



مجموعه مقالات چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام (ICIWG 2010)

ضرورت تجدید نظر در منابع انرژی و جایگزینی انرژیهای نو (انرژی زمین گرمایی)

حمید نظری پور

دانشگاه سیستان و بلوچستان، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، زاهدان.

دکتر صمد فتوحی

دانشگاه سیستان و بلوچستان، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، زاهدان.

محمدرضا پودینه

دانشگاه سیستان و بلوچستان، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، زاهدان.

Hamid.nazari.3488@gmail.com

چکیده

تحولات جهانی در زمینه توجه به حفظ محیط زیست و فناپذیر بودن منابع فسیلی، گرایش به استفاده از انرژیهای تجدیدپذیر را سرعت بخشیده و روز به روز توجه بیشتری را به خود معطوف میکند. عواملی همچون کاهش طول عمر منابع انرژی فسیلی در کنار عوامل جمعیتی و رشد اقتصادی، افزایش آلودگی هوا و محیط زیست لزوم استفاده از منابع انرژی های نو و تجدید پذیر را با توجه به توجیه اقتصادی آنها ضروری میسازد. ایران یکی از کشورهایی است که بر روس کمربند انرژی زمین گرمایی واقع شده و دارای پتانسیل بالایی از نظر انرژی زمین گرمایی می باشد. ایران با داشتن منابع بسیار غنی در زمینه انرژیهای تجدید پذیر، مستعد بکارگیری بهینه اینگونه انرژیها بوده و در برنامه ریزی ها و سیاست گذاریهای انرژی کشور، بایستی جایگاه ویژه ای را برای آن اختصاص داد. در این مقاله با استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر و تجدید ناپذیر صورت گرفته و مزایا و مشکلات آنها بررسی گردیده و لزوم استفاده از آنها بیان گردیده است. آنگاه منابع انرژی تجدید پذیر زمین گرمایی، خصوصیات، ویژگیها، کاربردها، مزایا و محدودیت های آن بحث گردیده و سپس جایگاه آن در سبب انرژی کشورهای مختلف جهان بررسی گردیده و مقایسه ای با وضعیت آن در ایران صورت گرفته است.

کلمات کلیدی: انرژی زمین گرمایی، انرژیهای تجدید پذیر، انرژیهای نو، منابع انرژی.

The Necessity of Revision in the Energy Sources and use of New Energies (Geothermal Energy)

Hamid Nazari Pour

University Sistan and Baluchestan. Zahedan. Iran.

Dr. Samad Futoohi

University Sistan and Baluchestan. Zahedan. Iran.

Mohammad Reza Podineh

University Sistan and Baluchestan. Zahedan. Iran.

Abstract:

Developments in the environment and fossil resources mortal, tendency to use renewable energies Accelerates day to focus more attention will. Factors such as reduced life expectancy in the fossil energy factors such as population increase and economic growth, increased air pollution and the environment necessary to use new energy sources and renewable for the economic justification makes them necessary. Iran is one of the countries that Russians belt of geothermal energy and has a high potential of geothermal energy. Iran with very rich resources in renewable energies, such prone application of optimal planning and energy policy of investments, should be a special place for it belonged. This article first comparison between renewable and renewable energy sources been investigated and their advantages and problems and

the need been using them has been expressed. Then geothermal renewable energy sources, characteristics, features, applications, advantages and limitations been discussed and then its position in different countries world energy Cart been studied and compared with the situation in Iran was done.

Key words: Geothermal Energy, Dissoluble Enrages, New Enrages, Energy Sources.

۱- مقدمه

وابستگی شدید و نیاز فزاینده جهان به منابع انرژی که به عنوان عامل اساسی رشد و فعالیت های اقتصادی محسوب می شود از یک طرف و محدودیت ذخایر نفتی و سایر سوخت های فسیلی از طرف دیگر، جهان را در سالهای اخیر با مسأله بسیار پیچیده تامین انرژی مورد نیاز آینده مواجه ساخته است. همچنین مسأله احتمالی تغییرات اقلیمی و ارتباط آن با مصرف سوخت های فسیلی و افزایش گازهای گلخانه ای به مسأله فوق ابعاد جهانی داده است. گرچه هنوز سوخت های فسیلی و بخصوص نفت، در تامین انرژی مورد نیاز جهان نقش مسلطی را ایفا می کند، با این حال بحران دهه هفتاد برای اولین بار آسیب پذیری امنیت عرضه آن را برای کشورهای صنعتی به وضوح آشکار نموده است. از این رو جهان در تکاپوی گذر از این تنگنای انرژی به منابع تجدید شونده، بویژه انرژی های نو و تجدید پذیر چشم دوخته و در راستای تکوین و توسعه فناوری بهره وری از آن به سرعت گام بر میدارد (کاویانی، ۱۳۷۴). با پیشرفت علوم و تکنولوژی های مربوط به استفاده از منابع انرژی تجدید شونده در جهان، نیاز به تحقیق و بررسی های فراوان در این ارتباط و افزایش سقف منابع انرژی تجدید شونده در سید انرژی کشور وجود دارد. این بررسی ها با توجه به دلایل مختلف لزوم استفاده از این منابع و با توجه به بحث های اقتصادی و غیره صورت می گیرد. در این میان بایستی تحلیلی جامع صورت گیرد که با استفاده از کدامیک از روشها می توان بهترین صرفه جویی اقتصادی را نمود (قرشی، ۱۳۷۶).

