



دانشگاه صنعت آب و برق
(شهید عباسپور)

دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)

دانشکده مدیریت و اقتصاد

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته علوم اقتصادی گرایش اقتصاد انرژی
استراتژی‌های انرژی‌های تجدید پذیر برای توسعه پایدار ایران با استفاده از تکنیک الگوریتم
ژنتیک

استاد راهنما:

دکتر علی قنبری

اساتید مشاور:

دکتر محمود حقانی

دکتر عباس عساری

تحقیق و تدوین:

بهزاد زواری

مهر ۱۳۹۱

تشکر و قدردانی

در ابتدا وظیفه خود می‌دانم که تشکری ویژه داشته باشم از استاد گرامی، جناب آقای دکتر قنبری که پیوسته با ارائه کمک‌های خود راهگشای بنده بوده‌اند و بدون کمک‌های ایشان این تحقیق به نتیجه نمی‌رسید.

همچنین وظیفه خود می‌دانم که از زحمات جناب آقای دکتر حقانی و آقای دکتر عساری، که از هیچ کمکی دریغ نکرده‌اند، تشکر کنم. همچنین از کمک و همکاری دوستان خود آقایان سلمانی و سهرابی و مهندس علیخانی کمال تشکر را دارم.

در پایان نیز از جناب آقای ظروفی که همواره در انجام امور آموزشی کمک حال دانشجویان و بویژه بنده بوده‌اند تشکر می‌کنم.

تعهد اصالت اثر:

اینجانب بهزاد زواری تایید می‌کنم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه، حاصل کار پژوهشی اینجانب می‌باشد و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آن‌ها استفاده شده است، مطابق مقررات ارجاع گردیده است.

این پایان‌نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم‌سطح، پایین‌تر و بالاتر ارائه نشده است. کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور) می‌باشد.

بهزاد زواری

تقدیم به

مادرم

که مسیر آموختن را برایم هموار کرد.

فهرست

- چکیده ۶
- فصل اول ۷
- کلیات ۷
- ۱_۱ مقدمه ۸
- ۱-۲ اهداف، سوالات و فرضیات ۱۲
- ۱-۳ ضرورت اجرای طرح و توجیه علمی، اقتصادی و یا اجتماعی آن ۱۲
- ۱-۴ نوآوری ۱۳
- ۱-۵ انرژی خورشیدی ۱۵
- ۱-۵-۱ اثرات زیست محیطی و موانع و محدودیت استفاده از انرژی خورشیدی ۱۵
- ۱-۵-۲ ایران و گرمایش خورشید ۱۶
- ۱-۶ انرژی باد ۱۷
- ۱-۶-۱ اثرات زیست محیطی استفاده از انرژی باد ۱۷
- ۱-۶-۲ پمپ بادی ۱۷
- ۱-۶-۳ کاربردهای متصل به شبکه برق رسانی ۱۸
- ۱-۶-۴ امکانات ایران برای استفاده از انرژی باد ۱۸
- ۱-۷ انرژی زمین گرمایی ۱۸
- ۱-۷-۱ اثرات زیست محیطی ۱۹
- ۱-۸ انرژی بیوماس ۱۹

- ۸-۱- تأثیرات زیست محیطی استفاده از بیوانرژی ۲۰
- ۹-۱- محیط زیست و مصرف انرژی ۲۱
- ۱۰-۱- محیط زیست ۲۳
- ۱۰-۱- آلودگی محیط زیست ۲۳
- ۱۰-۱- آلودگی هوا ۲۴
- ۱۰-۱- گازهای گلخانه ای ۲۴
- ۱۱-۱- باران اسیدی ۲۴
- ۱۲-۱- محیط زیست مسأله جهانی ۲۵
- ۱۲-۱- برخی اقدامات جهانی صورت گرفته ۲۷
- ۱۳-۱- پروتکل کیوتو ۳۱
- ۱۴-۱- تعریف پایداری از دیدگاه توسعه ای ۳۲
- ۱۵-۱- پایداری اجتماعی فرهنگی ۳۵
- ۱۶-۱- پایداری اقتصادی ۳۵
- ۱۷-۱- توسعه انرژی پایدار ۳۵
- ۱۷-۱- به هم پیوستگی بین مصرف انرژی و توسعه پایدار ۳۵
- ۱۷-۱- به هم پیوستگی اقتصاد- انرژی ۳۶
- ۱۸-۱- توسعه پایدار صنعتی ۳۷
- ۱۹-۱- به هم پیوستگی انرژی- محیط- جامعه ۳۸
- ۲۰-۱- شاخصهای انرژی پایدار ۴۰
- ۲۰-۱- رویکرد یکپارچه ۴۱

