





مؤسسه فرهنگی آموزشی امام حسین (ع)

اداره آموزش و پرورش شهرستان نیشابور

دبیرستان دخترانه امام حسین (ع) - دوره دوم متوسطه

«جشنواره علمی - پژوهشی تا ثریا»

انرژی های پاک

استاد راهنما

سرکار خانم قدسی

پژوهشگران

لادن طاغانی

کیمیا قربانی

پایه دهم، علوم انسانی و علوم تجربی

زمستان ۱۳۹۷

چکیده

مصرف صحیح انرژی یکی از مهم‌ترین مباحثی است که امروزه بشر را به خود مشغول کرده است زیرا از طرفی زندگی متمدن امروزی وابستگی شدید به انرژی دارد و از طرف دیگر استفاده از منابع انرژی‌زا و سوخت‌های فسیلی سبب آلودگی و آسیب به محیط‌زیست می‌شود. برای رفع این مشکل با استفاده از منابع انرژی پاک می‌توان منبع انرژی مصرفی را تغییر داد. بعد از بیان مخاطرات تخریب محیط‌زیست و گرم شدن کره زمین و به خطر افتادن نیازهای نسل آینده، توسعه پایدار به‌عنوان شعار قرن بیست و یکم توسط حافظان محیط‌زیست و نهادهای حافظ طبیعت مطرح گردید. در پژوهش حاضر با کمک منابع کتابخانه‌ای و مقالات معتبر اطلاعاتی در رابطه با انرژی‌های پاک گردآوری شد. نتایج نشان داد به دلیل عوارض کمتر زیست‌محیطی، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، شناختن ماهیت و فرآیند تشکیل و فعل‌وانفعالات لازم جهت بهره‌برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر لازم است در اولویت کار قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: انرژی پاک، انرژی‌های تجدیدپذیر، عوارض زیست‌محیطی

فهرست

۱	مقدمه
۱	بیان مسئله
۳	ادبیات پژوهش
۳	اهمیت و ضرورت پژوهش
۴	اهداف پژوهش
۵	سؤال پژوهش
۵	ابزار پژوهش
۵	تعریف انرژی‌های تجدید پذیر
۵	مزایای استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر
۵	انواع انرژی‌های تجدید پذیر
۶	تعریف انواع انرژی‌های نو
۶	انرژی باد
۷	انرژی زمین‌گرمایی
۱۱	انرژی خورشیدی
۱۴	انرژی آب
۱۸	انرژی امواج
۲۰	نتیجه‌گیری
۲۰	پیشنهادها
۲۱	منابع

انرژی تجدیدپذیر^۱ که انرژی برگشت پذیر نیز نامیده می شود، به انواعی از انرژی می گویند که منبع تولید آن نوع انرژی، برخلاف انرژی های تجدیدناپذیر (فسیلی)، قابلیت آن را دارد که توسط طبیعت در یک بازه زمانی کوتاه مجدداً به وجود آمده یا به عبارتی تجدید شود. از طرفی نگرانی درباره تغییرات زیست محیطی در کنار افزایش قیمت روزافزون نفت و اوج تولید نفت و حمایت دولت ها، باعث رشد روزافزون وضع قوانینی می شود که بهره برداری و تجاری سازی این منابع سرشار تجدیدپذیر را تشویق می کنند. سیستم های جدید انرژی در آینده باید متکی به تغییرات ساختاری و بنیادی باشد که در آن منابع انرژی بدون کربن نظیر انرژی خورشیدی، بادی، زمین گرمایی و انرژی امواج مورد استفاده قرار می گیرند. بدون تردید انرژی های تجدیدپذیر با توجه به سادگی فناوری شان در مقابل فناوری انرژی هسته ای از یک طرف و نیز به دلیل عدم ایجاد مشکلاتی نظیر زباله های اتمی از طرف دیگر نقش مهمی در سیستم های جدید انرژی در جهان ایفا می کنند. در حال باید اذعان داشت که در عمل عوامل متعددی به ویژه هزینه اولیه و قیمت تمام شده بالا، عدم سرمایه گذاری کافی برای بومی نمودن و بهبود کارایی تکنولوژی های مربوطه، به حساب نیامدن هزینه های خارجی در معادلات اقتصادی، نبود سیاست های حمایتی در سطح جهانی، منطقه ای و محلی، نفوذ و توسعه انرژی های نو را بسیار کند و محدود ساخته است. ولی پژوهشگران و صنعتگران همواره تلاش خود را جهت رفع این مشکلات مبذول می دارند (سیری، سیری و سیری، ۱۳۹۵).

بیان مسئله

توسعه مطلوب و منطقی انرژی های تجدید پذیر در کشور بدون ورود مؤثر بخش خصوصی و سرمایه گذاران غیردولتی به این حیطة امکان پذیر نخواهد بود. لذا فعال سازی بیشتر بخش خصوصی در عرصه تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر همواره باید یکی از محورهای اصلی سیاست کلان دولت قرار گیرد (رجب زاده، ۱۳۸۷: ۱۱). وزارت نیرو با جمع بین مدیریت آب و برق کشور نقشی واسطه ای میان منابع آب و انرژی و مصرف کنندگان نهایی آن ها را ایفا می کند. ۹۳٪ از آب مصرفی کشور متعلق به بخش کشاورزی و تأمین ۹۹/۳٪ از انرژی مصرفی متعلق به بخش نفت و گاز است. در حالی که نقش آب در تولید برق و نقش برق در تبدیل و تحویل انرژی هر یک بیش از ۷٪ نیست (ارغوانی، ۱۳۷۶). با توجه به مطالب ارائه شده، باید توجه بیشتری به استفاده از انرژی های پاک مانند انرژی امواج در سواحل شمال و جنوب کشور و انرژی باد در شمال شرق کشور و ... شود تا از این منبع رایگان انرژی، در طولانی مدت بتوان به نحو احسن، سهمی از انرژی مورد نیاز کشور را تأمین کرد. در راستای این هدف توجه به مسائل زیست محیطی و مشکلات حاصل از استفاده از انرژی های پاک نیز باید در نظر گرفته شود و بررسی کارشناسی برای محل نصب مناسب ادوات

^۱ Renewable energy

صورت گیرد؛ در نتیجه برای رسیدن به این اهداف، به طور هم‌زمان لازم است تحقیقات و مطالعات جامع و کامل‌تری صورت پذیرد تا مناسب‌ترین روش استحصال انرژی از میان روش‌های ارائه‌شده و بهترین محل، با توجه به مسائل گفته‌شده را پیدا کرد (طبعی و ترابی آزاد، ۱۳۸۶). بیشترین اتلاف حرارتی در سه قسمت انتقال حرارت جابه‌جایی از جذب‌کننده‌ها، خطای زاویه‌ای در گیرنده‌ها و اتلافات حرارتی در جذب‌کننده‌ها از طریق تشعشع وجود دارد. این اتلافات بدون افزایش هزینه و پیچیدگی در سیستم‌ها کاهش می‌یابد. اتلافات دیگر که ۲۹٪ کل اتلافات را شامل می‌شوند نیازمند صرف هزینه و پیچیدگی در ساختار موادی جذب‌کننده‌ها و آینه‌ها می‌باشد (غضنفری و رفعتی، ۱۳۹۴).

از منابع تجدید پذیر که تولید الکتریسیته می‌کند اغلب از قدرت آب استفاده می‌شود. این یکی از قدیمی‌ترین منابع انرژی می‌باشد و هزاران سال قبل برای چرخش چرخ‌های آسیاب به‌منظور خرد کردن دانه‌ها استفاده می‌شده است. به دلیل اینکه منبع مولدهای آبی، آب است، نیروگاه‌های مولدهای آبی باید درجایی در کنار منابع آبی بنا شوند (خضری یزدان، ۱۳۹۱). به‌کارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر حاکی از تولید ۳۶/۷۱ درصدی انرژی برق‌آبی کوچک، ۱۸/۲۲ درصدی انرژی باد، ۱۷/۱۹ درصدی انرژی زیست‌توده، ۱۳/۴۳ درصدی انرژی زمین‌گرمایی، ۱۲/۵۳ درصدی انرژی جزرومد و یک‌درصدی انرژی خورشیدی است. با جایگزین کردن تولید برق از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توان به مقدار قابل‌توجهی نفت خام در سال صرفه‌جویی اقتصادی کرد که با توجه به قیمت قابل‌توجه کنونی نفت، می‌توان این مقدار نفت را صادر و درآمد قابل‌توجهی را از آن کسب کرد (صادقی و خاکسارآستانه، ۱۳۹۳).

هم‌اکنون نیاز به استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر بر هیچ‌کسی پوشیده نیست. دلیل این امر را می‌توان در چندین عامل عمده بیان نمود: ۱- کاهش طول عمر منابع انرژی فسیلی در کنار عواملی همچون افزایش جمعیت و رشد اقتصادی، نیاز به پیدا کردن جایگزینی برای آن را از هم‌اکنون ضروری می‌سازد و اگر کوتاهی در این زمینه رخ دهد، با مشکلات زیادی در آینده‌نچندان دور مواجه خواهیم شد. برای این منظور بایستی از هم‌اکنون به فکر جایگزین کردن یک منبع جدید به جای منابع موجود باشیم. ۲- افزایش آلودگی هوا و محیط‌زیست که با استفاده بیش‌ازپیش منابع سوخت‌های فسیلی و انتشار انواع گازهای آلاینده به وجود آمده است و نیاز برای یک جایگزین برای این سوخت‌ها به‌منظور کاهش آلودگی هوا ضروری می‌باشد. ۳- توجه اقتصادی که با عنایت به قیمت‌های ایجاد و احداث نیروگاه‌ها با سوخت‌های تجدیدشونده و فسیلی و قیمت برق تولیدی توسط این نیروگاه‌ها، نشان‌دهنده لزوم استفاده از این منابع برای کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری است (نظری پور، فتوحی و پودینه، ۱۳۸۹).