ایران با داشتن منابع بسیار غنی در زمینه های انرژی های تجدید پذیر، مستعد بکارگیری بهینه اینگونه انرژیها بوده و در برنامه ریزی ها و سیاست گذاریهای انرژی کشور، بایستی جایگاه ویژه ای را برای آن اختصاص داد. در این مقاله ابتدا مقایسه ای بین منابع انرژی تجدید پذیر و تجدید ناپذیر صورت گرفته و مزایا و مشکلات آنها بررسی گردیده و لزوم استفاده از آنها بیان گردیده است. آنگاه منابع انرژی تجدید پذیر زمین گرمایی، خصوصیات، ویژگیها، کاربردها، مزایا و محدودیت های آن بحث گردیده و سپس جایگاه آن در سید انرژی کشورهای مختلف جهان بررسی گردیده و مقایسه ای با وضعیت آن در ایران صورت گرفته است.

۲- بحث و نتایج:

بطور کلی منابع انرژی را می توان در دو گروه تقسیم بندی نمود: ۱- منابع انرژی تجدید پذیر که در آنها انرژی از جریان تکراری یا پیوسته انرژی که در محیط زیست بطور طبیعی در حال وقوع است بدست می آید. مانند انرژی خورشیدی، انرژی باد، انرژی زمین گرمایی، انرژی جزر و مد دریا و ... دانست. ۲- منابع انرژی تجدید ناپذیر که در آنها منابع استاتیکی انرژی که تنها می تواند با دخالت بشر آزاد شود و تا قبل از آن به صورت ذخیره است، تامین گردد. انرژی های هسته ای و سوخت های فسیلی از قبیل زغال سنگ، نفت و گاز طبیعی در این گروه قرار می گیرند.

۲-۱- مقایسه بین منابع انرژی تجدید شونده و غیر تجدید شونده

منابع انرژی تجدید شونده، محیط زیست طبیعی منطقه می باشد، در حالیکه در منابع انرژی تجدید ناپذیر، منبع انباشته شده است. ۲- در منابع انرژی تجدید پذیر، ورودی سیستم، یک جریان از انرژی می باشد در حالیکه در منابع انرژی تجدید ناپذیر، سرمایه به عنوان یک منبع نهفته استاتیکی از انرژی می باشد. ۳- مقدار انرژی حاصل از منابع تجدید شونده کم و به صورت غیر متمرکز می باشد، در حالیکه مقدار انرژی حاصل از منابع تجدید ناپذیر زیاد و متمرکز می باشد. ۴- عمر تامین انرژی توسط منابع تجدید شونده نامحدود ولی عمر تامین انرژی توسط منابع تجدید ناپذیر محدود است. ۵- انرژی های تجدید پذیر در مقیاسهای کوچک کاربرد اقتصادی بهتری داشته ولی در مقیاسهای بزرگتر دارای مشکلاتی می باشند، در حالیکه منابع انرژی تجدید ناپذیر در

مقیاسهای بزرگتر دارای هزینه های کمتر بوده و مطلوبتر می باشند. ۶- منابع انرژی تجدید شونده را بیشتر در صنایع غیر متمرکز و در کارخانه ها و شهرها و روستاها بکار می برند اما در مقیاس عمومی و بین المللی از منابع انرژی تجدید ناپذیر استفاده می نمایند (طالقانی، ۱۳۷۶).

۲-۲- مزایای انرژی های تجدید شونده:

منابع انرژیهای تجدید پذیر دارای مزایای بیشمار و بسیار مفیدی هستند که بطور خلاصه عبارتند از: ۱- قابلیت تجدید پذیری ۲- قابلیت بالای تولید انرژی ۳- ایجاد مراکز تولید انرژی غیر متمرکز ۴- عدم آلودگی محیط زیست ۵- کمک به مشکلات صنعت برق. جدول ۱ نشان دهنده مقایسه ای بین انواع مختلف انرژی در تاثیر گذاری بر محیط زیست می باشد (نصیری، ۱۳۷۶).

۳-۲- مشکلات منابع انرژی تجدید پذیر:

استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر در کنار مزایای بیشمار، دارای معایب و محدودیت هایی نیز است که عبارتند از: ۱- هزینه های سرمایه گذاری زیاد ۲- محدودیت های زمانی و مکانی. در جدول ۲ مقایسه ای مابین انواع منابع انرژی تجدید پذیر صورت گرفته است (صادقی، ۱۳۷۶).

جدول ۱- مقایسه تاثیر گذاری انواع منابع انرژی بر محیط زیست

منابع انرژی	حیات وحش	آلودگی هوا	تغییر اقلیم
زغال سنگ	بسیار زیاد	بسیار زیاد	بسیار زیاد
نفت	متوسط تا زیاد	متوسط تا زیاد	زیاد
گاز طبیعی	کم تا زیاد	کم تا زیاد	کم تا متوسط
بیومس	کم تا زیاد	کم تا متوسط	کم تا زیاد
باد	نزدیک صفر	نزدیک صفر	کم
خورشید	نزدیک صفر	نزدیک صفر	کم
زمین گرمایی	نزدیک صفر	نزدیک صفر	کم
هسته ای	زیاد	نزدیک صفر	کم