۴۲	..... گسترش تکنولوژی تمیز
۴۳	..... ۳-۲۰-۱ ابزارهای با هدف مشارکت داوطلبانه
۴۳	..... ۴-۲۰-۱ معیارهایی برای انتخاب ابزارهای اقتصادی
۴۴	..... ۵-۲۰-۱ نیاز روز افزون به انرژی
۴۹	..... ۱-۲۱ نتیجه گیری
۵۲	..... فصل دوم
۵۲	..... ادبیات و پیشینه
۵۳	..... ۱-۲ مقدمه
۵۳	..... الف) تحقیقات خارجی
۵۷	..... ب) تحقیقات داخلی
۵۹	..... ۲-۲ نتیجه گیری
۶۱	..... فصل سوم
۶۱	..... مبانی نظری و تبیین مدل
۶۲	..... ۳-۱ مقدمه
۶۳	..... ۳-۲ مبانی نظری
۶۴	..... ۳-۳ تبیین مدل
۶۵	..... ۳-۴ روش تحقیق
۶۶	..... ۳-۵ الگوریتم ژنتیک
۶۷	..... ۳-۵-۱ پیدایش الگوریتم ژنتیک
۶۷	..... ۳-۵-۲ روند اجرایی الگوریتم ژنتیک

- ۳-۵-۳ نحوه نمایش ۶۹
- ۳-۵-۴ گام ارزیابی ۷۰
- ۳-۵-۵ گام انتخاب ۷۱
- ۳-۵-۶ انتخاب چرخ رولت ۷۲
- ۳-۵-۷ انتخاب بر اساس رتبه ۷۳
- ۳-۵-۸ انتخاب رقابتی ۷۳
- ۳-۵-۹ نحوه گرایبی ۷۴
- ۳-۵-۱۰ عملگرهای ژنتیک ۷۴
- ۳-۵-۱۱ عملگر تقاطعی ۷۴
- ۳-۵-۱۲ عملگر جهش ۷۶
- ۳-۵-۱۳ اندازه جمعیت ۷۷
- ۳-۵-۱۴ پارامترهای متقاطع ۷۸
- ۳-۵-۱۵ پارامترهای تأثیرگذاری جهش ۷۹
- ۳-۶ نتیجه گیری ۸۰
- فصل چهارم ۸۱
- تخمین مدل ۸۱
- ۴-۱ مقدمه ۸۲
- ۴-۲ تعیین معادله هدف ۸۲
- ۴-۲-۱ برآورد مدل ۸۲
- ۴-۳ داده‌های تابلویی و مزایای استفاده از آنها ۸۳

۱۴	..... ۴-۳-۱ معرفی روش تخمین
۹۲	..... ۴-۴ نتیجه گیری
۹۴	..... فصل پنجم
۹۴	..... نتیجه گیری و پیشنهادها
۹۵	..... ۵-۱ مقدمه
۹۵	..... ۵-۲ خلاصه پژوهش
۹۶	..... ۵-۳ نتیجه گیری و پیشنهادها
۹۹	..... منابع
۱۰۲	..... ضمیمه