ادبیات پژوهش

مسعودی (۱۳۹۵) پژوهشی با عنوان روش‌های تولید انرژی الکتریکی از امواج آب دریا انجام دادند. نتایج نشان داد همواره باید در کنار طرح‌های تولید انرژی از امواج دریا، طرح‌های تولید انرژی دیگر نیز بکار گرفته شوند.

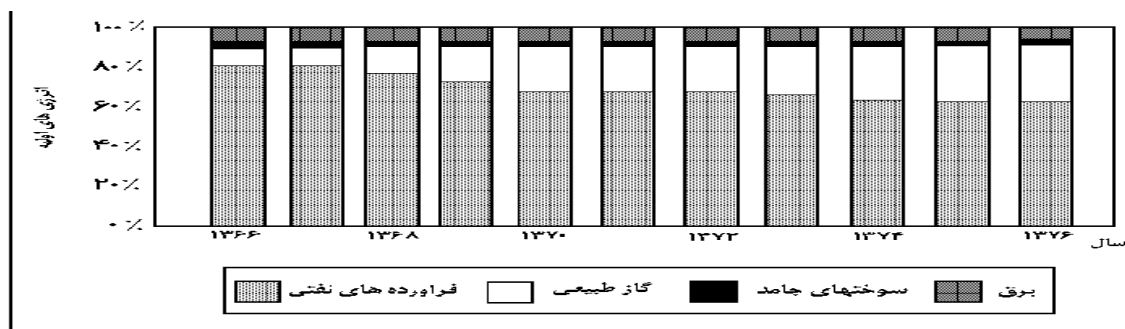
طبعی و ترابی آزاد (۱۳۸۶) پژوهشی با عنوان روش‌های کاربردی در استحصال انرژی امواج انجام دادند. نتایج نشان داد باید توجه بیشتری به استفاده از انرژی امواج در سواحل شمال و جنوب کشور شود تا از این منبع رایگان انرژی، در طولانی‌مدت بتوان به نحو احسن، سهمی از انرژی موردنیاز کشور را تأمین کرد.

غضنفری و رفعتی (۱۳۹۴) در پژوهشی با عنوان تحلیل حرارتی و بهینه‌سازی سیستم‌های خورشیدی نشان دادند تکنولوژی‌های جدید برای بهره‌برداری از انرژی خورشیدی در مقیاس بزرگ ارائه گردیده است. همچنین به تحلیل حرارتی سیستم‌های خورشیدی پرداخته شد. با توجه به تحلیل‌های حرارتی انجام‌گرفته راهکارهایی برای بهینه‌سازی سیستم‌های خورشیدی پیشنهاد گردید.

نظری پور، فتوحی و پودینه (۱۳۸۹) پژوهشی با عنوان ضرورت تجدیدنظر در منابع انرژی و جایگزینی انرژی‌های نو (انرژی زمین‌گرمایی) انجام دادند. نتایج نشان داد انرژی زمین‌گرمایی یکی از منابع عمده انرژی‌های تجدیدپذیر است که جوانب مثبت زیست‌محیطی آن طیف وسیعی از موارد را شامل می‌گردد. انرژی ژئوترمال در صورت بهره‌برداری صحیح می‌تواند نقش مهمی را در موازنه انرژی بسیاری از کشورها ایفا نماید. تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که توسعه صنعتی ایران با استفاده گسترده از منابع فسیلی و بدون در نظر گرفتن محیط‌زیست انجام شده و توسعه نیروگاه‌ها بدون توجه به منابع انرژی تجدیدپذیر به‌طور چشمگیری افزایش یافته و هیچ‌گونه اقدام عمده‌ای برای رفع و کنترل آلودگی‌ها صورت نگرفته است.

اهمیت و ضرورت پژوهش

انرژی به صورت‌های مختلفی از جمله گرما، نور، مکانیکی، الکتریکی، شیمیایی و هسته‌ای وجود دارد. ما از انرژی برای انجام کارهایمان استفاده می‌کنیم. انسان همواره در زندگی خود نیازمند انرژی بوده و این انرژی را از راه‌های گوناگون تأمین کرده است. در حال حاضر ما بیشتر انرژی خود را از منابع تجدیدناپذیر دریافت می‌کنیم که شامل سوخت‌های فسیلی همچون نفت، گاز طبیعی و زغال‌سنگ است. برای مدت مدیدی استفاده از سوخت‌های فسیلی برای رفع نیاز انسان کاربرد وسیعی داشته است.



نمودار ۱ - سهم حامل‌های انرژی در تقاضای نهایی

همان‌طور که در نمودار فوق مشاهده می‌شود از سال ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۶ میزان استفاده از فراورده‌های نفتی کاهش و مصرف گاز طبیعی رو به افزایش است. طبق آمارهای به ثبت رسیده طی ۳۰ سال گذشته احتیاجات انرژی جهان به مقدار قابل‌ملاحظه‌ای افزایش یافته است. در سال ۱۹۶۰ مصرف انرژی جهان معادل $3/3 \text{ Gtoe}^2$ بوده است این رقم در سال ۱۹۹۰ به $8/8 \text{ Gtoe}$ رسید که دارای رشد متوسط سالانه $3/3$ درصد می‌باشد و در مجموع ۱۶۶ درصد افزایش نشان می‌دهد و در حال حاضر مصرف انرژی جهان ۱۰ گیگاتن نفت در سال بوده و پیش‌بینی می‌شود این رقم در سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ به ۱۲ و ۱۴ گیگاتن نفت در سال افزایش یابد (ارغوانی، ۱۳۷۶).

کاربرد روزافزون انرژی و تأمین آن برای ادامه حیات یکی از مظاهر مهم زندگی جدید است. پایان‌پذیری انرژی حاصل از سوخت‌های فسیلی به‌ویژه نفت خام، جهان امروز را نیازمند استفاده از منابع دیگر برای جایگزینی آن می‌نماید. اگر در گذشته بحران غذا و یا بحران آب آشامیدنی حیات بشر را به خطر می‌انداخت، امروزه کارشناسان بر این اعتقادند که بحران آینده که حیات بشریت را تهدید می‌کند، بحران انرژی است. حیات بشر امروزی به‌طور مستقیم و غیرمستقیم به منابع مختلف انرژی مانند نفت و گاز و زغال‌سنگ وابسته است و تصور زندگی بدون دسترسی به این منابع، دشوار و حتی غیرممکن است. از طرفی، گذشت سریع زمان، این زنگ خطر را بلندتر و واضح‌تر به گوش می‌رساند که منابع انرژی تجدیدناپذیر در حال پایان است (خضری یزدان، ۱۳۹۱)، بنابراین ضرورت کشف و استفاده از منابع انرژی جدید بیش‌ازپیش اهمیت می‌یابد.

اهداف پژوهش

هدف از این پژوهش استفاده بهتر از انرژی‌های نو یا پاک و جایگزینی آن‌ها به‌جای سوخت‌های فسیلی در ایران است.

^۲ گیگاتن نفت

سؤال پژوهش

چگونه از انرژی‌های پاک استفاده کنیم تا تمام نشوند؟

انرژی پاک در همه کشورها وجود دارد؟

چرا انسان‌ها با دانستن فواید انرژی‌های پاک از آن‌ها استفاده بهینه‌ای ندارند؟

ابزار پژوهش

این مطالعه با روش کتابخانه‌ای انجام شده، از منابع کتابخانه‌ای و سایت‌های اینترنتی استفاده شد.

تعریف انرژی‌های تجدید پذیر

مفهوم انرژی‌های تجدید پذیر، مجموعه‌ای از جریان انرژی و استفاده از آن‌ها را شامل می‌شود که به استثنای موارد اندکی مانند انرژی زمین‌گرمایی، از تابش نور خورشید ناشی می‌گردند. قابل ذکر است، انرژی‌های تجدید پذیر آثار مخرب زیست‌محیطی نداشته و در راستای توسعه پایدار می‌باشند.

مزایای استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر

- عدم تولید آلودگی‌های زیست‌محیطی
- رایگان و نامحدود بودن منبع انرژی
- عمر مفید بسیار طولانی
- دسترسی آسان
- تجدید پذیر بودن منابع

انواع انرژی‌های تجدید پذیر

به‌طور کلی، انرژی‌های تجدید پذیر شامل موارد ذیل می‌باشد:

۱. انرژی باد
۲. انرژی زمین‌گرمایی
۳. انرژی خورشیدی
۴. انرژی آب
۵. انرژی امواج

تعریف انواع انرژی‌های نو

۱. انرژی باد

در کشور با توجه به وجود مناطق بادخیز، بستر مناسبی جهت گسترش بهره‌برداری از توربین‌های بادی فراهم است. مولدهای برق بادی می‌تواند جایگزین مناسبی برای نیروگاه‌های گازی و بخاری باشند. مطالعات و بررسی‌های انجام شده در زمینه تخمین پتانسیل باد در کشور بیانگر آن است که در ۲۶ منطقه کشور (شامل بیش از ۴۵ سایت مناسب) میزان ظرفیت اسمی سایت‌ها با در نظر گرفتن یک راندمان کلی ۳۳ درصد در حدود ۶۵۰۰ مگاوات است و این در شرایطی است که ظرفیت اسمی کل نیروگاه‌های برق کشور، در حال حاضر ۳۴۰۰۰ مگاوات است (رجب‌زاده، ۱۳۸۷: ۹).