جدول ۲- مقایسه کلی بین انواع منابع انرژی تجدید پذیر

منبع انرژی	محدودیت مکانی	محدودیت زمانی	بازدهی	هزینه
باد	دارد	دارد	متوسط	ارزان تا متوسط
خورشید	دارد	دارد	کم تا متوسط	متوسط تا زیاد
زمین گرمایی	دارد	انداک	متوسط	ارزان تا متوسط
بیومس	انداک	ندارد	متوسط به بالا	متوسط
دریا و اقیانوس	دارد	دارد	کم تا متوسط	متوسط تا زیاد

۴-۲- لزوم استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر:

هم اکنون نیاز به استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر بر هیچ کسی پوشیده نیست. دلیل این امر را می توان 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 هم اکنون ضروری میسازد و اگر کوتاهی در این زمینه رخ دهد، با مشکلات زیادی در آینده نه چندان دور مواجه خواهیم شد. برای این منظور بایستی از هم اکنون به فکر جایگزین کردن یک منبع جدید به جای منابع موجود باشیم. ۲- افزایش آلودگی هوا و محیط زیست که با استفاده بیش از پیش منابع سوخته های فسیلی و انتشار انواع گازهای آلاینده بوجود آمده است و نیاز برای یک جایگزین برای این سوخته ها به منظور کاهش آلودگی هوا ضروری می باشد. ۳- توجه اقتصادی که با عنایت به قیمت های ایجاد و احداث نیروگاهها با سوخت های تجدید شونده و فسیلی و قیمت برق تولیدی توسط این نیروگاهها، نشان دهنده لزوم استفاده از این منابع برای کاهش هزینه های سرمایه گذاری است (باسپور، ۱۳۷۶).

۲-۵- انرژی زمین گرمایی چیست؟

در حقیقت زمین منبع عظیمی از انرژی حرارتی میباشد. هرچه به اعماق زمین نزدیکتر میشویم حرارت آن افزایش مییابد. بطوریکه این حرارت در هسته زمین به بیش از پنج هزار درجه سلسیوس میرسد. درجه حرارت داخل زمین به ازای هر ۱۰۰ متر عمق حدود ۳ درجه سانتی گراد افزایش مییابد. افزایش دمای زمین متناسب با افزایش عمق آن، همچنین وجود آتشفشانها، آبفشانها، چشمه های داغ و غیره، نشانه های ملموس و آشکاری از وجود گرما در داخل زمین هستند. با این حال سیستم های ژئوترمال را در مناطقی میتوان یافت که گرادیان ژئوترمال (نرخ تغییرات دمای اعماق زمین) در حد میانگین یا اندکی بزرگتر از آن باشد. بنابراین انرژی ژئوترمال یا به عبارتی انرژی زمین گرمایی، حرارت استحصال شده از زمین می باشد که در داخل زمین بر اثر تجزیه رادیو ایزوتوپها (عناصر ناپایدار مانند اورانیوم، توریوم، پتاسیم و... بوجود می آید) (کامیار، ۱۳۸۲).

۲-۶- سیستم های ژئوترمال:

سیستم های ژئوترمال را در مناطقی می توان یافت که گرادیان ژئوترمال در حد میانگین یا اندکی بزرگتر از آن باشد. بویژه در نواحی مجاور مرزهای بین صفحات که گرادیان ژئوترمال آنها بطور قابل ملاحظه ای بزرگتر از مقدار میانگین است. هر سیستم ژئوترمال از سه جزء اصلی تشکیل می شود: منبع حرارتی، مخزن وسیال عاملی که حرارت را انتقال میدهد. از میان تمامی اجزاء یک سیستم ژئوترمال، منبع حرارتی، تنها جزیی است که باید حتماً طبیعی باشد. در صورت وجود شرایط مساعد دو جزء دیگر می توانند غیر طبیعی باشند. سیستم های ژئوترمال با تنوع وسیعی از خصوصیات زمین شناسی، فیزیکی و شیمیایی در طبیعت یافت می شوند و از همین رو انواع مختلفی از سیستم ها را در سراسر جهان می توان از یکدیگر تفکیک کرد. اما اساساً سه نوع سیستم ژئوترمال وجود دارد: سیستم های بخار غالب، سیستم های آب گرم غالب و سیستم های خشک (سنگ داغ). ۱- سیستم های بخار غالب: در سیستم های بخار غالب، چاه ها اساساً بخار خشک تولید می کنند، که بعد از خارج نمودن خاک و سایر مواد ریز، مستقیماً جهت تولید نیروی الکتریسته به توربین ها فرستاده می شود. سیستم های بخار غالب عموماً دارای آب های زیر زمینی عمیق بوده که توسط مواد لایه زیرین گرم می شود و منطقه فوقانی به صورت فاز بخار است. سیستم های بخار غالب جهت بهره برداری از راحت ترین سیستم هاست، ولی از نایاب ترین سیستم های ژئوترمال نیز هستند (White, 1973). ۲- سیستم های آب گرم غالب: سیستم های مایع غالب خیلی فراوان تر از سیستم های بخار غالب هستند. مخزن ژئوترمال در سیستم های مایع غالب آب داغ بدست میدهد، که هنگام رسیدن به سطح زمین تبدیل به بخار میشود. ۳- سیستم های خشک: مهمترین منبع انرژی زمین گرمایی، سنگ های خشک داغ هستند. سیستم خشک مناطق ژئوترمال هستند که در آنجا گرما در سنگ های خشک، ذخیره شده، بدون اینکه آب یا مایع دیگر گرما را به سطح زمین انتقال دهد. سیستم های خشک شامل بیشترین مقدار گرمای ذخیره شده در پوسته زمین تا عمق ۱۰ کیلومتر میباشد. با در نظر گرفتن این که

غالب مناطق ژئوترمال از نوع خشک می باشند، استفاده از انرژی ژئوترمال سیستم های خشک بستگی به تکنولوژی دارد که هنوز احتیاج به توسعه دارد (KERNFORSCHUNGSANLAGE, 1977).