چکیده

در این پایان‌نامه به بررسی استراتژی‌های بودجه بندی انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران، با در نظر گرفتن عملکرد کشورهای اروپایی پرداخته می‌شود. برای این کار بودجه انرژی‌های تجدیدپذیر در سه قسمت تحقیق و توسعه، تولید انرژی الکتریکی از منابع تجدید پذیر و سایر قسمت‌های سازمانی تقسیم می‌شود. روش مورد استفاده در این پایان‌نامه روش پانل دیتا^۱ می‌باشد. در ابتدا مدل برای ۱۵ کشور عضو اتحادیه اروپا در سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۹ تخمین زده شده است و سپس داده‌های مربوط به ایران به صورت متغیر مجازی^۲ وارد مدل شده است، تا بتوان ارتباط بین نسبت مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر به کل انرژی مصرفی را با بخشهای مختلف بودجه صرف شده در انرژی‌های تجدید پذیر در ایران را بدست آورد. در پایان نتیجه گیری میشود که نسبت مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر به کل انرژی در ایران، با نسبت بودجه تولید انرژی تجدیدپذیر به کل بودجه انرژی‌های تجدیدپذیر رابطه مثبت دارد و با نسبت بودجه تحقیق و توسعه به کل بودجه انرژی‌های تجدیدپذیر رابطه منفی دارد، در حالی که در کل کشورهای مورد بررسی هم با وجود ایران و هم بدون ایران هر دو ضریب بدست آمده مثبت میباشد. در نهایت به بهینه یابی معادلات بدست آمده با استفاده از الگوریتم ژنتیک که به صورت تخصصی برای پیدا کردن نقطه بهینه در توابع طراحی شده است، پرداخته شده و استراتژی‌های مناسب بودجه بندی با توجه به شرایط مختلف ارائه میشود.

کلید واژگان

انرژی‌های تجدید پذیر، بودجه بندی، روش پانل دیتا، متغیر مجازی، الگوریتم ژنتیک

^۱ Panel Data

^۲ Dummy Variable

فصل اول

کلیات

گرچه از ابتدای پیدایش انسان بر روی کره خاکی، تهیه و مصرف انرژی دغدغه همیشگی او بوده است، اما در سالهای اخیر موضوع انرژی اهمیت قابل توجهی یافته است. زمانی انسان بصورت انفرادی در تلاش برای جمع آوری چوب برای گرم کردن خود بوده و زمانی شهرهایی را برای کاوش در عمق معادن برای یافتن ذغال سنگ ایجاد کرده است. اکنون کشورهایی بر اساس تولید و صدور نفت و گاز تاسیس شده اند. برخی از بنگاه های فعال در زمینه های انرژی های تجدیدپذیر همچون خورشید، باد، امواج و بیولوژیک از گردش مالی فوق العاده ای برخوردارند.^۳ اما همچنان ۶۳ درصد از کل انرژی مصرفی دنیا در حال حاضر از نفت و گاز طبیعی شامل شده است.^۴

مباحث پر اهمیت مربوط به انرژی را می توان به چند دسته تقسیم نمود:

فناوری های انرژی: انرژی همواره در طبیعت وجود داشته است، اما بشر از زمانی که دانش چگونگی استفاده از آن را آموخت، در حقیقت توانایی کشف و استفاده از انرژی ها را بدست آورد. تکنولوژی های متعدد هم اکنون در زمینه انرژی های تجدید پذیر و پایان پذیر وجود دارد. هر روزه مرزهای دانش برای استفاده از انرژی های نو و بهینه استفاده نمودن از انرژی های مختلف گسترش می یابد.

