمه

انرژی پایدار به مفهوم استفاده از منابع به شیوه‌ای است که انـرژی لازم بـرای جمعیـت فعلـی فـراهم شـود و شـرایط نسل‌های آتی نیز مورد توجه قرار گیرد. انرژی‌های تجدیدپذیر شامل انرژی خورشید، باد، آب، امواج و جزر و مد، بیومـاس و زمین‌گرمایی می‌توانند نقش مؤثری در این خصوص ایفا نمایند [۲].

استفاده از انرژی تجدیدپذیر، منافع کوتاه، میان و بلندمدت قابل ملاحظه‌ای را به‌همراه دارد: امنیت عرضه انرژی، توسعه پایدار صنایع محلی، ایجاد اشتغال و پایداری زیست‌محیطی. این درحالی است که منابع انرژی فسیلی، علاوه بر تجدیدناپذیر بودن، به‌دلیل انتشار گازهای گلخانه‌ای نظیر دی‌اکسیدکربن، اثـرات منفـی بسـیاری بـر سـلامت و محـیط زیسـت دارنـد. انرژی‌های تجدیدپذیر با قابلیت ایجاد فرصت‌های شغلی و درآمدزایی، باعث توانمندسازی و تقویت خوداتکایی جوامع محلی شده و به تحقق اهداف فقرزدایی کمک می‌کند. تولید برق از منابع تجدیدپذیر از جمله مولدهای برق‌آبی کوچک[۱] و مصارف انرژی غیر الکتریکی نظیر گرم‌کننده‌ها و خشک‌کننده‌های خورشیدی، پمپ‌های بادی و تصـفیه‌کننـده‌هـای خورشـیدی در توسعه پایدار شهرها و روستاها در کشورهای درحال توسعه نقش مثبتی ایفا می‌کنند. انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توانند به‌جای سوخت‌های فسیلی و فناوری‌های آلاینده جایگزین شده و با ایجاد صنایع جدید، فرصت‌های شغلی جدیدی را فراهم کننـد. اشتغال‌زایی سامانه‌های تولید انرژی تجدیدپذیر به‌دلیل ماهیت آن بیش از اشتغال‌زایی ناشی از توسعه سوخت‌هـای فسـیلی بوده و عمدتاً به‌صورت بومی و محلی می‌باشد، چرا که فرایند نصب، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری از انرژی‌های تجدیدپـذیر عمدتاً در مناطق روستایی و محروم انجام می‌شود. چنین مناطقی از نرخ بیکاری بیشتری برخوردارند و کاربرد این سیستم‌ها می‌تواند در تثبیت جمعیت ساکن در این مناطق مفید واقع شده و تأثیر به‌سزایی در کاهش میزان محرومیت ایـن منـاطق و افزایش رشد و بهره‌وری کشور داشته باشد [۲].

انرژی‌های تجدیدپذیر کمتر در معرض نوسانات قیمت در بازارهای جهانی قرار دارنـد و از ایـن رو بـه ثبـات اقتصـادی کشورها کمک می‌کنند. وجود شبکه‌های پراکنده و مستقل انرژی‌های تجدیدپذیر در سطح محلی و منطقه‌ای، ثبات شـبکه را افزایش داده و احتمال خاموشی سراسری را کاهش می‌دهد. توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر امکان وقوع حـوادث و فجـایع زیست‌محیطی را کاهش داده و به علاوه، حفاظت از آنها به‌آسانی امکان‌پذیر می‌باشد.

امروزه سیاست‌گذاران در سرتاسر جهان توجه ویژه‌ای به مساله توسعه انرژی تجدیدپذیر داشته و بـا توجـه بـه افـزایش قیمت سوخت‌های فسیلی به سمت انرژی‌هـای تجدیدپـذیر روی آورده‌انـد. در سـال‌هـای اخیـر، اسـتفاده از منـابع انـرژی تجدیدپذیر به‌ویژه در کشورهای صنعتی با سرعت زیادی در حال افزایش بوده و این کشورها همچنان به‌دنبال افزایش سهم

۱) Pico/Micro

منابع تجدیدپذیر در سبد انرژی خود می‌باشند. کشور ما نیز علیرغم داشتن منابع فسیلی فراوان، از این قاعده مستثنی نیست. با توجه به برخورداری کشور از پتانسیل مطلوب و مناسب انرژی‌های تجدیدپذیر، توسعه منطقی این منابع ارزشمند و خداداد موجه به‌نظر می‌رسد.

چشم انداز استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر

هم اکنون ۷۸ درصد انرژی جهان از سوخت فسیلی، ۲/۸ درصد از انرژی اتمی و ۱۹/۲ درصد از انرژی‌های تجدیدپذیر همچون خورشیدی و بادی تامین می‌شود. در سال ۲۰۰۸، از کل عرضه انرژی اولیه در جهان، ۲/۲۴ درصد از انرژی آبی، ۰/۷۲ درصد از انرژی زمین گرمایی و خورشیدی و ۹/۹۸ درصد از سایر منابع تجدیدپذیر و پسماندهای قابل احتراق بوده است. در همین سال، از کل مصرف نهایی انرژی در جهان، ۰/۱۷ درصد آن از انرژی زمین‌گرمایی و خورشیدی و ۱۲/۷ درصد آن از سایر منابع تجدیدپذیر و پسماندهای قابل احتراق صورت گرفته که عمده آن در بخش خانگی مصرف شده است. بیشترین تولید برق از نیروگاه‌های حرارتی خورشیدی، زمین‌گرمایی، پسماندهای شهری و صنعتی در سال ۲۰۰۹ به ایالات متحده آمریکا اختصاص داشته است. در همین زمان، بیشترین برق حاصل از منابع زیست‌توده مایع، بیوگاز و فتوولتائیک در کشور آلمان و بیشترین میزان برق‌آبی در کشور کانادا تولید شده است.