۲-۷- کاربردهای انرژی زمین گرمایی:

انرژی ژئوترمال به صورت مستقیم و غیر مستقیم مورد استفاده قرار میگیرد که بستگی به دمای منابع ژئوترمال دارد. رایج ترین معیار برای دسته بندی منابع ژئوترمال، معیاری است که بر اساس انتالپی سیالات ژئوترمال، که عامل اصلی انتقال حرارت از سنگهای داغ موجود در اعماق زمین به سطح آن قلمداد میشوند، پایه ریزی میگردد. انتالپی را در حالت کلی میتوان 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 غیر مستقیم 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 سانتیگراد در گرمایش ساختمانها، گلخانه ها، تجهیزات آبی پروری و تهیه حرارت فرایندهای صنعتی مورد استفاده قرار گیرد (صرامی و نظری پور، ۱۳۸۶). موارد استفاده غیر مستقیم از انرژی زمین گرمایی: تولید برق، مهمترین شکل بهره برداری از منابع ژئوترمال دما بالا (بیشتر از ۱۵۰ درجه سانتی گراد) بشمار می روند. تولید برق اساساً بسته به نوع ویژگیهای منابع ژئوترمال، در توربین های رایج بخار و نیروگاههای دوسیاله انجام می پذیرد. نخستین تلاشها برای تولید برق از بخار آب ژئوترمال در سال ۱۹۰۴ میلادی در ناحیه ای که هم اکنون لاردلو نامیده می شود، انجام پذیرفت. موفقیت این آزمایش، ارزش صنعتی انرژی ژئوترمال را بخوبی نشان داد و این آغازی بود بر روش بهره برداری خاصی که قرار بود بعدها بطور قابل توجهی توسعه داده شود. برق حاصل از انرژی ژئوترمال، نقش مهم و روز افزونی در پویایی اقتصادی کشورهای در حال توسعه ایفا می کند. در این زمینه می توان به اطلاعات ارائه شده در جدول ۳ که درصد برق تولیدی از انرژی ژئوترمال به کل ظرفیت نصب شده نیروگاهی در برخی از این کشورها را نشان می دهد، اشاره نمود (ثقفی، ۱۳۸۲).

جدول ۳- ظرفیت تولید برق ژئوترمال درمقایسه با کل ظرفیت نصب شده نیروگاهی برای برخی از کشورهای در حال توسعه (سال ۱۹۹۰) (برحسب مگاوات).				
کشور	کل ظرفیت نصب شده نیروگاهی	ظرفیت نصب برق ژئوترمال	در صد برق ژئوترمال به کل ظرفیت نصب شده	
فیلیپین	۶۸۶۹	۸۹۱	۱۳	
السالوادور	۷۴۰	۹۵	۱۲/۸	
نیکاراگوئه	۳۹۵	۳۵	۸/۹	
کنیا	۷۲۳	۴۵	۶/۲	
مکزیک	۲۹۲۷۴	۷۰۰	۲/۴	
اندونزی	۱۱۴۸۰	۱۴۲	۱/۲	

۲-۷-۱- موارد عمده استفاده مستقیم از انرژی زمین گرمایی:

کاربردهای حرارتی مستقیم، یکی از قدیمی ترین و متداولترین روشهای بهره برداری از انرژی ژئوترمال بشمار میرود. گرمایش محیطی و منطقه ای، کاربردهای کشاورزی و آبی پروری جزء شناخته شده ترین و فراگیرترین روشهای بهره برداری بشمار میروند. سیستم های گرمایش منطقه ای ژئوترمال نیازمند سرمایه گذاری های هنگفت میباشد.

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

۲- کاربردهای کشاورزی و گرمایش گلخانه ای: رایج ترین کاربرد انرژی ژئوترمال در بخش کشاورزی به گرمایش گلخانه ها اختصاص دارد که از رشد بسیار خوبی در سرتاسر جهان برخوردار است. کشت انواع سبزیجات و گلهای، خارج از فصل طبیعی یا در شرایط آب وهوایی غیر طبیعی، هم اینک با استفاده از تکنولوژی پیشرفته ای که کارایی خود را در موارد متعدد به اثبات رسانده است قابل اجرا می باشد. بسیاری از کشورهای اروپای و غیر اروپائی در حال کسب تجربه در این زمینه کاربردی خاص میباشند و هم اینک با بهره برداری قانونمند از منابع انرژی ژئوترمال، اقدام به تولید تجاری و خارج از فصل انواع سبزیجات، گلهای و میوه ها می نمایند. جدول ۴ (ثقفی، ۱۳۸۲).