اقتصاد انرژی: تا قرن نوزدهم آنچه که بیشتر در اقتصاد مورد بحث قرار می گرفت، زمین و مستغلات بود. اما به تدریج و پس از انقلاب صنعتی در اروپا، منابع طبیعی و بخصوص انرژی نیز مورد توجه اقتصاددانان قرار گرفت. در قرن بیستم و بخصوص پس از جنگ جهانی دوم برنامه ریزان متوجه شدند که هرگونه رشد اقتصادی لاجرم نیازمند در دسترس بودن منابع طبیعی می باشد. در اکثر سالهای قرن بیستم کسی به فکر آنکه این منابع محدود و پایان پذیر است نبود. اما اکنون بدون آنکه به عامل

^۳ For example look at; India's first commercial solar power plant, *UPI*, December ۱۶, ۲۰۰۹;

^۴ USGS World Petroleum Assessment ۲۰۰۰, *United States Geological Survey*, ۲۰۰۰,
<http://energy.cr.usgs.gov/WEcont/WEToC.pdf>

کاهش و پایان پذیری منابع طبیعی فکر کنیم، نمی‌توانیم تجزیه و تحلیل صحیح از اقتصاد کلان انرژی داشته باشیم.

مدیریت انرژی: گرچه در دو قرن اخیر راه‌هایی برای استفاده بهتر و پیدانمودن منابع جدید انرژی با استعانت از فناوری پیشرفته پیدا شده است، اما همیشه پیشرفت تکنولوژی و دستیابی به ذخائری که تاکنون کشف نشده است، از لحاظ زمانی پس از دوره‌هایی بوده است که نگرانی در مورد کمبود انرژی وجود داشته است. یعنی نااطمینانی از متغیرهای اصلی بازار انرژی‌های پایان پذیر است. بهره‌وری یکی از محرک‌های اصلی برای توسعه تکنولوژی‌های مربوط به انرژی‌های جایگزین کمیابی منابع پایان پذیر است که این خود باعث افزایش قیمت‌های برخی از منابع اصلی انرژی همچون نفت و گاز می‌شود.

سیاستگذاری انرژی: سیاستگذاری انرژی در سالهای اخیر بلحاظ افزایش نقش انرژی و محیط زیست در فعالیت‌های اقتصادی، سیاسی و اجتماعی جوامع مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار گشته است. گرچه در گذشته نیز پس از شوک نفتی ۱۹۷۳ میلادی که در آن کشورهای عرب تولید کننده نفت خام، شیرهای نفت را بر روی جهان غرب بستند، همواره نگرانی از تکرار چنان وضعیتی در کشورهای توسعه یافته و در سالهای اخیر در کشورهای در حال توسعه مانند چین و هند وجود داشته است. اطمینان یافتن از برخورداری از عرضه مطمئن و پایدار انرژی و همچنین بازار تقاضای همراه با کشش و رشد مناسب از دغدغه‌های اصلی هر کشور برای توسعه همه جانبه خود است. این امر بدون سیاستگذاری انرژی در سطح بنگاه‌های صنعتی، شوراها و شهرداری‌های محلی، دولت‌های ملی و سطح بین‌المللی امکان پذیر نیست.

حقوق انرژی: ارتباط مابین دارنده ذخائر انرژی بخصوص نفت، گاز طبیعی و ذغال سنگ با بنگاه‌های توسعه‌گر و مصرف‌کنندگان در چارچوب حقوق انرژی تعریف می‌شود. اکثر تولیدکنندگان عمده انرژی همچنان دولت‌ها و شرکت‌های ملی نفت و گاز کشورهای عرضه‌کننده هستند. اکثر مصرف

کنندگان و یا توزیع کنندگان بنگاه های چند ملیتی خصوصی می باشند. بنابراین ارتباط مابین این دو دسته از بنگاه ها و شرکت ها از موضوعات بسیار مهم و ظریف می باشد.^۵ بعنوان مثال اگر تولید کننده نفت خام کشوری اسلامی باشد و شرکت مسئول توسعه، اکتشاف و استخراج یک شرکت بین المللی باشد، قرارداد مابین این دو طرف باید چنان نوشته شود که اصول حقوق بین الملل در آن لحاظ گردد تا منافع شرکت خارجی در حد معقول حفظ شود. همچنین حقوق مربوط به قانون اساسی آن کشور اسلامی باید در نظر گرفته شود تا مالکیت منبع نفت و درآمد های ناشی از آن به دولت بازگردد. همچنین شریعت اسلامی و حدود آن مورد توجه قرار گرفته تا نظر مردم و یا نمایندگان آنها ملحوظ شود. امور حقوقی انرژی و بخصوص قراردادها کمتر مورد توجه کارشناسان و تصمیم گیران قرار می گیرد و به همین دلیل در صورت بروز اختلاف مابین دو طرف عموماً طرف ایرانی دچار ضرر و زیان می گردد.