در ۷۳ کشور جهان اهداف راهبردی برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر تدوین و سیاست‌گذاری‌های لازم برای سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ انجام شده است. در این راستا، کشورهای پیشرو اروپا در کمیسیونی در سال ۲۰۰۷، هدف تأمین ۲۰ درصد از احتیاجات انرژی خود از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر تا سال ۲۰۲۰ را مقرر کرده‌اند. هم‌اکنون سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تأمین انرژی مورد نیاز قاره اروپا در حدود ۸/۵ درصد است. به‌عنوان مثال، در کشور آلمان سهم برق تولیدی از انرژی‌های تجدیدپذیر در سال ۲۰۰۰ به میزان ۶/۳ درصد بوده که هدف این کشور افزایش این سهم به ۲۷ درصد در سال ۲۰۲۰ و حداقل ۴۵ درصد تا سال ۲۰۳۰ است. در کشور آمریکا نیز تا پایان سال ۲۰۰۷ انرژی‌های تجدیدپذیر سهم ۷ درصدی در تأمین انرژی مصرفی داشته‌اند و پیش‌بینی شده است که منابع تجدیدپذیر تا سال ۲۰۳۰ بیش از ۱۲/۵ درصد از برق این کشور را تأمین کند. قابل توجه است که کشور در حال توسعه هند از نظر ظرفیت نصب شده انرژی تجدیدپذیر، مقام پنجم و به‌لحاظ ظرفیت بادی موجود، مقام چهارم جهان را دارا می‌باشد.

براساس سناریوی مرجع در پیش‌بینی تولید و مصرف انرژی در جهان، تولید برق از انرژی‌های تجدیدپذیر با رشد سالانه ۳ درصد، سریع‌ترین رشد را درمیان سایر منابع تولید برق خواهد داشت. پیش‌بینی می‌شود سهم تجدیدپذیرها از کل برق تولیدی جهان، از ۱۸ درصد در سال ۲۰۰۷ به ۲۳ درصد در سال ۲۰۳۵ برسد که بیش از ۸۰ درصد این رشد از نیروگاه‌های برق‌آبی و بادی خواهد بود. علیرغم سهم ناچیز نیروگاه‌های خورشیدی، انتظار می‌رود از رشد قابل ملاحظه‌ای برخوردار باشد.

در کشور ایران و در سال ۱۳۸۸، از کل تولید انرژی اولیه کشور به میزان ۲۴۶۷/۲ میلیون بشکه معادل نفت خام، ۶۳

درصد آن به نفت و فرآورده‌های نفتی، ۳۵/۱ درصد آن به گاز طبیعی، ۰/۲ درصد آن به ذغال‌سنگ، ۰/۲ درصد به منابع تجدیدپذیر قابل احتراق و ۰/۲ درصد آن به انرژی بادی، آبی و خورشیدی اختصاص داشته است. به‌عبارتی، تنها ۰/۴ درصد از عرضه انرژی در کشور از انرژی تجدیدپذیر حاصل شده است. از طرفی، تنها ۰/۵ درصد از کل انرژی مصرفی بخش‌های مصرف‌کننده کشور توسط منابع تجدیدپذیر تامین می‌شود.

ایران از ظرفیت‌های مناسبی در بخش منابع تجدیدپذیر برخوردار است که با برنامه‌ریزی مناسب می‌توان از این منابع برای تامین بخشی از انرژی الکتریکی مورد نیاز کشور استفاده کرد. اطلاعات اولیه نشان می‌دهد که امکان تولید بیش از ۱۰ هزار مگاوات انرژی الکتریکی با استفاده از باد در کشور وجود دارد. طی برنامه چهارم توسعه کشور، ظرفیت نصب شده نیروگاه‌های بادی کشور با ۹۰ درصد رشد از ۴۷/۶ مگاوات در سال ۱۳۸۴ به ۹۰/۶ مگاوات در سال ۱۳۸۸ رسید. در طول برنامه پنجم توسعه قرار است ۷۰۰ مگاوات برق توسط نیروگاه‌های بادی دولتی و۱۳۰۰ مگاوات توسط نیروگاه‌های بادی خصوصی تولید شود. به‌عبارتی، تولید برق در برنامه پنجم توسط نیروگاه‌های بادی دولتی و خصوصی به ۲۰۰۰ مگاوات خواهد رسید.

با توجه به ظرفیت تابش نور خورشید به میزان متوسط روزانه ۵ کیلووات ساعت بر متر مربع در ۹۰ درصد مساحت کشور در بیش از ۳۰۰ روز آفتابی، در آینده نه چندان دور خورشید به‌عنوان یک منبع بزرگ تولید انرژی الکتریکی و حرارتی برای کشور محسوب خواهد شد.

در زمینه برق‌آبی‌ها، علیرغم وجود مشکلاتی نظیر عدم تامین سرمایه مورد نیاز، محدودیت‌های منطقه‌ای، سیلاب‌های سنگین و مخرب، تحریم‌های سیاسی و اقتصادی و محدودیت در تامین مصالح لازم برای احداث سد، با توجه به سیاست‌های کاهش اثر آلاینده‌ها در محیط زیست و کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی، احداث سد و کنترل آب برای تولید برق‌آبی از اولویت‌های بخش انرژی کشور است. از کل ظرفیت نیروگاه‌های برق‌آبی در حال بهره‌برداری، ۹۱/۳۱ درصد آن را نیروگاه‌های آبی بزرگ، ۸/۰۵ درصد را نیروگاه آبی متوسط و مابقی را نیروگاه‌های آبی کوچک، مینی و میکرو تشکیل می‌دهد.[۱] ایران در حال حاضر از نظر اجرای نیروگاه‌های برق‌آبی، ۱/۲ درصد از تولید انرژی برق‌آبی جهان و ۲/۲ درصد از ظرفیت برق‌آبی جهان را در دست اجرا و ۴/۲درصد از کل طرح‌های انرژی برق‌آبی دنیا را نیز در دست مطالعه دارد. تا پایان برنامه پنجم توسعه با افزایش پنج هزار مگاوات، میزان ظرفیت نصب شده پروژه‌های نیروگاهی برق‌آبی کشور به ۱۳هزار مگاوات خواهد رسید. لازم به ذکر است که در زمینه تولید برق‌آبی آنچه به‌عنوان انرژی تجدیدپذیر مورد توجه قرار می‌گیرد، نیروگاه‌های آبی کوچک است که بر اساس ارقام ذکر شده، سهم بسیار اندکی از کل تولید برق‌آبی را به‌خود اختصاص می‌دهد.