توان باد، تبدیل انرژی نهفته در باد به شکل قابل استفاده انرژی نظیر الکتریسیته با استفاده از توربین‌های بادی است. در آسیاب‌های بادی، انرژی باد به صورت مستقیم برای آسیاب کردن محصولات کشاورزی یا پمپاژ آب از چاه به سر زمین استفاده می‌شده است. در اواخر سال ۷۳ گیگاوات بود. هرچند در ۲۰۰۶ ظرفیت جهانی ژنراتورهای بادی نصب شده در حدود ۹ حال حاضر کمی بیشتر از ۱٪ کل انرژی الکتریکی جهانی توسط توربین‌های بادی تولید می‌شود، اما در کشوری نظیر دانمارک، سهم انرژی باد در تولید الکتریسیته مصرفی به حدود ۲۰٪، در اسپانیا در حدود ۹٪ و در آلمان در حدود ۷٪ است. در حالت کلی می‌توان گفت که ظرفیت تولید الکتریسیته توسط انرژی باد در سال ۲۰۰۶، به ۴ برابر مقدار آن در سال ۲۰۰۰ رسیده است. تولید الکتریسیته از محل انرژی بادی در مزارع بادی بزرگ متصل به شبکه سراسری تاتوربین‌های منفرد موجود در نقاط دورافتاده از شبکه صورت می‌گیرد. براساس بررسی‌های انجام شده، توان بالقوه انرژی باد در سایت‌های مطالعه شده حدود ۶۵۰۰ مگاوات برآورد شده است. منشأ پیدایش و تولید باد فرآیندی پیچیده است. زمین به صورت متغیر به وسیله‌ی خورشید گرم می‌شود، به طوری که در نواحی قطبی، انرژی خورشیدی کمتر و در نواحی استوایی این مقدار به حداکثر خود می‌رسد. همچنین، زمین‌های خشک سریع‌تر از دریاها و سایر آب‌ها گرم و سرد می‌شوند، در نقاط مختلف زمین منجر به حرکت توده‌های هوا در قالب یک سیستم همرفتی اتمسفری جهانی می‌شود که خود را از پوسته زمین به سطح استراتوسفر می‌رساند. استراتوسفر نقش یک سقف مجازی را برای زمین بازی می‌کند. بیشتر انرژی ذخیره شده در جابجایی بادها را می‌توان در ارتفاعات بالا پیدا کرد، جایی که باد پیوسته با سرعت‌های بیش از ۱۶۰ کیلومتر در ساعت رخ می‌دهد. نهایتاً، انرژی باد از طریق تبدیل اصطکاک، حرارت را در سطوح میان زمین و اتمسفر پخش می‌کند. به طور تقریبی می‌توان گفت که ۷۲ تراوات انرژی بادی بر روی زمین به صورت بالقوه در دسترس است که می‌توان تمام آن را به الکتریسیته تبدیل کرد که این انرژی کاملاً از لحاظ اقتصادی ماندنی و پایدار است. توان موجود در باد را می‌توان به وسیله‌ی عبور آن از میان پره‌های توربین استخراج کرد که گشتاوری را به روتور تحمیل می‌کند.

حجم توان انتقال یافته به صورت مستقیم با چگالی هوا، سطح مقطعی که توسط توربین جارو می شود و توان سوم سرعت باد ارتباط دارد.

توزیع سرعت باد: سرعت باد در یک نقطه ثابت نیست و مقدار متوسط برای یک ناحیه ی خاص به تنهایی میزان انرژی تولیدی توربین بادی را در آن ناحیه مشخص نمی کند. برای دسترسی به فرکانس سرعت های باد در یک منطقه ی مشخص، یک تابع توزیع احتمال را می توان برای داده های ثبت شده به کار گرفت. مکان های مختلف دارای توزیع های سرعت باد مختلف خواهند بود. به مقدار زیادی به توزیع واقعی سرعت های ساعتی باد در مناطق مدل ریلی^۳ مختلف نزدیک است. از آنجاکه در سرعت باد بالاتر، توان بیشتری نیز تولید می شود، بیشتر انرژی به شکل ناگهانی و در کوتاه مدت تولید می گردد. نیمی از انرژی در دسترس تنها در ۱۵٪ از زمان عملکرد سیستم حاصل می شود. نتیجه اینکه انرژی باد همانند نیروگاه های سوخت فسیلی دارای خروجی توان ثابت است: مصرف کننده هایی که از توان باد استفاده می کنند، باید تولید پشتیبان را برای زمان هایی که سرعت باد کم است، فراهم کنند. انرژی الکتریکی تولید شده از محل انرژی باد، می تواند در بازه های زمانی مختلف ساعتی، روزانه و فصلی بسیار متغیر باشد. تغییرات سالیانه نیز در انرژی باد مشاهده می شود اما چندان قابل ملاحظه نیست. این ساختار متغیر می تواند چالش های جدی را برای مشارکت حجم زیاد انرژی باد در اتصال به شبکه سراسری به خاطر حفظ پایداری شبکه ایجاد کند. زمانی که اثرات منفی نا متناوب بودن باد باید در محاسبات اقتصادی تولید توان از انرژی باد در نظر گرفته شود، باید دانست که به دلیل حجم کمتر تولیدات توان از محل انرژی باد، تحمل خطاهای آنی ناشی از توان تولیدی زیاد ساده تر و محتمل به نظر می رسد در حالی که این مسئله می تواند یک نگرانی جدی برای نیروگاه های مرسوم باشد؛ به این معنی که قابلیت اطمینان توربین های بادی با توجه به طبیعت تولید پراکنده آنها بیشتر است. همچنین، توربین های بادی اغلب در زمان های پیک مصرف نظیر اوج گرمای هوا، تولید کمتری خواهند داشت. سرعت باد عموماً در زمان های پیک مصرف (ماه های خرداد، تیر و مرداد) کمترین مقدار خود را در آمریکای شمالی دارد. لذا ارتباطی معکوس میان سرعت باد و پیک تقاضای بار الکتریکی دیده می شود. بسیاری از برنامه ریزان شبکه هرگز محاسباتشان را به خاطر وجود این رابطه ی معکوس با در نظر گرفتن ظرفیت نصب شده ی توان باد تنظیم نمی کنند (رضایی، ۱۳۹۱). ÷

۲. انرژی زمین گرمایی

کلمه ژئوترمال یا زمین گرمایی از دو کلمه یونانی ژئو به معنی زمین و ترم به معنی گرما یا حرارت تشکیل شده است؛ بنابراین انرژی زمین گرمایی، حرارتی است که از درون زمین می آید. ما می توانیم از بخار و آب داغ تولید شده درون زمین را برای گرم کردن ساختمان ها یا تولید الکتریسیته استفاده کنیم. انرژی

^۳ Raleigh

زمین گرمایی یک منبع انرژی تجدید پذیر می باشد زیرا آب به واسطه ریزش باران مجدداً ذخیره شده و گرما نیز به طور پیوسته درون زمین تولید می شود. انرژی زمین گرمایی در هسته زمین که حدود ۴۰۰۰ مایل زیر سطح می باشد. تولید می شود. سه استفاده اصلی از انرژی زمین گرمایی عبارتند از:

۱- استفاده مستقیم در سیستم های گرم کننده ناحیه ای که از آب گرم حاصل از چشمه ها یا منابع نزدیک سطح استفاده می کنند.

۲- تولید الکتریسیته در نیروگاه ها که نیازمند آب یا بخار دارای دمای خیلی زیاد (۳۰۰ تا ۷۰۰ درجه فارنهایت) می باشد.

۳- پمپ های حرارتی زمین گرمایی از گرمای آب نزدیک به سطح زمین برای کنترل دمای ساختمان های بالای زمین استفاده می کنند (خضری یزدان، ۱۳۹۱)

۲-۱ کاربردهای انرژی زمین گرمایی:

انرژی ژئوترمال به صورت مستقیم و غیرمستقیم مورد استفاده قرار می گیرد که بستگی به دمای منابع ژئوترمال دارد. رایج ترین معیار برای دسته بندی منابع ژئوترمال، معیاری است که بر اساس آنتالپی سیالات ژئوترمال که عامل اصلی انتقال حرارت از سنگ های داغ موجود در اعماق زمین به سطح آن قلمداد می شوند، پایه ریزی می گردد. آنتالپی را در حالت کلی می توان با دما متناسب پنداشت. منابع ژئوترمال برحسب معیارهای مختلف به سه نوع: ۱- دمای پایین (کمتر از ۹۰ درجه سانتی گراد) ۲- دمای متوسط: (بین ۹۰ تا ۱۵۰ سانتی گراد). ۳- دمای زیاد (بیش از ۱۵۰ درجه سانتی گراد). منابع با دمای زیاد معمولاً به شکل غیرمستقیم در حرکت توربین ها و ایجاد برق یا در پمپ های حرارتی مورد استفاده قرار می گیرند و در نواحی آتشفشانی پیدا می شوند. منابع ژئوترمال با دمای متوسط و کم که در بیشتر نواحی جهان پیدا می شود می تواند مستقیماً در دامنه حرارتی ۱۵۰-۳۵ درجه سانتی گراد در گرمایش ساختمان ها، گلخانه ها می شود می تواند مستقیماً در دامنه حرارتی ۱۵۰. تجهیزات آبی پروری و تهیه حرارت فرایندهای صنعتی مورد استفاده قرار گیرد (صرامی و نظری پور، ۱۳۸۶).