امنیت انرژی: امنیت انرژی عموماً به در دسترس بودن مقدار کافی و قابل اطمینان از عرضه انرژی برای راضی نمودن تقاضا تعریف می گردد. بصورت خلاصه می توان گفت که امنیت انرژی سه مفهوم اساسی زنجیره تحولات انرژی در جهان امروزی را در بر می گیرد: قیمت، تداوم^۶ و محیط زیست^۷. فراز و نشیب در قیمت نفت خام باعث تغییرات شگرف در اقتصاد جهانی، بودجه هر خانواده، هزینه های هر کارخانه و بی ثباتی، آسیب پذیری و یا شکوفایی کشورهای تولیدکننده و مصرف کننده می گردد. هر متقاضی دریافت انرژی برای آنکه امکان برنامه ریزی برای آینده را داشته باشد، لاجرم به جریان مداوم و دراز مدت انرژی می پردازد و نهایتاً تلاش برای یافتن روشهای با بازدهی بیشتر و مصرف کمتر، گامی در جهت حفظ محیط طبیعی و بقای بشر در آینده است.

^۵ Oberer, Walter; "Introduction to First Issue"; *Journal of Energy Law and Policy*; Vol ۱ (۱۹۸۰), Pp. ۱-۲.

^۶ Sustainability

^۷ Bohi, Douglas R. & Michael A. Toman; *The Economics of Energy Security*; Norwell, MA.; Kluwer Academic Publishers, ۱۹۹۶, P. ۶۴

با این همه واقعیت نشان می دهد که در شناخت و فهم دانش های مرتبط با انرژی، انسان کمتر موفق بوده است. اگر در زمینه فنآوری، پیشرفت های چشمگیر برای بشر قائل باشیم، بدون شک در بخش های مربوط به سیاست گذاری، امنیت و حقوق انرژی انسان بشدت فقیر است.^۸

تعاریف مختلفی از توسعه پایدار بیان شده است که همگی شامل این مطلب هستند: توسعه و برآورده کردن نیاز حاضر بدون کم کردن از تولید آینده برای برآورده ساختن نیازها. مطالعه اخیر شورای جهانی انرژی^۹ دریافته است که بدون هیچ تغییری در روشهای کنونی، تقاضای جهانی انرژی در سال ۲۰۲۰، ۵۰ الی ۸۰ درصد بیشتر از سطح ۱۹۹۰ خواهد بود. با توجه به گزارش اخیر گروه انرژی ایالات متحده^{۱۰} تقاضای سالانه انرژی از سطح کنونی ۳۶۳ میلیون کیلووات تا سطح ۷۵۰ میلیون کیلووات در سال ۲۰۲۰ افزایش خواهد یافت. مصرف انرژی جهانی امروزه تخمین زده میشود که ۲۲ میلیارد کیلووات ساعت باشد و برای سال ۲۰۲۰، میزان تخمین زده شده ۵۳ میلیارد کیلووات ساعت میباشد. چنین تقاضای هر لحظه در حال افزایشی میتواند جایگاه مهمی در فشار بر زیر بنای فعلی انرژی و پتانسیل تخریب سلامت محیط زیست جهانی پخش کردن و تخلیه گازهای منو اکسید کربن، دی اکسید کربن، دی اکسید گوگرد و اکسید نیتروژن دارد، و همچنین باعث گرم شدن کره زمین میشود. بدست آوردن راه حل برای مشکلات محیط زیستی که ما با آنها امروزه رو در رو هستیم، انجام کارهای طولانی مدت برای توسعه پایدار میباشد. از این بابت، منابع انرژی های تجدید پذیر به نظر یک راه حل موثر و کارا میباشد، از آنجایی که ارتباط بین انرژی تجدید پذیر و توسعه پایدار معنی دار میباشد. استفاده عقلانی تر از انرژی پل مهمی در گذار از چیرگی امروز سوختهای فسیلی در جهان به جهانی که به وسیله سوختهایی که آلودگی ندارند و تکنولوژیهای پیشرفته ای مانند استفاده از نورو انرژی باتری ها تامین انرژی میشوند.