جدول ۴- گلخانه های ژئوترمال در جهان

کشور	وسعت گلخانه ها	کشور	وسعت گلخانه ها
مجارستان	۱۳۰/۳۸	چکسلواکی سابق	۱/۵
یوگسلاوی سابق	۷۰/۷	آلمان	۱/۳
ایتالیا	۵۰/۵	بلژیک	۱۰۵
شوروی سابق	۲۵	چین- تایوان	۶۰
فرانسه	۲۴/۳	آمریکا	۱۸۳/۱۲
اسپانیا	۲۰	ژاپن	۲
ایسلند	۱۸	زلاندنو	۱۰
رومانی	۹	اسرائیل	۳
یونان	۷/۷۶	ترکیه	۷/۳
مجموع	۶۶۲/۹۱		

علاوه بر سبزیجات و گیاهان می توان شرایط بهینه رشد حیوانات اهلی و گونه های آبی و کیفیت و کمیت تولید آنها را تا حد زیادی ارتقاء بخشید. در بسیاری از موارد آبهای ژئوترمال می توانند در ترکیبی از کاربردهای دامپروری و گرمایش گلخانه ها مورد استفاده قرار گیرند. همچنین سیالات داغ ژئوترمال می توانند برای پاکیزه نگهداشتن، بهداشتی نمودن و خشک نگه داشتن محل های نگهداری حیوانات و ضایعات دور ریز آنها مورد استفاده قرار گیرند. برای ایجاد گلخانه های ژئوترمالی دمایی در حدود ۸۰ الی ۱۲۰ درجه سلسیوس مناسب می باشد.

۳- آبی پروری: یکی از رایج ترین و سود آورترین کاربردهای مستقیم انرژی ژئوترمال، آبی پروری است. آبی پروری به معنای پرورش ارگانیسم آب شیرین یا آب شور در یک محیط کنترل شده با هدف افزایش نرخ تولید می باشد. مهمترین گونه هایی که معمولاً اقدام به پرورش آنها می شود عبارتند از آبیانی نظیر ماهی کپور، گربه ماهی، ماهی خاردار تیلاپیا، ماهی سفید و انواع مار ماهی، قزل آلا، سگ ماهی، میگو و گونه های دیگر. برای

حوضچه های پرورش ماهی، آب گرم زمین گرمایی می بایست حرارتی در حدود ۲۰ الی ۴۰ درجه سلسیوس داشته باشد.

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

۵- ذوب برف و پیشگیری از یخبندان در معابر: با استفاده از لوله هایی که در زیر معابر تعبیه می شود، می توان در فصول سرما حرارت آبهای گرم را به آسفالت خیابانها، جاده ها، سطوح پیاده روها و غیره منتقل و بدین وسیله برف روی این سطوح را ذوب نمود. برای ذوب برف در معابر، آب گرم زمین گرمایی می بایست حرارتی در حدود ۲۰ الی ۵۰ درجه سلسیوس داشته باشد (صرامی و نظری پور، ۱۳۸۶).

۲-۱- توزیع جهانی منابع انرژی زمین گرمایی:

دست یافتن به انواع مختلف منابع انرژی و تأمین بیش از برای انرژی مهمترین نگرانی و دغدغه جهان امروز است. جدول ۵ منابع عمده تأمین انرژی و درصد آنها را در جهان نشان میدهد. سوخت های فسیلی نیز به نوبه خود شامل سه منبع می باشند.

انواع انرژی	میزان انرژی تولید شده	درصد مصرف جهانی
سوختهای فسیلی	۳۲۰	٪۸۰
۱- نفت	۱۴۲	٪۳۶
۲- گاز طبیعی	۸۵	٪۲۱
۳- زغال سنگ	۹۳	٪۲۳
انرژیهای تجدید پذیر	۵۶	٪۱۴
انرژی هسته ای	۲۶	٪۶

جدول ۶ نیز درصد میزان مصرف و میزان تولیدی انرژی در جهان را در بخش انرژیهای نو نشان میدهد.

انواع انرژی های نو	میزان انرژی تولید شده	درصد مصرف جهانی
بیوماس	۳۸	٪۱۰
برق آبی، زمین گرمایی، باد و خورشیدی	۱۸	٪۴

هم اکنون با توجه به چالشهای پیش رو در مباحث انرژی و با توجه به تجدید پذیر و پاک بودن انرژیهای نو، میزان تولید و مصرف این منابع در جهان رو به افزایش است. انرژی زمین گرمایی، سومین نوع از انرژیهای نو میباشد که در دنیا جهت تولید برق بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد. میزان تولید انرژی الکتریکی توسط انرژیهای نو در جهان معادل ۲۸۲۶ TWh می باشد که از این بین سهم برق آبی ۹۲٪، بیوماس ۵/۵٪، زمین گرمایی ۱/۶٪، باد ۰/۶٪ و خورشیدی ۰/۰۵٪ است. کمتر از ۲ درصد از کل مصرف جهانی انرژی، توسط انرژی زمین گرمایی تهیه میگردد. تا سال ۱۹۹۹ میزان تولید الکتریسته در جهان توسط نیروگاههای زمین گرمایی

۷۴۹۴ MWe و میزان تولید حرارت توسط انرژی زمین گرمایی نیز ۱۵۱۴۴ MWt بوده است. جدول ۷ میزان تولید برق و حرارت با استفاده از منابع انرژی زمین گرمایی را در قاره های جهان نشان میدهد.