---

۱) ترازنامه انرژی کشور، ۱۳۸۸

موانع توسعه انرژی تجدیدپذیر

اگرچه طی سال‌های گذشته و در برنامه‌های توسعه، استفاده بیشتر از انرژی‌های تجدیدپذیر هدف‌گذاری شده است، اما به‌دلیل مشکلات فراوانی که بر سر راه به‌کارگیری این انرژی‌ها در کشور وجود دارد، سرمایه‌گذاران رغبت چندانی برای حضور در این حوزه از انرژی ندارند. هر چند اقدامات متعددی در کشور برای توسعه تجدیدپذیرها صورت گرفته است، ولی عملاً مقیاس فعالیت‌ها از نوع پایلوت و نمونه‌سازی آزمایشگاهی بوده که از جمله در زمینه پیل سوختی، زمین‌گرمایی، خورشیدی و بیوماس ظرفیت‌های اندکی ایجاد شده است. موانع عدیده‌ای بر سر راه توسعه و استفاده بیشتر از انرژی تجدیدپذیر وجود دارد که اهم آنها عبارتند از:

– فناوری: بسیاری از فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر پرهزینه و نسبتاً پیچیده بوده و در مقایسه با عرضه انرژی سنتی، نیازمند هزینه سرمایه‌ای بالاتر برای عرضه انبوه انرژی در مناطق شهری یا صنایع عمده می‌باشند. علاوه بر این، عرضه خدمات، بهره‌برداری و نگهداری از تجهیزات انرژی تجدیدپذیر به‌آسانی میسر نیست. به این موانع، محدودیت‌های ناشی از تحریم‌های گسترده را نیز باید افزود [۵].

– سازوکارهای سیاستی و اجرایی: استفاده از فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر به سرمایه‌گذاری اولیه قابل توجهی نیاز دارد و قبل از رسیدن به مرحله سودآوری، بایستی برای دوره نسبتاً طولانی مورد حمایت قرار گیرد. برقراری سازوکاری که استفاده و توسعه انرژی تجدیدپذیر را تشویق و حمایت کند و ایجاد بدنه کارشناسی برای مقررات‌گذاری بر فعالیت‌های انرژی تجدیدپذیر به‌آسانی امکان‌پذیر نیست. همچنین مصرف‌کنندگان نسبت به منافع و فرصت‌های انرژی تجدیدپذیر آگاهی کافی ندارند [۵].

– اقتصاد مالی: نظام اقتصادی و اجتماعی خدمات انرژی در کشور مبتنی بر توسعه متمرکز منابع سنتی انرژی، به‌ویژه تولید برق، عرضه گاز و عرضه سوخت مایع می‌باشد. علاوه بر این، قیمت انرژی‌های حاصل از منابع تجدیدپذیر هنوز بالا است. از سوی دیگر، هنوز موانع جدی بر سر راه دسترسی آزاد و بدون تبعیض از زیرساخت‌های کلیدی انرژی نظیر شبکه ملی برق و زیرساخت سوخت‌های مایع و گازی وجود دارد. در حال حاضر اگرچه هزینه قیمت تمام شده انرژی‌های نو در مقایسه با سایر انرژی‌ها بالاتر است، اما برخی کشورها در مسیر حرکت به سمت استفاده از این انرژی، در حال ساخت تجهیزات و فناوری‌هایی هستند که بتوانند قیمت تمام شده در تولید انرژی نو و تجدیدپذیر را به حداقل برسانند [۵].

آمارها حاکی از آن است که سرمایه‌گذاری دربخش انرژی‌های نو اگرچه با فراز ونشیب‌هایی مواجه است، اما انتظار می‌رود در سال‌های آتی کفه مزایای سرمایه‌گذاری سنگین‌تر از مشکلات و معایب آن شده و بخش خصوصی حاضر به پذیرش ریسک در این زمینه شود.

لازمه استفاده از فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر و توسعه بازارها، برطرف کردن موانع مالی، قانونی، مقررات‌گذاری و

سازمانی موجود می‌باشد. در این راستا، استفاده از سیاست‌های تشویقی توسعه انرژی تجدیدپذیر، به‌ویژه برای برنامه‌های تحقیقاتی و پروژه‌های قابل سرمایه‌گذاری، تاسیس صندوق انرژی تجدیدپذیر و توسعه انرژی تجدیدپذیر متناسب با توسعه پایدار اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی یقیناً موثر خواهد بود. تشویق سرمایه‌گذاران خصوصی به سرمایه‌گذاری در زمینه انرژی تجدیدپذیر، نقشی کلیدی در توسعه نیروگاه‌ها دارد. در این راستا، دولت موظف به خرید برق تولیدی از منابع تجدیدپذیر توسط بخش خصوصی بوده و با هدایت سرمایه‌گذاران بخش خصوصی جهت انجام مطالعات امکان‌سنجی، صدور مجوز احداث، کمک به تامین اعتبار و عقد قرارداد اولیه برای خرید برق، زمینه را برای حضور هر چه بیشتر این بخش در تولید انرژی تجدیدپذیر هموار می‌سازد.

رقابت‌پذیری انرژی‌های‌تجدیدپذیر

استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در مقایسه با سوخت‌های فسیلی، هر چند از هزینه بهره‌برداری بسیار اندک برخوردار است، لکن هزینه‌های سرمایه‌گذاری بسیار بالاتر و حتی چندین برابر دارد. به‌عنوان مثال، هزینه‌های سرمایه‌گذاری توربین‌های بادی حداقل سه برابر، نیروگاه‌های حرارتی خورشیدی بیش از ۸ برابر و سیستم‌های فتوولتائیک حدود ۱۰ برابر هزینه سرمایه‌گذاری توربین‌های گازی است. در حقیقت، همین موانع سبب شده که سهم انرژی‌های نو در حال حاضر کمتر از ۲ درصد و در سال ۲۰۲۰ حدود ۴ درصد از کل انرژی مصرفی جهان پیش‌بینی شود. استفاده از منابع انرژی جدید، به جای منابع فسیلی الزامی است. سیستم جدید انرژی آینده باید متکی به تغییرات ساختاری و بنیادی باشد که در آن منابع انرژی بدون کربن، نظیر انرژی خورشیدی، هسته‌ای و بیوماس مورد استفاده قرار می‌گیرند. در حال حاضر، دلایل متعددی نفوذ و توسعه انرژی‌های نو را کند و محدود ساخته است.