^۸ McKeown, Rosalyn; "Energy myth tow, the public is well informed about energy; in Sovacool, B. K. ; Brown, M. A. (eds); *Energy and American Society: Thirteen Myths*; Berlin: Springer, ۲۰۰۷, Pp. ۵۱-۷۴.

^۹ World Energy Council

^{۱۰} USA Department of Energy

۱-۲ اهداف، سوالات و فرضیات

الف- اهداف اصلی:

ارائه استراتژی مناسب برای حداکثر کردن سهم انرژی های تجدید پذیر در کل انرژی مصرفی در کشور های مورد بررسی و برای ایران.

ب - اهداف فرعی:

شناسایی نحوه ارتباط بودجه بندی انرژی های تجدید پذیر و نسبت این انرژی ها در کل انرژی مصرفی کشورهای مورد بررسی و همچنین برای ایران.

سوالات تحقیق

۱) نحوه ی ارتباط بودجه بندی انرژی های تجدید پذیر و نسبت این انرژی ها در کل انرژی مصرفی چگونه است؟

۲) چگونه میتوان سهم انرژی های تجدید پذیر را در کل انرژی مصرفی ایران حداکثر کرد؟

فرضیات تحقیق

۱) سهم انرژی های تجدید پذیر در کل انرژی مصرفی تابعی از نحوه بودجه بندی انرژی های تجدید پذیر میباشد.

۲) با بودجه بندی مناسب برای انرژی های تجدید پذیر در ایران میتوان سهم انرژی های تجدید پذیر در کل انرژی مصرفی را افزایش داد و به حداکثر رسانید.

۱-۳ ضرورت اجرای طرح و توجیه علمی، اقتصادی و یا اجتماعی آن

با توجه به نیاز روز افزون استفاده از انرژی و نیاز به استفاده از انرژی های دوستدار محیط زیست ، انجام این پروژه برای حداکثر کردن سهم انرژی های تجدید پذیر در کل انرژی مصرفی ایران می باشد.

۱-۴ نوآوری

افزایش سهم انرژی های تجدید پذیر در کل انرژی مصرفی یک کشور از نظر فنی و مهندسی بارها مورد تاکید قرار گرفته است، اما از نظر بودجه بندی و نحوه تخصیص بودجه برای حداکثر کردن سهم انرژی های نو، چنین به نظر می رسد که برای اولین بار است که این کار انجام میشود.

چنانچه دولت ها خواهان توسعه مطلوب و پایدار بدون لطمه زدن به توانایی نسلهای آینده باشند لازم است از دو سیاست مشخص پیروی کنند :

(۱) اعمال مدیریت مصرف انرژی

(۲) به کارگیری سایر منابع انرژی که همگام با توان اکولوژیکی محیط، تکنولوژیهای موجود، نیروی انسانی و منابع مالی توسعه باشد.

در مورد بکار گیری سایر منابع که مرتبط با بحث می باشد، وجود شرایط زیر برای انرژی ها الزامی است.

الف) وجود ذخایر عظیم پایان ناپذیر.

ب) دسترسی آسان.

ج) وجود منابع غیرآلاینده.

د) بهره گیری از انرژی متناسب با شرایط جغرافیایی، اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و سیاسی کشور که در این بین انرژی خورشیدی، باد، بیوماس، تمام چهار شرط فوق را دارا می باشند.