جدول ۷: میزان تولید برق و حرارت در قاره های جهان

قاره	تولید برق (MWe)	تولید حرارت (MWt)	نسبت تولید برق به حرارت (%)	تولید برق (MWe)	تولید حرارت (MWt)	نسبت تولید برق به حرارت (%)
آفریقا	۵۴	۳۷۹	۱۴	۱۲۵	۵۰۴	۱
آمریکا	۳۳۹۰	۲۳۳۴۲	۱۴	۴۳۵۵	۷۲۷۰	۱۴
آسیا	۳۰۹۵	۱۷۵۱۰	۳۵	۴۶۰۸	۲۴۲۳۵	۴۶
اروپا	۹۹۸	۵۷۴۵	۱۲	۵۷۱۴	۱۸۰۹۵	۳۵
اقیانوسیه	۴۳۷	۲۲۶۹	۵	۳۴۲	۲۰۶۵	۴
مجموع	۷۹۷۴	۴۹۲۶۳	۱۰۰	۱۵۱۴۴	۵۲۹۷۹	۱۰۰

ایتالیا بعنوان اولین کشور جهان می باشد که در سال ۱۹۰۴ میلادی توانست با استفاده از انرژی زمین گرمایی برق تولید نماید. کشورهایی که بیشترین برق و حرارت را با استفاده از نصب نیروگاههای زمین گرمایی تولید می کنند عبارتند از: جدول ۸.

جدول ۸: بیشترین میزان تولید برق و حرارت در کشورهای جهان (مگاوات)

کشور	تولید برق (مگاوات)	کشور	تولید حرارت (مگاوات)
آمریکا	۲۲۰۰	آمریکا	۵۶۴۰
فیلیپین	۱۹۰۰	چین	۱۰۵۰۰
نیوزیلند	۴۳۷	ایسلند	۳۶۰۰
مکزیک	۷۵۵	ژاپن	۷۴۰۰
ایتالیا	۷۸۵	ترکیه	۴۳۰۰
ژاپن	۵۴۷	ایتالیا	۱۰۰۰
اندونزی	۵۹۰		
ایسلند	۱۷۰		

شکل ۱ نیز مکانهای نیروگاه های زمین گرمایی کره زمین را نشان میدهد.



شکل ۱: مکانهای نیروگاه های زمین گرمایی

در حال حاضر از انرژی زمین گرمایی در بسیاری از نقاط جهان و به صورتهای مختلف، در سطح وسیعی استفاده میشود. محققین، همزمان با بکارگیری تکنولوژی های قدیمی تأمین انرژی، شیوه های جدید تأمین انرژی را نیز به تکامل رسانیده اند. در آینده نیز تلاش برای توسعه آن، هم در زمینه کشف منابع انرژی و هم در زمینه انتقال تکنولوژی امری اساسی تلقی می شود. شکل ۲ مناطقی از زمین را که دارای پتانسیل زمین گرمایی می باشند، نشان می دهد. این نواحی، منطبق بر مناطق آتشفشانی و زلزله خیز جهان هستند (آذرم و عدل، ۱۳۸۳).



شکل ۲: مناطق دارای پتانسیل انرژی زمین گرمایی

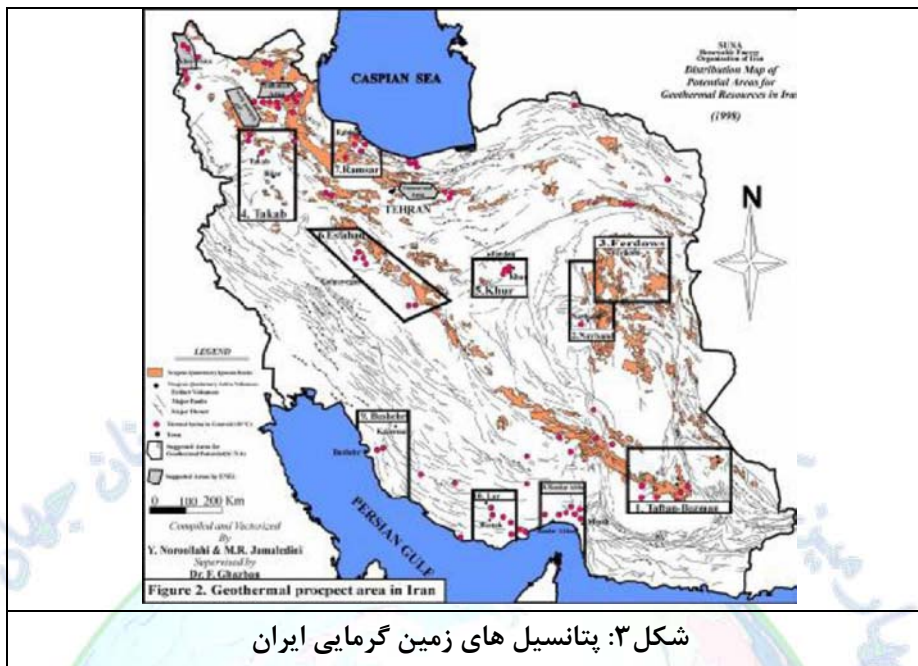
۲-۹- انرژی زمین گرمایی در ایران:

موقعیت قرار گیری ایران در مرزهای تکتونیکی از نیروی عظیم نهفته در کالبد ایران حکایت دارد. قرار گرفتن در کمربند تکتونیکی حاشیه صفحات باعث شده که گستره ایران از لحاظ زمین ساختاری بسیار فعال باشد. گسلها و شکستگیها نقش تعیین کننده ای در مناطق پتانسیل بالای زمین گرمایی دارند. استفاده از انرژی زمین گرمایی در ایران به سالهای بسیار دور میرسد بطوریکه مردم به شیوه های سنتی از این انرژی در محلهایی که چشمه های آبگرم وجود داشت، در قالب حمام ها و استخرهای شنا جهت مصارف آبدرمانی و تفریحی استفاده می کردند. کشور ما ایران، از نظر منابع انرژی زمین گرمایی، بسیار غنی بوده و بر روی کمربند زمین گرمایی جهان قرار دارد. از نظر بین المللی نیز در بین کشورهای دارای پتانسیل انرژی زمین گرمایی، در رده چهاردهم قرار گرفته است. صدها چشمه آبگرم و سابقه آتشفشانی و زلزله خیز بودن ایران، نیز این نکته را تأیید می کند. به هر حال زمین شناسان، عقیده دارند که ایران دارای منابع عظیم انرژی زمین گرمایی است که میتوان آن را به مقدار چشمگیری به برق تبدیل نمود.