موارد استفاده غیرمستقیم از انرژی زمین گرمایی: تولید برق، مهم ترین شکل بهره برداری از منابع ژئوترمال دما- بالا (بیشتر از ۱۵۰ درجه سانتی گراد) بشمار می روند. تولید برق اساساً بسته به نوع ویژگی های منابع ژئوترمال، در توربین های رایج بخار و نیروگاه های دوسیاله انجام می پذیرد. نخستین تلاش ها برای تولید برق از بخار آب ژئوترمال در سال ۱۹۰۴ میلادی در ناحیه ای که هم اکنون لارد رلو نامیده می شود، انجام پذیرفت. موفقیت این آزمایش، ارزش صنعتی انرژی ژئوترمال را به خوبی نشان داد و این آغازی بود بر روش

بهره‌برداری خاصی که قرار بود بعدها به‌طور قابل‌توجهی توسعه داده شود. برق حاصل از انرژی ژئوترمال، نقش مهم و روزافزونی در پویایی اقتصادی کشورهای در حال توسعه ایفا می‌کند (ثقفی، ۱۳۸۸: ۱۹)

۲-۲ موارد عمده استفاده مستقیم از انرژی زمین‌گرمایی:

کاربردهای حرارتی مستقیم، یکی از قدیمی‌ترین، متنوع‌ترین و متداول‌ترین روش‌های بهره‌برداری از انرژی ژئوترمال بشمار می‌رود. گرمایش محیطی و منطقه‌ای، کاربردهای کشاورزی و آبی‌پروری جزء شناخته‌شده‌ترین و فراگیرترین روش‌های بهره‌برداری بشمار می‌روند. سیستم‌های گرمایش منطقه‌ای ژئوترمال نیازمند سرمایه‌گذاری‌های هنگفت می‌باشند.

۱. استخرهای آب گرم: طی قرون متمادی، استفاده از انرژی ژئوترمال به مواردی همچون استحمام و شستشو خلاصه می‌شد که در این رابطه می‌توان به حمام‌های باستانی چین و ژاپن و همچنین حمام‌های متعددی که در دوران حکومت امپراتوری روم در سواحل دریای مدیترانه و اروپای غربی دایر گردیدند، اشاره نمود. در روش استخرهای آب گرم، آب گرم زمین‌گرمایی را می‌توان با آب سرد و معمولی ترکیب نموده و یا بسته به دمای آن به صورت جدا برای اهدافی چون ایجاد مراکز جذب توریست و مجتمع‌های آب‌درمانی مورد استفاده قرار داد. از آب گرم زمین‌گرمایی در صورتی که فاقد مواد مضر برای بدن انسان باشد، می‌توان جهت مصارف آب‌درمانی مانند رفع ناراحتی‌های پوستی، ناراحتی‌های درد مفاصل و ناراحتی‌های روحی و روانی استفاده نمود. برای استخرهای آب گرم، آب‌های زمین‌گرمایی با دمای در حدود ۳۰ الی ۵۰ درجه سلسیوس مناسب است.

۲. کاربردهای کشاورزی و گرمایش گلخانه‌ای: رایج‌ترین کاربرد انرژی ژئوترمال در بخش کشاورزی به گرمایش گلخانه‌ها اختصاص دارد که از رشد بسیار خوبی در سرتاسر جهان برخوردار است. کشت انواع سبزیجات و گل‌ها، خارج از فصل طبیعی یا در شرایط آب‌وهوایی غیرطبیعی، هم‌اینک با استفاده از تکنولوژی پیشرفته‌ای که کارایی خود را در موارد متعدد به اثبات رسانده است قابل اجرا می‌باشد. بسیاری از کشورهای اروپای و غیراروپائی در حال کسب تجربه در این زمینه کاربردی خاص می‌باشند و هم‌اینک با بهره‌برداری قانونمند از منابع انرژی ژئوترمال، اقدام به تولید تجاری و خارج از فصل انواع سبزیجات، گل‌ها و میوه‌ها می‌نمایند (ثقفی، ۱۳۸۸: ۲۲). علاوه بر سبزیجات و گیاهان می‌توان شرایط بهینه رشد حیوانات اهلی و گونه‌های آبی و کیفیت و کمیت تولید آن‌ها را تا حد زیادی ارتقاء بخشید. در بسیاری از موارد آب‌های ژئوترمال می‌توانند در ترکیبی از کاربردهای دامپروری و گرمایش گلخانه‌ها مورد استفاده قرار گیرند. همچنین سیالات داغ ژئوترمال می‌توانند برای پاکیزه نگه‌داشتن، بهداشتی نمودن و خشک نگه‌داشتن محل‌های نگهداری حیوانات و ضایعات دورریز آن‌ها مورد استفاده

قرار گیرند. برای ایجاد گلخانه‌های ژئوترمالی دمایی در حدود ۸۰ الی ۱۲۰ درجه سلسیوس مناسب می‌باشد.

۳. آبی‌پروری: یکی از رایج‌ترین و سودآورترین کاربردهای مستقیم انرژی ژئوترمال، آبی‌پروری است. آبی‌پروری به معنای پرورش ارگانیزم آب شیرین یا آب شور در یک محیط کنترل شده با هدف افزایش نرخ تولید می‌باشد. مهم‌ترین گونه‌هایی که معمولاً اقدام به پرورش آن‌ها می‌شود عبارت‌اند از آبیانی نظیر ماهی کپور، گربه ماهی، ماهی خاردار تیلاپیا، ماهی سفید و انواع مارماهی، قزل‌آلا، سگ‌ماهی، میگو و گونه‌های دیگر. برای حوضچه‌های پرورش ماهی، آب گرم زمین گرمایی می‌بایست حرارتی در حدود ۲۰ الی ۴۰ درجه سلسیوس داشته باشد.

۴. گرمایش منازل: با کمک لوله کشی و یا رادیاتورهای ویژه می‌توان مانند سیستم‌های شوفاژ موجود، آب گرم زمین گرمایی را به داخل محیط‌های منازل، بیمارستان‌ها، ادارات و ... منتقل و از حرارت این آب‌های گرم جهت تأمین گرمایش محیط استفاده نمود. برای گرمایش منازل، آب‌های زمین گرمایی می‌بایست حرارتی در حدود ۵۰ الی ۱۰۰ درجه سلسیوس داشته باشند.

۵. ذوب برف و پیشگیری از یخبندان در معابر: با استفاده از لوله‌هایی که در زیر معابر تعبیه می‌شود، می‌توان در فصول سرما حرارت آب‌های گرم را به آسفالت خیابان‌ها، جاده‌ها، سطوح پیاده‌روها و غیره منتقل و بدین‌وسیله برف روی این سطوح را ذوب نمود. برای ذوب برف در معابر، آب گرم زمین گرمایی می‌بایست. حرارتی در حدود ۲۰ الی ۵۰ درجه سلسیوس داشته باشد (صرامی و نظری پور، ۱۳۸۶).

۶. توزیع جهانی منابع انرژی زمین گرمایی: دست یافتن به انواع مختلف منابع انرژی و تأمین آن برای انرژی مهم‌ترین نگرانی و دغدغه جهان امروز است. در حال حاضر از انرژی زمین گرمایی در بسیاری از نقاط جهان و به صورت‌های مختلف، در سطح وسیعی استفاده می‌شود. محققین، هم‌زمان با به‌کارگیری تکنولوژی‌های قدیمی تأمین انرژی، شیوه‌های جدید تأمین انرژی را نیز به تکامل رسانیده‌اند. در آینده نیز تلاش برای توسعه آن، هم در زمینه کشف منابع انرژی و هم در زمینه انتقال تکنولوژی امری اساسی تلقی می‌شود (آذرم و عدل، ۱۳۸۳).

۲-۳ انرژی زمین گرمایی در ایران:

موقعیت قرارگیری ایران در مرزهای تکتونیکی از نیروی عظیم نهفته در کالبد ایران حکایت دارد. قرارگرفتن در کمربند تکتونیکی حاشیه صفحات باعث شده که گستره ایران از لحاظ زمین ساختاری بسیار فعال باشد. گسل‌ها و شکستگی‌ها نقش تعیین‌کننده‌ای در مناطق پتانسیل بالای زمین گرمایی دارند. استفاده از انرژی زمین گرمایی در ایران به سال‌های بسیار دور می‌رسد به طوری که مردم به شیوه‌های سنتی از این