نفوذ تجدید پذیرها به استثناء بیوماس عمدتاً در بخش برق می باشد و اثر بسیار کمی در بخش حمل و نقل دارد، نفوذ سوختهای مشتق از بیوماس در برخی از کشورها به ویژه در برزیل، زیمبابوه، و کنیا به درجه ای از اهمیت ملی رسیده اند.

بحران آلودگی محیط زیست بر اثر استفاده بیش از پیش از سوخت های فسیلی و خطر از بین رفتن ذخایر و منابع طبیعی ، بالا رفتن مصرف انرژی به دلیل رشد ناهمگون صنایع و افزایش روز افزون جمعیت ، تولید گازهای گلخانه ای از جمله مونواکسید کربن ، گرم شدن دمای زمین ، ذوب شدن یخ های قطبی ، شیوع انواع بیماری های ناشناخته ، نابودی جنگل ها ، وقوع طوفان های غیر عادی ، بارش باران های سیل آسا و اسیدی و بالاخره خشکسالی های طولانی مدت ، که در ادبیات جهانی از آن بعنوان تغییرات آب و هوایی نام برده می شود ، زندگی روی کره زمین را با خطر نابودی مواجه ساخته است.

از این رو وظیفه هر انسان مسئول و وظیفه شناس که خود را شهروند جهانی کره زمین می داند ، اینست که نسبت به آینده محیط زیست و سرنوشت نسل های آتی ، احساس مسئولیت کرده و به فکر چاره ای اساسی برای حل مشکل باشند . اگر چه مساله راه حل فوری ندارد ، ولی اولین گام می تواند استفاده بهینه و مسئولانه از انرژی های فسیلی ، که عمری محدود دارند ، باشد .

بعنوان مثال باید پذیرفت که استفاده از انرژی های فسیلی فقط برای مصرف در صنایع یا سوخت خودرو نیست ، امروزه حجم بالایی از نیازهای روزمره را مواد شیمیایی تشکیل می دهد که از مشتقات نفتی هستند ، با کم شدن ذخایر نفت خام و بالا رفتن بهای آن ، این ماده فقط در موارد اضطراری بکار برده خواهد شد ، مواردی مانند تولید مواد شیمیایی ، شوینده ها ، لوازم آرایشی ، بهداشتی ، پلاستیکی ، بسته بندی و غیره . کافی است تصور کنیم که این منابع تمام شود ، چه پیش خواهد آمد ، البته این اتفاق خواهد افتاد ، بنابر آخرین آمار که نشریه ای در نمایشگاه اینترسولار مونیخ ۸ ژوئن ۲۰۱۱ منتشر کرد ، با در نظر گرفتن روند مصرف کنونی ، منابع نفتی جهان بعد از ۴۳ سال ، گاز ۶۴سال و ذغال سنگ ۲۰۰ سال دیگر به پایان خواهد رسید.

استفاده از انرژی اتمی برای تولید برق هم که مشکلات خاص خود را دارد ، مشکل چگونگی دفع زباله های هسته ای همچنان لاینحل مانده یا احتمال وقوع سوانحی مانند چرنوبیل شوروی سابق یا

نیروگاه فوکوشیما ژاپن، همچنان موجب نگرانی است. بنابراین راهی به جز بهره‌گیری از انرژی‌های جایگزین و تجدیدپذیر نداریم و در دسترس‌ترین آنها انرژی خورشیدی، انرژی باد، زمین‌گرمایی و امواج اقیانوس است.

در حال حاضر کشورهای مختلف جهان به سمت استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، بویژه خورشید و باد حرکت کرده و بعنوان مثال ظرف ۵ سال گذشته در کشور آلمان سهم صنایع فتوولتائیک در تولید نیروی برق ۱۰ برابر شده و حدود ۳ درصد انرژی مورد نیاز آن کشور را تامین می‌کند، قرار است تا سال ۲۰۲۰ برق مورد نیاز پانزده میلیون آلمانی از انرژی خورشیدی تامین شود، ذکر این نکته هم ضروری است که تا سال ۲۰۱۳ هزینه‌های تمام شده ی انرژی خورشیدی از سوخت فسیلی کمتر خواهد شد^{۱۱}.