در ایران از سال ۱۳۵۴ به منظور شناسایی پتانسیل های منبع انرژی زمین گرمای مطالعات گسترده ای توسط وزارت نیرو با همکاری مهندسين مشاور ایتالیایی در نواحی شمال و شمالغرب ایران آغاز گردید. نتیجه این تحقیقات مشخص نمود که مناطق سبلان، دماوند، خوی، ماکو و سهند با مساحتی بالغ بر ۳۱ هزار کیلومتر مربع جهت انجام مطالعات تکمیلی و بهره برداری از انرژی زمین گرمایی مناسب می باشند. عملیات حفاری اولین چاه زمین گرمایی، در پایان اردیبهشت ماه ۱۳۸۲ خاتمه یافت و در خرداد ماه ۱۳۸۳ تست اولین چاه زمین گرمایی کشور آغاز گردید. تست دومین چاه زمین گرمایی کشور نیز سه ماه بعد از تست اولین چاه زمین گرمایی انجام شد. همزمان با کلیه فعالیتهای ذکر شده سازمان انرژیهای نو ایران با همکاری سازمان بهره وری انرژی ایران، ضمن تجهیز آزمایشگاه و ایستگاه پایش صحرایی، مطالعات سیستماتیک و گسترده ای را جهت پایش محیط زیست منطقه و کنترل اثرات زیست محیطی ناشی از اجرای طرح انجام داده است. از بدو فعال شدن مجدد طرح زمین گرمایی مشکین شهر، در سال ۱۳۷۴ در جهت تأمین اهداف پروژه و بومی نمودن دانش در زمینه کاربرد انرژی زمین گرمایی 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 می باشند. پتانسیل های انرژی زمین گرمایی ایران: پتانسیل های انرژی زمین گرمایی 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 چشمه های آب گرم و ظهور سطح الارضی و سایر شواهد زمین شناسی شناسایی شده اند. این مناطق به شرح زیراند.

منطقه	ردیف	منطقه	ردیف
اصفهان - محلات	۶	تفتان - بزمان	۱
رامسر	۷	نابیند	۲
بندرعباس - میناب	۸	بیرجند - فردوس	۳
بوشهر - کازرون	۹	تکاب - هشترود	۴
لار - بستک	۱۰	خور - بیابانک	۵

شکل مناطق معرفی شده بر روی نقشه در شکل ۳ نشان داده شده است. در بین مناطق ذکر شده مطالعات مفصل تنها بر روی چند منطقه انجام شده است: دماوند، سبلان، سهند، ماکو- خوی، تکاب و بزمان از جمله این مناطق هستند (www.samiran.ir).



شکل ۳: پتانسیل های زمین گرمایی ایران

۲-۱۰- میزان فعالیت جهانی در زمینه توسعه منابع زمین گرمایی:

بر اساس اطلاعات جمع آوری شده از گزارشات و مقالات بیست و سه کشور جهان که در کنفرانس جهانی زمین گرمایی در سال ۲۰۰۰ در ژاپن ارائه شده، مجموعاً ۸۴۱ میلیون دلار در دنیا برای توسعه طرحهای زمین گرمایی هزینه شده است. دو کشور سوئیس با ۲۳۰ میلیون دلار و کره جنوبی با ۲۶۷ میلیون دلار سرمایه گذاری مجموعاً بیش از نیمی از مبلغ یاد شده را سرمایه گذاری نموده اند. بر این اساس مجموعاً ۱۰۲۸ حلقه چاه زمین گرمایی جدید در سراسر دنیا حفر شده که روسیه با ۳۰۶ حلقه و ایسلند با ۲۴۱ حلقه بیشترین تعداد چاه حفر شده در زمینه انرژی زمین گرمایی را دارند.

مشکلات و موانع اجرایی در ایران برای توسعه منابع زمین گرمایی: جایگاه واقعی فاکتورهای زیست محیطی در نظام تولیدی ایران مشخص نشده است. گرچه تلاشهای بسیاری برای روشن ساختن اولویت انرژی پاک بر انواع دیگر انرژی صورت گرفته اما دست آورده ها ناچیز بوده است. تغییر نظام انرژی متکی به سوخت خیلی ارزان با جایگاه تثبیت شده خود مستلزم اراده مدیران کلان جامعه است. متأسفانه تا زمانی که مشکل حاصل از سوخت های فسیلی به مرز نابودی آشکار محیط زیست نرسد، نمی توان توجه همه جانبه ای را برای حمایت از آن جلب نمود. همچنین قیمت پایین سوخته های فسیلی در کشور ما و تکیه بر منابع عظیم آن توجه استراتژیک به مبحث انرژی را کم رنگ نموده است.

۳- نتیجه گیری

استفاده گسترده از منابع انرژی فسیلی ضمن ایجاد مواد آلاینده هوا و مشکلات و تبعات زیست محیطی بیشمار، کاهش سریع این منابع را منجر گردیده است. لذا گرایش به استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر به دلایلی همچون قیمت کمتر، در دسترس بودن، آلودگی کمتر و مهمتر از همه توسعه پایدار اقتصادی مورد توجه ویژه می باشد.

امروزه بسیاری از کشورهای جهان، تلاشی جدی را برای جایگزینی سوخت های فسیلی با انرژی های تجدیدپذیر آغاز نموده اند، بطوریکه جامعه جهانی امیدوار است تا با اتخاذ سیاست ها و اقدامات جدی در این زمینه از جانب دولتمردان و خبرگان فنی شاهد رشد و گسترش هرچه بیشتر این انرژی ها در سرتاسر جهان باشد. انرژی زمین گرمایی یکی از منابع عمده انرژی های تجدیدپذیر است که جوانب مثبت زیست محیطی آن طیف وسیعی از موارد را شامل می گردد. انرژی ژئوترمال در صورت بهره برداری صحیح می تواند نقش مهمی را در

موازنه انرژی بسیاری از کشورها ایفا نماید. متأسفانه تحقیقات انجام شده نشان میدهد که توسعه صنعتی ایران با استفاده گسترده از منابع فسیلی و بدون در نظر گرفتن محیط زیست انجام شده و توسعه نیروگاهها بدون توجه به منابع انرژی تجدید پذیر بطور چشمگیری افزایش یافته و هیچ گونه اقدام عمده ای برای رفع و کنترل آلودگی ها صورت نگرفته است. با وجود پتانسیل های بالایی زمین گرمایی در ایران تاکنون اقدام جدی و وسیعی در زمینه بهره برداری و استفاده از این منابع انرژی بجز موارد اندک، صورت نگرفته است. با وجود سرمایه گذاری های بسیار بالای سایر کشورها در زمینه انرژی زمین گرمایی، متأسفانه میزان سرمایه گذاری در ایران بسیار اندک می باشد که ناشی از متکی بودن نظام انرژی به سوخت ارزان و فراوان (فعلاً) با جایگاه تثبیت شده می باشد.

لذا وظیفه هر کارشناس و متخصص در امور انرژی ایجاب می کند با دیدی آینده نگرانه، مضرات و خطرات آلودگی زیست محیطی و بحران پایان یافتن منابع فسیلی را در نظر داشته و در جهت رفع آن به کمک استفاده از تکنولوژی منابع انرژی تجدید پذیر کوشیده و راه رسیدن به توسعه پایدار را برای کشور فراهم نماید. امید است با توجه به توانمندیهای موجود در زمینه انرژی های نو و از آن میان انرژی زمین گرمایی با تلاشهای صورت گرفته شاهد افزایش میزان بهره برداری از میزان انرژی های تجدید پذیر باشیم که هم به لحاظ تکنولوژی و هم به لحاظ اقتصادی و نیز به لحاظ کاهش آلودگی زیست محیطی دارای اهمیت بسیار فراوانی است.

۴- منابع و مأخذ

- امیر حسین قرشی، تدوین استراتژی توسعه انرژیهای تجدید پذیر در جمهوری اسلامی ایران، سمینار کاربرد انرژیهای نو، بهمن ۱۳۷۶.
- جواد نصیری، سیاست وزارت نیرو درباره توسعه کاربرد انرژی باد در ایران، سمینار کاربرد انرژیهای نو، بهمن ۱۳۷۶.
- حسین صرامی، حمید نظری پور، انرژی ژئوترمال بعنوان انرژی تجدید پذیر و جایگزین در سبد انرژی، نشریه انجمن اقتصاد انرژی ایران، فروردین و اردیبهشت ۱۳۸۶، شماره ۹۰-۹۱، صص ۳۳-۲۶.
- حمیدرضا کامیار، ژئوترمال، انتشارات سهامی خدمات مهندسی برق (مشانیر)، ۱۳۸۲.
- داریوش آذرم، مهرداد عدل، جایگاه انرژی های تجدید پذیر در ساختار انرژی ایران و جهان، نشریه علمی پژوهشی برق، شماره فروردین - اردیبهشت ماه ۱۳۸۳.
- گیتی طالقانی، مرتضی خلجی اسدی، توسعه انرژیهای تجدید پذیر، سمینار کاربرد انرژیهای نو، بهمن ۱۳۷۶.
- مجید باسپور، فریده عقابی، محمد زائری، بررسی و مقایسه اقتصادی و امکان سنجی ساخت نیروگاههای بادی در ایران، سمینار کاربرد انرژیهای نو، بهمن ۱۳۷۶.
- محمد رضا کاویانی، توربین های بادی و بررسی پتانسیل انرژی باد در ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۱، سال دهم، ۱۳۷۴.
- محمود ثقفی، انرژی های تجدید پذیر نوین، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم ۱۳۸۲.
- مهدی صادقی، توسعه نیروگاههای خورشیدی و نقش قیمت گذاری انرژی، سمینار کاربرد انرژیهای نو، بهمن ۱۳۷۶.

juellich (1977): Das Hot – Dry – Rock Projiect. - KERNFORSCHUNGSANLAGE
p.Kruger , D. E. 1973. Characteristics of Geothermal Resources. In Geothermal Energy.- WHITE
pp.60 – 94. . Cal., Stanford University Press Stanford.and C. otte (eds)
- www.samiran.ir