انرژی در محل‌هایی که چشمه‌های آبگرم وجود داشت، در قالب حمام‌ها و استخرهای شنا جهت مصارف آب‌درمانی و تفریحی استفاده می‌کردند. کشور ما ایران، از نظر منابع انرژی زمین‌گرمایی، بسیار غنی بوده و بر روی کمربند زمین‌گرمایی جهان قرار دارد. از نظر بین‌المللی نیز در بین کشورهای دارای پتانسیل انرژی زمین‌گرمایی، در رده چهاردهم قرار گرفته است. صدها چشمه آبگرم و سابقه آتشفشانی و زلزله‌خیز بودن ایران، نیز این نکته را تأیید می‌کند. به‌رحال زمین‌شناسان، عقیده دارند که ایران دارای منابع عظیم انرژی زمین‌گرمایی است که می‌توان آن را به مقدار چشمگیری به برق تبدیل نمود. در ایران از سال ۱۳۵۴ به‌منظور شناسایی پتانسیل‌های منبع انرژی زمین‌گرمای مطالعات گسترده‌ای توسط وزارت نیرو با همکاری مهندسين مشاور ایتالیایی در نواحی شمال و شمال غرب ایران آغاز گردید. نتیجه این تحقیقات مشخص نمود که مناطق سبلان، دماوند، خوی، ماکو و سهند با مساحتی بالغ بر ۳۱ هزار کیلومترمربع جهت انجام مطالعات تکمیلی و بهره‌برداری از انرژی زمین‌گرمایی مناسب می‌باشند. عملیات حفاری اولین چاه زمین‌گرمایی، در پایان اردیبهشت‌ماه ۱۳۸۲ خاتمه یافت و در خردادماه ۱۳۸۳ تست اولین چاه زمین‌گرمایی کشور آغاز گردید. تست دومین چاه زمین‌گرمایی کشور نیز سه ماه بعد از تست اولین چاه زمین‌گرمایی انجام شد. هم‌زمان با کلیه فعالیت‌های ذکر شده سازمان انرژی‌های نو ایران با همکاری سازمان بهره‌وری انرژی ایران، ضمن تجهیز آزمایشگاه و ایستگاه پایش صحرایی، مطالعات سیستماتیک و گسترده‌ای را جهت پایش محیط‌زیست منطقه و کنترل اثرات زیست‌محیطی ناشی از اجرای طرح انجام داده است. از بدو فعال شدن مجدد طرح زمین‌گرمایی مشکین‌شهر، در سال ۱۳۷۴ در جهت تأمین اهداف پروژه و بومی نمودن دانش در زمینه کاربرد انرژی زمین‌گرمایی تاکنون بیش از ۱۵ کارشناس ایرانی در دانشگاه سازمان ملل در کشور ایسلند و مرکز آموزش سازمان ملل در نیوزیلند تربیت شده و یا در حال آموزش می‌باشند.

پتانسیل‌های انرژی زمین‌گرمایی در ایران بر اساس مطالعات انجام شده توسط وزارت نیرو و سازمان انرژی‌های نو ایران، در بیش از ۱۰ منطقه شناسایی گردیده است. این مناطق بر اساس میزان فعالیت‌های تکتونیکی، میزان چشمه‌های آب گرم و ظهور سطح الارضی و سایر شواهد زمین‌شناسی شناسایی شده‌اند (نظری پور، فتوحی و پودینه، ۱۳۸۹).

۳. انرژی خورشیدی

تفاوت اصلی برای بهره‌برداری از تابش مستقیم خورشید از مکانی به مکانی دیگر در سطح زمین به علت ترکیب هوا و اتمسفر محیط در آن مناطق است. بهترین مناطق برای استفاده از انرژی خورشیدی مناطق خشک و نیمه‌خشک است که در اکثر اوقات آسمانی صاف و آفتابی دارند؛ این مناطق در عرض جغرافیایی ۱۵ تا ۴۰ درجه شمالی یا جنوبی قرار گرفته‌اند. مناطق نزدیک به خط استوا اکثر اوقات تابستانی ابری و بارانی دارند و عرض‌های جغرافیایی بالاتر در اغلب اوقات آسمان ابری دارند؛ بنابراین سودمندترین مناطق برای

بهره برداری از تابش خورشیدی شمال آفریقا، جنوب آفریقا، غرب هند، جنوب غربی آمریکا، مکزیک، پرو، شیلی، برزیل، غرب چین، استرالیا و در ایران هم مناطق مرکزی و جنوبی است. تحقیقاتی که اخیراً انجام شده است نشان می‌دهد برای تولید هر مگاوات برق حدود دو هکتار زمین نیاز است که البته با توجه به نوع تکنولوژی استفاده شده این مقدار تغییر خواهد کرد. با توجه به این که مناطق مناسب برای استفاده از انرژی خورشیدی کمربند باریکی روی کره زمین را در برمی‌گیرند اما با استفاده از تکنولوژی‌های جدید، بهره‌برداری از این منبع در سطح وسیعی در حال انجام است؛ به طوری که اگر از همه ظرفیت موجود برای استفاده از تابش خورشید در همه مناطق استفاده شود برق مورد نیاز کل مردم زمین تأمین خواهد شد.

۳-۱ فناوری‌های مورد استفاده از انرژی خورشید برای تولید قدرت:

در حال حاضر ۴ نوع تکنولوژی اصلی برای استفاده از تابش خورشید وجود دارد که این ۴ نوع مختلف در چگونگی متمرکز کردن اشعه‌های خورشید و چگونگی دریافت تابش‌ها با یکدیگر فرق دارند.

• بشقاب‌های سهمی شکل:

بشقاب‌های سهمی شکل شامل ردیف‌هایی از آینه‌های موازی (رفلکتورها) خمیده هستند که در یک بعد امواج خورشید را متمرکز می‌کنند. آرایش آینه‌ها می‌تواند بیشتر از ۱۰۰ متر طول با سطح خمیده با عرض ۶ تا ۵ متر باشد.

• رفلکتورهای خطی:

رفلکتورهای خطی تقریباً شبیه سیستم سهموی است با این تفاوت که از آینه‌های طویل صاف و تخت برای انعکاس نور خورشید استفاده می‌شود. این سیستم از دو ردیف آینه‌های تخت که به‌عنوان گیرنده عمل می‌کند تشکیل شده است.

• برج‌های خورشیدی:

برج‌های خورشیدی به‌عنوان سیستم‌های با گیرنده مرکزی شناخته می‌شوند. برج‌های خورشیدی از صدها یا هزاران رفلکتور کوچک تشکیل شده‌اند که تابش‌های خورشید را روی گیرنده اصلی که در مرکز آینه‌ها واقع شده، متمرکز می‌کنند. در این سیستم‌ها از نمک‌های مذاب به‌عنوان سیال انتقال‌دهنده حرارت استفاده می‌شود. برج‌های خورشیدی اصولاً به‌دمای بالا می‌رسند بنابراین بازدهی بیشتری دارند و هزینه تولید قدرت در آن‌ها کمتر است.

• دیش‌های سهموی:

دیش‌های سهموی اشعه‌های خورشید را در نقطه کانونی دیش متمرکز می‌کنند. در این سیستم‌ها دیش و دریافت‌کننده به‌طور مداوم در جهت خورشید حرکت می‌کنند تا اشعه‌های خورشید را رهگیری نمایند. بیشتر دیش‌های سهموی یک ژنراتور مستقل دارند. دیش‌های سهموی از لحاظ سایز و اندازه محدودیت دارند و تولید الکتریسیته در هر دیش به صورت جداگانه است؛ بنابراین برای داشتن یک نیروگاه خورشیدی نیاز به صدها یا هزاران دیش است. در سیستم‌های با دیش‌های سهموی تولید قدرت در حد ده‌ها مگاوات است در حالی که در سیستم‌های با برج‌های خورشیدی قدرت تولیدی در حد ۱۰۰ تا ۲۵۰ مگاوات می‌باشد.

۲-۳ سیستم تولید بخار خورشیدی:

سیستم‌های حرارتی خورشیدی از سیکل رانکین برای تولید قدرت استفاده می‌کنند. این امر با تولید بخار با استفاده از انرژی خورشید و گذشتن از پره‌های توربین محقق می‌گردد. در این سیستم‌ها از پیشرفته‌ترین تکنیک‌ها برای تولید بخار و تولید الکتریسیته استفاده می‌گردد و سیالات مناسبی برای انتقال حرارت در نظر می‌گیرند. معمولاً نمک مذاب یا روغن به میدان‌های خورشیدی پمپاژ شده و گرم می‌شود. روغن داغ شده از مبدل‌های حرارتی گذشته و آب در مبدل حرارتی با دریافت گرما بخار می‌گردد. سیال انتقال‌دهنده گرما باید در دمایی بالایی باقی بماند که باعث افزایش بازدهی خواهد شد. دمای روغن‌های صنعتی به حدود ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد، نمک‌های مذاب به حدود ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد و فلزات مایع به بیشتر از این مقادیر هم می‌رسند. مبدل‌های حرارتی علاوه برای انتقال گرما از سیال به آب وظیفه پیش گرم کردن سیال عبوری را دارند. آب در مبدل حرارتی قبل از وارد شدن به توربین با جذب گرما بخار شده و هنگامی که سوپرهیت گردید وارد توربین می‌گردد.

۳-۳ طراحی گیرنده‌های خورشیدی:

گیرنده‌های خورشیدی یکی از قسمت‌هایی است که انرژی تابشی خورشید را از طریق سیال موردنظر به انرژی حرارتی تبدیل می‌کند. گیرنده‌ها شامل جذب‌کننده، تبادل گر حرارتی و احتمالاً یک ذخیره‌کننده حرارتی است. جذب‌کننده سطحی است که تابش‌های منعکس شده به آن برخورد می‌کند و انرژی تابشی به‌صورت حرارتی در مواد جاذب جذب می‌گردد. سیال انتقال‌دهنده، حرارت را از مواد جاذب می‌گیرد و به مبدل حرارتی منتقل می‌کند (غضنفری و رفعتی، ۱۳۹۴)

۴. انرژی آب

۴-۱ مدیریت منابع آب

در کشوری که با کمبود جدی منابع آب و بحران مزمن خشک‌سالی و بحران فزاینده رشد جمعیت روبروست، اعمال سیاستی واحد و علمی و استراتژیک در مدیریت منابع آب الزامی است و تقسیم مدیریت آب بین سه وزارتخانه نیرو و کشاورزی و جهاد سازندگی با توجه به بوروکراسی حاکم بر دواير دولتی کاری نابجا و ناصواب است. آب به عنوان کالایی استراتژیک قبل از آنکه منبع تولید انرژی باشد منبع تولید غذا و تداوم حیات انسان هاست. ولی مدیریت آب کشور به لحاظ سوابق تاریخی در اختیار وزارت نیرو است. سازمانی که اولویت اول آن تولید نیرو و تأمین انرژی و آب شرب است و افزایش سطح زمین‌های زیر کشت و افزایش تولید کشاورزی اولویت دوم آن است.