۱-۵-انرژی خورشیدی

انرژی خورشیدی نتیجه فرآیند پیوسته همجوشی هسته‌ای در خورشید است. توان تابشی در مدار میانگین کره زمین از شدتی برابر با $21/36 \text{ KW/M}^2$ برخوردار می‌باشد. محیط زمین 40000 کیلومتر و در نتیجه توان رسیده به مدار زمین به 17400 TW می‌رسد. حداکثر شدت انرژی در سطح دریا نوعاً 21 KW/M^2 است. و میانگین ۲۴ ساعته در سطح زمین نوعاً برابر با KW/M است. این مقدار برابر با 102000 TW می‌باشد. انرژی که 10000 برابر مصرف فعلی انرژی می‌باشد.^{۱۲}

۱-۵-۱ اثرات زیست محیطی و موانع و محدودیت استفاده از انرژی خورشیدی

انرژی خورشیدی از نظر محیط زیست بی‌خطر است و همچنین انرژی خورشیدی با شرایط فرهنگی متفاوت بخوبی پیوند می‌بندد. شماری محدودیتهای اقتصادی و اساسی وجود دارند که برای استفاده وسیع از این انرژی می‌باید رفع شوند از جمله:

^{۱۱} آذری دهکردی فرود، (انرژی تجدیدپذیر، آینده درخشان) دومین همایش ملی انرژی، تهران، ۱۳۷۸، ص ۶۵-۸۱
^{۱۲} سادکین، محمد (تحلیل اقتصادی اجتماعی بکارگیری انرژی خورشیدی در تامین آب گرم مصرفی) سومین همایش ملی انرژی تهران، ۱۳۸۰ ص ۶۱۷-۶۲۴

۱) محدودیتهای فنی که شامل شدت انرژی کم (منبع تنها در روز در دسترس می باشد) ابرها و هوای نامنظم.

۲) محدودیت بنیادی شامل: تغییرپذیری برنامه‌های تشویقی دولت.

۳) محدودیت اقتصادی شامل: قیمتهای ارزان برای سوخت معمولی - هزینه سرمایه ای زیاد برای سیستمهای خورشیدی (هزینه بالا برای حمل و نقل انرژی برقی یا حرارتی حاصل از انرژی خورشیدی) هزینه آنالیز ساختمان مناسب محل در مقایسه با ارزش انرژی.

۴) محدودیت فرهنگی اجتماعی شامل تغییرات در روش زندگی برای حداکثر استفاده از منابع انرژی سنتی.

۵) محدودیت آموزشی: معلومات و تجربیات محدودی که متخصصین محل دارند.

۱-۵-۱۲ ایران و گرمایش خورشید

کشور ما که در بین مدارهای ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی قرار گرفته است در منطقه ای واقع شده که به لحاظ دریافت انرژی خورشیدی در بین مناطق مختلف جهان در بالاترین رده ها قرار گرفته است . میزان تابش انرژی خورشیدی در ایران بین ۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰ کیلووات ساعت بر متر مربع در سال تخمین زده شده است . تعداد روزهای ابری پشت سر هم در سراسر کشور کمتر از ۵ روز در سال می باشد و همچنین شفافیت هوا در اکثر نقاط ایران بیش از ۶۰٪ در نظر گرفته می شود و علاوه بر این با توجه به آنکه در نقاط مرتفع میزان تابش خورشید بیشتر بوده و سرزمین ما نیز کوهستانی است و اکثر نقاط آن ارتفاعی بیش از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا دارد این نیز یک ویژگی در بهره گیری از انرژی خورشیدی بوده و طبیعی است اگر بکار گیری انرژی خورشیدی برای تأمین آب گرم مصرفی در کشورهای به مراتب کم بهره تر از امتیاز فوق مقرون به صرفه باشد در کشور ما قطعاً مقرون به صرفه خواهد بود. (شورای جهانی انرژی، ۱۳۷۵)