بسیاری از اشکال انرژی تجدیدپذیر از سوخت‌های فسیلی گران‌ترند. جدول شماره ۱ هزینه نهایی تقریبی بلندمدت برای تولید هر مگاوات ساعت انرژی از هر یک از منابع انرژی را نشان می‌دهد. همچنین نسبت تولید هر مولد به حداکثر ظرفیت آن (بهره‌برداری از مولد در حداکثر بار ساعتی سالانه) نیز آورده شده که این نسبت را "ضریب ظرفیت"[۱] گویند. لازم به ذکر است که ظرفیت نصب شده هر مولد بر حسب مگاوات و محصول تولید شده بر حسب مگاوات ساعت یا گیگاوات ساعت بیان می‌شود [۳].

همانگونه که ملاحظه می‌شود، تولید برق از گاز طبیعی اغلب با کمترین ضریب ظرفیت برخوردار است. تولیدکنندگان برق از توربین‌های گازی سیکل باز تنها در زمان‌های تقاضای اوج مصرف استفاده می‌کنند، زیرا این مولدها می‌توانند به‌سرعت به افزایش تقاضا پاسخ دهند، اما هزینه بالایی دارند. انرژی خورشیدی، گران‌ترین منبع تولید برق است و از بین انرژی‌های

۱) Capacity Factor

تجدیدپذیر به‌لحاظ پایین بودن ضریب ظرفیت، در رتبه سوم قرار دارد. از بین انواع انرژی، ذغال‌سنگ کمترین هزینه و بالاترین ضریب ظرفیت را دارد که البته مسائل مربوط به انتشار گازهای گلخانه‌ای استفاده از آن را محدود می‌کند [۳].

جدول شماره ۱ : هزینه نهایی تقریبی بلندمدت و ضریب ظرفیت

نوع انرژی	هزینه هر مگاوات ساعت بر حسب دلار(۱)	ضریب ظرفیت بر حسب درصد(۲)
گاز (توربین گازی سیکل باز)	۶۵-۹۶(۳)	۲-۹۰
برق‌آبی	۶۰-۱۵۰	۱۵(۴)
خورشیدی (تاسیسات فتوولتائیک)	۱۹۰	۲۰-۲۲
امواج و جزر و مد	نامشخص(۵)	۲۵-۳۰
باد	۸۰-۱۲۰	۳۰
زمین‌گرمایی	۷۰-۸۷(۶)	۸۰-۹۰(۷)
ذغال‌سنگ	۳۵	۸۰-۹۰
بیوماس	۷۰-۱۵۸	-(۸)

منبع: اطلاعات بازاری اداره عمومی ممیزی انگلستان

(۱)- هزینه نهایی بلندمدت، هزینه تولید یک مگاوات ساعت برق را نشان می‌دهد. این هزینه در موقعیت‌های مختلف و بر حسب نوع فناوری و شرایط محیطی متفاوت است.

(۲)- ضریب ظرفیت برابر با نسبت تولید انرژی سالانه به حداکثر تولید ممکن است، اگر از نیروگاه در قدرت کامل در هر ساعت از سال بهره‌برداری شود.

(۳)- هزینه گاز به شکل فناوری تولید به کار رفته بستگی دارد.

(۴)- ضریب ظرفیت بستگی به میزان نزولات جوی و ذخیره سد دارد.

(۵)- هزینه هر مگاوات ساعت مشخص نیست، زیرا فناوری آن در حال توسعه بوده و انواع گوناگونی دارد.

(۶)- فناوری آن هنوز گسترش نیافته و هزینه زیرساخت انتقال نیز قابل توجه است.

(۷)- ضریب ظرفیت به صورت نظری بیان شده و در عمل به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد.

(۸)- ضریب ظرفیت بستگی به موقعیت جغرافیایی و نوع سوخت دارد.

بهبود فناوری می‌تواند کاهش هزینه‌های تولید را به‌همراه داشته باشد. تغییرات فنی یک فرایند تدریجی است که با استفاده از مفهوم منحنی یادگیری[۱] می‌توان آن را به‌خوبی توصیف کرد. منحنی یادگیری مبتنی بر برخی مشاهدات تجربی است که با افزایش تولید انباشته، هزینه‌های یک فناوری با نسبت ثابتی کاهش می‌یابد و بدین ترتیب، فناوری‌های جدید و گرانتر می‌توانند با فناوری‌های موجود و متعارف رقابت کنند، چراکه استفاده فزاینده از یک فناوری، تجربه کافی ایجاد کرده و باعث کاهش در هزینه‌ها می‌شود [۴].

۱) Learning Curve

مطالعات بسیاری از مفهوم منحنی یادگیری برای ارزیابی تغییرات هزینه در نیروگاه‌های ذغال‌سوز، تأسیسات فتوولتائیک، توربین‌های بادی و واحدهای تولید اتانول استفاده کرده‌اند. در مطالعات تامپسون (۲۰۰۱)[۱] نشان داده شده که در مورد توربین بادی افزایش در قطر پره‌ها[۲] از ۲۷ متر در سال ۱۹۹۰ به ۶۵ متر در سال ۲۰۰۳ موجب شد تا برج‌های بلندتری ساخته شود. در نتیجه این امر، افزایش در سرعت باد به‌دلیل ارتفاع بیشتر برج‌ها موجب افزایش ظرفیت تولید انرژی توربین‌ها و در نتیجه کاهش هزینه واحد تولید برق بادی گردیده است.

اثر یادگیری[۳] بر حسب کاهش در هزینه هر واحد محصول و به‌عنوان تابعی از تجربه کسب شده از طریق افزایش در ظرفیت یا تولید انباشته، اندازه‌گیری شده و به‌عنوان نرخ یادگیری[۴] بیان می‌گردد. بدین ترتیب، با وارد کردن تابع یادگیری از طریق تجربه[۵] (و در نتیجه پارامتر منحنی یادگیری) در مدل‌های مهندسی می‌توان کاهش هزینه‌های تولید از طریق یادگیری و تجربه را مدل‌سازی کرد. کلمب و نیوهاف (۲۰۰۶)[۶] مفهوم منحنی یادگیری را در فناوری‌های انرژی و خصوصاً تغییر در اندازه توربین‌های بادی وارد کرده‌اند. آنها با استفاده از داده‌های قیمتی کشور آلمان و کل ظرفیت نصب شده در طول دوره ۲۰۰۱-۱۹۹۳، نرخ یادگیری را ۱۲ درصد تخمین زدند. این مطالعه نشان داد که افزایش در اندازه توربین باعث کاهش در هزینه‌های تولید به‌ازای هر کیلووات برق می‌شود [۴].