انتخاب قریب به اتفاق وزرای نیرو از میان مهندسين راه و ساختمان، ساختن سدهای متعدد فاقد شبکه آبیاری در طی دو برنامه گذشته، کاستن از حقایق کشاورزی سدها و افزودن به حقایق مصارف شرب شهرها، عدم تخلیه کامل و رسوب‌گیری و لایروبی به موقع سدها در فصول غیر کشت جهت تأمین مداوم و مطمئن آب شرب شهرها و در نتیجه کاهش دوام ظرفیت مخازن سدها و عمر مفید آنها، همگی شواهد دال بر ارجحیت و اولویت تأمین آب و برق شهرها بر تأمین آب کشاورزی در وزارت نیرو است و نتیجه این سیاست رشد مداوم جمعیت شهرها و کاهش جمعیت روستاها و سبقت مصرف بر تولید و اتکای هرچه بیشتر اقتصاد کشور به درآمد حاصل از فروش نفت و گویای نقش مؤثر مدیریت منابع آب بر منابع انرژی کشور است. بنا به دلایل فوق و به دلیل آنکه سهم آب در تولید برق فقط ۷٪ و در تأمین انرژی مصرفی کشور ۱/۷٪ و در عرصه کل انرژی کشور ۰/۷٪ است. باید مدیریت منابع آب کشور از وزارت نیرو خارج شود، زیرا ارتباط آب به انرژی با توجه به ارقام ارائه شده ارتباطی بی‌ربط و بی‌منطق است. پیوند آب و خاک، آب و دانه، آب و کشاورزی و آب و غذا برخلاف پیوند آب و انرژی پیوندی تاریخی و مستحکم و انکارناپذیر است. به طوری که سهم کشاورزی از مصرف آب کشور ۹۴٪ است؛ و از طرف دیگر کشاورزی باید به دلایل متعدد محور توسعه اقتصادی و در صدر اولویتهای دولت قرار گیرد:

- کشاورزی محور استقلال سیاسی و اقتصادی و خودکفائی کشور است و به این دلیل همه کشورهای پیشرفته صنعتی به بخش کشاورزی خود یارانه می‌پردازند.
- سهم زیادی از ارز حاصل از فروش نفت، صرف واردات محصولات کشاورزی از خارج می‌شود و کشور ما یکی از بزرگ‌ترین واردکنندگان گندم جهان است.
- سهم زیادی از صادرات غیرنفتی ما مربوط به محصولات دامی و کشاورزی است.

• محصولات صنعتی ما فاقد توان رقابت با محصولات مشابه خارجی در بازارهای داخلی و خارجی هستند و فقط با اعمال سیاست‌های حمایتی دولت قادر به ادامه حیات و کسب بازار داخلی می‌باشند.

لازمه محور قرار گرفتن کشاورزی در برنامه توسعه اقتصادی کشور، الحاق مدیریت یکپارچه منابع آب به وزارت کشاورزی است. در صورتی که توجه کافی به بخش کشاورزی بشود می‌توان هم سهم کشاورزی را در صادرات غیرنفتی افزایش داد و هم با نیل به خودکفائی کشاورزی نیاز کشور به صادرات نفتی برای کسب ارز جهت واردات محصولات کشاورزی را تا حد زیادی کاهش داد. در صورت ادغام وزارتخانه‌های کشاورزی و جهاد سازندگی وزارتخانه جدید مسئولیت تأمین غذای شهروندان اعم از محصولات کشاورزی و پروتئینی را بر عهده خواهد داشت. در صورت الحاق بخش آب از وزارت نیرو به این مجموعه، وزارتخانه جدید دارای سه زیرمجموعه آب و کشاورزی و گوشت خواهد بود. که بخش گوشت خود شامل سه زیرمجموعه دام و طیور و شیلات است؛ و با توجه به مسئولیت جدید این وزارتخانه دیگر نام‌های کشاورزی و جهاد سازندگی مناسب آن نبوده و نام وزارت آب و غذا برای آن مناسب‌تر خواهد بود. سیاست‌های راهبردی منابع آب مهم‌ترین سیاست‌های راهبردی مدیریت منابع آب تغییر الگوی عرضه و مصرف آب‌ونان کشور است. برای کاهش مصرف آب کشاورزی باید از فناوری‌های نوین آبیاری قطره‌ای و بارانی سود جست و در مورد مصارف آب شهری با عرضه آب شرب بسته‌بندی‌شده و همچنین تفکیک آب شرب از آب شست‌وشو می‌توان تا حد زیادی مصارف آب شهرها را کاهش داد. درحالی که میانگین بارش در کشور ما میانگین جهانی است سرانه مصرف آب ما بالاتر از استانداردهای جهانی است؛ و این به دلیل استفاده از روش‌های سنتی در آبیاری و عرضه آب شرب به صورت لوله‌کشی است. کشور ما یکی از بزرگترین مصرف‌کنندگان و واردکنندگان گندم جهان است که بخش بیشتر آن دور ریخته می‌شود، با صرفه‌جویی در مصرف نان می‌توان تا حد زیادی در مصرف آب و انرژی صرفه‌جویی نمود و هم کشور را از صادرات نفت برای واردات گندم بی‌نیاز نمود. مهم‌ترین راهکار در این خصوص اعطای یارانه به نان مرغوب و بدون دورریز است که توسط کارخانه‌های بزرگ نان‌پزی با تولید انبوه و به صورت بسته‌بندی عرضه می‌شود؛ و نان‌های سنتی به دلیل نامرغوبی و پرت زیاد باید بدون یارانه و به نرخ آزاد عرضه شوند. با توجه به آنکه مصرف برق کشاورزی با تولید برق آبی تقریباً برابرند و در حدود ۷٪ تولید و مصرف برق کشور را تشکیل می‌دهند. در صورت انتقال مدیریت سدها و تولید برق آبی از وزارت نیرو به وزارت جدید آب و غذا بخش کشاورزی در تولید و مصرف انرژی خودکفا گردیده و در مقابل تأمین ۷٪ از برق مصرفی شبکه امکان تصمیم‌گیری مستقل در مورد قیمت‌گذاری برق کشاورزی را با توجه به سیاست‌های حمایتی خود خواهد داشت.

۲-۴ مدیریت منابع انرژی

در صورت جدائی بخش آب از وزارت نیرو آنچه از این وزارتخانه بر جای خواهند ماند مدیریت بخش برق است. تولید برق کشور سالانه حدود ۱۰۰ میلیون مگاوات ساعت است که از سوزاندن ۲۵٪ از انرژی مصرفی کلی کشور شامل گاز و فرآورده‌های نفتی حاصل می‌شود. ۹۳٪ از انرژی لازم برای تولید برق در نیروگاه‌های بخاری و گازی توسط سوخت‌های فسیلی و بقیه توسط نیروگاه‌های برق‌آبی تأمین می‌شود. ۳٪ از عرضه کل انرژی و ۷٪ از انرژی مصرفی کشور توسط بخش برق تأمین می‌شود. آنچه توسط بخش برق انجام می‌شود فقط یک تبدیل انرژی است که در نیروگاه‌ها به وقوع می‌پیوندد؛ و نیروگاه‌ها واسطه‌ای میان منابع انرژی و مصرف‌کنندگان انرژی برق هستند. درحالی‌که بخش نفت و گاز ۹۷٪ از عرضه کل انرژی و ۹۳٪ از مصرف کل انرژی و ۹۳٪ از مصرف انرژی نیروگاه‌ها و در مجموع ۹۹/۳٪ از تولید کل انرژی کشور را تأمین می‌کنند، باقی ماندن بخش برق به عنوان یک مدیریت مستقل عرضه انرژی در تحت لوای وزارت نیرو که سهمی کوچک و واسطه‌ای در تأمین انرژی کشور را دارد امری نامعقول و غیرمنطقی است و الحاق بخش برق از وزارت نیرو به وزارت نفت و تشکیل وزارت انرژی با سه زیرمجموعه اصلی نفت و گاز و برق جهت اعمال مدیریت واحد بر مبنای انرژی امری لازم و اجتناب‌ناپذیر است.

۳-۴ سیاست‌های راهبردی منابع انرژی

مهم‌ترین سیاست‌های راهبردی مدیریت منابع انرژی حفظ بقای انرژی‌های تجدیدناپذیر و در حال زوال سوخت‌های فسیلی است. که ودیعه‌ای الهی و حاصل میلیون‌ها سال عمر کره زمین و سرمایه گران‌بهای اهل زمین در تمام عصرها و نسل‌ها است؛ و بهره‌برداری ناصحیح و اسراف کارانه از این سرمایه خیانت‌درامانت و جنایتی نابخشودنی در حق بشریت است. اسراف در مصرف انرژی نه تنها آینده‌ای سرد و تاریک را برای آیندگان به ارث خواهد گذاشت برای نسل فعلی نیز جز آلودگی فزاینده محیط زیست تخریب طبیعت ره‌آوردی دیگر ندارد. تخریب لایه ازن، اثرات گلخانه‌ای، افزایش دمای کره زمین، بروز خشک‌سالی و قحطی، افزایش غلظت گازهای آلاینده و کاهش غلظت اکسیژن در هوا، نزول باران‌های اسیدی و مسمومیت آب و خاک، بروز بیماری‌های خطرناک و صعب‌العلاج، ذوب شدن یخ‌های قطبی، بالا آمدن سطح آب دریاها و به زیر آب رفتن شهرهای ساحلی، همه و همه از نتایج اسراف در مصرف سوخت‌های فسیلی است که آینده‌ای سخت و توأم با رنج و ناراحتی را برای بشریت رقم می‌زند. در کشورهای پیشرفته صنعتی دولت‌ها برای کاهش زیان‌های ناشی از مصرف سوخت مالیات‌های سنگینی را بر روی فرآورده‌های نفتی وضع کرده‌اند تا مردم را تشویق به مصرف کمتر کنند. ولی متأسفانه در کشور ما برای تشویق مردم به مصرف بیشتر سوخت و تخریب هرچه بیشتر محیط زیست دولت هر ساله یارانه بسیار سنگین و کمرشکنی را به ملت می‌پردازد. که باید آن را یارانه مرگ نامید. زیرا جز مرگ تدریجی انسان‌های و تخریب محیط زیست و نابودی

انرژی حاصلی دیگر در پی ندارد. مهم ترین راهکار در این زمینه قطع فوری و یک باره این یارانه‌ها است و حذف تدریجی آن تا به حال جز اثرات تورمی بر کل اقتصاد کشور نتیجه‌ای به بار نیاورده است. راهکارهای مهم دیگر در خصوص کاهش مصرف سوخت یکی بهبود صنعت خودروسازی کشور و دیگری از دور خارج کردن خودروهای فرسوده است که سهمی مهم در آلودگی فزاینده محیط‌زیست دارند. برای تسهیل این امر و کاهش اثرات اجتماعی و سیاسی و اقتصادی اسقاط خودروهای فرسوده و عدم ایجاد فشار اقتصادی بر دوش دارندگان این خودروها که اکثراً از اقشار محروم جامعه هستند باید کلیه خریداران خودروهای جدید و سازندگان و واردکنندگان خودرو را مجبور به تحمل بخشی از هزینه‌های اسقاط خودروهای فرسوده نمود تا تمام بار بر دوش دارندگان این خودروها قرار نگیرد؛ و باید در برابر هر خودرو جدید که به خیابان وارد می‌شود حداقل یک خودرو فرسوده از دور خارج شود زیرا در غیر این صورت و در صورت ادامه روند کنونی افزایش تعداد خودروها و افزایش مصرف سوخت و آلودگی هوا تا چند صباحی دیگر نه فضائی برای تردد خودروها و نه هوائی برای تنفس انسان‌ها و نه نفتی برای صادرات باقی خواهد ماند. مدیریت مصرف آب و انرژی در صورت اعمال مدیریت‌های واحد بر منابع آب و انرژی با تشکیل وزارتخانه‌های آب و غذا و انرژی این دو وزارتخانه باری سنگین را بر دوش خواهند داشت. برای کاهش بار مسئولیت این دو وزارتخانه و کاهش تصدی‌گری و نقش مداخله‌جویانه دولت در امور اقتصادی و اجرایی و افزایش نقش ملی دولت لازم است تا مدیریت مصرف آب و انرژی از حوزه مسئولیت دولت و وزارتخانه‌های مربوطه خارج و تحت نظارت و مسئولیت شهرداری‌ها به بخش خصوصی واگذار شوند. بخش آب و فاضلاب و توزیع برق و توزیع فرآورده‌های سوختی و گازرسانی و سیلوها اموری هستند که در حوزه خدمات شهری قرار می‌گیرند و باید از حوزه مسئولیت‌های ملی که دولت متکفل آن است خارج شده و در حوزه مسئولیت شهرداری‌ها که متکفل ارائه و اداره خدمات شهری هستند قرار گرفته و توسط بخش خصوصی اداره شوند. دولت ملی دولتی نیست که خود متصدی اداره تمام امور کشور باشد؛ و عرصه را برای مداخله ملت و بخش خصوصی در اداره امور تنگ کند. بلکه دولت ملی دولتی است که زمینه را برای تحرک و مسئولیت‌پذیری ملت باز کند؛ و خود به ایفای مسئولیت‌های خطیر ملی بپردازد توسعه و عمران شهری و روستایی در حوزه مسئولیت شوراهای شهر و روستا است؛ بنابراین اصلاح قانون شوراها و واگذاری قدرت هرچه بیشتر به شوراها در اداره امور شهر و روستا به خصوص در مدیریت مصرف آب و انرژی گامی مهم در راه کاهش تصدی‌گری دولت در امور اقتصادی و اجرایی و باز کردن دست دولت در پرداختن به وظایف و مسئولیت‌های ملی آن است. همچنین تبدیل شرکت‌های آب و فاضلاب و توزیع برق از سهامی خاص به سهامی عام و ارائه سهام آن‌ها در بازار بورس گامی اساسی و جدی در راه خصوصی‌سازی این شرکت‌ها و واگذاری آن‌ها به مردم است. وزارت نیرو با جمع بین مدیریت آب و برق کشور نقشی واسطه‌ای میان منابع آب و انرژی و مصرف‌کنندگان نهایی آن‌ها را ایفا می‌کند. ۹۳٪ از آب مصرفی کشور متعلق به بخش کشاورزی و تأمین ۹۹/۳٪ از انرژی مصرفی متعلق به بخش

نفت و گاز است. در حالی که نقش آب در تولید برق و نقش برق در تبدیل و تحویل انرژی هر یک بیش از ۷٪ نیست. لذا جمع بین مدیریت آب و انرژی و ارتباط بخش آب و برق به یکدیگر در وزارت نیرو ارتباطی صنعتی و غیرواقعی و جمع بین دو مقوله نامربوط است؛ و انحلال وزارت نیرو و تفکیک مدیریت آب و برق از یکدیگر و ادغام مدیریت آب در بخش کشاورزی و تولید غذا و ادغام مدیریت برق در بخش نفت و گاز جهت اعمال مدیریت‌های واحد بر هر یک از منابع آب و انرژی و کاهش پنج وزارتخانه متصدی امور آب و غذا و انرژی به دو وزارتخانه امری لازم و در جهت حفظ منافع و منابع ملی و محیط‌زیست و شکوفایی اقتصاد کشور و کاهش تصدی دولت و افزایش نقش ملی آن است (ارغوانی، ۱۳۷۶).

۵. انرژی امواج

دریاها و اقیانوس‌ها یکی از منابع انرژی‌های نو هستند که بشر امروز در راه به دست آوردن انرژی تجدیدشونده و ارزان و ناآلاینده به دنبال استحصال انواع آن است. پدیده‌های مختلفی می‌توانند موجب تولید انرژی از دریا شوند. این عوامل شامل جریان‌های دریایی، جزومد، امواج، شوری آب، درجه حرارت (دما) و ... می‌باشند. برای گرادیان حرارتی (اختلاف دما) اختلاف بین لایه‌های پایین و بالای آب به میزان ۲۰ درجه سانتی‌گراد فرض شده است؛ و گرادیان شوری فقط در مواردی که آب‌های شیرین با حجم زیاد وارد دریا شوند در نظر گرفته می‌شود. نیروگاه‌های تولید انرژی از جزر و مد، فقط در ۳۰ درصد زمان ممکن کار می‌کنند، امواج نزدیک به ساحل با راندمان ۳۰ درصد استفاده می‌شوند و سیستم‌های انرژی شوری فقط با راندمان ۱۰ درصد کار می‌کنند قابلیت هر یک از روش‌های تولید انرژی از آب دریا متفاوت بوده و این روش‌ها به شرایط فیزیکی آب دریا و موقعیت جغرافیایی دریا و ... بستگی دارد. سه روش مهم استفاده از انرژی دریاها و اقیانوس‌ها شامل موارد ذیل است:

جزرومد بر اثر نیروهای برهم کنش جاذبه‌ها و سینماتیکی دستگاه زمین، ماه و خورشید به وجود می‌آید؛ و تأثیرات خورشید و ماه بر روی زمین تئوری کلی جزرومد را مشخص می‌کند. تأثیر بقیه اجرام آسمانی به علت کوچکی و یا دوری فاصله از زمین در نظر گرفته نمی‌شود. یکی از روش‌های استفاده از انرژی جزرومد ایجاد حوضچه در کنار دریا می‌باشد که در هنگام مد آبیگیری و در هنگام جزر تخلیه می‌شود. با قرار دادن توربین‌های قوی در مسیر آب و چرخش ژنراتور متصل به آن باعث تولید نیروی الکتریسیته می‌شود. قابل اعتماد است. در مقابل، این روش معایبی دارد؛ مثلاً مهم‌ترین آن‌ها، میانگین جزرومد منطقه، باید حداقل ۵ متر باشد.

۵-۱ دما:

دمای دریاها و اقیانوس‌ها در نواحی گرم معمولاً ۲۳ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد است. ناحیه اول سطح آب تا عمق حدود ۵۰ متر که گرم است. ناحیه دوم بین ۵۰ تا ۵۰۰ متر، نیمه گرم است و تغییرات شدید دمایی در آن مطرح است. ناحیه سوم که عمق ۲۰۰۰ متری اقیانوس می‌باشد و دمای آب در حدود ۳ تا ۴ درجه سانتی‌گراد است. بنابراین می‌توان یک ماشین حرارتی بین آب‌های سطح و عمق طراحی و به کار انداخت، که بازده آن از رابطه به دست می‌آید که دمای منبع گرم و دمای منبع سرد است.

۵-۲ امواج:

امواج در اثر انتقال انرژی از باد به آب به وجود می‌آیند، باد می‌تواند سبب ایجاد موج و جریان بر روی سطح آب شود. شدت این انتقال انرژی به سرعت باد و طول مسافتی که در آن باد با سطح آب در تماس بوده بستگی دارد. نامیده می‌شود. موج این مسافت میدان وزش باد، موج گاه دارای انرژی جنبشی و پتانسیلی می‌باشد و انرژی آن از طریق اصطکاک تلف می‌شود. نرخ این اتلاف به ویژگی‌های اغتشاش امواج و عمق آب بستگی دارد. موج‌های بزرگ در آب‌های عمیق انرژی خود را به آسانی از دست نمی‌دهند. انرژی موج یک منبع تجدیدشونده است این انرژی پس از استخراج و استحصال دوباره توسط برهم کنش باد با سطح اقیانوس جبران می‌شود.

۵-۳ باد و امواج:

همان‌طور که گفته شده، باد عامل اصلی به وجود آوردن موج است. شدیدترین بادهای بین عرض‌های جغرافیایی ۴۰ تا ۶۰ درجه، در هر دو نیمکره شمالی و جنوبی می‌وزند. همچنین بادهایی با سرعت کمتر بین عرض‌های جغرافیایی ۳۰ درجه شمالی و جنوبی می‌وزند، که به علت نظم نسبی، شرایط بالقوه را ایجاد می‌کنند. بادهای موسمی که در سواحل دریای عمان نیز مشاهده می‌شوند از این دسته هستند. سواحل انگلستان، غرب آمریکای شمالی و سواحل نیوزیلند، از نقاط پرموج جهان هستند. آمار ایستگاه‌های هواشناسی، که برای سال‌های ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۳ در سواحل ایران انجام شده است، نشان‌دهنده اوقات بدون باد، به تمام سال و نیز میانگین سرعت باد در این سواحل می‌باشد.

۵-۴ روش‌های کاربردی استحصال انرژی امواج:

کوشش‌های جدی برای جذب انرژی امواج از دهه ۷۰ شروع شده است؛ و در برخی کشورهای جهان ماشین‌آلات مختلفی برای این منظور طراحی و ساخته شده است. در حال حاضر بسیاری از دانشگاه‌ها و شرکت‌های بزرگ در مورد روش‌های مهار امواج تلاش‌های زیادی انجام می‌دهند تا بتوانند با طراحی و ساخت سیستم‌های نو، از این انرژی به صورت بهتری استفاده کرد و نیروی آن را استحصال و ذخیره کنند. در

طراحی سیستم‌های استحصال انرژی امواج دریاها و اقیانوس‌ها، از ویژگی‌های مختلف موج، مانند بالاروی موج، پایین روی موج، ضربه زنی موج، فشار هیدرولیکی، حرکت نوسانی، خاصیت جاری بودن موج و... استفاده می‌شود (طبعی و ترابی آزاد، ۱۳۸۶)

نتیجه‌گیری

استفاده بی‌رویه از منابع انرژی یک‌بعدی مانند نفت در کشور قطعاً در آینده نه‌چندان دور باعث صدمات جبران‌ناپذیر ملی به نسل‌های آتی خواهد بود. هدف اصلی از ارزیابی و بررسی منابع تجدیدپذیر یافتن جایگاهی مناسب و ارزان‌قیمت‌تر برای منابع مصرفی می‌باشد. کانون اصلی توجه به این مهم در فواصل زمانی ۲۰۰۰ الی ۲۰۲۰ میلادی می‌باشد. از این‌رو توجه به اثرات زیست‌محیطی ناشی از استفاده انرژی‌های تجدیدپذیر امری بدیهی و حیاتی است. استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر در مجموع عوارض زیست‌محیطی بسیار کمتری نسبت به منابع سوخت فسیلی دارند. لذا شناختن ماهیت و فرآیند تشکیل و فعل‌وانفعالات لازم جهت بهره‌برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر می‌بایست در اولویت اول قرار گیرد. هر کدام از منابع نامبرده متناسب با نوع انرژی و شرایط اقلیمی متفاوت است. از این‌رو توجه به این نکته مهم که در کشور ما زمینه بهره‌برداری در کدام یک از زمینه‌های منابع فوق‌سهل‌تر و از نظر اقتصادی به‌صرفه‌تر است، یکی از مهم‌ترین پیش‌نیازها جهت استفاده از این منابع و لزوم مؤکد اولویت‌دهی به گزینش نوع منابع تجدیدپذیر می‌باشد (رجب‌زاده، ۱۳۸۷: ۱۰). استفاده گسترده از منابع انرژی فسیلی ضمن ایجاد مواد آلاینده هوا و مشکلات و تبعات زیست‌محیطی بی‌شمار، کاهش سریع این منابع را منجر گردیده است (نظری پور، فتوحی و پودینه، ۱۳۸۹)؛ لذا گرایش به استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر به دلایلی همچون قیمت کمتر، در دسترس بودن، آلودگی کمتر و مهم‌تر از همه توسعه پایدار اقتصادی مورد توجه ویژه می‌باشد. امروزه بسیاری از کشورهای جهان، تلاشی جدی را برای جایگزینی سوخت‌های فسیلی با انرژی‌های تجدیدپذیر آغاز نموده‌اند، به‌طوری‌که جامعه جهانی امیدوار است تا با اتخاذ سیاست‌ها و اقدامات جدی در این زمینه از جانب دولتمردان و خبرگان فنی شاهد رشد و گسترش هرچه بیشتر این انرژی‌ها در سرتاسر جهان باشد.

پیشنهادها

کشور ایران می‌تواند با استفاده از منابع فراوانی که در خود دارد بهترین استفاده بهینه را از منابع پاک خود داشته باشد و با مطالب گفته‌شده به دست می‌آید که ایران قابلیت استفاده بیشتر از انرژی پاک را دارد و بهتر است با تشویق مردم به استفاده بیشتر از انرژی‌های پاک متناسب با اقلیم هر منطقه آن‌ها را جایگزین سوخت‌های فسیلی کند.

- ✓ نمایشگاه‌هایی جهت شناخت بیشتر عموم مردم با انرژی‌های تجدیدپذیر و وسایلی که با این انرژی‌های کار می‌کنند.
- ✓ استفاده از آبگرمکن‌های خورشیدی ترویج داده شود.
- ✓ فرهنگ دوچرخه‌سواری توسط سازمان‌های مختلف مانند شهرداری و آموزش و پرورش ترویج داده شود.
- ✓ از پنل‌های خورشیدی جهت کاهش هدررفت و تبخیر آب و ذخیره انرژی خورشید به‌خصوص در مناطق کویری استفاده شود.

منابع

- ارغوانی، حسین. (۱۳۷۶). مدیریت آب و انرژی. *ترازنامه انرژی سال ۱۳۷۶* - وزارت نیرو - امور انرژی.
- آذرم، داریوش و عدل، مهرداد. (۱۳۸۳). جایگاه انرژی‌های تجدید پذیر در ساختار انرژی ایران و جهان، *نشریه علمی پژوهشی برق*
- ثقفی، محمود. (۱۳۸۸). انرژی‌های قابل تجدید، *انتشارات دانشگاه تهران*، چاپ سوم.
- خضری یزدان، رضا. (۱۳۹۱). انرژی و انواع آن. انتشار الکترونیکی.
- رجب‌زاده، محمدعلی. (۱۳۸۷). انرژی‌های پاک. *سازمان حفاظت محیط‌زیست، معاونت آموزش و پژوهش، دفتر مشارکت و آموزش همگانی*.
- رضایی، محمد. (۱۳۹۱). بهینه‌سازی فنی - اقتصادی توربین‌های بادی قابل نصب در کشور بر اساس شاخص‌های طراحی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شریف.
- سیری، نرگس؛ سیری، سیمین و سیری، فاطمه. (۱۳۹۵). انرژی‌های پاک، محیط‌زیستی سالم. هفتمین همایش پژوهش‌های نوین در علوم و فناوری.
- صادقی، حسین، خاکسارآستانه، سمانه. (۱۳۹۳). ارائه یک الگوی بهینه توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران با استفاده از رویکرد بهینه‌یابی استوار. *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۳(۱۱)، ۱۵۹-۱۹۵.

صرامی، حسین و نظری پور، حمید. (۱۳۸۶). انرژی ژئوترمال به عنوان انرژی تجدید پذیر و جایگزین در سبد انرژی. *نشریه انجمن اقتصاد انرژی ایران*. ۹۰-۹۱، صص ۲۶-۳۳.

طبعی، امیرحسین و ترابی آزاد، مسعود. (۱۳۸۶). روش‌های کاربردی در استحصال انرژی امواج. *مجله علمی تحقیقاتی بندر و دریا*. شماره ۱۲. صص ۱۲۸-۱۳۳.

غضنفری، ولی الله و رفعتی، هانیه. (۱۳۹۴). تحلیل حرارتی و بهینه سازی سیستم‌های خورشیدی. *همایش ملی انرژی تجدیدپذیر، پاک و کارآمد*.

مسعودی، حسن. (۱۳۹۵). روش‌های تولید انرژی الکتریکی از امواج آب دریا، *دوفصلنامه انرژی‌های تجدید پذیر و نو* ۳ (۲)، https://www.civilica.com/Paper-JR_SHRAE-JR_SHRAE-۳-۲_۰۰۲.html

نظری پور، حمید؛ فتوحی، صمد و پودینه، محمدرضا. (۱۳۸۹). ضرورت تجدیدنظر در منابع انرژی و جایگزینی انرژی‌های نو (انرژی زمین گرمایی). *چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام*.