در مطالعه دیگری که به بررسی یادگیری از طریق تجربه در فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر در ایران و اثرات بالقوه سهم یادگیری فنی در کاهش انتشار دی‌اکسید کربن در صنعت برق کشور پرداخته است، نشان داده شده که با حذف یارانه‌های انرژی و در یک نرخ پیشرفت[۷] ۸۶ درصد، ظرفیت انباشته انرژی بادی به ۲/۶۱ گیگاوات افزایش خواهد یافت. انتظار می‌رود یادگیری در فناوری فتوولتائیک باعث افزایش قابل توجه در سهم واحدهای فتوولتائیک در کشور گردد و به‌عنوان مثال، با یک نرخ پیشرفت ۸۰ درصد، ظرفیت انباشته فتوولتائیک در سال ۲۰۳۰ به ۵ گیگاوات برسد.[۸] با این حال، اختلالات قیمتی می‌تواند آثار مثبت یادگیری فنی بر سهم انرژی‌های تجدیدپذیر را تحت تاثیر قرار دهد [۸].

سیاست‌های توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر

۱) Thompson, ۲۰۰۱
۲) Rotors
۳) Learning Effect
۴) Learning Rate
۵) Learning by Doing
۶) Coulomb & Neuhoff, ۲۰۰۶
۷) Progress Ratio
۸) Sharifi, Sadeghi & Shavvalpour, ۲۰۰۸

نقشه راه برای توسعه انرژی تجدیدپذیر را در یک رویکرد سه مرحله‌ای باید بررسی کرد. در مرحله کوتاه‌مدت، محرک‌های سیاستی ملایمی بایستی در پیش گرفته شود تا سرمایه‌گذاران به این حوزه نسبتاً جدید از کسب و کار جذب شوند، موانع موجود بر سر راه اجرای پروژه‌ها برطرف شده و پروژه‌ها به‌سمت بهره‌برداری تجاری حرکت کنند. پس از آنکه ظرفیت داخلی به رشد مناسب و قابل قبولی رسید، در میان و بلندمدت فضای سیاستی بایستی به‌سمت بهبود رقابت و مقررات‌زدایی فضای بازار به‌همراه افزایش قابل توجه در مقیاس فعالیت‌ها حرکت کند [۶].

تمرکز سیاست‌ها در مرحله کوتاه‌مدت بر توسعه فناوری‌های تجاری و منابع آماده بهره‌برداری نظیر تولید برق با استفاده از نیروی آب، باد، خورشید و بیوماس می‌باشد. این مرحله نیازمند پوشش ریسک بالا و وضع تعرفه‌های جذاب است تا ایجاد ظرفیت‌های تولید در بخش خصوصی را امکان‌پذیر سازد. در این مرحله، توسعه چارچوب‌های مناسب مقررات‌گذاری، ارزیابی بازار و منابع موجود، طراحی برنامه‌های انرژی روستایی، طراحی سیستم تولید پراکنده[۱] در سطح نیمه صنعتی[۲]، ظرفیت‌سازی ظرفیت‌سازی و توسعه منابع مالی مورد توجه می‌باشد.

استفاده از مشوق‌ها و محرک‌های عمومی و خاص برای تولیدکنندگان برق از انرژی تجدیدپذیر، توسعه انرژی تجدیدپذیر را سرعت خواهد بخشید. از جمله محرک‌های عمومی می‌توان به تضمین خرید برق تولیدی تولیدکنندگان با الزام شرکت‌های توزیع به خرید کل برق عرضه شده توسط آنها، تعیین تعرفه‌های خرید برق با لحاظ نمودن هزینه‌های خطوط انتقال جدید برای اتصال به شبکه و اجازه به تولیدکنندگان برق تجدیدپذیر برای ورود در قراردادهای فروش مستقیم یا دوجانبه با مصرف‌کنندگان نهایی اشاره کرد.

از جمله محرک‌های ویژه برای تولیدکنندگان برق تجدیدپذیر می‌توان به پوشش ریسک تغییرات سرعت باد (در پروژه‌های نیروگاه بادی) و جریان آب (در پروژه‌های برق‌آبی) از سوی خریداران برق و تضمین درآمد تولیدکنندگان برق برای تولید در سطح معیار تعیین شده و پرداخت اضافی برای تولید بالاتر از سطح معیار تعیین شده، اعطای مجوز کاهش انتشار آلاینده‌ها (تخفیف کربن[۳]) به پروژه‌های تجدیدپذیر برای جبران هزینه‌های اولیه معاملاتی متولیان پروژه و تضمین اجرای قراردادهای خرید نیرو[۴] بین خریداران برق و تولیدکنندگان برق تجدیدپذیر از سوی دولت اشاره کرد [۶].

بر اساس سیاست‌های کوتاه‌مدت انرژی تجدیدپذیر، چارچوب سیاستی جامع‌تر "میان‌مدت" برای کاربرد نظام‌مند فناوری‌های تجدیدپذیر و افزایش در مقیاس ظرفیت تنظیم خواهد شد. در این مرحله، تأکید بیشتری بر ایجاد رقابت در استفاده از فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر (نظیر احداث مزرع بادی متصل به شبکه) و توسعه بازار تولید پراکنده برق از انرژی

۱) Distributed Generation (DG)
۲) Pilot Testing
۳) Carbon Credit
۴) Powr Purchase Agreement (PPA)

تجدیدپذیر (نظیر سامانه‌های خورشیدی خانگی) صورت می‌گیرد. کمک‌های دولتی و پوشش ریسک در این مرحله نسبت به مرحله کوتاه‌مدت به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش خواهد یافت.

در مرحله بلندمدت، انرژی تجدیدپذیر مسیر اصلی خود را یافته و کاملاً در فرایند برنامه‌ریزی ملی انرژی ادغام خواهد شد. در این مرحله، تولیدکنندگان انرژی تجدیدپذیر به‌تدریج درگیر رقابت با سایر منابع جایگزین انرژی بر اساس قیمت تمام شده محصول خواهند شد. در این مرحله، نهایتاً تولیدکنندگان مستقل نیرو، آزادانه و بدون وجود تبعیض، یارانه پنهان و یا پیامد خارجی و بر پایه قیمت‌های منعکس‌کننده هزینه‌ها و منافع واقعی، در بازارهای عمده‌فروشی در کنار سایر تاسیسات عرضه‌کننده انرژی فعالیت خواهند کرد، استفاده از انرژی تجدیدپذیر در سطح خانوارهای شهری و روستایی فراگیر شده و تولید انرژی و ارائه خدمات، به‌صورت محلی انجام خواهد شد.

همانگونه که اشاره شد، فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر غالباً هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری پایینی دارند، درصورتی‌که هزینه‌های سرمایه‌گذاری این فناوری‌ها قابل توجه است. در نتیجه، بسیاری از این فناوری‌ها در مقایسه با فناوری‌های سوخت فسیلی رقابتی نیستند. دولت‌ها می‌توانند از طریق معرفی سازوکارهای حمایتی مالی در یک چارچوب قانونی مناسب، فضایی ایجاد کنند که فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر بتوانند با فناوری‌های سوخت فسیلی رقابت کنند. چالش فراروی دولت در این مسیر، فراهم کردن انگیزه کافی برای توسعه پایدار فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر و رشد آن در بلندمدت است. بنابراین، بایستی اطمینان حاصل شود که منابع مالی محدودی که برای برنامه‌های انرژی تجدیدپذیر در دسترس است، به‌صورت بهینه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در این زمینه، نوآوری‌های بخش صنعت و دانشگاهی کشور می‌تواند در یافتن منابع مناسب انرژی تجدیدپذیر برای اجرای برنامه‌های توسعه‌ای آن، نقش به‌سزایی ایفا کند. دانشگاه‌ها از ظرفیت‌های بالقوه بسیاری در زمینه توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر برخوردارند که از آن جمله می‌توان به انجام تحقیقات در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر، کمک به انتقال فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر، لحاظ نمودن مباحث مربوط به انرژی‌های تجدیدپذیر در برنامه‌های آموزشی در سطوح مختلف، لحاظ نمودن ابعاد اجتماعی و زیست‌محیطی در آموزش و تحقیق پیرامون انرژی‌های تجدیدپذیر اشاره کرد [۱].

دولت نیز با تنظیم مقررات خاصی در زمینه تولید، فروش، مبادله و خرید انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند اهداف بلندمدت ایجاد یک صنعت پایدار، برقراری عدالت اجتماعی، افزایش اشتغال و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی را محقق سازد. دولت‌های ملی بایستی چارچوب قانونی سیاست‌ها و اقدامات در زمینه انرژی را مشخص کرده و نقش عمده‌ای در پذیرش و ترویج انرژی‌های تجدیدپذیر و توسعه آن ایفا کنند که از جمله می‌توان به این موارد اشاره کرد: ایجاد انگیزه در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر به‌ویژه مشوق‌های قانونی، مالیاتی و وضع استانداردها؛ حذف یارانه سوخت‌های فسیلی؛ اعلام برنامه‌های جدید برای ارائه خدمات انرژی پاک و مقرون به‌صرفه به افرادی که امکان دسترسی به اینگونه خدمات را ندارند؛

اولویت دادن به انرژی‌های تجدیدپذیر در همکاری‌های دوجانبه و چندجانبه؛ قیمت‌گذاری عادلانه و شفاف برای خرید انرژی‌های تجدیدپذیر متصل به شبکه؛ تغییر در الگوهای رفتاری برای اولویت‌بخشی به بهره‌وری انرژی در فعالیت‌ها از طریق به‌کارگیری سوخت‌های پاک‌تر و اجرای برنامه‌های ملی در حمایت از بهره‌وری انرژی؛ تضمین عرضه انرژی بر اساس تقاضا و استفاده از انرژی‌های پاک‌تر؛ درج اطلاعات مربوط به انرژی‌های تجدیدپذیر در سیستم آموزشی کشور و آموزش‌های حرفه‌ای؛ توسعه طرح‌های بزرگ‌مقیاس عرضه انرژی تجدیدپذیر برای افزایش تنوع‌بخشی در سبد انرژی کشور، اهتمام به صادرات نفت و فرآورده‌های نفتی و پتروشیمی با لحاظ منافع نسل‌های آتی.

راهبرد توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر را می‌توان در چهار گروه اصلی شامل به‌کارگیری ابزارهای مالی، استفاده از ابزارهای قانونی، توسعه فناوری، آموزش و افزایش آگاهی‌های عمومی طبقه‌بندی کرد.

استفاده از ابزار مالی مناسب برای انجام برنامه‌های انرژی تجدیدپذیر پایدار، این اطمینان را فراهم می‌کند که سطح مناسبی از سرمایه‌گذاری در فناوری‌های تجدیدپذیر، در مقایسه با پتانسیل منابع تجدیدپذیر ملی انجام خواهد گرفت. در این راستا، منابع عمومی به‌همراه منابع بین‌المللی در تامین اهداف مذکور به‌درستی هدایت خواهند شد. علاوه بر این، فضای مناسب سرمایه‌گذاری باعث جذب سرمایه‌گذاران خارجی و محلی می‌گردد. نهادهای مالی بین‌المللی با عرضه منابع و اعتبارات، می‌توانند متضمن ایجاد نیروگاه‌ها و امکانات جدید در سراسر جهان باشند. این نهادها از طریق وام‌دهی مستقیم، ضمانت اعتباری و یا رهنمودهای سیاستی نقش مهمی در تعیین ترکیب آتی منابع انرژی دارند. این نهادها می‌بایست سرمایه‌گذاری بر روی سوخت‌های فسیلی و هسته‌ای را کاهش داده و سرمایه‌گذاری در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر جدید و کارآمد را جایگزین کنند و هدف افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در برنامه‌ریزی‌های خود را مد نظر قرار دهند. بانک‌های تجاری نیز سالانه میلیاردها دلار در بخش انرژی سرمایه‌گذاری می‌کنند. این موسسات جهت توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر بایستی متعهد به سرمایه‌گذاری بر روی پروژه‌های انرژی پاک‌تر و حمایت از پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر با بازدهی بالاتر شوند [۷].

مقصود از به‌کارگیری ابزارهای قانونی، توسعه، اجرا، حفظ و تداوم یک نظام قانونی موثر برای توسعه انرژی تجدیدپذیر است. در این راستا، یک چارچوب قانونی مناسب برای قیمت‌گذاری و ساختار تعرفه‌ها باید طراحی شود تا از ائتلاف انرژی تجدیدپذیر در اقتصاد انرژی حمایت کرده و باعث جذب سرمایه‌گذاران شود. علاوه بر این، چارچوب قانونی مذکور باید بتواند تولیدکنندگان مستقل نیرو[۱] و تولیدکنندگان محلی سوخت‌های مایع و گازی را تشویق به استفاده از منابع تجدیدپذیر در سامانه‌های خود کند. مجالس قانون‌گذاری در ایجاد قوانین ملی مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر و در بحث انرژی در سطح ملی و بین‌المللی نقشی اساسی ایفا می‌کنند که مهم‌ترین آنها عبارتند از: تصویب قوانین در جهت افزایش سهم

۱) Independent Power Producers (IPP)

انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد انرژی کشور؛ حصول اطمینان از اعلام تعهدات جدید دولت در زمینه افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر؛ حذف یارانه سوخت‌های فسیلی؛ تلاش برای اصلاح سیستم مالیاتی و ترویج برنامه‌های بهره‌وری انرژی [۱].

توسعه فناوری‌های استفاده پایدار از انرژی تجدیدپذیر با استانداردهای مناسب نیز راهبرد مهم دیگر در توسعه به‌کارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر است. در این راستا، بایستی تحقیق و توسعه و تولید محلی برای تقویت استفاده بهینه از فناوری انرژی تجدیدپذیر مورد اهتمام قرار گیرد.

راهبرد ارتقای آگاهی عمومی، ظرفیت‌سازی و آموزش مستلزم استفاده از سازوکارهایی برای افزایش آگاهی عمومی نسبت به منافع و فرصت‌های انرژی تجدیدپذیر است تا استفاده از آن افزایش یافته و با انتشار اطلاعات در مورد منافع اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی و تجاری فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر، بازار آن توسعه یابد. دولت و نهادهای دولتی مرتبط باید به ترویج برنامه‌های آموزشی در این زمینه تشویق شوند. ارتباط و تبادل نظر میان نهادهای دولتی ملی، استانی و محلی پیرامون سیاست‌های انرژی تجدیدپذیر می‌تواند نقش مؤثری در این ارتباط ایفا کند. در این میان، رسانه‌های جمعی تعیین‌کننده کیفیت ارائه و انتشار اطلاعات می‌باشند. در همین ارتباط، رسانه‌های جمعی در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر این وظایف را به‌عهده دارند: لحاظ نمودن ابعاد اجتماعی و زیست‌محیطی در امر گزارش‌گری؛ معرفی مزایای انرژی‌های تجدیدپذیر و صدمات وارده به محیط زیست و سلامتی انسان از جانب سوخت‌های فسیلی؛ پوشش خبری در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر و معرفی آن به‌عنوان راه حلی مناسب برای معضل تغییرات آب و هوایی و عامل مؤثر در امر توسعه پایدار.

در خاتمه باید گفت توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر مستلزم آن است که در قانون‌گذاری‌ها، مقررات‌گذاری‌ها و تصمیم‌گیری‌ها نکات کلیدی زیر مورد توجه قرار گیرد:

۱. محاسبه کامل هزینه‌ها: سیاست‌های قیمت‌گذاری باید مبتنی بر ارزیابی کامل هزینه‌ها و منافع اقتصادی، اجتماعی و محیطی طرح‌ها، برنامه‌ها، پروژه‌ها و فعالیت‌های تولید و مصرف انرژی باشند.

۲. عدالت اجتماعی: همه افراد بایستی دسترسی عادلانه‌ای به خدمات اساسی داشته باشند. از این رو، هر نسلی موظف است در برنامه‌ریزی‌های خود منافع نسل‌های آتی را نیز مد نظر داشته باشد.

۳. همکاری و تعهد جهانی و بین‌المللی: دولت‌ها بایستی در مسائل جهانی و منطقه‌ای مشارکت داشته و در این زمینه به توافقات منطقه‌ای و بین‌المللی متعهد باشند.

۴. تقسیم وظایف: تقسیم مناسب وظایف در چارچوب نهادهای دولتی و خصوصی، دستیابی به اهداف مورد نظر در زمینه سیاست انرژی تجدیدپذیر را تسریع می‌کند.

۵. مشارکت: دولت با برنامه‌های مناسب تشویقی می‌تواند زمینه مشارکت مؤثر سرمایه‌گذاران در طرح‌های انرژی

تجدیدپذیر را فراهم سازد.

۶. ترتیبات نهادی: توجه و تسریع در تجدید ساختار صنعت برق و ایجاد چارچوب‌های قانونی و مقررات‌گذاری مناسب برای تسهیل ورود تولیدکنندگان انرژی تجدیدپذیر به صنعت و گسترش چتر حمایتی دولت از این تولیدکنندگان، استمرار و تداوم حضور آنها در صنعت را قوام می‌بخشد.

۷. فناوری: لازم است در ابتدا فناوری‌هایی مورد توجه و ارتقا قرار گیرند که به تحریک بازار کمک کرده و عمده تجهیزات مورد نیاز خود را از بازارهای داخلی تهیه کنند تا بدین ترتیب، هزینه‌های اجرا و بهره‌برداری آنها به حداقل رسیده و در عین حال به بهبود فضای کسب و کار نیز کمک نمایند. تاسیس مراکز حمایت از فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر درون نهادهای تحقیق و توسعه موجود در کشور، توسعه این فناوری‌ها را تسهیل خواهد کرد.

نتیجه گیری

انرژی پایدار به مفهوم استفاده از منابع به شیوه‌ای است که انرژی لازم برای جمعیت فعلی فراهم شود و شرایط نسل‌های آتی نیز مورد توجه قرار گیرد. انرژی‌های تجدیدپذیر شامل انرژی خورشید، باد، آب، امواج و جزر و مد، بیوماس و زمین‌گرمایی می‌توانند نقش مؤثری در این خصوص ایفا نمایند.

استفاده از انرژی تجدیدپذیر، منافع کوتاه، میان و بلندمدت قابل ملاحظه‌ای را به‌همراه دارد: امنیت عرضه انرژی، توسعه پایدار صنایع محلی، ایجاد اشتغال و پایداری زیست‌محیطی. انرژی‌های تجدیدپذیر با قابلیت ایجاد فرصت‌های شغلی و درآمدزایی، باعث توانمندسازی و تقویت خوداتکایی جوامع محلی شده و به تحقق اهداف فقرزدایی کمک می‌کند.

امروزه سیاست‌گذاران در سرتاسر جهان توجه ویژه‌ای به مساله توسعه انرژی تجدیدپذیر داشته و با توجه به افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی به سمت انرژی‌های تجدیدپذیر روی آورده‌اند. هم اکنون ۷۸ درصد انرژی جهان از سوخت فسیلی، ۲/۸ درصد از انرژی اتمی و ۱۹/۲ درصد از انرژی‌های تجدیدپذیر همچون خورشیدی و بادی تامین می‌شود. پیش‌بینی می‌شود سهم تجدیدپذیرها از کل برق تولیدی جهان، از ۱۸ درصد در سال ۲۰۰۷ به ۲۳ درصد در سال ۲۰۳۵ برسد که بیش از ۸۰ درصد این رشد از نیروگاه‌های برق‌آبی و بادی خواهد بود. کشور ایران نیز از ظرفیت‌های مناسبی در بخش منابع تجدیدپذیر برخوردار است که با برنامه‌ریزی مناسب می‌توان از این منابع برای تامین بخشی از انرژی الکتریکی مورد نیاز کشور استفاده کرد. اطلاعات اولیه نشان می‌دهد که امکان تولید بیش از ۱۰ هزار مگاوات انرژی الکتریکی با استفاده از باد در کشور وجود دارد. در طول برنامه پنجم توسعه قرار است ۲۰۰۰ مگاوات برق توسط نیروگاه‌های بادی دولتی و خصوصی تولید شود.

اگرچه طی سال‌های گذشته و در برنامه‌های توسعه، استفاده بیشتر از انرژی‌های تجدیدپذیر هدف‌گذاری شده است، اما به‌دلیل مشکلات فراوانی که بر سر راه به‌کارگیری این انرژی‌ها در کشور وجود دارد، سرمایه‌گذاران رغبت چندانی برای

حضور در این حوزه از انرژی ندارند. هر چند اقدامات متعددی در کشور برای توسعه تجدیدپذیرها صورت گرفته است، ولی عملاً مقیاس فعالیت‌ها از نوع پایلوت و نمونه‌سازی آزمایشگاهی بوده که از جمله در زمینه پیل سوختی، زمین‌گرمایی، خورشیدی و بیوماس ظرفیت‌های اندکی ایجاد شده است. استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در مقایسه با سوخت‌های فسیلی، هر چند از هزینه بهره‌برداری بسیار اندک برخوردار است، لکن هزینه‌های سرمایه‌گذاری بسیار بالاتر و حتی چندین برابر دارد.

بهبود فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند کاهش هزینه‌های تولید را به‌همراه داشته باشد. لازمه استفاده از فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر و توسعه بازارها، برطرف کردن موانع مالی، قانونی، مقررات‌گذاری و سازمانی موجود می‌باشد. در این راستا، استفاده از سیاست‌های تشویقی توسعه انرژی تجدیدپذیر، به‌ویژه برای برنامه‌های تحقیقاتی و پروژه‌های قابل سرمایه‌گذاری، تاسیس صندوق انرژی تجدیدپذیر و توسعه انرژی تجدیدپذیر متناسب با توسعه پایدار اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی یقیناً مؤثر خواهد بود.

بررسی نقشه راه برای توسعه انرژی تجدیدپذیر در یک رویکرد سه مرحله‌ای نشانگر آن است که در مرحله کوتاه‌مدت، محرک‌های سیاستی ملایمی بایستی در پیش گرفته شود تا سرمایه‌گذاران به این حوزه نسبتاً جدید از کسب و کار جذب شوند، موانع موجود بر سر راه اجرای پروژه‌ها برطرف شده و پروژه‌ها به‌سمت بهره‌برداری تجاری حرکت کنند. پس از آنکه ظرفیت داخلی به رشد مناسب و قابل قبولی رسید، در میان و بلندمدت فضای سیاستی بایستی به‌سمت بهبود رقابت و مقررات‌زدایی فضای بازار به‌همراه افزایش قابل توجه در مقیاس فعالیت‌ها حرکت کند.

مراجع

[۱] "آینده متعلق به انرژی‌های تجدیدپذیر است"، (۲۰۰۴)، بیانیه کنفرانس انرژی‌های تجدیدپذیر، بن.

[۲] Atwood, Pierce, (۲۰۱۰), "Encouraging Renewable Energy Development: A Handbook for International Energy Regulators", American USAID.

[۳] Bruce, Atkinson, (۲۰۱۱), "Facilitating Renewable Energy Development", Victorian Government Printer, Melbourne.

[۴] Coulomb, Louis & Neuhoff, Karsten, (۲۰۰۶), "Learning curves and Changing Product Attributes: the Case of Wind Turbines", University of Cambridge, UK.

[۵] Huong, Bich, (۲۰۰۹), "Vietnam Policies for Renewable Energy Development", Hanoi University.

[۶] Jatoi, Ali, (۲۰۰۶), "Policy for Development of Renewable Energy for Power Generation", Government of Pakistan.

[۷] Shabangu, S., (۲۰۰۲), "On the Promotion of Renewable Energy and Clean Energy

Development", Department of Energy and Minerals, South Africa.

[۸] Sharifi, Sadeghi & Shavvalpour, (۲۰۰۸), "Learning by doing for Renewable Energy Technologies: Empirical Evidence from Iran", International Center for Climate Governance, Island of San Giorgio Maggiore, Venice, Italy.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی