دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران جنوب-دانشکده فنی

گروه برق -قدرت

عنوان :

انرژی های پاک (نو)و تجدید پذیر

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر الله وردی زاده

تهیه کننده :

عبدالرحیم کریمی

کد دانشجو:

۸۱۱۲۸۴۱۳۴۰

به نام خدا

مقدمه : ۵

فصل اول : انرژی فسیلی ۷

فیل ها- تاریخچه صنعت نفت ۸

خیز مصرف نفت ۱۲

چشم انداز بین المللی انرژی ۱۶

کارایی انرژی ۲۳

مصرف انرژی در ایران ۲۶

اهمیت تنوع در منابع انرژی. ۲۸

راهی نو، پیش روی انرژی‌های نو ۳۸

موانع توسعه انرژی‌های نو در ایران ۴۱

فقط ۵ درصد از انرژی کشور از طریق انرژی های نو تامین می شود ۴۲

وام های کم بهره حضور بخش خصوصی در انرژی های نو را گسترش می دهد ۴۳

امکان تدوین گزینه اختیاری تعرفه سبز برای مشترکان ۴۴

رفع مشکلات خرید برق انرژی های نو ۴۵

انرژیهای نوین تجدید پذیر ۴۶

چشم انداز مضاعف از موارد اقتصادی ۵۴

بررسی نظرات تحلیلگران انرژیهای تجدید پذیر با حضور مدیر عامل سازمان انرژیهای نو ایران (مهندس آرمودلی) . ۶۰

چشم‌انداز انرژیهای تجدیدپذیر در سطوح ملی و جهانی ۶۲

بی نیازی به انرژی های نو یک توهم است ۶۷

آیا تولید انرژیهای نو واقعا گران است؟ ۶۸

فصل دوم:انرژی هسته ای ۷۳

انرژی هسته ای :تیغ دو دم ۷۴

انرژی هسته ای ۷۹

کاربردهای علوم و تکنولوژی هسته ای ۷۹

برق هسته ای ۸۱

دیدگاههای اقتصادی و زیست محیطی برق هسته ای ۸۳

دیدگاه زیست محیطی استفاده از برق هسته ای ۸۵

دیدگاه اقتصادی استفاده از انرژی هسته ای ۸۸

چرا جهان فردا به انرژی هسته‌ای نیاز دارد؟ ۹۳

بیوسفر(موجودات کره زمین) در خطر ۹۳

واقع‌نگری درباره انرژی پاکیزه ۹۶

ضرورت استفاده از نیروی هسته‌ای ۹۶

انرژی هسته‌ای امروز ۹۷
سیاست‌های قدرتمند هسته‌ای ۹۷
واقعیات مربوط به تشعشع ۹۸
چرنوبیل: از شایعه تا واقعیت ۹۸
سابقه درخشان نیروی هسته‌ای ۹۹
پسمانهای هسته‌ای: نگهداری امن در برابر پراکندگی فاجعه‌بار ۱۰۰
مدیریت پسمان هسته‌ای ۱۰۱
مراقبت‌هایی در برابر تسلیحات ۱۰۲
امنیت نیروگاه‌های هسته‌ای ۱۰۲
قابلیت رقابت نیروی هسته‌ای ۱۰۲
آینده هسته‌ای فراگیر ۱۰۳
کاربرد پزشکی ۱۰۳
نیروی هسته‌ای و توسعه پایدار ۱۰۴
یک بحران که نیازمند هدایت و حل شدن است ۱۰۴
انجمن جهانی هسته‌ای(WNA) ۱۰۵
ایران و نیاز به برق هسته ای ۱۰۶
تشریح انرژی هسته ای ایران در حال حاضر ۱۰۸
فصل سوم:انرژی خورشیدی ۱۱۴
از صنعت برق چه میدانیم: ۱۱۵
تعریف انرژی خورشیدی ۱۱۸
سیستمهای خورشیدی ۱۱۹
سیستمهای حرارتی و برودتی خورشیدی ۱۱۹
فن آوریهای جدید ۱۱۹
سیستمهای فتوولتائیک ۱۱۹
سیستم های آبگرم خورشیدی ۱۲۰
سیستمهای خوراک پز خورشیدی ۱۲۰
سیستمهای خشک کن خورشیدی ۱۲۱
سیستمهای تولید فضای سبز (گلخانه ها) ۱۲۲
برجهای نیرو و نیروگاههای خورشیدی ۱۲۲
تولید برق بدون مصرف سوخت ۱۲۳
سیستمهای تهیه آب شیرین خورشیدی و دستگاه های تقطیر ۱۲۴
گرمایش و سرمایش ساختمانها (خانه های خورشیدی) ۱۲۵
انرژی خورشیدی ۱۲۷

اطلس تابش نور خورشید در کشور ایران ۱۳۲
فتوولتائیک چیست؟ ۱۳۲
وضعیت فن آوری ۱۳۴
مزایای انرژی خورشیدی از دیدگاه کلی ۱۳۸
گفتگو با دکتر یعقوبی: ۱۳۹
گفتگو با دکتر بهادری نژاد ۱۴۲
گفتگو با دکتر کعبی نژاد ۱۴۴
ساخت سلولهای پلاستیکی و بادوام و ارزان توسط دانشمندان دانمارک ۱۴۶
چین به دنبال پیشروشدن در زمینه مصرف انرژی جایگزین در پنج سال آینده است ۱۴۷
استفاده از انرژی خورشیدی در جوامع روستایی و عشایری ۱۴۸
فصل چهار:انرژی آب ۱۵۲
مفاهیم ۱۵۳
تعریف انرژی برق و آبی ۱۵۴
استفاده از انرژیهای آبی نیاز امروز و فردای بشر ۱۵۶
تلاش برای تولید انرژی سبز ۱۵۸
ایران سومین کشور سدساز دنیا ۱۶۱
نیروگاه آبی و اثرات زیست‌محیطی آن ۱۶۸
احداث و بهره برداری نیروگاههای برق-آبی کوچک ۱۷۹
مرحله بهره برداری ۱۸۲
فصل پنجم :انرژی باد ۱۸۳
مقدمه ۱۸۴
کاربرد انرژی باد ۱۸۴
استفاده از انرژی باد در آغاز هزاره سوم ۱۸۵
نیروی باد به عنوان یک منبع جدید تامین برق با سریعترین رشد در سطح جهان ۱۸۶
طراحی میادین بادخیز ۱۸۸
انرژی بادی از دیدگاه اقتصادی ۱۹۲
تکنولوژی توربینهای باد ۲۰۷
توربین‌های بادی جدید ۸۰ درصد بیشتر از نوع معمولی آن انرژی تولید می کنند ۲۱۷
افزایش طرفداران تولید برق بادی ۲۱۸
انرژی بادی" راه حل مشکل کمبود انرژی ۲۲۴
تولید برق از منابع انرژی سبز در آلمان ۱۳ درصد افزایش یافت ۲۲۶
آلمان و حداکثر استفاده از انرژی باد ۲۲۷
خانه های انگلیس برق خود را از باد می گیرند ۲۲۸
احداث بزرگترین مزرعه توربین بادی در شمال اروپا ۲۲۹

کانادا و احداث یک نیروگاه بادی ۳۰ مگاواتی ۲۳۰
چین و احداث اولین نیروگاه بادی برون ساحلی ۲۳۰
تایوان استفاده از انرژی باد را توسعه می دهد ۲۳۱
نقشه سرعت و جهت وزش جریانهای باد در کره زمین ترسیم شد ۲۳۱
برسی استفاده از انرژی باد خاور میانه:مزرعه های بادی محل برداشت انرژی ۲۳۳
ایران و استفاده از انرژی باد ۲۳۵
مناطق باد خیزدر ایران ۲۳۷
فصل ششم:انرژی زمین گرمایی ۲۴۱
آشنایی با انرژی زمین گرمایی ۲۴۲
تاریخچه تولید انرژی برق از انرژی زمین گرمایی ۲۴۸
مقایسه انرژی زمین گرمایی با آب ۲۴۹
دیدگاه اقتصادی انرژی زمین گرمایی ۲۵۰
دیدگاه زیست محیطی انرژی زمین گرمایی ۲۵۱
امکان استفاده از انرژی زمین گرمایی در پنج منطقه ایران ۲۵۹
شواهد وجود منابع زمین گرمایی در ایران چیست؟ ۲۵۹
نقشه پراکندگی مناطق مستعد انرژی زمین گرمایی در ایران ۲۶۲
فصل هفتم:انرژی بیوگاز ۲۶۶
تعریف ۲۶۷
بیوگاز، انرژی از یاد رفته ۲۶۷
بیودیزل چیست؟ ۲۷۲
سوخت هیدروژن ۲۷۴
تحقیق و توسعه ۲۷۵
اطلس انرژیهای قابل تولید از روش بیوماس ۲۷۶
فصل هشتم:انرژی پیل سوختی ۲۷۷
دلایل استفاده از پیل سوختی ۲۷۸
مزایای پیل سوختی نسبت به سایر سیستم های برق معمولی موجود ۲۷۹
کاربردهای پیل سوختی ۲۸۰
اصول کارکرد و انواع پیلهای سوختی ۲۸۰
برخی چشم‌اندازهای کاربرد تکنولوژی پیلهای سوختی ۲۸۲
تامین مواد اولیه مهمترین مشکل تولید پیلهای سوختی در داخل کشور ۲۸۳
دو مثال از به کارگیری فناوری پیل سوختی در جهان ۲۸۵

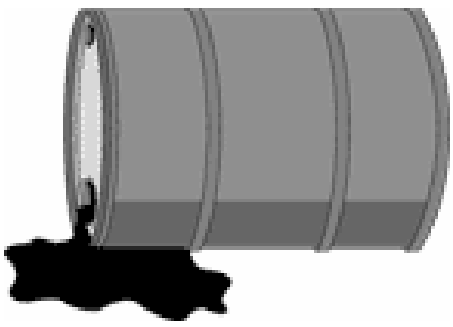
مقدمه :

امروزه با توجه به رشد جمعیت وپیشرفتهای صنعتی نیاز روزافزون بـــه انــرژی مخصوصا انرژی بــرق کــه از پــاکترین انرژیها می باشد و به راحتی قابل تبدیل به انرژیهای دیگر و قابل انتقال و توزیع واستفاده می باشد و ازطرفی پایه و اساس پیشرفت وصنعت در جهان می باشد بیشتر احساس می شود به گونه ای که بشرامروزی انرژی برق را با زندگی خود عجین شده می بیند و بدون آن زندگی را دشوار می بیند وازطرفی دستیابی به چنین انرژی پاک و مهمی به آسانی میسر نیست زیرا تولید این انرژی خود نیاز به در دسترس داشتن انرژیهای دیگری است که این انرژیها محدود و در اختیار کشورهای محدودی است و روز به روز بر قیمت آنها افزوده می گردد و حتی برای دستیابی به آن بعضا بین دارندگان این انرژی و مصرف کنندگان عمده آن جنگهای خونین در می گیرد و نمونه بارز آن همین جنگ آمریکا با عراق می باشد که به بهانه جنگ با تروریسم صورت گرفت ولی هدف واقعی آن برای دستیابی به نفت عراق بود ازطرفی محدود و تمام شدنی هستند وخود این انرژیها قابل تبدیل به مواد با ارزش دیگری است که به مراتب گرانبهاتر و با ارزشتر هستند واستفاده از آنها جهت تولید برق دارای آلودگیهای زیست محیطی هستند. این موضوع به وضوح می رساند که باید به انرژیهای دیگر و پایان ناپذیر اندیشید همانگونه که اطلاع دارید منبع انرژی خورشید مطمعن ترین انرژی است که از ملیاردها سال قبل وجود داشته و تا زمانیکه انرژی خورشید هست دنیا هم هست واگر روزی انرژی خورشید تمام شود دیگر مهم نیست چون دیگر گیتی نخواهد بود و این موضوع به انرژی أب هم برمی گردد و درست همچون انرژی خورشید در صورت تمام شدن دیگر مهم نیست چون حیات وجود ندارد که نیازی به انرژی باشد و انرژی باد هم اینگونه است که در این جا به این موضوع خواهیم پرداخت و راجع به انرژیهای فسیلی بحث خواهیم کرد ودرمورد سایر انرژیهای پاک و تجدیدپذیر همچون انرژی هسته ای و آبی و باد وخورشید و هیدروژن و پیلهای سوختی و زمین گرمایی وبیوگاز و موج وجذرومد بحث خواهیم کرد و با توجه به اهمیت این انرژیها می طلبد که دست اندرکاران بخش انرژی اهتمام ویژه ای جهت استفاده و سرمایه گذاری در این بخش داشته باشند شاید بعضیها فکر کنند که این انرژیها صرفه اقتصادی ندارند و این به این دلیل است که ما خود تولید کننده انرژیهای فسیلی هستیم و فکر می کنیم که ارزانترین انرژی را در اختیار داریم که فکری باطل است و ماهی را هر وقت از أب بگیریم تازه است اگر از همین

حالا شروع کنیم زود نیست بلکه دیر هم نشده است و باید هر چه سریعتر دست به کار شد به امید روزی که حداقل هشتاد درصد از انرژی برق کشورمان از انرژیهای پاک و تجدید پذیر باشد.

فصل اول : انرژی فسیلی

فیل ها- تاریخچه صنعت نفت



چاه نفت بسیار بزرگ در اصطلاح صنعت نفت، «فیل» نامیده می شود. در اوایل دهه ۱۹۵۰ زنجیره فیل های کشف شده در خاورمیانه به سرعت بیشتر می شد. از اوایل دهه ۱۹۵۰ تا پایان دهه ۱۹۶۰ بازار نفت به طور فوق العاده ای گسترش می یافت. موج گسترش چنان عظیم بود که مانند جریان زیرآبی قوی و سهمناکی، هر کس را که متولی نفت بود به جلو می راند. مصرف با چنان سرعتی افزایش می یافت که پس از جنگ جهانی دوم غیر قابل تصور بود، اما سرعت تولید و تدارک از مصرف پیشی گرفته بود. افزایش تولید نفت خام جهان آزاد (کشورهای غیرکمونیستی و سوسیالیستی) عظیم واز ۷/۸ میلیون بشکه در روز در سال ۱۹۴۸ به ۴۲ میلیون بشکه در سال ۱۹۷۲ رسیده بود.

با آن که تولید ایالات متحده از ۵/۵ میلیون به ۵/۹ میلیون بشکه رسیده بود، سهم تولید جهانی آمریکا از ۶۴ درصد به ۲۲ درصد کاهش یافته بود. علت آن افزایش تولید خاورمیانه بود که از ۱/۱ میلیون به ۲/۱۸ میلیون بشکه در روز رسیده بود. ذخایر نفتی اثبات شده در جهان غیر کمونیستی از ۶۲ میلیارد بشکه در سال ۱۹۴۸ به ۵۳۴ میلیارد بشکه در سال ۱۹۷۲ افزایش یافت. ذخایر آمریکا از ۲۱ میلیارد بشکه در سال ۱۹۴۸ به ۳۸ میلیارد بشکه در سال ۱۹۷۲ تخمین زده شد، اما از لحاظ آماری، سهم آن کشور در تولید از ۳۴ درصد به ۷ درصد کاهش یافت. در خاورمیانه ذخایر از ۲۸ میلیارد بشکه به ۳۶۷ میلیارد بشکه برآورد شده بود. درسال های ۱۹۴۸ و ۱۹۷۲ از هر ۱۰ بشکه افزایش ذخیره ، ۷ بشکه آن در خاورمیانه بود. در سال ۱۹۵۰ تخمین زده شد که اگر نرخ جاری ذخایر موجود و مقدار استخراج در همان وضع باقی می ماند، نفت جهان برای ۱۸ سال کفایت می کرد. در سال ۱۹۷۲ پس از سال ها رشد و افزایش سریع مصرف و تولید بی نظم و آشفته، عمر ذخایر ۳۵ سال برآورد شد. نظم نفت پس از جنگ بر دو پایه استوار بود: اول مرکب از معاملات بزرگ دهه ۱۹۴۰ و دوم روابط امتیازی و قراردادی که در قلب آن سهیم بودن پنجاه – پنجاه قرار داشت. البته از دید دولت های تولیدکننده نفت، موضوع و دیدگاه متفاوت بود. درحالی که آنان، شرکت ها و واشنگتن و لندن را از حقوق خود محروم نمی کردند، چرا نباید در پی درآمد بیشتر باشند؟

به احتمال قریب به یقین، شاه ایران نیز همان گونه می اندیشید. وی یک هدف داشت و آن این که « ایران یک قدرت بزرگ شود». وی به دنبال کاهش دادن قدرت و اختیار شرکت های عامل که یکی از نتایج تحقیرآمیز کشمکش با مصدق به حساب می آمده بود، ولی نمی توانست روابط خارجی بنیادی و امنیت ایران را بر هم زند. وی نیاز به همراهی داشت که این شخص نمی توانست از شرکت های عمده

و مستقل آمریکا باشد، چون همه آنها در کنسرسیوم دست داشتند. در این زمان بود که یک ایتالیایی به نام « انریکو ماتئی» وارد صحنه شد. وی به دنبال آن بود که یک شرکت بزرگ، « شرکت نفت دولتی ایتالیایی آجیپ»، تشکیل دهد که بیشتر وسیله انعکاس چهره خود باشد. باید گفت که وی در پایان جنگ به علت داشتن مهارت در مدیریت و سیاست به ریاست باقی مانده موسسه « آجیپ» در شمال ایتالیا برگزیده شد. ایتالیا به تقلید فرانسه در دهه ۱۹۲۰، یک شرکت پالایشگاه دولتی ایجاد کرد تا با شرکت های بین المللی رقابت کند. البته برای آن که آجیپ به یک شرکت بزرگ تر تبدیل شود به پول، نیاز مبرمی داشت و وجه لازم از « دره پو» که در آنجا منابع عظیم گاز طبیعی کشف شد، به دست آمد که موجب گسترش آجیپ و برآورده شدن بلندپروازی های ماتئی شد. ماتئی خود یک قهرمان محبوب و برجسته ترین شخص در ایتالیا شده بود. در طول جاده ها و بزرگراه ها، آجیپ جایگاه های فروش بنزین دایر کرد که بزرگ تر، جالب تر و جادارتر از پمپ بنزین های رقیبان بین المللی بودند.

در سال ۱۹۵۳ شرکت های مختلف هیدروکربن کشور یک جا گرد آمده و شرکتی به نام « موسسه ملی هیدروکربن» تشکیل داده بودند. هدف عمده ماتئی این بود که موسسه ملی هیدروکربن ایتالیا مستقل از شرکت های انگلیسی و آمریکایی، خود دارای تولید نفت بین المللی باشند. وی اصطلاح هفت خواهران را در اشاره به همکاری نزدیک و مشترک شرکت های نفت، باب کرده بود. هفت خواهران شامل شرکای آرامکو- جرسی (اکسون)، سوکونی- واکیوم (موبیل)، استاندارد اویل کالیفرنیا شورون، تکزاکو همراه با گلف، رویال داچ- شل و شرکت نفت انگلیسی می شد که در کویت به هم پیوستگی داشتند. در واقع خواهر هشتمی هم وجود داشت که آن «شرکت نفت ملی فرانسه» بود که هم جزءکنسرسیوم ایران با هفت خواهران بود و هم در شرکت نفت عراق با جرسی، سوکونی، شرکت نفت بریتانیا و رویال داچ – شل مشارکت داشت. ماتئی می کوشید تا به عضویت آن مجمع درآید. در بحران سال ۱۹۵۶ سوئز، ماتئی مذاکرات جدی با ایران و شاه را آغاز کرد و در بهار و تابستان ۱۹۵۷ پیشنهاد بی سابقه ای به ایران داد. طبق قراردادی که تنظیم می شد، شرکت نفت ملی ایران شریک و مالک موسسه ملی هیدروکربن (شریک سیریپ یا شرکت نفت ایران و ایتالیا) شناخته می شد. این اقدام در عمل به این معنا بود که ایران ۷۵ درصد و موسسه ملی هیدروکربن ۲۵ درصد سود می برند که این کار موجب شکسته شدن توافق پنجاه – پنجاه می شد. در این میان ، آمریکایی ها و انگلیسی ها به دولت و شاه ایران هشدار دادند که بر هم زدن اصل پنجاه- پنجاه موجب تزلزل ثبات در خاورمیانه شده است و امنیت عرضه نفت به اروپا را به خطر خواهد انداخت. دبیرکل وزارت خارجه ایتالیا که از استقلال و قدرت ماتئی رنجیده خاطر بود، به بریتانیا اطمینان داد که جلوی زیاده روی های او را خواهد گرفت، اما هرگونه اعتراض بی فایده بود. تا اوت ۱۹۵۷، معامله ماتئی به خوبی انجام شده بود، ولی مشارکت میان موسسه هیدروکربن و ایران چندان خوب از آب در نیامد. نه به علت ماهیت، بلکه به سبب عوامل زمین شناختی. اما می توان گفت، وی به یک هدف خود رسید و آن

متزلزل کردن اصل پنجاه- پنجاه و سست کردن بنیادی که « هفت خواهران» بر آن متکی بودند. ایتالیا تنها کشور صنعتی نبود که می خواست بر سر سفره نفت خاورمیانه بنشیند. نفت وارداتی، مهم ترین منبع سوخت ژاپن بود که جریان نفت به ژاپن از طرف شرکت های بزرگ انگلیسی و آمریکایی کنترل می شد. در بهار ۱۹۵۷ مشخص شد که کنسرسیومی از شرکت های ژاپنی در پی به دست آوردن امتیاز از عربستان سعودی و کویت به منظور اکتشاف نفت در ساحل منطقه بی طرف هستند و این درحالی بود که شل، شرکت نفت بریتانیا، گلف و جرسی به همان منطقه چشم دوخته بودند. عربستان خواهان پیش پرداخت کلان بود. پس از گفت و شنودهای مکرر، ژاپن به ۴۴ درصد سهم و عربستان به ۵۶ درصد سهم رضایت دادند. چندی نگذشت که کویت نیز قراردادی با « شرکت نفت عربی» (شرکت نفت ژاپن و عربستان سعودی) امضا کرد و سهم آن امیرنشین از قرارداد ۵۷ درصد بود! شرکت یادشده در ژوییه ۱۹۵۹ آغاز به کار کرد و در ژانویه ۱۹۶۰ به نفت رسید و از آن پس عربستان سعودی و کویت صاحب ۱۰ درصد سهام متعارف شرکت شدند. شرکت نفت عربی یک منبع نفت مستقل در اختیار دولت ژاپن قرار داد که در اواسط دهه ۱۹۶۰، ۱۵ درصد نفت مورد نیاز کشور را تامین می کرد. در اواخر دهه ۱۹۵۰، شرکت ایندیانا بر آن بود که وارد جریان گسترش طلبی شرکت های آمریکایی شود، توافق اصولی فوری در سال ۱۹۵۸میان ایران و ایندیانا بر مبنای مشارکت ۷۵ - ۲۵ ماتئی به عمل آمد و برخلاف موسسه ملی هیدروکربن ایتالیا، ایندیانا موفق به کشف مقدار زیادی نفت شد که آغاز آن درآب های جزیره خارک در خلیج فارس بود. آن چاه اول به منظور خوشامد شاه، « داریوش» نامیده شد. در آن سوی میدان، سرتاسر خاورمیانه به ناسیونالیسم ناصری دچار شده بود. پیوستن سوریه به مصر و تشکیل جمهوری متحد عربی، سبب قدرت یافتن بیش از پیش اعراب شد، زیرا یکی از آن دو، کانال سوئز را در اختیار داشت و از دیگری لوله های انتقال نفت عربستان و عراق می گذشت و ناصر می توانست به تنهایی حمل ونقل نفت را تهدید یا حتی راه بخش عمده ای از آن را مسدود کند. برای مقابله با آنچه سفیر بریتانیا، « گلوگاه» می نامید، مذاکره برای کشیدن فوری خط لوله عراق به خلیج فارس و ایجاد یک پایانه در فاو، دهانه خلیج فارس، آغاز شد، ولی در این زمان بود که در عراق کودتایی رخ داد و خانواده سلطنتی اعدام شدند. دولت جدید عراق بی درنگ خواهان بازنگری گسترده در امتیاز شرکت نفت عراق شد. متخصصان نفت عرب در نشستی در مصر در بهار سال ۱۹۵۷، نمایندگان پیشنهاد کردند که یک پالایشگاه داخلی و یک ناوگان نفتکش عربی ایجاد و یک لوله انتقال نفت عربی به مدیترانه کشیده شود. همچنین درباره ایجاد یک « کنسرسیوم بین المللی عربی» تأکید می شد. وضعیت به گونه ای شد که «عبدالله طریقی» از عربستان اظهار داشت: « نفت برنده ترین اسلحه اعراب است»، ولی این مذاکرات ناقص و ناتمام ماند تا زمانی که سایر تولیدکنندگان عمده به ویژه ایران و ونزوئلا به آن پیوستند و کسی که سبب ایجاد این کنسرسیوم شد، یک ونزوئلایی به نام «خوان پابلو پرس آلفونسو» بود. او وزیر معادن و هیدروکربن ونزوئلا و معتقد بود که نفت برای کشورهای تولیدکننده، میراث طبیعت است و منافع آن به نسل های کنونی و آینده تعلق

دارد و تصمیم های بنیادی در مورد تولید و چگونگی مصرف نفت باید در دست دولت حاکم باشد و نه شرکت ها!

در این میان محصول نفت روسیه درسال های ۱۹۵۵ و۱۹۶۰ دو برابر شد و در پایان دهه ۱۹۵۰ جای ونزوئلا را که دومین تولیدکننده نفت جهانی پس از آمریکا به شمار می آمد، گرفته بود. از سال ۱۹۵۸ صادرات روسیه افزایش یافت و یکی از عوامل عمده در بازار جهانی شد. برای مقابله با روس ها، تنها یک راه وجود داشت و آن هم کاهش قیمت ها بود. در اوایل سال ۱۹۵۹، شرکت نفت بریتانیا قیمت هر بشکه نفت را ۱۸ سنت کاهش داد که سبب خشم «پرس آلفونسو» و «عبدالله طریقی» شد. وانگهی مدت مدیدی طول نکشید تا مذاکراتی سری میان پرس آلفونسو ، عبدالله طریقی و نمایندگانی از ایران، کویت و عراق در قاهره انجام شد و حاصل این مذاکرات، موافقت میان این کشورها بود تا آنان «کمیسیون مشورتی نفت» را تشکیل دهند که از ساختارِ قیمت دفاع کند و شرکت های ملی نفت را پایه گذاری کند. درهمین حال که به دولت ها توصیه می کرد اصل پنجاه– پنجاه را لغو کنند و مبنای تقسیم سود را دست کم ۴۰-۶۰ به نفع خود قرار دهند و این گونه شد که بعدها «سازمان کشورهای صادرکننده نفت– اوپک» از بطن این موافقت نامه متولد شد تا مهره ای تعیین کننده در میزان صادرات و قیمت نفت شود.

خیز مصرف نفت

در دوران پس از جنگ جهانی و به ویژه در دهه ۱۹۷۰، مصرف انرژی رشد چشمگیری یافت. درسال های ۱۹۴۸ و ۱۹۷۲ مصرف انرژی در ایالات متحده سه برابر شد و از ۸/۵ به ۴/۱۶ میلیون بشکه رسید. در اروپای غربی تقاضای نفت ۱۵ برابر شد و از ۹۷۰ هزار به ۱/۱۴ میلیون بشکه در روز رسید. گفته می شد که علت این افزایش، قرار گرفتن نفت به عنوان ماده اولیه فرآورده های پتروشیمی بود و این دوران به دوران خیره کننده پلاستیک و عصر انسان هیدروکربن معروف شد

رشد سریع و شدید اقتصادی، همراه با بالا رفتن درآمدها، مهم ترین علت افزایش شدید مصرف نفت در سرتاسر جهان بود. مردم پول و توانایی خرج کردن داشتند، هر خانواده یک و یا دو خودروی سواری داشت. تعداد این خودروها در ایالات متحده به ۱۱۹ میلیون در سال ۱۹۷۲ افزایش یافت. به منظور تولید خودرو و وسایل خانه و کالاهای بسته بندی برای تامین نیازهای مصرف کنندگان نفت لازم بود. صنعت جدید پتروشیمی، نفت و گاز طبیعی را به پلاستیک و انواع مواد شیمیایی تبدیل می کرد و در ساخت انواع فرآورده ها پلاستیک جای مواد سنتی را می گرفت. مصرف زیاد علل دیگری نیز داشت و از آن جمله پایین آمدن شدید قیمت نفت در دهه های ۵۰ و۶۰ بود. بسیاری از دولت ها استفاده از فرآورده های نفتی را به منظور نیرو بخشیدن به رشد اقتصادی، نوین سازی صنعتی و رسیدن به هدف های اجتماعی و زیست محیطی تشویق می کردند. از سوی دیگر، کشورهای تولید کننده نفت برای کسب درآمد بیشتر، خواستار استخراج بیشتر بودند.

فناوری تازه به پالایشگران امکان می داد که از ۷۰ تا ۹۰ درصد هر بشکه نفت خام، فرآورده های پُر بهاتری به دست آورند. در هواپیما موتور جت، کار گذاشته شد لوکوموتیوها و کامیون ها دیزلی شدند و گرمای خانه ها با نفت تامین شد. اتومبیل های آمریکایی با موتورهای بزرگ، هر روز درازتر و پهن تر می شدند. تمام آنها در هر هشت مایل یک گالن سوخت مصرف می کردند. در دهه های پر رفاه پس از جنگ جهانی، دوم نبردی در جریان بود، نبردی میان زغال سنگ و نفت. زغال سنگ، انقلاب صنعتی قرن های هجدهم و نوزدهم را به حرکت درآورده بود و چون ارزان و فراوان بود، سلطان واقعی تلقی می شد. زغال سنگ سلطنت خود را تا نیمه اول قرن بیستم حفظ کرد، ولی نمی توانست در مقابل موج نفتی که از ونزوئلا و خاور میانه برخاسته بود، مقاومت کند. اعتصاب های کارگری در معادن زغال سنگ نیز از دلایل دیگر پیروزی نفت در این نبرد به شمار می آمد. یکی از علل رواج و پیروزی نفت، مسئله آلودگی محیط زیست به ویژه در بریتانیا بود. لندن در نتیجه آلودگی ناشی از سوختن زغال سنگ، سال ها دچار مه کشنده بود، ولی از سال های ۱۹۵۷ و ۱۹۵۸ به بعد به تدریج نفت سوخت صنعتی ارزان تر از زغال سنگ شد و کارخانه داران هم به نفت روی آوردند.

در اروپای غربی ۷۵ درصد انرژی در سال ۱۹۵۵ از زغال سنگ تامین می شد و سهم نفت از آن بابت فقط ۲۳ درصد بود که در سال ۱۹۷۲ به ۶۰ درصد رسید و زغال سنگ به ۲۲ درصد کاهش یافت. دو کشور شکست خورده جنگ، چنان قد راست کردند که معیارهای اقتصادی آنان مورد غبطه و حسد بسیاری از کشورهای پیروز قرار گرفت. سهمیه بندی های حمایتی که ورود نفت به آمریکا را محدود می کرد، سبب شد تا نظرها به سوی بازار گسترده اروپا بچرخد. در این میان شل در بازار اروپا موقعیتی برجسته داشت، به این معنای که موضع تدافعی داشت و ناگزیر بود چیزهای زیادی را در باب رقابت فرا گیرد.

جرسی برای جلب توجه و علاقه کشاورزان قاره اروپا که درحال مکانیزه کردن کشتزارهای خود بودند، یک مسابقه شخم زنی در اروپا برگزار کرد.

در این میان شرکت هایی هم بودند که تولید را توسعه داده بودند و در پی بازار می گشتند و با این کار خود عطش برای نفت را بیشتر بر می انگیختند. برجسته ترین آنها شرکت «نفت کنتینانتال» بود که بعدها «کونوکو» نام گرفت. «مک کالوم»، رئیس شرکت بر آن شده بود که به منابع خارجی روی آورد. از این رو، پول زیادی برای حفاری در مصر و نقاط دیگر آفریقا هزینه کرد که البته به نتیجه نرسید. در اواسط دهه ۱۹۵۰ سهم بزرگی با مشارکت شرکت های « ماراتون» و « آمه رادا» که گروه « اویسیس» نامیده می شدند، در لیبی نصیب کنتینانتال شد. البته سهمیه بندی جدید واردات از حمل نفت ارزان لیبی به بازار آمریکا جلوگیری می کرد؛ از این رو، اروپای غربی به عنوان رقابت آمیزترین بازار نفت در جهان انتخاب شد، ولی از همان آغاز باید در قیمت، امتیازهای زیادی به خریدار می داد و از این رو با همان معضل قدیمی رو به رو شد، یعنی وابستگی به دیگران. شرکت ظرف سه سال، یعنی از سال ۱۹۶۰ به بعد، سیستم پالایش و پخش متعلق به خود را در اروپای غربی و انگلستان دایر کرد. نفت مرغوب لیبی به شرکت امکان داد تا جایگاه های فروش خود را گسترش دهد. در سال ۱۹۶۴ ، یعنی ۱۶ سال پس از آن که مک کالوم دست به کاوش نفت در خارج از آمریکا زد، تولید کنتینانتال در فراسوی دریاها بیشتر از تولید آن در خود آمریکا بود و به یک شرکت کامل ممتاز بین المللی تبدیل شده بود. در دهه های ۱۹۵۰ و۱۹۶۰ سرمایه گذاری های کلان در ایجاد پالایشگاه ها و مرغوب تر کردن بنزین، سبب رقابت سخت بین تولیدکنندگان بنزین شد و قیمت را پایین آورد. با ایجاد جایگاه های فروش بنزین در هر گوشه ای از خیابان ها، متصدی هر جایگاه با دست نویسی اعلام کرد که بنزین او نیم سنت از جایگاه های دیگر ارزان تر است. رقابت شکل دیگری هم به خود گرفته بود، از تنظیم باد لاستیک ها و روغن موتور گرفته تا شستن شیشه ها، و بلیط مسابقه اسب دوانی.هیاهویی هم درباره اضافه کردن موادی که «افزوده ها» نامیده می شد، درگرفت. شل اعلام می کرد که «تری کرسیل فسفات» آن شمع ها را آلوده نمی کند. «سیتیز سرویس» ادعا می کرد که اگر اضافه کردن یک ماده مرغوب کننده مهم باشد، پنج ماده حیرت آور است و بنزین « بسیار مرغوب» را عرضه کرد. جرسی اکتان بنزین را بالا برد و بنزین با « قدرت تمام» خود را معرفی کرد و در سال ۱۹۶۴ پیرو

شعار «در باک خود یک ببر بگذارید»، «اسو» را در انگلستان عرضه کرد. عصر انسان هیدروکربن، تحولات دیگری را نیز پدید آورد. حومه نشینی سرعت حیرت انگیزی به خود گرفت. تعداد خانه های تک واحدی از ۱۱۴ هزار در سال ۱۹۴۴ به ۷/۱ میلیون دستگاه در سال ۱۹۵۰ رسید. روی هم رفته میان سال های ۱۹۵۰تا۱۹۷۲ شهرهای مرکزی۱۰ میلیون و حومه ها ۸۵ میلیون جمعیت داشتند. حومه نشینی، داشتن اتومبیل را ضروری کرد. مراکز خرید با چندین جریب محوطه پارکینگ، کعبه آرزوهای خریدار و فروشنده شد. در مجاورت جایگاه های بنزین و در طول بزرگراه ها، « متل» تاسیس شد. نخستین رستوران که با اتومبیل به داخل آن می رفتند در سال ۱۹۲۱ در دالاس تاسیس شد و عصر غذای فوری در سال ۱۹۵۴ با تاسیس نخستین زنجیره رستوران های دو برادر به نام « مک دونالد» در حومه شیکاگو دایر شد. حتی می شد با اتومبیل در مراسم کلیسا شرکت کرد، در کالج، نام نویسی کرد یا به سینما رفت. پایه ۴۰ درصد ازدواج های آمریکا در اتومبیل گذاشته شده بود. عملیات جاده سازی در سال ۱۹۴۹ آغاز شد و در اندک زمانی این بزرگراه ها، پر رفت وآمدترین جاده آمریکا و شاید جهان شد.

آیزنهاور به دلایلی چند، طرفدار برنامه ایجاد بزرگراه میان ایالت ها بود؛ ایمنی، تراکم، جلوگیری از هدر رفتن میلیاردها دلار در نتیجه نبودن ترابری جاده ای کافی و تخلیه شهرها هنگام حمله اتمی. ولی این عصر تا کی می توانست ادامه یابد؟

در۵ ژوئن ۱۹۶۷ با حمله غافلگیرانه اسراییل به مصر و چند کشور عربی دیگر، سومین جنگ اعراب و اسراییل معروف به جنگ «شش روزه»آغاز شد.۶ ژوئن، وزیران نفت کشورهای عربی به طور رسمی صادرات نفت به کشورهای دوست اسراییل را تحریم کردند. تا ۸ ژوئن، صدور نفت عربی۶۰ درصد کاهش نفت، حتی پالایشگاه عظیم آبادان در ایران از کار باز ماند، زیرا ناوبران عراقی در شط العرب دست ازکارکشیده بودند. در ۲۷ ژوئن، معاون وزیر کشور آمریکا اعلام کرد: «این بحران شدیدتر از بحران سال های ۱۹۵۶ و ۱۹۵۷ است».

شورای امنیت ملی ایالات متحده در سال ۱۹۶۰ چاه های نفت دست نخورده کشور را «عامل ایمنی اروپا در صورت قطع نفت خاورمیانه» دانسته بود. این فرضیه در سال ۱۹۶۷ عملی شد. تولید آمریکا روزانه حدود یک میلیون بشکه افزایش یافت. محصول ونزوئلا نیز ۴۰۰ هزار بشکه در روز بیشتر شد و ایران روزانه ۲۰۰ هزار بشکه بیشتر تولید کرد؛ به همین ترتیب، تولید نفت اندونزی هم بالا رفت. در ژوئیه ۱۹۶۷ فقط یک ماه پس از آغاز جنگ، روشن شده بود که «سلاح نفت عرب» کارگر نبوده است و بزرگ ترین بازنده ، خود کشورهای تحریم کننده بودند، به این ترتیب که وقتی آنان از فروش نفت خودداری می کردند، دیگر تولیدکننده ها مانند ایران، نفت را با قیمت بالاتری می فروختند و از این راه به مبالغ کلانی دست می یافتند و این در حالی بود که کشورهای عربی با مشکلات مالی دست و پنجه نرم می کردند. کشورهای عرب تصمیم گرفتند تحریم صدور را لغو کنند و حتی چندی بعد تولید آنان ۸ درصد بیشتر از ماه مه، پیش از جنگ شش روزه شد. در این زمان انسان هیدروکربن

توجه چندانی به آینده نداشت و بر این باور بود که نفت حق مسلم وی است. در این میان ، اندیشمندانی مانند « فریتس شوماخر» اعلام می کردند: «انرژی جانشینی ندارد و تمام ساختار زندگی نوین روی آن بنا شده است. باید از زغال سنگ برای تامین انرژی استفاده کرد ، زیرا نفت منبعی پایان پذیر است و با پایان یافتن میزان ذخایر و توقع روزافزون کشورهای تولیدکننده برای بهره مالکانه بیشتر، همواره ارزان نخواهد ماند. همچنین ارزان ترین و غنی ترین ذخایر در ناپایدارترین کشورهای جهان قرار دارند».

در عصر خوش بینی، چشم انداز دوردست شوماخر تیره و تار بود، تنها بیست سال پس از آن بود که همگان متوجه پیش بینی های وی درباره تهی شدن ذخایر نفت زیر زمینی شدند.

چشم انداز بین المللی انرژی

اداره اطلاعات انرژی آمریکا، به تازگی گزارش «چشم انداز بین المللی انرژی ۲۰۰۵» را به سبک سیاق هر ساله انتشار داده است. گزارش پیش رو برجسته ترین تحولات حوزه انرژی به دست داده شده است.

انتظار می رود میزان مصرف انرژی جهان در سال ۲۰۲۵ در قیاس با میزان مصرف انرژی در سال ۲۰۰۲ حدود ۵۷ درصد افزایش یابد. بخش عمده رشد مصرف انرژی جهان که در پیش بینی ارائه شده در «چشم انداز بین المللی انرژی ۲۰۰۵» به آن اشاره شده است، درکشورهایی صورت می گیرد که اقتصاد آنها به سرعت در حال توسعه و گسترش است.

در «چشم انداز بین المللی انرژی ۲۰۰۵» پیش بینی شده است که میزان مصرف انرژی جهان در یک دوره ۲۳ ساله، یعنی از سال ۲۰۰۲ تا سال ۲۰۲۵، سالانه ۲درصد افزایش یابد که در قیاس با متوسط رشد ۲/۲ درصدی مصرف سالیانه در فاصله سال های ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۲ کمتر خواهد بود. برآورد شده است کل میزان مصرف انرژی در جهان از ۴۱۲ کادریلیون بی.تی.یو در سال ۲۰۰۲ به ۵۵۳ کادریلیون بی.تی.یو در سال ۲۰۱۵ و ۶۴۵ کادریلیون در سال ۲۰۲۵ افزایش یابد.

انتظار می رود کشورهایی که رشد اقتصادی بالایی دارند و شکوفایی اقتصادی را از سر می گذرانند، در دو دهه آینده بیشترین تأثیر را بر بالا رفتن میزان مصرف انرژی در جهان داشته باشند؛ به گونه ای که رشد مصرف انرژی در این کشورها تا سال ۲۰۲۵ نزدیک به دو برابر خواهد شد. رشد بالای اقتصادی در این کشورها سبب بالارفتن تقاضا برای مصرف انرژی خواهد شد. فعالیت اقتصادی که با تولید ناخالص داخلی(GDP) و برابری قدرت خرید اندازه گیری می شود، در کشورهایی که اقتصاد آنها رشد بالایی دارد، سالانه ۵/۱ درصد افزایش خواهد یافت. حال آن که فعالیت اقتصادی در کشورهای صنعتی سالانه ۲/۵ درصد و در کشورهای اروپایی شرقی و جموری های اتحاد جماهیر شوروی سابق سالانه حدود ۴/۴ درصد پیش بینی شده است. بنابراین، مصرف انرژی در اقتصادهای پیشرفته جهان غرب و اقتصادهای انتقالی بلوک شرق سابق در قیاس با کشورهایی که اقتصاد آنها رشد سریع و چشمگیری را از سر می گذراند، کمتر خواهد بود. درکشورهای پیشرفته و صنعتی جهان، الگوها وساختارهای مناسبی برای مصرف انرژی ایجاد و دنبال شده است. این کشورها از صنایع انرژی بر فاصله گرفته و به خدمات روی آورده اند و در نتیجه پیش بینی می شود رشد میانگین تقاضا برای انرژی در کشورهای صنعتی و پیشرفته جهان در دوره زمانی ۲۰۲۵-۲۰۰۲ سالانه ۱/۱۰ درصد افزایش

یابند. در این دوره زمانی میزان تقاضا برای مصرف انرژی در کشورهایی که رشد اقتصادی بالایی را از سر می گذرانند، حدود ۳/۲ درصد پیش بینی شده است. هرچند پیش بینی رشد اقتصادی بالا در کشورهایی که اقتصاد انتقالی دارند(کشورهای اروپای شرقی و جمهوری های اتحاد جماهیر شوروی سابق) سبب افزایش تقاضا برای مصرف انرژی خواهد شد. انتظار می رود رشد مصرف انرژی در اقتصادهای یادشده تا حدودی متعادل شود، زیرا کشورهای این منطقه با روی آوردن به شیوه های صرفه جویی در مصرف انرژی و ارتقای تأسیسات و صنایع کهنه و ناکارآمد خود به وسیله فناوری های نوین از شدت انرژی خود بکاهند.

میزان مصرف انرژی در بخش های مختلف به سطح و سرعت توسعه اقتصادی در یک منطقه خاص بستگی دارد. در «چشم انداز بین المللی انرژی ۲۰۰۵»پیش بینی شده است بخش های صنعت و حمل و نقل در کل جهان بالاترین میزان رشد در خلال دوره زمانی ۲۰۲۵-۲۰۰۲ را از سر بگذرانند؛ به گونه ای که در این دوره زمانی بخش صنعت و بخش حمل ونقل هر کدام سالانه ۲/۱ درصد رشد مصرف انرژی را داشته باشند. در این سند تصریح شده است: بخش های خانگی و تجاری، کمترین میزان افزایش مصرف را در خلال دوره زمانی ۲۰۲۵- ۲۰۰۲ خواهند داشت؛ به گونه ای که بخش خانگی سالانه به طور متوسط ۱/۵ درصد و بخش تجاری سالانه به طور متوسط ۱/۹ درصد رشد مصرف انرژی خواهند داشت. در کشورهای پیشرفته، که رشد جمعیت در خلال دوره زمانی مورد نظر(یعنی ۲۰۲۵- ۲۰۰۲) اندک یا منفی پیش بینی شده است، رشد مصرف انرژی در بخش تجاری بیش از سایر بخش ها خواهد بود (۱/۳ درصد در سال)، زیرا انتظار می رود مخابرات، فناوری های مخابراتی و تجهیزات اداری در این کشورها به سرعت رشد کند و آنها را به سوی اقتصادی با محوریت خدمات سوق دهد.

در اقتصادهای انتقالی کشورهای اروپایی شرقی و جمهوری های اتحاد جماهیر شوروی سابق، رشد مصرف انرژی در بخش های صنعت و حمل ونقل در فاصله زمانی ۲۰۲۵- ۲۰۰۲ سالانه به طور متوسط ۱/۶ درصد پیش بینی شده است. همچنین رشد جمعیت در این کشورها در خلال این دوره زمانی اندک یا منفی خواهد بود و بنابراین انتظار می رود میزان مصرف انرژی در بخش های مسکونی و تجاری این کشورها نیز کاهش یابد. اما در کشورهایی که رشد اقتصادی بالالی دارند، پیش بینی شده است تقاضا در تمام بخش های مصرف کننده انرژی افزایش یابد، به گونه ای که انتظار می رود در این دوره بخش خانگی ۱-۳ درصد، بخش تجاری ۳/۶ درصد و بخش حمل و نقل هم ۳/۶ درصد رشد متوسط سالیانه را داشته باشند. بالابودن نرخ رشد مصرف انرژی، منعکس کننده رشد نسبتاً سریع اقتصاد و جمعیت در کشورهایی است که اقتصاد آنها به سرعت در حال توسعه است.

در «چشم انداز بین المللی انرژی ۲۰۰۵» پیش بینی شده است استفاده از تمام منابع انرژی در خلال دوره زمانی مورد نظر (۲۰۲۵- ۲۰۰۲) افزایش یابد.

براساس این پیش بینی، سوخت های فسیلی (نفت، گازطبیعی و زغال سنگ) همچنان بخش عمده ای از نیاز جهان به انرژی را تأمین خواهند کرد و با توجه به اهمیت و مصرف نفت در بخش های صنعت و حمل ونقل، این منبع انرژی همچنان بالاترین جایگاه را در میان منابع تأمین کننده انرژی های خواهد داشت. استفاده از سوخت های غیر فسیلی در خلال دوره زمانی مورد نظر نیز افزایش خواهد یافت، ولی پیش بینی شده است سرعت رشد مصرف این گونه منابع انرژی به اندازه سرعت رشد مصرف سوخت های فسیلی نباشد. البته این نکته را نباید از نظر دور داشت که چشم انداز ترسیم شده درباره میزان افزایش مصرف سوخت های غیرفسیلی در جهان می تواند تحت تأثیر سیاست ها و برنامه های دولتی قرار گرفته و تغییرکند. به عنوان نمونه، دولت ها می توانند با وضع مقررات زیست محیطی، که هدف آنها کاهش انتشار مواد آلاینده ناشی از مصرف سوخت های فسیلی است و با ترغیب مردم به استفاده از سوخت های غیرفسیلی در این زمینه عمل کنند.

قیمت های جهانی نفت در سال ۲۰۰۴ بیش از ۹ دلار هر بشکه افزایش یافت و انتظار می رود در سال ۲۰۰۵ نیز بهای نفت ۱۱ دلار دیگر در هر بشکه بالا رود. علت افزایش بهای نفت، شرایط دشوار بازار است که از آن جمله می توان به پایین بودن ذخایر نفت در جهان، افزایش تقاضا برای این ماده در آسیا و اوضاع عراق اشاره کرد. با این حال، چنین تحولاتی به معنای آن نیست که در پیش بینی های «چشم انداز بین المللی انرژی ۲۰۰۵» بهای نفت همچنان افزایش یابد.

براساس این پیش بینی ها، بعد از حداکثر بهای نفت در سال ۲۰۰۵، قیمت جهانی این منبع انرژی تا سال ۲۰۱۰ به تدریج کاهش می یابد و به ۳۱ دلار هر بشکه خواهد رسید (به ارزش دلار سال ۲۰۰۳) و بعد از آن در سال ۲۰۲۵ بهای نفت افزایش می یابد و به ۳۵ دلار هر بشکه می رسد.

براساس پیش بینی ها، میزان مصرف نفت از ۷۸ میلیون بشکه در روز در سال ۲۰۰۲ به ۱۰۳ میلیون بشکه در روز در سال ۲۰۱۵ و ۱۱۹ میلیون بشکه در روز در سال ۲۰۲۵ افزایش خواهد یافت. این در حالی است که براساس «چشم انداز بین المللی انرژی ۲۰۰۴»، میزان مصرف نفت در سال ۲۰۲۵ حدود ۱۲۱ میلیون بشکه در روز پیش بینی شده بود. علت کاهش رقم پیش بینی شده، بالا بودن قیمت جهانی نفت در «چشم انداز بین المللی ۲۰۰۵» اعلام شده است. چشم انداز بالا بودن پیوسته بهای نفت در سال جاری میلادی، سبب شد بسیاری از پیش بینی های میان مدت درباه مصرف نفت مناطق مختلف جهان، به ویژه کشورهای صنعتی و کشورهایی که اقتصاد در حال گذار دارند، تغییر کنند. اگر رشد شدید اقتصادی در چین نبود، بالا بودن بهای نفت درکوتاه مدت می توانست تأثیری به مراتب چشمگیرتر بر میزان تقاضا برای نفت خام به دنبال داشته باشد. پیش بینی شده است مصرف نفت خام در چین در فاصله سال های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۰ سالیانه به طور متوسط ۷/۵ درصد رشد داشته باشد ولی پس از آن (تا پایان دوره مورد نظر و درسال ۲۰۲۵) این رشد کاهش یافته و سالانه به طور متوسط ۲/۹ درصد خواهد شد.

پیش بینی افزایش مصرف نفت در جهان، ضرورت افزایش ظرفیت تولید نفت را نیز مطرح می کند و ما را ملزم می دارد که تا سال ۲۰۲۵ ظرفیت تولید نفت خود را ۴۲ میلیون بشکه در روز افزایش دهیم.
بنابر پیش بینی ها، اعضای «سازمان کشورهای تولیدکننده نفت» (اوپک) بزرگ ترین تأمین کنندگان این افزایش ظرفیت خواهند بود، به گونه ای که اعضای این سازمان بزرگ نفتی ۶۰ درصد افزایش ظرفیت تولید نفت در جهان را به خود اختصاص خواهند داد. افزون بر این، کشورهای غیرعضو اوپک تا سال ۲۰۲۵ خواهند توانست ۱۷ میلیون بشکه به تولید روزانه نفت در جهان بیفزایند. بخش عمده ای از نفتی که در کشورهای غیرعضو اوپک تولید می شود، از موزه های دریای خزر، غرب آفریقا، آمریکای مرکزی و آمریکای جنوبی تأمین خواهد شد.
براساس پیش بینی ها در«چشم انداز بین المللی انرژی ۲۰۰۵»، گاز طبیعی، بالاترین رشد مصرف را در قیاس با دیگر منابع انرژی خواهد داشت. در این پیش بینی، مصرف گاز طبیعی درسراسر جهان در فاصله سال های ۲۰۰۲ تا ۲۰۲۵ درصد رشد خواهد داشت،حال آن که در این دوره زمانی مصرف نفت سالانه ۱/۹ درصد و مصرف زغال سنگ سالانه ۲ درصد رشد خواهد داشت. پیش بینی می شود مصرف گاز طبیعی جهان در فاصله های ۲۰۰۲ تا ۲۰۲۵ حدود ۶۹ درصد افزایش یابد و از سالانه ۹۲ تریلیون فوت مکعب به ۱۵۶ تریلیون فوت مکعب برسد. همچنین در این دوره، سهم گاز طبیعی از کل مصرف انرژی رشد می کند و از ۲۳ درصد به ۲۵ درصد افزایش می یابد. ۵۱ درصد از کل افزایش مصرف گاز در جهان در خلال دوره زمانی ۲۰۲۵- ۲۰۰۲ ناشی از افزایش مصرف این منبع انرژی در بخش تولید برق است.
در بسیاری از مناطق جهان، گاز طبیعی به عنوان سوخت مطلوب و مناسب برای تولید برق مطرح و استفاده شده است. علت این امر آن است که گاز طبیعی در قیاس با دیگر منابع انرژی کارآیی بیشتری دارد و مصرف آن به اندازه نفت و زغال سنگ آلودگی ندارد؛ بنابراین، کشورهایی که تلاش می کنند میزان انتشار گازهای گلخانه ای خود را کاهش دهند، از مصرف گاز طبیعی برای تولید برق بیشتر استقبال می کنند. از آن گذشته، گاز طبیعی یکی از منابع مهم انرژی در بخش صنعت است؛ به گونه ای که این بخش ۳۶ درصد افزایش تقاضا برای گاز طبیعی در خلال دوره زمانی موردنظر را به خود اختصاص داده است.
مصرف زغال سنگ نیز در دوره زمانی ۲۰۲۵- ۲۰۰۲ افزایش خواهد یافت. براساس پیش بینی ها، مصرف زغال سنگ در جهان از ۵۲۶۲ میلیون تن در سال ۲۰۰۲ به ۷۲۴۵ میلیون تن در سال ۲۰۱۵ افزایش خواهد یافت. به عبارت دیگر، میزان مصرف این منبع انرژی سالیانه به طور متوسط ۲/۵ درصد رشد را از سر خواهدگذراند. براساس همین پیش بینی ها، در فاصله سال های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۵ آهنگ رشد مصرف زغال سنگ در جهان درقیاس با دوره زمانی ۲۰۱۵- ۲۰۰۲ کندتر شده است و به ۱/۳ درصد درسال کاهش می یابد. پیش بینی می شود میزان مصرف زغال سنگ درسال ۲۰۲۵ به ۸۲۲۶ میلیون تن برسد. ۶۵ درصد از کل زغال سنگ تولیدی در جهان در سال ۲۰۰۲ در اختیار تولید

کنندگان برق و ۳۱ درصد آن نیز دراختیار صاحبان صنایع قرار گرفت. زغال سنگ در صنعت به ویژه در تولید فولاد، کاربرد فراوانی دارد و از آن برای تولید بخار و دیگر شکل های مستقیم انرژی گرمایی، که در صنعت کاربرد دارند، استفاده می شود.

در پیش بینی انجام شده در «چشم انداز بین المللی انرژی ۲۰۰۵» تصریح شده است که مصرف برق جهان در دوره مورد نظر (۲۰۲۵- ۲۰۰۲) افزایش خواهد یافت. براساس این پیش بینی، جهان در سال ۲۰۱۵ حدود ۲۱۴۰۰ میلیارد کیلووات ساعت و در سال ۲۰۲۵ حدود ۲۶۰۱۸ میلیارد کیلووات ساعت برق مصرف خواهد کرد. میزان کل مصرف برق جهان در سال ۲۰۰۲ حدود ۱۴۲۷۵ میلیارد کیلو وات ساعت بود.

حدود نیمی از این افزایش مصرف برق (افزون بر ۵۹ درصد از آن) در کشورهایی که اقتصاد آنها رشد بسیار بالایی دارد، صورت خواهد گرفت. براساس پیش بینی «چشم انداز بین المللی انرژی ۲۰۰۵» مصرف برق در این کشورها در دوره زمانی ۲۰۲۵-۲۰۰۲ سالانه به طور متوسط ۴ درصد افزایش خواهد یافت،حال آن که در این دوره رشد مصرف برق در جهان سالانه به طور متوسط ۲/۶ درصد پیش بینی شده است.

براساس این پیش بینی در دوره مزبور، گاز طبیعی و زغال سنگ همچنان مهم ترین منابع سوختی برای تولید انرژی برق باقی خواهند ماند. با این حال، پیش بینی ها حاکی از آن است که مصرف انواع مختلف منابع انرژی برای تولید برق افزایش خواهد یافت.

در سال ۲۰۰۲ حدود ۲۵۶۰ میلیارد کیلووات ساعت انرژی برق هسته ای در سراسر جهان تولید شد و پیش بینی می شود این رقم در سال ۲۰۲۵ به ۳۲۷۰ میلیارد کیلووات ساعت افزایش یابد.

درسال های اخیر چشم انداز آینده صنعت برق هسته ای افزایش یافته است و پیش بینی می شود بسیاری از نیروگاه های هسته ای موجود، ظرفیت تولید برق خود را افزایش دهند و کشورهای پیشرفته غربی و نیز کشورهای اروپای شرقی و جمهوری های تازه استقلال یافته اتحاد جماهیر شوروی سابق با صدور مجوز برای ادامه فعالیت برخی نیروگاه های قدیمی خود موافقت کنند. افزون بر این، بالا رفتن بهای سوخت های فسیلی و اجرایی شدن معاهده کیوتو، احتمال افزایش ظرفیت تولید برق از انرژی هسته ای را فراهم آورده اند.

در گزارش های پیشین «چشم انداز بین المللی انرژی» پیش بینی می شد که درمیان مدت تولید برقاز محل انرژی هسته ای کاهش یابد، زیرا انتظار نمی رفت نیروگاه های هسته ای جدیدی ساخته شوند و از آن گذشته، نیروگاه های قدیمی تر با نزدیک تر شدن به پایان دوره فعالیت خود باید تعطیل می شدند. اما در گزارش «چشم انداز بین المللی انرژی ۲۰۰۵» هیچ گونه کاهشی در ظرفیت تولید برق هسته ای تا قبل از سال ۲۰۲۵ پیش بینی نشده است.

به عکس در این گزارش پیش بینی شده است ظرفیت تولید برق هسته ای از ۳۶۱ گیگا وات در سال ۲۰۰۲ به ۴۰۱ گیگا وات در سال ۲۰۱۵ و ۴۲۲ گیگا وات در سال ۲۰۲۵ افزایش یابد. ۵۵ گیگا وات از

ظرفیت جدید تولید برق هسته ای که در فاصله سال های ۲۰۰۲ تا ۲۰۲۵ شاهد آن خواهیم بود، به اقتصادهای روبه رشد آسیایی و ۱۹ گیگا وات آن نیز به کشورهای اروپای شرقی و جمهوری های استقلال یافته اتحاد جماهیر شوروی سابق تعلق خواهد داشت.

در دوره زمانی موردنظر (۲۰۲۵- ۲۰۰۲) انرژی برق آبی (هیدروالکتریک) و دیگر انرژی های تجدیدپذیر ۸ درصد کل انرژی مورد نیاز جهان را تأمین می کنند. با آن که در«چشم انداز بین المللی انرژی ۲۰۰۵» رشد استفاده از انرژی تجدیدپذیر در سال های ۲۰۰۲ تا ۲۰۲۵ سالانه ۱/۹ درصد پیش بینی شده است، افزایش چشمگیر مصرف گاز طبیعی و زغال سنگ سبب شده است سهم این انرژی ها در تأمین نیازهای انرژی جهانی چندان تغییر نکند.

انتظار می رود بخش اعظم رشد پیش بینی شده در تولید انرژی برق از تکمیل تأسیسات عظیم هیدروالکتریک (برق آبی) در کشورهای درحال توسعه، به ویژه کشورهای آسیایی، تأمین شود، زیرا در این کشورها نگرانی های زیست محیطی یا نگرانی از بابت جابه جایی جمعیت برای ساخت سدهای بزرگ چندان مطرح نیست. چین، هند، لائوس و دیگر کشورهای در حال توسعه آسیایی، برنامه های گسترده ای برای ساخت تأسیسات و سدهای بزرگ برق آبی (هیدروالکتریک) دردست تهیه و اجرا دارند.

در اقتصاد درحال گذار اروپای شرقی و جمهوری های استقلال یافته اتحاد جماهیر شوروی سابق، بخش اعظم افزایش ظرفیت تولید برق آبی (هیدروالکتریک) از محل تعمیر و توسعه تأسیسات موجود تأمین خواهد شد. با توجه به برنامه ها و سیاست هایی که دولت های مختلف برای گسترش استفاده از انرژی های تجدیدپذیر مانند انرژی باد، انرژی خورشیدی، انرژی گرمایی زمین و انرژی بیوماس دارند، انتظار می رود تولید برق از این انرژی های تجدیدپذیر افزایش یابد.

گاز دی اکسیدکربن، یکی از مهم ترین و رایج ترین گازهای گلخانه ای در جو زمین است. تولید و انتشار بیش از اندازه این گاز که به طور عمده نتیجه استفاده از سوخت های فسیلی و دیگر فعالیت های بشری است، مشکلات زیست محیطی فراوانی را به دنبال داشته و در کانون بحث های مربوط به تغییر آب و هوا قرار گرفته است.

در «چشم انداز بین المللی انرژی ۲۰۰۵» پیش بینی شده است انتشار گازهای گلخانه ای در جهان از ۲۴/۴ میلیارد تن در سال ۲۰۰۲ به ۳۰/۲ میلیارد تن در سال ۲۰۱۰ و ۳۸/۸ میلیارد تن در سال ۲۰۲۵ افزایش یابد. بخش عمده ای از افزایش تولید و انتشار گاز دی اکسید کربن در کشورهای در حال توسعه صورت خواهد گرفت. پیش بینی شده است این کشورها ۶۸ درصد افزایش تولید و انتشار گاز دی اکسید کربن در جهان در دوره زمانی ۲۰۲۵- ۲۰۰۲ را به خود اختصاص دهند.

پروتکل کیوتو از کشورهای عضو می خواهد. تولید گازدی اکسیدکربن خود را در دوره زمانی ۲۰۱۲- ۲۰۰۸ کاهش دهند؛ به گونه ای که میزان تولید و انتشار این گاز هر سال ۵ درصد کمتر از میزان تولید و انتشار آن در حال ۱۹۹۰ باشد. این پروتکل چند روز بعد از آن که روسیه آن را در ۱۶ فوریه

۲۰۰۵ امضا کرد، به یک معاهده حقوقی الزام آور برای کشورهای عضو تبدیل شد. البته در پیش بینی ارائه شده در «چشم انداز بین المللی انرژی ۲۰۰۵»، هیچ گونه اشاره ای به تأثیر پروتکل کیوتو نشده است، زیرا این پروتکل مشخص نمی کند کشورهای عضو به چه شیوه ای تعهدهای خود را در دوره اول (۲۰۱۲- ۲۰۰۸) یا دوره های بعدی انجام خواهند داد. از آن گذشته، افزایش مصرف سوخت های فسیلی مانند نفت و گاز طبیعی در کشورهای درحال توسعه این نگرانی را دامن می زند که حتی درصورت تعهد کشورهای امضاکننده پروتکل کیوتو به کاهش انتشار گازهای گلخانه ای، کشورهای درحال توسعه همچنان مقادیر قابل توجهی از این نوع گازها را روانه جو زمین می کنند.

کارایی انرژی

امروزه با توجه به افزایش هزینه های انرژی و نیاز روزافزون به آن، بحث بازده و صرفه جویی در مصرف انرژی اهمیت ویژه ای یافته است. عواملی که بازده انرژی را کاهش می دهند، به چهار گروه تقسیم می شوند: کمبود یا نبود اطلاعات، مشکلات سازماندهی، مالی، زیست محیطی و... . از مشکلات مربوط به اطلاعات می توان گفت که در بسیاری از موارد، مصرف کنندگان نمی توانند میزان مصرف انرژی واحدهای مختلف و وسایل خانگی را تعیین کنند و این یکی از دلایلی است که مصرف کننده نتواند وسایلی با مصرف انرژی کمتر انتخاب کند و از آن جا که مباحث مربوط به بهبود راندمان انرژی، فنی و پیچیده است، مصرف کنندگان برای رویارویی با آن به دولت و یا تولیدکنندگان اتکا می کنند. آنها هیچ گاه به طور مستقیم با این مباحث رو به رو نشده اند و گاه حتی آگاهی ها و مهارت های فنی لازم را ندارند.

از جمله مشکلات مربوط به سازماندهی می توان از دخالت دولت ها برای قانونمند کردن عرضه انرژی نام برد. عرضه کنندگان به عرضه انحصاری انرژی می پردازند و مسیر خود را از سمت صرفه جویی و بهبود راندمان منحرف می کنند. وظیفه دولت ها در چنین مواردی، دخالت و نظارت بر تولیدکنندگان و عرضه کنندگان است. گرچه پرداختن به این امر ممکن است این حس اقتصادی را در عرضه کنندگان به وجود آورد که از هزینه های مربوط به ساخت و بهره برداری از واحدهای جدید تولیدی پرهیز و در مقابل به منظور کمک به مصرف کنندگان برای کاهش تقاضا و افزایش راندمان اقدام کنند. اما طبیعی است که تولیدکنندگان با محدودیت های قانونی روبه هستند که آنها را به ایجاد ظرفیت بیشتر تولید موظف می کند و از فعالیت در زمینه افزایش راندمان انرژی باز می دارد. دولت ها خود به دلایل مختلف، از انرژی به صورت ناکارآ استفاده می کنند. این مورد بیشتر درحمل و نقل عمومی و وزارتخانه های دولتی مشاهده می شود. در بیشتر موارد، صنایع مربوط به کارآیی انرژی پراکنده هستند، به صورت مناسب سازماندهی نشده اند و به طور معمول توان رقابت با صنایع عرضه کننده انرژی را ندارند، زیرا صنایع بزرگ تر، از منابع مالی بیشتر و نفوذ سیاسی بیشتر بهره مند هستند.

از دلایل دیگر کارآیی نداشتن انرژی، مشکلات مالی است. یکی از نیروهایی که در مقابل بهبود راندمان انرژی و انتخاب مناسب میان سیستم های دارای بازده کمتر و یا بیشتر قرار دارد، از این حقیقت ناشی می شود که مصرف کنندگان فقیرتر پس انداز ندارند و ممکن است توانایی استقراض برای هزینه کردن در زمینه افزایش بازده انرژی را نداشته باشند. این افراد ممکن است به دلیل دسترسی نداشتن به پول، به انتخاب هایی که در حقیقت بسیار گران ترند، یعنی کالاهای ارزان تر با هزینه های جاری بیشتر، روآورند. علاوه بر مصرف کنندگان بسیاری از کارخانجات و به ویژه کارخانجات کوچک، منابع مالی ندارند و از این رو می توانند به انجام تحقیق و توسعه برای دست یابی به فناوری های افزایش بازده انرژی بپردازند.

موضوع بازگشت سرمایه در کوتاه مدت ، یکی از عوامل بازدارنده انتخاب سیستم های کارآمد از نظر انرژی است. در بسیاری از موارد، انتخاب سیستم های کارآمد از نظر انرژی می تواند به عنوان یک سرمایه گذاری محسوب شود، زیرا وسایل خانگی، ماشین آلات و ساختمان های کارآمد در قیاس با رقیبان ناکارآمد خود بسیار گران تر هستند و هزینه های جاری آنها کمتر است.

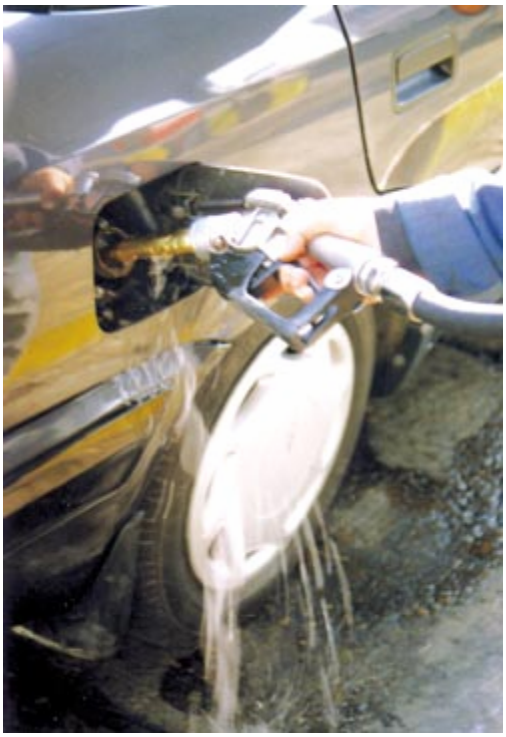
از موارد دیگر مشکلات مالی این است که دولت ها برای عرضه بعضی از انرژی ها یارانه هایی را اختصاص می دهند. این یارانه ها عامل دیگری است که سبب اشتباه و در نتیجه برتری دادن عرضه بیشتر انرژی به جای سرمایه گذاری روی کاهش تقاضا می شود، مگر این که مبالغ قابل توجهی یارانه مشابه نیز به بهبود راندمان و صرفه جویی انرژی اختصاص یابد. از نظر مصرف کنندگان خانگی و صنعتی نیز، هزینه انرژی به عنوان بخش کوچکی از کل هزینه ها در نظر گرفته می شود و بنابراین در یک زمان محدود نمی توانند با آن مقابله کنند.

مشکلات زیست محیطی و مسائل مربوط به آن نیز، یکی از دلایل کارآیی نداشتن انرژی است. عمده انتخاب هایی که به افزایش مقدار مصرف انرژی تمایل دارند، اثرهایی بر محیط زیست دارند و انتخاب های صرفه جویانه این اثرهارا ندارند. این موارد می توانند به عنوان هزینه هایی دیده شوند که مصرف کنندگان انرژی آنها را پرداخت نکرده اند، ولی محیط زیست آن را پرداخت می کند. مصرف کنندگان این هزینه ها را خودشان پرداخت نمی کنند و این در واقع نوعی یارانه است، که از محیط زیست گرفته و به مصرف کنندگان انرژی پرداخت شده است. اثراین یارانه نیز همانند سایر یارانه ها، کاهش قیمت انرژی نسبت به مقدار واقعی آن است که سبب افزایش مقدار مصرف شده است، بنابراین می توان گفت یارانه های حاصل از محیط زیست، در تقابل با صرفه جویی درمصرف انرژی عمل می کند. سایر یارانه ها به اهمیت عرضه انرژی برای اقتصاد و اجتماع و وابستگی های حاصل از آن مربوط می شود. مثال بسیار مهم در این باره، وابستگی به انرژی وارداتی است که ممکن است به ایجاد جنگ میان دولت ها، ترس از جنگ و آمادگی برای جنگ احتمالی به منظور تضمین عرضه مورد نیاز خود منجر شود. هزینه های نظامی، از بین رفتن زندگی افراد نظامی و غیرنظامی و نابودی محیط زیست بر اثر جنگ، بیانگر شکل های گونا گون مختلف یارانه عرضه انرژی است. وابستگی به واردات نفت خام و شکل های دیگر انرژی می تواند مشکلات تراز پرداخت را به وجود آورد. سیاست دولت برای مقابله با این مشکلات ممکن است سبب به وجود آمدن مشکلات دیگر اقتصادی، مانند افزایش بیکاری ناخواسته شود که درعمل می تواند یارانه دیگری برای مصرف انرژی باشد.

به طور کلی می توان گفت که این یارانه ها و حرکت ها در یک حوزه بسیار بزرگ تر از آنچه سیاست گذاری دولت بتواند بهبود انرژی را تشویق کند، عمل می کنند و اثرآنها نیز بسیار بیشتر است. موانع بهبود بازده انرژی به هیچ روی تنها مالی نیست و بنابراین بعید است که وضع مالیات بر انرژی به تنهایی برای مقابله با این موانع کافی باشد و مسائل مربوط به سازماندهی و اطلاعات به طور ویژه، نیازمند توجه مستقیم هستند.

افزایش بازده انرژی و به کارگیری عاقلانه منابع انرژی در بهترین سطح، با به کارگیری مطلوب ترین راهبرد، شدنی است. در گذر زمان، انرژی خود را به عنوان اصلی ترین رکن توسعه و شکوفایی جوامع مطرح کرده است؛ به گونه ای که با مقایسه شاخص های کارآیی انرژی در می یابیم که کشورهایی مانند ایالات متحده و انگلستان به دلیل وجود اطلاعات دقیق در زمینه کارآیی انرژی و کاربست سیاست های مناسب در این باره توانسته اند به سطح بالایی از بهره وری در مصرف انرژی دست یابند. تجربه کشورهای تولیدکننده انرژی بیانگر این واقعیت است که اجرای سیاست های افزایش قیمت و نتایج حاصل از آن می تواند سبب کارآیی در استفاده از انرژی شود.

مصرف انرژی در ایران



مباحث مربوط به انرژی امروزه یکی از اساسی ترین موضوع ها در سراسر جهان است. به طور کلی ادامه یافتن جریان چرخه اقتصادی به فعالیت های تولیدی وابسته است و هر کارخانه یا دستگاهی برای تولید به انواع مختلف سوخت نیاز دارد، بنابراین مسئله تأمین سوخت مورد نیاز بخش های اقتصادی و تولیدی برابر با مصرف انرژی است. به همین دلیل توجه به مسئله انرژی و مصرف بهینه و پایدار نگه داشتن آن یکی از دغدغه های اصلی جامعه امروزی محسوب می شود.

امروزه کشورها به دنبال ایجاد روش هایی هستند تا به وسیله آن بتوانند از کمترین میزان انرژی، بیشترین استفاده را ببرند و یا انرژی های گرانبهایی مانند نفت و گاز را که تجدید ناپذیر هستند، با برنامه ریزی و سیاست گذاری های خاص و پیش بینی شده مصرف کنند، تا به رشد و شکوفایی اقتصادی برسند، ضمن این که نگاهشان به منابع انرژی، نگاهی بهره ورانه نباشد و در هنگام استفاده از منابع به حفظ و نگهداری از آنها نیز توجه کنند و این به معنای رسیدن به مفهوم توسعه پایدار و دنبال کردن سیاست های مربوط به آن است.

روند مصرف انرژی در کشور ما نیز رقم بسیار بالایی را نشان می دهد که سبب شده است نرخ مصرف، بالاتر از نرخ رشد اقتصادی باشد. البته درست است که ایران منابع بسیار غنی انرژی دارد، اما رشد شدت مصرف انرژی در قیاس با دیگر کشورها از نامساعد بودن شیوه تولید و عقب مانده بودن فناوری ها و روش های تولید و تجهیزات و در نتیجه هدررفتن انرژی در کشور حکایت می کند.

البته روند مصرف انرژی شاید درآغاز چندان قابل توجه و مهم جلوه نکند، اما وقتی این میزان در کنار برآورد نرخ رشد جمعیت در سال های آتی در نظر گرفته شود، درمی یابیم که چه نتایج نامطلوبی برای نسل های آینده در پیش خواهد بود، بنابراین اگر معتقد به حق استفاده از منابع طبیعی برای نسل های آینده نیز هستیم، باید بکوشیم تا با بررسی این مسئله و یافتن علل ایجاد آن و تلاش برای بهبود بخشیدن و برطرف کردن آنها و بهینه مصرف کردن منابع انرژی، هم رشد اقتصادی و به دنبال آن رفاه اجتماعی برای مردم ایجاد کنیم و هم به آیندگان امکان استفاده از حق طبیعی شان را بدهیم.

به طور کلی انرژی در بخش های مختلف و به شیوه های گوناگونی در کشور ما به هدر می رود، اما شاید یکی از اصلی ترین و عمده ترین بخش هایی که انرژی بسیاری مصرف می کنند، سیستم ناوگان حمل و نقل باشد.ناوگان حمل ونقل کشور،به دلایل گوناگونی از جمله فرسوده بودن و عمر بالای آن و روش مصرف نیاز اساسی به چاره اندیشی و بازبینی دارد.

یکی از راهکارهای حل این مشکلات، جانشین کردن سایر سوخت ها است. درحال حاضر با توجه به وضعیت کشور ما، بهترین سوخت جانشین، گاز طبیعی است، زیرا ایران دومین دارنده بزرگ گاز طبیعی است ومنابع بسیار بالایی دارد. همچنین به دلیل کارآیی بالا و هزینه پایین، آن بهترین جانشین برای سوخت هایی مانند بنزین و گازوییل است. ضمن این که نگرانی از امنیت استفاده از این ماده نیز کمتر است. به این دلایل مصرف گازطبیعی در دنیا، به عنوان سوخت قرن حاضر در حال افزایش است.

استفاده از گاز طبیعی، فواید فراوانی خواهد داشت؛ از جمله کاهش ویا توقف آلودگی هوا، کاهش هزینه های اقتصادی و مصرف فرآورده های نفتی مانند بنزین و گازوییل. این دو نوع سوخت از حامل های مهم انرژی در بخش حمل ونقل هستند و در واقع این بخش، بیشترین مصرف را از این سوخت ها داشته است.

فواید اقتصادی آن نیز، در دسترس بودن ذخایر عظیم گاز طبیعی، قطع وابستگی واردات بنزین وکاهش هزینه های برداشت و پالایش، اشتغال زایی و رونق دادن به گسترش این صنعت وساخت تجهیزات مختلف آن خواهد بود.

اهمیت تنوع در منابع انرژی.

۱- مقدمه :

امنیت رکن اساسی تمام کشورها از جنبه های نظامی و غیرنظامی است. جنبه‌های غیرنظامی امنیت را می توان به گروه های مختلف بخش کرد که مهمترین آنها ابعاد اقتصادی و زیست محیطی را در برمی‌گیرد. کشورهایی که به منابع انرژی محدودی متکی هستند و غالباً آنرا وارد می‌کنند بیشتر درمعرض تهدید قرار خواهدگرفت. امنیت را می‌توان بطور نسبی بدین‌شرح تعریف نمود: خلاصی از تهدیدها، حفظ بقا، وتوانایی محافظت از ارزشهای پایه.

امنیت تولید انرژی همانند امنیت یک مفهوم بسیار عام و گسترده را در بر می‌گیرد. بطور کلی کشورهایی که برای واردات انرژی به میزان قابل توجهی به یک نوع یا منبع واردات انرژی وابسته اند دسترسی به انرژی را در معرض مخاطرات گوناگون قرار داده اند. در صورت بروز عدم تعادل در عرضه و تقاضا هریک از محدودیت های جغرافیایی یا فن آوری می‌توانند به گسیختگی در بازار منجر شوند.

گسیختگی ها می توانند در اثر عوامل سیاسی، بازار، یا حوادث و یا مخلوطی از آنها به وقوع بپیوندند. گسیختگی های ناشی از عوامل سیاسی می‌تواند به دلیل عدم توانایی کشور صادر کننده بدلیل مشکلات سیاسی داخلی (آشفتگی داخلی، مسایل بعد از جنگ و غیره) یا مشکلات خارجی و تصمیمات گروهی از کشورهای مشترک المنافع، باشند. به طریق متشابه گسیختگی‌های ناشی از بازار انرژی عمدتاً به تحریم ها مربوط می‌شوند. حوادث آن گروهی از گسیختگی‌ها را به‌وجود می‌آورند که تصمیم بشر در آن نقش نداشته است، مانند بلایای‌طبیعی.

کشورهای وارد کننده انرژی معمولاً با بحرانهای سیاسی مواجه نیستند بلکه گسیختگی های ناشی از بازار آنها را تهدید می‌کند. کشورهای صنعتی معمولاً جزء این دسته هستند. اتکاء آنها به واردات سنگین انرژی (به فرم نفت و و فرآورده‌های آن) که بخشی از آن از اتحادیه اپک (OPEC) انجام می‌پذیرد ریسک قابل‌توجهی را بدین‌طریق به تولید انرژی آن کشورها اعمال می‌کند. در مقابل کشورهای در حال توسعه معمولاً با هر سه صورت عوامل دخیل در گسیختگی مواجه هستند. ایران با وجود برخورداری از منابع غنی نفت و گاز، تقریباً تمامی فرآورده های مورد نیاز خود را وارد می‌کند و در مقابل نفت خام و گاز طبیعی را که به شکل مستقیم قابل استفاده است عمدتاً صادر می‌نماید. این وارونگی در هرم تولید و مصرف ریسک فوق‌العاده‌ای را در بازار ملی انرژی بوجود آورده است که کشور را در معرض بحران عظیمی قرار داده است.

۲ – انواع ریسک‌های مؤثر در تولید انرژی

نه تنها این ریسک از نظر محدودیت و عدم تنوع در واردات انرژی قابل بررسی است بلکه عدم تنوع و گوناگونی کافی در سبد تولید انرژی کشور نیز به نوبه خود ریسک مضاعفی را بر این مجموعه می‌افزاید. با مطالعه عوامل دخیل در بی ثباتی هرم اقتصادی انرژی کشورها می‌توان آنها را به چندین

دسته کلی تقسیم کرد. ریسک ها به دو دسته تنوع‌ناپذیرو تنوع‌پذیر قابل‌تقسیم هستند. ریسکهای تنوع‌ناپذیر درحقیقت به افت‌وخیزهای بازار جهانی بر می‌گردند و گروه گسترده‌ای از تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان در کشورها را تحت الشعاع قرار می‌دهند. به عنوان مثال چنانچه کل ظرفیت تولید جهانی هماهنگ با بازار مصرف رشد نکنند قیمت جهانی منابع انرژی افزایش خواهد یافت. در مقابل ریسک‌های تنوع پذیر آن دسته ریسک ها را در بر می‌گیرند که یک کشور به خصوص با اتخاذ سیاست و تدبیر مناسب بتوانند ضریب ایمنی در برابر آنها را افزایش دهد ریسک‌های تنوع‌پذیر یا خاص را می‌توان به دو گروه تجاری و فن‌آوری تقسیم کرد.

ریسک‌های تنوع پذیر تجاری در گروه ثبات بازارهای منطقه‌ای هستند. در حقیقت افزودن تعداد شرکاء تجاری در تبادل منابع انرژی می توانند تا حد زیادی از این مخاطره بکاهد. از این نظر موقعیت جغرافیایی کشورهای تأمین کننده نباید متمرکز باشد و معمولاً کشورهای پیشرفته به خصوص از بحران نفتی دهه ۱۹۷۰ نفت مورد نیاز خود را از نقاط مختلف جهان تأمین می‌کنند، گرچه هنوز خاورمیانه بیشترین سهم را در صادرات انرژی داراست ولی ریسک تأمین انرژی به دلایل مختلف سیاسی و نظامی به مراتب کمتر از میزان مشابه در دهه ۱۹۷۰ است.

محدودیت جغرافیایی هنگامی به عنوان یک عامل تهدید تولید انرژی ظاهر می‌شود که یک کشور یا گروهی از کشورها به یک یا تعدادی کشورهای محدود در منطقه‌ای خاص مانند خاورمیانه برای واردات انرژی متکی باشند. به عنوان مثال همزمان با کاهش حجم منابع قابل استحصال از نفت و گاز دریای شمال و بسته شدن معادن ذغال سنگ و نیروگاههای هسته‌ای در آلمان و سوئد، تنها راه جایگزین تأمین انرژی وارد کردن نفت خام و گاز طبیعی است. به دلایل واضح اولین کشور مورد نظر برای صادرات گاز به اروپای غربی روسیه می‌باشد. تنها در سال ۲۰۰۳ مصرف گاز طبیعی اروپای غربی حدود ۴۸۵ میلیون مترمکعب بوده که حدود ۱۸٪ آن به تنهایی از روسیه تأمین شده است . الجزایر با ۱۲٪ و خود اروپای غربی با ۶۷٪ نیز البته در شمار منابع تأمین بوده اند و ۳٪ باقیمانده را از سایر نقاط دنیا تأمین کرده‌اند . ولی در مورد آلمان بطور خاص این وضعیت بسیار متفاوت است. آلمان تا بیش از ۳۲٪ گاز طبیعی مورد نیاز خود را از روسیه تأمین می‌کند و در آینده این رقم به ناچار افزایش خواهد یافت. فرانسه و انگلستان به شدت نگران این وضعیت اتکا به یک منبع تأمین کننده، به خصوص روسیه، هستند. و ادامه این شرایط از دید آنان می‌تواند تمامی قاره اروپا را در معرض مخاطرات و تنش‌های اقتصادی و سیاسی قرار دهد.

۳ – تنوع و امنیت تولید انرژی

مشکلات دسترسی به فن آوری مهمترین چالش مخاطره آمیز برای کشورهای در حال توسعه در دسترسی به امنیت انرژی و توسعه پایدار است. در بیشتر کشورهای در حال توسعه اتکا بیش از حد به یک یا دو نوع از انواع گوناگون منابع انرژی رسیدن به توسعه را بطور اساسی به زیر سؤال برده است.

در جدول ۱ وضعیت عرضه انرژی اولیه در برخی کشورها و ایران و در جدول ۲ به تفکیک انواع حاملهای انرژی دیده می‌شود.

جدول ۱ – عرضه انرژی اولیه در کشورهای منتخب و ایران

(ارقام به معادل میلیون تن نفت خام بیان شده اند)

کشور	۱۹۹۹	۲۰۰۰	۲۰۰۱	۲۰۰۲
امریکا	۲۲۴۲/۳	۲۳۰۲/۶	۲۲۵۳/۹	۲۲۹۰/۴
ژاپن	۵۱۶/۴	۵۲۱/۶	۵۱۷	۵۱۶/۹
فرانسه	۲۵۵/۱	۲۵۷/۶	۲۶۶/۴	۲۶۵/۹
کانادا	۲۴۴/۴	۳۵۰/۹	۲۴۸/۲	۳۵۰/۰۰
کره جنوبی	۱۷۸/۵	۱۹۰/۹	۱۹۳/۹	۲۰۳/۵
هندوستان	۵۰۲/۱	۵۲۳/۶	۵۲۴/۲	۵۳۸/۳
ایران	۱۲۱/۷	۱۲۵/۰۰	۱۳۴/۵ – ۱۴۳	
اندونزی	۱۴۰/۶	۱۴۶/۱	۱۴۹/۶	۱۵۶/۱
عربستان سعودی	۹۰/۱	۱۰۵/۳	۱۱۹/۷	۱۲۶/۴
ترکیه	۷۱/۰	۷۷/۵	۷۱/۶	۷۵/۴
کل جهان	۹۷۱۱/۶	۹۹۶۳/۵	۱۰۱۵۰/۱	۱۰۳۷۶/۴

همانطور که دیده می‌شود میزان نسبی رشد تولید انرژی در کشورهای توسعه یافته در حد صفر یا بسیار اندک است در حالیکه برای ایران و هندوستان ، به عنوان مثال هایی از کشورهای در حال توسعه، این میزان به ترتیب برابر ۱۷/۵٪ و ۷/۲٪ در طول سالهای ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۲ بوده است. در مقایسه همین رقم برای ژاپن و ایالات متحده امریکا به ترتیب برابر۰/۰۹٪ و ۲/۱٪ بوده است. در مقابل، عرضه انرژی اولیه تجاری به تفکیک انواع آن در جدول ۲ نمایش داده شده است.

جدول ۲ – درصد تفکیک انرژی اولیه تجاری در برخی کشورهای جهان

(محاسبه شده براساس ارقام موجود سال ۲۰۰۳)

کشور	نفت	گاز طبیعی	ذغال سنگ	انرژی هسته‌ای	برق آبی
امریکا	٪۳۹/۷	٪۲۶/۶	٪۲۴/۹	٪۷/۹	٪۲/۶
ژاپن	٪۴۹/۲	٪۱۳/۶	٪۲۲/۲	٪۱۰/۳	٪۴/۵
فرانسه	٪۳۶/۱	٪۱۵/۱	٪۴/۷	٪۳۸/۳	٪۵/۶
کانادا	٪۳۳/۰	٪۲۷/۰	٪۱۰/۶	٪۵/۷	٪۲۳/۵
کره جنوبی	٪۴۹/۸	٪۱۱/۴	٪۲۴/۱	٪۱۳/۸	٪۰/۷
هندوستان	٪۳۲/۸	٪۷/۸	٪۵۳/۶	٪۱/۱	٪۴/۵
ایران	٪۴۱/۸	٪۵۶/۰	٪۰/۵	___	٪۱/۵
اندونزی	٪۵۰/۳	٪۲۹/۹	٪۱۷/۶	___	٪۲/۱
عربستان سعودی	٪۵۴/۹	٪۴۵/۱	___	___	___
ترکیه	٪۴۲/۹	٪۲۵/۴	٪۲۰/۸	___	۱۰/۷٪

همانطور که ملاحظه می‌گردد از نظر اتکا به منابع گوناگون عربستان سعودی، ایران، هندوستان،فرانسه، و کانادا به ترتیب بیشترین درصد مصرف انرژی نفت، گاز طبیعی، ذغال‌سنگ، هسته‌ای و برق آبی را دارند. هم چنین ایران از نظر استفاده از ذغال سنگ، انرژی هسته‌ای و برق آبی دارای جایگاه دوم، اول، و دوم از آخر در جدول می‌باشدکه نشاندهنده عدم توزیع منطقی امکانات و ظرفیتها در کشور می‌باشد. جدول ۳ برای کشورهای نامبرده در جداول قبلی نمایش داده شده است.

جدول ۳ – شاخص های تنوع انرژی محاسبه شده براساس ارقام جدول ۲

کشور	شاخص تنوع انرژی
امریکا	۳/۰
ژاپن	۳/۱
فرانسه	۳/۴
کانادا	۲/۳
کره جنوبی	۳/۴
هندوستان	۴/۶
ایران	۵/۷
اندونزی	۴/۰
عربستان	۶/۰
ترکیه	۲/۹

همانطور که دیده می‌شود کانادا با کمترین و عربستان با بیشترین مقادیر شاخص تنوع دارای یکنواخت ترین و ناهموارترین پراکندگی در استفاده از اشکال مختلف انرژی هستند. در این میان ایران از شاخص بسیار نزدیک بر عربستان برخوردار است که نمایانگر وضعیت بسیار نامطلوب تولید و استفاده از منابع انرژی در این کشور می‌باشد. البته لازم به ذکر است که برخی کشورها ظرفیت تولید برخی از انواع انرژی را اساساً ندارند. مثلاً امکان تولید انرژی برق آبی در عربستان سعودی در مقایسه با ایران بسیار ناچیز است. با در نظر گرفتن این نکته می‌توان گفت که تنوع بخشی به منابع انرژی برای ایران از سایر کشورهای مورد مطالعه دارای اهمیت و ضرورت بسیار بیشتری است.

با وجود این که شاخص تنوع در کشورهای پیشرفته وضعیت مطلوب تری را نشان می‌دهد تقریباً تمامی آنها ایجاد تنوع در منابع انرژی را در دستور کار خود گذاشته اند. دولت ایالات متحده از سال ۲۰۰۱ میلادی برنامه ریزی گسترده ای را برای این منظور آغاز کرده است. کشورهای اتحادیه اروپا در جستجوی راهکارهایی برای افزایش تنوع در منابع انرژی، در جهت جلوگیری از گسیختگی در عرضه انرژی و به ریسک گذاشتن قیمت آن، هستند. نیز کشورهای اتحادیه آسیای جنوب شرقی به سرعت در حال آزادسازی قوانین و مقررات مربوط به تأمین انرژی هستند. گرچه تمامی ملل عضو این اتحادیه از سرعت همگونی برخوردار نیستند ولی برای رسیدن به تنوع، امنیت و اقتصاد انرژی و همچنین کاهش تولید گازهای گلخانه ای در حال ایجاد شبکه های بین المللی تجاری الکتریسیته و گاز می باشند. سایر کشورهای در حال توسعه از جمله جمهوری چک، رومانی، اروگوئه، ویتنام، و ترکیه با همکاری کشورهای پیشرفته در حال تدوین استراتژی‌های مناسب برای حصول به منظور فوق هستند.

از دیدگاه مسئله امنیت انرژی می توان از معیارهای کمی به مقایسه انواع آن پرداخت. گرچه همانطور که قبلاً بحث کردیم تعریف دقیق و جامع امنیت دشوار است و تمامی جنبه‌های آن شاید قابل بسط و تفصیل نباشد ولی یک تحقیق جدید در ارتباط با وضعیت ژاپن به‌عنوان یک کشور کاملاً توسعه یافته نشان داده است که شاخص های ریسک تأمین انرژی برای گاز طبیعی مایع، نفت خام، ذغال سنگ، و انرژی هسته‌ای نسبت به نفت خام عبارتند از ۱/۹۴، ۱ ، ۰/۳۱۷ ، و ۰/۰۲۶

جدول ۴ – شاخص های ریسک تأمین انرژی برای کشورهای جدول ۲

کشور	شاخص ریسک تأمین انرژی
امریکا	۰/۹۹
ژاپن	۰/۸۳
فرانسه	۰/۶۷
کانادا	۰/۸۹
کره جنوبی	۰/۸۰
هندوستان	۰/۶۴
ایران	۱/۵۱

اندونزی	۱/۱۴
عربستان	۱/۴۳
ترکیه	۰/۹۹

کاملاً برخلاف آنچه انتظار می‌رود شاخص ریسک انرژی هسته‌ای در مقایسه با سایر انواع انرژی بسیار کمتر و در حدود ۷۵ برابر کمتر از گاز طبیعی مایع بوده است. این تفاوت غیرقابل انتظار می‌تواند به دلیل دسترسی ژاپن به چرخ سوخت هسته‌ای باشد. لذا عدم دسترسی به چرخ سوخت عاملی مستقیم برای افزایش ریسک تأمین انرژی هسته‌ای خواهد بود. البته سایر عوامل سیاسی جهانی نیز در این مسأله تأثیرگذار هستند ولی اصولاً جزء ریسک های تنوع ناپذیر محسوب شده و خارج از چرخه محاسبه فعلی قرار می گیرند. اگر برای انرژی برق آبی ضریب ریسک صفر و ضریب ریسک گاز طبیعی و گاز طبیعی مایع را تقریباً یکسان را فرض کنیم می توان ریسک تأمین انرژی را در ده کشور مورد مطالعه به شرح جدول ۴ محاسبه نمود. در این جدول همانطور که دیده می‌شود هندوستان و فرانسه دارای کمترین و عربستان و ایران دارای بیشترین شاخص ریسک تأمین انرژی هستند. فرانسه بدلیل برخورداری از منابع انرژی هسته‌ای و هندوستان بدلیل استفاده گسترده از ذغال سنگ دارای شاخص های ریسک تأمین انرژی پایین می باشند. مجدداً دیده می‌شود که عربستان و ایران بدلیل اتکا به منابع سوخت فسیلی دارای شاخص ریسک تأمین انرژی بالا هستند. هرچنه سهولت دسترسی به منابع نفتی در این کشورها لحاظ نشده است اما در مقابل محدودیت ذخایر این منابع نیز بایستی در نظر گرفته شود.

مورد مهم دیگری که اینجا باید مد نظر قرار گیرد آنست که به تدریج بخشی از گاز طبیعی بدست آمده از ذخائر گاز کشور باید برای استفاده مجدد افزایش فشار به چاههای نفت خام تزریق شود. شرکت ملی نفت فازهای ۶ ، ۷ و ۸ منطقه پارس جنوبی را بدین منظور برای تزریق به چاههای نفت آغاجاری که دچار افت شدید فشار شده‌اند در نظر گرفته است. از سوی دیگر بهای غیرمتعارف و بسیار ناچیز گاز طبیعی در ایران (تنها ۸۰ ریال به ازای هر مترمکعب) تقاضای مصرف گاز را در داخل به شدت افزایش داده است و در نتیجه ایران خود به بزرگترین مصرف کننده این ذخیره گرانبها تبدیل شده است. سوبسید فوق العاده سنگینی که دولت به بنزین (که تقریباً تماماً وارد می‌شود) و فرآورده های نفتی و گاز می‌پردازد ایران را به دومین ارزانترین کشور دنیا برای تأمین انرژی توسط منابع فسیلی تبدیل کرده است

در دراز مدت پیشرفت فن آوری و اعمال محدودیت بر استفاده این نوع انرژی بدلیل تولید گازهای گلخانه‌ای عواملی هستند که در مقابل به عنوان عامل جبران کننده قرار می گیرند: به عنوان مثال قوانین جدید زیست محیطی در اتحادیه اروپا برای کشورهای عضو پروتکل کیوتو تحت‌عنوان تجارت کربن بیش از ۱۲۰۰۰ واحد صنعتی را مقرر می‌سازد که در قبال تولید دی اکسید کربن اضافه اقدام

به خرید سهمیه از کشورهایی که آلودگی کمتر می‌کنند یا سرمایه گذاری در کشورهای در حال توسعه به منظور کاهش تولید دی اکسید کربن نمایند.
در هر دو صورت چه از دیدگاه تنوع منابع انرژی و چه از دیدگاه امنیت منابع انرژی به وضعیت تولید انرژی کشورهای جهان نگریسته شود یک رابطه تقریباً یکایک در این زمینه قابل تشخیص است. بطور کلی کشورهایی که دارای شاخص انرژی بالاتر هستند (یعنی از تنوع کمتر برخوردارند) دارای شاخص ریسک تأمین انرژی بالاتر نیز هستند . در هر دو صورت بین کشورهای مورد مطالعه، ایران دارای بحرانی ترین شرایط است که علی رغم پتانسیل های فراوان ذکر شده متأسفانه ممانعت مغرضانه برخی از کشورها امکان تنوع بخشی به منابع انرژی را در ایران با دشواری ها و هزینه های فراوانی مواجه کرده است.
۴ – راهکارها
بدون شک برای وضعیت ایران سه رویکرد کاملاً مرتبط وجود دارد.
الف) تنوع بخشی به منابع انرژی
ب) گسترش فن آوری انرژی هایی با ضریب ریسک پایین (مانند ذغال سنگ و انرژی هسته‌ای)
ج) استفاده از حداکثر ظرفیت انرژی های تجدیدپذیر
ایران هنوز توانایی برق آبی خود را به حداکثر نرسانیده است و با تکمیل پروژه‌های موجود بر سهم این انرژی پاکیزه و بدون مخاطره در سبد انرژی ایران افزوده خواهد شد. براساس آخرین ارقام موجود تا پایان سال ۸۴ کل ظرفیت نصب شده نیروگاههای برق آبی ۶۰۰۷/۵ مگاوات خواهد بود که حدود ۱۸٪ کل ظرفیت شبکه برق کشور را تشکیل می دهد، و با تکمیل کلیه پروژه های موجود در طی بیست سال آینده جمع کل ظرفیت نیروگاههای برق آبی به حدود دو برابر ، ۱۱۵۸۴/۴ مگاوات ، خواهد رسید . بدین منظور وزارت نیرو پروژه های متعددی را در گوشه و کنار کشور برای ساخت سدهای کوچک و بزرگ در دست اقدام و تکمیل دارد.
طبق برآوردهای موجود تنها ۵۰ درصد از منابع ذغال سنگ کشور می‌تواند به تنهایی ده هزارمگاوات انرژی را در بیش از سی سال آتی تولید نماید. بدین منظور سازمان توسعه برق ایران در حال حاضر اولین نیروگاه ذغال سنگ سوز را در منطقه طبس با اتکا به منابع ذغال سنگ داخلی در معدن مزینو در دست ساخت دارد و در صورت استفاده از فن آوری پیشرفته تر ذغال سنگ مشکل آلاینده ها و گازهای گلخانه ای تا حد قابل قبولی بهبود خواهد یافت. اگر سهم ذغال سنگ از کل تولید انرژی حدود یک سوم مقدار کل فعلی باشد آنگاه منابع ذغال سنگ، تا حدود یکصد سال برای رفع نیازهای داخلی کافی خواهند بود.
از سوی دیگر سازمان انرژی اتمی ایران براساس مطالعات انجام شده توسط مؤسسه تحقیقات استانفورد (SRI)، که در سال ۱۹۷۷ حداقل ۹۰۰۰ و حداکثر ۱۹۸۰۰ مگاوات برق هسته‌ای را برای ایران در سال ۱۹۹۷ با توجه به کل ظرفیت مورد نیاز برق در کشور پیش‌بینی کرده بود، نیروگاه

هسته‌ای بوشهر با ظرفیت اولیه ۱۴۰۰ مگاوات و نیروگاههای هسته‌ای اهواز با ظرفیت اولیه ۱۸۰۰ مگاوات را در دستور ساخت قرار داد. متأسفانه پس از پیروزی انقلاب اسلامی و فسخ یک طرفه قراردادها توسط کشورهای خارجی و در نتیجه خروج پیمانکاران آن کشورها ساخت این نیروگاهها به تعویق افتاد، به گونه ای که پس از گذشت حدود سی سال نیروگاه بوشهر با ظرفیت کاهش یافته حدوداً دو سال دیگر آن هم تحت فشارهای فوق‌العاده بین‌المللی آماده بهره‌برداری خواهد بود.

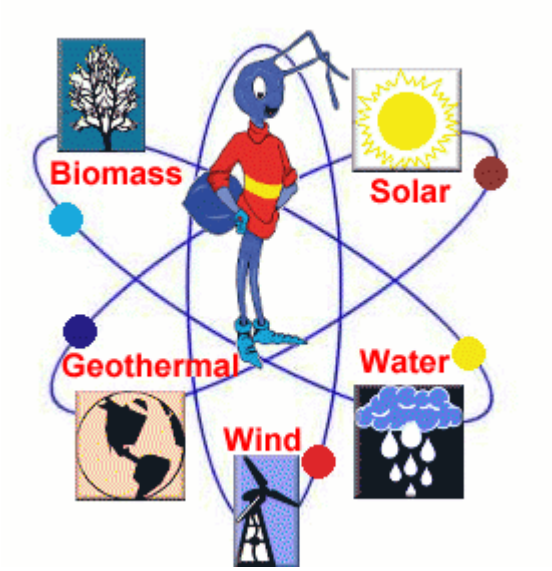
در صورت تکمیل و راه اندازی کلیه ظرفیت برق آبی کشور تا پایان سال جاری انتظار می‌رود که پارامترهای تنوع انرژی و ریسک تولید انرژی به ترتیب به مقادیر ۴/۳ و ۱/۲۹ تنزل پیدا کنند که نشاندهنده بهبود نسبی در زمینه تولید انرژی کشور می‌باشد. ولی در صورت نصب نیروگاههای بوشهر و راه اندازی نیروگاه ذغال سنگ طبس و نیز تکمیل پروژه های برق آبی موجود در کشور و با فرض امکان بهره‌برداری از تمامی ظرفیت موجود شاخصهای تنوع در منابع و ریسک‌پذیری تأمین انرژی ایران به مقادیر تقریبی ۳/۵ و ۱/۰۹ کاهش خواهند یافت که وضعیت به مراتب مطلوب‌تر و با ثبات‌تری را رقم خواهد زد. ارقام اخیر کاملا نزدیک به مقادیر کشورهای پیشرفته و صنعتی جهان می‌باشند.

از سوی دیگر انرژی های تجدیدپذیر با سرمایه گذاری اولیه بسیار سنگین و تولید انرژی نسبتاً کم مواجه هستند که کاربری آنها را عملاً محدود می سازد. با در نظر گرفتن سایر جوانب و آلودگی پسماندهای هسته‌ای شاید بهترین راه حل خروج از بحران دستیابی به فن آوری گداخت هسته‌ای می‌باشد که بحثی کاملاً جداگانه را می‌طلبد و از حوصله این نوشتار خارج است .

۵ – جمع بندی

بطور خلاصه می توان گفت که نه تنها تنوع در منابع انرژی کشورهای در حال توسعه ارتباط مستقیم با امنیت تأمین انرژی در آنها دارد بلکه زیربنای گسترش فن آوری و توسعه پایدار نیز می‌باشد. کشورهای پیشرفته با اقتصاد ثابت از تنوع نسبتاً مطلوب در انرژی های گوناگون و بالاخص انرژی های با ریسک تأمین پایین برخوردارند. انرژی هسته‌ای علیرغم دشواریهای سیاسی در ساخت نیروگاهها هیچگاه دستخوش بحرانهای گوناگون پس از راه اندازی نبوده است و لذا از مطمئن ترین منابع انرژی، حداقل برای کشورهای پیشرفته، به شمار می‌رود. ایران در بین ده کشور مورد مطالعه بحرانی ترین وضعیت را از نظر گسترش منابع انرژی دارا بوده و به عنوان راهکار دستیابی به فن آوری هسته‌ای (شامل چرخه سوخت)، ذغال سنگ حرارتی، و تکمیل و راه اندازی باقیمانده ظرفیت برق – آبی کشور پیشنهاد می‌گردد.

حرکت انرژیهای تجدید پذیر در مسیر اصلی.



بنا به نظر آژانس بین‌المللی انرژی، به دنبال قابل اندازه‌گیری شدن هدف‌های زیست‌محیطی و ایمنی انرژی، فهم جهانی از ارزش این انرژی‌ها در سال‌های اخیر تکامل پیدا کرده است. این درک جدید از ارزش نیازمند ارزیابی دوباره‌ای از چگونگی افزایش سهم آنها در کل سبد مصرفی انرژی است.

به باور آژانس یاد شده «انرژی‌های تجدیدپذیر. در مسیر اصلی خود افتاده است...» اما در حالی که هزینه امنیت عرضه و ملاحظات زیست‌محیطی وضعیت مدل‌های سنتی انرژی را به چالش گرفته مزیت‌های انرژی تجدیدپذیر مهم و شفاف است.

در گزارش آژانس گفته شده «این که چارچوب انرژی بازتاب کاملی از هزینه‌های زیست‌محیطی و امنیت (عرضه) انرژی شود، خود یک چالش است. به هر صورت در جایی که انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند رقابتی منصفانه با فناوری‌های دیگر وقرارگیری در سبد مصرفی انرژی داشته باشد،ایجاد چنین چارچوبی ضروری است و به این ترتیب بخش انرژی از پایداری و درخشش بهره‌مند خواهد شد. این گزارش می‌گوید که «این انرژی‌ها تجارتی بودن خود را ثابت خواهند کرد و استحقاق قرارگیری و استفاده بیشتر از آن در سبد مصرفی انرژی را دارند. این فواید از مرز انرژی فراتر می‌رود. در پنج سال گذشته قیمت این انرژی‌ها تا نقطه‌ای پایین آمده که قیمت بسیاری از آنها، اینک در مقایسه با فناوری‌های فسیلی – با در نظر گرفتن کلید ارزش‌ها – قابل رقابت شده است. بازار انرژی‌های تجدیدپذیر نیرومند اما رشد آن بالنسبه کم است و تمام مناطق نیازمند آن هستند که استفاده گسترده‌تر از انرژی‌های تجدیدپذیر و درک بیشتر فایده‌های بهره‌گیری از این انرژی‌ها را ترویج کنند.» به رغم پیشرفت واضح، این انرژی‌ها در بازار جهشی در خور پیدا نکرده‌اند در بسیاری از بازارها این انرژی‌ها بدون حمایت دولت قادر به رشد نبوده و در بعضی موارد هنوز ناپخته است و بایستی هزینه‌های مربوط به آن برای رقابتی شدن به نحوی چشمگیر کاهش یابد.

در گزارش آژانس بین‌المللی انرژی آمده است: «قصد دراز مدت و استراتژی و راهبردی لازم است که تضمین کند انرژی‌های تجدیدپذیر با تمام توانمندی‌های بالقوه‌اش در حاشیه قرار نگیرد.» این امر چارچوبی را در سیاستگزاری طلب می‌کند که در آن میدان، بازی بیشتری با بهره‌گیری از مقررات قوانین و سیستم‌هایی که در قرن پیش برای سوخت‌های فسیلی تدوین شده بود – برای انرژی‌های تجدیدپذیر در نظر گرفته شود.» اگر قرار است بازار انرژی‌های تجدیدپذیر شکوفا شود عدم تعادل با رویکردهای سنتی باید اصلاح و در چارچوب سیاست‌گذاری تجدیدنظر شود. این تغییرات باید

هماهنگ با دگرگونی‌های پویایی باشد که در بخش انرژی در حال تحقق است و در اولویت‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی بازتاب می‌یابد.»

تامین مالی مساله‌ای حیاتی است اما نهادهای مالی بین‌المللی تنها بخشی از راه‌حل مساله‌اند. بسیاری از فناوری‌های تجدیدپذیر تجربه کافی از بازار ندارند که قادر به کاهش کلی هزینه‌ها و افزایش بازارپذیری شوند. این پشتیبانی‌ها نباید منحصر به انگیزه‌های مالی شود. مجموعه‌ای از اقدام‌های قانونگذاری، تدوین مقررات، پژوهش و توسعه، ارتقاء آگاهی‌ها لازم است که (بنا به گزارش آژانس) «بازتابی از نیازهای درازمدت صنعت شود و ارزش‌های در خور به فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر داده شود.»

اگر این امر با شدت بیشتری دنبال شود افراد فعال در بخش‌های ساخت و خدمات صنعت انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توانند به کاهش هزینه‌ها کمک کنند. تحلیل‌های آژانس بین‌المللی انرژی نشان می‌دهد که این بازارهای نو نه تنها مهم بلکه بنیانی هستند.

بنا به گزارش آژانس «انرژی‌های تجدیدپذیر بیش از پیش در سه ستون توسعه پایدار – یعنی اقتصاد، محیط‌زیست و رفاه اجتماعی- جا پیدا می‌کنند.» این امر چه در کشورهای عضو آژانس بین‌المللی و یا غیر آن در گرداگرد جهان تحقق می‌یابد و برخوردی مثبت با آن می‌شود و «می‌توانند نقشی بزرگ‌تر در پهنه انژری جهان پیدا کنند» اگر چه شماری «شکست‌های پیشین و بازدارنده‌های بازار آن‌ها را از رسیدن به بازارهای بالقوه خود بازداشته است.»

در این گزارش نتیجه گرفته شده که «چالش اصلی مقرون به صرفه کردن گزینه عرضه این انرژی‌ها، تدوین چارچوب‌ها و سیاست‌های لازم برای بازار انرژی‌های تجدیدپذیر است تا به این شکل حامل‌ها از حاشیه به جریان اصلی عرضه انرژی وارد شوند.» سهم انرژی‌های تجدیدپذیر (با احتساب ظرفیت‌های برق آبی) در کشورهای عضو آژانس بین‌المللی انرژی در سال ۱۹۷۳ نزدیک به ۴/۵ درصد در ۱۹۹۹ حدود ۶ درصد و بدون احتساب ظرفیت‌های برق آبی انتظار می‌رود تا سال ۲۰۲۰ سهم این انرژی‌ها از ۲ درصد فعلی به ۴ درصد برسد و سریع‌الرشدترین منابع اولیه انرژی با میانگین رشد سالانه ۲/۸ درصد باشد. بنابر گزارش آژانس «نروژ» در میان اعضای آن با ۴۵ درصد منابع تجدیدپذیر انرژی بالاترین جایگاه را دارد و در «نیوزیلند» ۳۲ درصد اسپانیا و ایالات متحده هر یک پنج درصد، ژاپن با ۳ درصد، آلمان و هلند هر کدام ۲ درصد و بریتانیا یک درصد از ظرفیت تولیدی انرژی از محل منابع تجدیدپذیر هستند.

راهی نو، پیش روی انرژی‌های نو

در دنیای کنونی دیگر هیچ کس فکر نمی‌کند نفت تمام نشدنی است اینک دیگر همگان می‌دانند که نفت روزی به اتمام خواهد رسید و منابع تهی از خود به جای خواهد گذاشت و یادگارهایی از عمر احتمالا چند صد ساله و حضور پررنگش در میان زندگی مردم.

اکنون دیگرآن دسته از سیاستمدارانی هم که تاهمین چند سال پیش هم سرمایه‌گذاری در بخش انرژی‌های تجدید پذیر را به نوعی هدر دادن پول و سرمایه می‌پنداشتند، نیز اعتقاد پیدا کرده‌اند که باید پول خود را به باد دهند.همه انرژی‌های تجدیدپذیر به جز انرژی جزر و مد دریا و انرژی زمین گرمایی و حتی انرژی سوخت‌های فسیلی، از خورشید سرچشمه می‌گیرند.

خورشید در هر ساعت بیش از ۱۷۴ هزار میلیارد کیلووات ساعت انرژی به زمین می‌تاباند. از این میان حدود ۱ تا ۲ درصد انرژی دریافتی از خورشید به انرژی باد تبدیل می‌شود. این مقدار در حدود ۵۰ تا ۱۰۰ برابر انرژی ای است که به وسیله همه گیاهان روی زمین به انرژی بیو ماس (زیست توده) تبدیل می‌شود.

اختلاف دما به وجود آورنده گردش هواست و بر این اساس نواحی اطراف استوا در عرض جغرافیایی صفر درجه بیشتر از بقیه قسمت‌های زمین به وسیله خورشید گرم می‌شوند.هوای گرم از هوای سرد سبک‌تر است و در آسمان بالا خواهد رفت تا تقریبا به ارتفاع ۱۰ کیلومتری برسد و به اطراف پراکنده خواهد شد تا توربین‌های بادی را به حرکت در آورد. مزارع بادی در دنیای کنونی شاید سهم قابل توجهی از انرژی تولیدی را به خود اختصاص ندهند اما به طور حتم در آینده که منابع سوخت‌های فسیلی پایان یافتند، بخشی از برق مورد نیاز جهان را تولید می‌کنند. گزارش‌ها حاکی از آن است که هم اکنون در جهان چند کشور دنیا فناوری‌های جدید و پیشرفته توربین‌های بادی و انرژی خورشیدی را در اختیار دارند. با این حال، استفاده از انرژی‌های نو آنقدر گسترده شده است، که حدود ۴۰ هزار مگاوات برق مورد نیاز دنیا از این منابع تامین می‌شود.

همچنین، کشورهای اروپایی برای تامین حدود ۲۰ درصد از انرژی مورد نیاز خود از محل این منابع تا سال ۲۰۳۰ برنامه‌ریزی کرده‌اند. با این حال برخی از کشورها نیز به لطف برخورداری از توان اقتصادی بالا نیروگاه‌ها و مزارع بادی را در کشورهای خود احداث می‌کنند; اما هیچ گاه صاحب این فناوری‌ها نمی‌شوند.از این نوع کشورها به فراوانی در میان قاره سیاه، اقیانوسیه و حتی آسیا می‌توان یافت.اما ایران دست کم در این زمینه استثنا ست . ایران از چند دهه پیش حرکت خود را لنگان لنگان در زمینه انرژی‌های تجدید پذیر آغاز کرد اما تا سال‌های آغازین دهه ۷۰ شمسی و به طور کلی تا بعد از ۷۶ این حرکت استمرار درستی نداشت.از نیمه دوم دهه ۷۰ به بعد بود که با قوام یافتن و قوت گرفتن

سازمانی گمنام در وزارت نیرو این فعالیت‌ها که تا آن هنگام به صورت پراکنده در دستگاه‌های مختلف انجام می‌شد، در دستگاهی دیگر نیز پیگیری شد.
سازمان انرژی‌های نوایران پس از گذشت نزدیک به یک دهه از فعالیت خود توانسته است انرژی‌های تجدید پذیر را در کشوربیش از پیش معرفی کند.
گام نخست: تمرکز فعالیت‌هادر وزارت نیرو
تا پیش از سال ۸۳ فعالیت در زمینه انرژی‌های نومنحصر به چند دستگاه بودو این فعالیت‌ها، گاه منجر به دوباره کاری صرف بودجه‌های گزاف می‌شد.
دستگاه های مختلف در زمینه انرژی‌های تجدید پذیر فعالیت می‌کردند که این فعالیت‌ها گاه منجر به دوباره کاری‌ها و صرف بودجه‌های گزاف می‌شد از اینرو دولت تصمیم گرفت که تمام فعالیت‌های مربوط به انرژی‌های تجدید پذیر را در یک سازمان گردآوری کند.
دراین میان سازمان انرژی اتمی نیز به دلیل ماهیت سیاسی بودنش و وزارت جهاد کشاورزی به دلیل ماهیت غیر انرژی بودنش مورد قبول شورای عالی اداری کشور قرار نگرفتند و به این ترتیب در زمستان سال گذشته با رای شورای عالی اداری کلیه فعالیت‌های انرژی‌های تجدید پذیر در سازمان انرژی‌های نو وزارت نیرو گردآمدند. پس از آن تمام پروژه‌های در دست اجرا یا اجرا شده این نهادها در زمینه انرژی‌های نو نیز به این دستگاه منتقل شد.بی‌شک پراکنده بودن فعالیت‌های مربوط به انرژی‌های نو در وزارتخانه‌ها و سازمان‌های مختلف، باید دشواری‌هایی را پدید آورده باشد که برآیند آنها، این تصمیم بود.به عنوان مثال، با روش گذشته هر سازمان یا وزارتخانه‌ای، در اجرای پژوهش‌های خود بی‌شک کمتر از وزارتخانه‌های دیگر کمک می‌گرفت و بی تردید کمتر راضی به کنار نهادن آن و استفاده از پروژه‌ای مشابه آن هم در سازمانی دیگر می‌شد.
در نتیجه همه و همه سبب می‌شد دوباره کاری‌ها و موازی کاری‌ها در این باره در کشور افزایش یابد که نتیجه‌ای جز به هدر رفتن بودجه و نیروی انسانی و تجهیزات در بر نداشت. علاوه بر آن که نتیجه مطلوب نیز در این زمینه به دست نمی‌آمد.
بنابراین گرد آوری فعالیت‌های انرژی‌های نو زیر چتر یک سازمان باید سبب جلوگیری از دوباره کاری‌ها و انسجام تشکیلاتی در ساختار دولت در زمینه انرژی‌های تجدید پذیر شود. این گونه به نظر می‌رسد که گردآوری فعالیت‌های مربوط انرژی‌های مهمترین گام ایران در زمینه انرژی‌های نو باشد زیرا این فعالیت‌ها را از بی سرو سامانی نجات داد .در مدت کمتر از یک سالی که انرژی‌های تجدید پذیر در وزارت نیرو گردآمده است شاید مهمترین فعالیت این وزارتخانه تدوین خرید تضمینی برق تولیدی از انرژی‌های تجدید پذیر باشد.
این امر از حدود یک ماه پیش با محول شدن همه مسائل انرژی‌های تجدید پذیر به سازمان انرژی‌های نو انجام شد و به این ترتیب خرید برق تولیدی ازمنابع تجدید پذیر قانونمندو تضمینی شد ازاین پس خرید برق از انرژی‌های تجدید پذیر براساس ماده ۶۲ قانون برنامه چهارم توسعه انجام می‌شود.براساس

این ماده قانونی برق تولیدی از انرژی‌های تجدید پذیر را می‌توان به ازای هر کیلووات ۶۰۰ ریال خریداری کرد .دستورالعمل‌ها برای اجرای این مسئولیت هم اکنون در این سازمان در حال تهیه است.

موانع توسعه انرژی‌های نو در ایران

الف –**یارانه:** کارشناسان معتقدند که یارانه انرژی باعث شده است استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر در شرایط کنونی، توجیه اقتصادی نداشته باشد.

مدیرعامل سازمان انرژی‌های نو ایران در این باره می‌گوید: در کشور ما ظرفیت بسیار خوبی برای بهره‌گیری از انرژی‌های نو وجود دارد که باید از آن استفاده کرد . براساس بررسی‌های صورت گرفته تنها در بخش باد بیش از ۶۵۰۰ مگاوات ظرفیت نصب توربین وجود دارد که می‌توان با استفاده از آنها بخش عظیمی از برق کشور را تولید کرد.یوسف آرمودلی با بیان این که در بخش انرژی خورشیدی، ژئوترمال و بیوماس نیز وضع کشور به همین منوال است، خاطر نشان می‌کند: متاسفانه پرداخت یارانه به حامل‌های انرژی سبب شده است که استفاده از انرژی‌های نو در ایران اقتصادی نباشد. مدیر عامل سازمان انرژی‌های نو ایران استفاده از یارانه در سوخت‌های فسیلی، کاهش قیمت تمام شده در ظاهر و محاسبه نکردن هزینه اجتماعی ناشی از سوخت‌های فسیلی را از مزیت‌های ظاهری سوخت‌های فسیلی عنوان کرد. این در حالی است که این موضوع در انرژی‌های تجدید پذیر به عکس است. به طوری که عدم امکان استفاده از سوبسیدها و افزایش قیمت تمام شده برق تولیدی در ظاهر و نیز محاسبه نکردن فرصت از دلایلی هستند که باعث شده است استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر اقتصادی جلوه نکند.

ب –**توهم نفتی** :برای توسعه انرژی‌های نو درکشور، با موانع واقعی و ذهنی روبه‌رو هستیم. این را قائم مقام کنونی وزیرنیرو می‌گوید.

حمید چیت چیان با بیان اینکه نخستین مانع در این زمینه، واقعی و اقتصادی است، می‌افزاید: به دلیل پایین بودن قیمت انرژی تولیدی از سوخت‌های فسیلی، سرمایه‌گذاری در زمینه انرژی‌های تجدید پذیر به صرفه نیست. سرمایه‌گذاری اولیه نیروگاه‌ها و تاسیسات انرژی‌های نو بالاتراز نیروگاه‌هایی با سوخت‌های فسیلی است. وی همچنین وجود مانع ذهنی وتوهم در میان برخی مسئولان را از دیگر موانع موجود در مقابل سرمایه‌گذاری برای توسعه انرژی‌های نو در کشور دانست وگفت: برخی ازمسئولان و برنامه ریزان کشور تصور می‌کنند که به دلیل داشتن ذخایرغنی نفت وگاز، دیگر به انرژی‌های نو نیازنداریم.

رفع وابستگی اقتصاد ایران به درآمدهای حاصل از فروش نفت درآینده کوتاه ناشدنی است ولی کاهش این وابستگی در میان مدت و رفع آن با برنامه‌ریزی بلند مدت قابل انجام است.قائم مقام وزیر نیرو با بیان اینکه این یک توهم در میان مدیران و برنامه‌ریزان کشور است، خاطرنشان می‌کند: با این حال این توهم به یک مانع در برابر توسعه انرژی‌های نو در کشور تبدیل شده است، اما باید این توهم در

میان مدیران کشور اصلاح شود. چیت چیان یادآور شد: به دلیل محدودیت‌هایی که استفاده از سوخت‌های فسیلی دارد، به ناچار باید به استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر روی آورد.
مدیر عامل سازمان انرژی‌های نو ایران این توهم را به گونه‌ای دیگر توضیح می‌دهد و در این باره می‌گوید: استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر مزایای فراوانی دارد، اما در شرایط کنونی برق تولیدی از آنها گرانتر از سوخت‌های فسیلی تمام می‌شود. در نیروگاه‌های انرژی‌های نو از سوخت برای تولید برق استفاده نمی‌شود و همین دلیل باعث می‌شود تا این نوع انرژی‌ها آلایندگی زیست محیطی نداشته باشند.
مدیر عامل سازمان انرژی‌های نو ایران تاکید می‌کند: هر کدام از انواع انرژی‌ها را باید در جایگاه خودشان سنجید. مقایسه انرژی‌های نو و سوخت فسیلی درست به نظر نمی‌رسد; زیرا تحقیقات در باره سوخت فسیلی عمر زیادی دارد.
البته باید به یاد داشت که متقاضیان تولید برق از انرژی‌ها نو تضمین‌های بلند مدت از دولت می‌خواهند تا بتوانند به اتکای آن وام بگیرند و سود سرمایه‌گذاری خود را تضمین کنند.
برای سرمایه‌گذاری خصوصی در بخش انرژی‌های نو مسایل و تعهداتی وجود داردکه سرمایه‌گذار بخش خصوصی از دولت می‌خواهد. سرمایه‌گذاران در این راستا از دولت تضمین‌های ۱۰تا ۱۵ ساله می‌خواهند که بتوانند با اتکای به آن وام بگیرند و سود سرمایه گذاری خود را تضمین کنند.
برای رفع این معضل و مانع مهم باید دولت حمایت‌های خود را از انرژی‌های تجدید پذیر افزایش دهد و بودجه‌های سنواتی خود را در این زمینه که سال گذشته برای نخستین بار ۱۰ برابر شد، هر سال افزایش دهد.در این زمینه قصد داریم در نوشتاری دیگر به راهکارهای موجود در جذب بخش خصوصی و توسعه انرژی‌های نو بپردازیم.

فقط ۵ درصد از انرژی کشور از طریق انرژی های نو تامین می شود

تا پایان برنامه چهارم ؛ ۵ درصد انرژی کشور از طریق انرژی های نو تأمین خواهد شد .
کمال دانشیار ، رییس کمیسیون انرژی مجلس گفت : وزارت نیرو برنامه هـای در خـصوص اسـتفاده از انرژی های نو در دست مطالعه دارد اما اقدام عملی ناچیزی در سطح کشور تاکنون انجام شده است .
وی افزود : به دلیل اینکه استفاده از انرژی های نو از باد و انـرژی خورشـیدی انـرژی زمـین گرمـایی ، انرژی فیوژن با انرژی های مختلفی که در سطح بین المللی مطرح است در کشور نسبت به انرژی گـاز و انرژی سوخت مایع گران تر است عملاً در کشور موفقیت چندانی نداشته است .
دانشیار تأکید کرد : درکل کشور تاکنون مجموعاً ۳۰ هزار مگاوات برق بیشتر از این روش بدست نمـی آید . وی اضافه کرد : در برنامه ریزی مطالعاتی انرژی های نو مطالعات خوبی انجام گرفته اما در اجرای آن تاکنون فعالیت ها بسیار محدود بوده است .

دانشیار در گفت و گو با موج اظهار داشت : تا پایان برنامه چهارم توسعه قرار است که ۵ درصد از انرژی کشور را از طریق استفاده از انرژی های نو بدست بیاورند و این در حالی است که در حال حاضر کمتر از ۱ درصد است .

رییس کمیسیون انرژی مجلس تصریح کرد : روشهای متعددی برای استفاده از انرژی های نو در دنیا وجود دارد که به خاطر هزینه بر بودن آن کمتر از آن استفاده می شود .

وی از جمله مشکلات عدم ترویج انرژی های نو را بخاطر گران تهیه شدن آن دانست و افزود : این گرانی منجر می شود که تولید و استفاده از انرژی های نو نتواند با انرژی های فسیلی و نفتی در کشور رقابت داشته باشد.

راهکارهای استفاده از انرژیهای نو

وام های کم بهره حضور بخش خصوصی در انرژی های نو را گسترش می دهد .

حمایت مالی مانند دادن وام های کم بهره ، باعث گسترش حضور بخش خصوصی در زمینه انرژی های نو خواهد شد مدیر دفتر انرژی باد و امواج سازمان انرژی های نو ایران با بیان این که در کشورهای دیگر از روش مختلفی برای گسترش حضور بخش خصوصی برای سرمایه گذاری در بخش انرژی های نو استفاده می کنند ، افزود : دادن وام های کم بهره یکی از مواردی است که می تواند برای بخش خصوصی جذاب باشد ، ارسطو صادقیان در گفت و گو با شانا گفت : خرید یارانه ای برق تولیدی از انژی نو ، حمایت مالی برای خرید زمین و ورود نیروگاه های تجدیدپذیر در قالب یک شرکت به بورس از دیگر راه های حمایت از سرمایه گذاران خصوصی در این بخش است . وی اضافه کرد : در کشورهای توسعه یافته ، شرکت های سازنده توربین مناطقی را تعیین و مطالعات امکان سنجی را در آنجا برای بهره برداری هر چه بیشتر از انرژی های نو انجام می دهند ، سپس با تأمین مقداری از سرمایه مورد نیاز برای ساخت نیروگاه های تجدیدپذیر ، باقی اعتبار مورد نیاز را از طریق سرمایه گذاران کوچک تأمین می کنند .

صادقیان با بیان این که در این کشورها گاه در یک نیروگاه بادی کوچک بیش از ۵۰ نفر سهیم هستند ، خاطر نشان کرد : این گونه پروژه ها از بخشودگی مالیاتی که در کشورهای توسعه یافته عامل مهمی به شمار می آید نیز بهره مند می شوند .

مدیر دفتر انرژی باد و امواج سازمان انرژی های نو ایران گفت : در ایران هنوز برخی از این راهکارها کاربرد ندارد ؛ اما می توان در آینده برای استفاده از آن ها اقدام کرد . برپایه این گزارش ؛ وزارت نیرو در ایران به تازگی تسهیلاتی برای خرید تضمینی و دراز مدت برق تولیدی از انرژی های نو فراهم کرده است .مدیر عامل سازمان انرژی های نو ایران به تازگی نیز درباره اختصاص وام به سرمایه گذاران انرژی های نو به شانا گفته بود : به نظر می رسد با توجیه پذیر بودن سرمایه گذاری در انرژی باد ، بانک ها بهتر است درخواست وام در این باره را بپذیرند .

یوسف آرمودلی افزود : به دلیل حساسیت هایی که درباره محیط زیست وجود دارد ، تصمیم دولت برای حمایت از سرمایه گذاران انرژی های نو جدی است .
وی با بیان این که بسیاری از شرکت های داخلی و خارجی نیز برای سرمایه گذاری در بخش انرژی باد اعلام آمادگی کرده اند ، یادآور شد : این سرمایه گذاران مایلند به روش **BOT** در انرژی باد سرمایه گذاری کنند .

امکان تدوین گزینه اختیاری تعرفه سبز برای مشترکان

امروزه تولید برق را به طور مشخص می‌توان ناشی از دو منبع تولید مجزا یعنی‌سوختهای فسیلی و منابع تجدیدپذیر دانست. منابعی نظیر آب، باد، زمین گرمایی،خورشید و... را منابع انرژی تجدید پذ یر و برق تولیدی ناشی از این منابع را برق سبزمی‌نامند. علت اصلی این نام گذاری نیز به آلاینده نبودن این منابع انرژی برمی‌گردد.تجدیدپذیر بودن این منابع در مقایسه با سوختهای فسیلی در کنار آلاینده نبودن آنها باعث‌مقبولیت و توجه بیشتر بسیاری از کشورهای جهان به توسعه برق سبز شده است. در ایران‌نیز مطالعات پراکنده، هزینه‌های زیست محیطی برق تولید شده از منابع فسیلی برای سال ۱۳۷۹ را معادل ۱۸۸ ریال برای هر کیلووات ساعت برآورد کرده‌اند. البته این رقم به طوردقیق مورد تایید همه کارشناسان نبوده و برخی اعتقاد دارند تنها باید هزینه‌های جلوگیری‌از آلودگی در واحدهای با سوخت فسیلی را به عنوان هزینه زیست محیطی تولید برق،لحاظ کرد. در این نوشتار، فارغ از مناقشات موجود در خصوص میزان هزینه‌های‌زیست‌محیطی برق فسیلی، با توجه به محدودیت سوختهای فسیلی و این موضوع که کشورهای توسعه یافته و برخوردار از امکانات فنی پیشرفته برای کنترل آلاینده‌های‌نیروگاهی نیز سیاست توسعه منابع تجدیدپذیر را در پیش گرفته‌اند، ایجاد شرایط مناسب‌برای توسعه برق سبز، مثبت ارزیابی و تلاش شده تا روشی پیشنهاد شود که بدون خدشه‌وارد کردن به سیستم موجود و فارغ از اولویت تخصیص منابع محدود مالی صنعت برق، امکان بیشتری برای توسعه برق سبز فراهم شود.

توسعه برق سبز و مشکل تامین مالی

تجربه گذشته نشان می‌دهد سیاستگذاران معمولا بین انتخاب یکی از دوسناریوی توسعه تامین برق از طریق منابع تجدیدپذیر، یا فسیلی، دومی را به اولی‌ترجیح می‌دهند. جدای از این که مطالعات‌دقیق اقتصادی کدام یک از این دو را پیشنهادمی‌کند، عواملی که در ادامه به آنها خواهیم‌پرداخت در این زمینه تاثیر زیادی دارند:

-1پنهان بودن برخی از هزینه‌ها:

در این زمینه به طور مشخص و به طورمثال هزینه‌های زیست محیطی ناشی ازسوختهای فسیلی، هزینه‌ای پنهان بوده که دربسیاری از کشورها به طور مستقیم و درکوتاه مدت بابت این امر، پولی پرداخت نمی‌شود.

-2هزینه‌های فرصت:

در بسیاری از کشورها به دلیل اعمال‌یارانه‌های بین بخشی و پنهان به سوختهای‌فسیلی، قیمت تمام شده برق فسیلی بسیارپایین‌تر از رقمهای واقعی محاسبه می‌شود واین امر به دنبال عدم ثبت هزینه‌های فرصت‌در دفاتر، مقادیر پولی که لازم است توسط بنگاه پرداخت شود را پایین‌تر جلوه می‌دهد.

رفع مشکلات خرید برق انرژی های نو

با برگزاری چند نشست میان مسئولان مدیریت شبکه برق ایران و سازمان انرژی های نو، مشکلات مربوط به خرید برق تولیدی از انرژی های نو رفع شد.

مدیر عملیات بازار شرکت مدیریت شبکه برق ایران گفت: براساس ماده ۶۲ قانون برنامه چهارم، سازمان انرژی های نو ایران می تواند برق تولیدی از انرژی های نو را با قیمت تضمینی و به صورت طولانی مدت خریداری کند.

"رضا ریاحی" در گفت وگو با خبرنگار شانا؛ همچنین اظهار داشت: همچنین ماده ۲۵ همین برنامه چهار روش برای خرید برق تولیدی از انرژی های نو را پیش بینی کرده است که براساس آن سازمان انرژی های نو می تواند برق را از سرمایه گذاران را خریداری و به هر کدام از روش های مذکور به شرکت مدیریت شبکه بفروشد.

وی از فروش در بازار برق، تضمینی و طولانی مدت به عنوان سه روش نخست برای فروش برق تولیدی از انرژی های نو اشاره کرد و افزود: یک روش نیز وجود دارد که براساس آن تولید کننده های برق از انرژی های نو می توانند در صورت پیدا کردن خریدار، برق تولیدی را خود به او بفروشند و به شرکت مدیریت شبکه حق ترانزیت بدهند.

مهندس ریاحی با بیان این که شرکت مدیریت شبکه در سه روش نخست با سازمان انرژی ها نو ایران (سانا) طرف حساب است، خاطر نشان کرد: در روش چهارم طرف قرارداد تولید کننده برق از انرژی های نو است.

مدیر عملیات بازار شرکت مدیریت شبکه برق ایران گفت: از نظر ما مشکلی در زمینه خرید برق از بخش خصوصی وجود ندارد.

برپایه این گزارش؛ از اواخر شهریور ماه امسال همه وظایف انعقاد قرار داد و خرید برق تولیدی از همه انرژی های تجدید پذیر به سازمان انرژی های نو محول شده است.

خرید برق از انرژی های تجدید پذیر براساس ماده ۶۲ قانون برنامه چهارم توسعه انجام می شود که براساس آن برق تولیدی از انرژی های تجدید پذیر را می توان به ازای هر کیلووات۶۰۰ریال خریداری کرد.

انرژیهای نوین تجدید پذیر

با توجه به اهمیت بهینه سازی و بهره برداری موثر از انرژیهای خدادادی و وجود آلودگی های زیست محیطی ناشی از مصرف سوختهای فسیلی در بخش تولید انرژی، لزوم کاربرد انرژیهای تجدیدپذیر در تولید انرژی الکتریکی احساس میشود.

انرژی خورشیدی، انرژی باد، زمین گرمایی، دریایی و انرژی آبی جزء انرژیهای تجدیدپذیر نوینی هستند که امروزه کاربردهای بسیار زیادی در تامین انرژی مورد نیاز داشته و جانشین خوبی برای انرژیهای فسیلی شده اند، در این مقاله به بررسی عملکرد هر کدام از انرژیهای تجدیدپذیر فوق پرداخته و کاربردهای مرسوم آن نیز بررسی میشود.

انرژیهای نوین تجدیدپذیر به مجموعه ای از منابع انرژی که شامل انرژی خورشیدی، انرژی باد، بیوماس، زمین گرمایی، دریایی و انرژی آبی اطلاق میشود.

انتظار میرود که این منابع در بلندمدت نقش مهمی در تامین انرژی جهان ایفا کنند و جانشین خوبی برای سوختهای فسیلی باشند، در حال حاضر نکته مهم در روندجانشین سازی این انرژی توجیه مسائل اقتصادی پیشرو است. از طرفی موقعیت جغرافیایی هر منطقه خود عامل بسیار مهمی در توجیه کاربرد این انرژیها است، به عنوان مثال کاربرد انرژیهای تجدیدپذیر در خاورمیانه، با توجه به وجود منابع فراوان نفت و گاز و ارزان بودن آن اهمیت کمتری دارد، گرچه کشورهای اسکاندیناوی استفاده از انرژی زمین گرمایی اهمیت فراوانی داشته و پیشرفتهای زیادی داشته است، از این رو توجیه اقتصادی و ایجاد نسل جدید نیروگاه هایی که انرژی آنها فسیلی نبوده بلکه از انرژیهای تجدیدپذیر باشد از اهمیت خاصی برخوردار است.

۱ـ شرح مقاله:

همانطور که اشاره شد انرژیهای تجدیدپذیر شامل: انرژی خورشیدی، باد،بیوماس، زمین گرمایی، دریایی و انرژی آبی است. انرژی خورشیدی یا به عبارتی سیستم هایی که در آن از انرژی خورشیدی بهره گیری میشود عبارتند از سیستم های فتوولتائیک، سیستم های خوراک پز خورشیدی، سیستمهای خشک کن خورشیدی، برج های نیرو، نیروگاههای خورشیدی، سیستمهای تهیه آب شیرین خورشیدی و خانه های خورشیدی است.

امروزه استفاده از انرژی خورشیدی به صورت کاربردهای حرارتی و تبدیل مستقیم به برق در مقایسه با دیگر انرژیهای تجدیدپذیر از اهمیت قابل ملاحظه ای برخوردار است. در میان کاربردهای حرارتی از انرژی خورشیدی، سیستمهای آبگرم و گرمایش، چه به لحاظ تکنولوژیکی و چه به لحاظ برآوردهای

اقتصادی در مقایسه با سایر کاربردهای حرارتی از انرژی خورشیدی در جهان بیشتر مورد توجه بوده است. دلیل آن این است که سیستمهای آبگرم و گرمایش ساختمانها، با توجه به شرایط جغرافیایی در بیشتر سال میتواند توسط انرژی خورشیدی تامین شود. با توجه به این که سیستم های آبگرم و گرمایش از فناوری ساده ای برخوردار است، از اینرو استفاده و کاربردهای گسترده آن موجب کاهش سهم مصرف انرژی فسیلی در بخش خانگی و مسکونی شده است، آبگرمکن های خورشیدی در ایران، خود مثالی روشن از این جانشین سازی و بهینه سازی در مصرف انرژی است که تاثیر بسزایی در اقتصاد خانواده ها خواهد گذاشت.

سیستمهای فتوولتائیک:

سیستمی که در آن انرژی خورشیدی بدون بهره گیری از مکانیزم های متحرک و شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل شود، اثر آنرا فتوولتائیک گویند و عاملی که در این فرآیند بکار میرود سلول خورشیدی نامیده میشود. سلول های خورشیدی به عنوان مولد در سفینه های فضایی بکار میرود این سلولها قادرند انرژی تشعشعی خورشید را با بازدهی معادل ۵ تا ۲۰ درصد مستقیما به الکتریسیته تبدیل کند. امروزه در بسیاری از نقاط دنیا که دسترسی به سوختهای فسیلی به دلایل اقتصادی امکان پذیر و یا مقرون به صرفه نیست استفاده از این سیستم متداول شده است.

سیستمهای خشک کن خورشیدی:

در این سیستم مواد خشک شدنی مانند مواد غذایی، انواع میوه ها و غیره طور مستقیم یا بطور غیرمستقیم از انرژی حرارتی خورشیدی استفاده میکنند و با جریان یافتن هوا، خشک شدن حاصل میشود.

امروزه در اکثر کشورها برای خشک کردن مواد غذایی از گلخانه های خورشیدی استفاده میکنند بدین ترتیب که هوای محیط هنگام عبور از گلخانه خورشیدی گرم شده و سپس به فضای خشک کن هدایت میشود. این خشک کن ها از دو قسمت تشکیل شده اند: ۱- گلخانه خورشیدی ۲ـ اطاق خشک کن

انواع دیگر خشک کن ها که در صنایع کشاورزی کاربرد دارند شامل: خشک کن خورشیدی برای غلات و خشک کن خورشیدی برای برنج است.

نیروگاه خورشیدی:

نیروگاه خورشیدی که انرژی خورشید را به برق تبدیل میکند در آینده با مزایای قاطعی که در برابر نیروگاههای با سوخت فسیلی و اتمی، انرژی الکتریکی تولید میکنند قادر به رقابت است، نیروگاههای خورشیدی مشکل تولید برق و کم آبی را در دوران بحران انرژی حل

کرده و با نداشتن آلودگی زیست محیطی کمک شایانی به حفظ محیط زیست و اقتصاد می کند.
در ایران با توجه به وجود آفتاب می توان از این انرژی استفاده کرد و بخشی از انرژی مورد نیاز کشور را از این راه بدست آورد، طولانی بودن فصل تابستان و گرما در جنوب ایران و تابش آفتاب در تمام فصول سال (برعکس کشورهای شمال اروپا مانند سوئد، نروژ و ...) از دلایل استفاده از این انرژی در ایران است. خوشبختانه اولین نیروگاه خورشیدی ایران با ظرفیت ۲۵۰ کیلووات در سال ۸۴ در شیراز به بهره برداری خواهد رسید که نوید آینده ای روشن در استفاده بهینه از این انرژی خدادادی در کشور خواهد بود. این نیروگاه از نوع آینه های سهموی است که بخشهای عمده آن ساخته شده و تکنولوژی این نوع نیروگاه تنها در سه کشور آمریکا، آلمان و اسراییل موجود است و به این ترتیب ایران چهارمین کشور دنیا است که فناوری و طراحی استفاده از این نیروگاهها را کسب میکند.
وجود مزایای فراوان نیروگاه خورشیدی نظیر: تولید برق بدون استفاده از سوختهای فسیلی، عدم آلودگی زیست محیطی، عدم احتیاج به آب زیاد، استهلاک کم و عمر زیاد، عدم نیاز به تعمیرات اساسی مانند نیروگاههای با سوخت فسیلی، کاهش منابع نیروی انسانی در مقایسه با نیروگاههای اتمی و غیره، خود از دلایلی است که ایجاد نیروگاه خورشیدی را توجیه میکند و در عین حال امکان تامین انرژی شبکه های کوچک، محلی و ناحیه ای را نیز به ما میدهد. از طرفی احداث خطوط انتقال طویل و هزینه های جانبی آن را منتفی میسازد.

خانه های خورشیدی:

خانه هایی که تولید برق مصرفی آنها و تامین نیاز سرمایشی و گرمایشی آنها به وسیله آفتاب (انرژی خورشیدی) صورت گیرد خانه های خورشیدی نامیده میشوند. در این خانه ها با استفاده از سلولهای فتوولتائی که معمولاً در پشت بام ها کار گذاشته میشود انرژی الکتریکی مصرفی خانه تامین میشود. گرمایش وسرمایش خانه های خورشیدی به دو روش انفعالی و فعال، بسته به نیاز ساختمان تامین میشود. کیفیت و چگونگی معماری ساختمان با ذخیره انرژی خورشیدی در حالت انفعالی بستگی کامل دارد. در صورتی که گرمایش خورشیدی به صورت فعال، مستلزم استفاده از گردآوری های خورشیدی و یک منبع انرژی دیگر جهت تهیه و انتقال سیال گرم شده به داخل ساختمان است.
عدم آلودگی زیست محیطی ناشی از استفاده از سوخت های فسیلی در سیستم های گرمایشی، مقرون به صرفه بودن و عدم نیاز به تکنولوژی پیچیده از مزایای این سیستم است.

مزایای انرژی خورشیدی:

انرژی خورشیدی از نظر محیط زیست بی خطر است اگر چه استفاده متمرکز در ابعاد وسیع میتواند منجر به اثرات زیست محیطی محلی شود. همچنین انرژی خورشیدی با شرایط فرهنگی متفاوت به خوبی پیوند میخورد. شماری محدودیت های اقتصادی و اساسی وجود دارند که برای استفاده وسیع از این انرژی باید رفع شوند، اما با پشتیبانی کافی سهم این منبع انرژی در طول دهه های آتی ابعاد قابل توجهی خواهد یافت.

انرژی باد:

انرژی باد به عنوان یکی از مهمترین ودر عین حال اقتصادی ترین انرژی در تولید برق میتواند استفاده شود، مهمترین انگیزه پرداختن و روی آوردن به استفاده از این انرژی در تولید برق موقعیت جغرافیایی، بررسیها و مطالعات هواشناسی میباشد. در ایران نیز با توجه به موقعیت جغرافیایی و مطالعات انجام گرفته در سه نقطه منجیل، رودبار و هرزهویل، توربینهای بادی نصب و از طریق ترانسفورماتور افزاینده ۲۰ کیلوولت به شبکه متصل شد. در خراسان نیز نیروگاه ۳۰ مگاواتی در منطقه بینالود نیشابور با ۵ توربین نصب و چند توربین دیگر هم طی سالهای ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ به بهره برداری خواهد رسید.

از نظر اقتصادی با توجه به توان ساخت توربین های بادی در ایران میتوان امید داشت که میزان تولید برق به وسیله انرژی بادی از میزان تخمین زده شده ۶۵۰۰ مگاوات فراتر رود.

انرژی زمین گرمایی:

اصطلاح زمین گرمایی ترجمه واژه Geothermal است که ریشه یونانی دارد. این انرژی از سیال داغی که در عمق زمین وجود دارد بدست میآید برای دسترسی به مخزن سیال، چاه یا چاههای عمیقی حفر میشود و سیال که آب داغ یا بخار است به سطح زمین هدایت میشود. طبق محاسباتی که به عمل آمده مشخص شده است که انرژی ذخیره شده در عمق ۱۱ کیلومتری فوقانی پوسته زمین معادل ۵۰ هزار برابر کل انرژی بدست آمده از منابع نفت و گاز شناخته شده امروزی جهان است. از این رو میتوان منبع عظیم انرژی فوق را جایگزین انرژی حاصل از سوختهای فسیلی در آینده کرد. برای مطالعات و حفر چاههای زمین گرمایی باید مطالعات زمین شناسی گسترده ای صورت بگیرد، با توجه به شاخص های زمین شناسی وجود سنگهای آتشفشانی، چشمه های آب گرم، بخار فشان، آب فشان، نواحی دگرسان، گلفشان و کوههای آتشفشانی فعال از جمله نشانه های وجود منابع زمین گرمایی است که باید برای استفاده اقتصادی و بهینه این انرژی بیش از یک شاخص از شاخص های بالا در منطقه مورد مطالعه یافت شود.

با توجه به توجیه بهینه بهره برداری از انرژی زمین گرمایی و مسائل اقتصادی پیش رو مخازن زمین گرمایی اقتصادی جهان باید حاوی سیال باشد و بر حسب نوع سیال به دو دسته مخازن آب بالنده و بخار بالنده تقسیم میشود مخازن آب بالنده فراوان تر از مخازن بخار بالنده است، کشورهای نیوزیلند، ایسلند، آمریکا و ایتالیا از جمله کشورهایی هستند که در چند دهه اخیر توانسته اند از انرژی تجدیدپذیر زمین گرمایی در تولید برق استفاده کنند. ایتالیا نخستین کشوری بود که در سال ۱۹۰۴ از این انرژی در تولید برق استفاده کرد. در حال حاضر بیش از ۲۵ کشور جهان به کمک این انرژی بیش از ۸ هزار مگاوات برق تولید میکنند که خود رقم قابل توجهی است.

انرژی زمین گرمایی (بخار تحت فشار و گاهی همراه با آب داغ) منبعی از انرژی است که از برخورد آبهای زیرزمینی (آبهایی که از سطح به لایه های درونی نفوذ کرده اند) با مواد مذاب و در محیطی بسیار داغ تولید میشود. این نوع انرژی از نظر زیست محیطی، یک منبع انرژی پاک است و میزان انتشار دی اکسیدکربن آن ۹۰ درصد کمتر از نیروگاه هایی است که با سوخت فسیلی کار می کنند.

کشور اندونزی ۴۰ درصد منابع انرژی زمین گرمایی جهان (۲۷/۱۴۰ مگاوات) را در اختیار دارد. این کشور همچنین تعدادی نیروگاه زمین گرمایی با ظرفیت ۸۰۷ مگاوات (حدود ۳ درصد کل پتانسیل زمین گرمایی آن کشور) را هم اکنون در اختیار دارد. نیروگاههای در دست بهره برداری در مناطقی در غرب جاوه، شمال سولاوسی و شمال سوماترا واقع شده اند. توسعه انرژی زمین گرمایی با مشکلات زیادی از جمله مقررات متناقص مواجه است. برای مثال قانونی که حفر معدن در مناطق جنگلی را ممنوع کرده است، حال آنکه اکثر منابع زمین گرمایی در مناطق جنگلی قرار گرفته اند. دولت اندونزی برنامه ریزی کرده است که به تدریج تولید انرژی زمین گرمایی را تا سال ۲۰۰۸ به ۲۰۰۰ مگاوات و تا سال ۲۰۲۰ به ۶۰۰۰ مگاوات افزایش دهد و این خود نشان از اهمیت تولید انرژی الکتریکی به کمک انرژی های تجدید پذیر است.

در توجیه اقتصادی و بهره برداری مخازن زمین گرمایی باید گفت که مخازن حفر شده باید دمایی بالاتر از ۱۵۰ درجه سانتیگراد داشته باشند تا توجیه اقتصادی داشته و مورد بهره برداری قرار گیرند.

در حال حاضر بیش از ۵۵ کشور از منابع این انرژی بطور مستقیم بهره برداری میکنند.

در ایران نیز پس از مطالعات صورت گرفته و مشاورت های لازم عملیات حفر سه حلقه چاه سه هزار متری زمین گرمایی در مشکین شهر صورت گرفت که در تاریخ خرداد ماه ۱۳۸۳ بهره برداری آزمایشی از نخستین چاه زمین گرمایی آغاز شد، این چاهها توانایی تولید ۸ تا ۱۰ مگاوات برق را داشته و می توانند انرژی مورد نیاز شبکه برق منطقه را تامین کنند، عدم آلودگی زیست محیطی، عدم نیاز به منابع رو به اتمام فسیلی در تولید برق، عدم نیاز به تعمیرات اساسی همانند سایر نیروگاههای فعال در کشور و محدودیت نیاز به منابع نیروی انسانی از مزایای این نیروگاه ها است.

انرژی تجدید پذیر زمین گرمایی در مواردی دیگر همچون: سیستم های گرمایشی ساختمانها، کشاورزی، دامپروری، صنعتی و درمان بیماری ها استفاده میشود و با توجه به اینکه بهره برداری از این

انرژی در تولید برق و ایجاد نیروگاه زمین گرمایی، مزایای زیاد و قابل توجهی داشته و نسبت به نیروگاه اتمی و سایر نیروگاهها مقرون به صرفه است و میتواند مورد استفاده قرار گیرد. البته در این مورد نیز موقعیت جغرافیایی کشورها تاثیر بسزایی در توجیه اقتصادی استفاده از نیروگاه زمین گرمایی را دارا است.

انرژی بیوماس:

با توجه به وجود ضایعات کشاورزی و موارد کاربرد فراوان این ضایعات از سالیان دور استفاده از این انرژی مورد توجه بشر بوده است. در سالیان گذشته که بشر به مسائل زیست محیطی توجه چندانی نداشته، شکل سنتی استفاده از این انرژی رایج بوده است در شکل سنتی استفاده از این انرژی یعنی سوزاندن چوب درختان و فضولات حیوانی خود باعث آلودگی و تخریب محیط زیست میشد اما با رشد و توسعه علمی بشر امروزی و توجه به مسائل زیست محیطی شکل برنامه ریزی شده و پایدار آن مورد توجه قرار گرفت، در این فرآیند از ضایعات کشاورزی نظیر نیشکر و چغندر سوخت مایع تهیه شده و از آن استفاده میشود که این روش نسبت به روش سنتی از آلودگی کمتری برخوردار است ولیکن در مقایسه با سایر منابع انرژی تجدیدپذیر نظیر انرژی خورشیدی و بادی دارای آلودگی زیست محیطی است.

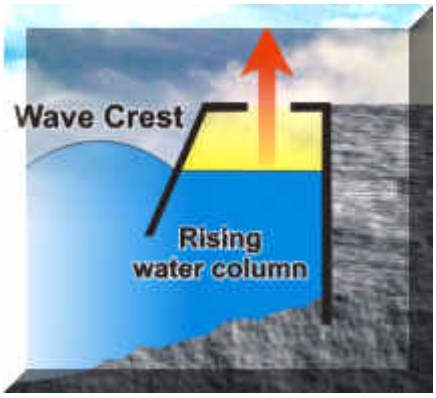
انرژی آبی:

از انرژی نهفته در آب در مناطقی که از نظر شرایط بارندگی و فراوانی منابع آبی بهره میبرند استفاده فراوانی میشود.

در این مناطق با ایجاد سد بر روی رودخانه ها و ساخت نیروگاه های آبی بزرگ و کوچک ضمن تولید برق، در بخش کشاورزی نیز سبب اشتغال خواهد شد.

نیروگاه شهید عباسپور با قدرت تولید۲۰۰۰ مگاوات ساعت در حال حاضر بزرگترین نیروگاه برق آبی ایران است. نیروگاه اول این سد توسط فرانسویها در ۴ واحد ۲۵۰ مگاواتی جمعاً با ظرفیت ۱۰۰۰ مگاوات در سال ۱۳۵۶ به بهره برداری رسیده است و با احداث نیروگاه دوم سد شهید عباسپور ۱۰۰۰ مگاوات به قدرت پیک شبکه سراسری کشور افزوده شد و میزان انرژی تولیدی سد شهید عباسپور از ۳۷۰۰ گیگاوات ساعت به ۴۰۰۰ گیگاوات ساعت در سال افزایش یافت. این نیروگاه علاوه بر تاثیر اقتصادی قابل توجه، نقش ارزندهای در پایداری سیستم برق کشور خواهد داشت.

انرژی دریایی:



در میان انرژی های دریایی، انرژی جزر و مد از تکنولوژی پیشرفتهای بهره مند است اما به دلیل مشکلات زیست محیطی و موانع اقتصادی از توسعه چشمگیری برخوردار نبوده است. انرژی حرارتی دریاها OTEC هنوز مشکلات فنی و اقتصادی فراوانی دارد، اما انرژی امواج علیرغم فناوری جوان و تکامل نیافته اش به دلیل دانسیته نسبتاً بالاتر و در مکانهای دارای پتانسیل بیشتر تا حدودی مورد توجه بوده است.

نتیجه گیری:

۱ـ با توجه به وسعت دسترسی به انرژی خورشیدی، به نظر میرسد در آینده، انرژی خورشیدی بتواند به عنوان یکی از منابع انرژی تجدیدپذیر ارزان در دسترس بشر قرار بگیرد. در حال حاضر ۱۵۰ درصد انرژی مورد مصرف آمریکا از خورشید تامین میشود و کشورهای اروپایی و سایر کشورهای صنعتی نیز مقدار کمی از انرژی مورد نیاز خود را از خورشید تامین میکنند.

۲ـ با توجه به اینکه یکی از مهمترین چالش ها در برابر دولتها و حکومتها تامین مطمئن انرژی در آینده است و منابع سوخت فسیلی که نزدیک به ۹۰ درصد انرژی دنیا را تامین میکند پایانپذیر هستند، لزوم بهره برداری هر چه بیشتر از منابع انرژی تجدیدپذیر و جایگزینی آنها باید با سرعت بیشتری انجام شود.

۳ـ با توجه به راه اندازی بورس برق در ایران و رقابتی شدن فروش و صادرات برق در سطح کشور و منطقه، لزوم اتخاذ روشهای بهینه در هزینه ها برای باقی ماندن در صحنه رقابت امری مهم و حیاتی است و این مهم با جایگزینی سوخت نیروگاهها و استفاده از انرژیهای تجدیدپذیر که به صورت رایگان در اختیار است امکان پذیر است. از طرفی با توجه هزینه های جانبی پایین در این نیروگاهها لزوم ساخت و بهره برداری از این نیروگاهها امری اجتناب ناپذیر است.

۴ـ تجدیدنظر در استفاده از منابع انرژی فعلی و استفاده از منابع انرژی جایگزین که عمده ترین آنها خورشید، آب، باد، زمین گرمایی و ... هستند. میتواند برای سالهای آتی به عنوان منابع انرژیهای نو موردتوجه قرار گیرند.

۵ـ کره زمین انرژی خورشیدی را به صورت تابش خورشیدی دریافت میکند و مقدار این تابش به مراتب بیش از نیاز بشریت است. این منبع از تغییرات روزانه شناخته شدهای علاوه بر تغییرات فصلی برخوردار است و بطور قابل ملاحظه ای متاثر از وضعیت هوا است. شدت تابش خورشیدی نسبتاً کم و پیک (فراز) آن در حدود KW/m21 در سطح دریا است. تمام کشورها به این منبع به مقادیر مختلف دسترسی دارند. کاربرد انرژی خورشیدی کاملاً متنوع است و شامل گونه حرارتی مستقیم (سیستمهای عامل و غیرعامل)، تولید نیروی برق از طریق سیکلهای ترمودینامیکی و تبدیل مستقیم به الکتریسیته

با کمک سیستمهای فتوولتائی PV میشود. انبار کردن انرژی خورشیدی در سیستمهای حرارتی نسبتاً ارزان است و بدین ترتیب منبع انرژی از زمان استفاده از انرژی به وسیله مصرف کننده جدا میشود.

چشم انداز مضاعف از موارد اقتصادی

در بخش های عمده جامعه جهانی انرژی، بوضوح نگرانی ای دال براینکه استفاده از انرژی های تحدیدپذیر بطور قابل توجهی گران تر از استفاده از انرژی های سوخت های فسیلی است، وجود دارد. گزارشات و رسالات متعددی در مورد اقتصادی بودن نسبی تجدیدپزیرها در طول دو دهه گذشته به چاپ رسیده است و نظرات بسیاری در زمینه عملی و نظری این انرژی ها ابراز شده است. یک آنالیز ساده و کامل در پاسخ به این پرسش که آیا تجدیدپذیرها می توانند از نظر اقتصادی با سوختهای معمولی رقابت کنند، وجود ندارد. در این کتاب سعی نخواهد شد که پاسخ مستقیم و ساده ای برای این پرسش تهیه شود بلکه موضوعاتی را که در وضعیت های مختلف در نتیجه گیری تاثیر دارند بطور برجسته مشخص می نماید.

چندین عنصر مهم در آنالیز اقتصادی گزینه های مختلف انرژی وجود دارند. اول، سرمایه گذاری کل که شامل تسهیلات تولید، زمین، انتقال و موضوعات مالی می شود تعیین می گردند و این سرمایه گذاری بطور نوعی برای تجدیدپذیرها بیش از سوخت های فسیلی است. سپس هزینه کل بهره برداری و نگهداری از تسهیلات تولید انرژی که شامل عملیات تصفیه و مصرف زائدات تولید نیز می شود، می بایستی مورد بررسی قرار گیرد. هزینه سوخت که به برخی از سوختها اتلاق می شود می بایست هزینه های حمل و نقل به محل تسهیلات تولید انرژی و پیش بینی افزایش قیمت در آینده نیز دربر داشته باشد. اما بحث برانگیزترین بخش اثرات خارجی ساخت و بهره برداری از تسهیلات تولید انرژی است. بررسی مختصری از درجات آزادی چنین تجزیه و تحلیل نشان می دهد که پاسخ را می توان آنچنان دستکاری کرد تا نتیجه مورد علاقه تحلیل گر بدست آید. مطالعات پیچیده ای بوسیله تولید کنندگان برق مصرفی برای چنین مواردی انجام شده اند و نتایج بدست آمده بطور قابل توجهی از یک ناحیه به ناحیه دیگر تغییر می کنند.

با استفاده از چند تجربه، بهتر از یک آنالیز ((میانگین)) می توان نظری به فرصت های آتی برای تجدیدپذیرها انداخت. دلیلی که می توان برای این گفتار آورد این است که یک آنالیز میانگین نمی تواند استفاده جاری از تجدیدپذیرها را تعریف کند زیرا که استفاده از تجدیدپذیرها در حال حاضر بیشتر به شرایط محلی آنهم در حاشیه بازار انرژی، و نه به میانگین های عمومی ای از فاکتورهای بازار بستگی دارد، فاکتور دیگر آنکه بازارهای معمول جهانی از تغییرات قابل ملاحظه ای برخوردار هستند. هزینه انرژی حتی برای انرژی های فسیلی در کشورهای مختلف جهان تغییرات زیادی دارد این هزینه عمدتا بستگی به سیاست های دولت ها و هزینه حمل و نقل/یا توزیع دارد. موقعیت های زیر را بررسی فرمائید.

۱. برق متصل به شبکه در یک کشور صنعتی
۲. تامین مستقیم انرژی حرارتی در یک تسهیلات صنعتی
۳. برق رسانی روستائی در یک کشور در حال توسعه با یک دیزل – ژنراتور مستقل در مقایسه با تولید و ذخیره با استفاده از انرژی های تجدیدپذیر مستقل
۴. بهره برداری مستقیم حرارتی در روستاها و در مقیاس کوچک با تجدیدپذیرها یا منبع سوخت فسیلی

ممکن است چنین بنظر آید که موقعیت های بالا بر مبنای مقیاس ساده تا خیلی پیچیده بمنظور بررسی اقتصادی تجدیدپذیرها و اقتصادی بودن انرژی معمول جهانی درجه بندی شده باشند، اما بحث هزینه های خارجی هر یک از موقعیت های بالا را پیچیده می سازد. این هزینه های خارجی شامل اثرات زیست محیطی (بطور مثال زیان وارده به جنگل ها و سلامت انسانی)، اثرات مشتقه اقتصادی (بطور مثال تحقیقات با کمک بخش عمومی و زیر بنای موجود) و یارانه می شوند. دیدگاه های اقتصادی که برای چنین بررسی هائی بکار می آیند شامل بهره گیری از قیمت گذاری بازار، هزینه جایگزینی یا بازسازی، اثرات غیر مستقیم یا مشتقه بازار یا مطالعات بخش عمومی، می شوند. این اثرات بطور ذاتی از درجه قابل توجهی بر روی مقایسه سیستم های انرژی با یکدیگر دارند. مقررات دولت های محلی بخصوص در کشورهای در حال توسعه بطور فزآینده ارقام اختیاری را برای چنین فاکتورهای خارجی در فرآیندهای تصمیم گیری در باره انرژی، تحمیل می نمایند.

حتی بدون بررسی هزینه های بلند مدت برای تولید انرژی بوسیله باد و سوخت فسیلی برای نواحی ساحلی در تعدادی از کشورهای درحال توسعه انجام گرفته است. برای مثال، نتایج بدست آمده نشان می دهند که استفاده از انرژی باد در کشورهائی مانند رومانی و شیلی بطور بالقوه اقتصادی است ولی برای کلمبیا و کنیا چنین نیست. امروزه، بطور کلی انرژی باد در بیشتر نواحی ساحلی قابل رقابت است و تا سال ۲۰۰۵ تحت نظام سناریوی ED وضعیت بهتر خواهد شد و تقریبا در تمام نواحی قابل رقابت خواهد بود.

مقایسه های انجام گرفته بین نیروگاههای حرارتی خورشیدی با نیروگاههای سوخت فسیلی نشان می دهد که توسعه بیشتر در تکنولوژی خورشیدی و تولید در حجم بالاتر، به انرژی خورشیدی اجازه خواهد دادکه از سال ۲۰۰۰ به بعد با نیروگاههای پیک و از سال ۲۰۲۰ در طیف وسیعی به رقابت بپردازد. با استفاده از سیاست هایی بمنظور تسریع توسعه و بهره برداری انرژی خورشیدی، کسب این موقعیت قابل رقابت ممکن است که حتی تا ۱۵ سال زودتر اتفاق بیفتد.

یک مقایسه مشخص بین یک نیروگاه بیوماس گازی ۲۵ Mwe که از یک سیکل ترکیبی استفاده می نماید و توسعه یک نیروگاه آبی بزرگ متصل به شبکه انتقال نیرو که در برزیل انجام گرفته است نشان می دهد که نیروگاه بیوماس می تواند رقابت نماید. یک پروژه آزمایشی که از حمایت

۳۰ میلیون دلاری تسهیلات محیط زیست جهانی برخوردار است برای راه اندازی در سال ۱۹۹۷ برنامه ریزی شده است و سوخت آن از یک درختستان اوکالیپتوس تامین خواهد شد.
یک نیروگاه بیوماس گازی برای یک دهکده ۲۰۰ نفری درهندوستان که شبکه انتقال نیرو فاصله داشته ، نصب گردیده است تا سوخت فسیلی ژنراتور دیزلی دهکده که انرژی روشنائی، پمپاژ آب و دستگاههای آسیاب را تامین می نمود جایگزین شود. سرمایه گذاری انجام شده کمتر از سرمایه گذاری لازم برای گسترش شبکه انتقال بوده و نتیجه آن یک منبع تامین نیروی قابل اطمینان تر و با کیفیت و پیوسته تر بوده است. یک آنالیز انجام گرفته در مورد انتقال نفت نشان می دهد که برگشت این سرمایه گذاری ۱۰ سال خواهد بود که همراه با افزایش تقاضا برای الکتریسیته در دهکده این مدت کاهش خواهد یافت. از نیروی کار تعاونی روستائیان برای کاشت و برداشت بیوماس در زمین های حاشیه ای استفاده شده است و فشار اقتصادی حاصل از خرید نفت نیز کاهش یافته است.
تجزیه و تحلیل های جداگانه ای نیز در کالیفرنیا و آفریقای جنوبی برای توجیه اقتصادی جایگزینی گسترش شبکه انتقال نیرو بوسیله سیستم های فتوولتائی مستقل انجام گرفته است. نتایج بستگی به هزینه کارگرهای محلی، فاصله تا شبکه انتقال نیرو واندازه بارپیک دارد. در کالیفرنیا نتایج بدست آمده نشان می دهد که برای کی خانه و یک خانواده سیستم PV برای فاصله بیش از نیم کیلومتر تا شبکه اقتصادی تر خواهد بود و برای آفریقای جنوبی فاصله اقتصادی در حدود ۱ کیلومتر در مورد یک دهکده کوچک و در مورد یک دهکده بزرگ اندکی بیشتر خواهد بود.
اگر چه که برای انرژی های تجدیدپذیر محدودیت های زیادی وجود دارند، که برای رسیدن به سهم بالقوه بلند مدت این انرژی ها در مصرف جهانی انرژی لازم است که این محدودیت ها رفع شونداما، احتمالا سرمایه و منبع تامین آن قابل بحث بمنظور تولید و نفوذ پیش بینی شده تجدیدپذیرها تحت نظام هر دو سناریو نسبتا آسان است و این سرمایه ها زیاد هستند. هزینه ها شامل مخارج تحقیقات و معادل هزینه های سوخت برای عمر مفید سیستم می باشد که قسمتی از هر پرداخت اولیه را برای برخی از تجدیدپذیرها تشکیل می دهد. جدول ۴-۱ سرمایه گذاری مورد نیاز برای پشتیبانی از دو سناریوی CP,ED را خلاصه کرده است. سهمیه ای نیز برای انتقال در مورد آن منابعی که در فاصله با مصرف کنندگان قرار دارند منظور شده است.

جدول ۴-۱ تخمین سرمایه گذاری جمعی برای تمام تجدیدپذیرها (به میلیارد دلار – ۱۹۹۰)

	CP			ED		
	۲۰۰۰	۲۰۱۰	۲۰۲۰	۲۰۰۰	۲۰۱۰	۲۰۲۰
خورشیدی	۵۲	۱۳۴	۳۱۳	۶۵	۲۶۵	۱۲۰۵
باد	۱۴	۶۲	۱۸۱	۱۶	۹۸	۴۱۲
ژئوترمال	۱۵	۲۰	۳۰	۲۰	۵۰	۸۰
بیوماس	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۶۶	۱۴۰	۲۶۰
اقیانوس	۱	۱۰	۵۵	۲	۵۰	۱۵۰
آبی (کوچک)	۲۱	۵۰	۱۰۰	۳۶	۸۸	۱۵۰
جمع ناخالص	۱۵۳	۳۷۶	۸۲۹	۲۰۵	۶۹۱	۲۲۵۷
انتقال نیرو	۱۰	۲۳	۵۵	۱۵	۴۷	۱۴۱
جمع	۱۶۳	۳۹۹	۸۸۴	۲۲۰	۷۳۸	۲۳۹۸

این سرمایه گذاری کل را می توان با تخمین از کل سرمایه گذاری لازم در تامین مقدار برابری انرژی با استفاده از سوخت های فسیلی مقایسه نمود. میانگین سرمایه گذاری برای هر Mote سوخت ۱۰۰ میلیون دلار و برای Mote تولید ۱۰۰ میلیون دلار است. این سرمایه گذاری در لوای سناریوی ED تقریبا مساوی با ۷۰۰ میلیارد دلار می شود. اما باید به این رقم سهمیه ای نیز برای تسهیلات انتقال و توزیع بمنظور مقایسه با کاربردهای توزیع شده تجدیدپذیر ها اضافه می نمائیم همانطوریکه بایستی سهمیه ای نیز برای اتلاف انرژی قابل انتظار در توزیع روستائی، در کشورهای در حال توسعه در نظر بگیریم. با منظور کردن این سهمیه ها انگاه کل سرمایه برای سرمایه گذاری سیستم های سوخت فسیلی درحدود ۹۳۰ میلیارد دلار خواهد.

اگر چه که این مقایسه نشان می دهد که تجدیدپذیرها در مقایسه با معادل سوخت فسیلی به مقدار قابل توجه تری تشکل سرمایه نیاز خواهند داشت ولی پایه گذاری مقایسه های اقتصادی تنها بر روی این ارقام صحیح نخواهد بود زیرا این مقایسات هزینه سوخت برای تسهیلات بیوماس یا فسیلی منظور نشده است.

جنبه دیگر آنکه قیمت ها، نفوذ کارآئی انرژی را در بازارهای انرژی کنترل می نمایند و اقدامات دولت ها در زمینه تشویق بر افزایش کارآئی انرژی مانند قیمت های بالای بنزین در اروپا می تواند اثر قابل ملاحظه ای بر اندازه بازار و سهم تکنولوژی داشته باشد. این در مورد یارانه های جاری برای انرژی های معمول در بسیاری از کشورهای درحال توسعه نیز صدق می نماید.

سرمایه گذاری پیش بینی شده در تجدیدپذیرها برای سناریوی ED را می توان با کل درآمد ناخالص ملی نیز مقایسه نمود تا معیاری از امکان پذیری مالی چنین سرمایه گذاری بدست آید. با استفاده از سناریوی WEC((M)) در سال ۱۹۸۹ بعنوان پایه،کل درآمد ناخالص ملی سالیانه جهان درحال حاضر در حدود $۲۱*۱۰^{۱۲}$ دلار است و پیش بینی این رقم برای سال ۲۰۲۰ تقریبا برابر با $۳۶*۱۰^{۱۲}$ می باشد. از این مقادیر در حدود ۵٪ صرف انرژی می شود برای سناریوی گستاخانه تجدیدپذیرها سرمایه گذاری کلی بین حال تا سال ۲۰۲۰ تقریبا مساوی ۰/۲۵٪ درآمد ناخالص کلی جهانی برای این دوره زمانی خواهد بود. بر مبنای سالیانه، سهم پیش بینی شده در سال ۲۰۲۰، ۰/۵٪ خواهد بود. با در نظر گرفتن هدف سناریوی ED این مقایسه مختصرنشان می دهد که بنظر می رسد استفاده پیش بینی شده از تجدیدپذیرها امکان پذیر است. نظر کمیسیون WEC بر این است که برای بدست آوردن این نتایج کل سرمایه گذاری در تجدیدپذیرها، اندکی بیش از این ارقام خواهد بود ولی نتیجه گیری کلی در مورد کلی در مورد امکان پذیری و توجیه اقتصادی تجدیدپذیرها مشابه همین نتایج است.

جدول ۵-۱- نمونه هائی از هزینه های خارجی در ارتباط با آلودگی هوا در ایالات متحده آمریکا

گونه های آلودگی	فاکتور ارزیابی
So_2	۰/۹-۳۰/۱۸
NO_x	۰/۱۱-۳۰/۴۵
VOC	۱/۳۰-۱۹/۲۵
CO	۰/۹۹
ذرات جامد	۰/۳۵-۵/۸۳
CO_2	۰/۰۰۲-۰/۱۱۹
CH_4	۰/۲۴
N_2o	۴/۳۶-۴/۵۵

یادداشت:

این ارقام از آژانس های دولتی ایالات متحده آمریکا اقتباس شده است. از این ارقام برای تصمیم گیری در مورد نیروگاههای تولید الکتریسیته جدید استفاده می شوند اما پروژه های جدید هزینه ای از بابت این ارقام نمی پردازند.

در جاهائی که اختلاف بین ارقام در یک ردیف کم است نشان می دهد که تنها تعداد معدودی از ایالات این استانداردها را بکار می گیرند.

این ارقام خیلی به شرایط محلی و اداره سیاسی بستگی دارند.

ارقام بزرگتر در هر ردیف عموما بطور قابل ملاحظه ای بالاتر از هزینه های واقعی کنترل انتشارات بر مبنای توانائی های بهترین تکنولوژی جاری در دسترس می باشد.
برای نیروگاههای ذغال سنگی این فاکتورها عموما هزینه سوخت را معادل ۲ تا ۵ سنت در هر کیلووات ساعت و برای نیروگاههای گازی معادل ۱ تا ۲ سنت در هر کیلووات ساعت افزایش می دهند.
اما برای بینش عمیقتر لازم است که این هزینه ها با مزایای مربوطه نسبت به سایر راه حل ها مقایسه شود و اثر هزینه های خارجی سیستم ها نیز بطور مبسوطی گنجانده شوند. آنالیزهای متعددی از این نوع به چاپ رسیده اند، اما نتایج بدست آمده با موافقت عمومی صنعت انرژی روبرو نبوده است. برخی از نمونه های مربوطه به بخش آلودگی در حدود ۵-۱ آورده شده اند. حیطه ارقامی که تحت بررسی قرار گرفته اند بسیار وسیع و مفروضات بسیار گوناگون هستند. آن مفروضاتی که بر پایه نگرش های سیاسی بنا شده اند به تناوب تغییر می کنند و تغییرات بزرگی را در پیام های اقتصادی که به بازار انرژی فرستاده می شود موجب می شوند. یک مجموعه دقیق تر و مستندتری از هزینه های خارجی باعث پایداری در بازارها می شود. از آنجائیکه چنین آنالیزی نیاز به تخصص وسیع تری دارند بنابر این، این کار به تحقیقات آتی WEC بوسیله یک گروه مطالعاتی مناسب موکول شده است.
سیستم های جاری حاکم بر بازار انرژی اثرات جانبی و انشعابات دراز مدت بسیاری را شامل نمی شود. سهم محتمل منابع انرژی های تجدیدپذیر همراه با گوناگونی و حسن انتخابی که در اختیار می گذارد یکی از معایب حاصل از توجهات کوتاه مدت درفرآیند تصمیم گیری است. برای مثال، تکنولوژی های تجدیدپذیر هزینه سرمایه ای زیادی نیاز دارند،بنابر این استفاده از سرمایه گذاری بخش عمومی از طریق اوراق بهادار تضمینی دولتی در مقایسه با سرمایه گذاری بخش خصوصی، بمراتب جذاب تر است. زیرا مشخصه بازپرداخت طولانی این تکنولوژی با اهداف بسیاری از اعطاء کنندگان خصوصی وام سازگاری ندارد. بهرحال، مداخله بخش خصوصی آنهم بطور عمده برای موفقیت این سناریو الزامی است.
در حال حاضر، تجدیدپذیرهای نوین باسدها یا موانع تجاری شدن جدی ای روبرو هستند که ناشی از ارزش دارائی ها و سرمایه گذاری انجام گرفته در سیستم های سوخت فسیلی از یک طرف و عدم توانائی فعلی آنها در کسب ابعاد تولید اقتصادی از طرف دیگر می باشد.

بررسی نظرات تحلیلگران انرژیهای تجدید پذیر با حضور مدیر عامل سازمان انرژیهای نو ایران (مهندس آرمودلی)

۱. به‌نظر می‌رسد عدم وجود یک متولی قوی در زمینهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر، از اساسی‌ترین مشکلات کشور در این بخش می‌باشد. نظر شما در این باره چیست؟

متاسفانه در زمینهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر، تا به‌حال یک متولی قوی که بتواند به‌عنوان یک سازمان مسئول و مستقل در کشور شناخته شود، وجود نداشته است. وزارت نیرو مسئول تولید انرژی الکتریکی در کشور می‌باشد. بنابراین باید مسئول پیداکردن راههای تولید انرژی الکتریکی، اتصال آن به شبکه، توزیع، خرید و مدیریت آن نیز وزارت نیرو باشد که متاسفانه این چنین نیست. درست است که سازمانهای دیگر به تولید انرژی الکتریکی مبادرت نموده‌اند، ولی در نگهداری و مدیریت آن موفق نبوده‌اند.

۲. عدم وجود قوانین مناسب در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر از مشکلات دیگری است که صاحب‌نظران مطرح می‌کنند. تحلیل شما در این باره چیست؟

تقریباً می‌شود گفت که در حال حاضر هیچ قانونی در زمینهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر وجود ندارد. حتی تا چند وقت قبل در مورد استفاده از توربین‌های بادی و فروش آنها هیچ قانونی وجود نداشت که اخیراً قانونی در این باره در مجلس به تصویب رسیده است.

در حال حاضر نیز باید سیاست‌گذاری‌ها در مورد خرید انرژی الکتریکی از سیستم‌های فتوولتائیک و باد شفاف‌تر و روشن‌تر گردد و از صنعتگران و سرمایه‌گذارانی که در این رابطه فعالیت می‌کنند حمایت گردد.

۳. نبود برنامه‌ریزی و استراتژی مشخص در زمینهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر، از دیگر مشکلاتی است که تحلیلگران مطرح می‌کنند. دلیل این مسئله را چگونه ارزیابی می‌کنید؟

علت اصلی عدم وجود برنامه‌ریزی و استراتژی مشخص، قیمت پایین سوخت و میزان بالای منابع نفت و گاز است. در مطالعات اقتصادی باید منابع سوختی به قیمت جهانی منظور شوند، نه به قیمتی که دولت با پرداخت یارانه به مردم می‌فروشد.

اگر در محاسبات اقتصادی، قیمت سوخت با قیمتهای جهانی محاسبه گردد و مشکلات زیست محیطی از جمله آلودگی هوا و امراض مختلف ناشی از آن در نظر گرفته شود، آنگاه انرژی‌های تجدیدشونده توجیه‌پذیر می‌شوند. ولی متاسفانه هیچ مبنایی برای تعیین اثرات زیست‌محیطی و دریافت، تولید و عمومی کردن تکنولوژی‌های موجود در زمینهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور وجود ندارد.

۴. اساتید و کارشناسانی که در زمینهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر کار می‌کنند، خواستار تخصیص اعتبار و امکانات بیشتری هستند. در این رابطه چه تمهیداتی باید اندیشیده شود؟

متولیان تولید برق مانند توانیر و سازمانهای برق منطقه‌ای، بودجه‌های خوبی برای تحقیقات دارند که باید از کمک آنها برای توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده کرد.همچنین سازمان مدیریت و برنامه-ریزی می‌تواند با تشکیل یک بخش تخصصی بطور جداگانه در این مورد به مطالعه بپردازد.

در نهایت سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی و سازمانهای اجرایی در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر، باید اهل علم و تحقیق را تحت حمایت مالی و اداری خود قرار دهند.

۵. از مواردی که در طی جلسات گذشته از طرف تحلیلگران مطرح شده، تشکیل انستیتوی انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور می‌باشد که رسالت آن تحقیق در زمینهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشد. آیا تاسیس چنین کانونی می‌تواند موثر باشد؟

تحقیقی و به‌طور تخصصی در زمینهٔ انرژی‌های تجدیدشونده کار نشده است. بنابراین باید دانشگاه‌ها را در این راستا تجهیز نمود. با توجه به وجود دانشگاه‌های خوب در کشور و استعدادهای موجود در آنها، می‌توان در دانشگاه‌ها اقدام به ایجاد بخش‌های تخصصی در زمینهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر نمود. بنابراین با وجود دانشگاه‌های خوب در کشور نیاز چندانی به تاسیس چنین کانونی نیست. همچنین از نظر

۶. در جلسه‌ای که با دکتر بهادری‌نژاد داشتیم، ایشان عنوان کردند که استفاده از انرژی خورشیدی تنها راه جلوگیری از انهدام محیط زیست می‌باشد. آیا با این عقیده موافقید؟

انواع مختلف انرژی‌های تجدیدپذیر بر اثر وجود آفتاب تولید شده‌اند. سلولهای فتوولتائیکی که تولید برق می‌کنند، سیستمهای سهموی و برج‌های متمرکز کنندهٔ خورشیدی، انرژی باد و انرژی زمین-گرمایی، همگی انرژی خود را از خورشید می‌گیرند. هم‌اکنون در کشورهای اروپایی به‌شدت روی انرژی خورشیدی کار می‌شود و استفاده از این انرژی حرف اول زندگی بشر را در آینده خواهد زد.

چشم‌انداز انرژیهای تجدیدپذیر در سطوح ملی و جهانی

فعالیت کمیته مطالعاتی منابع انرژی های تجدیدپذیر به تعدادی نتیجه مهم منتهی شد. نتایجی که مشخصا به یک منبع خاصی مربوط هستند. در فصل های مربوطه آمده اند و آنهائی که مهم ترین این نتایج بوده و کاربردعمومی دارند و به چهار دسته تقسیم شده و بشرح ذیل اند: عمومی، بین المللی، منطقه ای، ملی و محلی.

عمومی

علاوه بر منابع بیوماس سنتی در کشورهای درحال توسعه که مورد بهره برداری می باشند، امروزه تعداد زیادی کاربردهای جذاب اقتصادی برای سیستم های انرژی های تجدیدپذیر وجود دارند. برخی از این کاربردها، دارای تکنولوژی های بالغی مانند تولید انرژی زمین گرمایی برای کاربردهای معمول هستند ولی بسیاری دیگر را می شود تحت عنوان وضعیت های خاص، شرایط محیطی مثل دوری از منابع تامین انرژی سنتی، شرایط محیطی خیلی مشکل، اندازه کوچک یا مشوق های ویژه ای که شرایط مساعد برای کاربردهای تجدیدپذیرها ایجاد می نماید، دسته بندی کرد.

در بسیاری از کاربردهای نوین که از نقطه نظر هزینه ها در طول عمر مفید هزینه اولیه معیار عمده ای در انتخاب سیستم انرژی به حساب می آید و این مطلب برای تجدیدپذیرها نقص محسوب می شود. حتی تجدیدپذیر بعلت ارزش زیر بنای باقیمانده مشکل است.

نفوذ اخیر تجدیدپذیرها در بسیاری از کارها بعلت قیمت پایین سوخت های فسیلی معمول کند شده است. برای گسترش استفاده از انرژی های تجدیدپذیر، روش تصمیم گیری اقتصادی بایستی بروز درآورده شود تا هزینه های خارجی استفاده از انرژی را شامل گردد. این اقدام بطور عمومی بیشتر برای تجدید پذیرها مطلوب خواهد بود.

هزینه انرژی های تجدیدپذیر در طول چند دهه آینده عمدتا بدلیل حجم بالای تولید کاهش پیدا خواهد کرد. اما بهبودهای فزاینده ای در کارآیی، جنس، قابلیت اعتماد و کاربردها نیز انتظار می رود. این مطلب در تضاد با پیش بینی ها انجام گرفته در مورد سیستم های سوخت فسیلی است که از بعضی پیشرفت هایتکنیکی در زمینه صرفه جوئی در هزینه ها سود خواهند برد. فشار مضاعف بر کنترل انتشارات آلودگی و ارزش فزاینده سوخت به افزایش هزینه ها در زمان منجر خواهد شد. در نتیجه مزیت های ظاهری ای که در حال حاضر برای سوخت های فسیلی وجود دارند کاهش یافته یا معکوس خواهد شد و گزینه های تجدیدپذیر احتمالا، تا سال ۲۰۲۰ و فراتر بصورت انتخاب اصلح اقتصادی برای کاربردهای متعدد و در نواحی بیشتری درخواهند آمد. این وضعیت باعث نفوذ تدریجی تجدیدپذیرها بدون هیچ تسهیل عمده ای در این فرآیند خواهد شد.

در این مطالعه نفوذ تجدیدپذیرها تا سال ۲۰۲۰ جزء به جزء بررسی شده است اما مدارکی وجود دارد که نفوذ تجدیدپذیرها در این زمان به پیک (فراز) خود نخواهد رسید و در طول دهه های بعدی به افزایش خود ادامه خواهد داد. ممکن است که محدودیت های ساختاری ای در نفوذ یک یا چند گونه از تجدیدپذیرها وجود داشته باشد که پس از آن زمان بتوان به آنها رسید اما منابع تجدیدپذیر مشتق از خورشید از نظر تئوری آنقدر عظیم هستند که می توانند تمام نیاز به انرژی جهان را در سده آینده و فراتر از آن تامین کنند. منابع متناهی دیگر به محدودیت های طبیعی خود خواهند رسید اگر چه که ذغال سنگ هنوز برای چندین قرن دیگر در دسترس خواهد بود، اما تجدیدپذیرها برای بخش مهمی از معضل تامین انرژی راه چاره دائمی بوده و امید بلند مدت بشریت است.

مزیت های زیست محیطی سیستم های انرژی تجدیدپذیر واقعی هستند و تجدیدپذیرها جزئی از راه حل کلی مشکلات فعلی و آتی زیست محیطی ما می باشند و در ضمن مولفه مهمی در توسعه مداوم به حساب می آیند. بهرحال، تنها بصرف آنکه ((تجدیدپذیر)) هستند آنها را از نظر محیط زیست قابل پذیرش نمی نماید. خصیصه های زیست محیطی غیر قابل پذیرش که در هر فصل جداگانه شناسائی شده اند شامل : ریسک از دست دادن تنوع زیستی، زیستگاههای طبیعی، گونه ها و اکوسیستم ها بطور عمومی، تداخل در چشم اندازها و صدا می شوند. این خصیصه های غیر قابل پذیرش ممکن است بطور جدی توسعه بیوماس نوین، انرژی جذرومد با استفاده از سدها و انرژی باد را در حدی کمتر از تکنولوژی بالقوه آنها محدود کند. شناسائی روش هائی که با کمک آنها بتوان نگرش های محیطی/ زیستی را بطور موفقیت آمیز در توسعه منظور کرد می تواند و می بایست منحنی توسعه بیوماس نوین را به سطح فنی بالقوه آن نزدیکتر کند. این مورد برای سدهای جزرومدی صادق نیست و تنها تا حدودی در مورد توربین های بادی صدق می کند. طرح های بزرگ برای انواع نیروگاههای تجدیدپذیر همراه با ریسک اثرات جدی بر محیط محلی است.

بسیاری از تکنولوژی های تجدیدپذیر مدول وار هستند که در تولید انبوه اندازه ها و مدل های استاندارد مزیتی به حساب می آید و به کوتاه کردن چرخه طراحی و اجرا کمک می کند. اما برای اینکه مدل های استاندارد موفقیت آمیز باشند بایستی با مشخصات فنی مصرف کننده و منبع مورد نظر در بازار همخوانی داشته باشند. در غیر اینصورت سرمایه گذاری غیر معقولانه به بهره برداری غیر موثر منابع اقتصادی و انرژی منجر خواهد شد.

منابع انرژی های تجدیدپذیر و تکنولوژی های مربوطه و کاربرد آنها حداقل در طول ۲۰ سال گذشته موضوع تحقیقات عمیقی بوده اند. مقدار زیادی اطلاعات و تجربه اندوخته شده است و تاکید در این مرحله از آزمایشات فنی به آزمایشات اقتصادی منتقل شده است، اما هنوز تجدیدپذیرها را باید در مرحله کودکی از فرآیند توسعه قلمداد کنیم.

تحقیقات در زمینه تکنولوژی های نوظهور تجدیدپذیرها بایستی بطور پیوسته ادامه پیدا کرده و توسعه داده شود، تا آنکه این راه حل به سرعت به مرحله تکامل برسد. در حال حاضر تنها بخش کوچکی از بودجه تحقیقات انرژی به تجدیدپذیرها معطوف شده است اگر چه که درصد توجه به این کار پس از کاهش قابل توجه در دهه ۱۹۸۰، دوباره رو بصعود گذارده است.
تولید الکتریسیته بطور پیوسته در حال افزایش است زیرا الکتریسیته انرژی تمیز و راحت در نقطه برداشت (مصرف)می باشد. این گرایش از نظر کارآئی کل انرژی اولیه یک امتیاز به حساب نمی آید بخصوص وقتی که نیروگاههای تولید الکتریسیته بر پایه سیکل های ترمودینامیکی که بطور ذاتی از محدودیت در کارآئی برخوردارند بنا شده باشند. تعدادی از تجدیدپذیرها که از این چرخه گرمائی استفاده نمی کنند می توانند انرژی الکتریکی را بدون از دست دادن کارآئی و یا تولید حرارت زائد ناخواسته، ایجاد نمایند.
طور کلی، امروزه بیوماس منبع اصلی در تولید انرژی از تجدیدپذیرهاست و حداقل تا سال ۲۰۲۰ عمده ترین منبع تامین انرژی تجدیدپذیر نوین باقی خواهد ماند. بهرحال، سهم نسبی بیوماس نوین در کل سهم انرژی های تجدیدپذیر نوین از ۷۵٪ امروزی به ۴۵-۴۰٪ در سال ۲۰۲۰ کاهش خواهد یافت. خورشید و باد اختلاف بوجود آمده را پرخواهند کرد. هر یک از این دو انرژی از نظر مقدار تامین انرژی با جمع آوری ۳ گروه دیگر تجدیدپذیرها مشابه خواهد بود. انتظار می رود که در دراز مدت انرژی خورشیدی بر سایر انرژی های تجدیدپذیر تسلط پیدا کند.

بین المللی

عملکرد کارآمد بازارهای انرژی، تمام مسائل انرژی جهانی را حل نخواهد کرد. لازم است که خطوط راهنمائی به بازار داده شود تا بازار با کمک این راهنمائی ها اولویت های نیازهای اجتماعی را تعیین نماید این در صورتی ایت که بخواهیم سیستم های انرژی بادوامی را بدست آوریم.
همینطور که بازارهای انرژی از تمرکز و کنترل دولتها خارج می شوند گرایش مشخصی بسوی گوناگونی در منابع تامین انرژی مشاهده می گردد. این گرایش در ایالات متحده قابل ملاحظه بوده و حاصل علاقه افراد به استفاده از وضعیت های منحصر بفرد و فرصت های مشخص محلی می باشد. هنگامیکه به سیستم های کوچک فرصت رقابت با سیستم های بزرگ داده شود، ترکیبی بدست می اید که به قابلیت اعتماد سیستم در برابر شرایط غیر قابل پیش بینی کمک می کند. افزایش گوناگونی شامل سیستم های هیبرید که از سوخت های فسیلی و منابع تجدیدپذیر هر دو استفاده می کند (ممکن است این سیستم ها مزیت اقتصادی بر سیستم های تجدیدپذیر منفرد، در کوتاه مدت داشته باشند) نیز می شود.
تجدیدپذیرها توانائی تامین نیازهای تمام بخش های مصرف انرژی را دارند اما هر یک از منابع تجدیدپذیر به تنهائی این توانائی را نخواهد داشت. تمام تجدیدپذیرها می توانند برق تولید نمایند اما احتمالا بیوماس بزرگترین اثر را بر سوخت وسایل حمل و نقل خواهد داشت. خورشید و بیوماس

بهتر از سایر انرژی ها نیازهای انفرادی را در کاربردهای مسکونی برآورده می نمایند. گرمای فرآیندی بوسیله بیوماس، خورشید یا زمین گرمایی قابل تامین است. گرایش های جاری برای سیستم زندگی شهری استفاده از تجدیدپذیرها را (بغیر از تولید سوخت برای حمل و نقل وتولید الکتریسیته) در بسیاری از کاربردها بصورت مبارزه درآورده است.

مهم است که به این نکته توجه شود که بر مبنای ارزیابی کمیته در قابل دو سناریوی جهانی برای استفاده از انرژی درآینده، پیش بینی شده است که بخش قابل ملاحظه ای از افزایش مصرف انرژی در اینده بوسیله تجدیدپذیرهای نوین حتی در مورد سناریوی CP تامین خواهد شد و این تصویر معرف تامین نصف کل افزایش مصرف انرژی جهانی در ۳۰ سال آینده در چارچوب سناریوی ED می باشد.

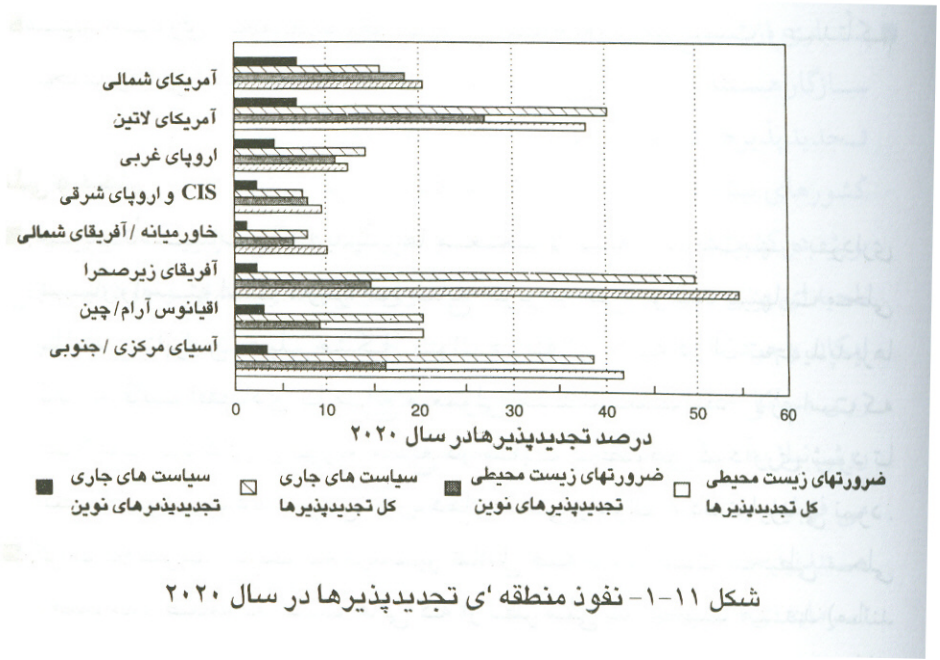
اختلاف بین نتایج دو سناریو کاملا جالب است. در سناریوی ED پیش بینی می شود که بیوماس، نوین زمین گرمایی و باد از افزایش سهمی حداقل ۲ برابر در مقایسه با سناریوی CP برخوردار خواهند بود. در مورد انرژی های خورشیدی و دریا این فاکتور افزایش برابر ۳ خواهد بود. سهم کل تجدیدپذیرهای نوین از ۴٪ کنونی به ۱۲٪ در سال ۲۰۲۰ خواهد رسید. سهم پیش بینی شده تمام تجدیدپذیرها در سال ۲۰۲۰ بترتیب تقریبا ۲۱٪ تا ۳۰٪ در مقایسه با ۱۸٪ امروزی خواهد بود. برای رسیدن به یک افزایش چشمگیر بر خلاف یک افزایش تدریجی در سهم تجدید پذیرها، به تلاش عمده ای همانند سناریوی ED نیاز می باشد.

منطقه ای

به انتقال تکنولوژی از کشورهای صنعتی،که بیشتر تخصص تکنولوژی را در اختیار دارند،به کشورهای درحال توسعه که بسیاری از فرصت ها و امکانات در آنجا قرار دارند نیاز هست. بهرحال، تنها تکنولوژی های به اثبات رسیده بایستی منتقل شوند و این تکنولوژی ها هم بایستی برای موقعیت مصرف نهائی مناسب باشند. تکمیل طرح مشترک توسعه با همکاری در زمینه خصیصه های مشخص طرح و روش های تامین مالی پروژه مطلوب، خواهد بود.

سهم منطقه ای تجدیدپذیرها برای دو سناریوی تحت بررسی، اختلافات عمده ای در فرصت های منطقه ای را ، بترتیبی که در شکل ۱۱-۱ نشان داده شده است، مشخص نماید. در سناریوی CP نفوذ متوسط کشورهای توسعه یافته همراه با نفوذ قابل ملاحظه برخی از کشورهای درحال توسعه با استفاده گسترده از بیوماس سنتی پیش بینی شده است. کشورهای مستقل مشترک المنافع CIS و اروپای شرقی پائین ترین نفوذ کل تجدیدپذیرها را در سال ۲۰۲۰ نشان می دهند و خاورمیانه / آفریقای شمالی و اروپای غربی با اختلاف کمی این گروه را تعقیب خواهند کرد. اما در سناریوی ED آمریکای شمالی به ۲۰٪ نفوذ و سایر کشوهای توسعه یافته به بیش از ۱۰٪ نفوذ می رسند. سهم نفوذ تجدیدپذیرها در کشورهای در حال توسعه تقریبا ۴۰٪ خواهد بود. این رقم برای آفریقای زیر صحرا در حدود ۵۰٪ خواهد بود. تجدیدپذیرها در چندین منطقه نقش

عمده ای را خواهند داشت و ممکن است که در این سناریو نقش بین المللی قابل توجهی نیز داشته باشند. جالب توجه است که از ترکیب سهم بالای تجدیدپذیرها همراه با کاهش مصرف تجدیدپذیرهای قدیم و کاهش کل مصرف انرژی در جهان به مقدار متشابهی از درصد تجدیدپذیرها در تعدادی از نواحی دنیا برای هر دو سناریو در سال ۲۰۲۰ می رسیم.



شکل ۱۱-۱- نفوذ منطقه ای تجدیدپذیرها در سال ۲۰۲۰

هنوز نکات فنی در زمینه انتقال و انبار سازی انرژی برای نفوذ بیشتر تجدیدپذیرهای منقطع وجود دارد که می بایستی حل شوند. معمولا برای بهره برداری مطمئن از تجدیدپذیرهائی که به سیستم توزیع برق متصل نیستند به سیستم های انبار و یا جایگزین نیاز می باشد. این تکنولوژی ها می بایستی جزء اولویتهای تحقیقاتی محسوب گردد.

اگر چه جمع آوری سهم توزیع شده سیستم های کوچک تجدیدپذیر در سال ۲۰۲۰ در مقایسه با مصرف انرژی جهانی اندک بنظر می آید، اما خیلی مهم هستند زیرا که این سیستم ها در زندگی میلیون ها نفر انسان تاثیر بسزائی خواهند داشت.

در سال ۲۰۲۰ بیوماس سنتی هنوز نقش عمده ای را در سهم کل تجدیدپذیرها بعهده خواهد داشت اما انتظار نمی رود که از سطح فعلی بطور محسوسی بالاتر رود. مصرف این انرژی در کشورهای درحال توسعه هنوز فشار زیادی را بر محیط وارد خواهد کرد مگر آنکه حمایت مداوم از محصول بکار گرفته شود. پیش بینی می شود که بیوماس سنتی در سناریوی ED سهم کمتری را از سناریوی CP داشته باشد.

سهم امروزی تجدیدپذیرها بخوبی شناخته شده نیست و عمدتا کم تخمین زده می شود.

ملی و محلی

هزینه تاسیسات تجدیدپذیرها معمولا به سایت بهره برداری بسیار وابسته است، زیرا که منابع مربوطه می توانند بی نهایت محلی باشند. بنابر این خیلی مشکل بتوان هزینه ای را که در آن تجدیدپذیرها قادر به رقابت اقتصادی با منابع معمولی هستند تعمیم داد. لازم است که اطلاعات بیشتری از توزیع منابع در سایت بخصوص گردآوری شود تا اقتصادی بودن مورد بخصوص از کاربردهای محلی را بتوان به دقت ارزیابی نمود.

اثرات بخصوص سایت تجدیدپذیر شامل صدمات زیست محیطی محلی نامطلوب و صدمه به سایت هائی که از نظر ملی با اهمیت هستند (مانند سایت های تاریخی، چشم انداز، زمینه های زیست محیطی) می شود. لازم است تعادلی بین نگرانی از تغییرات بالقوه آب و هوا و سیاست های تخفیفی و بازدارنده و نیاز به جلوگیری از زیان محیطی محلی جدی یا اجتناب از نابودی میراث ملی بوجود آید.

منابع تجدیدپذیر بطور ذاتی، بومی یک محل هستند و استفاده از آنها علاوه بر رفع مشکل پرداخت خارجی، نگرانی های محیطی مربوط به حمل و نقل بین المللی سوخت های فسیلی را نیز کاهش می دهد. استفاده از تجدیدپذیرها گوناگونی جغرافیائی مصرف انرژی را نیز افزایش می دهد و بدین ترتیب توسعه بیشتر انرژی در نواحی دور افتاده از منابع تامین انرژی معمول را ممکن می سازد.

تصمیم گیری اقتصادی و برنامه ریزی کوتاه مدت، مانع عمده ای بر سر راه تجدیدپذیرها است. لازم است که دولت ها (و روابط فی مابین ایشان) توجه دائمی تری به مسائل دراز مدت مانند توسعه انرژی های تجدیدپذیر بعمل آورند. ابتکارات عمده ای در سازمان های غیر دولتی که شامل سازمان ملل متحد و بانک جهانی می شود آغاز شده است تا رهبری مورد لزوم را تامین نماید.

بسیاری از انواع تجدیدپذیرها به الگوهای مصرف انرژی در روستاها سازگار هستند. شماری از کشورها اکنون وابستگی بسیاری به مصرف تجدیدپذیرها دارند. اگر طرح توسعه متعادلی برای انرژی تهیه شود کشورهای بیشتری می توانند از این موقعیت سود ببرند. در درون دولت ها بویژه در کشورهای درحال توسعه نیاز به هم آهنگی در زمینه طرحهای ناحیه ای برای انرژی، کشاورزی، جنگل داری و توسعه روستائی وجود دارد. این امکان وجود دارد که بعلت اتکای بیش از حد به سوخت فسیلی بتوان از روی مسائل جهید و مستقیما در جهت توسعه قابل دوام گام برداشت، اما این روش نیاز به عمل حساب شده تعداد زیادی متخصص که شرایط محلی خود را می فهمند و دیدلازم دارند و به صدمات محیطی اعمال خود حساس هستند نیاز دارد از طرف دیگر نیاز به دسترسی به منابع قابل توجه مالی (سرمایه ای) نیز وجود دارد.

بی نیازی به انرژی های نو یک توهم است

قائم مقام وزیر نیرو گفت: نیاز نداشتن به توسعه انرژی های نو یک توهم در میان برخی از مدیران و برنامه ریزان کشور است.

"حمید چیت چیان "در گفت وگو با خبرنگار شانا؛ اظهار داشت: برای توسعه انرژی های نو در کشور با موانع واقعی و ذهنی رو به رو هستیم .

وی با بیان این که نخستین مانع در این زمینه، واقعی و اقتصادی است، افزود: به دلیل پایین بودن قیمت انرژی تولیدی از سوخت های فسیلی، سرمایه گذاری در زمینه انرژی های تجدید پذیر به صرفه نیست .

مهندس چیت چیان یاداور شد: سرمایه گذاری اولیه نیروگاه ها و تاسیسات انرژی های نو بالاتراز نیروگاه هایی با سوخت های فسیلی است .

وی همچنین وجود مانع ذهنی و توهم در میان برخی مسئولان را از دیگر موانع موجود در مقابل سرمایه گذاری برای توسعه انرژی های نو در کشور دانست و گفت: برخی از مسئولان و برنامه ریزان کشور تصور می کنند که به دلیل قائم داشتن ذخایر غنی نفت و گاز، دیگر احتیاجی به انرژی های نو نداریم .مقام وزیر نیرو با بیان این که این یک توهم در میان مدیران و برنامه ریزان کشور است، افزود: با این حال این توهم تبدیل به یک مانع در برابر توسعه انرژی های نو در کشور شده است. اما باید این توهم در میان مدیران کشور اصلاح شود .

چیت چیان یاداور شد: به دلیل محدودیت هایی که استفاده از سوخت های فسیلی دارد، به ناچار باید به استفاده از انرژی های تجدید پذیر روی آورد .

وی خاطر نشان کرد: هم اکنون رشد ظرفیت نصب شده نیروگاه های بادی و واحد های فتوولتاییک در سال ۳۰ درصد است .

قائم مقام وزیر نیرو همچنین گفت: این رشدی بی سابقه در میان صنایع مرتبط به انرژی است.

لازم به توضیح می باشد این مصاحبه در تاریخ ۸۴/۶/۳۰ انجام شده است (واحد ارتباطات امور انرژی)

آیا تولید انرژیهای نو واقعا گران است؟

بر اساس آنچه در بخش قبل بیان شد می‌توان تصور کرد کارشناسان مختلف،استدلالهای متفاوتی (و در نتیجه پاسخهای‌متناقضی) برای پاسخ به سوال فوق ارایه‌دهند. تایید کنندگان این سوال - به ویژه در ایران که دارای ذخایر نفت و گاز است -استدلال می‌کنند تا زمانی که این منابع دراختیار باشد، سرمایه گذاری برای تولید برق‌سبز (به استثنای برق آبی) مقرون به صرفه‌نخواهد بود. البته این گروه کلیت ویژگیهای مثبت برق سبز را رد نمی‌کنند بلکه تنها زمان‌مناسب برای سرمایه گذاری در این زمینه رازود می‌دانند. اما مخالفان این گروه، استدلال خود را بر محورهایی - که در بالا نیز به آنهااشاره شد - استوار کرده‌اند:

محور اول به هزینه‌های فرصت‌صادرات / عدم واردات سوختهای فسیلی‌برمی‌گردد. که در شرایط فعلی اختلاف‌قیمتهای سوخت داخل و خارج تقریبا 150ریال برای هر کیلووات ساعت است.

محور دوم نیز به هزینه‌های پنهان‌آلودگی زیست محیطی ناشی از سوختهای‌فسیلی برمی‌گردد. این رقم در ایران نزدیک‌به ۱۸۸ ریال برای هر کیلووات ساعت‌تخمین زده شده است. بنابراین گروه فوق‌استدلال می‌کنند باید به هزینه‌های واقعی‌تولید برق در ایران، مجموع هزینه‌های فوق(یعنی ۳۰۸ ریال) را نیز اضافه و سپس درمورد گران بودن برق سبز قضاوت کرد. البته از آن‌جا که برق سبز ناشی از منابع انرژی‌تجدیدپذیر مختلف، قیمت متفاوتی دارد،نمی‌توان به طور مطلق در این مورد اظهارنظر کرد. اما در این‌جا هدف از ارایه مسائل‌فوق، طرح دیدگاههای مختلف در موردموضوع مورد مناقشه یعنی سرمایه گذاری یاعدم سرمایه گذاری در شرایط فعلی برای‌توسعه تولید برق سبز است.

محور سومی که می‌توان به آن اشاره کردبحث بازدهی به مقیاس است. ادعا می‌شودعلت ارزان‌تر بودن تولید برق با سوختهای‌فسیلی نسبت به برق سبز، استفاده ازبازدهی فزاینده به مقیاس در تولید برق‌حرارتی است. این در حالی است که‌نیروگاههای با سوختهای تجدیدپذیر ازمقیاس کوچکی برخوردار هستند. به همین‌دلیل قیمت تمام‌شده بالاتری به آنها تحمیل‌می‌شود. حال اگر این واحدها امکان توسعه‌داشته باشند، می‌توان از محاسن بازده به‌مقیاس برای این واحدها نیز بهره گرفت. ازمطالب فوق نتیجه می‌شود که کسی‌مخالفتی با توسعه برق سبز ندارد اما درتخصیص اعتبار و اولویت بین این دو(توسعه برق سبز یا برق با سوختهای‌فسیلی) اختلاف نظر وجود دارد. در این حالت تجربه کشورهای توسعه یافته، تعرفه‌سبز را پیشنهاد می‌کند.

قیمت گذاری سبز

در صورتی که در قیمت گذاری برق‌گزینه‌ای اختیاری برای علاقه‌مندان توسعه‌پتانسیل تولید انرژیهای تجدیدپذیر تدارک‌دیده شود تا این گروه از مشترکان با پرداخت‌هزینه‌های واقعی انرژیهای نو بخشی ازهزینه‌های توسعه این منابع را پوشش دهند،با قیمت گذاری سبز، مواجه خواهیم شد.این مفهوم در ابتدا توسط دیوید موسکوواتیز در نشریه برق مطرح شد. هدف اصلی‌از طرح این مساله این گونه بیان شده که باپرداخت بهای واقعی این انرژیها و جلب‌علاقه‌مندان، منابع مالی کافی ایجاد شده واین منابع به توسعه ظرفیت انرژیهای نومنتهی می‌شود. به نظر نگارنده نیز در این‌صورت متناسب با اهمیت آلودگی نزدمشترکان از این طرح استقبال شده و درجه‌استقبال از تعرفه سبز به نوعی بیانگر درک هزینه‌های آلودگی سوخت‌های فسیلی ازطرف مشترکان خواهد بود. لذا با توسعه‌مقیاس، قیمت تمام شده برق سبز کاهش‌خواهد یافت. گرچه این فرایند به‌توسعه ظرفیت برق سبز منتهی می‌شود اما عده‌ای از کارشناسان با تدوین اختیاری این‌تعرفه مخالفت کرده‌اند. در توجیه این‌مخالفت به این موضوع اشاره شده که چون‌تمام مشترکان از منافع ناشی از برق سبزبهره‌مند خواهند شد پس هزینه‌های توسعه‌برق سبز باید از طرف همه آنها پرداخته شود.

در پاسخ به این استدلال، بحث تمایل به‌پرداخت مصرف کنندگان مطرح و بیان شده‌از آن‌جایی که بخشی از منافع ناشی ازتوسعه برق سبز، کاهش آلاینده‌ها و حفظ محیط زیست و... است لذا برخی مشترکان تمایل به پرداخت بالاتری داشته و اختیاری‌بودن این تعرفه با این اصل تئوری

اقتصاد،مطابقت دارد. البته گرچه نظر سنجی‌های‌انجام شده توسط برخی از شرکتهای برق‌ایالات متحده حاکی از آن است که بسیاری از پاسخ دهندگان علاقه‌مندی خود را برای‌پرداخت بخشی از هزینه‌های برق سبز اعلام‌کرده‌اند اما ثابت شده که بیشتر مشترکان علاقه‌مندند هزینه‌های توسعه برق سبز ازطرف تمام مشترکان پرداخته شود تا از طرف‌یک گروه خاص. البته برخی از مشترکان که مورد نظرسنجی قرار گرفته و برای مشارکت‌در هزینه‌های برق سبز ابراز علاقه کرده بودندبه نوعی با شک و تردید به انگیزه بنگاههانگاه کرده‌اند.

حال بد نیست به شیوه‌های اجرای‌برنامه قیمت گذاری سبز در کشورهای توسعه یافته اشاره شود. این برنامه‌ها به طورکلی در دو محور، دنبال شده‌اند:

-1افزایش درصدی عوارض، مالیات و...،قیمتهای برق و پرداخت اجباری آن از طریق‌تمام مشترکان

-2ایجاد یک تعرفه خاص برق سبز که‌مشترکان بتوانند به طور اختیاری آن راانتخاب و براساس آن هزینه برق خود راپرداخت کنند.

اما در کنار موارد فوق گروهی نیز اعتقاددارند تدارک یک زمینه مناسب برای انتخاب‌مشترکان در یک فضای خرده فروشی کاملارقابتی، بهترین گزینه برای بازار برق سبزاست. زیرا بازارهای برق جدید، ورود انواع انرژیهای تجدیدپذیر را تشویق کرده و در این‌بازار برخی عرضه کنندگان (فعالان)می‌توانند برچسب برق سبز را برای خودانتخاب کنند که به این ترتیب مشترکان درانتخاب عرضه‌کننده برق سبز، خود مختارخواهند بود. براساس همین دیدگاه نیز درایالات متحده با برق سبز رفتار می‌شود.

البته عده‌ای نیز فارغ از این گزینه‌ها واختیار مشترکان، اعتقاد دارند منافع ناشی ازانرژیهای نو به گونه‌ای قابل ملاحظه است که‌کماکان باید مورد حمایت جدی برای توسعه‌قرار گیرند. واضح است محور اول از دومحور فوق در واقع پیشنهاد این گروه است،در این راستا در گزارشهای سپتامبر ۲۰۰۱اشاره شده در حال حاضر ۲۹ ایالت ازایالات متحده آمریکا برنامه‌های‌قیمت‌گذاری سبز را اجرا می‌کنند. این برنامه‌به توسعه بیش از ۱۱۰ مگاوات از ظرفیت‌برق سبز در کنار ۱۷۲ مگاواتی که قبلا ایجاد شده بود، منتهی شده است. در این میان‌سهم انرژی باد بیشترین مقدار و پس از آن‌نیروگاههای کوچک بیوماس و نیروگاههای‌آبی کوچک و خورشیدی قرار دارند.

روشهای قیمت گذاری سبز

تجربه کشورهای توسعه یافته نشان‌می‌دهد تاکنون سه روش برای اجرای برنامه‌قیمت گذاری سبز مطرح شده است. این‌روشها عبارتند از:

برنامه مشارکت

برنامه مبتنی بر ظرفیت

برنامه مبتنی بر انرژی.

بر این اساس در ایالات متحده حدود ۷۶ درصد از شرکتها، برنامه‌های مبتنی برانرژی، ۲۰ درصد برنامه مبتنی بر مشارکت و ۴ درصد نیز برنامه مبتنی بر ظرفیت را ارایه‌کرده‌اند. در اینجا خلاصه‌ای از روشهای فوق ارایه شده است:

برنامه‌های مشارکت

در این برنامه با اجرای سیستمهای‌تشویق و ترغیب، سعی می‌شود بخشی ازهزینه‌های توسعه انرژیهای نو از طریق‌مشترکان، پرداخت شود. توسعه منابع تولیدانرژی فتوولتاییک (انرژی خورشیدی)نمونه‌ای از این برنامه است که البته به طورغیر مستقیم در بسیاری از کشورها(از جمله‌در ایران با اجرای برنامه آب گرمکن‌های‌خورشیدی در برخی مناطق) نیز اجرا شده‌است. یکی از برنامه‌های دنبال شده جدی دراین زمینه نصب منابع تولید انرژی‌فتوولتاییک در کنار مدارس برای تامین برق آنهاست. لازم به ذکر است برنامه‌های‌آموزشی متناسب با این موضوع نیز درمدارس، تدارک دیده شده که منافع خاصی‌نیز به دنبال داشته است. البته بخشی ازهزینه‌های مشارکت از طریق کمکهای اهدایی، مالیاتها یا ایجاد موسسات‌غیرانتفاعی (برای تبلیغ و جمع‌آوری کمکها) حاصل شده است. گرچه برنامه‌های‌مشارکت، تنها سهم اندکی از هزینه‌های توسعه انرژیهای نو را فراهم کرده اما به‌هرحال در توسعه صنعت فتوولتاییک نقش‌اساسی داشته است.

برنامه‌های مبتنی بر ظرفیت

در قالب این برنامه، شرکتها براساس‌قدرت (توان) مصرفی مشترک (با اختیارمشترک) بخشی از هزینه‌های توسعه برق‌سبز را از وی دریافت می‌کنند. در آمریکا این‌هزینه‌ها از ۶ تا۶/۵۹ دلار برای هر ۱۰۰وات ظرفیت در نظر گرفته شده است. البته‌در آغاز این برنامه به ازای هر کیلووات، سه‌دلار در نظر گرفته شده بود. براساس این‌برنامه بین هزینه‌های توسعه هر واحدظرفیت برق سبز و هزینه اخذ شده ازمشترک، یک ارتباط منطقی وجود دارد. مثلاهزینه یک واحد ظرفیت برق سبز مدنظرقرار می‌گیرد.

برنامه‌های مبتنی بر انرژی

در این برنامه، مشترکان علاقه‌مند،می‌توانند بخشی از انرژی برق مصرفی خود(به طور مشخص در بلوکهای ۱۰۰ تایی) رادر قالب برق سبز لحاظ کنند. به عنوان مثال‌یک مشترک می‌تواند ۱۰۰ کیلووات ساعت‌از ۲۰۰ کیلووات ساعت برق مصرفی خود رابه عنوان برق سبز در نظر گرفته و هزینه‌های‌تامین برق سبز معادل آن را پرداخت کند.البته در این گزینه، مشترک هیچ اجباری برای‌لحاظ تمام برق مصرفی خود در قالب برق‌سبز ندارد. همچنین براساس برنامه ارایه‌شده توسط شرکتهای عرضه برق آمریکا هرمشترک مختار است از یک تا ۱۷/۶ سنت برای هر کیلووات ساعت بیشتر از هزینه‌معمول برق، بپردازد که این مبلغ به طورمتوسط در برنامه اجرا شده ۲/۵ سنت برای‌هر کیلووات ساعت بوده است. بررسیهای‌انجام شده نشان داده براساس برنامه مبتنی‌بر انرژی در بین تمام منابع برق سبز،

انرژی‌باد بیشترین سهم را به خود اختصاص داده‌زیرا از یک طرف اجرای این برنامه و توسعه‌برق بادی برای شرکتها، مقرون به صرفه‌تربوده و از طرف دیگر برق بادی در نظرسنجی انجام شده از مشترکان از محبوبیت‌بالاتری (شاید به لحاظ جذابیتهای‌گردشگری آن) برخوردار بوده است.

برنامه‌های فوق معمولا شرکتها را به‌سمت عرضه یک نوع انرژی تجدیدپذیر سوق داده است در حالی که برخی شرکتهابرنامه‌ای برای اریه ترکیبی از انرژیهای نو(مثلا انرژی بادی و آبی کوچک) اجراکرده‌اند.

نتیجه‌گیری

این نوشتار مقدمه‌ای برای بحث‌قیمت‌گذاری سبز محسوب می‌شود و بااجرای این برنامه و متناسب با استقبال‌مشترکان می‌توان چالش کمبود منابع مالی‌برای توسعه برق سبز (انرژیهای تجدیدپذیر)را تا حدی کمتر کرد. در این حالت از آن‌جاکه تعرفه‌های ارایه شده برای برق سبز اختیاری خواهد بود می‌توان نظر نهادقانونگذار (مجلس) را نیز برای درج این‌تعرفه در تعرفه‌های سال ۱۳۸۲ جلب کرد. ازآن‌جا که این تعرفه اختیاری است نه تنها برمشترکان آسیب‌پذیر فشاری وارد نمی‌آورد،بلکه آنانی که تمایل به پرداخت بالاتری(برای اجرای برنامه‌های کاهش آلاینده‌های‌زیست محیطی یا جلوگیری از افزایش آن)دارند، می‌توانند با انتخاب تعرفه سبز به‌تامین مالی مورد نیاز برای این برنامه‌ها کمک‌کنند. البته برای آغاز راه می‌توان این برنامه رابا همکاری شرکتهای برق منطقه‌ای در کلان‌شهرها و با اعلام آمادگی مشترکان علاقه‌مندآغاز کرد. این امر هیچ مشکلی در تعرفه‌های‌معمول ایجاد نکرده و در صورتی که هیچ‌مشترکی هم استقبال نکند، تعرفه‌های‌معمول به روال خود اجرا خواهند شد.همچنین از آن‌جایی که هر مشترک می‌تواندعلاوه بر هزینه‌های فعلی خود مبلغی درقالب تعرفه سبز پرداخت کند، نظام یارانه‌متقاطع فعلی مشکلی در این امر ایجادنخواهد کرد.

فصل دوم:انرژی هسته ای

انرژی هسته ای :تیغ دو دم

انرژی هسته ای و کاربردهای آن تبدیل به «چاقویی» شده است که اگر دست «جراح» باشد، نجات بخش است و زندگی آفرین،

اما اگر به دست«شرور» بیفتد، جان می گیرد و مرگ آفرین است.

کشورهای دارنده این انرژی به خوبی ازاین حربه وکاربردهای آن آگاهی دارند و می دانند که باید برای مردم خودشان از «چاقوی جراحی» بگویند و برای مردم کشورهای دیگر نظیر ایران، زیان های «چاقوی در دست شرور» را یادآورشوند و رسانه های آن ها در این زمینه بسیار فعال عمل می کنند.

رسانه های غربی حتی مردم خودشان را هم به یک توهم واشتباه دچار کرده اند و تلاش می کنند آنان را در این اشتباه نگه دارند. این اشتباه از آنجا ناشی می شود که استفاده از انرژی هسته ای برای تولید بمب و دیگر جنگ افزارهای هسته ای به حد پایینی کاهش یافته است. در واقع سلاح های جدید به گونه ای طراحی شده اند که نیاز کمتری به اورانیوم غنی شده دارند.

به گفته کارشناسان؛ نسل سلاح های هسته‌ای روز به روز تغییر کرده است و پیشرفته‌تر می‌شود. این پیشرفت ها در مواردی نظیر کاهش مقدار اورانیوم و پلوتونیم به کار رفته در سلاح هسته‌ای، استفاده از فناوری های مدرن تر در ساخت سلاح هسته‌ای ترکیبی و نسل جدید از نوع شکافت و همجوشی، دیده می شود. طراحی و ساخت سلاح های هسته‌ای با وزن بسیار کم، ساخت سلاح های هسته‌ای نوترونیک که در آن نیازی به اورانیوم غنی شده نیست و تولید سلاح های هسته‌ای با قدرت نسبتا کم، به عنوان سلاح های تاکتیکی در انهدام صنایع و کارخانه ها نیز از دیگر موارد هستند.

این کارشناسان در زمینه کاربرد فعالیت‌های هسته‌ای در امور نظامی و غیر نظامی نیز براین باورند که اکنون سلاح های نوترونیک احتیاجی به غنی‌سازی ندارند و علاوه بر آن سلاح های غیر متعارف از نوع بمب های کبالت نیز از جمله سلاح‌هایی هستند که در آن از اورانیوم غنی شده استفاده نشده است. پس با توجه به این مطالب می‌توان گفت امکان رسیدن یک کشور به سلاح هسته‌ای بدون غنی‌سازی نیز وجود دارد.

این موضوع همانی است که دولتمردان و متولیان رسانه های غربی تلاش می کنند مردمشان از آن آگاهی نیابند و به طور طبیعی سعی در مخفی کردن آن از دید سایر مردم جهان نیز دارند. بنابراین گردخاکی که در زمینه دستیابی ایران به سلاح هسته ای و خطرهای آن به راه انداخته اند بیشتر برای پوشاندن کارهایی است که خود انجام می دهند و خطر واقعی نیز همین اقدامات است.

از سوی دیگر در چند سال اخیر حجم و تعداد خبر هایی که در باره زیان های دستیابی به انرژی هسته ای منتشر شده است، بسیار بیشتر و مفصل تر از گزارش هایی است که درباره کاربردهای صلح آمیز این انرژی منتشر شده است. در صورتی که اهل فن و به خوبی می دانند که این کاربردها تا چه اندازه گوناگون و به همان میزان سودمند به حال کشورها و مردم آن است.

این موضوع انسان را به یاد یک ضرب المثل قدیمی می اندازد که هر وقت می خواستند اشاره کنند که کسی می خواهد دیگری را گمراه کند، به او «نشانی کوچه علی چپ» را می دهد. ظاهرا غربی ها نیز به کاربرد کوچه علی چپ پی برده اند و از آن بهره می گیرند. آنان تلاش می کنند محل واقعی آوردگاه و پهنه جنگ هسته ای را در جایی غیر واقعی و خیالی نشان دهند و مردم دنیا، از جمله ملت ما را به کوچه علی چپ بفرستند.

یکی از نمونه های بارز این روش، گزارش های مربوط به مزایای اقتصادی این انرژی از جمله ساخت نیروگاه های هسته ای است. این گونه خبرها را در میان هیاهوی کرکننده ای که در باره سلاح هسته ای به پا می کنند، گم می سازند؛ اما واقعیت آن است که نیروگاه های هسته ای یکی از موضوع های

اصلی است. البته نه ساختمان نیروگاه، بلکه «فناوری ساخت واداره نیروگاه هسته ای» است که تلاش می شود در دایره بسته ای فعلی نگهداری شود و به دست دیگران نیفتد. ناگفته پیداست که «چرخه سوخت» و توان تهیه سوخت نیروگاه نیز در زمره همین موارد است.

تعداد کشورهایی که بخشی از برق خود را از انرژی هسته ای تامین می کنند کم نیست. آنچه مهم است این است که بسیاری از این کشورها، برای اداره نیروگاه و تامین نیازهایشان باید به سراغ کشورهایی بروند که تعدادشان اندک است و چشم دیدن رقیب جدید را هم ندارند. به ویژه رقیبی که از خاورمیانه به میدان بیاید و سال ها نیز با انواع تنگناهای اقتصادی و سیاسی دست و پنجه نرم کرده باشد.

بنابراین حرف اصلی این است که برق حاصل از نیروگاه هسته ای اگر چه در شمار انرژی ها نو به شمار می آید، اما همانند نیروگاه های آبی یا بادی و خورشیدی نیست که به سوخت رسانی نیاز ندارند و سوختشان را آب و باد و خورشید تامین می کنند. در این نیروگاه ها سوخت هسته ای باید آماده شود و در اختیار نیروگاه قرار گیرد. بنابراین، یک کار همیشگی است که در طول سال هایی که نیروگاه فعال است، باید انجام شود و تعطیل بردار نیست.

به عنوان مثال اگر نیروگاه هسته ای بوشهر را درنظر بگیریم، وقتی راجع به سوخت آن سخن می‌گوییم، دو مبحث داریم؛ یکی «تامین سوخت اولیه نیروگاه» و دیگری «تامین سوخت سال‌های بعد» سوخت اولیه سوختی است که ابتدا وارد راکتور می‌شود و در حدود ۹۰ تن وزن دارد و در قرارداد تکمیل واحد اول منظور شده است. پس از گذشت یک سال از آغاز بهره برداری، هر سال باید ۳۰ تن از این ۹۰ تن جا به جا شود؛ یعنی ۳۰ تن به عنوان سوخت مصرف شده خارج شود.

بنابراین، عاقلانه ترین راه این است که قرارداد تامین سوخت را با روسیه امضا کنیم و در همان حال به فکر دستیابی به روش تولید سوخت نیز باشیم. یعنی همین کاری که انجام داده ایم و دنیا را به شگفتی واداشت. بسیاری در جهان براین باور بودند که خبرهایی که در این زمینه منتشر می شود واقعیت ندارد و شایعه ای برای تحت تاثیر قرار دادن دیگران است. اما در ایران دست اندرکاران انرژی هسته ای و بلند پایگان کشور با جدیت مشغول بودند تا این طرح مهم را به سرانجام برسانند. همگان ازجمله رییس جمهور خاتمی براین باور هستند که «اگر ما مدعی پیشرفت و دانش هستیم، نمی‌توانیم در این زمینه عقب بمانیم و باید به سراغ انرژی‌های جایگزین انرژی‌های فسیلی برویم. تاسیسات نطنز و اصفهان نشان می‌دهد که کار بزرگی صورت گرفته است، ولی مهم‌تر از آن توان و شایستگی نیروهای جوان ایرانی است که اگر به آنها میدان داده شود و به آنها اعتماد شود، معجزه خواهند کرد».

به گفته رییس جمهوری ؛ «خوشبختانه بخش مهم و اساسی چرخه سوخت در ایران تحقق پیدا کرده است و این کار با انگیزه و هوش جوانان و دانشمندان ایرانی صورت پذیرفته است. هیچ کس نمی‌تواند این مسئله را انکار کند و ارزش این توانایی و دستاورد بیش از هر چیز دیگر است. ایران برای توسعه و

پیشرفت با مشکلات و محدودیت‌هایی بسیار روبرو بود، اما با اتکا به لطف خداوند و با اعتماد به توان نیروهای ارزنده و جوان داخلی توانست گام‌های بسیار بزرگی بردارد».

بنابراین آنچه که کارشناسان و خبرگان بر آن پافشاری میکنند این است که تکنولوژی ناقص به معنای «بندی برگردن» است که دارندگان بخش های مکمل سر رشته و بند را در دست می گیرند و به هر سو که بخواهند می کشانند. یک کارشناس انرژی هسته ای در این زمینه می گوید؛ «اگر کشوری به خواهد دارای تکنولوژی هسته ای باشد، باید فرایند تولید سوخت هسته ای از استخراج سنگ معدن و تبدیل آن به پودر اورانیوم یا همان کیک زرد و تبدیل آن به AUC و تبدیل آن به UF4 و تبدیل آن به UF6 را به عنوان فرایند فراوری اورانیوم و در مرحله‌ی بعد غنی سازی این مواد اولیه بداند و برای در اختیار داشتن آن اقدام کند».

به گفته دکتر «محمد سعیدی» که معاون بین‌الملل سازمان انرژی اتمی کشورمان نیز هست، «در برخی کشورها فاز نخست یعنی فقدان یک فرایند تولید سوخت یا فقدان یکی از حلقه‌های تولید سوخت برابر با وابستگی در یک کشور است. یعنی از سنگ معدن به UF6 وجود دارد، ولی حلقه بعدی آن که غنی سازی و تبدیل UF6 به اورانیوم ۵/ ۳ تا ۵ درصد می‌شود، مفقود است؛ چرا؟ به خاطر این که دارا بودن این دو فاز یا دو فرایند، کشور را به عنوان «کشوری هسته ای» به دنیا معرفی می‌کند.

از این رو، نداشتن هر یک از حلقه‌ها به معنای وابستگی است. فقدان یک فرایند تولید سوخت یا فقدان یکی از حلقه‌های تولید سوخت، برابر با وابستگی در یک کشور است، همان گونه که در کره جنوبی شاهدیم».

این اظهارات و تلاشی که کشورهای پیشرفته برای ساخت نیروگاه های جدید و پیشرفته هسته ای آغاز کرده اند، نشان می دهد که در شرایط کنونی «جنگ هسته ای» ارتباط چندانی با ساخت بمب اتمی ندارد. بلکه جنگ واقعی هسته ای در عرصه فعالیت صلح آمیز هسته ای رخ می دهد و در این پهنه است که کشور های دارای فناوری غنی سازی چشم دیدن رقیب را ندارند و به هر قیمت می خواهند او را از این میدان بیرون کنند.

در این آوردگاه بسیار حساس و گرانبها نباید دنبال دوست و یار و همراه باشیم . چون هرکس دست همراهی بدهد، ابتدا سبک و سنگین می کند که باید منتظر چه میزان سود باشد. نمونه ای از این دوستی های منفعت طلبانه را می توان در پیشنهاد اخیر روسیه دید که می گوید غنی سازی اورانیوم را در آن کشور انجام دهیم. این پیشنهاد اگر چه برای کوتاه مدت ممکن است گره گشا باشد، اما در دراز مدت این روسیه است که بازیگردان خواهد بود و ممکن است هر طور که بخواهد ما را دچار دردسر سازد.

و سرانجام آن که ایران وارد کارزار شده است و دامن همت به کمر بسته تا در این آوردگاه پیروز شود و سهم مناسبی از منافع حاصل از انواع فعالیت های هسته ای را به دست آورد. به ویژه آن که برخلاف

همه تبلیغات منفی موج تازه ای از ساخت نیروگاه هسته ای در راه است و کشور های اسیایی و خاورمیانه نیز در شمار دوستداران پر و پا قرص نیروگاه ها هستند. حتی کشوری مانند اندونزی که مدت ها پیش ساختن نیروگاه هسته ای را رها کرده بود، دوباره آغاز کرده است یا در کشور های همسایه که آن ها نیز بر آن شده اند تا به این قافله بپیوندند. یک نمونه از این کشور ها امیر نشین کوچک «قطر» است که آژانس بین المللی انرژی اتمی به تازگی مجوز استفاده از انرژی هسته ای را به منظور مصارف صلح آمیز برای این همسایه ایران در حاشیه خلیج فارس، صادر کرده است. قطر پیشتر درخواست استفاده از انرژی هسته ای را در پنج پروژه در بخش های پزشکی، کشاورزی ، سیستم های هشدار دهنده زودهنگام نیز سنجش تشعشعات، به آژانس بین المللی انرژی اتمی ارایه داده بود. بهره گیری از انرژی هسته ای تازه در آغاز راه است و به قول شاعر: باش تا صبح دولتش بدمد؛ کین هنوز از نتایج سحر است.

انرژی هسته ای

انرژی هسته ای از عمده ترین مباحث علوم و تکنولوژی هسته ای است و هم اکنون نقش عمده ای را در تأمین انرژی کشورهای مختلف خصوصا کشورهای پیشرفته دارد. اهمیت انرژی و منابع مختلف تهیه آن، در حال حاضر جزء رویکردهای اصلی دولتها قرار دارد. به عبارت بهتر، از مسائل مهم هر کشور در جهت توسعه اقتصادی و اجتماعی بررسی ، اصلاح و استفاده بهینه از منابع موجود انرژی در آن کشور است. امروزه بحرانهای سیاسی و اقتصادی و مسائلی نظیر محدودیت ذخایر فسیلی، نگرانیهای زیست محیطی، ازدیاد جمعیت، رشد اقتصادی ، همگی مباحث جهان شمولی هستند که با گستردگی تمام فکر اندیشمندان را در یافتن راهکارهای مناسب در حل معظلات انرژی در جهان به خود مشغول داشته اند.

در حال حاضر اغلب ممالک جهان به نقش و اهمیت منابع مختلف انرژی در تأمین نیازهای حال و آینده پی برده و سرمایه گذاریها و تحقیقات وسیعی را در جهت سیاستگذاری، استراتژی و برنامه های زیربنایی و اصولی انجام می دهند. هم اکنون تدوین استراتژی که مرکب از بررسی تمامی پارامترهای تأثیر گذار در انرژی و تعیین راهکارهای مناسب جهت تمیزتر و کارا ترنمودن انرژی و الگوی بهینه مصرف آن می باشد، در رأس برنامه های زیربنایی اکثر کشورهای جهان قرار دارد. در میان حاملهای مختلف انرژی،انرژی هسته ای جایگاه ویژه ای دارد. هم اکنون بیش از ۴۳۰ نیروگاه هسته ای در جهان فعال می باشند و انرژی برخی کشورها مانند فرانسه عمدتا از برق هسته ای تأمین می شود.

جمهوری اسلامی ایران بیش از سه دهه است که تحقییقات متنوعی را در زمینه های مختلف علوم و تکنولوژی هسته ای انجام داده و براساس استراتژی خود، مصمم به ایجاد نیروگاههای هسته ای به ظرفیت کل ۶۰۰۰ مگاوات تا سال ۱۴۰۰ هجری شمسی می باشد. در این زمینه، جمهوری اسلامی ایران در نشست گذشته آژانس بین المللی انرژی اتمی، تمایل خود را نسبت به همکاری تمامی کشورهای جهان جهت ایجاد این نیروگاهها و تهیه سوخت مربوطه رسما اعلام نموده است.

کاربردهای علوم و تکنولوژی هسته ای

علیرغم پیشرفت همه جانبه علوم و فنون هسته ای در طول نیم قرن گذشته، هنوز این تکنولوژی در اذهان عمومی ناشناخته مانده است. وقتی صحبت از انرژی اتمی به میان می آید، اغلب مردم ابر قارچ مانند حاصل از انفجارات اتمی و یا راکتورهای اتمی برای تولید برق را در ذهن خود مجسم می کنند و کمتر کسی را می توان یافت که بداند چگونه جنبه های دیگری از علوم هسته ای در طول نیم قرن گذشته زندگی روزمره او را دچار تحول نموده است. اما حقیقت در این است که در طول این مدت در نتیجه تلاش پیگیر پژوهشگران و مهندسین هسته ای، این تکنولوژی نقش مهمی را در ارتقاء سطح

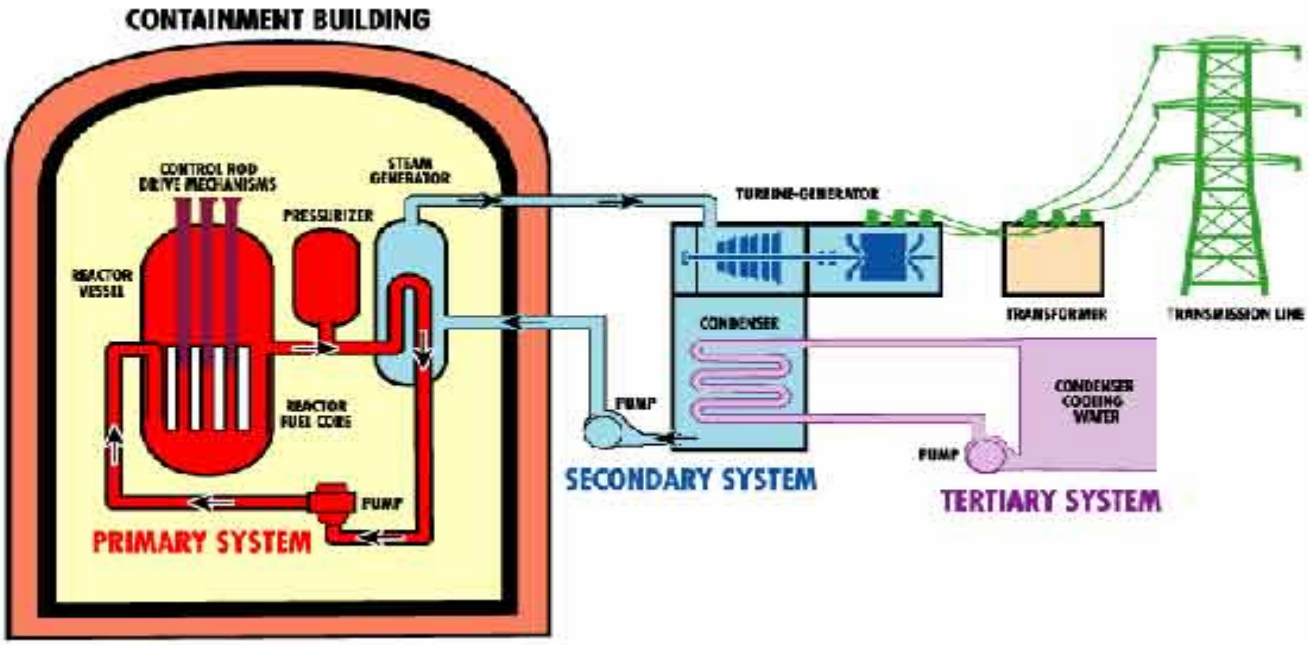
زندگی مردم، رشد صنعت و کشاورزی و ارائه خدمات پزشکی ایفاء نموده است. موارد زیر از مهمتری استفاده های صلح آمیزاز علوم و تکنولوژی هسته ای می باشند:

۱- استفاده از انرژی حاصل از فرآیند شکافت هسته اورانیوم یا پلوتونیوم در راکتورهای اتمی جهت تولید برق و یا شیرین کردن آب دریاها.

۲-استفاده از رادیوایزوتوپها در پزشکی، صنعت و کشاورزی

۳- استفاده از پرتوهای ناشی از فرآیندهای هسته ای در پزشکی، صنعت و کشاورزی

برق هسته ای



از مهمترین منابع استفاده صلح آمیز از انرژی اتمی، ساخت راکتورهای هسته ای جهت تولید برق می باشد. راکتورهسته ای وسیله ای است که در آن فرایند شکافت هسته ای بصورت کنترل شده انجام می گیرد. در طی این فرایند انرژی زیاد آزاد می گردد به نحوی که مثلا در اثر شکافت نیم کیلوگرم اورانیوم انرژی معادل بیش از ۱۵۰۰ تن زغال سنگ بدست می آید. هم اکنون در سراسر جهان، راکتورهای متعددی در حال کار وجود دارند که بسیاری از آنها برای تولید قدرت و به منظور تبدیل آن به انرژی الکتریکی، پاره ای برای راندن کشتیها و زیردریائیها، برخی برای تولید رادیو ایزوتوپوپها و تحقیقات علمی و گونه هایی نیز برای مقاصد آزمایشی و آموزشی مورد استفاده قرار می گیرند. در راکتورهای هسته ای که برای نیروگاههای اتمی طراحی شده اند (راکتورهای قدرت)، اتمهای اورانیوم و پلوتونیم توسط نوترونها شکافته می شوند و انرژی آزاد شده گرمای لازم را برای تولید بخار ایجاد کرده و بخار حاصله برای چرخاندن توربینهای مولد برق بکار گرفته می شوند.

راکتورهای اتمی را معمولا برحسب خنک کننده، کند کننده، نوع و درجه غنای سوخت در آن طبقه بندی می کنند. معروفترین راکتورهای اتمی، راکتورهایی هستند که از آب سبک به عنوان خنک کننده و کند کننده و اورانیوم غنی شده(۲ تا ۴ درصد اورانیوم ۲۳۵) به عنوان سوخت استفاده می کنند. این راکتورها عموما تحت عنوان راکتورهای آب سبک(LWR) شناخته می شوند. راکتورهای WWER,BWR,PWR از این دسته اند. نوع دیگر، راکتورهایی هستند که از گاز به عنوان خنک کننده، گرافیت به عنوان کند کننده و اورانیوم طبیعی یا کم غنی شده به عنوان سوخت استفاده می

کنند. این راکتورها به گاز- گرافیت معروفند. راکتورهای HTGR,AGR,GCR از این نوع می باشند. راکتور PHWR راکتوری است که از آب سنگین به عنوان کندکننده و خنک کننده و از اورانیوم طبیعی به عنوان سوخت استفاده می کند. نوع کانادایی این راکتور به CANDU موسوم بوده و از کارایی خوبی برخوردار می باشد. مابقی راکتورها مثل FBR (راکتوری که از مخلوط اورانیوم و پلوتونیوم به عنوان سوخت و سدیم مایع به عنوان خنک کننده استفاده کرده و فاقد کند کننده می باشد) LWGR(راکتوری که از آب سبک به عنوان خنک کننده و از گرافیت به عنوان کند کننده استفاده می کند) از فراوانی کمتری برخوردار می باشند. در حال حاضر، راکتورهای PWR و پس از آن به ترتیب PHWR,WWER,BWR فراوانترین راکتورهای قدرت در حال کار جهان می باشند.

به لحاظ تاریخی اولین راکتور اتمی در آمریکا بوسیله شرکت "وستینگهاوس" و به منظور استفاده در زیر دریائیها ساخته شد. ساخت این راکتور پایه اصلی و استخوان بندی تکنولوژی فعلی نیروگاههای اتمیPWR را تشکیل داد. سپس شرکت جنرال الکتریک موفق به ساخت راکتورهایی از نوع BWR گردید. اما اولین راکتوری که اختصاصا جهت تولید برق طراحی شده، توسط شوروی و در ژوئن ۱۹۵۴در "آبنینسک" نزدیک مسکو احداث گردید که بیشتر جنبه نمایشی داشت، تولید الکتریسیته از راکتورهای اتمی در مقیاس صنعتی در سال ۱۹۵۶ در انگلستان آغاز گردید. تا سال ۱۹۶۵ روند ساخت نیروگاههای اتمی از رشد محدودی برخوردار بود اما طی دو دهه ۱۹۶۶ تا ۱۹۸۵ جهش زیادی در ساخت نیروگاههای اتمی بوجود آمده است. این جهش طی سالهای ۱۹۷۲ تا ۱۹۷۶ که بطور متوسط هر سال ۳۰ نیروگاه شروع به ساخت می کردند بسیار زیاد و قابل توجه است. یک دلیل آن شوک نفتی اوایل دهه ۱۹۷۰ می باشد که کشورهای مختلف را برآن داشت تا جهت تأمین انرژی مورد نیاز خود بطور زاید الوصفی به انرژی هسته ای روی آورند. پس از دوره جهش فوق یعنی از سال ۱۹۸۶ تاکنون روند ساخت نیروگاهها به شدت کاهش یافته بطوریکه بطور متوسط سالیانه ۴ راکتور اتمی شروع به ساخت می شوند.

کشورهای مختلف در تولید برق هسته ای روند گوناگونی داشته اند. به عنوان مثال کشور انگلستان که تا سال ۱۹۶۵ پیشرو در ساخت نیروگاه اتمی بود، پس از آن تاریخ، ساخت نیروگاه اتمی در این کشور کاهش یافت، اما برعکس در آمریکا به اوج خود رسید. کشور آمریکا که تا اواخر دهه ۱۹۶۰ تنها ۱۷ نیروگاه اتمی داشت در طول دهه های ۱۹۷۰و ۱۹۸۰ بیش از ۹۰ نیروگاه اتمی دیگر ساخت. این مسئله نشان دهنده افزایش شدید تقاضای انرژی در آمریکاست. هزینه تولید برق هسته ای در مقایسه با تولید برق از منابع دیگر انرژی در امریکا کاملا قابل رقابت می باشد. هم اکنون فرانسه با داشتن سهم ۷۵ درصدی برق هسته ای از کل تولید برق خود درصدر کشورهای جهان قرار دارد. پس از آن به ترتیب لیتوانی(۷۳درصد)، بلژیک(۵۷درصد)، بلغارستان و اسلواکی(۴۷درصد) و سوئد (۴۶/۸درصد) می باشند. آمریکا نیز حدود ۲۰ درصد از تولید برق خود را به برق هسته ای اختصاص داده است.

گرچه ساخت نیروگاههای هسته ای و تولید برق هسته ای در جهان از رشد انفجاری اواخر دهه ۱۹۶۰ تا اواسط ۱۹۸۰ برخوردار نیست اما کشورهای مختلف همچنان درصدد تأمین انرژی مورد نیاز خود از طریق انرژی هسته ای می باشند. طبق پیش بینی های به عمل آمده روند استفاده از برق هسته ای تا دهه های آینده همچنان روند صعودی خواهد داشت. در این زمینه، منطقه آسیا و اروپای شرقی به ترتیب مناطق اصلی جهان در ساخت نیروگاه هسته ای خواهند بود. در این راستا، ژاپن با ساخت نیروگاههای اتمی با ظرفیت بیش از ۲۵۰۰۰ مگا وات درصدر کشورها قرار دارد. پس از آن چین، کره جنوبی، قزاقستان، رومانی، هند و روسیه جای دارند. استفاده از انرژی هسته ای در کشورهای کانادا، آرژانتین، فرانسه، آلمان، آفریقای جنوبی، سوئیس و آمریکا تقریبا روند ثابتی را طی دو دهه آینده طی خواهد کرد.

دیدگاههای اقتصادی و زیست محیطی برق هسته ای

جمهوری اسلامی ایران در فرایند توسعه پایدار خود به تکنولوژی هسته ای چه از لحاظ تأمین نیرو و ایجاد جایگزینی مناسب در عرصه انرژی و چه از نظر دیگر بهره برداریهای صلح آمیز آن در زمینه های صنعت، کشاورزی، پزشکی و خدمات نیاز مبرم دارد که تحقق این رسالت مهم به عهده سازمان انرژی اتمی ایران می باشد، بدیهی است در زمینه کاربرد انرژی هسته ای به منظور تأمین قسمتی از برق مورد نیاز کشور قیود و فاکتورهای بسیار مهمی از جمله مسایل اقتصادی و زیست محیطی مطرح می گردند.

دیدگاه اقتصادی استفاده از برق هسته ای

امروزه کشورهای بسیاری بویژه کشورهای اروپایی سهم قابل توجهی از برق مورد نیاز خود را از انرژی هسته ای تأمین می نمایند. بطوریکه آمار نشان می دهد از مجموع نیروگاههای هسته ای نصب شده

جهت تأمین برق در جهان به ترتیب ۳۵ درصد به اروپای غربی، ۳۳ درصد به آمریکای شمالی، ۱۶/۵ درصد به خاور دور، ۱۳ درصد به اروپای شرقی و نهایتا فقط ۰/۷۴ درصد به آسیای میانه اختصاص دارد. بدون شک در توجیه ضرورت ایجاد تنوع در سیستم عرضه انرژی کشورهای مذکور، انرژی هسته ای به عنوان یک گزینه مطمئن اقتصادی مطرح است. بنابراین ابعاد اقتصادی جایگزینی نیروگاههای هسته ای با توجه به تحلیل هزینه تولید(قیمت تمام شده) برق در سیستمهای مختلف نیرو قابل تأمل و بررسی است. از اینرو در اغلب کشورها، نیروگاههای هسته ای با عملکرد مناسب اقتصادی خود از هر لحاظ با نیروگاههای سوخت فسیلی قابل رقابت می باشند.

بهرحال طی چند دهه گذشته کاهش قیمت سوختهای فسیلی در بازارهای جهانی، سبب افزایش هزینه های ساخت نیروگاههای هسته ای به دلیل تشدید مقررات و ضوابط ایمنی، طولانی تر شدن مدت ساخت و بالاخره باعث ایجاد مشکلات تأمین مالی لازم و بالا رفتن قیمت تمام شده هر واحد الکتریسیته در این نیروگاهها شده است. از یک طرف مشاهده می شود که طی این مدت حدود ۴۰ درصد از هزینه های چرخه سوخت هسته ای کاهش یافته است و از سویی دیگر با توجه به پیشرفتهای فنی و تکنولوژی حاصل از طرحهای استاندارد و برنامه ریزیهای دقیق بمنظور تأمین سرمایه اولیه مورد نیاز مطمئن و به هنگام احداث چند واحد در یک سایت برای صرفه جوئیهای ناشی از مقیاس مربوط به تأسیسات و تسهیلات مشترک مورد نیاز در هر نیروگاه، همچنان مزیت نیروگاههای اتمی از دیدگاه اقتصادی نسبت به نیروگاههای با سوخت فسیلی در اغلب کشورها حفظ شده است.

سایر دیدگاههای اقتصادی در مورد آینده انرژی هسته ای حاکی از آن است که براساس تحلیل سطح تقاضا و منابع عرضه انرژی در جهان، توجه به توسعه تکنولوژیهای موجود و حقایقی نظیر روند تهی شدن منابع فسیلی در دهه های آینده، مزیتهای زیست محیطی انرژی اتمی و همچنین استناد به آمار و عملکرد اقتصادی و ضریب بالای ایمنی نیروگاههای هسته ای، مضرات کمتر چرخه سوخت هسته ای نسبت به سایر گزینه های سوخت و پیشرفتهای حاصله در زمینه نیروگاههای زاینده و مهار انرژی گداخت هسته ای در طول نیم قرن آینده، بدون تردید انرژی هسته ای یکی از حاملهای قابل دسترس و مطمئن انرژی جهان در هزاره سوم میلادی به شمار می رود. در این راستا شورای جهانی انرژی تا سال ۲۰۲۰ میلادی میزان افزایش عرضه انرژی هسته ای را نسبت به سطح فعلی حدود ۲ برابر پیش بینی می نماید. با توجه به شرایط موجود چنانچه از لحاظ اقتصادی هزینه های فرصتی فروش نفت و گاز را با قیمتهای متعارف بین المللی در محاسبات هزینه تولید(قیمت تمام شده) برای هر کیلووات برق تولیدی منظور نمائیم و همچنین تورم و افزایش احتمالی قیمتهای این حاملها(بویژه طی مدت اخیر) را براساس روند تدریجی به اتمام رسیدن منابع ذخایر نفت و گاز جهانی مدنظر قرار دهیم، یقینا در بین گزینه های انرژی موجود در جمهوری اسلامی ایران، استفاده از حامل انرژی هسته ای نزدیکترین فاصله ممکن را با قیمت تمام شده برق در نیروگاههای فسیلی خواهد داشت.

دیدگاه زیست محیطی استفاده از برق هسته ای

افزایش روند روزافزون مصرف سوختهای فسیلی طی دو دهه اخیر و ایجاد انواع آلاینده های خطرناک و سمی و انتشار آن در محیط زیست انسان، نگرانیهای جدی و مهمی برای بشر در حال و آینده به دنبال دارد. بدیهی است که این روند به دلیل اثرات مخرب و مرگبار آن در آینده تداوم چندانی نخواهد داشت. از اینرو به جهت افزایش خطرات و نگرانیها تدریجی در مورد اثرات مخرب انتشار گازهای گلخانه ای ناشی از کاربرد فرایند انرژیهای فسیلی، واضح است که از کاربرد انرژی هسته ای بعنوان یکی از رهیافتهای زیست محیطی برای مقابله با افزایش دمای کره زمین و کاهش آلودگی محیط زیست یاد می شود. همچنانکه آمار نشان می دهد، در حال حاضر نیروگاههای هسته ای جهان با ظرفیت نصب شده فعلی توانسته اند سالانه از انتشار ۸ درصد از گازهای دی اکسید کربن در فضا جلوگیری کنند که در این راستا تقریبا مشابه نقش نیروگاههای آبی عمل کرده اند.

چنانچه ظرفیتهای در دست بهره برداری فعلی تولید برق نیروگاههای هسته ای، از طریق نیروگاههای با خوراک ذغال سنگ تأمین می شد، سالانه بالغ بر ۱۸۰۰ میلیون تن دی اکسید کربن، چندین میلیون تن گازهای خطرناک دی اکسید گوگرد و نیتروژن، حدود ۷۰ میلیون تن خاکستر و معادل ۹۰ هزار تن فلزات سنگین در فضا و محیط زیست انسان منتشر می شد که مضرات آن غیرقابل انکار است. لذا در صورت رفع موانع و مسایل سیاسی مربوط به گسترش انرژی هسته ای در جهان بویژه در کشورهای در حال توسعه و جهان سوم، این انرژی در دهه های آینده نقش مهمی در کاهش آلودگی و انتشار گازهای گلخانه ای ایفا خواهد نمود.

درحالیکه آلودگیهای ناشی از نیروگاههای فسیلی سبب وقوع حوادث و مشکلات بسیار زیاد بر محیط زیست و انسانها می شود، سوخت هسته ای گازهای سمی و مضر تولید نمی کند و مشکل زباله های اتمی نیز تا حد قابل قبولی رفع شده است، چرا که در مورد مسایل پسمانداری با توجه به کم بودن حجم زباله های هسته ای و پیشرفتهای علوم هسته ای بدست آمده در این زمینه در دفن نهایی این زباله ها در صخره های عمیق زیرزمینی با توجه به حفاظت و استتار ایمنی کامل، مشکلات موجود تا حدود زیادی از نظر فنی حل شده است و طبیعتا در مورد کشور ما نیز تا زمان لازم برای دفع نهایی پسماندهای هسته ای، مسائل اجتماعی باقیمانده از نظر تکنولوژیکی کاملا مرتفع خواهد شد.

از سوی دیگر بنظر می رسد که بیشترین اعتراضات و مخالفتها در زمینه استفاده از انرژی اتمی بخاطر وقوع حوادث و انفجارات در برخی از نیروگاههای هسته ای نظیر حادثه اخیر در نیروگاه چرنوبیل می باشد، این در حالی است که براساس مطالعات بعمل آمده احتمال وقوع حوادثی که منجر به مرگ عده

ای زیاد بشود نظیر تصادف هوایی، شکسته شدن سدها، انفجارات زلزله، طوفان، سقوط سنگهای آسمانی و غیره، بسیار بیشتر از وقایعی است که نیروگاههای اتمی می توانند باعث گردند.
به هر حال در مورد مزایای نیروگاههای هسته ای در مقایسه با نیروگاههای فسیلی صرفنظر از مسایل اقتصادی علاوه بر اندک بودن زباله های آن می توان به تمیزتر بودن نیروگاههای هسته ای و عدم آلایندگی محیط زیست به آلاینده های خطرناکی نظیر SO2,NO2,CO,CO2 ، پیشرفت تکنولوژی و استفاده هرچه بیشتر از این علم جدید، افزایش کارایی و کاربرد تکنولوژی هسته ای در سایر زمینه های صلح آمیز در کنار نیروگاههای هسته ای اشاره نمود.
در مجموع ارزیابیهای اقتصادی و مطالعات بعمل آمده در مورد مقایسه هزینه تولید(قیمت تمام شده) برق در نیروگاههای رایج فسیلی کشور و نیروگاه اتمی نشان می دهد که قیمت این دو نوع منبع انرژی صرفنظر از هزینه های اجتماعی، تقریبا نزدیک به هم و قابل رقابت با یکدیگر هستند. چنانچه قیمت مصرف انرژیهای فسیلی برای نیروگاههای کشور برمبنای قیمتهای متعارف بین المللی منظور شوند و همچنین در شرایطی که نرخ هر دلار در کشور ۸۰۰۰ ریال تعیین گردد، هزینه تولید(قیمت تمام شده) هر کیلووات ساعت برق در نیروگاههای فسیلی و اتمی بشرح زیر می باشد.

نوع نیروگاه	قیمت تمام شده (کیلووات ساعت / ریال)
نیروگاه اتمی بوشهر (با ضریب بهره برداری ۶۸٪ و با دو سال تأخیر در بهره برداری)	۲۱۵/۸ ریال
نیروگاه گازی بزرگ	۲۶۷/۱ "
نیروگاه بخاری (با تکنولوژی شرقی)	۲۳۸/۳ "
نیروگاه بخاری (با تکنولوژی غربی)	۲۴۰/۲ "
نیروگاه سیکل ترکیبی	۱۷۸/۱ "

مقایسه هزینه های اجتماعی تولید برق در نیروگاههای فسیلی و اتمی

بر اساس مطالعات به عمل آمده توسط وزارت نیرو در سال ۱۳۷۸ در خصوص تعیین هزینه های اجتماعی آلاینده های زیست محیطی مصرف سوختهای فسیلی در چند نیروگاه فسیلی مورد نظر در کشور، نتایج به دست آمده به شرح ذیل می باشد:

نوع نیروگاه	قیمت تمام شده (کیلووات ساعت / ریال)
نیروگاه اتمی بوشهر (با ضریب بهره برداری ۶۸٪ و با دو سال تأخیر در بهره برداری)	۲۱۵/۸ ریال
نیروگاه گازی بزرگ	۲۶۷/۱ "
نیروگاه بخاری (با تکنولوژی شرقی)	۲۳۸/۳ "
نیروگاه بخاری (با تکنولوژی غربی)	۲۴۰/۲ "
نیروگاه سیکل ترکیبی	۱۷۸/۱ "

همچنین در تازه ترین مطالعه ای که برای تعیین هزینه های اجتماعی نیروگاههای هسته ای در ۵ کشور اروپایی بلژیک، آلمان، فرانسه، هلند و انگلستان صورت گرفته است، میزان هزینه های اجتماعی ناشی از نیروگاههای هسته ای در مقایسه با نیروگاههای فسیلی بسیار پائین است. در این مطالعه هزینه های خارجی هر کیلووات ساعت برق تولیدی در نیروگاههای هسته ای در حدود ۰/۳۹ سنت(معادل ۳۱/۲ ریال) برآورده شده است. بنابراین در صورتیکه هزینه های اجتماعی تولید برق را در ارزیابیهای اقتصادی نیروگاههای فسیلی و هسته ای منظور نمائیم قطعا قیمت تمام شده هر کیلووات ساعت برق در نیروگاه هسته ای نسبت به فسیلی بطور قابل ملاحظه ای کاهش خواهد یافت.

به هر حال نیروگاههای فسیلی و هسته ای هر کدام دارای مزایا و معایب خاص خود می باشند و ایجاد هر یک متناسب با مقتضیات زمانی و مکانی هر کشور خواهد بود و انتخاب نهایی و تصمیم گیری در این زمینه می بایست با توجه به فاکتورهایی از قبیل عوامل تکنولوژیکی، ارزشی، سیاسی، اقتصادی و زیست محیطی توأما اتخاذ گردد. قدر مسلم ایجاد تنوع در سیستم عرضه و تأمین انرژی از استراتژیهای بسیار مهم در زمینه توسعه سیستم پایدار انرژی در هر کشور محسوب می شود. در این راستا با توجه به بررسییهای صورت گرفته، شورای انرژی اتمی کشور مصمم به ایجاد نیروگاههای اتمی به ظرفیت کل ۶۰۰۰ مگاوات در سیستم عرضه انرژی کشور تا سال ۱۴۰۰ هجری شمسی می باشد.

دیدگاه اقتصادی استفاده از انرژی هسته ای

آینده، تولید انرژی و ساخت نیروگاه اتمی به عنوان تنها راه خروج از بحران انرژی در دهه دغدغه اصلی جهان عادت کرده به مصرف انرژی، در دو دهه های آینده است.

انرژی در جهان امروز یک عامل راهبردی است و اغلب کشورهای جهان به خصوص آنها که به دنبال اعمال اراده و قدرت خود بر دیگر کشورها می باشند از همین دریچه به مقوله انرژی می نگرند. همان طوری که این نگاه را می توانیم از زمان های گذشته یعنی دوران استعمار کهنه تا به امروز دنبال کنیم.

در این میان کشور ما ایران، علاوه بر اینکه دارای ذخایر ویژه و عمده ای از منابع انرژی بخصوص نفت و گاز می باشد، در منطقه ای از جهان واقع است که یکی از اصلی ترین منابع انرژی در سطح جهان به شمار می رود. بنابراین با توجه به اینکه مقوله انرژی برای کشورهای سلطه طلب، نقش موتور محرکه اقتصاد و تولید ملی و تعیین کننده جایگاه آنها در نظام سرمایه داری جهان را دارد و همچنین تضمین کننده منافع و امنیت ملی آنها است، برای کشور ما نیز چگونگی سامان دهی به سیاستهای بخش انرژی، نقش کلیدی در فرآیند تحولات سیاسی، اجتماعی و اقتصادی را داراست و لذا ضروری است که برای انرژی و بخصوص نفت و گاز و به دنبال اینها انرژی هسته ای، برنامه و استراتژی اندیشیده و متناسب با شرایط واقعی موجود داخلی و جهانی داشته باشیم.

نگرش استراتژیک دارای دو مشخصه میان رشته ای یا فرابخشی بودن (جامع بودن) و طولانی مدت بودن است، که در سایر نگرش ها اعم از نگرش اقتصادی و فنی صرف کمتر به آنها توجه می شود. در این نگرش منافع و مضرات بخش انرژی تنها در محدوده بخش مذکور مورد لحاظ قرار نمی گیرد بلکه در کل چارچوب نظام و با توجه به رعایت و حفظ امنیت ملی لحاظ می شود و منافع نظام اجتماعی را حداکثر و مضرات آن را به حداقل می رساند. البته باید توجه داشت که این نگرش لزوماً با نگرش های اقتصادی و فنی در تناقض نیست اما ممکن است سیاستهایی را بطلبد که از منظر اقتصادی صرف، غیراقتصادی انگاشته شود. در نگاه استراتژیک، بهینگی بلند مدت در سطح همه اجزاء نظام اجتماعی مورد توجه است، برعکس نگاه اقتصادی صرف که منافع کوتاه مدت و یک بعدی را در نظر می گیرد. این برنامه استراتژیک، باید از سویی با توجه به توانایی های واقعی همان بخش مورد نظر و از سوی دیگر در چارچوب استراتژیهای کلان کشور سامان پذیرد: یعنی در تعامل با سایر حوزه ها طراحی شود.

با توجه به مقدمه فوق باید اذعان داشت که دغدغه اصلی جهان عادت کرده به مصرف انرژی، در دو دهه آینده، تولید انرژی و ساخت نیروگاه اتمی به عنوان تنها راه خروج از بحران انرژی در دهه های آینده است. در این بین از آن جا که ساخت یک نیروگاه اتمی اغلب علوم و فنون را به کار می گیرد، این کاربری به مفهوم توسعه و پیشرفت در همه علوم و فنون است. از طرفی هم می توان ادعا کرد که نیروگاه برق اتمی، اقتصادی ترین نیروگاهی است که امروز در دنیا احداث می شود که دلایل آن در ادامه بحث خواهد آمد. دلایل دیگری هم برای استفاده از نیروگاه اتمی برای تولید برق وجود دارد که از مهم ترین آنها می توان به پاکیزه بودن این روش، عدم تولید گاز گلخانه ای و دیگر آلاینده های زیست محیطی اشاره کرد. سوخت های فسیلی مانند ذغال سنگ، مقدار قابل توجهی از انواع آلاینده ها همانند ترکیبات کربن و گوگرد را وارد محیط زیست می سازند که برای سلامت انسان زیانبار است. از سوی دیگر با توجه به افزایش مصرف برق و پایان پذیر بودن منابع سوخت فسیلی به نظر می رسد استفاده از انرژی هسته ای بهترین گزینه موجود باشد.

شاید هنوز افرادی هستند که ادعا می کنند با توجه به ذخایر نفت و گاز ایران، آیا ایران نیازی به انرژی هسته ای دارد یا خیر؟ پاسخ صحیح به این سؤال مستلزم مطالعه دقیق علمی است. این مطالعه به کمک یک سری نرم افزارهای خاص، هم در سازمان انرژی اتمی ایران و هم در دانشگاه صنعتی شریف انجام گرفته و این گونه نیست که براساس برداشت های عمومی و محدود گفته شود، مثلاً ما که این قدر گاز داریم چرا سراغ انرژی اتمی برویم؟ موضوع به این سادگی نیست، بلکه برای امکان سنجی و مطالعه همین موضوع تحت عنوان انرژی میکس یا ترکیب منابع انرژی نرم افزارهای بزرگ خاصی وجود دارد و این فرآیند تحت عنوان of energy mix The merits نام گذاری شده است؛ «یعنی فواید انرژی های ترکیبی». برهمین اساس هیچ کشوری سعی نمی کند از لحاظ استراتژیک، انرژی مورد نیازش را فقط از یک منبع تأمین کند، ولو آنکه در آن کشور به فراوانی یافت شود. مثلاً اگر در کشوری منابع آبی زیاد است، به این سمت نمی رود که انرژی برق خودش را فقط از آب تأمین کند، اما اینکه باید چه سهمی به انرژی میکس اختصاص داده شود نیاز به محاسباتی دارد که باید انجام شود. در ایران هم این محاسبات، سال های سال صورت گرفته و چیز جدیدی نیست. برای انجام این محاسبات باید پارامترهای متعددی در نظر گرفته شود که اکثر آنها متغیر است. مثلاً قیمت گاز طبیعی قیمتی متغیر است. و الان که نقش زیادی در سوخت جهانی ندارد، قیمت چندانی هم ندارد، اما گفته می شود در ۱۵ سال آینده، سهم قابل توجهی از سوخت را به خود اختصاص خواهد داد و مسلماً قیمت سوخت در آن شرایط با الان بسیار متفاوت خواهد بود؛ ضمن اینکه اگر همین الان این محاسبات انجام شود و ما تصمیم بگیریم مثلاً ۷۰۰۰ مگاوات برق از انرژی هسته ای تأمین کنیم، حتی اگر این کار به صورت فاینانس انجام شود دست کم ۱۲ سال طول خواهد کشید و این هم خود یک متغیر است. به هر حال یکی از سخت ترین کارها در پروژه های داخلی و خارجی همین بحث فاینانسینگ است. با ذکر چند پارامتر مؤثر در مورد ضرورت نیروگاه هسته ای از لحاظ اقتصادی می

توان بحث را روشن تر نمود، البته همه پارامترها را باید به نرم افزار داد تا در مورد صرفه اقتصادی آن نظر بدهد.

نخستین درس در اقتصاد انرژی در مورد Energy mix این است که فرق بین انرژی هسته ای و انرژی های کلاسیک، در سرمایه گذاری اولیه بالا و هزینه های پایین راهبری و تعمیرات است. به عنوان مثال یک نیروگاه ۱۰۰۰ مگاواتی فسیلی؛ به۱۰ میلیون بشکه نفت یا معادل انرژی آن از سوخت های فسیلی دیگر مثل گاز در طول یک سال نیاز دارد. با در نظر گرفتن قیمت اوپک که بین ۲۲ دلار و ۲۸ دلار و خارج کردن هزینه های استخراج که حدود ۲ دلار است، قیمت پایه نفت حدوداً بشکه ای ۲۴ دلار خواهد شد وبرای یک نیروگاه ۱۰۰۰ مگاوات الکتریکی چیزی حدود۲۴۰ میلیون دلار در سال خواهد شد. در مورد گاز در حد ۲ میلیارد فوت مکعب در سال خواهد شد. البته گاز بحث دیگری است، چون قیمت آن بسیار متغیر است. چیزی که فعلاً می توان با اطمینان بیشتر در مورد آن صحبت کرد، نفت است که با در نظر گرفتن۲۴۰ میلیون دلار قیمت سوخت و۶۰ میلیون دلار هزینه تعمیرات و نگهداری، در مجموع حدوداً ۳۰۰ میلیون دلار هزینه راهبری یک نیروگاه فسیلی ۱۰۰۰ مگاواتی در سال می شود. در شرایط عادی هزینه ساخت یک نیروگاه فسیلی، بسیار پایین خواهد بود؛ یعنی عددی بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ میلیون دلار برای یک نیروگاه ۱۰۰۰ مگاواتی. اما اگر قیمت ترجیحی در نظر گرفته شود، هزینه از این هم کمتر خواهد شد. ولی در شرایط غیرعادی سیاسی با خارج، این هزینه افزایش می یابد. این مبلغ در ساخت نیروگاه هسته ای بسیار بالاتر است. هزینه نصب هر مگاوات آن حدود ۱۵۰۰ تا ۲۵۰۰ دلار است، چون هزینه هایی مانند برچیدن نیروگاه هم در نظر گرفته می شود و به اصطلاح قیمت سرشکن گفته می شود. یعنی در واقع هزینه ساخت یک نیروگاه هسته ای ۱۰۰۰ مگاواتی ۵/۱ تا ۵/۲ میلیارد دلار خواهد بود. اما سوخت هسته ای مورد نیاز یک نیروگاه هسته ای ۱۰۰۰ مگاواتی، حدوداً۳۰ تن اورانیوم غنی شده در سال است که هزینه آن در شرایط سیاسی و اقتصادی مناسب، ۱۰ میلیون دلار و در بدترین شرایط ۲۵ میلیون دلار می باشد. با توجه به محاسبات فوق، در بدبینانه ترین شرایط یعنی اگر قیمت نفت بشکه ای ۲۴ دلار فرض شود، هزینه سوخت مورد نیاز یک نیروگاه هسته ای، ۱۰ درصد هزینه سوخت یک نیروگاه فسیلی مشابه است که با احتساب ۵۰ سال عمر یک نیروگاه اتمی، تفاوت این هزینه به قیمت های امروز، بیش از۱۰ میلیارد دلار خواهد شد که اختلاف حدود یک و نیم میلیارد دلاری در هزینه ساخت آنها را کاملاً پوشش می دهد. بنابراین، این نظر که نیروگاههای هسته ای در مقایسه با نیروگاههای فسیلی توجیه اقتصادی ندارد، درست نیست. اما بحث دوم، به قرارداد کیوتو مربوط می شود، که متأسفانه آمریکایی ها زیر بار آن نرفته اند. این قرارداد مربوط به تولید گازهای گلخانه ای در جهان بوده که روال طبیعی جهان را از لحاظ زیست محیطی به هم ریخته است.

در همین شرایط ایران ۳۰ هزار مگاوات نیروگاه دارد و در ده سال آینده، احتمالاً به۶۰ هزار مگاوات خواهد رسید. بالا رفتن حجم تولید گازهای گلخانه ای، هزینه های اجتماعی خاصی را ایجاد می کند

که بالطبع باید جلوی تولید گازهای گلخانه ای را در نیروگاههای فسیلی گرفت، یا به اصطلاح، هزینه زیادی را برای ۱) Scrape) اختصاص داد. حداقل هزینه ای که پیش بینی می شود حدوداً ۲۵ درصد کل هزینه تمام شده برق تولیدی است، اما برق هسته ای این هزینه را ندارد و فقط زباله های اتمی در اثر آن تولید می شود. اگر سالی ۳۰ تن سوخت مصرف شود و۵۰ سال عمر برای نیروگاه در نظر گرفته شود، چیزی حدوداً ۱۵۰۰ تن زباله اتمی در عرض۵۰ سال تولید می شود که بعد از تفکیک و فشرده سازی آن، بیش از چند تن زباله باقی نخواهد ماند (البته با حجم کم). این زباله ها باید در جاهای خاص حفاظت شده قرار بگیرند تا محیط زیست را آلوده نکنند. مانند زیرزمین و جاهایی که آب از آن عبور نکند. بعضی کشورها مثل روسیه زباله های اتمی دیگران را می گیرند و آن را با هزینه نسبتاً پایین دفع می کنند. پس از لحاظ زیست محیطی هم نیروگاه هسته ای بر نیروگاه فسیلی اولویت اقتصادی خواهد داشت. اما موضوع سوم، جنبه تکنولوژیک قضیه است که بسیار مهم است. بشر به سمتی می رود که یک انرژی لایزال پیدا کند (حتی اورانیوم هم لایزال نیست). دنیا به فکر گداخت (Fusion) است، یعنی انرژی لایزال و پاک. ایران نیز از این قاعده مستثنی نیست. علم و تکنولوژی و فن آوری، مراحلی دارد که باید حتماً گذرانده شود. تکنولوژی و فن آوری هم به همین صورت است، پروسه ای است که باید گذرانده شود. دنیا به هر حال در آینده از شکافت- تولید انرژی با شکافت هسته ای- یعنی همین انرژی هسته ای پا را فراتر خواهد گذاشت و به دنبال گداخت- تولید انرژی با هم جوشی هسته ای- خواهد رفت. تکنولوژی گداخت ممکن است تا۳۰ سال دیگر صنعتی شود. اگر کشور ما با گداخت دست و پنجه نرم نکند و نیرو تربیت نکند و در یک کلام به بلوغ و فناوری و تکنولوژی این مرحله نرسد، نمی تواند از آن عبور کند و وقتی گداخت وارد عرصه صنعت می شود، باز دوباره جزو کشورهای عقب مانده خواهیم بود.

در حال حاضر روسیه ۸ میلیون بشکه نفت در روز تولید و حدود ۵ میلیون از آن را صادر می کند. ۳۰ نیروگاه هسته ای دارد و به سرعت هم به نیروگاههای خود اضافه می کند، در حالی که اولین کشور در ذخایر گازی است و جمعیت آن هم تنها کمی بیشتر از دو برابر ماست. فرض شود، تولید نفت روسیه با ایران برابر باشد، چرا با اینکه ذخایر گازی این کشور از ایران بیشتر است، باز به دنبال انرژی هسته ای است؟ مگر صرفه اقتصادی دارد؟ در مورد مکزیک چطور؟

در این شرایط آمریکا هم ۱۰۵ نیروگاه هسته ای دارد، لذا فقط معیارهای اقتصادی هم مطرح نیست و معیارهای مختلف فن آوری تأثیر گذار خواهد بود. در واقع تکنولوژی هسته ای، میعاد گاه تکنولوژی های دیگر است. مثل صنعت خودرو که اگر در یک کشور رونق خوبی داشته باشد، تقریباً بخش عمده ای از تکنولوژی را جلو می برد، چرا که بیشتر علوم و تکنولوژی ها مثل مکانیک، شیمی، مواد، برق و... در آن است. به همین صورت اگر صنعت هسته ای کشور هم رشد معنادار، واقعی و همه جانبه داشته باشد، با توجه به اینکه بالاترین محدودیت ها و استانداردهای مهندسی در آن وجود دارد، صنعت کشور در سطح بالایی رشد خواهد کرد.

صنعت غنی سازی هم عمر کمی ندارد و دست کم ۴۰ سال است که این کار شروع شده است. مثلاً سانتریفوژ حدوداً ۴۰ سال پیش توسط استادی به نام زیپر آلمانی طراحی شد. اما سانتریفوژ امروز با آن سانتریفوژ در حالی که اصول یکسانی دارند، تفاوت هایی هم دارند. حال اگر کشوری بتواند یک دستگاه سانتریفوژ بسازد، در واقع آن کشور در عرصه تکنولوژی یک گام جلو افتاده است. چون در غنی سازی اورانیوم جهت استفاده در راکتورهای هسته ای از علوم مختلف مهندسی، مکانیک، شیمی و... با نهایت دقت و قدرت استفاده می شود. به طور کلی تعریف جدید مهندسی براساس میزان دقت است و کشوری پیشرفته نامیده می شود که میزان خطای مهندسی آن کم باشد.

لذا برای رسیدن به استقلال واقعی، باید به سمت تولید فن آوری و علم رفت. البته این روند بالطبع هزینه دارد. همه جای دنیا هم، این گونه است. به هر حال هزینه رسیدن به تکنولوژی هسته ای با این همه عظمت، کار و فعالیت همه جانبه متخصصین ایرانی و استفاده از تجربه کشورهای دارنده این صنعت را طلب می کند.

چرا جهان فردا به انرژی هسته‌ای نیاز دارد؟

بشریت برای چندین هزار سال با کمترین اثرگذاری بر روی کره زمین زندگی کرد.

حتی پنج قرن پیش در زمان وقوع رنسانس در اروپا، خاندان مینگ در چین و اولین حکمران مغول در هند، جهان هنوز جمعیت کمی داشت.

از آن زمان، جمعیت جهان که بر اثر انقلاب‌های پیش آمده در زمینهٔ کشاورزی، صنعت و دارو، رشد شتابزده‌ای پیدا کرده و در حدود ۱۵ برابر شده است.

از شش میلیارد جمعیت امروز جهان، چندین میلیون آن در سطوح بسیار بالائی از استانداردها زندگی کرده و از زندگی خود لذت می‌برند.

اما یک سوم از انسان‌ها به برق دسترسی ندارند و یک‌سوم دیگر نیز دسترسی محدودی به آن دارند.

جمعیت‌های زیادی نیز در فقر ملالت‌باری زندگی می‌کنند. بیش از یک میلیارد نفر آب پاکیزه در اختیار ندارند و دو میلیارد و ۴۰۰ میلیون نفر از سیستم مناسب تخلیه فاضلاب محرومند.

همه روزه ۴۰ هزار نفر یعنی هر دقیقه ۲۵ نفر بر اثر بیماریها می‌میرند که به سادگی با پیشرفت اولیه اقتصادی می‌توان از آن پیشگیری کرد.

طی ۵۰ سال آینده زمانی که جمعیت جهان به ۹ میلیارد نفر برسد، نیازهای برآورده نشده امروزه بشری به شدت چند برابر خواهد شد.

برای کاهش مصیبتهای بشر نه تنها توسعه اقتصادی ضروری است بلکه ایجاد شرایط لازم نیز برای تثبیت جمعیت جهان لازم است.

امروزه تلاش روبه‌رشد برای رفع این نیازها در اکثر کشورهای در حال توسعه جهان، تقاضای بسیار زیادی برای استفاده از انرژی ایجاد کرده است.

تا سال ۲۰۵۰ مصرف جهانی انرژی دو برابر خواهد شد.

بیوسفر(موجودات کره زمین) در خطر

در روی کره زمین تاثیر گرم شدن «گازهای گلخانه‌ای» یک پدیدهٔ غیرقابل بحث است که بدون آن جهان از یخ پوشیده خواهد شد.

برای مدت هزاران سال، عدم تغییر تراکم گازهای گلخانه‌ای محیط زیست معقولی را ایجاد کرد که تمدن توانست در آن رشد یابد.

در قرن بیست و یکم، فعالیت انسان موجب می‌گردد این گازهای گرماگیر دو برابر شوند.
این تغییر در عصر زمین‌شناسی ناگهانی و کم‌سابقه است.
.امروزه بیشتر انرژی که برای تولید برق، کار کارخانه‌ها، راه‌اندازی وسایل نقلیه و گرم کردن منازل مصرف می‌شود، از سوزاندن سوخت‌های فسیلی تأمین می‌شود.
منابع فسیلی، از جمله زغال، نفت و گاز طبیعی، آنچنان به سرعت مصرف می‌شوند که طی قرن آینده تا اندازه گسترده‌ای از بین می‌روند.
ضایعات تمام سوخت‌های فسیلی به طور مستقیم در هوا پراکنده می‌شود. بخش اعظم این ضایعات به شکل گازهای گلخانه‌های مانند دی‌اکسید کربن است.
در هر سال ضایعات ناشی از سوخت‌های فسیلی ۲۵ میلیارد تن دی‌اکسید کربن به جو زمین اضافه می‌کند. این مقدار برابر است با ۷۰ میلیون تن در هر روز و یا ۸۰۰ تن در هر ثانیه.
کارشناسان جهان به منظور تجزیه و تحلیل تأثیرات ناشی از تشکیل سریع گازهای گرماگیر، از طریق هیأت‌های بین دول سازمان ملل در امر تغییر آب و هوا با یکدیگر همکاری می‌کنند.
مطالعه تغییرات آب و هوا، پیچیده و تابع تئوریهای رقابتی است. اما دانشمندان در این زمینه توافق دارند که افزایش گازهای گلخانه‌ای باعث جذب بیشتر گرمای خورشیدی توسط کره زمین می‌شود.
بعقیده بیشتر دانشمندان علم هواشناسی، گازهای گلخانه‌ای تولید شده بوسیله انسان موجب شده است که گرمترین ۱۰ سال طول تاریخ در ۱۵ سال اخیر رخ دهد.
کارشناسان علم هواشناسی به اتفاق آرا هشدار می دهند که تشکیل گازهای گلخانه‌ای ممکن است در قرن آینده فاجعه‌آمیز باشند.
افزایش سطح آب دریاها، دمای شدید هوا، بروز طوفان‌های سهمگین، خشکسالی ویرانگر و شیوع بیماری، تولید مواد غذایی، قابلیت اسکان بشر را در بسیاری از مناطق از بین می‌برد.
این کارشناسان هشدار می‌دهند که تغییر شدید آب و هوا احتمالا می‌تواند موجب بی‌ثباتی سرتاسر کره زمین شود.
همه کشورها در تغییر آب و هوا سهیم هستند. چه از نظر علت تغییر آب و هوا و چه از نظر تأثیر آن.
در کشورهای آمریکای شمالی هر شخص در هر روز ۵۴ کیلوگرم یا ۱۲۰ پوند دی‌اکسید کربن در جو زمین پخش میکند.
در اروپا و ژاپن سرانه انتشار این گاز در هر روز بیش از ۲۳ کیلوگرم یا ۵۰ پوند است.
در کشور چین با ۱/۳ میلیارد نفر جمعیت که بشدت در حال توسعه است، سطح نشر این گازها ۶ کیلوگرم یا ۱۳ پوند بر هر نفر در روز است.
اگر تاریخ را یک رودخانه تصور کنیم، بشریت به بخش‌های خروشان و تندآب آن رسیده است.

در ۵۰ سال آینده جمعیت جهان، بیشتر از مجموع انرژیی که در کل تاریخ تاکنون مصرف شده است را مصرف خواهد کرد.
بشریت با آینده‌ای از تغییرات شدید چه از نظر روش تولید انرژی و چه از نظر سلامت سیارهٔ ما روبه‌رو می‌شود.
افزایش جمعیت جهان از زمانی که شما این اتواسی(AutoEssay) را ملاحظه کرده‌اید:
این رقم به اندازهٔ کمی سریع‌تر از دو نفر در هر ثانیه افزایش می‌یابد.
میزان دی‌اکسید کربن تولید شده در اثر سوختن سوخت فسیلی(بر حسب تن) از زمانی که این اتواسی را ملاحظه کرده‌اید: این رقم به مقدار حدود ۵۰ هزار تن در هر دقیقه افزایش می‌یابد.
بشریت نمی‌تواند به عقب برگردد. جمعیت در حال رشد جهان به مقادیر متنابهی از انرژی نیاز دارد تا:
آب آشامیدنی تهیه کند.

انرژی کارخانه‌ها، منازل و حمل و نقل را تأمین نماید و
از زیرساخت‌های لازم برای تأمین تغذیه، آموزش و بهداشت حمایت کند.
برآورده کردن این نیازها مستلزم تأمین انرژی از تمام منابع آن است. اما «ترکیب» انرژی جهان باید به دور از استفاده عنان گسیخته از سوخت‌های فسیلی، به سرعت توسعه یابد.
کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی، محیط زیست و منابع غیرقابل جایگزین را برای نسل‌های آینده حفظ می‌کند.
پیشگیری از تغییر فاجعه‌آمیز آب و هوا
تثبیت تراکم گازهای گلخانه‌ای جوی مستلزم آن است که انتشار جهانی این گازها تا ۵۰ درصد کاهش یابد.
این چالش با توجه به نیاز کشورهای فقیرتر به افزایش معیارهای زندگی عظیم‌تر خواهد شد.
حتی اگر کشورهای در حال توسعه از بحث ذخیره‌سازی انرژی و فناوری‌های انرژی پاکیزه استقبال کنند، جمعیت زیاد این کشورها به زودی بیش از جهان صنعتی حاضر، گازهای گلخانه‌ای در فضا منتشر می‌کنند.
در حال حاضر کشورهای صنعتی باید برای «مواجه شده» با چنین انتشارات (جوی) فزاینده، و در عین حال کاستن از مجموع این انتشارات در سطح جهان، میزان آن را (در کشور خود) تا ۷۵ درصد کاهش دهند.
جهان برای کاهش این انتشارات و در عین حال توسعه ذخایر انرژی به طور مبرم نیازمند معرفی گسترده فناوری‌هایی در زمینه انرژی است که میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای آن کم باشد.

به احتمال زیاد، شهرهای بسیار بزرگ در آینده می‌توانند با انتشار مستقیم کمتر گازهای گلخانه‌ای فعالیت کنند، یعنی با استفاده از نیروی برق، باتری‌های برقی قابل شارژ و واحدهای سوختی که در آنها هیدروژن تولید شده از برق به کار رفته است، این مهم برآورده خواهدشد.
اما الکتریسیته تنها راه برای توزیع انرژی است.
مسأله مهم در اینجا، تولید منابع بسیار گسترده الکتریسیته بصورت پاکیزه می‌باشد.
واقع‌نگری درباره انرژی پاکیزه
تولید الکتریسیته پاکیزه از «منابع جدید جایگزین شونده» مانند خورشید، باد، توده‌های زیستی و نیروی ناشی از حرارت مرکزی زمین، نیازمند حمایت شدید است.
اما ظرفیت جمعی این فناوری‌ها برای تولید برق در دهه‌های آینده محدود است.
پیش بینیهای OECD نشان میدهد که حتی با ۲۰ سال حمایت تحقیقاتی و یارانه‌ای، این منابع جدید جایگزین شونده می‌توانند کمتر از ۳ درصد از برق جهان را تأمین کنند.
کارشناسان امور محیط زیست در زمینه هشدار نسبت به این که تغییرات فاجعه‌بار آب و هوایی یک خطر واقعی و حتمی است، نقش ارزشمندی ایفا کرده اند.
این مسأله نیز اهمیت حیاتی دارد که آنان باید برای یافتن راه‌حل‌های این مشکل نیز به همین اندازه واقع‌گرا باشند.
ما حتی با حداکثر ذخیره‌سازی انرژی و چشم‌اندازی که پوشیده از صفحه‌های گیرنده انرژی خورشیدی و نیز آسیاب‌های بادی است، باز هم برای تأمین بیشتر نیازهای مربوط به انرژی خود به منابع معتنابهی از آن نیاز داریم که به طور ۲۴ ساعته برق تولید کنند.
نیروی هسته‌ای مانند انرژی خورشیدی، باد و آب، می‌تواند بدون تولید دی‌اکسید کربن یا انتشار سایر گازهای گلخانه‌ای برق تولید کند.
تفاوت اساسی انرژی هسته‌ای در آن است که این انرژی تنها گزینه‌ای است که می‌تواند منابع گستردهٔ الکتریسیته پاکیزه را در مقیاس جهانی تولید کند.
چنانچه بخواهیم نیاز بیکران جهان را به انرژی پاکیزه تأمین کنیم، باید نیروی هسته‌ای و «منابع جدید جایگزین‌شونده» را اگر چه رقیب یکدیگر محسوب می‌شوند، به عنوان شریک یکدیگر در نظر بگیریم.

ضرورت استفاده از نیروی هسته‌ای

مؤسسه بین‌المللی انرژی OECD یک نهاد بین دولی است که تقاضای جهانی انرژی را تجزیه و تحلیل می‌کند.در بخش خصوصی، این ارزیابی توسط «شورای جهانی انرژی» انجام می‌شود.
هر دوی این سازمان‌ها به این نتیجه رسیدند که:
جهان ما بدون گسترش سریع انرژی هسته‌ای نمی‌تواند نیازهای روبه افزایش خود را در زمینه انرژی به شکلی پاکیزه رفع کند.

انرژی هسته‌ای امروز

استفاده از نیروی هسته‌ای از ۴۰ سال پیش آغاز شد و اینک این نیرو همان اندازه از برق جهان را تأمین می‌کند که ۴۰ سال پیش به وسیله تمام منابع انرژی تأمین می‌شد.

حدود دوسوم از جمعیت جهان در کشورهایی زندگی می‌کنند که نیروگاه‌های هسته‌ای آنها در زمینه تولید برق و زیرساخت‌های صنعتی نقش مکمل را ایفا می‌کنند.

نیمی از مردم جهان در کشورهایی زندگی می‌کنند که نیروگاه‌های انرژی هسته‌ای در آنها در حال برنامه‌ریزی و یا در دست ساخت هستند.

به این ترتیب، توسعه سریع نیروی هسته‌ای جهان مستلزم بروز هیچ تغییر بنیادینی نیست و تنها نیازمند تسریع راهبردهای موجود است.

امروزه حدود ۴۴۰ نیروگاه هسته‌ای در ۳۱ کشور جهان برق تولید می‌کنند.

بیش از ۱۵ کشور از مجموع این تعداد در زمینه تأمین برق خود تا ۲۵ درصد یا بیشتر، متکی به نیروی هسته‌ای هستند.

در اروپا و ژاپن سهم نیروی هسته‌ای در تأمین برق بیش از ۳۰ درصد است،در آمریکا نیروی هسته‌ای ۲۰ درصد از برق را تأمین می‌کند.

در سرتاسر جهان، دانشمندان بیش از ۵۰ کشور از حدود ۳۰۰ راکتور تحقیقاتی استفاده می‌کنند تا:

درباره فناوری‌های هسته‌ای تحقیق کرده و

برای تشخیص بیماری و درمان سرطان، رادیوایزوتوپ تولید کنند.

همچنین در اقیانوس‌های جهان راکتورهای هسته‌ای نیروی محرکه بیش از ۴۰۰ کشتی را بدون اینکه به خدمه آن و یا محیط زیست آسیبی برسانند، تأمین می‌کنند.

در دوره پس از جنگ سرد، فعالیت جدیدی برای حذف مواد هسته‌ای از تسلیحات و تبدیل آن به سوخت نیروی هسته‌ای غیرنظامی آغاز شد.

سیاست‌های قدرتمند هسته‌ای

بسیاری از کشورها تعهد شدیدی نسبت به نیروی هسته‌ای دارند.

در میان این کشورها می‌توان از چین، هند، آمریکا، روسیه و ژاپن نام برد که همهٔ آنها با هم نیمی از جمعیت جهان را در خود جای داده‌اند.

سایر کشورها از جمله آرژانتین، برزیل، کانادا، فنلاند، کره جنوبی، آفریقای جنوبی، اوکراین و چندین کشور دیگر حوزهٔ مرکز و شرق اروپا فعالیت می‌کنند تا نقش نیروی هسته‌ای را در اقتصاد خود افزایش دهند.

کشورهای در حال توسعه مهم که نیروی هسته‌ای ندارند، مانند اندونزی، مصر و ویتنام نیز سرگرم بررسی این گزینه هستند.

نیروی هسته‌ای موجب استقلال در زمینه انرژی گردیده و تأمین آن را تضمین میکند.
فرانسه با ۶۰ میلیون جمعیت بیش از ۷۵ درصد از نیروی برق خود را از نیروی هسته‌ای تأمین می‌کند و بزرگترین صادرکننده اصلی برق است.کشور ۶۰ میلیونی ایتالیا نیروی هسته‌ای ندارد و بزرگترین واردکننده برق است.

واقعیات مربوط به تشعشع

تشعشع به طور طبیعی از طرف زمین و جو به تمام نقاط کره زمین انتشار می‌یابد.
این «زمینه طبیعی» تشعشع که از یک منطقه به منطقه دیگر متغیر است، جزیی از محیط زیست است که همه انسانها در آن پرورش داده می شوند.تشعشع نیز مانند بسیاری پدیده‌های دیگر می‌تواند هم مفید و هم مضر باشد.مقادیر زیاد پرتوگیری خطرناک است.شواهد فراوانی نشان می‌دهند که مقادیر کم پرتوگیری بی‌ضرر است.تشعشع تولید شده در قلب راکتورهای هسته‌ای شبیه به تشعشع طبیعی بوده اما شدت آن بیشتر است.
در نیروگاه‌های هسته‌ای حفاظ‌های لازم برای مهار این تشعشع وجود دارند تا میلیونها تن از مردمی که در نزدیکی آن قرار دارند به سلامت زندگی کنند.
عموما هر فرد ۹۰ درصد از پرتوگیری خود را از طبیعت و ۱۰ درصد آن را از قرار گرفتن در معرض تشعشعات پزشکی دریافت می‌نماید.پرتوگیری ناشی از نیروگاه هسته‌ای ناچیز است.

چرنوبیل: از شایعه تا واقعیت

فاجعه هسته‌ای سال ۱۹۸۶ در چرنوبیل اوکراین تنها حادثه ناشی از نیروی هسته‌ای بود که تاکنون به مردم آسیب رسانده و نسبت به امنیت نیروی هسته‌ای وحشت گسترده‌ای را پراکنده کرده‌است.
اما راکتور چرنوبیل طرحی به شدت معیوب و خصوصیات امنیتی ضعیفی داشت که نتوانست در برابر یک اشتباه انسانی از خود محافظت کند.
در عوض، حادثه جزیره تری‌مایل آمریکا که هیچ کس بر اثر آن آسیب ندید، با استفاده از سیستم‌های محافظتی گسترده که اینک استاندارد صنعت جهانی شده است، مهار شد.
راکتورهایی که کاستی‌های شدید چرنوبیل در آنها نیز وجود داشت، نابود و یا اصلاح شدند و دیگر چنین راکتورهایی ساخته نخواهد شد.
سازمان ملل با به‌کارگیری کارشناسان هسته‌ای برجسته جهان، مطالعات و تحقیقات جامعی را درباره تأثیرات حادثه چرنوبیل بر سلامت افراد انجام داده است که تعیین آمار تلفات اولیه که ۳۱ نفر بود، جزو آن محسوب نمی‌شود .

از یکهزار و هشتصد مورد سرطان تیروئید که به این حادثه نسبت داده شد، تقریباً تمام آنها با موفقیت درمان شدند.
به جز این مورد، پس از گذشت بیش از ۱۵ سال از آن حادثه، دیگر هیچ مدرک علمی درباره افزایش بروز سرطان در مناطق دور یا نزدیک چرنوبیل وجود ندارد.
بنابر تئوری تأثیرات احتمالی و بلندمدت حادثه چرنوبیل پیش‌بینی می‌شود که ۳ هزار مورد مرگ ناشی از سرطان در سال‌های پایانی زندگی افراد روی دهد. چنین رقمی، آنچنان ناچیز است که از نظر آماری قابل تأیید نخواهد بود .
یافته‌های معتبر سازمان ملل اهمیت آنچه را که در چرنوبیل روی داد، کاهش نمی‌دهد.
اما آنها حتماً گزارش‌های فراوان جنجالی در این باره را تکذیب و کمک می‌کنند تا یک برخورد منطقی و غیر اغراق آمیز با این رویداد منحصر به فرد صورت گیرد.
حوادث انفجار معادن زغال سنگ و انفجار گاز، موجب تلفات هزاران نفر در هر سال می‌شود. جالب اینجاست که چنین مرگ‌هایی به گونه‌ای عادی به حساب می‌آیند که به طور کلی از گزارش آنها صرف‌نظر می‌شود.
به عنوان مثال، ممکن است یک حادثه معدن ساده که موجب مرگ ده‌ها تن شده است، بدون آنکه مورد توجه قرار بگیرد، رخ دهد حتی اگر تلفات ناشی از آن در یک روز بیشتر از تلفات ناشی از نیروی هسته‌ای در کل تاریخ این انرژی باشد.
مصرف بیش از حد سوخت‌های فسیلی باعث آلودگی هوا شده که این خود بزرگترین خطر برای سلامتی انسان است. براساس برآورد سازمان بهداشت جهانی (WHO)آلودگی هوا تقریباً در هر سال موجب مرگ سه میلیون نفر می‌شود.
دانشمندان علم پزشکی پیش‌بینی می‌کنند که تلفات ناشی از سوخت‌های فسیلی تا سال ۲۰۲۵ سه برابر خواهد شد
چنین تأثیرات مرگباری بر سلامت انسان‌ها که بزودی معادل با بروز ۶۰۰ «آلودگی چرنوبیل» در روز خواهدشد، تحریف شده‌ترین اخبار را نیز دربارهٔ نیروی هسته‌ای درهم خواهد شکست

سابقه درخشان نیروی هسته‌ای

با این که حادثه چرنوبیل تصویر انرژی هسته‌ای را مخدوش کرد، اما میراث مثبت این حادثه باعث شد تا یک سیستم امنیت هسته‌ای قویتر در سراسر جهان شکل گیرد.
در سال ۱۹۸۹ صنعت هسته‌ای، انجمن جهانی اپراتورهای هسته‌ای (WANO) را برای رشد فرهنگ ایمنی هسته‌ای جهانی تأسیس کرد.

WANO از طریق سیاست بخش خصوصی، شبکه فرا-ملی مبادله فنی را ایجاد کرد که تمام کشورهای دارای نیروی هسته‌ای را دربرمی‌گیرد.
امروزه هر راکتور نیروی هسته‌ای در جهان عضوی از WANO برای بازبینی هم‌طرازی عملیاتی است. هدف سیستم بازبینی هم‌طراز WANO این ست که پیروی از معیارهای دشوار ایمنی تنظیم شده از سوی آژانس بین‌المللی انرژی اتمی (IAEA) را تضمین کند.
پیشرفت‌های به‌دست آمده در امور ایمنی غیر قابل تردید است. در بیشتر نیروگاه‌های جهان میزان وقوع «رویداد» قابل گزارشی که مربوط به مسأله ایمنی باشد، تقریباً صفر است.
قوانین بیمه ملی و بین‌المللی مسؤولیت را به عهده کارگزاران نیروگاه هسته‌ای گذاشته است. به عنوان مثال، در آمریکا متصدیان نیروگاه در یک سیستم «مشترک» بیمه خصوصی سهیم هستند که برای مالیات‌دهندگان حتی یک سکه هم هزینه ندارد.امروزه نیروگاه‌های هسته‌ای در ارتباط با کارکنان خود و عامه مردم از سابقه ایمنی درخشانی برخوردارند.

در حمل و نقل مواد هسته‌ای استفاده از کانتینرهای ساخته شده با تکنولوژی بسیار بالا که قادرند در برابر تأثیرات فوق العاده (هسته‌ای) مقاومت کنند، یک امر عادی در این صنعت محسوب می‌شود.
تاکنون بیش از ۲۰ هزار کانتینر حاوی سوخت‌های مصرف شده و زباله‌های هسته‌ای سطح بالا به سلامت و در مسافتی به مجموع ۳۰ میلیون کیلومتر حمل شده‌اند.
در جریان حمل و نقل این محموله‌ها و سایر مواد رادیواکتیو، هم برای استفاده در مصارف تحقیقاتی و هم مصارف دارویی و یا نیروی هسته‌ای، حتی یک مورد از پخش مضر مواد رادیواکتیو وجود نداشته است.

پسمانهای هسته‌ای: نگهداری امن در برابر پراکندگی فاجعه‌بار

جادوی نیروی هسته‌ای آن است که می‌توان تنها از یک مشت عنصر اورانیوم که با غلظت‌های بسیار بالا در زیر زمین یافت می‌شود، مقدار زیادی نیرو به دست آورد.
پسمانهای هسته‌ای نیز همین ارزش را بمیزان کمتری دارند و می‌توان آن را با اطمینان و بدون خطر با ذخیره کردن در زیرزمین به کره زمین بازگرداند.
از آنجا که این مقدار عظیم انرژی تنها پسمان محدودی را که قابل کنترل نیز هست برجا می‌گذارد، اورانیوم را هدیه طبیعت برای توسعه پاکیزه اقتصادی می‌نامند.
اما در عوض ضایعات ناشی از سوخت‌های فسیلی آنقدر زیاد و غیرقابل کنترل است که نمی‌توان آن را نگهداری کرد، بلکه باید در محیط پراکنده شوند.
براساس سیاست‌های کنونی، سوخت‌های فسیلی و نیروی هسته‌ای بر اساس اصول متفاوتی مورد استفاده قرار می‌گیرند.
دولت‌ها که به دلیل تأمین «نیروی ارزان» از سوی مردم تحت فشار هستند، از محیط زیست به عنوان زباله‌دانی برای ضایعات سوخت‌های فسیلی استفاده می‌کنند.

در عین حال در بیشتر کشورها هزینه نیروی هسته‌ای دربردارنده سهمی است که برای نگهداری و نابودی دایمی و بدون خطر پسمانهای آن کنار گذاشته می‌شود.

مدیریت پسمان هسته‌ای

تمدن جدید مقادیر متنابهی پسمان صنعتی تولید می‌کند که باید به دقت کنترل و نابود شود.

در میان این پسمانها، پسمانهای هسته‌ای وجود دارند که مقدار آنها در مقایسه با سایر زباله‌ها بسیار ناچیز و قابل کنترل است.در عوض زباله‌های شیمیایی:هزاران بار از نظر حجمی بیشتر هستند، می‌توانند برای همیشه سمی باقی بمانند، ومسأله نابودی آنها به شدت دشوار است.

پسمانهای هسته‌ای غیرنظامی در صورتی که به طور مؤثر و مفیدی مورد محافظت و نگهداری قرار بگیرند، هیچ گاه برای هیچ کس و برای محیط زیست زیانبار نخواهندبود.

پسمانهای هسته‌ای که به شدت رادیواکتیو هستند، نیاز به انبار کردن طولانی و با طراحی مناسب دارند تا شدت رادیواکتیویته آنها به سطوح طبیعی تنزل نماید.

اما جدای از غیرقابل‌حل‌بودن این مسئله، نابودی این پسمانها به این دلیل که از حجم کمی برخوردارند، سرمایه‌ای نسبی برای انرژی هسته‌ای محسوب می‌شود.

سوخت مصرف شده سالانه تمام راکتورهای جهان را می‌توان درون یک ساختمان دوطبقه‌ای که در محوطه یک زمین بسکتبال ساخته شده است، جای داد.

انبار کردن در زمین: یک راه‌حل طبیعی که علم هم از آن حمایت می‌کند

آیا در پهنه جغرافیا اماکنی هست که بتواند پسمانهای هسته‌ای را بدون ایجاد خطر برای کره زمین در حود حفظ و قرنطینه کند؟

چنانچه در این مورد تردید دارید، لازم است تنها به یاد بیاورید که میلیون‌ها سال است که تریلیون تریلیون لیتر از گاز طبیعی در زیر زمین و در یک جای ثابت قرار دارد.

در مقایسه با این حجم، مقدار پسمان هسته‌ای که نیاز به انبارشدن دایمی دارند، ناچیز است. و دیگر این که این پسمانها مایع و یا فرار نبوده بلکه جامد بوده و به شکل سرامیک‌های پایدار هستند.

طبیعت نمونه خوبی از «انبار کردن» پسمانهای هسته‌ای را در اختیار ما قرار داده است. حدود دو میلیارد سال پیش در جایی که اکنون کشور گابن در آفریقا قرار دارد، ذخایر طبیعی و غنی اورانیوم موجب شد تا فعالیتهای خودبه‌خودی از واکنش‌های عظیم هسته‌ای ایجاد شود.

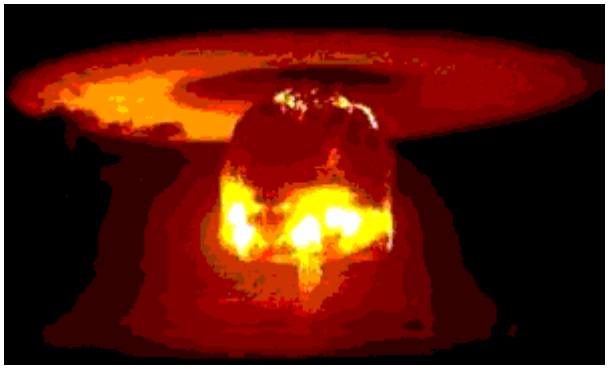
از آن زمان، با وجود بارش هزاران سالهٔ باران‌های استوایی و وجود سفره‌های آب زیرزمینی «پسمان» حاوی رادیواکتیویته ناشی از آن «راکتورها» تنها کمتر از ده متر جابه‌جا شده است.

دانشمندان هسته‌ای، زمین‌شناسان و مهندسان، طرح‌های مفصلی را برای انبار کردن بدون خطر و زیرزمینی پسمانهای هسته‌ای ارایه کرده اند.

یک سازه زمین شناختی پایدار با حصارهای بسیار مطمئن ساخته می‌شود. لایه‌های اضافی حفاظتی آن از «حصارهای متعدد مهندسی‌ساز» تشکیل شده است که سرامیک سوخت و کانتینرهای بزرگ را با طول عمر زیاد در خود جای می‌دهد.

این مخازن زیرزمینی با این تضمین که تشعشع زیانبار حتی بر اثر زلزله‌های شدید یا گذشت زمان نیز به سطح زمین نفوذ نکند، طراحی شده اند.

در صورتی که فناوری‌های جدید راه‌هایی را برای استفاده مجدد از مواد یا تسریع زوال رادیواکتیویته ارایه دهند، پسمانهای هسته‌ای را نیز می‌توان بازیافت کرد.



مراقبت‌هایی در برابر تسلیحات

یک راکتور هسته‌ای، بالقوه یک بمب نیست و سوخت آن هم یک ماده منفجرهٔ هسته‌ای نیست.

ماده کمیاب سلاح‌های هسته‌ای تنها از طریق اجرای یک پروژه نظامی بنیادین ساخته می‌شود.

هشت کشور در جهان سلاح‌های پیشرفته هسته‌ای دارند. بیش از ۱۸۰ دولت متعهدشده اند که چنین سلاح‌هایی را تولید نکنند و نظارت‌های آژانس بین‌المللی انرژی اتمی (IAEA) که بمنظور ردیابی پروژه‌های تسلیحاتی شکل گرفته‌است را در کشورشان پذیرفته‌اند.

تمام انواع مواد هسته‌ای نیازمند انجام مراقبت شدید هستند. اما استفاده از انرژی هسته‌ای برای تولید الکتریسیته، سهمی در ایجاد خطر سلاح‌های هسته‌ای و یا تکثیر آنها ندارد.

امنیت نیروگاه‌های هسته‌ای

نیروگاه‌های هسته‌ای از نظر طراحی به شدت محکم و قوی هستند. در واقع می‌توان آنها را در زمره محکم‌ترین سازه‌هایی که تاکنون ساخته شده‌اند، قرار دارد.

برای مراقبت‌های خارجی، این استحکامات طبیعی باکنترل‌های امنیتی و نیروهای گارد تقویت شده‌اند.

بیشتر طراحی راکتورها با این که در برابر تمام حملات احتمالی، غیرقابل نفوذ نیست، اما می‌تواند از انتشار مواد رادیواکتیو حتی در بدترین حالت غیرمحتمل نیز جلوگیری کند.

برحسب یک واقعیت ناخوشایند، تروریست‌هایی که بخواهند کشتار به‌راه اندازند، با اطمینان می‌توانند برای تأثیرگذاری بیشتری، از اهداف مختلف دیگری استفاده نمایند.

قابلیت رقابت نیروی هسته‌ای

در حال حاضر هزینه ساخت نیروگاه‌های هسته‌ای بیش از ساخت نیروگاه‌هایی است که با سوخت زغال یا گاز کار می‌کنند. این تفاوت با توجه به تجربهٔ طولانی استفاده از نیروی هسته‌ای که به کاهش دوره ساخت و افزایش طول عمر نیروگاه کمک می‌کند، در حال کم شدن است.

در صورتی که نیروگاه‌های هسته‌ای ساخته شوند، می‌توانند به دلیل استفاده از سوخت ارزان و کارآیی اصلاح شده، با هزینهٔ کمتری به فعالیت خود ادامه دهند.
بنابراین نیروی هسته‌ای حتی در بازار فروش که چندان به خواص آن اهمیت نمی‌دهد، نیز به طور فزاینده‌ای قابل رقابت است.
درحالیکه از نظر انتشار گازهای گلخانه‌ای زیانبار برچسب قیمتی برای منابع انرژی درنظر بگیریم، به سرعت درمی‌یابیم که نیروی هسته‌ای در زمینهٔ تولید فزایندهٔ انرژی، آن هم در مقیاس جهانی، ارزان‌ترین و البته پاکیزه‌ترین گزینه است.

آینده هسته‌ای فراگیر

با شروع قرن بیست و یکم، انرژی هسته‌ای ۱۶ درصد برق جهان را تأمین می‌کند.
با اجرای یک سیاست همگانی بی‌نقص، این درصد می‌تواند به سرعت افزایش یابد و بدون انتشار گازهای گلخانه‌ای و ایجاد آلودگی از موفقیت اقتصاد جهانی حمایت کند.
خوشبختانه اورانیومی که سوخت هسته‌ای است به مقادیر زیاد هم در روی زمین و هم در بستر دریا یافت می‌شود.در دسترس بودن اورانیوم در سرتاسر جهان و با هزینه کم، عامل مهمی است که موجب گسترش سریع نیروی هسته‌ای می‌شود.
صنعت نیروی هسته‌ای سرگرم آماده کردن نسل جدیدی از راکتورهاست.
طرح‌های ساده‌تر و مطابق استاندارد موجب تسریع صدور مجوز ساخت راکتور شده و زمان و هزینه ساخت را کاهش می‌دهد و این در حالی است که حداکثر استانداردهای حفاظت در برابر حوادث، زلزله و یا حمله تروریستی نیز در آن رعایت شده است.
راه‌اندازی راکتورهای پیشرفته حتی هزینه کمتری داشته و پسمان کمتری نیز تولید می‌کند.
بدعت مهم در این زمینه تلفیق خصوصیات «ذاتی» و «تابع» ایمنی است و منظور از آن استفاده از اصول طبیعی و فیزیکی به عنوان جایگزینی برای کنترل فعال است.
انرژی پاکیزه‌ای را که از نیروی هسته‌ای ایجاد می‌شود، می‌تواند به جز تولید الکتریسیته پاکیزه برای تقطیر آب شور در مقیاس گسترده نیز به‌کار رود.کارخانه‌های «نمک‌زدایی» می‌توانند به رفع کمبود شدید آب آشامیدنی که تا سال ۲۰۲۵ بیش از نیمی از مردم جهان دچار آن می‌شوند، کمک کنند.

کاربرد پزشکی

امروزه شمار خیره‌کننده فناوری‌های هسته‌ای علاوه بر تأمین انرژی پاکیزه کمک می‌کنند تا:تشخیص پزشکی بهبود یابد.بیماری‌های بشری درمان شود.تغذیه بشر افزایش یابد.از سلامت حیوانات اهلی مراقبت شود.منابع آبی توسعه یابند.حیوانات خطرناک نابود شوند.بهره‌وری کشاورزی بهبود یابد.مواد غذایی تأمین شود.

کنترل کیفیت صنعتی تقویت شود وعلم شناخت محیط زیست پیشرفت یابد.

نیروی هسته‌ای و توسعه پایدار

نیروی هسته‌ای از آن نظر یک فناوری «توسعه پایدار» است که:

سوخت آن تا قرن‌ها در دسترس خواهد بود.

سابقه بی‌خطر بودن آن برتر از سایر منابع عمده انرژی است.

مصرف آن هیچ آلودگی واقعی ایجاد نمی‌کند.

استفاده از آن، منابع باارزش سوخت‌های فسیلی را برای نسل‌های دیگر حفظ می‌کند.

هزینه‌های مربوط به آن قابل رقابت و همچنان در حال کاهش است.

پسمانهای آن را می‌توان برای مدت زیادی بدون خطر کنترل کرد.

هند و چین که به تنهایی ۴۰ درصد از مردم جهان را در خود جای داده‌اند، از نظر اقتصادی به سرعت در حال پیشرفت هستند.

هر کدام از کشورهای فوق مقادیر متنابهی زغال‌سنگ و یک صنعت نیروی هسته‌ای کوچک ولی از نظر فناوری، پیچیده دارند که رشد خود را آغاز کرده است.

در برنامه کاری جهان هیچ مسأله‌ای بالاتر از این وجود ندارد که چطور کشورهای در حال توسعه فعلی و سایر کشورهای در حال توسعه خواهند توانست نیازهای خود را در زمینه تأمین انرژی که به سرعت در حال تشدید است، تأمین کنند.

آینده کره زمین در خطر است.

یک بحران که نیازمند هدایت و حل شدن است

در سال ۱۹۵۳، رییس جمهور امریکا «دویت دی. آیزنهاور» برای مطرح کردن طرح چالش‌برانگیز و رویایی خود به نام «اتم در خدمت صلح» در مجمع عمومی سازمان ملل حاضر شد.

منظور از مفهوم «اتم در خدمت صلح» همانا کنترل علوم اتمی و هدایت آن به سوی رفع نیازهای بشری در سرتاسر جهان و از طریق «انرژی فراوان الکتریسیته» و نیز از طریق کاربرد وسیع فناوری‌های هسته‌ای بود.

هزاران تن از افرادی که از کشورهای مختلف در عرصه‌های علمی و دیپلماسی فعالیت داشتند، در جریان یک تلاش مشترک و انبوه شالوده بسیار قوی‌تری را برای تحقق رویای آن روز فراهم کردند.

امروزه نیروی هسته‌ای یک فناوری دایماً در حال پیشرفت است که تجربه عملیاتی سالانه بیش از ده هزار راکتور را در یک صنعت جهانی بالغ و روبه‌رشد به کار می‌گیرد.

این منبع فوق‌العاده گرانبها، مطمئن، بی‌خطر و پایدار در دسترس است تا با استفاده بسیار گسترده از آن یک بحران بی‌سابقه انسانی و زیست محیطی حل بشود.

این که آیا بشریت می‌تواند بر این بحران فایق آید، مسأله‌ای است که به رهبری و هدایت سیاسی و در نهایت به تفاهم همگانی و راه‌حل عمومی بستگی دارد.

انجمن جهانی هسته‌ای(WNA)

انجمن جهانی هسته‌ای(WNA) سازمان صنعت جهانی انرژی هسته‌ای است.

منشور اخلاقی :WNA

اصول و مقررات قانونی بین‌المللی سختی را مورد تأکید قرار می‌دهد که صنعت هسته‌ای بر اساس آن در سرتاسر جهان فعالیت می‌کند.

روحیه مشارکت صنعت هسته‌ای را با سایر فناوری‌های مربوط به انرژی پاکیزه مورد تأیید قرار می‌دهد.

اساس تلاش‌های WNA را برای پیشبرد یک بحث عمومی که به جای شایعات بر واقعیات و گزینه‌های واقعی و ضروری فراروی بشریت، مبتنی است تشکیل می‌دهد.

ایران و نیاز به برق هسته ای

در فرآیند پر فراز ونشیب دستیابی ایران به فناوری هسته ای، بر اثر جوسازی ایالات متحده در سطح جهان برضد ایران و طولانی شدن روند آن، دستیابی کشورمان به فناوری هسته ای اسباب دغدغه امنیتی کشورهای دیگر را فراهم کرد؛ به طوری که فضای حاکم بر این فرآیند کاملاً سیاسی شده و از برخی نیازهای اساسی آن غفلت شده است. از مهم ترین آنها اصل نیاز بخش انرژی کشور به برق هسته ای است که در خبرها و تفسیرهای رسانه های داخلی و خارجی کشور کمتر به آن توجه شده است.

در ذیل به مهم ترین مصارف صلح آمیز انرژی هسته ای یعنی تولید برق هسته ای اشاره می شود:

الف) مصرف برق کشور در دو سال گذشته به طور متوسط بیش از ۷ درصد در سال رشد داشته در حالی که تقاضا با سرعت بیشتری رشد کرده است. با توجه به برنامه های توسعه کشور، کلیه پیش بینی ها حکایت از آن دارد که این روند فزاینده همچنان ادامه خواهد داشت. از سوی دیگر، به دلیل وضعیت اقلیمی کشور و محدودیت های ظرفیت های برق- آبی، به رغم توسعه گسترده این منابع، سهم تولید برق از سدها و منابع آبی کشور ظرف ۴۰ سال گذشته از بیش از ۲۵ درصد به کمتر از ۴ درصد کاهش یافته و تولید برق کشور بیش از پیش به نیروگاه های بخاری وگازی و یا سیکل ترکیبی وابسته شده است.

این مسئله نیز بسیار با اهمیت است که به دلیل محدودیت منابع غنی زغال سنگ درکشورمان، زغال سنگ نیز سهمی در تولید برق ندارد و درآینده نیز نمی تواند سهم قابل توجهی در این زمینه داشته باشد؛ از این رو تولید انرژی برق در نیروگاه های کشور در قیاس با متوسط جهانی نیز بیش از حد به سوخت های هیدروکربوری وابسته است.

همچنین باید توجه داشت فرآیند تبدیل انرژی اولیه هیدروکربوری به برق، راندمان نسبتاً پایین و آثار منفی زیست محیطی دارد؛ بنابراین برای تأمین نیاز آینده کشور به نیروی برق، روی آوردن به تولید برق هسته ای اجتناب ناپذیر به نظر می رسد و به همین دلیل حتی در دوران رژیم گذشته، تولید برق هسته ای در برنامه های بلند مدت تأمین برق انرژی مورد نیاز کشور لحاظ شده است و متوقف کردن برنامه های یادشده به معنای آسیب به فرآیند رشد و توسعه اقتصادی کشور خواهد بود.

ب) از زمان رژیم گذشته، سرمایه گذاری زیرساختی عظیمی برای تولید برق هسته ای درکشور انجام شده است که دولت های صنعتی غرب ازآن استقبال کرده اند. چگونه می توان ملت ایران را به بهانه های غیرواقعی از بهره بردن از این سرمایه گذاری ها محروم کرد؟

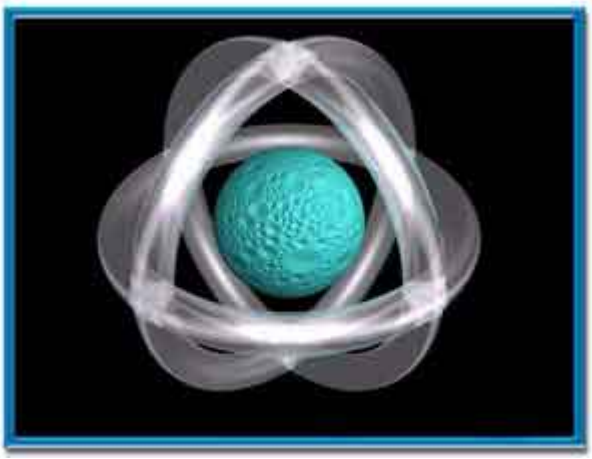
ج) ترکیب سبد انرژی مصرفی کشور در قیاس با متوسط جهانی بسیار ناهماهنگ است. در حالی که به طور متوسط درسطح جهان سهم نفت وگاز در سبد انرژی به کمتر از ۱/۳ درصد محدود و سهم نیروی هسته ای درسبد انرژی جهان به بیش از ۶/۵ درصد افزایش یافته، سهم نفت وگاز در تأمین انرژی اولیه ایران به بیش از ۹۸ درصد افزایش یافته است و این مسئله با توجه به فنا پذیری منابع هیدروکربوری، همچنین با توجه به اصل عقلانی متنوع سازی منابع انرژی، از نظر راهبردی به مصلحت

کشور نیست وبا توجه به محدودیت سایر منابع که به آن اشاره شد، برای خروج از این محدودیت چاره ای جز توسعه نیروگاه های هسته ای وجود ندارد.

د) اگر جامعه جهانی و به ویژه دولت صنعتی غرب در ادعاهای خود در مباحث مربوط به جهانی شدن والزام های آن صداقت دارند، باید این صداقت را درهمه امور نشان دهند. در زمینه منابع انرژی فسیلی، با توجه به دو ویژگی مهم این منابع، نگرش و برنامه ریزی یکپارچه جهانی اهمیت فراوانی دارد. این دو ویژگی عبارتند از: فناپذیر بودن و آلوده ساز بودن این منابع. اگر نگاه واقعاً جهانی باشد، منابع محدود فسیلی متعلق به کل جامعه بشری است و پیامدهای زیست محیطی ناشی از مصرف بی رویه آن نیز گریبان کل جامعه بشری را می گیرد. بنابراین یک برنامه ریزی منطقی با نگرش جهانی و فراتراز نگرش های محدود ملی لازم است که در انتخاب ترکیب بهینه به استفاده از حامل های مختلف انرژی و منابع کل جامعه بشری توجه شود. دراین چارچوب آیا منطقی خواهد بود که مثلاً در یک کشور، بعضی از حامل های انرژی به صورت غیر اقتصادی استفاده شوند و این کشور به هر دلیل یا بهانه ای، از بهینه کردن ترکیب انرژی خود بازداشته شود و یا در جایی که بهینه ملی یا بهینه جهانی در تعارض قرار می گیرند، در فرآیند جهانی شدن کدام را باید انتخاب کرد؟ کشورهای صنعتی بعد از دهه هفتاد تمام تلاش خود را برای به حداقل رساندن سهم نفت وگاز در سبد انرژی مصرفی خود داشته اند، اما سهم این منابع هرگز به صفر نرسیده است ونخواهد رسید و بنابراین باید از منابع هیدروکربوری درسطح جامعه بین المللی به صورت بهینه استفاده کرد. استفاده غیر بهینه یک کشور موجب محرومیت کل جامعه بشری خواهد شد؛ بنابراین منطق جهانی ایجاب می کند که جامعه بشری درمقابل وادار کردن یک کشور به استفاده غیر بهینه ازمنابع انرژی خود موضع گیری کند.

با توجه به آنچه گفته شد، نیاز ایران به برق هسته ای آشکارتر می شود و برای دستیابی ایران به این فناوری باید به هرگونه همکاری ایران با اتحادیه اروپا در زمینه انرژی اتمی در چارچوب همکاری گسترده درزمینه کل مقوله انرژی، توجه شود. دراین چارچوب اگر اتحادیه اروپا به موقعیت، فرصت و یا اعتباری در بخش انرژی ایران دست می یابد، ایران نیز باید به موقعیتی در بخش انرژی اروپا دست یابد. به طور ویژه، سهم یابی ایران در بازار گاز اروپا در این باره می تواند مورد توجه باشد.

تشریح انرژی هسته ای ایران در حال حاضر



فعالیت بخش‌هایی از مرکز تحقیقات و تولید سوخت هسته‌ای اصفهان (یو.سی.اف) که ۹ماه پیش در پی جوسازی‌های بیگانگان در مورد فعالیت‌های صلح آمیز هسته‌ای ایران به حالت تعلیق درآمده بود، امروز با حضور بازرسان آژانس بین المللی برای تولید محصولات اورانیومی آغاز شد.

غربی‌ها از دو سال پیش، به رغم گزارش‌های متعددی که آژانس بین‌المللی انرژی اتمی در خصوص صلح آمیز بودن فعالیت‌های هسته‌ای ایران ارایه کرده است، ایران را متهم به استفاده نظامی از فناوری هسته‌ای کرده و در این راستا تلاش کرده‌اند تا مانع فعالیت‌های صلح آمیز هسته‌ای ایران شوند.

اقدامات غرب در مقابل ایران در حالی صورت می‌گیرد که امروزه دانش و فناوری هسته‌ای در زندگی بشر کاربردهای بسیار فراوان دارد که استفاده نظامی از آن یکی از هزاران کاربرد آن می‌باشد.

در این گزارش، کاربردهای علمی انرژی هسته‌ای مورد توجه قرار گرفته است که در پی می‌آید: بطور کلی در خصوص فعالیت‌های هسته‌ای دو دیدگاه طرح شده است. بر اساس دیدگاه اول دانش و فناوری هسته‌ای مانند سایر دانش‌ها زمینه و امکانی در مسیر رفاه و آسایش زندگی انسان است و همگان می‌توانند از آن بهره‌مند شوند.

حامیان دیدگاه دوم که شماری از کشورهای غربی آن را پیگیری می‌کنند، عقیده دارند که دانش و فناوری هسته‌ای باید در اختیار چند کشور محدود در جهان باشد و دیگران نیازهای خود را از این کشورها تامین کنند.

امروزه دستیابی به زوایای مختلف علوم و تکنولوژی هسته‌ای مسالمت آمیز و ایجاد زمینه‌های کاربرد آن می‌تواند به عنوان یک شاخص پیشرفت در پایداری سیاسی ، اجتماعی و اقتصادی برای هر کشوری بشمار آید و علاوه بر این می تواند نمایانگر سطح دانش و توان بالای دانشمندان آن جامعه باشد.

در ایران سابقه آشنایی و آغاز علوم هسته‌ای به بیش از ۴۰سال می‌رسد و با تلاش دانشمندان جوان ایرانی شاهد شکوفایی و گسترش این تکنولوژی بعد از انقلاب اسلامی در ایران هستیم.

جمهوری اسلامی ایران به عنوان یکی از کشورهای امضاکننده معاهده منع تکثیر و گسترش سلاح‌های هسته‌ای همواره بر حق خود جهت برخورداری از دانش و فناوری هسته‌ای مسالمت آمیز براساس موافقت نامه‌های جهانی تاکید کرده و استفاده از آن را حق مسلم خود می‌داند.

برخی کشورهای غربی و در راس آن آمریکا از زمستان ۱۳۸۲تلاش دارند تا فناوری هسته‌ای مسالمت آمیز ایران را متوقف کنند.

باید توجه داشت که دانش و فناوری هسته‌ای امروزه در زمینه‌های متعدد در زندگی بشر کاربرد دارد و در بین هزاران کاربرد صلح آمیز آن استفاده از آن به عنوان سلاح یکی از کاربردهای آن است که آمریکا و معدود کشورهای اروپایی برای محروم کردن تهران از این دانش تنها به احتمال و امکان کاربرد نظامی آن تاکید می‌کنند.

سیدمحمدرضا آقامیری استاد دانشگاه شهید بهشتی در این خصوص معتقد است: در ارتباط با برنامه‌های مسالمت آمیز هسته‌ای باید به مواردی چون خاص بودن موقعیت علوم و تکنولوژی هسته‌ای در مقایسه با سایر علوم، توانایی ایران به عنوان یک کشور مستقل برای گسترش و به کارگیری آن با تکیه بر دانشمندان جوان ایرانی و در نهایت جبران ناپذیر بودن هرگونه کوتاهی، خوشبینی و توجه نکردن به اقتدار ایجاد شده با اتکا به توان داخلی از نظر کاربرد فناوری هسته‌ای برای کشور توجه کرد.

دانش و فناوری هسته‌ای امروزه در زمینه‌های آموزشی، تحقیقات، تولید انرژی، پزشکی، صنعت، کشاورزی و صنایع غذایی کاربرد دارد و یکی از دیگر استفاده‌های آن نیز ساخت سلاح نظامی است. تحقیقات نوترونی تولید در جهت توسعه رادیو ایزوتوپها، آشکارسازی ، کاربرد اثرات بیولوژیکی پرتوها (رادیو بیولوژی) و همچنین ساخت و توسعه تجهیزات در این ارتباط از جمله موارد استفاده دانش هسته‌ای در زمینه‌های تحقیقاتی است.

بحث نمک زدایی (Disalination Nuclear)هسته‌ای یکی از دیگر مباحث مهم در ارتباط با فعالیت‌های مسالمت آمیز هسته‌ای است که چند سال گذشته از سوی محافل علمی مختلف مطرح شده است و مطالعات زیادی در محدوده آن صورت گرفته است.

ایران یکی از کشورهایی است که می‌تواند با استفاده از این روش مشکل تامین آب بخشی از مناطق جنوبی خود را مرتفع کند.

جمهوری اسلامی ایران حتی در این زمینه پیشنهاددهنده برگزاری همایشی با عنوان نمک زدایی هسته‌ای Nuclear Desalinationبود ولی به دلایل سیاسی این کنفرانس در سال ۲۰۰۲در مراکش برگزار شد.

با توجه به موقعیت جغرافیایی جمهوری اسلامی ایران که دارای بیش از ۲هزار کیلومتر مرز آبی در جنوب است و متاسفانه عمده این مناطق مرزی با مشکل آب شیرین روبرو هستند ، استفاده از این تکنولوژی می‌تواند نقش مهم و اساسی را در تغییر روش زندگی افراد این مناطق داشته باشد.

تامین انرژی سالم، ارزان قیمت و مطمئن به عنوان یکی از راههای رشد و شکوفایی اقتصاد هر کشوری با استفاده از دانش و فناوری هسته‌ای است که در عصر حاضر در کشورهای پیشرفته از آن استفاده می‌شود.

امروزه با توجه به رشد و گسترش چشمگیر مصرف انرژی در جهان و محدود بودن منابع انرژی‌های فسیلی و پیش بینی پایان یافتن آن درآینده، تامین انرژی‌های جایگزین برای تضمین پایداری و تامین

انرژی، ضروری و حیاتی است و برای توسعه پایدار در هر اقتصادی باید منابع مختلف را برای تامین انرژی در نظر گرفت.
تسلط کشورهای صنعتی بر این تکنولوژی و استفاده‌از آن به موازات سوخت‌های فسیلی این امکان را برای آنها فراهم می‌کند که با پایان رسیدن منابع فسیلی بدون بروز هر گونه نگرانی انرژیهای خود را از طریق سوخت‌های هسته‌ای تامین کنند و در مقابل اگر کشورهای جهان سوم نتوانند در سالهای آتی به این تکنولوژی دست یابند با بحران دشواری مواجه خواهند بود.
باید توجه داشت که اکنون در خصوص تامین منابع جدید انرژی ، اقتصادی بودن و میزان آلایندگی محیط زیست آنها از محورهای اساسی است و بر اساس بررسیها می‌توان نشان داد که استفاده از سوخت هسته‌ای اقتصادی‌ترین و از لحاظ آلایندگی ، پاک‌ترین و سالم‌ترین منبع تامین انرژی است. مطالعات نشان می‌دهد که بعضی از کشورهای مانند فرانسه نزدیک به ۸۰درصد و بلژیک تا ۵۵درصد و سوئد تا ۵۰درصد انرژی الکتریکی خود را از نیروگاهای هسته‌ای تامین می‌کند و این روند در اکثر کشورها رو به پیشرفت و گسترش است.
اکنون بهره‌برداری ایران از انرژی هسته‌ای در تولید الکتریسیته صفر است و با توجه به ضرورت شدید بازنگری در منابع تولید انرژی در ایران باید از هم اکنون به فکر تامین منابع مختلف انرژی بود. با توجه به مشکلات سوخت فسیلی از جنبه‌های زیست محیطی ، غیر قابل تجدید پذیر بودن، عدم اطمینان تامین این منابع برای سالهای آینده و نوسانات ایجاد شده در قیمت تمام شده به دلیل نوسانات بازار نفت، ضرورت برنامه ریزی برای بهره‌برداری بیشتر از منابع انرژی هسته‌ای برای تولید انرژی احساس می‌شود.
کاربرد و استفاده از فناوری و دانش هسته‌ای و رادیوایزوتوپها در پزشکی نیز دامنه وسیع دارد و این کاربرد هم در تشخیص و هم در بخش درمان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.
امروزه در تشخیص بیماریها در بعد تصویر برداری و آزمایشگاهی (پزشکی هسته‌ای) رادیو ایزوتوپها نقش مهمی را ایفا می‌کنند و در آینده نیز این کاربرد با توجه به پیشرفت آن گسترش خواهد یافت .
در ایران استفاده از فناوری هسته‌ای در پزشکی تشخیصی گسترش روز افزون دارد که مقایسه بین سالهای۱۳۶۷و ۱۳۸۲افزایش تعداد اینگونه مراکز از ۲۹ مرکز به ۸۰مرکز را نشان می‌دهد. بر اساس تحقیقات تعداد افراد مراجعه‌کننده به ازای هر یک هزار نفر ۱/۹۸ در سال ۱۹۸۹به ۸/۲در سال ۲۰۰۳رسیده است که این امر نمایانگر ۴برابر شدن استفاده از فناوری هسته‌ای برای امور پزشکی در ۱۴سال گذشته در ایران است.
البته این میزان استفاده از انرژی هسته‌ای در پزشکی در مقایسه با سایر کشورها گویای این نکته است که ایران در استفاده از این تکنولوژی و ارائه سرویس به بیماران نیازمند، دارای محدودیت است و این محدودیت هم در تنوع تولید رادیوایزوتوپ و هم در تجهیزات بکار گرفته شده می‌باشد. ملاحظه در تعداد رادیو ایزوتوپهای مورد استفاده در ایران در مقایسه با سایر کشورها این نکته را

مشخص می‌کند که ایران فقط امکان استفاده از ۴ رادیو ایزوتوپ را داراست در حالی که در کشورهای دیگر حدود۱۰ رادیوایزوتوپ مورد استفاده قرار می‌گیرد.
این محدودیت در اثر قدرت سیکلو ترون مورد استفاده در مرکز تحقیقات هسته‌ای کرج است. برای تولید رادیو ایزوتوپهای دیگر نیاز به سیکلوترون قوی تر ۱۰۰ام.ای.وی Mevاست و این کمبود باعث افزایش بیمار و همچنین از بین رفتن بعضی از ظرافتهای تصویر برداری شده است.
در پزشکی درمانی کاربرد مواد رادیو اکتیو و رادیوایزوتوپها و به طور کلی فناوری هسته‌ای نیز نقش قابل توجهی ایفا می‌کند و این عملکرد در قالب رادیوتراپی که‌بیشتر برای بیماران سرطانی استفاده می‌شود به‌صورت رادیوتراپی (تله تراپی) درمان از راه دور (Radiotherapy)وهمچنین درمان از نزدیک (Brackytherapy)و یددرمانی برای تیروئید و غیره است.
تعداد مراکز فعال درمانی دارای شتابدهنده خطی Linac در کشور در حال حاضر ۱۰مرکز است و ۵مرکز نیز در حال راه‌اندازی است و تعداد مراکز مجهز به رادیوتراپی کبالت ۲۰مرکز و تعداد مراکز انجام درمان داخل حفره‌ای ۷مرکز فعال و ۱۰مرکز در حال ساخت است.
این در حالی است که بر اساس استاندارد سازمان بهداشت جهانی WHOبه ازای هر ۳۰۰هزار نفر یک مرکز رادیوتراپی نیاز است ولیکن در حال حاضر به دلیل شرایط ایجاد شده ورود شتابدهندههای خطی درمانی نیز به ایران از سوی کشورهای مختلف با توجه به تحریم آمریکا با مشکلاتی روبرو شده است و محدودیتهایی در این زمینه اعمال می‌شود.
کاربرد دانش و فناوری هسته‌ای در زمینه صنعت و تحقیقات مربوطه به این بخش نیز گسترده است و کاربرد مواد رادیواکتیو و تکنیکهای هسته‌ای در صنعت امروزه با تنوع خاص و ویژه‌ای همراه است به طوری که در کلیه بخشهای صنعتی از این تکنولوژی و دانش هسته‌ای استفاده می‌شود. آنالیز مواد،اندازه‌گیری و کنترل، تستهای غیر مخربNDTدر زمینه‌کارهای باستانشناسی و تحقیقات باستانی، ردیابی تعیین مسیر لوله‌ها و پرتو فرآوری برای استریل کردن محصولات یکبار مصرف پزشکی از جمله زمینه‌های کاربرد فناوری هسته‌ای در بخش صنعت است .
آنالیز مواد با استفاده از دانش هسته‌ای در بخش صنعت با استفاده از روشهای هسته‌ای شامل آنالیز نمونه‌های کوچک، بزرگ و آنالیز فوری و در محل است که بااستفاده از روشهای هسته‌ای نظیر NAA PIGE, PIXE,می‌توان نمونه‌های محیطی شامل نمونه‌های خاکی، آبی و ذرات معلق موجود در هوا را اندازه‌گیری کرد.
این روشها همچنین در باستان شناسی و آنالیز اجزاء موجودات زنده نیز کاربرد دارد و روشهای دیگری نظیر PGNAAمی‌توانند برای آنالیز فوری نمونه‌های بزرگ و همچنین آنالیز در محل مورد استفاده قرار گیرند.

اندازه‌گیری ترکیب مواد معدنی، تعیین مقدار رطوبت، اندازه‌گیری ترکیب مواد معدنی، تعیین مقدار رطوبت و خاکستر موجود در زغال سنگ و همچنین تشخیص جنس و خصوصیات مختلف کانی‌ها از کاربردهای PGNAAاست.

در دهه‌های اخیر این روش در صنعت سیمان نیز به‌کار گرفته شده است و از حدود ۱۵سال پیش امکان استفاده از روشهای آنالیز هسته‌ای جهت تشخیص مواد منفجره نیز مورد مطالعه قرار گرفت و امروزه روشهای آنالیز هسته‌ای در ورودی برخی فرودگاهها برای تشخیص مواد منفجره جاسازی شده در چمدانها و همچنین کشف میادین مین استفاده می‌شود.

اندازه‌گیری و کنترل از دیگر کاربردهای دانش هسته‌ای در بخش صنعت است و امروزه در کشورهای پیشرفته دنیا در بسیاری از صنایع بزرگ و کوچک از این دانش برای اندازه‌گیری ضخامت دقیق ورقه‌های فلزی ، چگالی، سطح سیال در یک مخزن، سرعت جریان سیال و کنترل آلودگی استفاده می‌شود. ۱۰ سال پیش سازمان انرژی اتمی هند فهرست بیش از یک هزار ۶۰۰وسیله اندازه‌گیری هسته‌ای را که در صنایع مختلف هند کاربرد دارد ، ارائه کرد.

تستهای غیر مخرب NDTکاربرد دیگر دانش هسته‌ای در صنعت است و در بسیاری از موارد لازم است که یک قطعه یا اثر تاریخی و هنری بدون نمونه برداری و تخریب مورد بررسی قرار گیرد که برای این امر از روش تست‌های غیر مخرب استفاده می‌شود.

با توجه به این که ایران از فرهنگ و تمدن عظیمی برخوردار است می‌توان از دانش هسته‌ای برای تعیین مواد بکار رفته در آثار باستانی و همچنین تشخیص وجود ترکهای ریز یا درشت در داخل قطعات صنعتی با استفاده از روش تست‌های غیرمخرب هسته‌ای نیز استفاده کرد.

تصویربرداری با استفاده از پرتوهای ایکس و تشخیص عیوب داخلی قطعات صنعتی بااستفاده از سی.تی CTنیز جزو شناخته‌شده‌ترین و متداولترین این روشها است که از این روشها در بررسی جوشهای صنعتی و جوش لوله‌های نفت و گاز نیز استفاده می‌شود.

ردیابی با استفاده از دانش هسته‌ای نیز از جمله کاربردهای این دانش در مطالعه فرآیندهای شیمیایی، تعیین مسیر آبهای زیرزمینی، تشخیص نشت خطوط لوله و همچنین مقدار خوردگی فلزات است.

امروزه دانش هسته‌ای همچنین در استریل کردن محصولات یکبار مصرف پزشکی نیز به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد و آلودگیهای موجود در این محصولات با استفاده از تابش گاما یا الکترون از بین می‌رود.

کشاورزی و صنایع غذایی از زمینه‌های دیگری است که با کمک فناوری و دانش هسته‌ای رشد و گسترش چشمگیری را در این زمینه شاهد هستیم به‌طوریکه استفاده از آن موجب شده است تا محصولات کشاورزی از نظر کیفیت و کمیت متحول شوند و قابل قیاس با گذشته نیست.

اکنون در بخش صنایع غذایی و محصولات کشاورزی با بهره از دانش هسته‌ای برای اصلاح خواص محصولات این بخش استفاده می‌شود.

در حال حاضر از این دانش برای اصلاح بذر گندم، جو و پنبه و افزایش مقاومت به خوابیدگی، تحمل سرما و بیماریهای قارچی استفاده می‌شود و علاوه بر این با اصلاح در بذر گیاهان می‌توان گیاهانی شورپسند برای مناطق کویری را که دارای آب و خاک شور می‌باشند، تهیه کرد.
در صنایع غذایی نیز از تابشهای هسته‌ای برای ضد عفونی کردن برخی خوراکی‌ها نظیر ادویه جات و داروهای گیاهی استفاده می‌شود و حتی در برخی از کشورها نظیر هند، استفاده از روشهای پرتودهی برای جلوگیری از فاسد شدن محصولات غذایی و افزایش قابل توجه عمر آنها در دهه‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است.
کاربردهای بالا از دانش هسته‌ای نمونه‌هایی از بهره‌گیری این دانش برای رفاه و آسایش جامعه و زندگی بشر است که امروزه این کاربرد در برابر کاربرد نظامی از فناوری هسته‌ای برای تولید بمب با شدت در حال گسترش و پیشرفت است و روز به روز بر دامنه و وسعت آن افزوده می‌شود.
در ارتباط با کاربرد نظامی از دانش هسته‌ای نیز باید گفت یکی از پر اهمیت‌ترین کاربرد علوم هسته‌ای ساخت انواع سلاحهای هسته‌ای است که به طور تقریبی از شصت سال پیش آغاز شده و با جدیت و سرمایه‌گذاری بسیار کلان در حال گسترش و تکامل است.
نسلهای سلاحهای هسته‌ای روز به روز تغییر کرده و پیشرفته‌تر می‌شود و این پیشرفتها در موضوعاتی نظیر کاهش مقدار اورانیوم و پلوتونیم به کار رفته در سلاح هسته‌ای،استفاده از تکنولوژیهای مدرن تر در ساخت سلاح هسته‌ای ترکیبی و نسل جدید از نوع شکافت و همجوشی،طراحی و ساخت سلاحهای هسته‌ای با وزن بسیار کم، ساخت سلاحهای هسته‌ای نوترونیک که در آن احتیاجی به اورانیوم غنی شده نیست و تولید سلاحهای هسته‌ای با قدرت نسبتا کم به عنوان سلاحهای تاکتیکی در انهدام صنایع و کارخانجات اهمیت دارد.

فصل سوم:انرژی خورشیدی

از صنعت برق چه میدانیم:

انواع نیروگاه‌هایی که در سطح جهان به امر تولید برق اشتغال دارند عبارتند از:

۱. نیروگاههای بخاری
۲. نیروگاههای آبی
۳. نیروگاههای گازی
۴. نیروگاههای سیکل ترکیبی
۵. نیروگاههای اتمی
۶. نیروگاههای خورشیدی
۷. نیروگاههای بادی
۸. نیروگاههای پمپ ذخیره ای
۹. نیروگاههای جذرو مدی دریا
۱۰. نیروگاههای زمین گرمایی (ژئوترمال)
۱۱. نیروگاههای موجی (موج دریا)
۱۲. نیروگاههای دیزلی
۱۳. نیروگاههای مگینتوهیدرودینامیکMHD
۱۴. نیروگاههای بیوماس

به طوری که از نام این نیروگاهها بر می‌آید هریک ازآنها برای تولید برق، فن آوری ویژه ای دارند که درجای خود توضیح خواهیم داد. در حال حاضر انواع نیروگاههایی که در کشور ما ایران دردست بهره برداری قراردارند عبارتند از: نیروگاههای آبی، گازی، دیزلی، بادی، خورشیدی، سیکل ترکیبی و به زودی نوع اتمی آن نیز شروع به کارخواهد کرد. ولی قبل از هر چیز بهتراست کمی درباره کاربردهای گوناگون انرژی ها و تبدیل آنها به انرژی برق و روشهای تولید آن سخن بگوییم.

استفاده از انرژیهای خدادادی موجود درطبیعت، همیشه مورد نظربوده است. مطالعات گوناگونی برای تغییر شکل انرژی، به طوری که به کارگیری آن ساده باشد، صورت گرفته است. حاصل این کوشش ها، انرژی الکتریکی است که ازتبدیل سایر انرژی ها به دست می آید.

امروزه یکی ازمهم ترین شکل های انرژی که درتمام جهان مود استفاده قرار می گیرد ، انرژی برق است. همان طور که درکتاب های علوم خوانده ایم، انرژیها قابل تبدیل به یکدیگرند. مثلاً انرژی مکانیکی را می توان به انرژی الکتریکی تبدیل کرد. به همین ترتیب انرژی شیمیایی و حرارتی را و برعکس.عوامل زیرسبب می شوند که استفاده ازبرق ساده تر و راحت تر از سایر انرژیها باشد:

۱. برق را می توان به سهولت از نقطه ای به نقطه دیگر انتقال داد. به عنوان مثال توسط دو رشته سیم انرژی الکتریکی به خانه ما راه می یابد.

۲. کارکردن با برق ساده تر است.

۳. دستگاههای متعددی می توان ساخت که با برق کار کنند.

۴. درتبدیل انرژی الکتریکی به انرژیهای دیگرمواد زاید ایجاد نمی شودو...

انرژی الکتریکی کاربردهای گوناگونی دارد که اهم آنها عبارتند از:

۱- مصارف صنعتی

۲- تقریباً بیش از نصف برق تولیدی برای رفع احنیاجات صنعتی به کار می رود. موتورهای الکتریکی در اندازه های کوچک و بزرگ چرخ صنایع را به حرکت درمی آورند. الکترومغناطیس های بزرگ در جرثقیل ها کار جابه‌جا کردن قطعات بزرگ فلزی را به عهده دارند.

۳- کاربرد در کشاورزی

اگر شما فرزند یک کشاورز باشید می توانید بسیاری از کاربردهای برق درمزارع را نام ببرید. می دانیم تا چندی قبل بسیاری از کارهای مزرعه توسط کشاورزان و خانواده های آنان با کمک حیواناتی مثل اسب انجام می شد. اینک چه تغییری پیدا شده است؟ مواد غذایی با بهای کمتری از نظرهزینه نیروی انسانی تهیه می شود، کشاورزان از وسایل زندگی بهتر استفاده می کنند و انرژی برق در کشاورزی به کار گرفته شده است.

۴- برق ـ البته توع خاصی از آن ـ تراکتور کشاورز را راه می اندازد. باراو را حمل می کند. آب را به مزارع و محل مسکونی می رساند. بادبزن های الکتریکی هوای گرم تابستان را خنک می کنند. برق، گرمابخش زمستان سرد است. مانع فاسد شدن مواد غذایی می شود. صنایع غذایی راگسترش می دهد.

۵- کاربرد در شهرها

شهرها معمولاً ۱۰ درصد برق تولیدی را مصرف می کنند. فروشگاهها، خانه ها ، هتلها، مساجد، بیمارستانها، ادارات و دیگرمراکز شهری برق مصرف می کنند. درشهر سیستم هوای مطبوع، هوای ادارات، بیمارستانها، هتل ها و آپارتمان ها را درتابستان خنک و سالم نگه می دارد. یک بیمارستان خوب بدون داشتن دستگاههای برقی نظیر اشعۀ ایکس، آسانسورها، تخت های جراحی،دستگاههای استرلیزه کردن، لامپ های مخصوص و دیگر وسایل نمی تواند خدمت لازم را در اختیار بیماران قرار دهد.

۶- روشنایی اماکن و معابر در شب، که نعمت بزرگی است فراموش نشود.

۷- کاربرد درحمل و نقل

حمل و نقل زمینی، دریایی، هوایی به صورت پیشرفته امروزی فقط با استفاده از نیروی برق مقدور است. ماشین های سواری، اتوبوس ها، لکوموتیوها، مستقیم یا غیر مستقیم از انرژی برق استفاده می کنند. در خطوط کشتیرانی از پختن غذا گرفته تا تهویه هوای کشتی از برق استفاده می شود.

هواپیما های مسافربری یا نظامی، روشنایی، گرما، تهویه، کنترل فشار وقدرت خود را توسط نیروی برق تأمین می کنند.

۸- کاربرد ارتباطاتی (مخابرات)

تلگراف، تلفن، رادیو و برنامه های فضایی قدرت خود را از برق دریافت می کنند. بدون برق نفوذ به داخل فضا و شناخت نادیده های فضایی و ارتباط با کرات آسمانی امکان پذیر نیست. امروزه کشورهای جهان توسط دستگاههای مخابراتی به هم وصل هستند. از ایستگاههای رادیویی مختلف می توان اخبار را شنید.

فکر می کنیم همین مختصر توضیح دربارۀ اهمیت صنعت برق و شناخت آن کافی باشد و حال به سروقت روش های تولید برق می رویم و سپس به درون نیروگاه گاه برمی داریم.

به طوری که می دانیم، انرژی الکتریکی قابل دیدن نیست. با وجود این اطراف ما را پوشانیده است. می توان گفت الکتریسیته همه جا هست. در حقیقت قسمتی از ساختمان تمام مواد طبیعی الکتریسیته است. تنها کاری که باید انجام دهیم این است که الکتریسیته را از درون مواد بیرون بیاوریم و به کارگیریم.

همان طور که گفتیم برق شکلی از انرژی است که از تبدیل سایر انرژی ها به وجود می آید. دستگاهی را که سایر انرژی ها را به انرژی برق تبدیل می کند، مولد می نامند.

پیل، یک مول برق است. این مولد، انرژی شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل می کند. درباره پیل (باتری) درکتاب های علوم به طور مفصل بحث شده است. پیل به دو صورت، پیل خشک و پیل تر موجود است. هریک از شما برای یک بار هم که شده پیل را به کار برده اید. پیل خشک برای به کار انداختن وسایل بازی، رادیوها، چراغ قوه ها و ضبط صوت ها و گروه دیگری از وسایل الکتریکی مورد استفاده قرار می گیرند. پیل های مزبور در اندازه و شکل های مختلف ساخته می شوند. این پیل ها پس از مدتی برق آنها تمام می‌شود و دیگر نمی‌توان از آنها استفاده کرد.

یکی دیگر از انواع مولدهای شیمیایی، انباره یا باتری اتومبیل است که آن را باتری تر نیز می نامند. از این باتری های تر امروزه علاوه بر اتومبیل، درمراکز صنعتی و از جمله در داخل نیروگاهها نیز برای موارد اضطراری استفاده می کنند. این باتری ها طوری طراحی شده اند که می توانند در دفعات زیاد پر و خالی شوند.

برقی که به روشهای مختلف تولید می شود به نام برق جریان مستقیم یا برق D.C برق جریان متناوب A.C نامگذاری شده است . برق D.C مانند یک خیابان یک طرفه است. الکترون ها مانند وسایط نقلیه فقط دریک جهت حرکت دارند. برق A.C یا برق جریان متناوب در صنعت و مصارف خانگی مورد استفاده قرارمی گیرد.

دستگاهی را که برق A.C تولید می کند، مولد یا ژنراتور می نامند. برحسب اینکه انرژی لازم برای به حرکت درآوردن مولد از چه منبعی دریافت شود، مولد را با آن نام می خوانند. مانند نیروگاههایی که

قبلاً انواع آنها را نام برده ایم. به عنوان مثال اگر برای گرداندن مولد، از انرژی حرارتی استفاده شود، مولد را توربوژنراتور حرارتی می گویند که از جمله آنها توربوژنراتورهای بخاری است.

طرز کار این نوع مولد به این ترتیب است که ابتدا آب را به وسیله سوختی مانند زغال سنگ، گاز و مواد نفتی مانند مازوت به بخارتبدیل می کنند. بخارتولید شده پس از عبور از لوله های مخصوص با فشارزیاد به پره های توربین برخورد می کند و آن را به گردش درمی آورد. چون محور توربین و محور ژنراتور به هم متصلند، درنتیجه ژنراتور شروع به چرخیدن کرده و برق تولید می کند.

مولد برقی که به وسیلهٔ موتور دیزلی به گردش درمی آید به نام دیزل ژنراتور نامیده می شود. به همین ترتیب می توان برای تولید برق از انرژی باد، خورشید، آب و همچنین از انرژی هسته ای استفاده کرد که دراین باره، هنگام توضیح دربارهٔ کار این نوع نیروگاهها مفصل تر صحبت خواهیم داشت.

یادمان نرود که دینام دوچرخه هم یک ژنراتور کوچک برق است که محور آن توسط انرژی پاهایمان هنگام رکاب زدن به حرکت درمی آید و مقداری از انرژی ما به برق تبدیل می شود و ما می توانیم در روشنایی لامپ دوچرخه، به حرکت خود در شب ادامه دهیم.

تعریف انرژی خورشیدی

بهره برداری از انرژی خورشیدی در بسیاری از کشورهای جهان بخصوص مناطق با آفتاب زیاد، معمول و در حال پیشرفت است. این انرژی که می تواند برای گرم کردن شوفاژ و تولید الکتریسیته مورد استفاده قرار گیرد، در کشورهای مختلف دنیا در مرحله آزمایشی است. با توجه به وسعت دسترسی به این انرژی به نظر می رسد در آینده، انرژی خورشیدی بتواند به عنوان یکی از منابع ارزان در دسترس بشر قرار گیرد. درحال حاضر ۰/۱۵ درصد انرژی مورد مصرف آمریکا از خورشید تامین می شود. کشورهای اروپایی و سایر کشورهای صنعتی نیز مقدار کمی از انرژی مورد نیاز خود را از خورشید تامین می کنند.کره زمین انرژی خورشیدی را به صورت تابش خورشیدی دریافت می کند و مقدار این تابش به مراتب بیش از نیاز بشریت است. این منبع از تغییرات روزانه شناخته شده ای علاوه بر تغییرات فصلی برخوردارست و به طور قابل ملاحظه ای متاثر از وضعیت هواست. شدت تابش خورشیدی نسبتا کم و پیک (فراز) آن در حدودKW/m و۱۲ در سطح دریاست. تمام کشورها به این منبع به مقادیر مختلف دسترسی دارند. کاربرد انرژی خورشیدی کاملا متنوع است و شامل گونه حرارتی مستقیم (سیستم های عامل و غیر عامل)، تولید نیروی برق از طریق سیکل های ترمودینامیکی و تبدیل مستقیم به الکتریسیته با کمک سیستم های فتوولتائی PV می شود. انبار کردن انرژی خورشیدی در سیستم های حرارتی نسبتا ارزان است و بدین ترتیب منبع انرژی از زمان استفاده از انرژی بوسیله مصرف کننده جدا می شود.مقدار زیادی کارهای تحقیقاتی در

۲۰ سال گذشته در این زمینه انجام شده و حجم قابل توجهی اطلاعات در مورد تکنولوژی و کاربردهای انرژی خورشیدی به دست آمده است و پیشرفت های حیرت آوری در زمینه توجیه اقتصادی و مقرون به صرفه بودن این انرژی انجام گرفته است. اکنون، برخی از این کاربردها کاملا جنبه تجاری پیدا کرده است، ولی کاهش بیشتر هزینه ها که از طریق تولید انبوه و توسعه تکنیکی میسر است، مورد نیاز است تا کاربردها گسترده تر شوند.

کاربردها فن آوری استفاده از انرژی خورشیدی

سیستمهای خورشیدی

- سیستمهای فتوبیولوژی
- سیستمهای فتوولتائیک

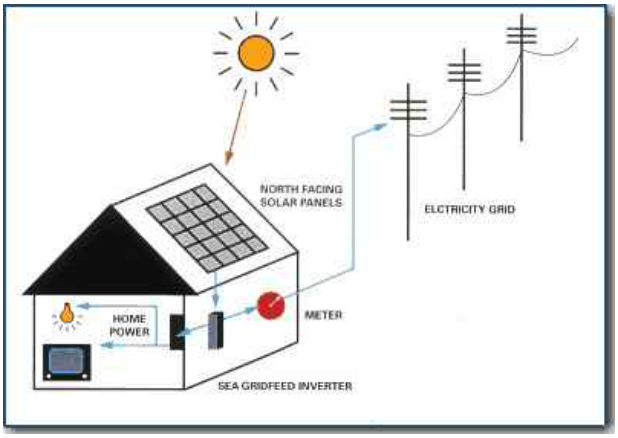
سیستمهای حرارتی و برودتی خورشیدی

- سیستمهای گرمایش و آبگرم خورشیدی
- خوراک پز خورشیدی
- سیستمهای خشک کن خورشیدی
- سیستمهای تولید فضای سبز (گلخانه ها)
- نیروگاههای خورشیدی و برجهای نیرو
- تهیه آب شیرین با استفاده از روش تقطیر
- خانه های خورشیدی

فن آوریهای جدید

سیستمهای فتوولتائیک

سیستمی که در آن انرژی خورشید بدون بهره گیری از مکانیزمهای متحرک و شیمیائی، به انرژی الکتریکی تبدیل شود، اثر آنرا فتوولتائیک می نامند. عاملی که دراین فرآیند بکار می رود سلول خورشیدی نامیده می شود. حدود ۴۵ سال پیش برای اولین بار و بعنوان مولد الکتریکی در سفینه های فضائی از این سلولها استفاده گردید و مدتی است که بهره گیری از آنها در زمین نیز متداول شده است. سلولهای خورشیدی قادرند انرژی تشعشعی خورشید را با بازدهی معادل ۵ تا ۲۰ درصد مستقیما به الکتریسیته تبدیل کنند. اگر چه انرژی الکتریکی نوری هنوز بمیزان کافی از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نمی باشد ولی در سالهای اخیر کاهش چشمگیری در هزینه های مربوط به بهره برداری از این سیستمها مشاهده گردیده و انتظار می رود در آینده نیز با تحقیقات لازم و رفع سلولهای نوری، کاهش قیمت ادامه یابد. ولی نباید فراموش کرد که در مناطق دور و در جاهایی که دسترسی به سوخت و الکتریسیته ارزان مقدور نباشد از سیستمهای فتوولتائیک استفاده می گردد. این سیستمها رابرق خورشیدی نیز می نامند.



سیستم های آبگرم خورشیدی

با توجه به میزان تابش خورشید، استفاده از انرژی خورشیدی به صورت کاربردهای حرارتی و تبدیل مستقیم به برق در مقایسه با انواع دیگر انرژیهای تجدید پذیر از اهمیت قابل ملاحظه ای برخوردار است. از میان کاربردهای حرارتی از انرژی خورشیدی، سیستمهای آبگرم و گرمایش، چه به لحاظ تکنولوژی و چه به لحاظ برآوردهای اقتصادی در مقایسه با سایر کاربردهای حرارتی از انرژی خورشیدی در جهان بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. دلیل این ارجحیت در این است که سیستمهای آبگرم و گرمایش خورشیدی به دماهای متوسط نیاز دارند. سهم قابل ملاحظه ای از انرژی مورد نیاز برای تامین آبگرم و گرمایش ساختمانها، با توجه به شرایط جغرافیائی، در بیشتر ماههای سال می تواند توسط انرژی خورشیدی تامین گردد و به این لحاظ هر میزان جایگزینی کاربرد انرژی خورشیدی به عوض انرژی های فسیلی از اهمیت خاصی برخوردار است.

سیستمهای خوراک پز خورشیدی

اجاق یا فر خورشیدی جهت پختن غذا ، تولید آب جوش و استرلیزه دارو بکار می رود

سیستمهای خشک کن خورشیدی

خشک کردن مواد غذائی برای نگهداری آنها، از زمانهای بسیار قدیم مرسوم بوده و انسانهای نخستین خشک کردن را یک هنر دانسته و برای خشک کردن و نگهداری انواع میوه ها مثل خرما و انجیر و انواع گوشت و ماهی اهمیت خاصی قائل بودند. ماهی خشک شده در جریان هوا- گوشت خشک شده در آفتاب – میوه ها و سبزیجات خشک شده ، سالهاست که مورد استفاده قرار می گیرند.

خشک کنهای خورشیدی بیشتر شامل روش اول می باشند، باین ترتیب که مواد خشک شدنی بطور مستقیم و یا غیر مستقیم از انرژی حرارتی خورشیدی استفاده کرده و هوانیز بطور طبیعی و یا اجباری جریان یافته و باعث خشک شدن محصول می گردد.

در خشک کنهای سیستم باز، مواد مستقیما تشعشع خورشید را دریافت کرده و بخار آب حاصله بوسیله جریان هوا از مواد خشک کردنی دور می شود. جریان هوا بوسیله جابجائی طبیعی، ناشی از گرم شدن مواد خشک شدنی و یا مستقیما توسط بادهای محلی بوجود می آید.

در سیستمهائی با جریان اجباری هوا، که معمولا از انواع سوخت جهت خشک کردن مواد استفاده می شود، مواد خشک کردنی در داخل یک محفظه بسته بنام گرمخانه قرار گرفته و هوای گرم را از روی محصول عبور می دهند. در سیستمهای خورشیدی نیز که طراحی می شوند اخیرا از روش مشابه استفاده می گردد باین ترتیب که هوای گرم شده بوسیله تابش خورشیدیی را از اطاق بسته ای که مواد خشک کردنی در آن قرار گرفته با روش جریان طبیعی یا اجباری عبور می دهند. با این عمل رطوبت مواد موجود و خشک کردنی گرفته شده و به خارج هدایت می شود.

امروزه در اکثر کشورها برای خشک کردن مواد غذایی از گلخانه های خورشیدی استفاده می کنند بدین ترتیب که هوای محیط هنگام عبور ازگلخانه خورشیدی گرم شده و سپس به فضای خشک کن هدایت می شود. این خشک کنها از دو قسمت تشکیل شده اند.

۱. گلخانه خورشیدی
۲. اطاق خشک کن

انواع دیگر خشک کن های خورشیدی شامل :

خشک کن خورشیدی برای غلات – خشک کن خورشیدی برای برنج

سیستمهای تولید فضای سبز (گلخانه ها)

گلخانه های خورشیدی محلی برای پرورش گلها و گیاهان بوده و در فصول سرد برای این منظور و بعنوان یک منبع حرارتی برای گرمایش ساختمان مورد استفاده قرار می گیرند. اندازه و ابعاد گلخانه های خورشیدی برحسب نیاز و محل استفاده متغیر بوده و در طرحهای گوناگون و بوسیله اشخاص و یا گروههای مختلفی طراحی و ساخته شده اند و بسیاری از این طرحها خیلی موفق بوده و حتی در زمستان تقریبا ۱۰۰٪ بوسیله خورشید گرم می شوند.

معمولا گلخانه ها در قسمت جنوبی ساختمان ساخته می شوند تا بتوان اضافه حرارت خورشیدی گردآوری شده در آنها راجهت گرم کردن ساختمان به داخل هدایت کرد. هوای گرم گلخانه ها بعلت تنفس گلها و گیاهان مرطوب گردیده و لذا موجب بهبود شرایط هوای ساختمان می گردد. بعلاوه با ایجاد جریان طبیعی بین هوای داخل ساختمان وگلخانه، گاز کربنیک و بوی بد موجود در هوا توسط گیاهان جذب شده و هوای ساختمان برای ساکنین آن، گرم و مطبوع می شود. بعلاوه وجود یک گلخانه درقسمت جنوبی ساختمان علاوه بر تولید و نگهداری گلها و گیاهان، نمای خارجی وداخلی ساختمان را نیز زیباتر می نماید.

برجهای نیرو و نیروگاههای خورشیدی

نیروگاههای خورشیدی که انرژی خورشیدی را به برق تبدیل می کنند در آینده با مزایای قاطعی که در برابر نیروگاههای فسیلی و اتمی دارند مشکل برق و تا حدودی مشکل کم آبی را بخصوص در دوران تمام شدن نفت و گاز حل خواهند کرد. تاسیس و بکارگیری برجهای نیرو آینده ای پر ثمر و زمینه ای گسترده را برای کمک به خودکفائی و قطع وابستگی کشور فراهم خواهد کرد. دلایل بسیار روشن در برتری برجهای نیرو که قسمتی از نیروگاههای خورشیدی را تشکیل می دهند، نسبت به نیروگاههای فسیلی و اتمی را می توان بترتیب زیر خلاصه کرد:

تولید برق بدون مصرف سوخت

نیروگاه های خورشیدی احتیاج به سوخت ندارند زیرا فقط از انرژی خورشیدی برای تولید برق استفاده می کنند. برجهای نیرو با سیستم ساده و بخصوص ذخیره انرژی، شبها هم کار میکنند. برخلاف نیروگاههای فسیلی که قیمت برق تولیدی آنهاتابع قیمت نفت بوده و همیشه درحال تغییر می باشد، در نیروگاه های خورشیدی این نوسان وجود نداشته و می توان بهای برق مصرفی را برای مدت طولانی ثابت نگهداشت.

عدم احتیاج به آب زیاد

نیروگاه خورشیدی بخصوص برج نیرو با هوای گرم احتیاج به آب ندارند لذا برای مناطق خشک مثل ایران بسیار حائز اهمیت می باشند. در صورتیکه در نیروگاههای فسیلی آب زیادی در برجهای خنک کننده و تصفیه خانه و دیگهای بخار مورد نیاز بوده و بهمین دلیل تاسیات آنها درکنار رودخانه های بزرگ و یا سواحل دریا نصب و مورد بهره برداری قرار می گیرند.

عدم آلودگی محیط زیست

نیروگاه های خورشیدی ضمن تولید برق هیچگونه آلودگی در هوانداشته و مواد سمی و مضر تولید نمی کنند در صورتیکه نیروگاه های فسیلی هوا و محیط اطراف خود را با مصرف نفت – گاز و یا ذغال سنگ آلوده کرده و نیروگاههای اتمی با تولید فضولات هسته ای خود که بسیار خطرناک و رادیواکتیو هستند محیط زندگی را آلوده و مشکلات عظیمی را برای ساکنین کره زمین بوجود می آورند.

نیروگاه های خورشیدی می توانند با تولید نیرو به شبکه برق سرتاسری نیرو برسانند و در عین حال امکان تامین شکبه های کوچک و ناحیه ای را نیز بما می دهند و در این حال از تاسیس خطوط فشار قوی طولانی جهت انتقال برق را منتفی می سازند زیرا که خورشید و زمین مواد اولیه این نیروگاه ها هستند که درهمه جا گسترده اند. اما تامین نیروگاههای فسیلی کوچک حتی با موتورهای دیزل بدلائل اقتصادی، نامطلوب هستند و تامین نیروگاههای با ظرفیت زیاد توام با شبکه انتقال سراسری، بسیار پرهزینه بوده و نگهداری آنها نیز مشکل و لذا نقاط دور دست از مزایای آنها محروم خواهند بود.

استهلاک کم و عمر زیاد

نیروگاههای خورشیدی بدلایل فنی و نداشتن استهلاک زیاد دارای عمر طولانی بوده و دوام برجهای نیرو را درحدود ۷۵ سال پیش بینی می کنند که هزینه سالانه آنها را بسیار کاهش می دهد. در مورد نیروگاههای فسیلی که حداکثر عمر آنها بین ۱۵ تا ۳۰ سال محاسبه شده است بایستی در مطالعه مسائل مختلف مربوط به سرمایه گذاری آنها کمال دقت و احتیاط بکار برده شود.

عدم احتیاج به متخصص

نیروگاه های خورشیدی بخصوص برجهای نیرو احتیاج به متخصص عالی ندارد و می توان آنها را بطور اتوماتیک بکار انداخت، در صورتیکه در نیروگاه های فسیلی بخصوص در نیروگاههای اتمی وجود متخصین عالی مقام ضروری بوده و این دستگاهها احتیاج به مراقبت های دائمی و ویژه دارند.

احتیاج کم به لوازم یدکی

برجهای نیرو درحرارتی کمتر از ۷۵ درجه سانتیگراد و با سرعتی کمتر از ۵۰ دور در دقیقه و در فشار جو کار می کنند. تعداد قطعات چرخنده آنها بسیار کم بوده و کمتر احتیاج به لوازم یدکی پیدا می کنند. و اما نیروگاههای فسیلی واتمی درحرارتی بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد و فشار ده ها اتمسفر و با چندین هزار دور و با صدها قطعه گردنده، کار می کنند که در نتیجه احتیاج به قطعات و لوازم یدکی زیاد و مخصوص دارند که تهیه آنها با مشکلات فراوان و هزینه های بسیار زیاد امکان پذیر می باشد.

هزینه تامین نیروگاه خورشیدی نسبت به نیروگاه فسیلی و اتمی، در واحدهای بزرگ مثلا ۱۰۰۰ مگاوات تقریبا برابر بوده ولی در مورد برجهای نیرو هزینه۵/. و زمان ساخت و بهره برداری۳۳ / برآورد شده است. ناگفته نماند که ۸۰ درصد تاسیسات نیروگاههای خورشیدی را می توان درداخل کشور تهیه و هزینه کرد و ایجاد کار نمود، در صورتیکه تقریبا ۹۰ درصد هزینه های تاسیس نیروگاههای فسیلی و اتمی باید بصورت ارز خارجی پرداخت شوند.

سیستمهای تهیه آب شیرین خورشیدی و دستگاه های تقطیر

کمبود آب یکی از مهمترین عوامل محدود کننده محیط زندگی و کشاورزی و عدم توسعه صنایع می باشد و درحقیقت بدون آب زندگی و پیشرفت ممکن نیست. اقیانوسها یکی از بزرگترین منابع ذخیره آب بوده ولی با داشتن حدود ۳/۵٪ وزنی از املاح مختلف درآب، استفاده مستقیم از این آبها در بیشتر موارد دچار اشکال می گردد. درصد املاح محلول در اقیانوسها و دریاها نسبت به عمقهای مختلف متفاوت است چون آب مصرفی در ساختمانهای مسکونی و صنعت و کشاورزی و شرب، هر یک

مشخصات خاصی دارند که با آب اقیانوسها و دریاها مطابقت نمی کند لذا حذف قسمت اعظم املاح آب اقیانوسها و انجام پاره ای تغییرات در ترکیبات آنها قبل از مصرف، حتمی و ضروری است مثلا آب آشامیدنی نباید بیش از ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر املاح داشته باشد و یا ابی که در کشاورزی مصرف می شود حداکثر املاح محاز آن ۵۰۰۰ میلی گرم درلیتر است.درصنعت نیز آبهای سخت با املاح زیاد،

علاوه بر امکان خوردگی، با ایجاد رسوب در لوله ها و دستگاهها، مشکلاتی درتاسیسات ایجاد کرده و سرمایه های هنگفتی را به هدر می ندهند و باین ترتیب، انرژی خورشید تنها امید برای تهیه آب مناسب و ارزان قیمت بوده و جنبه حیاتی برای ساکنین منطقه دارد. در سال ۱۸۷۲ اولین بار در کشور شیلی، با استفاده از انرژی خورشید به مقیاس ۲۰ متر مکعب در روز آب شیرین از آب دریا تهیه شد. اصول آب شیرین کن خورشیدی تقریبا مشابه تهیه آب شیرین در طبیعت می باشد که آبهای تبخیر شده از سطح دریاها و اقیانوسها، ابرها رابوجود می آورند.

گرمایش و سرمایش ساختمانها (خانه های خورشیدی)

ساختمانها به دو طریق قادر به تامین نیاز حرارتی خود از خورشبد می باشند: انفعالی PASSIVE و فعال ACTIVE کیفیت و چگونگی معماری ساختمان به دریافت و ذخیره انرژی خورشیدی در حالت انفعالی بستگی کامل دارد. در صورتیکه گرمایش خورشیدی بصورت فعال، مستلزم استفاده از گردآورهای خورشیدی و یک منبع انرژی دیگر جهت تهیه وانتقال سیال گرم شده به داخل ساختمان می باشد.

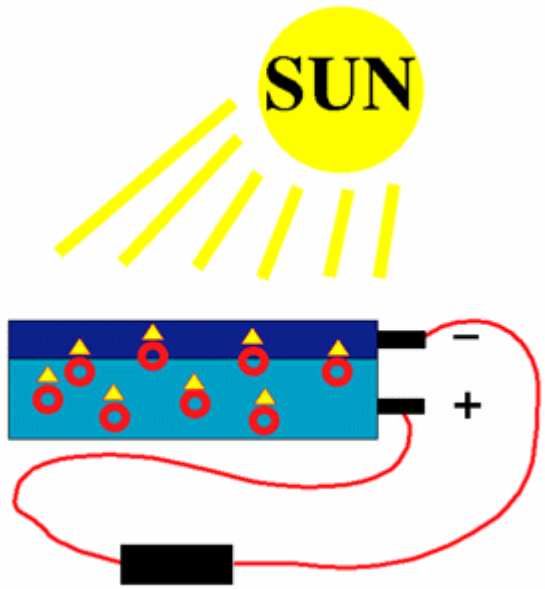
نشانه های طراحی و ساخت ساختمانهایی که از انرژی خورشیدی انفعالی استفاده می کرده اند، به حدود ۲۵۰۰ سال پیش برمی گردد، اما مدتی است که مجددا این عوامل مورد بررسی معماران و مهندسین قرارگرفته و با تغییرات و اصلاحاتی برای مناطق معتدل و سردسیر، طرحهایی ارائه شده است.

یونانیان باستان از روش خورشیدی انفعالی که آنان را قادر به کاهش مصرف چوب جهت گرم کردن فضا در زمستان می ساخت، استفاده می کردند. حتی ساختمانها را بترتیبی بنا می کردن که در زمستان به نور خورشید اجازه ورود و نفوذ بداخل اطاقهای نشیمن داده می شد لیکن در روزهای گرم تابستان زمانی که خورشید در بالای سر قرار داشت، فضای اتاق در سایه قرار می گرفت.

در اغلب فرهنگهای دیگر نیز از این قبیل تدابیر و طرحهای خورشیدی انفعالی دیده شده است. رومیان از شیشه جهت حفظ طولانی تر حرارت و بالا بردن گرمای خانه ها استفاده می کردند. سرخپوستهای آمریکای شمالی در طی قرون یازده و دوازده، چندین مجتمع خورشیدی ساخته بودند. یکی از روشنترین نمونه ها شهر آلوما می باشد که دارای سه تراس وسیع کشیده شده از شرق به غرب بود که این تراسها برای جذب ماکزیمم خورشید زمستانی ساخته شده بودند. سقف هر ردیف نیز جهت حفاظت خانه ها از تابش آفتاب تابستانی، باکاه و حصیر و دیگر مواد عایق پوشانده

شده بود. در سالهای بین دو جنگ جهانی، در اروپا و ایالات متحده، طرحها و تدابیر خورشیدی انفعالی فراوان بکار رفت وتعدادی خانه های خورشیدی آزمایشی ساخته شد. به هر حال مجددا چند سالی بیش نیست که معماران بطور جدی این کار را شروع کرده اند و پیشرفت و تحول سریعی در خانه های جدید خورشید به چشم می خورد.

انرژی خورشیدی



در شرایط کنونی، تلاش در جهت خود کفایی و رفع وابستگی های تکنولوژی کشورمان، یکی از مبرمترین وظایف آحاد ملت ایران است و هر کس بنا به موقعیت خویش بایستی در این راستا گام بردارد. یکی از صنایع کشورمان که پیشرفت دیگر صنایع در گرو پیشرفت و توسعه آن است صنعت برق می باشد. نیروگاههای موجود تولید برق، از تکنولوژی بسیار بالایی برخوردارند، بطوریکه در حال حاضر طراحی و ساخت آنها در انحصار چند کشور خاص می باشد.

مصرف انرژی در جهان بطور سرسام آوری رو به ازدیاد است. بالا رفتن سطح زندگی مردم که با جانشین شدن انرژی مکانیکی به جای انرژی انسانی و حیوانی همراه بوده است از یکسو و ازدیاد جمعیت از سوی دیگر باعث بالا رفتن میزان مصرف انرژی شده اند. بشر مترقی امروز برای تولید آب آشامیدنی، برای تولید مواد غذایی و برای کلیه کارهای روزمره خود نیازمند استفاده از انرژی می باشد، بطوریکه بدون انرژی زندگی او کلاً مختل می گردد.

طبق برآوردهایی که دانشمندان نموده اند، از ابتدای خلقت تا سال ۱۸۵۲ میلادی، بشرمعادل $۱/۲*۱۰^{۱۵}$ کیلو وات ساعت و در فاصله ۱۸۵۲ تا ۱۹۵۲ نیز معادل $۱/۲*۱۰^{۱۵}$ کیلو وات ساعت انرژی مصرف نموده است.

پیش بینی می شود که در فاصله ۱۹۵۲ تا ۲۰۵۲ مصرف انرژی بشر به $۳۰*۱۰^{۱۵}$ تا $۱۲۰*۱۰^{۱۵}$ کیلو وات ساعت برسد. امروزه بین تقاضای انرژی و انرژی های در دسترس و قابل مهار هماهنگی وجود ندارد ودنیای امروز با این بحران بزرگ روبروست. آنچه مسلم است منابع شناخته شده مورد استفاده بشر (نظیر ذغالسنگ، نفت، گاز و...) در صورتیکه کاملاً و صد درصد نیز قابل مهار و استخراج باشند، نمی توانند نیازهای آتی بشر باشند و دیری نخواهد پایید که این منابع نیز به اتمام خواهند رسید.

از سوی دیگر استفاده از این گونه انرژی ها با مشکلاتی توأم می باشد؛ مثلاً در مورد سوخت های هسته أی، امکان تبدیل آنها محدود بوده و همچنین استفاده از آنها تکنولوژی پیشرفته أی لازم دارد، بعلاوه از بین بردن فضولات آن نیز مشکلاتی ایجاد می کند

در مورد سوخت های فسیلی نیز استفاده مداوم از هر یک از آنها در دراز مدت ضمن داشتن مخاطره های محیط زیست هزینه های اقتصادی فزاینده أی به دنبال دارد.

منابع شناخته شده انرژی عبارتند از:

۱. سوخت های فسیلی
۲. چوب و...
۳. مواد غذایی
۴. جریان های آبهای سطحی
۵. باد
۶. امواج دریا

۷. جزر و مد
۸. حرارت زیر پوسته زمین (ژئوترمال)
۹. -حرارت آب سطح دریا
۱۰. واکنش های هسته أی
۱۱. انرژی خورشیدی

که به بررسی انرژی خورشیدی می پردازیم:

انرژی خورشید:

منشأ بسیاری از انرژی ها، انرژی خورشید می باشد.

امروزه بیش از ٪ ۹۹/۹ از مجموع انرژی هایی که به زمین منتقل می گردند از خورشید منشأ می گیرد که مقدار آن $۱/۸*۱۰^{۱۵}$ ترا وات است ($۱۰^{۱۲}$ = Tera) ، انرژی حاصل از تابش خروشید که در هر روز به زمین می رسد ۱۰۰۰۰۰ برابر مقدرا انرژی تولید شده توسط کلیه نیروگاههای جهان است. بنابراین با توجه به تابش خورشید، کمبود بالقوه انرژی در جهان وجود ندارد و انرژی خورشید با مقداری معادل ۲۰۰۰۰ برابر مصرف کنونی بشر، به نظر می رسد که منبع مناسبی برای تأمین احتیاجات او باشد، بخصوص اینکه استفاه از آن هیچگونه آلودگی محیطی و حتی آلودگی حرارت بوجود نمی آورد.

کاربرد انرژی خورشیدی به عنوان یک منبع انرژی برای مصارف بزرگ از امیدهای آینده است. اشکال بزرگ در کاربرد انرژی خورشیدی، متمرکز نبودن، تناوبی بودن و ثابت نبودن مقدار تشعشع می باشد، که اگر بتوانیم وسیله أی جهت متمرکز کردن آن بسازیم، بطوریکه نوسانات آن تأثیر زیادی بر روی آن نگذارد به یک منبع انرژی بسیار بزرگ دست یافته ایم که تا قرن ها می توند تأ مین کننده نیاز انرژی بشر باشد. با توجه به وضع انرژی در جهان و رشد جمعیت و مصرف در جهان، اگر به طور هوشمندانه رفتار کنیم خواهیم دید که خورشید تنها منبع انرژی است که انرژی آن به وفور و به صورت رایگان و در همه ادوار در اختیار می باشد. بعلاوه اینکه در تبدیل انرژی خورشید مسائلی نظیر آلوده کردن محیط زیست وجود ندارد.

همانطور که قبلا ذکر شد، انرژی خورشیدی که درزمین می تواند مورد استفاده قرار گیرد، حدود بیست هزار برابر کل انرژی مورد مصرف فعلی بشر می باشد، اگر راندمان تبدیل انرژی خورشید به انرژی مورد نیاز بشر را تنها ٪ ۱ در نظر بگیریم، ٪ ۰/۵ سطح کره زمین برای تقاضای کل انرژی بشر کافی خواهد بود.

بر طبق گزارش ERDA (اداره کل تحقیقات و توسعه انرژی) کل انرژی مورد نیاز آمریکا در سال ۲۰۲۰ از انرژی خورشید تأمین خواهد شد.

پس در می یابیم که استفاده از انرژی خورشید رشد چشمگیری خواهد داشت و در آینده بشر ناچار است که بیشتر نیاز خود را از انرژی خورشید تأمین کند، بطوریکه تا سال ۲۰۷۵ مقدرا ٪ ۵۰ تا ٪ ۷۵ نیاز کل بشر از انرژی خورشید تأمین خواهد شد.

با توجه به موقعیت جغرافیایی کشورمان، در می یابیم که ایران با تقریباً ۳۶۰۰ ساعت تابش خورشید در سال، یکی از غنی ترین ممالک در زمینه انرژی خورشیدی می باشد و می تواند ما را در بکارگیری این انرژی مخصوصاً در تولید برق یاری نماید.

انواع کلکتورهای خورشیدی

الف- کلکتورهای مسطح خورشیدی

ب- کلکتورهای متمرکز کننده

ب-۱- متمرکز کننده خطی
ب-۲- متمرکز کننده نقطه أی
ب-۲-۱- متمرکز کننده های بشقابی
ب-۲-۲- متمرکز کننده های با دریافت کننده مرکزی
کاربردها:
الف- این کلکتورها در این کاربرد در دماهای پایین بوده و بیشتر جهت مصارف خانگی نظیر سیستم تهویه مطبوع و تهیه آب گرم بکار می رود.
ب- این کلکتورها دارای کاربرد در دماهای بالا بوده و به طور کلی کلکتورهایی که شدت حرارتی رسیده به سطح گیرنده آنها بیشتر از شدت شار حرارتی رسیده به دهانه آنها باشد، متمرکز کننده گویند.
هدف از یک متمرکز کننده عبارتست از متمرکز کردن پرتوهای خورشید از یک سطح بزرگتر به روی یک سطح کوچکتر که در نتیجه آن گیرنده گرم دارای تلفات حرارتی کمتر می شود.
عمل تمرکز به دو طریق انجام می شود، یکی توسط سطوح بازتاب دهنده (آینه) و دیگری توسط سطوح انکسار دهنده پرتوهای خورشیدی (عدسی)، بطوریکه پرتوا را روی گیرنده متمرکز می نمایند.
ب-۱- در این نوع از متمرکز کننده ها، پرتوهای خورشیدی روی یک خط متمرکز می شود که این بوسیله عدسی یا آینه صورت می گیرد. در نوع عدسی آن پرتوهای خورشید پس از عبور از عدسی شکسته شده و روی یک گیرنده خطی متمرکز می گردد ولی در نوع آینه أی که مورد استفاده بیشتری دارد و به متمرکز کننده های شلجمی باز (Parabolid Concentrator) معروف است، این کلکتورها تشکیل شده اند از یک یا چند ردیف از آینه های نیم استوانه که پرتوهای رسیده به آنها را در مرکز کانونی خود متمرکز می کنند و در مرکز این نیم استوانه های منعکس کننده یک مسیر لوله سرتاسری قرار دارد که وظیفه جذب کردن انرژی حرارتی متمرکز شده روی آنرا بر عهده دارد و این انرژی جذب شده را به سیال داخل لوله منتقل می نماید. جهت انجام عدم انتقال حرارت از این لوله به محیط اطراف،این لوله ها را توسط یک لوله شیشه أی (که دارای قطر بیشتری از قطر لوله است) احاطه می نمایند و در فضای خالی بین لوله و شیشه خلأ ایجاد می کنند که با این عمل انتقال حرارت، منتقل شده از لوله به محیط را از طریق جابجایی (Convection) و هدایت (Cunductivity) به حداقل مقدرا خود می رسانند. در مورد انتقال حرارت تشعشعی از لوله به محیط باید گفت در هنگام تابش خورشید، پرتوهای متمرکز شده توسط آینه ها، چون دارای طول موج کمی هستند به راحتی از شیشه محافظ عبور کرده و به لوله می رسند، ولی پرتوهای با تابش از روی لوله چون دارای طول موج بیشتری هستند، از داخل محفظه شیشه أی عبور نمی کنند و تحت باز تابش کلی دوباره به لوله می تابند.
سطح گیرنده پرتوهای خورشید را معمولاً از لوله های Steel با پوشش مخصوص (سرمیت) می سازند و گیرنده نسبت به سطح منعکس کننده ثابت بوده و همراه آن می چرخد.
ب-۲- در این نوع از متمرکز کننده ها، پرتوهای خورشید روی یک نقطه متمرکز می شوند.
ب-۲-۱- Point – Focus dish concentrators
این کلکتورها به شکل یک عرقچین از یک کره می باشند و به دو نوع یافت می شوند:
در نوع اول که کاربرد بیشتری دارد سطح داخلی آنها باموادی با ضریب انعکاس بالا پوشیده شده است. سطح دریافت کننده پرتوهای خورشید در این کلکتورها می توند بصورت یکپارچه طراحی و ساخته شود و یا می توند از تعبیه

یکسری آینه های تخت کوچک در رویه داخلی یک سطح بشقابی شکل، تشکیل شده باشد که در مجموع یک سطح انعکاسی بشقابی را تشکیل می دهد.
پرتوهای موازی رسیده از خورشید (چون خروشید به اندازه کافی از زمین دوراست و می توان پرتوهای ریده از آن را بصورت مواز در نظر گرفت) توسط سطح انعکاس دهنده در مرکز بشقاب تابیده می شود که در این مکان سطح جذب کننده انرژی قرار دارد (دراین سطح می تواند یک موتور استرلینگ، جهت تولید انرژی الکتریکی قرار گیرد).
دراین کلکتورها نیز جهت بالا بردن راندمان و داشتن یک دمای ثابت در سطح جذب کننده انرژی، از یک سیستم ردیاب خورشیدی استفاده می شود.

ب-۲-۲- Receive–Central

یکی از مسائل عمده در رابطه با پخش متمرکز کننده های خطی در یک محوطه بزرگ آن است که برای انتقال سیال از محوطه تبدیل کننده انرژی گرمایی، به شبکه لوله کش وسیعی نیاز است که أین امر باعث افزایش هزینه وتلفات حرارتی می شود و علاوه بر آن چون سیال داخل لوله در درجه حرارت بسیار بالا منتقل می شود، امکان نشتی از اتصالات، بالا می رود. بهترین راه حل در مورد پروژه هایی که به قدرت زیاد نیاز دارند، آن است که به جای سیستم لوله کشی در محوطه از یک سیستم گیرنده مرکزی استفاده می شود. کلکتورای سیستم گیرنده مرکزی از یک سری آینه های تخت که جهت آنها را می توان تنظیم نمود، تشکیل شده است. هر آینه، تشعشعات منعکس شده خود را به گیرنده أی که در بالای برج در وسط میدان آینه ها قرار دارد، منعکس می کند. هر یک از این آینه های تخت را یک هیلیوستات (Heliostat) می نامند.
در طریقه نصب هیلیوستات ها باید دقت نمود که اندازه ضریب سایه و ضریب انسداد پرتوها، کمترین مقدار خود را داشته باشند که اغلب به این منظور هیلیوستاتها را به صورت مثلیث، دور تا دو دریافت کننده مرکزی نصب می نمایند.
هیلیوستات ها به یک سیستم هدایت کامپیوتری جهت ردیابی خورشید در طول روز و فصول مختلف سال مجهز می شوند. صحت عملکرد این دستگاه مرتباً توسط بازرسی موقعیت تصویر منعکس بر روی برج کنترل می شود.
در طراحی محوطه مورد نظر عوامل زیر باید در نظر گرفته شود:
الف- موقعیت و ارتفاع برج
ب- شکل محوطه
ج- پراکندگی هیلیوستاتها در محوطه
بطوریکه هر چه ارتفاع برج بلند باشد، آینه ها افقی تر قرار گرفته و در نتیجه تلفات، کمتر می گردد و همچنین در یک محوطه معین، می توان از ردیف های بیشتری از هیلیوستاتها، استفاده کرد. ولی از طرف دیگر، هزینه ساخت نیز با افزایش ارتفاع برج، به شدت بالا می رود.
در دپارتمان انرژی آمریکا، برای یک نیروگاه خورشیدی آزمایش ۱۵ مگاواتی، برجی به ارتفاع ۱۰۱ متر و برای یک نیروگاه ۵ مگاواتی، برجی به ارتفاع ۶۱ متر در نظر گرفته است.
چون در این نوع گردآورنده ها با نسبت تمرکز بال و نیز درجه حرارت بالایی از سیال عامل مواجه هستیم، لذا مشکل عمده آنها، این است که بادی جریان سیال را در داخل دریافت کننده مرکزی طوری نگه داشت که از گرم شدن موضعی و ایجاد تنش های حرارتی در سطح آن جلوگیری به عمل آید.
تاریخچه ساخت نیروگاه های خورشیدی

اولین نیروگاه بخار خورشیدی در سال ۱۹۶۵ در نزدیکی ژنو ساخت شد، که از نوع دریافت کننده مرکزی بود. میدان آینه ها از ۱۲۱ دستگاه آینه مدور شلجمی با قطر ۵۸ cm و با سطح کلی ۳۰ m^2 روی رد یاب مکانیکی در محوطه أی به ابعاد ۷m در ۷m بناگردید. ارتفاع دریافت کننده مرکزی از میدان آینه ها ۳ m بود.

برای بالا بردن ضریب جذب انرژی خورشیدی سطح خارجی لوله را به رنگ سیاه مینا کرده و قسمتی از آنرا به شکل مارپیچ و قسمت دیگر را به شکل حلزونی فرم دادند.

آب مورد نیاز دریافت کننده مرکزی بوسیله یک پمپ سانتریفوژ برای دبی زیاد و یک پمپ پیستونی برای فشار زیاد تأمین می شود و آب پس از کشب گرمای اولیه در گرمترین قسمت دیگ، به بخار و سپس در ناحیه أی با گرمای کمتر به بخار خشک تبدیل می گردد.

مقدار بخار خشک تولیدی با قدرت تشعشع خورشید به میزان حداکثر ۲۱kg با حرارت ۵۰۰ و فشار ۱۵۰ atm در ساعت ولی مقدار متوسط آن برای ۵ الی ۶ ساعت تابش خروشید در حدود ۱۹ kg در ساعت با فشار ۱۰۰ atm بود.

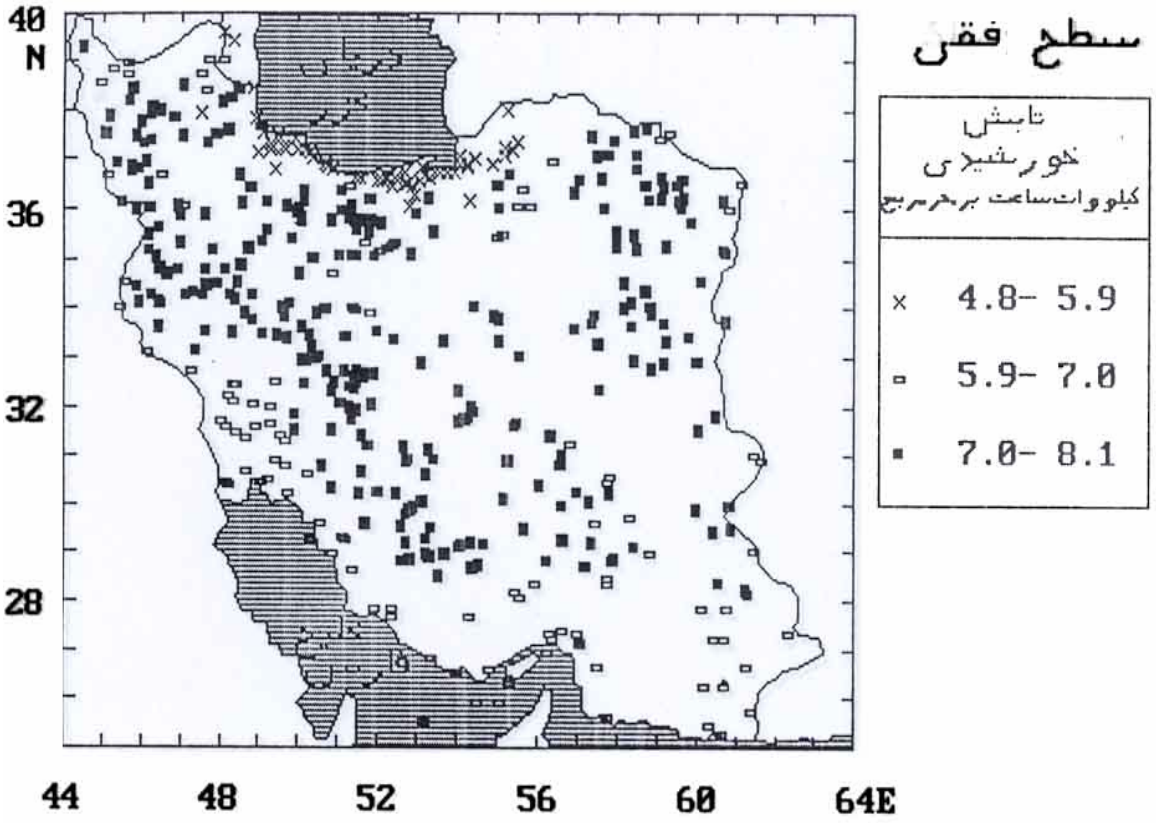
دومین نیروگاه بخار خورشیدی در زمستان سال ۱۹۶۵ در نزدیکی نیروگاه اول ساخته شد.

سومین نیروگاه بخار خورشیدی در زمستان سال ۱۹۶۷ در نزدیکی دو نیروگاه قبلی ساخته شد که البته این نیورگاه مشکلاتی داشت که این اصلاحات در سال ۱۹۷۲ انجام و نیروگاه تا سال ۱۹۷۳ بکار مشغول بود.

نیروگاه خورشیدی جورجیای (۴۰۰kw) :

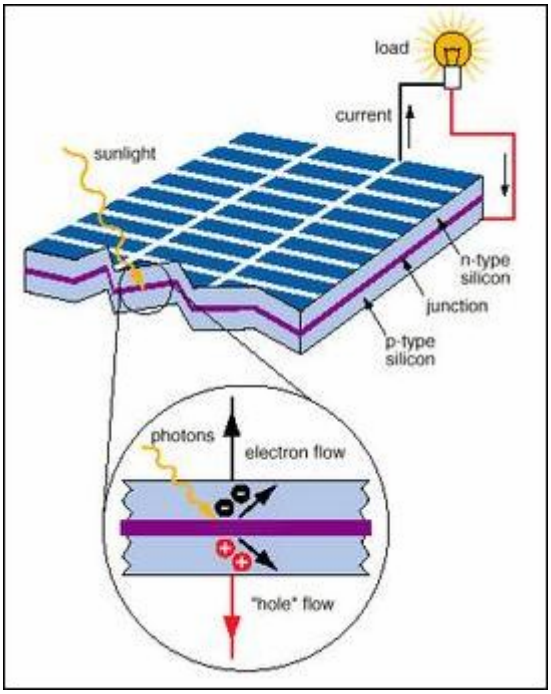
بر اساس تجربیات بدست آمده از سومین نیروگاه خورشیدی، یک نیروگاه ۴۰۰kw در جورجیای آمریکا طراحی و در سال ۱۹۷۷ راه اندازی شد. این نیروگاه از نوع دریافت کننده مرکزی است. میدان آینه ها متشکل از ۵۵۰ آینه دایره أی به ضخامت ۳۰ mm و قطر ۱/۱۱ m، که نقره اندود شده اند، می باشد. آینه ها از نوع شیشه کم آهن با ضریب انعکاسی در حدود ۹۰ درصد هستند. دستگاه ردیاب حرکت خورشید این نیروگاه قادر است تا ۶۸۲ آینه را هدایت کند ولی عملاً ۵۵۰ آینه بصورت ۶ ضلعی و با سطح کل ۵۳۲m^2، بر روی آن نصب شده است. دریافت کننده مرکزی در ارتفاع ۲۰m بالای میدان آینه ها روی برج قرار دارد و قدرت بخار تولیدی آن، بین ۳۴۵ تا ۴۱۰ کیلو وات و با دمای ۶۰۰ و فشار ۱۵۰atm است.

اطلس تابش نور خورشید در کشور ایران.



نقشه‌تابش کـــــل خورشیدی ایران برای‌میانگین روزانه‌در تیر

فتوولتائیک چیست؟



مقدمه

از میان تمام منابع انرژی، انرژی خورشیدی از دهه ۱۹۷۰ به بعد بیشترین توجه را به خود مبذول داشته و محور بیشتر فعالیتها قرار گرفته است. دلیل توجه زیاد به انرژی خورشیدی کاهش استفاده از سوختهای هسته ای و همچنین استفادها از این انرژی برای ایجاد محیطی تمیز تر می باشد.

کشور ایران با عرض جغرافیایی ۲۵ الی ۴۵ درجه شمالی در منطقه ای واقع شده که از نظر دریافت انرژی خورشیدی، بین مناطق جهان، در بالاترین رده ها قرار

دارد. با توجه به این میزان انرژی تابشی، استفاده از انرژی خورشید در کاربردهای حرارتی و تبدیل مستقیم به برق) فتوولتائیک)، در مقایسه با انواع دیگر انرژیهای تجدیدپذیراز اهمیت قابل ملاحظه ای برخوردار است.

به پدیده ای که در اثر تابش خورشید الکتریسیته تولید کنند پدیده فتوولتائیک و به هر سیستمی که از این پدیده استفاده نماید، سیستم فتوولتائیک گویند. در این پدیده در اثر تابش نور خورشید و برخورد فوتونها به سطح صفحه هایی از جنس شبکه بلوری سیلیکون، جریان الکتریکی تولید می شود. جریان حاصل را می توان مستقیماًجهت استفاده در مصرف کننده و یا بطور غیرمستقیم آنرا در باطری ذخیره و در ساعتهایی که تابش وجود ندارد مصرف نمود.

کاربرد

سیستم های فتوولتائیک را می توان بصورت:

۱. مستقل از شبکه سراسری برق : روشنایی خیابانها و معابر، ایستگاههای بین جاده ای ، تونلها، پمپهای آبیاری، برقدار کردن روستاهای خارج و دور از شبکه سراسری و ....
۲. اتصال به شبکه : نیروگاههای کوچک جهت اتصال به شبکه و تزریق انرژی به خطوط شبکه سراسری بکار برد.

نیروگاه های خورشیدی از نوع دریافت کننده مرکزی.

تعریف

نیروگاه های خورشیدی از نوع دریافت کننده مرکزی (Central Receiver System) بدون ایجاد آلودگی زیست محیطی انرژی حرارتی حاصله از تابش خورشید را به الکتریسیته تبدیل میکنند.

نور خورشید بوسیله آینه های بزرگی که هلیوستات نامیده میشوند و در طول روز آفتاب را دنبال میکنند بر روی یک دریافت کننده که بالای برجی به ارتفاع حدود ۷۰ متر قرار دارد متمرکز میکنند. سیال داخل دریافت کننده که سیال عامل خوانده میشود انرژی حرارتی حاصل شده از تمرکز نور خورشید را جذب کرده و با گردش در یک سیکل بسته همانند نیروگاه های معمولی موجب تولید بخار و راه اندازی توربین ژنراتورها و در نهایت تولید الکتریسیته میشود. در این نوع نیروگاه ها یک سیستم ذخیره انرژی حرارتی تعبیه شده است که در هنگام کار نیروگاه مقداری انرژی حرارتی را ذخیره میکند و در مواقعی که تابش آفتاب وجود ندارد مانند ساعات ابری یا شبها انرژی جذب شده را به سیکل نیروگاه برمیگرداند و موجب فعال نگهداشتن نیروگاه میشود. نیروگاه های خورشیدی اولیه (مانند نیروگاه خورشیدی Solar One امریکا) از بخار آب بعنوان سیال عامل استفاده میکردند، اما در طراحیهای امروزی (از جمله Solar Two از نمک مذاب بعنوان سیال عامل هم برای انتقال حرارت

و هم در سیستم ذخیره انرژی استفاده میکنند.انواع نیروگاه های تجاری میتوانند باظرفیتهای ۵۰ تا ۲۰۰ مگاوات الکتریکی در هرجایی ساخته شوند.

کاربرد و مزایا

سیستمهای خورشیدی از نوع دریافت کننده مرکزی قابلیت تولید الکتریسیته در ظرفیتهای بالا را دارند و بدلیل بالابودن درجه حرارت کارکردی، راندمان بیشتری نسبت به سایر سیستمهای مشابه دارند.

از این نوع نیروگاه ها میتوان برای تامین بخار نیروگاه های حرارتی و همچنین تولید هیدورژن نیز استفاده نمود.

بدلیل اینکه مانند سایر سیستمهای خورشیدی فقط از انرژی حاصل از تابش خورشید استفاده میشود، مشکلات تولید گازهای گلخانه ای و ایجاد آلودگی زیست محیطی وجود ندارد.

این سیستمها از معدود سیستمهای الکتریکی خورشیدی هستند که میتوانند بطور مناسب انرژی خورشیدی را ذخیره کنند و در مواقع لزوم مانند شب یا هوای ابری انرژی ذخیره شده را به شبکه تزریق کنند. از مزیت فوق میتوان برای ذخیره انرژی و تحویل الکتریسیته در مواقع پیک شبکه (پیک سایی) استفاده نمود.

یک نیروگاه ۱۰۰ مگاواتی با توان ذخیره انرژی به مدت ۱۲ ساعت، فقط ۴۰۰۰ متر مربع زمین بی حاصل نیاز دارد و میتواند انرژی مورد نیاز ۵۰۰۰۰ خانوار را بخوبی تأمین کند.

در بیابانهای مرکزی و مناطق جنوب و جنوب غربی و شمال غربی ایران میلیونها متر مربع زمین بیحاصل وجود دارند که میتوان از آنها بعنوان منبعی برای تولید انرژی خورشیدی، در قیاس با انرژی برق آبی استفاده نمود.

وضعیت فن آوری.

دو نمونه موفق از نیروگاه های خورشیدی با ظرفیت بالا در حال حاضر وجود دارند که شاهد خوبی برای نمایش قابلیت این نوع نیروگاه ها میباشند.

نیروگاه ۱۰ مگاواتی Solar One در کالیفرنیا با تولید ۳۸ میلیون کیلووات ساعت الکتریسیته در مدت بهره برداری طی سالهای ۱۹۸۲ تا ۱۹۸۸ عملا امکان استفاده از این نیروگاه ها را به اثبات رساند.

نیروگاه Solar Two با بهینه سازی سیستم Solar One از نمک مذاب بجای بخار آب بعنوان سیال عامل استفاده کرد.نمک مذاب در سیستم ذخیره انرژی نیز بکار گرفته شد و با حصول نتایج مطلوب نشان داد که میتوان بطور مؤثری انرژی خورشیدی را جمع آوری کرده و حتی در هنگام شب و طی ساعات ابری، الکتریسیته تحویل داد.

کسب موفقیت Solar Two جرقه های توجه جهانی برای استفاده از نیروگاه های خورشیدی نوع دریافت کننده مرکزی را بر انگیخت.

پس از اینکه دوره کارکرد Solar Two به اتمام رسید کنسرسیومی از شرکتهای بین المللی به رهبری صنعت امریکا از جمله شرکتهای بوینگ و بکتل (پشتیبانی فنی را نیز لابراتوارهای ملی سندیا بعهده داشتند)

برای تعقیب نیروگاه های دریافت کننده مرکزی تشکیل شد. مخصوصا در اسپانیا(جایی که وضعیت خوب تابش آفتاب موجب اقتصادی شدن تکنولوژی است)و همچنین در مصر، مراکش و ایتالیا.

اولین نیروگاه تجاری با ظرفیت حدود ۴ برابر نیروگاه Solar Two طراحی شده (حدود ۴۰ مگاوات و با منبع ذخیره ای که انرژی لازم برای بحرکت در آوردن توربین ۱۵ مگاواتی را در ۲۴ ساعت شبانه روز را ذخیره میکند).

صنعت امریکا هم اکنون بدنبال فرصتی است که در بیابانهای جنوب غربی این کشور نیروگاهی از این نوع را با ظرفیت ۳۰ الی ۵۰ مگاوات بسازد که از پیشرفتهای حاصل شده و تجربیات طرح های اسپانیا بهره برده و نیاز پیک سایی شبکه غرب امریکا را نیز پوشش دهد.

اولین نیروگاه از این نوع هزینه ای معادل ۱۰۰ میلیون دلار دارد و الکتریسیته را با ئرخ ۱۵ سنت بر کیلووات ساعت عرضه میکند.

هرچند که نرخ تولید الکتریسیته هنوز قدری بالاتر از نرخهای حاصل از روشهای تولید سنتی است اما با حمایت های مالی از طرف سازمانهای محیط زیست و از طرف دولت، این نرخ کاهش می یابد، همچنین با بهبود روشهای مهندسی و پیشرفت فن آوریها نرخ عرضه اکتریسیته در این نوع نیروگاه ها به ۷ سنت بر کیلووات ساعت نیز خواهد رسید.

در صورتیکه عزم و علاقه برای استفاده از انرژیهای پاک وجود داشته باشد امکان اقتصادی کردن این فن آوری بطوری که بتواند با نیروگاه های سنتی رقابت نماید وجود دارد.

نیروگاه خورشیدی از نوع سهموی خطی

تعریف

افزایش هزینه‌ها و آینده نامعلوم سوخت‌های فسیلی و همچنین توجه به جامعه جهانی به مسائل زیست محیطی و اثرات ناشی از آن، استفاده از سیستم‌های غیر آلاینده محیط زیست را در مصارف صنعتی و تجاری مورد توجه قرارداده است. یکی از روشهای مرسوم و مناسب جهت مصارف صنعتی و نیروگاهی استفاده از سیستم کلکتور سهموی خطی می‌باشد. در این روش انرژی تابش خورشید پس از باز تابش از روی سطح آینه‌های سهموی نصب شده بر روی سازه‌ها بر روی لوله دریافت کننده‌ای که در کانون سهمی قرار گرفته متمرکز شده و گردآوری می‌گردد. لوله دریافت کننده انرژی تابشی را به حرارت تبدیل نموده و آنرا به سیال انتقال حرارت (روغن) منتقل می‌نماید. روغن داغ در یک مبدل حرارتی تولید بخار نموده و در ادامه سیکل بخار انرژی الکتریکی تولید گردد. این روش قادر است تا سیال خروجی از کلکتورها تا حدود ۴۰۰ درجه سانتیگراد گرم نماید.

کاربرد

۱. تولید برق در ظرفیت نیروگاهی و بالا
۲. افزایش راندمان نیروگا ه غیر حرارتی شکل ترکیب با سیکل های حرارتی فسیل
۳. تولید بخار مصارف سیستم‌های غیر نیروگاهی (صنایع نفت، نیروسیر و صنایع سنگین)
۴. تولید آب شیرین

آبگرمکن خورشیدی در شهرها و روستاهای بدون گاز کشور نصب می شود

بهره برداری از نخستین طرح آبگرمکن خورشیدی ویژه حمام عمومی در روستای «درخش» بخش مرزی درمیان بیرجند آغاز شد.

»باد نیلو» مجری این طرح گفت: برای نصب و راه اندازی این آبگرمکن ۵۰ هزار یورو توسط دولت هزینه شده است.

وی افزود: آبگرمکن خورشیدی که از فنآوری پیشرفته اروپایی بهره می برد، با همکاری کارشناسان کشور اتریش برای نخستین بار در استان خراسان در این منطقه نصب و راه اندازی شده است.

او گفت: این آبگرمکن ۴۰ سلول دارد و ۱۰۰ نفر می توانند از آب گرم آن استفاده کنند.

وی افزود: سیستم آبگرمکن خورشیدی در روستاها به صورت رایگان و در شهرها با ۴۰ درصد یارانه نصب می شود.

باد نیلو با بیان این که طی یک برنامه پنج ساله در تمامی شهرها و روستاهای بدون لوله کشی گاز، آبگرمکن خورشیدی نصب خواهد شد، گفت: میزان صرفه جویی در سوخت با استفاده از این آبگرمکن ها به ۹۰ درصد می رسد.

سیاوش یوسفی معاون دفتر انرژی سازمان مدیریت و برنامه ریزی نیز در سفر به گناباد، از نصب ۷۰۰۰ دستگاه آبگرمکن خورشیدی در شهرهای مختلف کشور خبر داد.

معاون دفتر انرژی سازمان مدیریت و برنامه ریزی محل نصب این آبگرمکن ها را استان های شرقی و جنوبی کشور ذکر کرد و افزود: طبق برنامه زمانبندی شده، تا پایان امسال ۳۰۰۰ دستگاه آبگرمکن و حمام خورشیدی دیگر در کشور نصب خواهد شد.

او گفت: با توجه به موفقیت طرح و برنامه ریزی اولیه، در برنامه دوم دفتر انرژی سازمان مدیریت و سازمان بهینه سازی سوخت کشور ۲۱۵ هزار آبگرمکن و ۱۰۰۰ حمام خورشیدی در سطح کشور نصب و راه اندازی خواهد شد.

وی افزود: طبق مصوبه شورای اقتصاد برای تامین اعتبار و بهره برداری از این تعداد آبگرمکن و حمام خورشیدی در حدود ۵۰ میلیون دلا ر تامین اعتبار و موافقتنامه آن نیز مبادله شده است.

او گفت: گسترش فرهنگ استفاده از انرژی های نو به ویژه خورشیدی در استان خراسان در میان مردم بیشتر از دیگر نقاط کشور است لذا پذیرش آبگرمکن و حمام های خورشیدی در این خطه با اقبال گسترده مردم روبه رو شده است.

وی افزود: دولت بابت هر دستگاه آبگرمکن خورشیدی افزون بر سه میلیون ریال یارانه پرداخت می کند.

او گفت: با استفاده از هر دستگاه آبگرمکن خورشیدی سالا نه از مصرف ۷۰۰ لیتر نفت سفید پرهیز و افزون بر ۱۰۰ میلیون ریال به اقتصاد کشور کمک می شود.

مزایای انرژی خورشیدی از دیدگاه کلی

۱. انرژی خورشید در مقایسه با سوختهای فسیلی یک ذخیره پایان ناپذیر می باشد که استفاده از آن می تواند در آینده دور، مسئله بحران انرژی را حل و در حال حاضر و آینده نزدیک احتیاج به سوختهای غیرقابل تجدید بخصوص گاز و نفت را کمتر نماید که در نتیجه اینگونه سوختها را می توان به نحوی مؤثر و در زمانی طولانی تر مورد استفاده قرار داد.
۲. کاربرد انرژی خورشید در آینده دور باعث بی نیازی کشورها به تکنولوژی خارجی و فن‌آوری وابسته به آن منابع می گردد که در نتیجه از نفوذ سیاستهای خارجی در کشورها کاسته می شود و این امر تا حدودی صلح جهانی را در پی خواهد داشت.
۳. بر عکس بسیاری از تکنولوژیهای وابسته به روشهای مدرن تولید انرژی (انرژی هسته‌ای)، تکنولوژیهای اساسی لازم برای بسیاری از کاربردهای انرژی خورشیدی ساده می باشند. این تکنولوژیها فقط احتیاج به توسعه و پیشرفت دارند تا از لحاظ اقتصادی موجه گردند.
۴. تکنولوژیهای وابسته به انرژی خورشیدی در کشور، باعث بوجود آمدن صنایع دائمی جدیدی می گردند که در نتیجه از بیکاری که در اثر کم شدن سوختهای فسیلی ایجاد می شود جلوگیری می نماید.
۵. انرژی خورشیدی باعث آلودگی محیط زیست نمی شود.

در این رهگذر فتوولتائیک از جمله منابع استحصال انرژی خورشیدی است که بسیار حائز اهمیت می باشد زیرا:

۱. امکان نصب و راه اندازی نیروگاه فتوولتائیک بسیار ساده و سهل الوصول می‌باشد.
۲. برخلاف صور دیگر نیروگاههای خورشیدی، فتوولتائیک انرژی حاصل از تابش را مستقیماً تبدیل به انرژی الکتریکی می نماید.
۳. امکان استفاده از این نوع انرژی خورشیدی در مقیاسهای کوچک و بزرگ امکان پذیر می باشد. (از ۱۰ وات الی چندین مگاوات)
۴. قابلیت استفاده در مکانهای شهری و روستایی را دارا می باشد.
۵. در هر نقطه که امکان بهره برداری از این سیستم وجود داشته باشد قابل نصب است.
۶. زمان اجرای پروژه های فتوولتائیک با توجه به صور دیگر انرژیهای پاک مانند باد، ژئوترمال، سهموی خطی، دریافت کننده مرکزی و غیره بسیار کوتاه بوده که این خود قابلیت انعطاف سیستم را بیش از پیش هویدا می سازد.
۷. در بحث اشتغال زایی کمک شایانی به جامعه می نماید.
۸. هزینه های انتقال خط به نقاط دور از دسترس شبکه سراسری و همچنین پیک سایی و جلوگیری از افت در شبکه انتقال را باعث می گردد.

گفتگو با دکتر یعقوبی:

اهمیت انرژی‌های تجدیدپذیر، بررسی امکان استفاده از انرژی خورشیدی در ایران و انتظاری که در این بین باید از مسئولین داشت، مواردی هستند که در گفتگو با دکتر محمود یعقوبی، عضو فرهنگستان علوم و سردبیر مجلهٔ **Iranian journal** of science and technology به بحث در مورد آنها می پردازیم:

- **اهمیت بحث انرژی در چیست و موضوعات قابل بررسی در این زمینه کدامند؟**

با توجه به خاتمه‌پذیر بودن سوختهای فسیلی، تنوع بخشیدن به منابع انرژی، از مهمترین اهداف سیاست‌گذاران انرژی در دنیاست. در نشست اخیر رؤسای کشورها در ژوهانسبورگ تاکید بر روی توسعهٔ پایدار شده و محور اصلی بحث، توسعهٔ پایدار انرژی است. موارد زیر از مهمترین پارامترهای توسعهٔ پایدار در حوزهٔ انرژی به‌حساب می‌آیند:

۱- کاهش تلفات انرژی

۲- حفظ منابع اتمام‌پذیر

۳- استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر

۴- عدم آلودگی محیط زیست

بنابراین مبحث انرژی تاثیر مستقیم بر روی توسعهٔ پایدار کشورها خواهد داشت و از اینجا می‌توان به اهمیت آن پی‌برد.

- **وضعیت انرژی را در ایران چگونه ارزیابی می‌کنید؟**

در کشور ما با توجه به فراوانی منابع سوخت فسیلی و قیمت پایین آن، به بخشهای دیگر انرژی توجه چندانی نمی‌شود. ما در استفاده از انرژی‌های فسیلی بسیار بی‌برنامه عمل می‌کنیم و بخش زیادی از آنرا به هدر می‌دهیم. ایران بالاترین نرخ سرانهٔ مصرف انرژی را داراست و مردم با کمترین هزینه سوختهای فسیلی را مصرف می‌کنند. این عوامل باعث می‌شود به انرژیهای تجدیدپذیر توجه چندانی نشود..

- **پتانسیل‌های بهره‌گیری از انرژی خورشیدی را درکشور چگونه ارزیابی می‌کنید؟**

از نظر انرژی خورشیدی، ایران کشوری بسیار غنی به حساب می‌آید. در بسیاری از مناطق ایران می‌توان از انرژی خورشیدی برای مصارف خانگی استفاده کرد. همچنین با انجام برنامه‌ریزی‌های درست می‌توان از تکنولوژی‌هایسطح بالایی که در زمینهٔ انرژی خورشیدی وجود دارد، برخوردار شد.ولی به دلیل ارزان بودن سوخت‌های فسیلی و عدم وجود برنامه‌ریزی‌های آینده‌نگرانه، توجه

چندانی به این بخش نشده است. در هر صورت روند جهانی، ما را در آینده مجبور خواهد کرد که به این بخش بیشتر توجه کنیم.

- **آیا استفاده از سیستم‌های خورشیدی توجیهاقتصادی دارد؟**

هر چند هزینهٔ استفاده از انرژی خورشیدی بسیار بالاست، ولی امروزه در سیاست‌گذاری‌ها فقط هزینهٔ سیستمهای خورشیدی در نظر گرفته نمی‌شود، بلکه فواید حاصل از بکارگیری آنها، مانند کاهش آلودگی محیط زیست، مد نظر قرار می‌گیرد. در ظاهر برای یک شهروند استفاده از انرژی آفتاب مقرون به صرفه نیست، اما هنوز هم با وجود تمام مسائلی که مطرح می‌شود، می‌توان مناطقی از کشور را یافت که استفاده از انرژی خورشیدی در آنها توجیه اقتصادی دارد. به‌عنوان نمونه استفاده از سلولهای خورشیدی، در مناطق دوردست را می‌توان در عرض چند سال به قیمت روز رساند.با توجه به تکنولوژی‌های موجود و وسعت استفاده از انرژی خورشیدی در دنیا، به نظر می‌آید، در بخشهایی مانند گرمایش ساختمانها، تولید آب گرم، طبخ غذا، خشک‌کن‌ها و آب شیرین‌کن‌ها، این انرژی می‌تواند با انرژی‌های رایج رقابت کند.

- **در جلسه‌ای که با دکتر بهادری‌نژاد داشتیم ایشان پیشنهاد کردند که: "وزارت نیرو تعهد بدهد از ده سال بعد هر نیروگاهی که ساخته می‌شود خورشیدی باشد." نظر شما در مورد این پیشنهاد چیست؟**

تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که در حال حاضر ساخت نیروگاه‌های مستقل خورشیدی به‌صرفه نیست، بلکه نیروگاه‌های سیکل ترکیبی مانند خورشیدی-گازی یا خورشیدی-بخاری بسیار اقتصادی خواهند بود. بنابراین باید یک فرایند طبیعی را طی کنیم، طوری که در سدهٔ آینده نیروگاه‌هایی که ساخته می‌شوند، همگی خورشیدی باشند.

ما به عنوان محقق و دانشگاهی که در زمینهٔ آموزش و پژوهش فعالیت می‌کنیم، دیدگاه‌های خاص خودمان را داریم. البته مسئولینی که سیاست‌گذاری می‌کنند باید از نظراتی که در دانشگاه‌ها ارایه می‌شود استفاده کنند، ولی اینکه بگوییم مثلاً وزارت نفت از فردا قیمت بنزین را چند برابر کند، چندان مستند نیست و این امر احتیاج به کار بیشتر در آن وزارتخانه دارد. نظر من این است که طی یک برنامهٔ ۲۰ ساله، وزارت نیرو بگوید که بعد از ۲۰ سال نیروگاههایی که ساخته می‌شود، با درصد بالایی یا بادی است یا خورشیدی به این شکل عملی‌تر به نظر می‌رسد.

- **مشکلات مربوط به همگانی کردن استفاده از انرژی خورشیدی کدامند؟**

برای شروع کار، صنایع خورشیدی سرمایه‌بر می‌باشند. بنابراین مشکل سرمایه‌گذاری از اساسی-ترین موانع در راه همگانی کردن استفاده از انرژی خورشیدی، به‌حساب می‌آید.

راه‌حلی که در این زمینه به نظر می‌رسد، پرداخت یارانه از سوی دولت می‌باشد.علاوه بر این فرهنگ سازی در استفادهٔ همگانی از انرژی خورشیدی و شناساندن نقش آن در حفاظت از محیط زیست و مصرف بهینهٔ سایر منابع، از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد.

- **چه نظرات و پیشنهاداتی در مورد انجمن انرژی خورشیدی ایران دارید؟**

مسئله‌ای که مربوط به همهٔ انجمن‌ها از جمله انجمن انرژی خورشیدی ایران می‌شود، عدم مشارکت افراد در آنهاست. انجمن انرژی خورشیدی نسبت به سایر انجمن‌ها جوان‌تر است. با توجه به اینکه انجمن‌ها جزء نهادهای مردمی هستند، در صورتی می‌توانند موفق باشند که مشارکت بیشتری در آنها باشد و افراد بیشتری در آن دخالت داشته باشند.

بنابراین در درجهٔ اول، انجمن انرژی خورشیدی باید موجباتی را که افراد به آن علاقمند شوند فراهم کند. رسالت دیگری که بر عهدهٔ انجمن انرژی خورشیدی می‌باشد، شناساندن ارزش سوختهای فسیلی و اهمیت استفاده از منابع جدید انرژی است. همچنین با توجه به اینکه توسعهٔ پایدار در اکثر کشورهای جهان فرهنگ غالب می‌شود، انجمن می‌تواند از دستاوردهای علمی و فرهنگی سایر کشورها در این زمینه استفاده کرده و در انتقال آن به کشور خودمان نقش موثرتری ایفا کند.

- **پیشنهاد شما برای آیندهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور چیست و در این باره چه انتظاری از مسئولین دارید؟**

اولین کاری که دولت باید انجام دهد پرداخت یارانه مناسب است. به‌عنوان مثالیک بررسی راجع به عایق‌سازی ساختمان‌ها نشان داد که اگر در بعضی مناطق دولت پول عایق‌ها را بپردازد، طی مدت ۵ سال سرمایه‌ای که از بابت کاهش مصرف سوخت فسیلی عاید کشور می‌شود، برابر قیمت عایق-های بکار رفته خواهد بود.

بنابراین باید بررسی کنیم که در صورت پرداخت یارانه برای بخش انرژی‌های تجدیدپذیر، بعد از چه مدتی می‌توان سرمایه صرف شده را برگشت داد؟

همچنین اساتید باید در دانشگاه‌ها به همراه مسائل علمی و آموزشی، مسائل فرهنگی و اخلاقی را نیز پرورش دهند. البته آموزش فرهنگی و اخلاقی غیرمستقیم است که در رفتارها، برخوردها، جلسات و سمینارها تجلی پیدا می‌کند.برای توسعهٔ پایدار نیاز به آگاهی و بهره‌گیری از سایر منابع انرژی داریم و همراه با آن باید در مصرف انرژی صرفه‌جویی کرده و بهینه‌سازی را هدف قرار دهیم که با اعتقادات و باورهای ما نیز سازگار است.

گفتگو با دکتر بهادری نژاد

سیر تحولات انرژی خورشیدی در ایران از زبان دکتر مهدی بهادری نژاد

دکتر مهدی بهادری‌نژاد یکی از پایه‌گذاران تحقیقات انرژی خورشیدی در کشور می‌باشد. وی بیش از ۳۰ سال در این زمینه به تحقیق و مطالعه پرداخته و از موسسین انجمن انرژی خورشیدی ایران می‌باشد در گفتگویی با وی به بررسی تاریخچهٔ انرژی خورشیدی در ایران می پردازیم. مطلب زیر که از زبان دکتر بهادری‌نژاد نقل می‌شود حاصل این گفتگوست:

قبل از هرچیز من پیشنهاد می‌کنم که اسم انرژی‌های نو را به انرژی‌های تجدیدپذیر یا انرژی خورشیدی تغییر دهید. پنج میلیارد سال از عمر انرژی خوشیدی می‌گذرد. از وقتی حیات روی زمین بوجود آمده، انرژی خورشیدی مورد استفاده موجودات زنده قرارگرفته است. بویژه از وقتی که انسان روی زمین راه افتاده، از آفتاب استفاده نموده است. اگر انرژی خورشیدی نو است، پس انرژی قدیمی کدام است؟ تنها جایی که می‌شود اسم "نو" را برای انرژی خورشیدی توجیه‌پذیر دانست، در تولید برق از این انرژی است.

نخستین بار حدود ۵۰ سال پیش، برای تولید برق سفینه‌های بدون سرنشین از انرژی خورشیدی استفاده شد. از این نظر انرژی خورشیدی نو می‌باشد، در حالی که انرژی فقط برق نیست و بشر برای تولید گرما از انرژی خورشیدی استفاده می‌کرده است.

بنابراین عنوان انرژی‌های تجدیدپذیر جامع‌تر می‌باشد، که هم شامل آفتاب و هم زمین‌گرمایی می‌شود. انرژی باد و آب را نیز جزء انرژی‌های خورشیدی به‌حساب می‌آورند.

اولین کارهای انجام شده در زمینهٔ انرژی خورشیدی در ایران به حدود ۳۱ سال پیش باز می‌گردد. آن موقع من در دانشگاه شیراز بودم. سال ۴۹ به انرژی خورشیدی علاقه‌مند شدم و چندین پروژهٔ کارشناسی را در دانشگاه شیراز انجام دادیم. از جمله پروژه‌هایی که در آن سال‌ها انجام شده عبارت بودند از: ساخت هواگرم‌کن خورشیدی، ذخیره‌سازی انرژی حرارتی در قلوه‌سنگ و ساخت آب‌شیرین‌کن‌های خورشیدی.

در اولین فرصت مطالعاتی در دانشگاه ایالتی آریزونا، تمام وقت من صرف استفاده‌های حرارتی انرژی خورشیدی شد. در فرصت مطالعاتی دوم در سال‌های ۵۴ و ۵۵ نیز، به مطالعه در زمینهٔ انرژی خورشیدی در دانشگاه ایالتی آریزونا پرداختم.

وقتی در شهریور ۱۳۵۵ به ایران برگشتم علاقمندی به انرژی خورشیدی در سطح کشور افزایش یافته بود. در آن زمان آقای دکتر وجدانی در دانشکدهٔ برق دانشگاه صنعتی شریف مرکزی را تاسیس کرد. بیشتر علاقمندی ایشان در آن موقع، تولید سلول‌های فتوولتائیک برای تبدیل آفتاب به برق بود. هم‌اکنون آن مرکز با نام پژوهشگاه مواد و انرژی در فردیس کرج مستقر می‌باشد و یکی از مراکز وابسته به وزارت علوم، تحقیقات و فناوری است.

در اوایل دهۀ ۵۰ کمیته‌ای به‌نامشورای انرژی خورشیدی در کشور بوجود آمد. وزرای مسکن، آب و - برق و رئیس سازمان برنامه و بودجه در آن عضو بودند. من و دکتر وجدانی نیزعضو آن بودیم. این کمیته سیاست‌های انرژی خورشیدی کشور را پایه‌ریزی می‌کرد.

در سال ۵۵ وزارت آب و برق وقت، برای پروژۀ نیروگاه‌های خورشیدی با ظرفیتهای ۱ و ۱۰ مگاوات از دانشگاه شیراز دعوت به همکاری کرد. یک پیشنهاد پژوهشی تهیه کردیم و بلافاصله تایید شد. اولین اعتبار طرح در سال ۵۷ دریافت شد. بعد از آن انقلاب اسلامی پیش آمد و وزیر نیروی دولت موقت اظهار داشت که نیازی به استفاده از انرژی خورشیدی نیست. به این ترتیب اعتبار قطع و طرح متوقف شد. چند سال پیش این طرح توسط دانشگاه شیراز دوباره احیا شد و تقریباً به پایان رسیده است.

بعد از انقلاب اسلامی در سازمان انرژی اتمی مرکز توسعۀ انرژیهاینو شروع به کار نمود. حدود هشت سال پیش نیزسازمان انرژی‌های نوتوسط وزارت نیرو تاسیس شد. در دانشگاه شریف نیز پروژه‌هایی بصورت چند طرح خورشیدی در مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد از چند سال پیش شروع شده، که اهم آنها به شرح زیر است:

۱- طراحی یک آبگرم‌کن خورشیدی جدید

۲- طراحی یک هواگرم‌کن خورشیدی جدید

۳- طراحی یک هواگرم‌کن خورشیدی قائم

۴- طراحی و ساخت خانۀ سبز که بی‌نیاز از سوخت‌های فسیلی است(زیر نظر سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت و در دست اجرا)

۵- پروژۀ استفاده از انرژی خورشیدی در روستاها (زیر نظر سازمان بهینه‌سازی سوخت و در دست اجرا)

۶- پروژۀ مقایسۀ آبگرم‌کن خورشیدی طرح جدید با آبگرم‌کن خورشیدی ساخت شرکت پلار(در حال انجام)

۷- پروژۀ بهینه سازی آب‌شیرین‌کن خورشیدی

البته تحقیقات دانشگاهی به علایق اساتید بستگی دارد و از یک سیاست کلی پیروی نمی-کند. برای اینکه پروژه‌های دانشگاهی در راستای نیازهای کشور باشد، سازمانها و مراکز مرتبط باید از آن حمایت کنند. در این صورت می‌توان از اساتید انتظار داشت که در موضوعات مورد نیاز کشور به تحقیق بپردازند.

گفتگو با دکتر کعبی نژاد

گفتگو با رییس انجمن انرژی خورشیدی در مورد وضعیت انرژی خورشیدی در ایران

بررسی پتانسیل‌های موجود در زمینهٔ انرژی خورشیدی، فعالیت‌های انجام شده، مشکلات موجود، دورنمای استفاده از انرژی خورشیدی و تاثیر آن در آیندهٔ انرژی کشور، موضوعاتی است که در گفتگوی با دکتر کعبی‌نژادیان، رئیس انجمن انرژی خورشیدی و مشاور سازمان انرژی‌های نو ایران، مورد بحث و بررسی قرار می گیرد مطلب زیر حاصل این گفتگو است:

سؤال:آقای دکتر با تشکر از فرصتی که به ما دادید، لطفاً در ابتدا بفرمایید که چه سازمان‌ها و مراکزی در ایران در زمینهٔ انرژی خورشیدی فعالیت می‌کنند؟

دکتر کعبی‌نژایان:در وزارتخانهٔ نیرو، سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا) در زمینهٔ انرژی‌های نو فعالیت می‌کند. پروژه‌هایی که در سانا اجرا شده یا در دست اجراست عبارتند از:

۱_ نصب نیروگاه ۱۰ کیلووات بادی در دانشگاه سهند تبریز

۲- نیروگاه ۶۰۰ کیلوواتی بادی در منجیل (در دست اجرا)

۳_ نیروگاه خورشیدی ۲۵۰ کیلوواتی شیراز از نوع سهموی خطی (در حال انجام)

۴_ نیروگاه خورشیدی ۱ مگاواتی طالقان از نوع برج دریافت‌کنندهٔ مرکزی

۵- پروژه‌هایی در زمینه روشنایی و تأمین برق پاسگاه‌های مرزی با استفاده از فتوولتائیک

۶- نصب پمپ فتوولتائیک در مهرشهر کرج

۷- سیستم‌های فتوولتائیک متصل به شبکه برق سراسری (سیستم‌هایی به توان‌های ۵ و ۳۰ کیلووات اجرا شده و سیستم ۱۰ کیلووات در حال اجرا است)

همچنین طرح آبگرمکن‌های خورشیدی در معاونت انرژی وزارت نیرو در حال انجام است. در این طرح، در مناطقی که گازرسانی صورت نگرفته باشد، دولت به خانوارهای ۵ نفره یک عدد آبگرمکن خورشیدی می‌دهد. قیمت این آبگرمکن‌ها حدود ۵۰۰ هزار تومان می‌باشد که ۷۰ درصد آن توسط دولت پرداخت می‌شود.

وزارت جهاد کشاورزی نیز برای تأمین آب گرم حمام‌های مناطق روستایی از انرژی خورشیدی استفاده کرده است.

مرکز توسعهٔ انرژی‌های نو سازمان انرژی اتمی نیز در زمینهٔ انرژی خورشیدی فعالیت می‌کند. این مرکز نیروگاه بادی منجیل را با ظرفیت ۱۰۵، مگاوات نصب و اجرا کرده است. علاوه بر تحقیقات و پروژه‌های انجام شدهٔ فوق، در دانشگاه-ها نیز تحقیقاتی بصورت پراکنده در مورد انرژی خورشیدی انجام گرفته است.

سؤال:شما موانع موجود بر سر راه توسعهٔ انرژی خورشیدی در کشور را کدام می‌دانید؟

دکتر کعبی‌نژادیان: عدم استفاده از متخصصین، پراکنده‌کاری، موازی‌کاری و نبود یک متولی قدرتمند در این زمینه، از مهمترین موانع توسعه هستند. پروژه‌های تحقیقاتی باید در یک‌جا جمع شده، بودجه‌ها متمرکز شوند و یک متولی برای انرژی‌های نو وجود داشته باشد. هم‌اکنون بخش‌های مختلفی در زمینهٔ انرژیهای نو از بودجهٔ دولتی استفاده می‌کنند. برای جلوگیری از پراکنده بودن اطلاعات، پروژه‌ها، بودجه و نیروی انسانی، این بخش‌ها باید ادغام شوند.

سؤال: آقای دکتر شما مشکل پراکنده بودن فعالیت‌ها را ناشی از فقدان یک استراتژی ملی می‌دانید یا نبود یک متولی قوی؟

دکتر کعبی‌نژادیان:نبودن یک متولی قوی در این زمینه باعث پراکندگی کارها شده است.

از جملهٔ مشکلات دیگری که مانع توسعهٔ انرژیهای نو می‌باشند عبارتند از:

۱- نبود استراتژی و برنامهٔ مشخص برای توسعهٔ انرژی‌های نو

۲- عدم دسترسی به اطلاعات سازمان‌های مختلف در زمینه انرژی‌های نو

۳- مشکلات تکنولوژیک واقتصادی حل نشده در زمینهٔ کاربرد انرژیهای نو

سؤال:شما چه پیشنهادی برای حل مشکلات فوق دارید؟

دکتر کعبی‌نژادیان:کمیسیون انرژی مجلس و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی باید از هر نوع کار تکراری جلوگیری کنند. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی نباید به‌صورت پراکنده بودجه تخصیص دهد. باید برنامه ۱۵ تا ۲۰ ساله در زمینهٔ انرژی‌های نو تدوین شود و آن هم از طریق"طرح توسعهٔ فناوری و پژوهش"امکان‌پذیر است، که اگر مطمئن شدیم عملی است، سراغ"طرح توسعه کاربرد انرژی‌های نو"برویم.

بعنوان مثال کشور ژاپن در پروژهٔ**sun shine**ابتدا طرح توسعه فتوولتائیک را مطرح کرد که ۱۵ سال طول کشید و بعد از اینکه توانستند فتوولتائیک را به‌کار بگیرند، طرح توسعهٔ کاربرد فتوولتائیک را

مطرح کردند و در نهایت به افزایش راندمان فتوولتائیک پرداختند و موفق شدند آنرا از ۱۰ درصد به ۲۴ درصد برسانند.
حال آنکه در ایران شرکت فیبر نوری و برق خورشیدی پس از ده سال تولید، فتوولتائیک را با راندمان ۱۲ درصد تولید می‌کند که وقتی به صورت پانل درمی‌آید، حدود ۱۰ درصد بازده دارد."
سؤال:دورنمای استفاده از انرژی خورشیدی و تاثیر آن در آیندهٔ انرژی کشور چگونه است؟
دکتر کعبی‌نژادیان:حدود چهار پنجم کشور ایران دارای میانگین سالیانهٔ تابش خورشیدی روزانه بین ۴،۵ تا ۵،۴ کیلووات ساعت بر مترمربع است. هر چقدر بتوان از انرژی خورشیدی استفاده کرد، از مصرف سوخت‌های فسیلی کاسته می‌شود. استفاده از انرژی خورشیدی اجتناب‌ناپذیر است. بالاخره روزی می‌رسد که بدلیل کمبود سوختهای فسیلی باید از آن بهره گرفت.**باید اذعان کرد که هنوز مشکل فناوری آن به‌طور کامل حل نشده است، ولی امید است که بتوان در آبگرمکن‌های خورشیدی، خشک‌کن‌ها، تامین روشنایی، سیستم‌های گرمایش و سرمایش، آب شیرین‌کن-ها و برق خورشیدی از این انرژی استفاده کرد.**

ساخت سلولهای پلاستیکی و بادوام و ارزان توسط دانشمندان دانمارک

دانشمندان دانمارکی موفق به ساخت نوع جدیدی سلول خورشیدی پلاستیکی شده‌اند که عمر آن بسیار بیشتر از انواع قبلی است
و می‌تواند راه را برای دسترسی به انرژی خورشیدی ارزان هموار سازد.
سلولهای پلاستیکی بسیار ارزانتر از سلولهای سیلیکانی رایج هستند که در وسایلی که با انرژی خورشید کار می‌کنند مانند ماشین حساب کاربرد دارد. سلولهای پلاستیکی معمولا شکننده‌ترند و فقط چند روز دوام می‌آورند.
فردریک کربس از آزمایشگاه ملی Risoe می‌گوید طول عمر سلول جدید ۲ سال است که بالاترین حد نصاب سلولهای پلاستیکی در جهان محسوب می‌شود.
دانشمندان دانمارکی از یک شکل پایدارتر پلاستیک به جای ماده فعال در سلول استفاده کردند که انرژی پرتوهای خورشید را به الکتریسیته تبدیل می‌کند.
قیمت یک سلول سیلیکانی به ازای هر متر مربع ۸۰۰ دلار است. درحالی که یک سلول پلاستیکی به همین ابعاد کمتر از ۱۵دلار قیمت خواهد داشت.
سلولهای پلاستیکی بازده نسبتا پایینی دارند و فقط از ۰/۲تا ۵ درصد انرژی خورشید بهره‌برداری می‌کند. این میزان در مورد سلولهای سیلیکانی ۱۲تا ۱۵ درصد است.
سلولهای سیلیکانی کاربرد گسترده‌ای در ماشین حساب‌ها و ساعتها دارند.
برخی از خانه‌ها تمام انرژی مصرفی خود را با سلولهای خورشیدی سیلیکانی تامین می‌کنند.
خودروهای خورشیدی نیز وجود دارد، اما بخاطر قیمت بسیار بالا تولید انبوه نمی‌شوند.

تقاضا برای سلولهای خورشیدی بسیار بالاست. سلولهای سیلیکانی قادر به تامین این میزان نیاز بازار نیستند. سلولهای پلاستیکی با افزایش دوام بزودی خواهند توانست به بازار عرضه شوند.
"تام مارک وارت" از گروه تحقیقات خورشیدی دانشگاه ساوتهمپتون این پیشرفت را بسیار مهم خواند و گفت بطور مثال افراد می‌توانند بجای استفاده از باتری یک نوار سلول پلاستیکی خورشیدی به دور تلفن همراه خود ببندند.
با این حال محققان بر لزوم افزایش بازده و دوام سلولهای پلاستیکی تاکید دارند. شاید با تلفیقی از انواع پلاستیکی و سیلیکانی بتوان سلول خورشیدی مناسب تری برای آینده تهیه کرد.

چین به دنبال پیشروشدن در زمینه مصرف انرژی جایگزین در پنج سال آینده است

روزنامه انگلیسی زبان " چاینا دیلی" چاپ پکن: اگر چه چین‌اکنون به‌نفت به عنوان مهمترین منبع تامین‌انرژی برای رشداقتصادی وابسته است، اما به‌نسبت بسیاری از کشورهای دیگر دستاوردهای شایانی درتوسعه انرژی جایگزین و قابل تجدید داشته است.
این روزنامه در گزارشی با بررسی وضعیت انرژی جایگزین در چین ، نوشت که اکنون۳۵میلیون خانواردر چین برای تامین انرژی مورد نیاز، ازانرژی خورشیدی استفاده می‌کنند که این رقم بالاتر از مجموع مصرف این نوع انرژی در سراسر جهان محسوب می‌شود.
مقام‌های چین مدت‌هاست سرگرم‌اجرای طرح‌هایی برای استفاده گسترده از انرژی جایگزین و قابل تجدید به جای سوخت‌های فسیلی هستند.
این انرژی به اعتقاد کارشناسان چینی ، برای محیط زیست سودمند بوده و آلودگی ناچیزی دارد .
چین امیدوار است در آینده برای تامین آب گرم وحتی توسعه صنعتی از منابع انرژی خورشیدوباد بیشتر استفاده کند و در همین راستا شرکت‌های چینی سرمایه -گذاری خود را درزمینه انرژی‌های قابل تولید مجدد وجایگزین‌افزایش داده‌اند.
تحلیلگران اعتقاددارند که چین به چندین دلیل به تولید و مصرف انرژی‌های جایگزین روی آورده است که از جمله آن افزایش واردات نفت ، بالا رفتن تقاضا برای این فرآورده، هزینه‌های بالای مصرف نفت و واردات آن، آلودگی محیط زیست و بالا رفتن قیمت نفت است.
کنگره ملی خلق چین اخیرا به منظور کاهش مشکلات و چالش‌های این کشور برای تامین انرژی، قانون استفاده از انرژی‌های جایگزین را تصویب کرد.
چین به دنبال آن است تا با توجه به رشد اقتصادی خود و برطرف کردن مشکل کمبود انرژی ، آلودگی سنگین و وابستگی به انرژی وارداتی ، انرژی جایگزین را توسعه دهد.
مصرف‌انرژی جایگزین چین درزمان حاضر کمی بیشتر از سه درصد از مجموع مصرف انرژی این کشور است و دولت مرکزی قصد دارد این میزان را تا سال ۲۰۲۰میلادی به ۱۰درصد برساند.

انرژی‌های جایگزین شامل انرژی برق بادی، خورشیدی، هیدروالکتریک ، انرژی حرارتی و غیره است.
مصرف انرژی جایگزین درچین تا سال ۲۰۲۰میلادی معادل ۳۰۰میلیون تن ذغال سنگ خواهد بود.
نیروگاه‌های برق چین نیز تا آن زمان ۳۰درصد از سوخت مورد نیاز خود را از انرژی جایگزین تامین خواهند کرد واین رقم تاسال ۲۰۳۰میلادی به ۴۰درصد خواهد رسید.
چین اکنون ظرفیت تولید یک میلیارد کیلووات برق با انرژی باد را دارد و منابع خورشیدی غنی آن دو سوم از قلمرو ۹میلیون و ۶۰۰هزار کیلومتر مربعی این کشور را پوشش می‌دهد .

استفاده از انرژی خورشیدی در جوامع روستایی و عشایری.

جامعه عشایری ایران قشر عظیمی از جمعیت کشور را تشکیل می دهد و قشری زحمت کش و فعال در توسعه اقتصاد کشور مخصوصا در امور خودکفایی در محصولات دامی می باشد و جامه روستایی نیز در امر خودکفایی محصولات دامی و کشاورزی می باشند در عین حال از نعمت انرژی برق بی بهره می باشد واین امر با عث مهاجرت این قشر به شهر ها شده است .در حالیکه می توان به راحتی با در اختیار گذاشتن یک متر مربع سلول خورشیدی و دو باطری خشک و تجهیزات جانبی این قشر زحمتکش را از نعمت این انرژی بهره مند ساخت و تاحدودی از مشکلات آنها کاهش داد و از همه مهمتر نیاز آنها به سوخت جنگلی برای روشنایی برطرف کرد و از نابودی جنگلها هم جلوگیری کرد .
شاید بحث هزینه آن سد راه باشد که بادر نظر گرفتن ارزش محیط زیست و جنگلها و حقوق آنها و پیشرفت در ساخت سلولهای خورشیدی ارزان در آینده می توان موضوع هزینه آنرا نیز کاهش داد.

شبکه طالقان

درصد اجرا 100% :

شناسنامه طرح

عنوان طرح: سیستم متصل به شبکه طالقان

نام پروژه:شبکه

نوع طرح: Sular Energy

شماره پروژه:۰۷

نحوه اجرا: متخصصین داخلی-خرید خارجی

مشاور:

پیمانکار:

کل اعتبار ریال

شهر اجرا: کوهستانی، دامنه البرز جنوبی

تاریخ تخمین پایان : تاریخ آغاز :

تاریخ خاتمه ۱۳۸۱:

وضعیت پروژه: انجام شده

اهداف طرح

مشخصات فنی

طول جغرافیایی: ۵۰،۳۴ متر عرض جغرافیایی: ۳۶،۱۱ متر ارتفاع از سطح دریا ?:۱۷۰۰ متر تابش سالیانه: ۱۷۰۰ متوسط تعداد ساعات آفتابی سالیانه: ۲۷۰۰ ساعت - ظرفت نصب شده: ۴۰ کیلووات و قابلیت افزایش تا ۱۰۰ کیلووات را دارا می باشد. - عمر مفید این سیستم در حدود ۲۵ سال می باشد. ـ نوع تکنولوژی بکار رفته: Grid connected

توضیحات

این پروژه بصورت تحقیقاتی انجام یافته لیکن با توجه به افت ولتاژ خط در طی روز (با توجه به طول خط انتقال ۲۰ کیلو ولت) توان تزریقی باعث کاهش این افت بطور محسوسی در طی روز می‌باشد. تجربه استفاده از سیستم متصل به شبکه برای اولین بار در کشور بدست آمده است. مزید بر آگاهی و فرهنگ سازی مردم منطقه با توجه به این که سایت مزبور در یکی از مناطق محروم کشور قراردارد در ابعاد کوچک باعث اشتغال نیز گشته است. در فاصله میان ماههای مرداد لغایت اسفند ماه سال ۸۱ بالغ بر ۲۵ مگاوات ساعت توان تولیدی و تزریقی به شبکه می باشد و این ماحصل کار سیستم با حدود ۷۰٪ توان واقعی می باشد زیرا در طی این مدت بعلت انجام تحقیقات و مطالعات و تغییرات ایجاد شده سیستم بصورت ۱۰۰٪ بکار مشغول نبوده است. در توانهای پایین تر از ۱۰۰ کیلووات ساعت احتیاج به ایجاد هیچگونه پست ، خط انتقال جدید، شبکه توزیع و ترانسفورماتور نمی باشد که این خود باعث عدم رشد بی رویه خطوط انتقال و توزیع و در نهایت هزینه های مربوط به نگهداری برای ادارات برق منطقه ای می گردد. با توجه به این که سایت مزبور در دوره تضمین قرارداد، قرار دارد هزینه های تعمیر و نگهداری نداشته لیکن در سالهای آینده می‌توان مبالغی در حدود ده میلیون ریال در سال را بعنوان هزینه های تعمیر و نگهداری در نظر گرفت. با توجه به ساختار تحقیقاتی این سایت می توان با تغییر در آرایش پنلها و نوع آنها و همچنین کاهش درجه حرارت ماژولها تحقیقاتی را به انجام رساند

روشنایی معابر

درصد اجرا 100% :

شناسنامه طرح

عنوان طرح:

معابر

نام پروژه:روشنایی

نوع طرح: Sular Energy

شماره پروژه:۰۸

نحوه اجرا: سازمان انرژیهای نو ایران

مشاور:

پیمانکار:

کل اعتبار ریال

شهر اجرا: تبریز -مهر شهر کرج - زنجان

تاریخ تخمین پایان : تاریخ آغاز ۱۳۷۵: تاریخ خاتمه ۱۳۷۶:

وضعییت پروژه: اجرا شده

اهداف طرح

توسعه فرهنگ استفاده از انرژیهای پاک

مشخصات فنی

روشنایی خیابانی واقع در مرکز تحقیقات و مدیریت وزارت نیرو در مهر شهر کرج تعداد پایه :۱۱ عدد ظرفیت هر پایه: ۷۰ وات سال بهره برداری: ۱۳۷۵-۱۳۷۶ روشنایی خیابانی فتوولتائیک محل نصب: استان آذربایجان غربی تبریز - مهمانسرای برق تبریز روشنایی خیابانی استان زنجان محل نصب: اداره برق منطقه‌ای استان زنجان تعداد پایه ۳ عدد ظرفیت هر پایه ۱۳۵ وات تونل شماره ۶ محور کرج چالوس (سد امیر کبیر) تعداد پایه: ۳ عدد ظرفیت هر پایه: ۱۳۵ وات روشنایی تونل ها ظرفیت: ۳۰۰ وات توان نصب شده جهت تامین روشنایی تونل مذکور در طی ۲۴ ساعت شبانه روز طراحی گردیده است.

روشنایی خیابانی استان زنجان: وان نصب شده بصورت نصب ۳ پایه خورشیدی جهت روشنایی بخشی از محوطه انجام پذیرفته است. این امر در جهت توسعه فرهنگ استفاده از انرژیهای پاک صورت پذیرفته است. توان نصب شده در هر پایه ۱۳۵ وات و روشنایی معادل ۳۶ وات (۲ عدد لامپ کم مصرف) می باشد. از مزایای استفاده از این پایه ها، روشنایی معابر، ایستگاههای بین راهی در محلهای دوز از شبکه سراسری بوده و این امر باعث عدم تطویل خطوط انتقال نیرو می باشد. قیمت هر یک از پایه های خورشیدی با توجه به مشخصات محل در حدود دوازده میلیون ریال می‌باشد. با استفاده و توسعه در این بخش می‌توان انرژی قابل ملاحظه‌ای را که صرف روشنایی معابر و محلهای عمومی می‌شود را صرفه جویی نمود.

شبکه ساخت داخل کشور

درصد اجرا 100% :

شناسنامه طرح

عنوان طرح: ساخت پردازشگر خورشیدی ساخت داخل کشور

نام پروژه:شبکه

نوع طرح: Sular Energy

شماره پروژه:۰۹

نحوه اجرا: سازمان انرژیهای نو ایران

مشاور:

پیمانکار:

کل اعتبار ریال

شهر اجرا: تهران شهرک قدس

تاریخ تخمین پایان : تاریخ آغاز :

تاریخ خاتمه ۱۳۸۱ :

وضعیت پروژه: انجام شده

اهداف طرح

ایجاد زمینه برای مشارکت دانشگاهها بمنظور بررسی امکان ساخت پردازشگر خورشیدی در داخل کشور

مشخصات فنی

طول جغرافیایی: ۵۱،۲۱ عرض جغرافیایی: ۳۵،۴۲ ارتفاع از سطح دریا: ۱۱۹۱ m تابش سالیانه: ۱۷۳۴ متوسط تعداد ساعات آفتابی سالیانه: ۲۸۸۴ ساعت - ظرفیت نصب شده ۵ کیلووات می باشد. این پروژه در جهت ایجاد زمینه برای مشارکت دانشگاهها بمنظور بررسی امکان ساخت پردازشگر خورشیدی در داخل کشور آغاز گشت. - عمر مفید دستگاه در حدود ۲۰ سال می باشد.

توضیحات

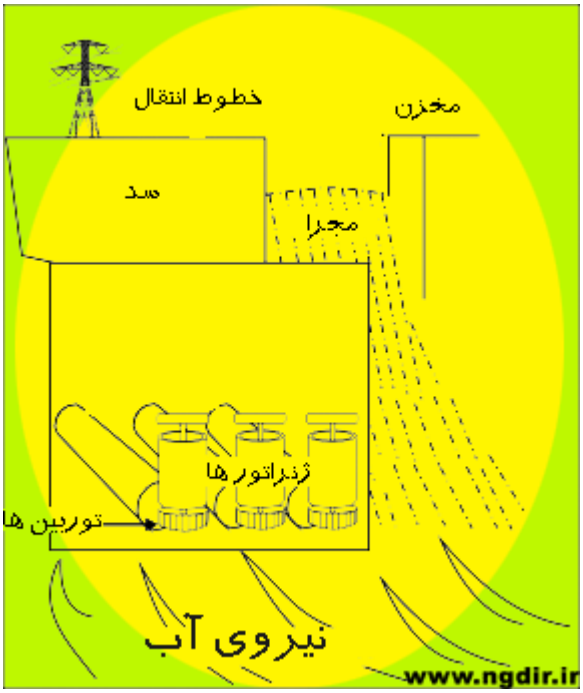
جهت اتصال این واحد احتیاجی به هیچگونه امکانات خاص از قبیل خط توزیع، پست، خازن و ... وجود ندارد و دستگاه فوق الذکر بصورت مستقیم به شبکه برق سراسری ساختمان معاونت انرژی اتصال داده شده است و تاکنون بالغ بر ۱۲۰۰ کیلووات ساعت تزریق در شبکه انجام گرفته است (دستگاه فوق با توجه به زمانهای مربوط به تعمیر و تغییرات در حدود ۵۰٪ متصل به شبکه بوده است). امید است با اتمام این پروژه پردازشگرهای کوچک و بزرگ دیگری توسط بخش صنعت تولید و جهت مصارف مختلف در کشور تولید گردد.

فصل چهار:انرژی آب

مفاهیم

نیروی آبی- نیروی حاصل از آب در حال حرکت از منابع انرژی تجدیدپذیر، غالباً از نیروی آبی استفاده می‌شود. این نوع نیرو ۶ درصد تولید کلی و ۴۲ درصد تولید انرژی تجدیدپذیر ایالات متحده را در سال ۲۰۰۱ در بر می‌گیرد. نیروی آبی یکی از قدیمیترین منابع انرژی بوده و هزاران سال پیش برای چرخاندن چرخ پره‌هایی آسیاب‌ها از آن استفاده می‌شد.

اولین باری که ایالات متحده از این نیرو برای تولید برق استفاده کرد به سال ۱۸۸۰ بر می‌گردد، زمانیکه ۱۶ عدد لامپ قوسی با استفاده از توربین آبی کارخانهٔ ولورین چیر (Wolverine Chaire) در گرند رپیدز (Grand Rapids) میشیگان، نیرو می‌گرفتند، تا ۳۰ سپتامبر ۱۸۸۲ که اولین دستگاه برق آبی آمریکا به کار افتاد، زغال تنها مصرفی برای تولید برق بود. از آنجا که منبع نیروی آبی، آب است، دستگاههای نیروی هیدرولیکی می‌بایستی نزدیک به آب واقع شوند. بنابراین تنها زمانی می‌توان بطور گسترده از انرژی برق آبی استفاده کرد که تکنولوژی انتقال برق در مسیرهای طولانی پیشرفت کند.



از هدایت چهار و کانال کشی آب در حال حرکت انرژی مکانیکی به دست می‌آید. میزان انرژی در دسترس در آب در حال حرکت بالا و پایین زمین آب مشخص می‌شود. آب جاری سد؟؟؟ در یک رودخانهٔ بزرگ مانند رودخانهٔ کلمبیا در مرزبین ایالت‌های واشینگتن و اوروگون، در جریان خود انرژی بسیار زیادی را داراست. این امر برای آبهای سریع ریزشی مانند آبشار نیاگا را در نیویورک نیز مصداق دارد. در همین رابطه، آب در یک لوله جریان پیدا می‌کند و سپس با فشار خود تیغه‌های یک توربین برق را چرخانده تا آن هم یک مولد را چرخانده و برق تولید شود. در سیستم run - river–of - the (سیستم همراه با رودخانه) نیروی آب جاری فشار مورد لزوم را بوجود می‌آورد درحالیکه در سیستم ذخیره (Storage)، آب در

مخازنی که بوسیلهٔ سرها بوجود آمده‌اند جمع شده و سپس هنگامیکه تقاضای برق افزایش یافت، آزاد می‌گردد.
در همین حین، مخازن یا دریاچه‌ها برای قایق سواری و ماهیگیری استفاده می‌شوند و حتی رودخانه‌های پشت سر فرصتی را برای کایاک سواری و قایق رانی آبهای خروشان بوجود می‌آورد.
بیش از نصف کل گنجایش تولید برق آبی ایالات متحده در سه ایالت واشینگتن، کالیفرنیا و اوروگان متمرکز است.
این مسئله قابل توجه است که تنها درصد کوچکی از سدهای آمریکا، برق تولید می‌کنند. اغلب سد ها منحصراً برای کنترل سیلاب و آبیاری ساخته شده‌اند.
برخی مردم نیروی آبی را به عنوان سوختی ایده آل برای تولید برق می‌دانند، زیرا برخلاف سوختهای تجدیدناپذیر، تقریباً آزاد و فراگیر است، محصول باطله ندارد و آلودگی زیست محیطی نیز به همراه ندارد. هرچند این نیرو نیز از آنجا که با تأثیر بر ساکنین طبیعی مناطق مختلف، محیط زیست را دچار تغییر می‌کند، مورد انتقاد است، برای مثال در رودخانهٔ کلمبیا، ماهی قزل آلا برای تخم گذاری و تولید نسل باید به سمت بالای رودخانه شنا کند، اما بر سه راه آنها سدهایی قرار گرفته است. راههای قضاوت حل این مشکل مانند ساخت «پله‌های ماهی» برای پرش ماهی‌ها از سد و رسیدن به زمینهای بالا دستی، بکار برده شده است.

تعریف انرژی برق و آبی

آب جاری می‌تواند ایجاد انرژی نماید. یعنی میتوان بوسیله مهارآن الکتریسیته (برق) تولید کرد، که به آن برق آبی گفته می‌شود.
متداولترین و معمولترین روش برای یک واحد نیروگاه آبی ، استفاده از سد میباشد که بر روی رودخانه بسته می‌شود و آب در مخزن آن ذخیره می‌شود . آب از مخزن رها شده و به درون توربین سرازیر می‌شود. سپس آنرا می‌چرخاند ، که در این چرخش، یک ژنراتور به‌کار انداخته میشود تا الکتریسیته (برق) تولید نماید.
اما در برق آبی لزوماً احتیاج به سدهای بزرگ نیست . در برخی نیروگاههای تولید برق آبی از یک کانال یا مجرای کوچک استفاده شده است تا آب رودخانه از طریق آن به درون توربین انتقال داده شود.
نیروگاه‌های آبی از نیروگاه‌های سازگار با محیط زیست هستند و برای منظورهای کنترل سیلاب و تأمین آب مناطق نیز می‌توانند بصورت چند منظوره مورد استفاده قرار گیرند. وجود انرژی‌های ارزان قیمت قابل دسترس‌تر فسیلی در کشور از دلایل اصلی عدم توجه به انرژی برق آبی بوده است. با

اینحال مسائل مربوط به آلودگی محیط زیست و محدود بودن عمر انرژی‌های فسیلی در کنار مزایای نیروگاه‌های برق آبی و داشتن اثرات مثبت جانبی، تجدید پذیر بودن و وجود پتانسیل‌های زیاد انرژی برق آبی در کشور باعث شده تا توجه بیشتری به این انرژی شود.

کاربرد انرژی برق و آبی

استفاده از این نیروگاههای آبی کوچک در کشور می تواند عامل توسعه مناطق روستایی باشد و از طرفی مانعی در سر راه مهاجرت روستاییان به شهرها گردد.و به دلیل چند منظوره بودن این تاسیسات جهت آبیاری زمینهای کشاورزی نیز می توان از آنها بهره برداری نمود.

ذخیره سازی پشت سد

این نوع از فن‌آوریها عموماً در سیستمهای بزرگ موجود است که از یک سد برای ذخیره کردن آب رودخانه در یک مخزن کمک می گیرد . آب ذخیره شده ممکن است برای متغیرات تقاضای برق یا برای دستیابی به یک سطح دلخواه آب از پشت سد رها شود .

ذخیره سازی با انحراف مسیر آب

انحراف - که پاره ای اوقات به آن خروج از مسیر نیز می گویند - فن‌آوری است که در آن یک بخش از رودخانه به مسیر دلخواه کانالیزه می شود. در این روش الزاماً نیازی به استفاده از سد نیست .

ذخیره سازی به وسیله پمپ

وقتی که تقاضای برق پایین است، یک پمپ آب را از مخزن کم ارتفاع به یک مخزن که در سطح بالاتری قرار دارد، منتقل میکند. در موقع نیاز ، آب برای تولید برق مجدداً به مخزن پایینی رها می‌شود.

اندازه نیروگاههای برق و آبی

- **نیروگاههای بزرگ**

با وجود تعاریف متفاوت، نیروگاههای بزرگ، نیروگاههایی با ظرفیت بالای ۳۰ مگاوات تعریف میشوند.

- **نیروگاههای کوچک**

نیروگاه کوچک نیروگاهی است که ظرفیت آن بین ۰,۱ تا ۳۰ مگاوات باشد.

- **نیروگاههای بسیار کوچک**

نیروگاههایی که ظرفیت آنها کمتر از ۱۰۰KW است، نیروگاههای بسیار کوچک می‌نامند .

استفاده از انرژیهای آبی نیاز امروز و فردای بشر.

اندیشمندان جهان نگران وضعیت کره زمین از نظر آب و هوایی هستند. هر روز اخبار نگران کننده ای از تغییرات جوی بر روی کره خاکی به گوشمان می رسد. تولید گازهای گلخانه ای و آلودگی شدید ناشی از استفاده بی رویه و غیرعلمی از سوخت های فسیلی به صورت جدی وضعیت بشر را تحت تأثیر قرار داده است.

آمار نشان می دهد که سالانه تعداد بی شماری از انسان ها بر اثر آلودگی شدید هوا جان خود را از دست می دهند. به تعبیر دیگر استفاده از سوخت های فسیلی برای آسایس و خدمت به بشر، خود هیولایی شده که در عین خدمت، قدرت غریب خود را نیز به رخ می کشد. مسأله فقط به از دست دادن جان انسان ها ختم نمی شود بلکه مقوله اصلی و نگران کننده، اثرات زیست محیطی ویران کننده این نوع سوخت ها بر حیات حال و آینده مکانی است که انسان ها در آن زیست می کنند و اگر چاره جدی اندیشیده نشود، باید به انتظار وضعیت جدیدی باشیم که نگارنده آن را "دوران سیاه" می نامد و آیندهٔ مبهم که انسان با دست خود رقم زده است.

چه باید کرد؟ آیا ممکن است که به جای استفاده از سوخت های فسیلی به منظور تولید انرژی از امکانات دیگری مانند انرژی آبی، بادی، خورشیدی و . . . استفاده کرد؟ تاکنون دانشمندان و مهندسان این فن توانسته اند با مطالعات گسترده خود راه کارهای مناسبی را ارایه دهند.

ساخت نیروگاه های برق آبی، بادی، خورشیدی، اتمی، زمین گرمایی و بازیافت و . . . از جمله راه کارهایی است که متخصصان این بخش از تولید انرژی تاکنون موفق شده اند با ارائه طرح های مناسب، پیشرفت قابل توجهی در جهان داشته باشند. ایران نیز خود را از این قافله عقب نگه نداشته و با ساخت نیروگاه های برق آبی و با استفاده از پتانسیل آب های سطحی کشور که بالغ بر ۵۰.Tvvh/y تولید سالانه انرژی توسط این نوع نیروگاه ها است گام در راهی گذاشته که چشم انداز روشنی را پیش رو می گذارد.

توجه و تأکید بر توسعه پایدار و اقتصادی تأمین انرژی در گستره ملی، کاهش گازهای گلخانه ای به منظور جلوگیری از تخریب محیط زیست، گسترش ظرفیت های تولید و افزایش درآمدهای انرژی، جایگزین مصرف محصولات فسیلی از جمله نفت و گاز در نیروگاه ها، استفاده حداکثر از پتانسیل برق آبی کشور و در نهایت صرفه اقتصادی این نوع نیروگاه ها در زمان بهره برداری برای تعادل بخشی عرضه انرژی ارزان به مصرف کنندگان از جمله اهداف بخش تولید انرژی در کشور ما است.

وزارت نیرو برای اجرایی کردن این اهداف، بنا را بر برنامه ریزی منسجم و هدفمند به منظور تحقق بهره برداری کامل از امکانات تولید انرژی برق آبی گذاشت که در همین راستا در چارچوب توسعه و تنوع بخشی انرژی شرکت سهامی توسعه منابع آب و نیروی ایران که متشکل از متخصصان طراحی و

ساخت نیروگاه های برق آبی است را راه اندازی کرد و در قالب این شرکت توانست برنامه های پیش بینی شده در بخش انرژی برق آبی را پیش ببرد.
هم اکنون این شرکت در چندین نقطه کشور مشغول مطالعه، طراحی و یا ساخت نیروگاه های بزرگ و کوچک برق آبی است. جدیت و پیگیری مدیران وزارت نیرو برای استفاده از انرژی آبی و حمایت دولت برای سرمایه گذاری در این بخش، حاکی از آن است که آنان نگرانی های جهانی را برای استفاده هر چه بیشتر از انرژی پاک عمیقا درک کرده اند.
هم اکنون ظرفیت نصب شده در نیروگاه های برق آبی کشور ۲۴۰۰ مگاوات است و سالانه حدود هشت هزار گیگاوات ساعت انرژی تولید می کنند که حدود هفت درصد از تولید انرژی برق کشور را به خود اختصاص داده است. برنامه ریزی های انجام شده در این زمینه حاکی است که تا سال ۱۴۰۰ قدرت
تولید انرژی برق آبی در کشورمان به ۲۹ هزار مگاوات می رسد و ۱۹ درصد از برق کشور را شامل می شود.
اشاره به این برنامه ها بیانگر عزم جدی متصدیان وزارت نیرو و بسیج امکانات کشور برای استفاده از انژری های پاک است تا علاوه بر صرفه اقتصادی، محیطی پاک و بدون آلاینده داشته باشیم.
نیروگاه های آبی نیروگاه های سازگار با محیط زیست بوده و می توان از آنها استفاده های چند منظوره به عمل آورد تا اهداف دیگری مانند کنترل سیلاب و تأمین آب کشاورزی را نیز برآورده کنند.
وجود هزینه پایین و منابع انرژی فسیلی در ایران از جمله دلایل دیگر کم توجهی به انرژی برق آبی در گذشته بوده است. در هر حال موضوعات آلودگی زیست محیطی و منابع محدود سوخت های فسیلی در تقابل با امتیازات متعدد نیروگاه های آبی است.
بنابراین ماهیت تجدید پذیر بودن و همچنین فراوانی انرژی آبی در کشور نیازمند توجه بیشتر به بهره برداری از این منبع انرژی است
با این حال می طلبد که تمام تلاش وزارت نیرو در بخش انرژی بهره برداری از کلیه امکانات برای تولید انرژی بدون عوارض بعدی باشد تا حیات زیست بشری را در معرض خطر نیفتد. تلاشی که برای رسیدن به توسعه پایدار فقط در قالب "دولت سبز" انجام می پذیرد. دولتی که کلیه عناصر و ارکان آن با نگاه هوشمندانه در صدد است مصرف انرژی، آب، هوا و . . . را برای نسل های آینده حفظ و پاسداری کند.

تلاش برای تولید انرژی سبز

انجمن بین المللی نیروگاه های آبی (IHA) به منظور حمایت از صنعت برق آبی جهان و توسعه روش های بهینه تولید انرژی برق توسط این صنعت ایجاد شده است

به گزارش سایت خبری وزارت نیرو به طور کلی منابع تولید انرژی در دنیا به سوخت های فسیلی ، انرژی هسته ای و انرژی های تجدید شونده تقسیم می شوند. منابع انرژی تجدید شونده شامل نیروگاه های بادی ، خورشیدی ، زمین گرمایی ، موج و برق آبی است.

به دلیل مسائل زیست محیطی، توسعه نیروگاه های حرارتی و سوخت فسیلی آینده زندگی انسان را به خاطر اثر گلخانه ای موجود در کره زمین مورد تهدید قرار داده است و از طرفی تقاضا برای انرژی در دنیا به شدت رو به افزایش است. در شرایط خاص کشور ما انرژی برق آبی و بلکه به طور اصولی سد و نیروگاه های آن می توانند از نقطه نظر استحصال و تأمین منابع آب و انرژی اهمیت زیادی داشته باشند.

این نیروگاه ها همچنین به دلیل داشتن مخازن مناسب در سدها قادر خواهند بود با هدف ثانوی، انرژی مخرب سیلاب های بزرگ را کنترل کنند.

کما اینکه با توسعه نیروگاه های برق آبی، ذخایر ارزشمند سوخت های فسیلی - نفت و گاز - تا حدود زیادی برای نسل های آینده حفظ خواهد شد.

نیروگاه های برق آبی دارای مزایای بسیار مهم در تولید برق هستند، یکی از این مزایا تولید انرژی در شرایط پیک مصرف است، نیروگاه های برق آبی می توانند در این زمان وارد مدار شده و نیاز شبکه را در زمان پرباری تأمین کنند. از طرفی به دلیل نوسانات موجود در شبکه برق، کنترل فرکانس شبکه را نیز می توانند در دست داشته باشند.

بنا بر همین دلایل، انجمن بین المللی نیروگاه های برق آبی می کوشد تا ضمن انجام مطالعات جامع، ارزیابی اثرات زیست محیطی و کاهش پیامدهای آن ، طرح های سد و نیروگاه این ذخیره ارزشمند تولید انرژی از آب را حمایت و توسعه دهد.

دکتر "غروی" معاونت طرح و توسعه شرکت منابع آب و نیروی ایران در این زمینه می گوید: انجمن برق آبی سازمانی مردمی است که وظیفه اش توسعه سیاست های حمایتی و تبلیغاتی از نیروگاه های

برق آبی است. حضور فعال در کنفرانس های بین المللی مربوط به انرژی و تلاش برای شناخته شدن انرژی برق آبی به عنوان یک منبع تولید انرژی نو و "سبز" از جمله اقدامات این انجمن بوده است.
وی با اشاره به توفیق های به دست آمده در این زمینه می افزاید: این تلاش ها منجر به جلب توجه سرمایه گذاران ، شرکت های بزرگ بیمه و بانک ها برای سرمایه گذاری در صنعت برق آبی شد، امروزه در دنیا هر طرحی که برای سرمایه گذاری و تأمین مالی به بانک های معتبر پیشنهاد داده شود نیازمند ارائه گزارش ارزیابی اثرات زیست محیطی است و با توجه به اینکه کمیسیون سدسازی و بانک جهانی مخالفت هایی را با توسعه صنعت سد سازی ابراز کرده اند تلاش های این انجمن توانسته است تا حدود زیادی دیدگاه های دست اندرکاران توسعه و بانک داران را نسبت به این صنعت اصلاح و نظر آنها را برای سرمایه گذاری در این صنعت جلب نماید.
غروی در مورد مخالفان این صنعت می گوید: طرفداران محیط زیست به دو دسته تقسیم می شوند؛ یک دسته طرفداران صرف محیط زیست هستند که با یک نگرش خشک علمی به محیط زیست نگاه می کنند و از نظر آنها هر نوع تغییر در اکو سیستم رودخانه باعث ایجاد اثراتی بر روی زندگی حیات وحش و طبیعت می شود. بنابراین آنها با هر نوع سد سازی مخالفند. گروه دوم طرفداران محیط زیست هستند که به توسعه پایدار فکر می کنند. این گروه توسعه را نیاز حیات بشر می دانند ولی معتقدند این توسعه باید در جهتی باشد که حداقل خسارت را به محیط زیست وارد کند از طرفی باید تمهیدات یا راه کارهایی اندیشیده شود تا خسارت های محتمل با کنترل و "پایش" اثرات به حداقل برسد.
توسعه صنعت نیروگاه های برق آبی در دنیا با دیدگاه این گروه مغایرت ندارد و در واقع دست اندرکاران صنعت نیروگاه های برق آبی این دیدگاه را تبلیغ می کنند.. چنانچه امروز در انجمن برق آبی در مورد ساخت توربین ها و تأسیسات سازه ای، بحثی مطرح است که براساس آن با ایجاد فرکانس مطلوب همه ماهی ها وآبزیان را از نزدیک شدن به این سازه ها برحذر می دارد.
وی افزود: در مورد سایر نگرانی های زیست محیطی که پیامد سدسازی است از قبیل شکل لایه بندی در مخازن سدها ، ضرورت کنترل اکسیژن محلول در مخزن و جلوگیری از ایجاد شرایط تغذیه گرایی در مخازن تحقیقاتی در حال انجام است و مطالعات ویژه ای در مورد حفظ منابع آبزیان در رودخانه ها انجام می شود، از جمله آنها توصیه هایی است که برای احداث نردبان های ماهی رو و یا روش های صید و رها سازی آبزیان در زمان مهاجرت آنها به بالا دست رودخانه ها صورت گرفته است برای اینکه احداث سد و نیروگاه های آبی حداقل مخاطرات لازم را داشته باشد.
همچنین توجه ویژه به افکار عمومی و جلب حمایت و تأمین نظر مردم برای احداث سدها و جوامعی که به دلیل تخریب منازلشان، لازم است در مخازن و یا حاشیه رودخانه جابجا شوند و اسکان مجدد آنها و شرایط فرهنگی، اقتصادی ، اجتماعی و آینده این جمعیت ها متأثر از احداث سد و نیروگاه برق آبی از جمله نکاتی است که مد نظر انجمن برق آبی قرار دارد.

معاونت طرح و توسعه شرکت آب و نیرو با اشاره به اینکه هنوز نیروگاه های برق آبی در زمره روش های تولید انرژی سبز مورد پذیرش کامل قرار نگرفته است، اظهار داشت: تا آن مرحله تلاش های زیادی باید صورت گیرد البته امروزه ثابت شده است که سایر روش های تولید انرژی مثل نیروگاه های بادی، موج، زمین گرمایی و خورشیدی هم آسیب هایی را به محیط زیست وارد می کنند از جمله نگرانی های وسیع در مورد قتل عام دسته های پرندگان در حال پرواز در اطراف نیروگاه های بادی توسط پره های نصب شده در برج های بلند نیروگاه بادی و یا سلول های خورشیدی و چگونگی ضایعات ناشی از آن از جمله مسائلی است که نشان می دهد باید راه کارهایی را اندیشید و برنامه هایی را اجرا کرد تا تولید انرژی حتی با استفاده از منابع سوخت های فسیلی کم ترین آسیب و مشکلات را برای محیط زیست ایجاد کند.

دکتر غروی در مورد وضعیت نیروگاه های برق آبی کشور گفت: با توجه به امکان پذیری فنی و اقتصادی ، پتانسیل برق آبی کشور حدود ۲۵ هزار مگاوات برآورد می شود و ظرفیت نیروگاه های ما از سال ۷۶ به این سو در حدود بیش از دو برابر شده است.

ظرفیت نصب شده برق آبی تا سال ۷۶ حدود ۲۰۰۰ مگاوات بوده است و ظرف سه سال گذشته از زمان راه اندازی نیروگاه های کرخه ، مسجد سلیمان و طرح توسعه شهید عباسپور، ۲۴۰۰ مگاوات به ظرفیت نصب شده کشور افزوده شد. با راه اندازی سد کارون ۳ در سال آینده نیز دو هزار مگاوات دیگر به این ظرفیت اضافه می شود و به این ترتیب ظرفیت نیروگاه های برق آبی به سه برابر دوران قبل از پیروزی انقلاب اسلامی افزایش پیدا می کند.

وی با اشاره به استفاده از نیروگاه های برق آبی در دنیا گفت: بعضی از کشورهای جهان مانند کشور نروژ حدود ۹۹ درصد برق را از نیروگاه های برق آبی به دست می آورند اگرچه بسیاری از کشورهای جهان نیز به دلیل نداشتن شرایط اقلیمی مناسب، این نیروگاه ها را ندارند. اما به طور متوسط در دنیا حدود ۱۸ درصد ظرفیت تولید برق به طور معمول از نیروگاه های برق آبی به دست می آید که نسبتی معقول و منطقی است. در ایران در حال حاضر این رقم حدود ۱۳/۳ درصد است. ما می خواهیم طی برنامه چهارم توسعه سقف ۱۵ درصد را حفظ کنیم. البته در بعضی مقاطع که نیروگاه های برق آبی جدید وارد مدار می شوند، از این سقف نیز عبور خواهیم کرد. در واقع، رشد نیروگاه های برق آبی رشدی پله ای است و با وارد مدار شدن تعدادی نیروگاه، زمانی طول خواهد کشید تا نیروگاه های بعدی نیز وارد مدار شوند.

ایران سومین کشور سدساز دنیا

در حالی که بیش از ۹۰ درصد اهداف پیش بینی شده برنامه سوم توسعه در زمینه بهره برداری و اجرای تعهدات وزارت نیرو در خصوص تنظیم آب ا طریق سدها محقق شده ، پیمانکاران و فعالان سد سازی کشور معتقدند در صورت تامین منابع مالی مورد نیاز از سوی دولت تا پایان برنامه ، ۱۰۰ درصد اهداف پیش بینی شده تحقق می یابد.

به گزارش خبرنگار گسترش صنعت ، کارشناسان ، و فعالان صنعت سد سازی معتقدند مهمترین و بزرگترین مشکل این صنعت ((تامین منابع مالی)) مورد نیاز است.

به عقیده آنها چنانچه حمایت ها و تخصیص اعتبارات دولت به بخش آب در دو سال باقیمانده برنامه سوم توسعه نیز مانند سال جاری باشد ، حتی می توان از اهداف پیش بینی شده در برنامه سوم توسعه پیشی گرفت.

مهندس علیرضایی کارشناس فنی سد سازی با اشاره به پیشرفت چشمگیر مهندسان و پیمانکاران داخلی در زمینه سد سازی طی سال های بعد از انقلاب گفت : ایران در سال های بعد از پیروزی انقلاب و به خصوص طی ۱۰ سال اخیر ، تجربه های بسیاری در زمینه طراحی و ساخت سد و نیروگاه به دست آورده است ، به طوری که در حال حاضر در ساخت سدهای کوچک ۱۰۰ درصد از پیمانکاران و مهندسان داخلی و برای احداث سدهای بزرگ از ۷۰ تا ۸۰ درصد توان مهندسی پیمانکاران ایرانی استفاده می شود. این در حال است که در سال های پیش از انقلاب تنها ۲۰ درصد عملیات طراحی و مهندسی سد به پیمانکاران و مهندسان داخلی واگذار می شد.

وی گفت : ایران پس از چین و ترکیه ، سومین کشور دارای توان سدسازی از نظر ((تعداد)) سدهای بزرگ در دست اجراست.

بر اساس این گزارش ، با نگاهی به تاریخچه سد سازی در ایران ، بند بهمن در استان فارس با عمری بیش از دو هزار سال و بند امیر و بند فریمان با عمری ۴۰۰ ساله گواه گویای توان ایرانیان در این صنعت است.

مهندس مولا نوروزی با اشاره به تمایز فعالیت های سد سازی طی دو دهه انقلاب گفت : در دهه اول انقلاب ، پروژه هایی که ساخت آنها پیش از پیروزی انقلاب با مشارکت و پیمانکاری متخصصان و مهندسان خارجی آغاز شده بود ، با واگذاری ادامه پیمانکاری آنها به مهندسان ایرانی ، ادامه یافت .

به عقیده وی ، در دهه دوم انقلاب ، سد سازی در داخل کشور با استفاده از نیروهای داخلی و توان مهندسی پیمانکاران ایرانی با روندی شتابگیرصورت گرفت و پروژه هایی که ساخت آنها قبل یا در دهه اول انقلاب آغازشده بود ، یکی پس از دیگری به بهره برداری رسیدند.

مهندس ملانوروزی افزود : در سال های پایانی دهه دوم با ارتقای توان فنی ، مهندسی و علمی مشاوران و پیمانکاران داخلی ، نقش مشاوران خارجی هر روز کمرنگ تر شد.

وی از سد شهید رجایی و سد تجن به عنوان نخستین سدهای ساخته شده بعد از پیروزی انقلاب نام برد و گفت : ساخت سد تجن از سال ۱۳۷۳ تا ۱۳۸۰ به طول انجامید و پروژه ساخت سد بتونی اسطوره نیز از دیگر پروژه های دهه دوم انقلاب است که اجرای آن از سال ۱۳۸۰ آغاز شده و طبق برنامه پیش بینی شده تا سال ۱۳۸۵ به پایان خواهد رسید.

به گفته مسؤولان و صاحب نظران حوزه آب کشور ، اگر در کمتر از دو دهه آینده ، چاره اندیشی های اساسی در زمینه آب صورت نگیرد، منطقه و ایران با مشکل جدی مواجه خواهد شد. بنابراین می توان گفت در شرایط فعلی سرمایه گذاری در بخش آب از اولویت بالایی برخوردار است . به عبارت دیگر ، در شرایطی که ایران حدود ۵ درصد جمعیت جهان و کمتر از یک چهارم سرانه منابع آب تجدید پذیر دنیا را در اختیار دارد، توجه به بهره برداری از طرح های توسعه اعم از استحصال آب و شبکه های آبیاری و زهکشی در کوتاهترین زمان ممکن از اهمیت بسزایی برخوردار است . این درحالی است که به عقیده بسیاری از کارشناسان بخش آب ، ایران به دلیل محدودیت منابع مالی هنوز درگیر طرح های توسعه است. بنابراین تامین منابع مالی و ایجاد زمینه های مساعد برای سرمایه گذاری در بخش آب به طور عام و در بخش سد سازی به طور عام و در بخش سد سازی به طور خاص باید در اولویت های برنامه های توسعه ای کشور قرار گیرد.

مهندس محسنی با اشاره به عمده منابع مالی تامین کننده اعتبارات مورد نیاز برای اجرای طرح های سد سازی در کشور گفت : به رغم افزایش قابل ملاحظه اعتبارات بخش آب در بودجه عمومی ، این اعتبارت در بهترین حالت جوابگوی نیمی از نیازهای بخش آب خواهد بود و استفاده از تسهیلات پیش بینی شده در قانون بودجه از جمله فاینانس داخلی و جذب تسهیلات مالی و مؤسسات بین المللی ضروری است.

وی در خصوص چالش های موجود در زمینه تامین منابع مالی از بودجه عمومی گفت : سهم فصل آب در بودجه عمرانی کشور طی ۲۰ سال گذشته به طور میانگین حدود ۱۳ درصد بوده و در برنامه سوم توسعه نیزتقریبا همین مقدار درنظر گرفته شده است. همچنین تخصیص و تامین به موقع نیازهای مالی طرح ها از دیگر چالش های تامین منابع مالی از بودجه عمومی کشور است، به طوری که با وجود تصریح در بند ((د)) ماده ۱۰۶ قانون برنامه سوم توسعه مبنی براولویت تامین اعتبارات بخش آب و کشاورزی ، در عمل درصد اعتبارات تخصیص یافته درسال های اول برنامه سوم ، به حدود ۷۰ درصد ارقام مصوب رسید.

همچنین مهندس بهادرانی یکی دیگر از کارشناسان و فعالان در زمینه سد سازی با اشاره به اقدامات انجام شده از سوی دولت برای تامین منابع مالی طرح های آبی گفت : مسلماً تامین و تجهیز منابع مالی مهمترین چالش ((مدیریت آب)) در ایران است. از همین رو سیاست ((تنوع بخشی در تامین منابع مالی)) در یک دهه گذشته سرلوحه اقدامات و سیاستگذاریهای وزارت نیرو قرارگرفته است .

وی با اشاره به منابع تامین سرمایه طرح های آبی گفت : در گذشته ، سرمایه گذاری در طرح های آب

به طور عمده متکی به منابع مالی دولت بود اما در حال حاضر استفاده از منابع و تسهیلات بانکی و سرمایه گذاری داخلی و بهره بردن از فاینانس خاری و دریافت وام از بانک جهانی و بانک توسعه اسلامی ، در کنار منابع عمومی دولتی مد نظر قرار می گیرند.

این کارشناسان همچنین در خصوص تخصیص اعتبار بع طرح های آبی از سوی دولت و از محل منابع عمومی گفت : به عنوان نمونه طبق محاسبات انجام شده ، اعتبار مورد نیاز برای ساخت سدهای بزرگ ، سالانه حدود ۱۹۰۰ میلیارد تومان برآورد شده است . دولت در سال ۱۳۸۱ رقمی معادل ۱۰۰۰ میلیارد تومان به عنوان اعتبار اختصاص یافته به بخش آب در قانون بودجه کشور در نظر گرفت که از محل خزانه عمومی دولت قابل پرداخت بود.

این رقم در سال ۱۳۸۲ با ۲۴ درصد رشد ، به ۱۲۰۰ میلیارد تومان رسید. البته اعتبار سالانه ۱۹۰۰ میلیارد تومان پیش بینی شده برای ساخت سدها در شرایطی محاسبه شده که متوسط زمان ساخت و بهره برداری سد ۴ تا ۵ سال به طول انجامید. این در حالی است که عموما در ایران مدت زمان طراحی ، اجرا و بهره برداری سدهای بزرگ به ۸ تا ۱۲ سال می رسد.

وی با اشاره به تامین مابه التفاوت اعتبار اختصاصی از محل بودجه عمومی و اعتبار مورد نیاز در ساخت سدها گفت : دولت موظف به تامین مابه التفاوت اعتبار سالانه مورد نیاز است که به عنوانه نمونه برای سال جاری بالغ بر ۷۰۰ میلیون تومان است.

مهندس بهادرانی افزود : دولت برای جبران این کسری ، با دریافت وام بانک جهانی و بانک توسعه اسلامی از منابع داخلی نیز استفاده می کند.

بر اساس بند (س) تبصره ۳ مصوب خرداد و بند (د)تبصره ۱۹ قانون بودجه کل کشور مصوب اردیبهشت ماه سال جاری ، محل جدیدی برای دریافت اعتبارات دولتی و مشارکت و سرمایه گذاران خصوصی در طرح های آبی و ساخت سد فراهم شده است.

گفتنی است ، تصویب آئین نامه های اجرایی موارد ذکر شده منجر به تامین منابع مالی از طریق فاینانس داخلی می شود که به گفته مسؤولان و کارشناسان ذی ربط ، با استقبال نسبتاً خوبی از سوی پیمانکاران و سرمایه گذاران داخلی نیز مواجه بوده است.

بر اساس این گزارش ، مهندس اسفندیاری معاونت امور آب وزارت نیرو در زمینه تدوین و تنظیم آیین نامه قانون تشویق سرمایه گذاری بر اساس بند (س) تبصره ۳ قانون بودجه سال جاری کل کشور گفت : تصویب قانون تشویق سرمایه گذاری در طرح های آب ، به لحاظ گشودن افق جدیدی برای سرمایه گذاری بخش خصوصی ، از اهمیت بسیاری در تاریخ مدیریت آب کشور برخوردار است.

به گفته وی ، این طرح مختص سرمایه گذاری خصوصی و تعاونی بوده و شامل نهادهای عمومی و دولتی نمی شود.

همچنین بر اساس آئین نامه اجرایی طرح مذکور که خرداد سال جاری به تصویب هیات وزیران رسید و برای دومین سال متوالی قابل اجراست ، آن دسته از طرح هایی که در مرحله سوم مطالعات آنها به

اتمام رسیده و یا در زمره طرح های عمرانی نیمه تمام یا اولویت دار تلقی می شوند، در شمول این طرح قرار می گیرند.
بر اساس تبصره ۳ قانون بودجه سال ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ کل کشور ، ساز و کارهایی پیش بینی شده که بتوان از منابع داخلی به عنوان فاینانس داخلی (ارزی یا ریالی) در اجرای طرح های عمرانی کشور استفاده کرد.
بر اساس آیین نامه اجرایی این تبصره ، سرمایه گذاران تامین کننده منابع مالی طرح های عمرانی از تضمین دولت برای باز پرداخت اصل و بهره اعتبار سرمایه گذاری شده ، برخوردار خواهند بود.
بر اساس آئین نامه مصوب هیات وزیران ، پس از اعلام اتمام و تحویل طرح از سوی سرمایه گذار خصوصی ، اصل و بهره سرمایه گذار در اقساط ۶ ماهه و به مدت ۵ سال باز پرداخت خواهد شد.
همچنین استفاده از اعتبارات ارزی و ریالی منابع داخلی به عنوان فاینانس در اجرای طرح های عمرانی در قالب بند (د) قانون بودجه سال جاری برای نخستین بار از سوی دولت (وزارت امور اقتصادی و دارایی) مطرح شده و هیات وزیران در جلسه اردیبهشت ماه امسال آیین نامه اجرایی آن ر تصویب کرده است. مطابق این بند به وزارتخانه ها ، مؤسسات و شرکت های دولتی اجازه داده می شود برای اجرای طرح های عمرانی و ملی و سرمایه گذاری از محل منابع داخلی به نفع پیمانکاران طرف قرار داد نزد شبکه بانکی دولتی کشور ، اعتبار اسنادی ریالی افتتاح کنند.
بر اساس آیین نامه اجرایی بند (د) تبصره ۱۹ قانون بودجه سال جاری مصوب هیات دولت ، ساخت و بهره برداری از طرح های ملی سدهای بزرگ نیز در زمره طرح های ملی و عمرانی مورد نظر دولت قرار می گیرند. مهندس کیامنش یکی از فعالان در این زمینه با اشاره به طرح های اجرا شده با استفاده از فاینانس داخلی طی چند سال اخیر گفت : بر اساس اطلاعات منتشر شده از سوی وزارت نیرو ، تا کنون ۲ سد کمال صالح اراک و کلابند زنجان با استفاده از موارد قانونی تبصره ۳ قانون بودجه کل کشور – که اجرای آن از سال گذشته آغاز شد – اجرا شده اند و برای سال جاری نیز اجرای ۴ طرح سد سازی از طریق فاینانس داخلی در دست بررسی است.
وی در خصوص طرح های سد سازی که از محل تسهیلات و اعتبارات خارجی مانند استفاده از فاینانس خارجی و یا دریافت وام در یکی دو سال اخیر اجرا و طراحی شده اندگفت : سد ملاصدرا ، سد طالقان و پروژه انتقال آب کرمان از جمله طرح های بخش آب هستند که از محل فاینانس خارجی کسب اعتبار کرده و اجرا شده اند.
وی افزود : همچنین شبکه آبی زهکشی سد البرز از طریق دریافت وام بانک جهانی و اجرای طرح شد چگین و شمیل دینان هرمزگان ، خط انتقال آب قشم ، سد شهید مدنی و آق داشلوی آذربایجان شرقی نیز از طریق دریافت وام از بانک توسعه اسلامی از جمله طرح های بخش آب در دست اجرای امسال هستند.

مهندس کیامنش با اشاره به استقبال پیمانکاران ایرانی از طرح فاینانس داخلی گفت : با تصویب مجدد آیین نامه اجرایی بند (س) تبصره ۳ قانون بودجه از سوی هیات دولت ، در حال حاضر ۳۵ شرکت پیمانکاری درخواست های خود را برای شرکت در مناقصه طرح های سد سازی ارائه کرده اند که در نهایت پس از برگزاری مناقصه ، یک شرکت انتخاب خواهد شد.

وی ادامه داد: این در حالی است که مذاکرات اولیه برای استفاده از فاینانس داخلی از محل اعتبارات بند (د) تبصره ۱۹ قانون بودجه سال جاری که آیین نامه آن برای نخستین بار در اردیبهشت ماه به تصویب هیات وزیران رسیده همچنان ادامه داد و هنوز پیمانکاران برای شرکت در مناقصه دعوت نشده اند.

مهندس کیافر عضو کمیسیون کشاورزی ، آب و منابع طبیعی مجلس شورای اسلامی نیز با اشاره به اهمیت نقش آب در چرخه اقتصادی کشور گفت : از آن جا که منابع عمومی دولت کفاف اعتبارات مورد نیاز بخش آب را نمی دهد و با توجه به ضرورت جذب سرمایه بخش خصوصی در این حوزه ، مجلس با مشارکت معاونت امور آب وزارت نیرو و سازمان مدیریت و برنامه ریزی اقدام به تصویب مصوبه هایی بر اساس تبصره های قانون بودجه کل کشور کرد.

وی افزود : در اولین قدم برای حمایت و جذب سرمایه گذاری در بخش آب ، قانون تشکیل سرمایه گذاری بخش خصوصی در طرح های آب طبق تبصره ۳ قانون بودجه کل کشور سال ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ مطرح و تصویب شد.

رئیس کمیته آب کمیسیون کشاورزی ، آب و منابع طبیعی مجلس گفت : در ادامه این سیاست ، نیز آیین نامه اجرایی بند (د) تبصره ۱۹ قانون بودجه به تصویب رسید . البته تصویب آیین نامه های مذکور و استفاده از فاینانس داخلی برای جذب سرمایه گذاری بخش خصوصی در ساخت و بهره برداری از سدهای بزرگ نیز مطرح شده و برای اجرای سدها و طرح های زود بازده استفاده از محل اعتبارات تبصره های قانونی مانند بند (ب) تبصره ۱۸ که در سال های گذشته نیز مطرح بوده ، همچنان ادامه دارد.

وی همچنین اظهار داشت : دولت با طرح و تصویب آیین نامه های مذکور عزم خود را برای استفاده از منابع داخلی برای سرمایه گذاری در طرح های بخش آب جزم کرده است.

این در حالی است که به عقیده بسیاری از پیمانکاران و مهندسان ، سرمایه گذاری در بخش آب از درصد ریسک پذیری بالایی برخوردار است و به دلیل مشکلاتی از جمله دیر بازده بودن سرمایه و مسئله ((حقابه)) تعداد محدودی از سرمایه گذاران حاضر به سرمایه گذاری در بخش آب هستند.

آن ها معتقدند ، در صورت واقعی کردن قیمت آب در ایران و کاهش ریسک سرمایه گذاری در طرح های آب و از جمله ساخت سد از سوی دولت ، استقبال بخش خصوصی برای سرمایه گذاری در این بخش افزایش خواهد یافت.

به اعتقاد مهندس درودیان کارشناس مسائل اقتصادی ، به منظور تشویق سرمایه گذاران بخش خصوصی برای سرمایه گذاری در بخش آب باید مسئله حقابه از سوی دولت روشن و مشخص شود.
وی با اشاره به دلایل عدم استقبال بخش خصوصی از سرمایه گذاری در طرح های آب – در حد مورد انتظار دولت – گفت : هر چند در یکی دو سال گذشته استقبال عمومی بخش خصوصی از طرح های مصوب دولت بر اساس تبصره های ۳ و ۱۹ قانون بودجه کل کشور مثبت ارزیابی شده اما در مجموع سرمایه گذاران داخلی – در مقایسه با سرمایه گذاری در سایر بخش ها – رغبتی به قبول اجرای پروژه ها و مشارکت در انجام طرح های بخش آب و سد سازی ندارند. به عقیده آن ها ، تعهدات اولیه اجرای طرح ها هنگام عملی شدن از سوی دولت محقق نمی شود و بیشتر اوقات عدم تحقق تعهدهای دولت ، به ضرر سرمایه گذاران تمام شده است.
وی با اشاره به ضرورت وجود سه عامل سرمایه ، مصالح و ماشین آلات و نیروی انسانی در اجرای طرح های عمرانی در کشور گفت : بخش خصوصی هرگز بدون در نظر گرفتن سود ، سرمایه گذاری در طرح ها را نمی پذیرد.
مهندس درودیان افزود : از آنجا که طرح های آب در کوتاه مدت قابل اجرا نیستند بنابراین سرمایه مدت زیادی قفل می شود و از طرف دیگر حتی بعد از بهره برداری نیز طرح بازدهی خوبی ندارد.
وی با اشاره به یافتن راهی برای ارتقای بازدهی طرح ها گفت : ۹۴ درصد آب استحصالی کشور بدون هیچ محدودیتی و نامتناسب با بازده و قیمت نهاده آب در بخش های کشاورزی ، صنعتی و خانگی مصرف می شود و با توجه به بازار آب در ایران ، بازده سرمایه مورد نظر پس از اتمام طرح محقق نمی شود.
این کارشناس مسائل اقتصادی گفت : بسیاری از سرمایه گذاران و پیمانکاران معتقدند در اجرای طرح ها توسط بخش خصوصی انتظار می رود پروژه ها به صورت کلید در دست باشند تا بخش خصوصی بتواند پروژه ها را در حداقل زمان ممکن به بهره برداری برساند و در نتیجه طرح از سود دهی قابل قبولی برخوردار شود.
به عقیده وی ، به منظور سرمایه گذاری در بخش آب با تضمین بازگشت سود ، می توان سرمایه گذار بخش خصوصی را در پذیرفتن ریسک سرمایه گذاری ترغیب کرد. همچنین اعمال تسهیلات دولتی از جمله بخشودگی مالیاتی ، تضمین امنیت سرمایه ، رعایت حقوق و مالکیت سرمایه و پرداخت وام های بلند مدت با سود کم از جمله مواردی است که دولت باید برای سرمایه گذار خصوصی فراهم کند. هر چند تصویب قانون سرمایه گذاری در طرح های آب و تصویب آیین نامه های اجرایی تبصره های ۳ و ۱۹ قانون بودجه تا حد زیادی دغدغه های سرمایه گذاران بخش خصوصی را از بین برده است.
بر اساس آمار و اطلاعات منتشر شده ، افزایش جمعیت طی ۴۰ سال گذشته موجب کاهش سرانه منابع آبی تجدید پذیر کشور از ۷ هزار متر مکعب به ۲ هزار متر مکعب در سال های اخیر شده و پیش

بینی می شود با ادامه روند رشد جمعیت ، سرانه منابع آبی در ایران در سال ۱۴۰۰ به ۳۰۰ متر مکعب کاهش یابد که نمایانگر بروز شرایط بحرانی در کشور در خصوص مسئله آب است.

بنابراین توجه به گسترش فعالیت در زمینه ((بخش آب)) کشور از جمله اولویت های دولت به شمار می رود و از آن جا که بودجه عمومی دولت نیز کفاف اعتبارات مورد نیاز این بخش را نمی دهد ، توجه به ترغیب بخش خصوصی و به کارگیری سرمایه های سرمایه گذاران داخلی و خارجی مهمترین وظیفه دست اندرکاران این بخش است.

از سوی دیگر به عقیده مسؤولان ، امروزه توان فنی و مهندسی ایران برای اجرای طرح های بخش آب قابل مقایسه با توان شرکت ها و پیمانکاران خارجی است بنابراین با حمایت های دولت و تضمین بازگشت سد سرمایه در بخش آب می توان با استفاده از سرمایه های بهش غیر دولتی گام موثری در توسعه فعالیت های این بخش از جمله سد سازی برداشت. در حالی که متوسط عمر ساخت سدهای بزرگ در دنیا بین ۴ تا ۵ سال تخمین زده شده است ، در ایران به دلیل مشکلات ناشی ازعدم تامین منابع مالی ساخت سدهای بزرگ بین ۸ ال ۱۲ سال به طول می انجامد که تضمین بازگشت سرمایه را به خطر می اندازد.

به عقیده مسئوولان و مدیران بخش آب کشور ، توان طراحی و مهندسی ایران در بخش سد سازی طی سال های گذشته مورد توجه جهانیان قرار گرفته و بر همین اساس اجلاس ((کمیسیون بین المللی سدهای بزرگ)) در سال ۲۰۰۵ میلادی (۱۳۸۴) در ایران برگزار خواهد شد.

((کمیسیون بین المللی سدهای بزرگ)) از سال ۱۹۴۷ با مشارکت ۸۲ کشور سدساز دنیا تشکیل شده و ایران به عنوان کشور موفق در ساخت سدهای بزرگ ، دو سال دیگر میزبان کشورهای بزرگ سد ساز دنیا خواهد بود. برا ساس این گزارش ، در حال حاضر ۷۷ سد بزرگ به عنوان طرح های ملی در کشور در دست اجراست و ۱۶۵ سد نیز مراحل مطالعاتی خود را پشت سر می گذارند.

طبق پیش بینی ها اگر ۲۷ سد با میزان أب تنظیمی سالانه حدود ۲/۵ میلیارد متر مکعب در طول دو سال آخر برنامه سوم به مرحله بهره برداری برسند. خاتمه عملیات اجرایی بقیه سدها تا پایان برنامه سوم امکان پذیر خواهد بود.

همچنین طبق پیش بینی مسؤولان وزارت نیرو ، امسال ۱۰ سد بزرگ به بهره برداری و ۶ سد به مرحلهآبگیری خواهند رسید.به علاوه عملیات اجرایی ۲۰ سد بزرگ نیز امسال آغاز خواهد شد و تا دو سال آینده با احداث ۳۴ سد مخزنی جدید ، ۴ میلیارد متر مکعب بر حجم آب های قابل تنظیم کشور اضافه می شود.

به گفته مسؤولان این وزارتخانه ، باید هر سال ۸ ال ۱۰ سد از ۷۶ سد بزرگ در دست اجرا به بهره برداری برسد. این در حالی است که گفته می شود با بهره برداری از ۱۵ سد مخزنی در سه سال اول برنامه ، ۹۵ درصد اهداف برنامه سوم توسعه اقتصادی ، اجتماعی و فرهنگی در زمینه ساخت سدهای بزرگ محقق شده است.

نیروگاه آبی و اثرات زیست‌محیطی آن

این نوشتار مصاحبه‌ای است با مایک و کوتانت از بخش علوم زیست محیطی‌آزمایشگاههای ملی (ORNL)آمریکا. این دو در پی یافتن مسائل مربوط به گسترش منابع‌برق تولیدی از سدهای آبی (برق آبی) هستند. این آزمایشگاهها انجام ارزیابی و مطالعات‌دیگر را به همراه صدور مجوز برای طرحهای نیروگاههای آبی در کمیسیون فدرال قانونگذاری انرژی ،(FERC) بر عهده دارند. به علاوه آنها در زمینه روشهای اجتناب یاکاهش اثرات زیست محیطی این طرحها، تحقیقاتی را برای وزارت انرژی آمریکا و برخی‌دیگر از مراکز انجام داده و به آژانسهای دولتی و فدرال و نیز بخش خصوصی، مشاوره‌می‌دهند. مایک مسوول گروه Hydrosystems در بخش مطالعات اکوسیستمها و مدیر برنامه طرحهای FERC در بخش انرژی و< کوتانت >نیز یک اکولوژیست در بخش علوم‌زیست محیطی است.

چرا تولید برق از سدها برای آمریکا،اهمیت دارد؟

ـ مایک: در حال حاضر انرژی موجود در آب جاری، سهل الوصول‌ترین، تجدیدشونده‌ترین و تمیزترین منبعی است‌که برای تولید برق در کشور در اختیار است.این منبع در بیشتر مناطق کشور که دارای‌بارندگی زیاد بوده و یا در مناطق کوهستانی،قابل دسترسی است. ذکر این نکته ضروری است که انرژی برق آبی مهمترین منبع‌تجدیدپذیر انرژی برای آمریکا بوده و نسبت‌به انرژی زمین گرمایی، زیست توده ،(Biomass)انرژی خورشیدی و باد قابل‌اعتمادتر، کاراتر و ارزانتر است. تمیزترین‌منبع نیز از آن جهت است که فاقد انتشاردی‌اکسید کربن، دی‌اکسید گوگرد، اکسیدهای‌نیتروژن یا هرگونه آلودگی هواست. به علاوه‌زائدات جامد یا مایع نیز تولید نمی‌کند.

انرژی برق آبی ارزانترین منبع برق درآمریکاست. هر کیلووات ساعت برق تولیدی به این روش فقط نیازمند ۶/۰ سنت هزینه‌برای راهبری، تعمیر و نگهداری است و این درحالی است که این هزینه برای نیروگاههای اتمی و زغال سنگی به ترتیب ۲/۲ و۲/۱سنت به ازای هر کیلووات ساعت است. درمنطقه ما یعنی دره تنسی، نرخ برق پایین بوده و دلیل اصلی آن نیز وجود سهم زیاد برق‌حاصل از سدهاست.

در حال حاضر انرژی برق آبی از اجزای‌اصلی بیشتر سیستمهای تولید برق جهان است. این انرژی یک پنجم از انرژی مصرفی‌در کل جهان را تامین کرده و بعد از انرژی‌فسیلی در رتبه دوم منابع تولید برق است. در آمریکا قبلا این انرژی تامین ۱۴ درصد ازمصرف برق را بر عهده داشت و در حال حاضرتامین کننده ۱۰ درصد برق کشور است.نیروگاههای آبی آمریکا سالانه معادل ۵۰۰میلیون بشکه نفت، انرژی تولید می‌کنند. البته سهم این انرژی در مناطق مختلف کشور،تفاوت دارد مثلا در ایالتهای اطراف کوه Rockyاین انرژی تامین کننده ۱۴ درصد برق‌است و در Pacific Coast این رقم به ۶۳ درصدمی‌رسد. در Northwest Pacific که شدیدا متکی به انرژی برق آبی است حدودا دو سوم‌برق مصرفی از ۵۸ سد بزرگ و کوچک تامین‌می‌شود.

هدف من آن نیست که انرژی برق آبی رابدون مشکل و مساله معرفی کنم بلکه‌می‌خواهم با ارایه این ارقام، اهمیت آن راگوشزد کنم.

***وضعیت منابع ملی انرژی برق آبی به‌چه صورت است؟**

ـ مایک: تقریبا نیمی از پروژه‌های نیروگاه‌آبی آمریکا به صورت فدرال و نیمی به صورت‌غیر فدرال است. پروژه‌های غیر فدرال ازکمیسیون فدرال قانونگذاری انرژی(FERC) موافقتنامه‌های ۵۰ ساله دریافت می‌کنند که‌باید هر دوره تجدید شود. برای مثال تعدادی‌از ۱۵۶ پروژه تولید انرژی برق آبی که در سال۱۹۴۳ ساخته شده باید پیش از تجدیدموافقتنامه، اصلاحاتی را برای دستیابی به‌استانداردها انجام می‌دادند. گاهی نیز برای‌حفاظت از محیط زیست باید این اصلاحات‌انجام شوند که در این مورد می‌توان به کاهش‌جمعیت ماهیان آزاد در منطقه
Pacific Northwest اشاره کرد. در بعضی مواردبه جای تجدید موافقتنامه، این کمیسیون‌ممکن است تصمیم بگیرد که سد را حذف کرده و برای کمک به مهاجرت ماهیان آزاد،جریان آزاد رودخانه را حفظ کند. این‌تصمیمات می‌تواند منجر به کاهش تولیدبرق و افزایش حدود هشت درصدی در نرخ‌برق برای مصرف کنندگان این منطقه شود.
طبق قرارداد منعقده میان ما و وزارت‌انرژی آمریکا و کمیسیون مذبور،آزمایشگاههای ORNL ارایه دهنده مشاوره‌در زمینه اصلاحاتی هستند که نیروگاههای‌آبی برای اخذ موافقتنامه باید به مورد اجرا بگذارند. این آزمایشگاهها از توسعه‌نیروگاههایی که همخوان با محیط زیست باشند، حمایت می‌کنند.

***اگر نیروگاه متوقف شود، به چه صورت‌جایگزینی انجام خواهد شد؟**

ـ مایک: احتمالا در مناطقی از آمریکا که ازانرژی برق آبی برای زمانهای اوج مصرف‌استفاده می‌کنند، اثرات حذف تولید برق (طی‌اخذ مواد موافقتنامه مجدد) شدیدتر از مناطق‌دیگر است. در این سدها مقدار زیادی آب‌ذخیره می‌شود تا هنگام اوج مصرف، سریعا توربینها را به جریان اندازد. ایجاد نوسانات‌سطح آب رودخانه هنگام این عملیات، اثرات‌نامطلوب زیست محیطی و اجتماعی درپی دارد. باتوجه به حساسیت کنونی نسبت‌به مسائل زیست محیطی، چنین پروژه‌هایی مجاز به ادامه این عملیات نیستند. برای رفع‌مشکلات در دوره‌های اوج مصرف، می‌توان ازنیروگاه توربین گازی، نیروگاه زغال سنگی یا برنامه‌های ذخیره سازی و تشویق به منظورمصرف کمتر انرژی استفاده کرد.
ـ کوتانت: باید توجه داشت که اگر قسمتی ازظرفیت برق آبی کاهش یابد، دیگرقسمتهای شبکه برق می‌توانند آن را تامین‌کنند. به همین دلیل است که کانادایی‌ها درمورد فروش انرژی برق آبی به آمریکا نگران هستند. قابل ذکر است که بزرگترین منبع‌خارجی برق برای آمریکا، شرکت Qubec Hydroاست که برق بسیار زیادی رابه New England و شهر نیویورک می‌فروشد.هر چند Pacific Northwestمی‌تواند برق بیشتری وارد کند ولی این موضوع، مساله‌موازنه پرداختها را بغرنج‌تر می‌کند. باید گفت که پروژه‌های بزرگ تولید انرژی برق آبی‌کانادا، دارای اثرات زیست محیطی شدیدی است.

علاوه بر تولید تمیز برق، دیگر منافع‌نیروگاههای آبی چیست؟

ـ مایک: مخازن پشت این گونه سدها دارای‌ارزش تفریحی است چون می‌توان از آنجابرای ماهیگیری، قایقرانی، اسکی روی آب وشنا استفاده کرد. آنجا می‌تواند سکونتگاه‌مناسبی برای ماهی، پلیکان، غاز، عقاب وعقاب دریایی باشد. به علاوه برای تامین آب‌نیز مخزن مناسبی بوده و می‌تواند هنگام‌سیل به کنترل آن کمک کرده و فرسایش خاک را به حداقل برساند. معمولا با گسترش‌این سدها و نیروگاهها، فرصتهای تفریحی‌نیز بیشتر می‌شود.

***اثرات منفی ناشی از پروژه‌های‌نیروگاههای آبی چیست؟**

ـ کوتانت: از آنجا که بیشتر پروژه‌های‌نیروگاههای آبی دارای سد است، سکونتگاه رودخانه با یک سکونتگاه دریاچه‌ای‌جایگزین می‌شود. بنابراین سکونتگاه‌حیات‌وحش خشکی و سکونتگاه ارگانیزمهای‌آب رودخانه یا نابود شده و یا به صورت یک‌مخزن در آمده که ارگانیزمهای خاص خود رادارد. در ایالت تنسی می‌توان به Little Tennessee River و Tellico Lakeاشاره کرد. بزرگترین مساله در منطقه Northwest مسدود شدن حرکت رو به پایین‌و رو به بالای ماهیان است. ماهیان آزاد بایدبتوانند برای تولید مثل از اقیانوس به بالادست یعنی مناطق تخم ریزی مهاجرت کنند.وجود سدها حتی با ساخت پلکان برای کمک‌به بالا رفتن ماهیان نیز باعث تغییر الگوی‌مهاجرت این ماهیان می‌شود. تعداد گونه‌های Chinook ,Sockeye ,Cohoکه روزگاری درمنطقه Northwestبسیار زیاد بود، یا در لیست‌گونه‌های در معرض خطر بوده و یا به زودی در این لیست قرار خواهد گرفت. به‌دلیل وجود نیروگاههای آبی، این گونه‌ها دربالای لیست قرار دارند. با این وجود اساس این‌سدهای فدرال هستند که مسوول کاهش‌عمده جمعیت ماهیان آزاد منطقه Pacific Northwestاز ۱۶ میلیون به ۳۰۰هزار ماهی وحشی در سال، هستند. در انتهاباید گفت که تولید انرژی برق آبی با تقویت‌حفاظتهای زیست محیطی، کاهش خواهدیافت. مشکل عمده دیگر ورود ماهیان جوان‌به پایین دست و اقیانوس است چون عبور ازتوربین نیروگاه باعث مرگ آنها خواهد شد.

گسترش سدهای برق آبی به چند صورت‌دارای اثرات منفی بر کیفیت آب است.

از بین بردن درختان منجر به فرسایش خاک‌شده و رسوباتی را فراهم خواهد کرد که‌می‌تواند باعث انسداد شود. تراوش آب ازسرریزهای سد می‌تواند باعث فوق اشباع‌شدن آب از گازهای موجود در هوا شود. این‌حبابهای گاز در داخل بافتهای ماهی جذب‌شده و می‌تواند باعث بیماری و در نهایت‌مرگ ماهی شود. فوق اشباع شدن آب از گاز، مشکل مهمی در رودخانه کلمبیا بود. آنهادریافتند که وجود فشار زیاد ناشی از سقوطآب از سر ریزهای سد (به درون مخزن) باعث‌می‌شود که گازهای اتمسفری در آب، محلول‌شده و مخزن به صورت فوق اشباع در آید.

پایین بودن کیفیت آب باعث بروزاشکال، برای حیات دریایی دره تنسی شده است چون جریان طبیعی رودخانه‌ها درتابستان کم است و بنابراین چند لایه در آب‌به وجود می‌آید یعنی آب گرمتر در بالا و آب

سردتر در پایین قرار می‌گیرد. چون امکان‌رساندن هوا به لایه‌های زیرین وجود ندارد،در این لایه‌ها اکسیژن، کاهش می‌یابد. ازآنجا که این لایه‌ها بسیار سرد بوده و اکسیژن‌محلول آن نیز کم است، ماهیان نمی‌توانند درآنجا زندگی کنند.

زمانی که آب لایه‌های زیرین، از توربین‌نیروگاه عبور می‌کند چون دارای اکسیژن‌محلول کمی است می‌تواند باعث غیرقابل‌سکونت شدن رودخانه پایین دست سد شود.به علاوه نبود اکسیژن در آب لایه‌های زیرین باعث می‌شود که بعضی از فلزات موجود درسنگهای اطراف، راحت‌تر در آب حل شوندواین فلزات در رودخانه پایین دست سد آزاد شده و مشکل آفرین می‌شوند.

ـ مایک: مساله دیگر سدها آن است که حتی‌اگر کیفیت آب تخریب، نشود، باید گفت که‌تغییر هیدرولوژی طبیعی رودخانه می‌تواندباعث تغییرات عمده در سکونتگاه شود. این‌مساله تحت عنوان مسائلinstreamflow نامیده می‌شود. اگر مقدار آبی که از سد خارج‌شده و وارد پایین می‌شود، به صورت فصلی یاکوتاه مدت و حتی ساعتی تغییر کند بایددانست که این تغییر بر ماهیان و دیگرارگانیزمها تاثیر خواهد گذارد.

ـ کوتانت: یکی از مزیتهای استفاده ازنیروگاههای آبی برای تولید برق آن است که‌به راحتی می‌توان الگوهای تولید را کنترل‌کرده و الگوهایی برای خروج آب در نظر گرفت‌که با سطح متغیر تقاضا برای برق، همخوان باشد. مثلا در یک روز تابستان بیشترین‌تقاضا متعلق به اواسط روز و بعدازظهر است‌که به تهویه مطبوع بیشتری نیاز است. سطح‌آب رودخانه نیز شبیه یویو عمل خواهد کردیعنی زمانی که تقاضا برای برق زیاد است، سطح آب پایین رفته و زمانی که تقاضا کم‌است، سطح آب بالا می‌آید. در رودخانه‌ای باعمق کم این وضعیت شبیه جزر و مد خواهد بود و باعث می‌شود ماهی در آب کم عمق یامناطق بدون آب قرار گیرد. به این دلیل بایدبرای حفاظت از محیط زیست، تغییرات دبی آب کنترل شود.

ـ مایک: معمول‌ترین مشکل در صدورموافقتنامه یا تجدید آن برای سدهای نیروگاهی، تعیین کمترین جریان برای‌حفاظت از سکونتگاه آبزیان است چون اگراین جریان خیلی کم باشد، ماهیها و دیگر ارگانیزمها از بین می‌روند. این حداقل جریان،برای حفاظت از انواع منابع طبیعی مثل‌ماهی، مارآبی و درموارد غیرمعمول برای‌حفاظت ازمنابعی مثل فسیل دایناسورها نیزمورد نیاز است. بسته به موقعیت پروژه، جریان خروجی از سد باید تأمین‌کننده نیازافراد در پایین دست سد نیز باشد. در این باره‌می‌توان به کایاک سواران، افرادی که ازرودخانه برای حمل الوار استفاده می‌کنند و یاقبایل بومی آمریکا که در آب رودخانه اعمال مذهبی انجام می‌دهند، اشاره کرد. این جریان‌باید به نحوی تنظیم شود که تمامی این‌علاقه‌ها را تأمین کند.

آیا می‌توان این مسائل زیست‌محیطی‌را حل کرد؟

ـ مایک: در مورد این سوال باید با قوت گفت‌که در بیشتر موارد جواب آری است. تعدادزیادی از مسائل این نیروگاهها قابل حل بوده و آزمایشگاههای ملی ORNL سهم مهمی دراین زمینه دارد.

انتخاب مکان مناسب برای‌سد، طراحی و راهبری مناسب، می‌تواند منجربه حل بیشتر این مسائل شود. همان طور که‌قبلا نیز گفته شد، استفاده از پلکانهای ماهی،هوادهی و کنترل جریان در سدهای بزرگ ازاین گونه راه‌حلهاست. راه‌حلهای‌زیست‌محیطی همواره وجود داشته است یعنی می‌توان فعالیتهایی انجام داد تا اثرات این‌پروژه‌ها را از بین برده و یا به حداقل رسانده ویا در نهایت به نحوی آن را جبران کرد. درپروژه‌های نیروگاه آبی می‌توان کارهایی‌انجام داد تا مشکل را پیش از وقوع، حل کرده‌و یا تخفیف داد. کارشناسان ORNL طی یک‌دهه در تلاش بوده‌اند تا به نحو مؤثری این‌مشکلات را ارزیابی کرده و راه‌حلهایی برای‌آنها ارایه کنند. در حال حاضر نیز ما درحال‌کمک به وزارت انرژی آمریکا هستیم تا با کمک صنعت، برنامه‌ای برای توسعه فن‌آوری‌ساخت این نیروگاهها به صورت همخوان بامحیط زیست ارایه کنیم.

کوتانت: در سدهای بزرگ در منطقه Pacific Northwestپلکانهایی برای ماهی‌تعبیه شده است که ماهیان آزاد بالغ می‌توانندبه کمک آنها از اقیانوس وارد رودخانه شده ودر آنجا تخم‌ریزی ماهیان جوان را انجام دهند. پلکان ماهی نمونه‌ای کلاسیک از این‌راه‌حلهاست. امروزه دریافته‌اند که ماهیان‌مقیم یک منطقه نیز به صورت فصلی برای‌تخم‌ریزی به نواحی دیگر، مهاجرت می‌کنندو از این رو به گذرگاهی برای عبور نیازمندند. در ایالت اورگان، ماهیان دهها مایل درررودخانه کلامات مهاجرت می‌کنند و برای این‌کار گذرگاههایی تعبیه شده است و با عبور ازپلکان ماهی از رودخانه اصلی که محل‌مناسبی برای تخم‌ریزی نیست، به سمت‌محلهایی می‌روند تا تخم‌ریزی کنند. ماهیان‌جوان در رودخانه پراکنده شده و پس ازرسیدن به حد بلوغ، از سد عبور کرده و به‌مناطق اجدادی خود باز می‌گردند تا نسل‌جدیدی را به وجود آورند.

در بیشتر موارد اگر توربینها به خوبی‌طراحی شده باشند می‌توان مشکل کشیده‌شدن ماهیان به داخل توربین و تصادف باتیغه‌ها که منجر به مرگ آنان می‌شود را حل‌کرد. برای این کارمی‌توان غربالهایی طراحی‌کرد که از ورود ماهیان جلوگیری کند. بعضی ازطراحیهای توربین به گونه‌ای است که با فضاو چرخش مناسب، ماهیان به تله نخواهند افتاد. آنچه که در این جا مورد نیاز است،طراحی استاندارد و مناسبی برای‌توربینهاست تا از ماهیان، محافظت کرده ومورد توجه همه سدسازان نیز قرار گیرد. درهنگام راهبری توربین نیز می‌توان به نحوی عمل کرد که اثرات سوء آن به ماهیها به‌حداقل برسد. دراین مورد باید متذکر شد که‌کاربران این نیروگاهها هنگام تغییر توان‌موردنیاز برای ژنراتور، ترجیح می‌دهند که به جای توقف، وضعیت تیغه‌ها را تغییر دهند. چنین اعمالی باعث بروز اغتشاش شدیدومرگ بیشتر ماهیان عبور کرده، خواهد شد.این در حالی است که تحقیقات نشان می‌دهد که اگر توربین با کارایی نزدیک به ماکزیمم‌حد ممکنه کار کند نه تنها بازده تولید برق‌بیشتر خواهد بود بلکه باعث خواهد شد که‌ماهیان سالم بیشتری از توربین عبور کنند.امروزه در سدهای بزرگی که مثلا بر روی‌رودخانه کلمبیا زده شده است بیش از ۱۰توربین و ژنراتور در خط قرار دارند که‌موثرترین روش

راهبری آنها این است که درصورت عدم نیاز، تعدادی در تولید بوده و بقیه‌متوقف شوند.

راه حلهای دیگر چیست؟

ـ کوتانت: مثالهای زیادی برای رعایت‌بعضی معیارهای خاص وجود دارد. برای مثال‌اگر سازنده سد می‌داند که با شروع آب‌گیری‌سد، یک سکونتگاه مردابی از بین می‌رود،می‌تواند در نزدیکی همان محل یک پناهگاه‌دیگر برای جانوران، برپا کرده و به این صورت نابودی یک سکونتگاه را با ایجاد یک‌سکونتگاه جدید در محل دیگر جبران کند. یااگر سازنده سد می‌داند که با شروع عملیات‌سد، روزانه تعداد مشخصی ماهی می‌میردمی‌تواند یک محل مناسب برای تخم ریزی وزاد و ولد ماهیان بسازد تا نسل آنها منقرض‌نشده و توازن ماهیان بر هم نخورد.

آیا مشاجرات و مسائل دیگری نیز به وجود می‌آید؟

ـ مایک: هنگام جمع آوری اطلاعات راجع به‌تاثیر صدور موافقتنامه‌های مجدد، مادریافتیم که سدهای چند منظوره دارای‌بزرگترین نقاط قوت و ضعف هستند. نقطه‌ضعف از آن جهت که در مورد نحوه استفاده ازیک مخزن، بحثهایی وجود داشت. مثلا بین‌افرادی که از رودخانه برای حمل الوار استفاده‌می‌کردند و ماهیگیران، در مورد میزان عمق‌آب، بحث بود. مالکان مناطق تفریحی نیزمنافعشان (در ساحل دریاچه) با کسانی که‌می‌خواستند با حفظ جنگل از گونه حیوانات درحال انقراض محافظت کنند، در تضاد افتاده‌بود. به علاوه در مورد مصرف نیز یک بحث‌کلاسیک و دایمی وجود دارد چون گروهی‌می‌خواهند از آب برای تولید برق استفاه کنند و گروه دیگر می‌گویند که این سدها باید به‌صنعت و کشاورزی اختصاص یابد. البته از آن‌بابت که آب در نیروگاه آبی، غیر مصرفی است با معیارهای زیست محیطی همخوانی‌بیشتری دارد.

ـ کوتانت: جالب آن است که در کاربردهای‌مجاز نیروگاههای آبی نیز مشاجره وجود دارد.یعنی سدهای منطقه دره تنسی برای تولیدبرق، کنترل سیل و اهداف تفریحی از قبیل‌ماهیگیری، شنا و قایق سواری و اسکی روی‌آب ساخته شده‌اند. مساله این جاست که‌برای کنترل سیل، بهتر است که سطح آب سدبا خارج سازی آب پشت آن از طریق سرریزها به حداقل ارتفاع برسد تا فضا برای سیل‌ورودی به آن وجود داشته باشد و این در حالی‌است که اگر سطح آب از حد معینی کمتر باشدصاحبان لنگرگاه نمی‌توانند از کشتیها وقایقهای خود استفاه کنند و از این رو با کاهش۳۰ فوتی ارتفاع آب در تابستان شدیدا مخالفند. بر این اساس مسولان این ناحیه‌قوانین استانداردی را طراحی کرده‌اند تا افزایش آب به حدی باشد که بتواند نظر هر دوگروه را تامین کند.

ـ مایک: مشکل دیگر آن است که در بعضی‌از مناطق آمریکا باید حقوق بومیان، رعایت‌شود حتی اگر در تقابل با حقوق دیگران باشد.حوادث گذشته باعث شده است که دولت‌آمریکا آنان را به عنوان یک ملت جداگانه بپذیرد. آنان دارای قوانین محیط زیست وماهیگیری خاص خود هستند و این حق رادارند که به مقدار کافی ماهی آزاد در محلهای معمول برای ماهیگیری داشته و آب کافی نیزبرای

انجام مراسم مذهبی خود داشته باشند وبه علاوه باید مطمئن شوند که این آب درتماس با سازه‌های ساخت بشر، مشکل‌مذهبی نیافته است.
در بعضی مناطق اطراف واشنگتن مامصاحبه‌های مفصلی با اعضای این قبایل‌انجام دادیم تا بتوانیم مشکل را شناخته وتاسیسات سد را به نحو شایسته برپا کنیم.درباره اثرات احتمالی و نوع راه حلهای ممکنه‌برای جبران این آثار نیز سوالاتی مطرح‌کردیم.
ـ **کوتانت:** ما باید در بررسی جنبه‌های‌اقتصادی - اجتماعی یک سد برای تولیدبرق، ارزش نسبی منابع زیست محیطی رانسبت به تولید برق بسنجیم. قبلا گفته‌می‌شد که ارزش نیروگاه آبی به حدی است که فقط صدمات زیست محیطی بسیار بزرگ‌می‌تواند این ارزش را از بین ببرد.
در حال حاضر این فرض زیر سوال رفته ومردم کمتری به بی ضرر بودن نیروگاه آبی‌برای ماهیان و حیات وحش اعتقاد دارند. دراین جا باید گفت که چون نیروگاههای آبی‌دارای منفعت اقتصادی هستند باید برای حفاظت از منابع متاثر شده از نیروگاه،هزینه‌هایی را متقبل شوند. از این رو یکی ازبزرگترین مشاجرات اقتصادی - اجتماعی بر سر ایجاد توازن بین ارزش منابع زیست‌محیطی ونیروگاههای آبی در جریان است.

***شما چگونه منابع زیست محیطی راارزش گذاری می‌کنید؟**

ـ **کوتانت:** شاید به نظر برسد که‌قیمت‌گذاری یک کیلو ماهی آزاد در بازار، کارساده‌ای است ولی موضوع، پیچیده‌تر از این‌است. ما قیمت در بازار را می‌دانیم ولی ارزش‌غیر مستقیم این ماهی چقدر است؟ ارزش انسانی که دوست دارد کوه پیمایی کرده و یک‌رودخانه آزاد و گردش ماهیان را به جای‌نیروگاههای آبی و خطوط انتقال تماشا کند،چقدر است؟ این ارزش گذاری کار مشکلی‌است.
مردم مایلند هزینه بیشتری برای برق‌بپردازند ولی بدانند که یک اجتماعی ازماهیان در بیرون وجود دارد حتی اگر آنها به‌ماهیگیری نرفته و یا ماهی نخورند. این‌ارزشی است که باید در حساب سود و زیان، مورد توجه قرار گیرد. به منظور دستیابی به‌یک روند مناسب برای تعیین منابع‌زیست‌محیطی در پروژه‌های نیروگاههای‌آبی انجام یک سلسله تحقیقات، لازم است.به عنوان مثال ارزش هر ماهی آزاد می‌تواند۱۰، ۵۰۰ یا ۹۰۰ دلار تعیین شود که این امر به‌چگونگی ارزش گذاری ستگی دارد. در این‌مورد اظهارات، ضد و نقیض است چون اگر این‌ارزش گذاری در مقدار کم انجام شود، نصب‌سیستم پلکان ماهی، توجیه ندارد ولی اگرزیاد باشد، می‌توان تقاضای چنین سیستمی‌را کرد.

***آیا در دیگر نقاط آمریکا مشکلات‌خاص دیگری نیز وجود دارد؟**

ـ **کوتانت:** احتمالا تخصیص آب در منطقه‌دره مرکزی کالیفرنیا سخت‌ترین مساله منابع‌طبیعی جهان است که نیروگاههای آبی رانمی‌توان از آن جدا کرد.
ـ **مایک:** یکی از مثالهای پر کردن اظهارنامه‌اثرات زیست محیطی درباره پروژه سد چندمنظوره روی Mokelumne Riverبود که مابرای FERC انجام دادیم. کاربران پروژه‌مجبور شدند که منابع شیلات در پایین دست سد را حفظ کرده و به علاوه برای‌مصرف‌کنندگان حاضر در پایین دست سد،

آن‌قدر آب رها کنند که‌کشاورزان بتوانند از آن‌برای آبیاری محصولات استفاده کنند. اخیر مسولان، اهمیت بیشتری نسبت به ابتدای کار، برای منابع شیلاتی قایل شده‌اند و از این رو ما در حال مطالعه به منظور تخصیص مجدد منابع هستیم تا امکان‌تامین آب بیشتر را بدون اثر گذاری منفی بردیگر مصرف‌کنندگان، مورد بررسی قرار دهیم. انجام چنین کاری مشکل است. این مشکل ازآن جهت مساله ساز است که ارزش آب برای‌هر یک از مصارف، متغیر بوده و تعیین سهم‌هر یک، کار سختی خواهد بود.

ـ **کوتانت:** نحوه اختصاص آب در ایالتهای‌غربی به این صورت است که هر کسی زودتربیاید، آب بیشتری به دست خواهد آورد. یعنی‌هر کس زودتر در خواست مقدار مورد نیاز خودرا داده باشد می‌تواند به همان مقدار آب برای‌آبیاری یا هر کار دیگری پمپ کند. با گذشت‌زمان، تقاضاها افزایش یافته و آب بیشتری‌نیز تخصیص یافته است. امروزه مصرف‌کنندگان جدید مانند اهالی خلیج شرقی سانفرانسیسکو باید مقداری آب‌بردارند که سهم نفرات قبل از آنها کاهش نیابد یعنی آنها به نوعی مصرف کننده درجه دو شده‌اند. بنابراین برای پاسخگویی به‌نیازهای در حال افزایش باید سدهای بیشتری ساخته شود. متاسفانه در تخصیص‌اصلی، میزان مصرف برای ماهیها هرگز درنظر گرفته نشده بود. فقط به تازگی حداقل جریان برای حفاظت از گونه‌های در حال‌انقراض تعیین شده است.

***در منطقه Pacific Northwest و درکالیفرنیا درگیر چند پروژه هستند؟**

ـ **مایک:** در منطقه Pacific Northwest ما برروی ۱۷ پروژه کار می‌کنیم. از این تعداد 9پروژه کوچک مربوط به حوضه آبریزرودخانه ، Skagit هفت پروژه مربوط به حوضه‌رودخانه Nook Sackو یک پروژه اجازه مجددنیز برای یک پروژه بزرگ در روخانهSkagit است. این پروژه‌های کوچک که در منطقه واشنگتن قرار دارند، هر یک پنج مگاوات برق‌تولید خواهد کرد. در کالیفرنیا ما مشغول‌ارزیابی یک مجوز برای پروژه بزرگی بر روی‌رودخانه Mokelumne و پروژه مشابهی برروی روخانه Tvolumne هستیم. در قسمت فوقانی آبریز رودخانه Mokelumne نیر چندپروژه در دست داریم. به علاوه در کالیفرنیا ماارزیابی ایجاد تغییراتی در راهبری یک سدبزرگ بر روی رودخانه Tvolumne را بر عهده‌داریم. این پروژه، آب شرب شهر سانفرانسیسکو و نیز آب برای آبیاری دو ناحیه‌از بزرگ‌ترین نواحی کشور را تامین می‌کند.

***آزمایشگاههای شما چه نوع‌تحقیقاتی را برای حمایت از راه حلهای زیست محیطی درنیروگاههای آبی ارایه‌می‌کنند؟**

ـ **مایک:** مهمترین طرح دردست بررسی،مطالعه راههای تخفیف مشکلات‌زیست‌محیطی برای وزارت انرژی‌آمریکاست. در این تحقیق ما به اقصی نقاطکشور سفر کرده و برنامه‌های موجود برای این‌هدف را مورد بازدید قرار دادیم تا تعیین کنیم که کدامیک کارایی خوبی داشته و کدامیک مناسب نیست. ما در زمینه یافته‌های خودگزارشی نیز منتشر کردیم.

از وزارت انرژی خواسته‌ایم که برای بهبودطراحیهای استاندارد تله‌های سبدی وغربالهای ماهی از ما حمایت کند تا به حرکت‌ایمن ماهیان به بالا دست و پایین دست‌کمک شود. در دهه ۱۹۷۰ هیلدبرانت برنامه زیست محیطی نیروگاههای آبی را در وزارت‌انرژی آمریکا بنیان نهاد. در اوایل دهه ۱۹۸۰ما با بررسی وضعیت در محل، به تحقیق درزمینه روابط بین ماهی و سکونتگاه پرداختیمو پروژه‌هایی را نیز با اداره شیلات و حیات‌وحش آمریکا در زمینه نابودی ماهیان‌در توربینها انجام دادیم.

ما علاقه‌مندیم که کارها را در آزمایشگاه‌و در محل انجام دهیم. امروزه کارهای مدلسازی نیز انجام می‌دهیم. در حال حاضرما چرخه زیست محیطی گونه Chinook ازماهیان آزاد را با توجه به اطلاعات موجودتحت مدلینگ قرار داده‌ایم. برای مثال اثرات‌شرایط مختلف بر روی مهاجرت ماهیان، تخم ریزی و رشد تخمها را تعیین می‌کنیم.سپس با استفاده از اطلاعات و شرایط رودخانه Mokelumneدر قبل و بعد از ایجاد نیروگاه آبی، می‌توانیم تاثیرات سدهای جدید بر روی‌جمعیت ماهیان را پیشگویی کنیم.

متاسفانه بعضی از اوقات مسائل‌غیرقابل حلی نیز وجود دارد که ناشی از چند منظوره بودن سدهاست. به این صورت که مثلا بعضی از راه حلهاضررهایی برای ماهیگیری تفریحی در پی‌دارد که قابل صرفنظر کردن نیست. از این روما وارد فرایندی می‌شویم که بتوانیم از طریق‌تعیین بهترین ترکیب از کاربردهای‌چندگانه از سد، توازنی برقرار کنیم. موضوع دیگر این‌است که من فکر می‌کنم آزمایشگاههای مادارای تجربه منحصر به فردی در زمینه مواجه شدن با مسائل و اهداف چندگانه است.

***آیا می‌توانید مثال خوبی از ایجادموفقیت‌آمیز این توازن ذکر کنید؟**

ـ مایک: بله، یک مثال خوب حوضه آبریزرودخانه اوهایو است. ما با صدور اجازه برای۲۶ سد در طول ۵۰۰ مایل از رودخانه مواجه‌بودیم. اثرات تجمعی این پروژه‌ها آن بود که‌کیفیت آب رودخانه و بخصوص اکسیژن محلول را شدیدا کاهش می‌داد و ما بایدبهترین ترکیب از پروژه‌ها را مشخص می‌کردیم تا در کنار تاسیس سد،محیطزیست نیز حفاظت شود. برای این کارتلفیقی از مدلها را بکار گرفتیم که تاثیرمتقابل بین سدها را شبیه سازی کند و سپس‌بین به حداکثر رساندن تولید برق و حفاظت ازاکسیژن محلول رودخانه، بهینه سازی انجام‌دادیم.

نتیجه‌گیری خود را در اظهار نامه اثرات‌زیست محیطی ارایه کردیم که به دلیل‌نظرات اداره‌های شیلات و حیات وحش بحث‌به دادگاه کشیده شد.

***چرا این اداره‌ها نظرات شما را به‌چالش کشیدند؟**

ـ مایک: این موضوع، یک مشاجره سیاسی‌بود. این اداره‌ها سعی می‌کنند که موضع راسیاسی کرده و هیچ‌گونه بحث فنی ارایه نمی‌کنند. در این مورد خاص نیز اگر حفاظت۱۰۰ درصدی از کیفیت آب و منابع ماهی موردنظر باشد، ساخت هرگونه نیروگاه آبی،غیرممکن خواهد بود. این در حالی است که‌تجزیه و تحلیلهای ما که براساس مدلینگ کامپیوتری صورت گرفته بود، نشان می‌داد که‌می‌توان به‌طور همزمان از محیط زیست تاحد استانداردها حفاظت کرده و انرژی برق آبی‌نیز تولید کرد. ابتدا

سازندگان تصور می‌کردندکه شرایط ارایه شده از سوی ما سخت است‌ولی سپس آنها دریافتند که گفته‌های مادارای پایه و اساس علمی و فنی بوده و ساخت‌این سدها به صرفه است. نکته تاسف آور این بود که از ۱۶ سدمذبور که دارای مجوز نیز بودند، فقط چند تاساخته شد که دلیل آن نیز مسائل اقتصادی‌بود و نه دلایل زیست محیطی و سازندگان‌نتوانستند قراردادهایی برای فروش برق در منطقه، امضا کنند.

***در حال حاضر چه مطالعات خاصی درزمینه راه‌حلهای زیست‌محیطی برای‌نیروگاههای آبی در دست دارید؟**

ـ مایک: کاری که در حال حاضر برای وزارت‌انرژی آمریکا در دست داریم درباره یک سری‌مطالعات موردی برای منابع زیست محیطی وهزینه‌های جدیدترین نوع تاسیسات عبورماهی است. ما می‌خواهیم منافع شیلاتی این‌تاسیسات و هزینه‌های اجرای این سیستمهارا استخراج کنیم. این در حالی است که‌مطالعات انجام شده در سال ۱۹۹۲ راه‌حلهای زیادی را نشان می‌دهد که بعضی از آنها دارای‌منافع بسیار زیادی نسبت به هزینه بوده‌اند وبعضی نیز دارای منافع کم و یا حتی صفر و یاهزینه بسیار بالا بوده‌اند. این مطالعات موردی‌نشان خواهد داد که برای هر سایت خاص‌چگونه می‌توان بهترین طراحی را انجام داد.

هدف دیگر ما در این مطالعات موردی آن‌است که راه حلهای مختلف را بیان کرده وبگوییم کدام موفقیت‌آمیز بوده و کدام باشکست مواجه شده و دلیل شکست آنها راتشریح کرده و بگوییم در بیشتر موارد، کدام سیستم بهتر است. امیدواریم که تلاشهای ماز دوباره کاری جلوگیری کرده و سازندگان‌اشتباهات مشابهی را در آینده انجام ندهند.به علاوه روشهای پر هزینه را که نباید پیش‌از انجام تحقیقات محلی بکار گرفته شوند، معرفی خواهیم کرد.

***چه کسی با شما در زمینه تعیین هزینه‌روشهای زیست محیطی همکاری‌می‌کند؟**

ـ مایک: طرحی که برای وزارت انرژی‌آمریکا انجام می‌دهیم کار مشترک آزمایشگاه‌ملی ORNL و آزمایشگاه ملی مهندسی‌آیداهو (INEL) است که مهندسانINEL مطالعه هزینه‌ها را بر عهده داشته و ما بیشتر مشغول بررسی منافع هستیم. یکی ازهمکاران ما در بخش انرژی روی گذرگاهی‌برای ماهیان، کار کرده است. او در حال حاضردر تلاش است تا نحوه ارزش گذاری جوامع‌ماهیان را بیابد. این بحث موضع مشکلی است چون ارزشهای زیادی در حفظ یک‌جامعه از ماهیان موثر است. چون علاوه برمصارف مستقیم ماهی، موارد غیرمستقیم نیزوجود دارد.

***چگونه یک اظهار نامه زیست‌محیطی‌برای پروژه‌های‌نیروگاه آبی تکمیل‌می‌شود؟**

ـ مایک: معمولا ما برای هر پروژه یک‌اظهارنامه تکمیل می‌کنیم ولی FERC به این‌جهت حرکت می‌کند که ارزیابی اثرات بر روی‌کل حوضه آبریز انجام شود. از آنجا که تعدادزیادی از پروژه‌های نیروگاههای آبی ساخته‌شده روی حوضه آبریز رودخانه‌ها، نسبتا کوچک است FERC ،تمایل دارد

که همه آنهارا جمع کرده و یک ارزیابی بزرگ روی کل‌حوضه آبریز انجام دهد. در اواخر دهه ۱۹۸۰یکی از این ارزیابی‌ها را بر روی حوضه رودخانه اوهایو و اخیرا نیز برای حوضه , Nooksack Skagitانجام داده‌ایم که هر دو درایالت واشنگتن بوده‌اند. این گونه ارزیابی‌های‌کلی نه تنها با صرفه‌تر بوده بلکه دولت رامجبور می‌کند که اثرات جمعی تعدادی ازنیروگاههای آبی بر حوضه یک رودخانه رامورد ارزیابی قرار دهد. برای این کار بایدتاثیر متقابل چند سد در مورد نابودی کیفیت‌آب یا توقف مهاجرت ماهیان آزاد موردبررسی قرار گیرد.

***بدترین مشکلاتی که سازندگان وکاربران تاسیسات نیروگاه آبی با آن‌مواجه هستند، چیست؟**

ـ مایک: در این مورد، نامشخص بودن‌قوانین، یکی از مشکلات بزرگ است. طی‌چند سال گذشته چندین بار قوانین، تغییرکرده است. باید توجه داشت سازندگانی که‌می‌خواهند سدهای جدید طراحی کرده و بسازند باید برای تایید، آنها را به چندین‌موسسه فدرال و ایالتی ارسال کنند. این دوره‌برای سازندگان، زمان سختی خواهد بود چون‌آنان باید با کابوس قوانین فدرال و ایالتی‌مواجه شوند.

مشکل دیگر هزینه عمومی این بررسی‌قانونی است یعنی باید هزینه‌ای برای این‌فرایند طولانی (از طراحی تا ساخت وراهبری) در نظر گرفت. این هزینه نیزنامشخص است چون این فرایند ممکن است‌بین ۶ تا ۱۰ سال طول بکشد و طی این مدت‌قوانین، چندین بار تغییر کنند. به علاوه‌سازندگان نیز ترجیح می‌دهند که جز درمراحل پایانی این فرایند، چیزی راجع به‌روشهای کاهش اثرات زیست محیطی سدهافرا نگیرند. از این رو برای یک سازنده سد،مشکل خواهد بود که مقدار پولی را که بایدقرض گرفته و سود آن را بپردازد، برآورد کند.

مشکل سوم این است که امروزه‌تشکلهای زیست محیطی نسبت به سازندگان نیروگاههای آبی حساس هستند.باید اذعان کرد که برای سازندگان، شرایطسختی به وجود آمده است که در بیشتر مواردقابل قبولی نیز ارایه می‌شود. جمعیت‌ماهیان آزاد در سواحل غربی و شرقی با خطرمواجه شده است و افراد شدیدا نگران این‌موضوع هستند. از این رو از سوی مردمی که‌سدها را مشکل‌زا می‌دانند، فشار زیادی برسازندگان اعمال می‌شود. در حال حاضربعضی از انجمنهای زیست محیطی در تلاش‌هستند که بعضی از رودخانه‌ها را تحت قوانین‌حفاظتی فدرال قرار داده و از ساخت سدهاجلوگیری کنند.

ـ کوتانت: در بعضی موارد مردم تلاش‌می‌کنند که سدهایی که جلوی مهاجرت‌ماهیان را گرفته‌اند و یا با کاستن از جریان،مانع مهاجرت ماهیان آزاد جوان به پایین‌دست سد شده‌اند را بر چینند. این تلاشهامنجر به برچیدن یک سد کوچک در ناحیه Olympic Peninsulaشده و سدهای دیگر رانیز با مشکلاتی مواجه کرده است مثلا سد رودخانه Snake برچیده نخواهد شد ولی‌مجبور شده است شرایطی ایجاد کند که‌جریانی شبیه رودخانه، ماهیان آزاد جوان را به‌دریا برساند. هزینه برچیدن و یا انجام چنین‌اصلاحاتی بسیار زیاد است. چنین اعمالی باعث شده است که تجارت سدسازی بسیارحساس شود.

***آیا آزمایشگاههای ORNL در مقابل‌پیشنهاد طرح سد برای نیروگاههای آبی‌نیز اعلام نظر می‌کند؟**

ـ مایک: باید گفت که بعضی از این‌پروژه‌های پیشنهادی اساسا نباید ساخته‌شوند چون محل آنها مناسب نیست. بعضی ازآنها مشکلات غیرقابل حلی دارند. به عنوان‌مثال سد در تقابل با جریان ماهیان و یا فرهنگ بومیان آمریکاست. در این موارد ما به FERCپیشنهاد می‌کنیم که پروژه اجرا نشود.

ـ کوتانت: ناراحت کننده خواهد بود پروژه‌ای‌که برای سدسازی، مناسب به نظر می‌آید به‌یکی از این دلایل متوقف شود. مثلا در منطقه Northwestمحلی خالی از ماهیان مقیم قرار داشت که برای سدسازی عالی بود ولی به‌دلیل قرار گرفتن در ناحیه‌ای که برای قبایل بومی آمریکا مقدس به شمار می‌رفت،مشکل آفرین شد چون این قبایل از فرهنگ‌خود جدا نمی‌شوند و احتمالا سازنده سد بایداز تصمیم خود منصرف شود.

***اگر توضیح خاصی دارید بفرمایید؟**

ـ کوتانت: در تعداد زیادی از موارد می‌توان بایک سرمایه گذاری نسبتا کم در تحقیقات،بیشتر مسائل مطرح شده را حل کرده و درهزینه‌های طولانی مدت، صرفه جویی کرد.البته برای بررسی این موارد به اقتصاددانان نیاز است. در یک تحقیق موفق بایدسدسازان، سازندگان دستگاهها و محققان‌دست در دست یکدیگر بدهند تا بتوان یک‌طراحی استاندارد در راستای حفاظت ازمحیط زیست انجام داده و با تایید موافقتنامه‌ها باعث تشویق اعمال این‌گونه‌مسائل در بیشتر سدها شد. هر چند دولت درزمینه چنین تحقیقاتی، سرمایه گذاری‌می‌کند ولی میزان این سرمایه گذاریها کم‌بوده و باید این تحقیقات با همکاری آزمایشگاههای دولتی، سازندگان سد ودستگاههای نیروگاهی و نیز سازمانهای‌قانونگذار انجام شود.

ـ مایک: من معتقدم که برای فراگیر شدن‌نیروگاههای آبی به عنوان یک منبع انرژی‌برای آمریکا باید سه نیاز شامل تحقیق وتوسعه، آموزش و قوانین صحیح و معین‌برآورده شود.

احتمالا پیشرفت در هر سه زمینه به‌سرعتی که ما تصور می‌کنیم به دست نخواهدآمد ولی در جهت درست به پیش خواهدرفت.

احداث و بهره برداری نیروگاههای برق-آبی کوچک

وضعیت توپوگرافی کشور از لحاظ وجود سلسله جبال البرز و کوهای پراکنده دیگر و نیز وجود رودخانه های بزرگ و کوچک با سرشاخه های متعدد موقعیت مناسبی برای احداث نیروگاه های برق-آبی کوچک جریانی بوجود آورده است.

وزارت جهاد سازندگی به منظور توسعه پایدار روستاها و برق رسانی به روستاهای دور افتاده و همچنین استفاده از پتانسیل آبی هرز رونده در مناطق روستایی مطالعه بر روی این نیروگاهها را آغاز نمود و اولین نیروگاه آبی کوچک جریانی در آذرماه سال ۱۳۶۶ با حضور وزیر وقت جهاد سازندگی

افتتاح و مورد بهره برداری قرار گرفت.این نیروگاه برق یک روستای دور افتاده در منطقه کلات نادری در استان خراسان را تامین می کند و اگر چه ظرفیت نصب آن ۶۵ کیلووات است اما اولین نیروگاه آبی از نوع خود می باشد که توسط کارشناسان ایرانی طراحی و راه اندازی گردیده و انعکاس گسترده ای هم در مطبوعات داخلی و خارجی به همراه داشت.

مطالعات طرح جامع شناسایی پتانسیل برق آبی کوچک کشور در دست نبود جهاد سازندگی از سال ۱۳۶۹ مطالعات طرح جامع شناسایی پتانسیل های برق-آبی کوچک را با هدف شناسایی جایگاه های مناست جهت مطالعه و ساخت نیروگاه های آبی کوچک در سطح رودخانه های دایمی کشور آغاز نمود. عملیات شناسایی به صورت امانی و پیمانی با مشارکت سازمانهای جهاد دفاتر منطقه ای وابسته و هم چنین شرکتهای مشاوره ای در سطح ۲۰ استان مستعد و طبق موافقتنامه سازمان مدیریت و برنامه ریزی انجام گرفت .جهت این امر شرح خدماتی تهیه و تنظیم گردید که شامل مطالعات در بخش زمین شناسی هیدرولوزی سیویل برق مکانیک اقتصادی و اجتماعی میشد.

با بازدید های صحرایی و میدانی در طول سرشاخه های رودخانه های دایمی که دارای دبی و اختلاف شیب مناسب می باشند جایگاه ها انتخاب و بر اساس مطالعات بخشهای شرح خدمات اولویت بندی گردیدند و تعداد نزدیک به ۲۵۰۰ گزینه به قدرت نصب حدود ۴۲۰۰ مگاوات شناسایی و ۹۴۵ مورد آن به قدرت ۱۴۱۷ مگاوات مناسب ارزیابی شده اند .در کنار این طرح و در راستای تهیه آمار و اطلاعات هیدرومتری جایگاه های شناسایی شده به جهت سرشاخه بودن محل جایگاه ها در کشور با موفقیت سازمان مدیریت و برنامه ریزی اقدام به ساخت ایستگاه های هیدرو متری از نوع درجه ۴ شدکه آمار آن تا پایان سال آبی ۱۳۸۱ بالغ بر ۲۸۰ ایستگاه هیدرومتری بر روی رودخانه های ۱۵ استان کشور بوده است و هر ساله آمار دبی روزانه این ایستگاه ها به صورت سالنامه های آماری تدوین گردیده ه به عنوان آمار پایه علاوه بر مطالعات مراحل بعدی می تواند مورد استفاده سازمانها نهادها پروزه ها طرح های عمرانی و مطالعاتی قرار گیرد.در این زمینه میتوان به آمار سال آبی ۷۹-۷۸ و ۸۰-۷۹ اشاره کرد.در ادامه جدول مربوط به طرح شناسایی پتانسیل ها و بخش هیدرومتری و تصاویر مربوط ارایه گردیده است.

جدول شماره ۱۵ - پتانسیلهای شناسایی شده به تفکیک استانها (میکرو - مینی - کوچک)

ردیف	استان	قدرت کل جایگاههای تایید شده (KW)	تعداد کل جایگاههای تایید شده	قدرت کل نیروگاه میکرو تا ۱۰۰ kw	تعداد پتانسیل میکرو	قدرت کل نیروگاه مینی از ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ kw	تعداد پتانسیل مینی	قدرت کل نیروگاه کوچک از ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ kw	تعداد پتانسیل کوچک
۱	آذربایجان شرقی	۳۰۲۲۸	۳۵	۰	۰	۱۲۹۴۲	۲۴	۱۷۲۸۶	۱۱
۲	آذر بایجان غربی	۴۶۷۴۶	۳۷	۰	۰	۱۱۱۸۶	۲۲	۳۵۵۶۰	۱۵
۳	اردبیل	۲۲۰۵۸	۱۸	۰	۰	۷۸۲۵	۱۱	۱۴۲۳۳	۷
۴	اصفهان	۳۴۳۱۷	۱۶	۴۳	۱	۲۶۵۲۴	۱۱	۷۷۵۰	۴
۵	ایلام	۴۷۴۴۰	۳۳	۰	۰	۴۸۹۰	۹	۴۲۵۵۰	۲۴
۶	تهران	۶۹۷۶۴	۴۸	۰	۰	۱۰۲۹۴	۲۱	۵۹۴۷۰	۲۷
۷	چهار محال و بختیاری	۱۰۳۱۸۰	۲۷	۰	۰	۵۳۲۰	۹	۹۷۸۶۰	۱۸
۸	خراسان	۲۷۲۵	۳۸	۱۱۴۰	۳۰	۱۵۸۵	۸	۰	۰
۹	خوزستان	۵۲۲۹۰	۵۰	۴۳۷	۱۸	۹۲۵۳	۱۶	۴۲۶۰۰	۱۶
۱۰	سمنان	۶۰۷۰	۱۵	۰	۰	۳۷۷۰	۱۳	۲۳۰۰	۲
۱۱	فارس	۲۴۱۹۴	۲۷	۱۳۰	۲	۵۸۹۴	۱۸	۱۸۱۷۰	۷
۱۲	قزوین	۴۳۵۰۰	۲۸	۰	۰	۶۹۵۰	۹	۳۶۵۵۰	۱۹
۱۳	کردستان	۶۰۵۹۰	۴۵	۰	۰	۱۵۳۶۰	۳۴	۴۵۲۳۰	۱۱
۱۴	کرمانشاه	۹۲۰۵۰	۵۴	۵۰	۱	۱۳۶۰۰	۲۴	۷۸۴۰۰	۲۹
۱۵	کهگیلویه وبویر احمد	۱۲۲۳۳۶	۶۴	۰	۰	۹۱۳۶	۲۰	۱۱۳۲۰۰	۴۴
۱۶	گلستان	۳۴۶۴۴	۸۱	۶۴۴	۱۰	۲۳۵۸۴	۶۳	۱۰۴۱۶	۸
۱۷	گیلان	۳۸۹۹۹۱	۱۴۵	۰	۰	۱۱۱۱۳	۱۷	۳۷۸۸۷۸	۱۲۸
۱۸	لرستان	۳۳۳۵۶	۴۴	۰	۰	۱۸۳۷۶	۳۷	۱۴۹۸۰	۷
۱۹	مازندران	۲۰۰۶۵۰	۱۳۸	۱۳۳	۲	۳۵۶۴۹	۶۱	۱۶۴۸۶۸	۷۵
۲۰	همدان	۱۵۷۴	۲	۰	۰	۱۵۷۴	۲	۰	۰
	جمع	۱۴۱۷۷۰۳	۹۴۵	۲۵۷۷	۶۴	۲۳۴۸۲۵	۴۲۹	۱۱۸۰۳۰۱	۴۵۲

مرحله بهره برداری

تا پایان نیمه اول سال ۱۳۸۱ مجموعا ۱۰ پروژه برق-آبی کوچک و میکرو به مرحله بهره برداری رسیده اند. در خرید تجهیزات و نصب و راه اندازی با برنامه ریزیهای انجام شده سال به سال سهم خرید تجهیزات نیروگاهی از تولید کنندگان داخلی افزایش یافت به طوریکه وابستگی خارجی تجهیزات از رقم ۴۲۰دلار برای هر کیلووات قدرت نصت شده قبل از سال ۷۴ به رقم ۱۹۰ دلار در سال ۸۰ رسید و تجهیزاتی مانند پست ترانسفورماتور تابلوهای فشار ضعیف و فشار متوسط تابلوها کابلها لوله های تحت فشار جرثقیل و .... از صنایع داخلی تامین گردیدند و بدین ترتیب ۸ نیروگاه به مرحله بهره برداری رسید این نیروگاه ها به طریقه امانی و توسط نیروهای بومی که وظیفه بهره برداری و نگهداری کلیه تجهیزات و سازه های نیروگاه ها را به عهده داشته اند اداره می شود. انرژی الکتریکی استحصال شده از این ۸ نیرو گاه در حال بهره برداری بالغ بر ۱۶۰ ملیون کیلووات ساعت بوده که علاوه بر تامین برق مصارف روستایی دور از شبکه سراسری برق در مواردی نیز به شبکه محلی و سراسری تزریق گردیده است.این نیروگاه ها به ترتیب سال شروع بهره برداری عبارت اند از :

۱- نیروگاه سررود در استان خراسان با قدرت نصب شده ۶۵ کیلو وات
۲- نیروگاه ارده در استان گیلان با قدرت نصب شده ۱۲۵ کیلو وات
۳- نیروگاه یاسوج در استان کهگیلویه و بویراحمد با قدرت نصب شده ۲۵۰۰ کیلو وات
۴- نیروگاه شهید طالبی در استان فارس با قدرت نصب شده ۲۲۵۰ کیلو وات
۵- نیروگاه گاماسیاب در استان همدن با قدرت نصب شده ۲۸۰۰کیلو وات
۶- نیروگاه۸ شهیید عظیمی (جنت رودبار)در استان مازندران با قدرت نصب شده ۱۰۰۰ کیلو وات
۷- نیروگاه پل کلو ۱ در استان کهگیلویه و بویراحمد با قدرت نصب شده ۴۰۰۰ کیلو وات
۸- نیروگاه تخت ۲ در استان لرستان با قدرت نصب شده ۹۰۰ کیلو وات
۹- نیروگاه کرنق در استان اردبیل با قدرت نصب شده ۵۰ کیلو وات
۱۰- نیروگاه گرنی در استان خراسان با ظرفیت نصب شده ۲۴ کیلو وات

فصل پنجم :انرژی باد

مقدمه

انرژی باد مانند سایر انواع انرژی در اثر تبدیل انرژی خورشیدی بوجود می آید. تابش خورشید و ناهمگونی سطح زمین سبب می شود که جو زمین بصورتی غیر یکنواخت گرم شود و در نتیجه فشار نواحی مختلف جو متفاوت گردد. اختلاف فشار سبب رانده شدن توده های هوا از نقطه ای به نقطه دیگر و بیان بهتر ایجاد باد می شود.

باد و انرژی حاصل از آن در طول سالیان سال همواره بعنوان یکی از منابع انرژی مورد توجه بشر بوده است. وجود آسیابهای بادی با قدمت چند صدساله گواه این مدعاست که بشر همواره از انرژی باد نهایت استفاده را برده است.

در عصر ماه استفاده از انرژی باد عمدتاً جهت استحصال نیروی برق مورد توجه قرار گرفته است و در این راه تلاشهای بسیاری هم گرفنه است.

کاربرد انرژی باد

بخش عمده بادها در ارتفاع ۱۲ کیلومتری از سطح زمین می وزند که موجب جریانهای فوق العاده سریع می شوند. محاسبات آماری نشان می دهد که بیش از ۱٪ انرژی جنبشی فوق الذکر در لایه های پایین جو وجود دارد که میزان توان آنها تقریباً 10TW می باشدو ابتدا در سال ۱۹۸۱ میلادی انستیتو بین المللی سیستم های کاربردی (II ASA) میزان پتانسیل انرژی باد که از نظر تکنیکی در دسترس و قابل استحصال هستند را معادل ۳ TWبرآورد کرد. در این برآورد بخش عمده سطح قاره ها قرار دارند.

برای بدست آوردن نیروی الکتریکی از انرژی باد بهترین راه ساخت نیروگاهها با توربین بادی است. در بررسی ساده اولیه هزینه انرژی باد را می توان با سرمایه گذاری اولیه و هزینه های تولید برق محاسبه کرد. اما در دیدگاهی وسیعتر استفاده از نیروگاه بادی امتیازات زیر را نیز در پی خواهد داشت.

عدم استفاده دائم از منابع سوختی پایان پذیر مانند نفت و ذغال سنگ که باعث ذخیره آنها برای آیندگان می شود. یک توربین بادی یک مگاواتی که ۴۰۰۰ ساعت در سال کار کند می تواند ۱۰۰۰ تن نفت را ذخیره کند.

عدم وجود زباله پسماند در نیروگاه بادی کمک شایانی به حفظ محیط زیست خواهد کرد.

ساخت نیروگاه بادی در قدرتهای مختلف این امکان را فراهم می کند که برای مصرف کننده های دور افتاده از شبکه توزیع مانند روستاهای کم جمعیت منابع تأمین انرژی مطلوب فراهم شود.

در حال حاضر این نیروگاهها با موانعی نیز مواجه اند که مهمترین آنها عوامل اقتصادی، فیزیکی و اجتماعی می باشد که این موانع درکشور ما با پیگیری شدید کارشناسان و مسئولین گروه باد و امواج

سانا در دست پیگیری و رفع است که از موفقیتهای بزرگ می توان به جلب نظر کشور ژاپن برای سرمایه گذاری در ساخت این توربین در داخل اشاره کرد.

استفاده از انرژی باد در آغاز هزاره سوم

هم اکنون در سراسر دنیا حدود ۲۵ هزار مگاوات برق از توربین های بادی تولید می شود و عمده تولید در کشورهای اروپایی است

چگونگی استفاده از انرژی و انواع آن با مقوله محیط زیست در دهه های اخیر به اجبار رابطه تنگاتنگی را ایجاد کرده اند و یقیناً در سال های آتی نیز کشورها به دلایل زیست محیطی، توان خود را برای تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر یا نوشونده افزایش خواهند داد.

سهم منابع فسیلی مانند نفت، گاز و سوخت های جامد به ترتیب حدود ۴۰، ۲۶ و ۲۲ درصد از کل منابع انرژی دنیاست و حدود ۱۰ درصد نیز به منابع تجدیدشونده و هسته ای تعلق دارد. انرژی های تجدیدشونده که به انرژی های سبز نیز شناخته می شوند عمدتاً از منابعی مانند آب، باد، خورشید، زمین گرمایی و برخی منابع دیگر تولید می شوند.

در این میان ظرفیت نیروگاه های برق بادی در کشورهای اروپایی، آمریکایی و برخی از کشورهای آسیایی مانند هندوچین رو به افزایش است. در ایران نیز طرح هایی در این زمینه و در شمال ایران در حال پیگیری است.

در هر حال پیامدهای منطقه ای آلاینده ها و گرم شدن تدریجی زمین به دلیل تمرکز روزافزون ترکیبات کربن از یک سو و لزوم متنوع کردن منابع تأمین انرژی از سوی دیگر حرکت به سمت استفاده از انرژی های تجدیدشونده مانند باد را به امری ضروری تبدیل کرده است.

انرژی باد در جهان .

تابش نامساوی خورشید در عرض های مختلف جغرافیایی به سطح ناهموار زمین باعث تغییر دما و فشار شده و باد ایجاد می شود. علاوه بر این، اتمسفر کره زمین به دلیل چرخش، گرما را از مناطق گرمسیری به مناطق قطبی انتقال می دهد که این موضوع نیز سبب ایجاد باد می شود.

به همین دلیل باد طبیعی دارای حرکت نوسانی است و وزش دائمی ندارد.

هم اکنون در دنیا حدود ۲۵ هزار مگاوات برق از توربین های بادی در سراسر دنیا تولید می شود و عمده تولید در کشورهای اروپایی است.

با توجه به ظرفیت کم توربین های بادی نسبت به دیگر نیروگاه های تولیدکننده انرژی الکتریکی، رشد سریع ظرفیت نیروگاه های بادی دنیا کاملاً قابل توجه است

در سال های ۹۶ و ۹۷ میلادی نیروگاه های بادی حدود ۶ و ۷ هزار مگاوات انرژی الکتریکی تولید کردند. این رقم در سال ۹۸ به حدود ۱۰ هزار مگاوات و در سال ۹۹ به حدود ۱۳ هزار مگاوات افزایش یافته است. در سال ۲۰۰۰ این ظرفیت به ۱۷ هزار و ۳۰۰ مگاوات افزایش یافته است. این افزایش رشد در سال ۲۰۰۱ نیز همچنان ادامه یافته و به بیش از ۲۲ هزار مگاوات رسیده است.
نگاهی به ظرفیت تولید انرژی باد در کشورهای بزرگ تولیدکننده بیانگر حرکت این کشورهای صنعتی به سمت بهره گیری از انرژی های تجدیدشونده است.

سال	۱۹۹۹	۱۹۹۹	۲۰۰۰	۲۰۰۰
کشورهای بزرگ تولیدکننده	اضافه تولید نسبت به سال قبل	کل انرژی تولیدی	اضافه تولید نسبت به سال قبل	کل انرژی تولیدی
آلمان	۱۲۰۰	۶۱۱۳	۱۶۶۸	۶۱۱۳
آمریکا	۷۳۲	۴۴۴۵	۵۳	۲۵۵۴
دانمارک	۶۵۰	۲۵۰۰	۵۵۲	۲۳۰۰
اسپانیا	۳۰۰	۱۷۴۸	۷۱۳	۲۲۳۵
هندوستان	۶۲	۱۵۲۲	۹۰	۱۱۶۷
هلند	۵۳	۱۰۷۷	۳۹	۴۴۹
ایتالیا	۵۰	۴۱۰	۱۴۵	۴۲۷
انگلستان	۱۸	۲۸۲	۶۳	۴۰۶
چین	۷۶	۳۴۳	-	۲۶۵
سوئد	۴۰	۲۶۵	۳۶	۲۳۱

نیروی باد به عنوان یک منبع جدید تامین برق با سریعترین رشد در سطح جهان

مشوق های مالی و فراهم آوردن فن آوری برای پیشرفت های بعدی اهمیت حیاتی دارد

شریل پلرین

نویسنده ویژه فایل واشنگتن

مسائل مربوط به انرژی در وضع محیط زیست زمین اهمیت حیاتی دارند .فایل واشنگتن به مناسبت "روز زمین" – ۲۲ آوریل – در سال ۲۰۰۵ در تدارک انتشار مجموعه مقالاتی درباره انرژی های قابل تجدید است که به مولفه هرچه نویدبخش تری در محاسبات انرژی در آینده بدل شده اند. واشنگتن – نیروی باد، فن آوری استفاده از باد برای تولید برق، منبع جدید تامین برق با سریعترین

رشد در سطح جهان است. به گفته کارشناسان، پیگیری این روند مستلزم تحقیق و توسعه هرچه بی پروا و التزام دولت به فراهم آوردن پشتوانه ای اقتصادی برای این فن آوری است.

عصر جدید نیروی باد در اواخر دهه هفتاد آغاز شد و نخستین نیروگاه های بادی در دهه هشتاد در کالیفرنیا آغاز به کار کردند. به گفته چارلز مک گاوین ، مدیر فنی نیروی باد در" موسسه تحقیقات نیروی برق" که یک مرکز مستقل غیرانتفاعی برای تحقیقات درباره انرژی های مورد مصرف عمومی و همچنین درباره محیط زیست است، در حال حاضر این صنعت در سطح جهانی سالانه رشدی ۲۰ تا ۳۰ درصدی دارد.

او میگوید: "این صنعت در حال رشد است چون نیروی باد در نتیجه رشد شدید حضور آن در بازارها به اقتصادی ترین منبع تامین انرژی قابل تجدید بدل شده است".

به گفته رابرت ترشر مدیر "مرکز ملی نیروی باد" وابسته به وزارت انرژی آمریکا، در "آزمایشگاه ملی انرژی های قابل تجدید" در کلرادو، "در دهه هشتاد، هزینه تولید برق از باد ۴۰ سنت برای هر کیلووات ساعت بود. حالا این هزینه به ۴ تا ۶ (سنت) برای هر کیلووات ساعت رسیده، ما با حاکم کردن نظمی چشمگیر در دو دهه گذشته این هزینه را کاهش داده"، آن را در وضعیتی قابل رقابت با سایر فن آوری های مرسوم قرار داده ایم.

فن آوری تولید برق از باد

انرژی بادی عمدتا" توسط توربین های بادی سه پره ای بسیار بزرگ تولید میشود که بر بالای برجک های بلندی قرار میگیرند و مثل پنکه هایی کار میکنند که به حالت عکس میگردند. این توربین ها به جای آن که از برق برای ایجاد باد کمک بگیرند، از باد برای تولید برق استفاده میکنند. باد پره ها را به چرخش در میآورد و پره ها محوری را میچرخانند که به یک ژنراتور متصل است؛ و در نتیجه این چرخش برق تولید میشود. توربین هایی در ابعاد صنعتی برای ارائه خدمات عمومی ساخته میشوند قادرند از ۷۵۰ کیلووات تا ۱/۵ مگاوات برق تولید کنند. منازل، دیش های ارتباطات راه دور، و پمپ های آب از توربین کوچکی استفاده میکنند که کمتر از ۵۰ کیلووات برق تولید میکند.

توربین های بادی سه پره در حالت خلاف جهت باد قرار گرفته و پره هایشان رودرروی باد قرار میگیرد. نوع متداول دیگر توربین بادی توربین دوپره است که در مسیر موافق باد قرار داده میشود .

به لطف تحقیقات و توسعه، توربین های بادی در طول دو دهه گذشته به شکل چشمگیری متحول شده اند.

ترشر میگوید: "قطر آرمیچرها در سال ۱۹۸۴ یا ۱۹۸۵ باید ۲۰ متر میبود. حالا قطر آرمیچرها ۱۰۰ متر است بنابراین حالا از پره های چرخانی حرف میزنیم که مساحتی به ابعاد یک زمین فوتبال (را پوشش میدهند). پهنای توربین های بادی امروزی از پهنای بال های یک (هواپیمای) ۷۴۷ هم بیشتر است".

در نیروگاه های بادی یا میادین های بادخیز، مجموعه ای از توربین ها برای تولید برق و انتقال آن به شبکه اصلی برق به هم متصل شده اند. این نیرو از طریق خطوط انتقال و توزیع برق به مصرف کنندگان میرسد.

طراحی میادین بادخیز

بهترین نقاط برای استقرار توربین های بادی مناطقی هستند که بادهای دائمی و شدیدی در آنجا بوزد. "آزمایشگاه ملی انرژی های قابل تجدید" نقشه های بادنشانی برای مناطقی در نقاط مختلف دنیا تهیه کرده که سرعت وزش باد در آن مناطق را در طول سال را با استفاده از ایستگاه های کنترل و همچنین الگوهای هواشناسی محاسبه و ارائه میکنند.

در مورد برخی مناطق خاص، میانگین سرعت سالانه باد برای محاسبه میزان تولید انرژی بادی به وسیله آرمیچر توربین بادی در هر متر مربع مورد استفاده قرار میگیرد. در نتیجه محاسبات مربوط به انرژی نهفته در باد، مناطق جغرافیایی کوچکی به مساحت یک مایل مربع از لحاظ حجم نیروی بادی از ۱ تا ۷ درجه بندی میشوند و شماره ۷ نشانگر منطقه ای است که شدیدترین وزش باد را دارد. طراحان از این اطلاعات برای طراحی بهترین میادین بادخیز استفاده میکنند .

مناطقی که درجه ۳ یا بالاتر را کسب کنند گزینه هایی برای طراحی میادین بادخیز محسوب میشوند. مناطق دارای درجه ۲ یا بالاتر هم مکان های مناسبی برای استقرار ژانراتورهای بادی کوچک به شمار میروند.

سازمان ملل نیز در حال تهیه نقشه های بادنشان است. "ارزیابی منابع انرژی خورشیدی و بادی" یک پروژه چهارساله برای ترسیم نقشه منابع انرژی های خورشدی و بادی در ۱۳ کشور در حال توسعه است در نتیجه این برنامه، تا کنون منابع بالقوه ای برای تولید هزاران مگاوات برق در منابع انرژی قابل تجدید در آفریقا، آسیا، و آمریکای جنوبی و مرکزی کشف شده است.

بنا بر اعلامیه رسمی سازمان ملل، این سازمان در حال هماهنگ سازی "برنامه زیست محیطی" خود یا پروژه مذکور از طرق ۲۵ نهاد در سرتاسر دنیاست.

نتایج این پروژه نقشه کشی در کشورهای مختلفی از جمله نیکاراگوئه، گواتمالا، و سریلانکا اقدامات عملی را در پی داشته است. در غنا، بیش از ۲۰۰۰ مگاوات انرژی بالقوه بادی، به ویژه در مناطق مرزی این کشور با توگو، کشف شده است.

این پروژه پژوهش هایی را در بنگلادش، برزیل، چین، کوبا، السالوادور، اتیوپی، هندوراس، کنیا و نپال به اجرا در آورده است. نهادهای همکار این پروژه سازمان ملل "آزمایشگاه ملی انرژی های قابل تجدید" و "ناسا" هستند.

رشد رواج انرژی باد در سطح بین المللی

به گفته مک گاوین، استفاده از انرژی باد در سطح بین المللی نیز در حال افـزایش اسـت. کارخانجـات اصلی ساخت توربین ها بادی در دانمارک قرار دارند، و کارخانجاتی هم در هند، آلمان، اسپانیا، و ژاپـن تاسیس شده اند.

او در مورد انرژی استخراج شده از نیروگاه های بادی مستقر می افزاید: "تا به حال آلمان در رتبـه اول قرار داشته ۱۷۰۰۰ مگاوات از مجموع ۴۷۰۰۰ مگاواتی که ظرفیت کل نیروگاه های بـادی مـستقر در سرتاسر جهان محسوب میشود. اسپانیا در مرتبه دوم و ایالات متحده در رتبه سوم قرار گرفته اند".

ترشر، مدیر "آزمایشگاه ملی انرژی های قابل تجدید"، میگوید که "پروتکل کیوتو" (۹) – توافـق نامـه ای بین المللی بین ۱۴۱ کشور برای کاهش انتشار دی اکسید کـربن و پـنج گـاز گلخانـه ای دیگـر – استفاده از انرژی بادی را در کشورهای اروپایی افزایش داده، و دولت های اروپـایی یارانـه هـایی بـرای افزایش ظرفیت نیروگاه های بادی مستقر در نظر گرفته اند.

"پروتکل کیوتو"، به عنوان متمم "چارچوب اصولی سازمان ملل در مورد تغییرات جوی" از ۱۶ فوریه به اجرا گذاشته شد. ایالات متحده از امضاکنندگان این پروتکل نیست.

به گفته ترشر، در ایالات متحده ظرفیت تولید برق در نیروگاه های بادی مستقر در این کشور 6700 مگاوات از مجموعه ۸۰۰۰۰۰ مگاواتی است که نیاز کلی کشور به نیروی برق محسوب میشود.

او میگوید: "در حال حاضر، باد کمتر از ۱ درصد نیاز کشور به نیروی برق را تامین میکند. این رقـم در مقایسه، برای دانمارک ۲۰ درصد و برای آلمان حدود ۶ درصد است".

نیروگاه های دریایی

ترشر میافزاید، همه کشورهای اروپایی نیروگاه های بادی مستقر دارند، امـا در بعـضی از آن هـا مکـان های مناسب برای استقرار توربین ها در خشکی رو به اتمام است.

"آن ها اکنون در حال انتقال دادن توربین ها بادی به سمت مناطق ساحلی اند. برنامـه فعلـی اتحادیـه اروپا استقرار نیروگاه های بادی با ظرفیت ۵۰۰۰۰ مگاوات در مناطق ساحلی، در آب های کم عمق، تـا سال ۲۰۲۵ است".

توربین های بادی دریایی، که در مراحل اولیه طراحی به سر میبرند، در مقایسه بـا تـوربین هـای روی خشکی گرانتر و نصب و نگهداری آن ها سـختتر اسـت. تـوربین هـای دریـایی بایـد در برابـر امـواج و تغییرات آب و هوا پایدار، و در برابر محیط فرساینده مقاوم باشند. نیروگاه های دریایی دو مزیت دارند، یکی این که میتوان آن ها را بزرگتر از توربین های روی خشکی ساخت و بنابراین حجم بـرق تولیـدی در هر توربین افزایش میابد، و دیگر این که در سطح دریاها بادهای بیشتر و عظیمتری میوزد.

ایالات متحده هیچ نیروگاه بادی ای در دریا مستقر نکرده، اما دو پروژه برای راه اندازی این نیروگاه هـا در سواحل شمال شرقی کشور در مرحله برنامه ریزی است. به گفته ترشر، در جریان اظهـارات رسـمی خود در "کمیته سنای آمریکا در مورد انرژی و منابع طبیعی" در ۱۹ آوریل، با توسعه فـن آوری هـای

مربوط به نیروگاه های بادی دریایی به طور بالقوه تا سال ۲۰۲۵ میتوان ۷۰۰۰۰ مگاوات برق حاصل از نیروی باد را به شکبه برق کشور تزریق کرد که این رقم ده برابر سطح فعلی است.

به گفته او، برق تولیدی از نیروگاه های بادی دریایی در سرتاسر جهان ۶۰۰ مگاوات است و این نیروگاه ها همگی در آب هایی با عمق کمتر از ۲۰ متر استقرار یافته اند. با تدوین یک برنامه تحقیق و توسعه میتوان با ساخت سکوهای شناوری مشابه سکوهای مورد استفاده برای دکل های حفاری دریایی، امکان استقرار توربین ها در آب های عمیقتر را هم فراهم کرد.

به گفته او، هدف چنین برنامه ای دستیابی به انرژی بادی با هزینه ۳ تا ۴ سنت برای هر کیلووات ساعت برق تا سال ۲۰۲۰ است.

ترشر میگوید: "در حال حاضر، هزینه توید برق از نیروی باد برای یک سایت معمولی ۴ تا ۶ سنت برای هر کیلووات ساعت است. این هزینه خیلی زیاد به نظر نمیرسد چون متوسط هزینه تولید برق در ایالات متحده حدود ۸ سنت برای هر کیلووات ساعت است، و این رقم البته هزینه تامین تجهیزات ژنراتورها و هزینه سوخت را هم شامل میشود".

سوخت مولدهای برق میتواند، با توجه به محل استقرار نیروگاه، سوخت های فسیلی ای مثل نفت، انرژی هسته ای، ذغال سنگ یا گاز طبیعی، یا منابع انرژی قابل تجدیدی مثل آب یا باد، یا ترکیبی از این ها باشد.

به گفته ترشر، مشکل استفاده از نیروی باد این است که باد یک منبع موسمی است، و بنابراین به توربین های بادی منابع همیشه قابل اتکایی برای تولید برق نیستند.

او میگوید: "برای آن که توربین های بادی جدی گرفته شوند باید برق آن ها ارزانتر از بهای نفت باشند." در ایالات متحده "برق تولید شده از توربین های آبی خیلی ارزان است – ۳ تا ۴ سنت برای هر کیلووات ساعت. این رقم برای ذغال سنگ احتمالا" ۲ تا ۳ سنت برای هر کیلووات ساعت است. این رقم برای گاز طبیعی حدود ۵ تا ۶ سنت برای هر کیلووات ساعت است، و بنابراین با توجه به بهای فعلی گاز طبیعی، باد فقط میتواند با آن رقابت کند".

اهمیت تخفیف های مالیاتی آمریکا

ترشر توضیح میدهد که نیروی باد تنها در صورتی میتواند وارد چرخه رقابت شود که برای دست اندرکاران صنعت فن آوری باد تخفیف مالیاتی در نظر گرفته شود. چنین تخفیفی – ۱/۹ سنت برای هر کیلووات ساعت برق تولیدی در حال حاضر در ایالات متحده لحاظ میشود اما مدت اجرای آن در ۳۱ سپتامبر منقضی خواهد شد.

به گفته او، "زمانی که تخفیف مالیاتی برقرار باشد صنعت باد با سرعت بسیار زیاد گسترش میابد چون برای مردم سودآور است. اگر تخفیف مالیاتی منقضی شود و کنگره آن را تجدید نکند، این رشد و توسعه کلا" متوقف خواهد شد." به گفته مک گاوین، مدیر فنی نیروی باد در "موسسه تحقیقات نیروی برق"، این موسسه بازار پرافت و خیزی برای فن آوری باد در ایالات متحده فراهم کرده است.

"در سال ۲۰۰۳، نیروگاه هایی با ظرفیت ۱۶۰۰ مگاوات تاسیس شد، سال قبل از آن این رقم ۴۰۰ مگاوات بود. کنگره تخفیف مایاتی را تا پایان سال ۲۰۰۵ تمدید کرده، و من مطمئنم این این رقم امسال به 2000 خواهد رسید".

او میگوید، در واقع، "به خاطر حجم تقاضای موجود در ایالات متحده در این سال تقویمی، کل تولید برق توربین های بادی در سال ۲۰۰۵ پیش فروش شده است. این امر تا حدودی به این دلیل است که ایالات متحده خط مشی مستمری در مورد تخفیف مالیاتی برای انرژی باد و سایر انرژی های قابل تجدید ندارد".

به گفته ترشر، هدف "مرکز ملی فن آوری باد" کامل کردن ساختار توربین های بادی و پایین آوردن هزینه تولید برق از باد تا ۳ سنت برای هر کیلووات ساعت ظرف ۱۰ سال آینده برای نیروگاه های بادی سطح متوسط (درجه ۴) در مناطقی است که باد در آنجا در ارتفاع ۱۰ متر از سطح زمین و با سرعت ۱۳ مایل (۲۱ کیلومتر) در ساعت میوزد.

او میگوید که ایالات متحده از قبیل مناطق بسیار دارد. "ایالات متحده منابع باد سرشاری دارد .ما زمین های بادخیز فراوان و منابع بادی بسیار سرشاری در نواخی ساحلی داریم".

ترشر میگوید که باد لزوما" در زمان و مکان مناسب نمیوزد، "اما اگر هروقت که امکانش باشد از باد استفاده کنید، با این کار در مصرف سوخت صرفه جویی کرده و انتشار گازهای گلخانه ای را کاهش داده اید. با پیدا کردن فرصتی برای استفاده از باد، در واقع جو را پاکیزه میکنید".

انرژی بادی از دیدگاه اقتصادی

استفاده از توربین های بادی در سراسر دنیا رو به گسترش است. نیاز به تولید انرژی بیشتر، ملاحظات زیست محیطی، کمبود منابع زیرزمینی در اغلب کشورها، از مواردی است که تمایل به استفاده از این فنآوری را افزایش داده است.هم اکنون در بسیاری از کشورهای جهان از جمله دانمارک و آلمان، درصد قابل توجهی از انرژی الکتریسیته از طریق نیروگاههای بادی تامین میشود. در آلمان سهم تولید برق از انرژی باد در سال ۲۰۰۲ در حدود ۵۸,۷ درصد گزارش شده است. در دانمارک در حدود ۲۰ درصد مصرف الکتریسیتهٔ سالانه از طریق انرژی باد تامین می شود و در روزهای پرباد این میزان به بیش از صد در صد افزایش می یابد به طوری که مازاد آن به خارج صادر می شود. با این حال سهم نیروگاههای بادی در تولید برق جهان تنها سه درصد است.

در کشور ما نیز از مدتها قبل قدمهایی در این راه برداشته شده است و هم اکنون پروژه هایی در شمال (منطقه منجیل) و شرق (بینالود-خراسان) در دست اجراست.ساخت توربینها توسط شرکت های داخلی - از جمله صبا نیرو - انجام می شود و مواد اولیه از کشورهای صاحب فن آوری - عمدتاً دانمارک- خریداری و وارد می شود. از آنجا که ایران به دلیل مجاورت با دریا و همچنین وجود فلاتهای البرز و زاگرس، کشوری بادخیز محسوب می شود، دور از ذهن نیست که در آیندهٔ نزدیک استفاده از فن آوری انرژی باد در کشور، توسعه یابد، به ویژه که در حال حاضر با مساله آلودگی هوا مواجهیم. انرژی باد، جزو انرژیهای پاکیزه بدون آلودگی است و هزینهٔ آن در مقایسه با دیگر روشهای تولید الکتریسته به مراتب کمتر است و بیشک مانند هر فن آوری دیگری، عاری از عیب نیز نیست.

در این نوشتار دیدگاههای اقتصادی مربوط به کار با انرژی باد و بهره برداری از آن مورد بررسی قرار گرفته است. از آنجا که عمده فن آوری مورد استفاده در کشورمان متعلق به کشور دانمارک است، و از سوی دیگر این کشور جزو پیشگامان صنعت ساخت توربین بادی محسوب می شود، لذا در تنظیم مقاله، استانداردها و رفرانسهای آن کشور مورد استفاده قرار گرفته است و ضمن بررسی موضوع از دید اقتصادی، نرم افزاری به نام (محاسبه گر اقتصادی انرژی باد Wind Energy Economics-Calcolatorمعرفی شده، نمونه ای از نتایج حاصل ضمیمه گردیده است.

یک توربین بادی چقدر می ارزد ؟

قیمتها بر حسب سایزهای مختلف هر ژنراتور، بسیار متغیر است. از دلایل موثر بر این مسئله، به عنوان مثال میتوان به تفاوت ارتفاع برجها و تنوع موجود در قطر روتورهای ساخته شده برای توربینهای بادی ، اشاره نمود.به طوری که یک متر اضافه ارتفاع برای برج توربین میتواند به بهایی معادل1500 دلار آمریکا تمام شود! یک توربین ویژه که با باد کم و به نسبت، قطر روتور بزرگتر کار می کند به مراتب از توربینی که با باد زیاد و قطر روتور کم کار می کند می تواند گران تر از کار درآید.

ب- درجه بندی اقتصادی : همچنان که از توربین 150KW به سمت توربین ۶۰۰ KW حرکت میکنیم، قیمتها سه برابر و چه بسا چهار برابر می شوند. دلیل این امر آن است که برای هر محدوده

یک درجه بندی اقتصادی وجود دارد. با این حال نیروی انسانی مورد نیاز جهت راه اندازی توربینهای بزرگ و کوچک در بسیاری از موارد یکسانند. برای راه اندازی مزرعه های بادی در مقایسه با توربینهای تکی نیز ممکن است درجه بندیهای اقتصادی وجود داشته باشد که البته بسیار محدودتر خواهد بود.

پ- رقابت بر سر قیمت و طیف تولید: رقابت بر سر قیمت در حال حاضر بسیار جدی است و طیف تولید به طور اخص گسترده و پیرامون ۱۰۰۰ KWاست. اینجاست که ما علاقمند می شویم توربینی را انتخاب کنیم که برای کار در کلیه شرایط خاص آب و هوایی، از هر نظر بهینه باشد.

توربین های ۱۰۰۰ KWویژه در بازار امروزی : حتی اگر طیف قیمت ها از 600KW تا ۷۵۰ KW خیلی مشابه باشد، بدیهی است که ما الزاما خواهان انتخاب یک توربین با ژنراتور حتی الامکان بزرگتر، نخواهیم بود.یک توربین با ژنراتور بزرگ، (حدوداً ۷۵۰ KWبه همان نسبت قطر روتورکوچکتر)چنانچه در یک منطقه کم باد مستقر شود، در مقایسه با یک توربین حدود ۶۰۰ ، KWالکتریسیتهٔ کمتری تولید می کند.یک توربین پرکار امروزی،به طور نمادین،یک ماشین ۱۰۰۰ کیلو واتی می باشد که برج آن حدود ۶۰ الی ۸۰ متر ارتفاع دارد و قطر روتور حدود ۵۴ متر می باشد.

هزار دلار به ازای هر یک کیلووات میانگین:

قیمت میانگین برای مزرعه های بادی بزرگ و پیشرفته حدود 1000 دلار آمریکا به ازای هر یک کیلووات قدرت الکتریکی نصب شده است. باید توجه داشت که منظور ما تولید انرژی سالانه نمیباشد. برای توربینهای تکی یا گروه کوچکی از توربینها، قیمتها بطور معمول تا اندازهای بالاتر خواهد بود.

هزینه نصب توربینهای بادی:

این هزینه بطور کلی شامل هزینه های عمرانی، حمل و ترابری، نصب، تبدیل و انتقال انرژی برق و هزینههای مربوط به تجهیزات کنترل جانبی می باشد. هریک از این هزینه ها خود به چند زیر شاخه تقسیم می گردد. از جمله:

هزینه های عمرانی شامل: هزینهٔ احداث فونداسیونها که معمولاً از نوع بتنی هستند، هزینه احداث جاده های دسترسی به سایت (در صورت نبود جادهٔ دسترسی) جهت انتقال توربین و پایهٔ مربوط به محل سایت.

هزینه تبدیل شامل تهیهٔ یک واحد ترانسفورمری جهت تبدیل جریان ولتاژ پایین (معمولاً ۶۹۰ ولت) تولیدی توربین بادی به جریان ولتاژ بالا(معمولاً ۱۰ الی 30 کیلوولت)به منظوراتصال به شبکهٔ محلی .

(هزینه احداث تجهیزات مخابراتی تلفن) چنانچه کنترل و نظارت از راه دور مدنظر باشد و نهایتاً هزینهٔ کابل کشی از محل توربین به خط انتقال انرژی محلی معمولاً (KV30-10)جهت انتقال قدرت.

ذکر این نکته به جا است که هریک از هزینههای مذکور بسته به شرایط و عوامل موجود می تواند متغیر باشد. هزینهٔ احداث جاده و فونداسیون ها به شرایط خاک محل احداث بستگی دارد، ساخت

جادهای که بتواند تحمل عبور یک محمولهٔ ۳۰ تنی را داشته و در ضمن اقتصادی نیز باشد نیاز به تحقیق و بررسی های بیشتری دارد. از دیگر عوامل تاثیر گذار در هزینه ، میزان دسترسی به نزدیکترین جاده، هزینه کرایهٔ جرثقیل و مسافت موجود بین نزدیکترین شبکهٔ انتقال قدرت تا محل استقرار توربین ها است. این شبکه باید توانایی انتقال ماکزیمم توان تولیدی توربینها را داشته باشد، در غیر این صورت باید با صرف هزینه های اضافی تقویت گردد. هزینهٔ تامین تسهیلات مخابراتی در قیاس با سایر هزینه ها چشم گیر نمی باشد، اما چون یک امکان انتخابی محسوب می شود، می تواند در کاهش هزینه موثر باشد. هزینهٔ ترابری نیز در صورت دور بودن سایت می تواند در محاسبات اقتصادی لحاظ گردد، اما در هرحال میزان آن از ۱۵۰۰۰ دلار تجاوز نخواهد کرد.

هزینهٔ بهره برداری و نگهداری توربینهای بادی:

توربینهای پیشرفتهٔ امروزی به گونه ای طراحی می شوند که در طول ۲۰ سال عمر کاری مطلوبشان به مدت ۱۲۰۰۰۰ ساعت کار کنند. تجربه نشان داده که یک توربین تا زمانی که نو محسوب شود خرج نگهداری بسیار کمی خواهد داشت و این میزان به فراخور کهنه شدن دستگاه افزایش مییابد. مطالعات انجام شده بر روی ۵ هزار توربین بادی دانمارکی نصب شده در این کشور از سال ۱۹۷۵، نشان می دهد که نسل جدید توربین ها به نسبت نسلهای قبلی، هزینهٔ تعمیر و نگهداری کمتری دارند. توربینهای مورد مقایسه دراین بررسی، همه به یک نسبت کار کرده ، تنها تفاوتشان در سال ساخت آنها بوده است. هزینهٔ نگهداری توربینهای نسل قدیم (معمولاً ۲۵-۲۵۰) KWدر سال، به طور میانگین چیزی حدود ۳ درصد سرمایه گذاری اولیهٔ توربین میباشد. در حالی که این رقم برای توربینهای نسل جدید ،که هم بزرگتر هستند و هم نسبت به انواع کوچکتر نیازی به سرویس پیوسته ندارند، چیزی حدود ۱/۵ الی 2 درصد است. هزینهٔ سرویسهای سالانهٔ متداول یک توربین رقم ثابتی است، اما از آنجا که میزان استهلاک آن با افزایش تولید توان فزونی می یابد، عده ای ترجیح می دهند این رقم را بر حسب کیلووات ساعت خروجی در محاسباتشان وارد کنند که در این صورت به طور معمول، رقمی حدود ۰,۰۱ KWhدر نظر گرفته می شود.

علاوه بر سایز توربین که در تعیین مقیاس نقش مهمی را ایفا می کند، ملاحظات دیگری نیز(از نظر اقتصادی) در حالتی که از یک مزرعهٔ بادی بهره برداری می کنیم - نسبت به زمانی که تنها یک توربین مورد استفاده قرار می گیرد- می تواند در تعیین مقیاس مد نظر قرار گیرد. این ملاحظات در ارتباط با مسائلی چون بازرسی و سرکشیهای بین سال، پایش و هزینه های مربوط به ادارهٔ سیستم می باشد. بعضی از قطعات به کار رفته در ساختمان توربین، نسبت به سایرین، بیشتر در معرض استهلاک قرار دارند. این عارضه به طور اخص برای مجموعهٔ گیرباکس و پره ها صدق می کند.جهت افزایش عمر کاری یک توربین بادی، بهره بردار باید در زمانی که توربین به پایان عمر کاری خود نزدیک میشود، با انجام معاینات فنی اساسی ، (Major Overhaul) در صورت نیاز به تعویض

پره ها اقدام نماید. هزینهٔ یک مجموعهٔ فابریک پره ها، یک گیرباکس، یا یک ژنراتور، معمولاً رقم بزرگی حدود ۱۵ الی ۲۰ درصد قیمت توربین خواهد بود.
قطعات یک توربین بادی ساخت دانمارک برای عمر کاری ۲۰ سال طراحی می شود. هرچند امکان ساخت قطعاتی با عمر بیشتر نیز وجود دارد، اما نظر به این که قطعات اصلی(پره و گیرباکس) عمر کاری مشخصی دارند، چنین کاری مقرون به صرفه نخواهد بود. عمر کاری ۲۰ سال معیار مناسبی برای سازندگان قطعات توربین است و باید کیفیت تولیدشان به گونه ای باشد که احتمال خرابی آنها تا ۲۰ سال بسیار کم باشد. علاوه بر مرغوبیت مواد به کار رفته که موجب طول عمر توربین می گردد، شرایط محیطی سایت نیز تاثیر به سزایی دارد. اثر اغتشاشات بادی سایت (Turbulence) بر خستگی و فرسودگی پره ها قابل ذکر است ، به همین دلیل توربینهایی که در مجاورت دریا نصب شده اند به علت اغتشاش باد کمتر طول عمر بهتری دارند.

درآمد حاصل از توربینهای بادی :

اولین قدم، گزینش سایت مناسب است. نمودار زیر نشان می دهد که باد خیز بودن سایت چه تاثیر به سزایی در میزان کیلووات ساعت تولیدی سالانه دارد.
برای مثال برای سرعت باد ۶/۷۵ متر بر ثانیه در ارتفاع نصب هاب (hub) توربین، رقمی حدود ۱/۵ میلیون کیلووات ساعت انرژی در سال به شرط بادخیزی سایت حاصل میگردد. انرژی خروجی سالانه بر حسب مکعب سرعت باد به شدت متغیر است. نمودارها به ازای سه مقدار متفاوت ثابت K ضریب شکل (Shape Factor)رسم می شوند و ما در توضیحات بعدی براساس K=2 بحثمان را ادامه خواهیم داد.

ضریب دسترسی:(The availability factor)

معمولاً فرض بر آن است که یک توربین بادی در هر لحظه در دسترس و قابل بهره برداری است. اما در عمل توربینهای بادی برای این که عملکردشان مطمئن باقی بماند، هر ۶ ماه به یک سرویس و معاینه فنی نیاز دارند. عوامل غیر مترقبه ای چون صاعقه می تواند موجب از کار افتادن یک توربین شود. آمارهای جامع نشان میدهد که بهترین سازندگان توربین متفقاً به فاکتور دسترسی بیش از ۹۸ درصد دست می یابند، به این معنا که دستگاه در ۹۸ درصد زمانها قابل بهره برداری است و تا زمانی که توربین در حین وزش بادهای شدید بازدید فنی نشده است، تاثیر منفی بر کل قدرت خروجی کمتر از ۲٪ است. چنین درصد اطمینان بالایی در قیاس با سایر روشهای تولید الکتریسته، بسیار ممتاز است. لذا در محاسبات اقتصادی ضریب دسترسی ملحوظ نمیگردد چرا که تاثیر سایر عوامل (مثلاً تغییرات انرژی باد) در تخمین هزینه بیشتر است. با این حال در حین خرید یک توربین بادی، بهتر است سوابق کاری و قابلیت سرویس دهی سازنده مورد مطالعهٔ دقیق قرار گیرد.

منافع اصلی حاصل از سرمایه گذاری روی انرژی باد:

این مسئله از دو دیدگاه قابل بررسی است. از دید اجتماعی، آنچه از سرمایه گذاری روی انرژی باد حاصل می شود دسترسی به یک منبع الکتریستهٔ عاری از آلودگی است. البته پارامترهای دیگری نیز در این رابطه قابل ذکر هستند که چون بسته به قوانین هر مملکت متغیر می باشند به آن نمیپردازیم.
از دیدگاه خصوصی، می توان گفت که این گونه سرمایه گذاری شامل قاعدهٔ کلی زیر است:
(یک سرمایه گذاری چنانچه دارای نرخ بازده بالایی پیش از تعلق گرفتن مالیات باشد، دارای نرخ بازدهٔ به مراتب بالاتری پس از آن خواهد بود).
دلیل این امر آن است که نظام استهلاک برای کلیهٔ مشاغل در اکثر کشورها بسیار مناسب است. با نرخ فزایندهٔ استهلاک، بازدهٔ سرمایه گذاری بالاتری بدست خواهد آمد، زیرا فرصت خواهیم داشت تا کاهش ارزش دارائی خود را، زودتر از آن چیزی که واقعاً اتفاق می افتد، منظور نماییم.
با توجه به افت ارزش سرمایه با گذشت زمان، بدیهی است بودجه ای که هم اکنون در اختیار دارید نسبت به زمان های آتی با ارزش تر خواهد بود. برای درک بهتر موضوع، متغیری به نام نرخ بهره (Interest rate)تعریف می گردد که با حرف r نمایش داده می شود. براین اساس هریک دلار، یکسال بعد دلار ارزش خواهد داشت، پس اگر برای مثال، نرخ بهره برای یکسال r=5% باشد، یک دلار سال بعد 0.9523 و دو سال بعد ۰,۹۰۷۰ دلار ارزش خواهد داشت.
اما تورم را چگونه در نظر بگیریم؟ بدین منظور باید در محاسباتمان میزان بودجهای را در نظر بگیریم که از لحاظ قدرت خرید، با بودجهٔ امروزمان برابری کند.به این عمل ،کار با ارزشهای واقعی (Real Values)می گویند.

کار با ارزشهای واقعی :

سرمایه گذاری روی یک توربین بادی نه فقط به ما یک بازدهٔ مالی (نقدی) ،که یک بازده واقعی (یعنی الکتریسته) را نیز می دهد.و این بسیار مهم است، چرا که اگر انتظار تورم عمومی روی قیمتها را طی ۲۰ سال آتی داشته باشیم،می توانیم انتظار داشته باشیم که قیمت برق هم به همین میزان افزایش پیدا کند.
همین انتظار را متقابلاً باید برای هزینه های بهره برداری و نگهداری داشته باشیم که همین تغییرات شدید قیمتی را دنبال کنند.
اگر جابه جایی قیمتها را موازی (با نرخ رشد یکسان) در نظر بگیریم، آنگاه قادر خواهیم بود محاسباتمان را به آسانی انجام دهیم.در این صورت نیازی به تجدید محاسباتمان بر پایهٔ تورم سالانه نخواهیم داشت و بطور ساده محاسبات را بر مبنای قیمتهای پایهٔ همان سال - سال سرمایه گذاری - انجام میدهیم. این همان روش کار با ارزش های واقعی است چون در این حالت ما با هزینه ای که معرف یک قدرت خرید معین است بطور مستقیم کار می کنیم.
تا زمانی که با نرخ بازدهٔ(سود دهی) واقعی انرژی باد کار می کنیم، باید مقدار واقعی نرخ بهره (r) را استفاده نماییم، یعنی همان نرخ بهرهای که از نرخ تورم مورد انتظار کسر میشود.

امروزه نرخ بهرهٔ واقعی برای انجام محاسبات اقتصادی چیزی حدود ۵ درصد در سال است. البته در برخی ممالک اروپای غربی این رقم تا ۳٪ هم کاهش داشته است.
عده ای از مردم بیشترین اهمیت را به سوددهی میدهند. بنابراین ممکن است بخواهند با نرخ بهرهٔ حقیقی بالاتری مثلاً ۷٪ کار کنند.

اقتصاد انرژی باد:

همان طور که در صفحات قبل بحث شد، میزان الکتریستهٔ سالانهٔ تولیدی، بطور مشخص بستگی به میزان محتوای باد موجود در سایت دارد. بنابراین برای انرژی باد قیمت واحدی وجود ندارد، اما یک طیف از کمیتها به سرعت باد بستگی دارد .

تغییرات قیمت برق بر حسب انرژی تولیدی سالانه برای یک توربین ۶۰۰ کیلو واتی رابطهٔ بسیار ساده ای است، به این مفهوم که اگر تولید انرژی سالانه را دو برابر بالا ببریم، نصف قیمت هر کیلووات ساعت را خواهیم پرداخت. اما نمی توان آن را برای تخمین هزینهٔ هر پروژه ای مبنا قرار داد. برای مثال اگر نرخ واقعی بهرهٔ سالانه ۶ درصد باشد، قیمتها بطور متوسط ۷/۵ درصد بیشتر از آنچه که نمودارها نشان داده می شود، خواهد بود.

بسیاری از مطالعات انجام شده روی قیمت انرژی باد و دیگر انرژیهای تجدید پذیر، به دلیل عدم درک کافی از مقولهٔ فن آوری و علم اقتصاد، از غنای علمی کافی برخوردار نیستند. درواقع اکثر افرادی که از علم اقتصاد سررشته دارند، از فن آوری سررشته ای ندارند و برعکس! در این مبحث دربارهٔ اشتباهات رایج در برآورد قیمت انرژی باد صحبت می کنیم، اشتباهاتی که حتی زبده ترین اقتصاددانان نیز آن را مرتکب میشوند.

هزینه های تولید انرژی از باد شامل چه مواردی است؟:

۱)استهلاک اقتصادی سرمایه گذاری
۲)بهرهٔ سرمایهٔ به کار گرفته شده
۳)هزینهٔ بهره برداری و نگهداری

ملاحظه می شود میزان پرداخت برای خرید یک توربین بادی یک هزینه یا یک خرج نیست، به همین ترتیب سود نیز یک هزینه نمی باشد. (کسب سود مستلزم یک هزینه به تنهایی نیست).

استهلاک:

استهلاک اقتصادی یک ترفند است. به زبان ساده، تا زمانی که درآمد حاصل از سرمایهگذاری را ندانیم، نمی توانیم استهلاک اقتصادی سرمایه گذاری خود را محاسبه کنیم. این نکته ای است که برای اغلب مردم، حتی اقتصاددانان موجب شگفتی می شود. در صورتی که استهلاک بطور ساده به کاهش در ارزش سرمایه ، زمانی که با استفاده از نرخ بازده ذاتی، به عنوان یک فاکتور تنزیلی محاسبه شده باشد، اطلاق می گردد. پس چنانچه از درآمد حاصل از سرمایه گذاری و نرخ بازدهٔ آن اطلاع نداشته باشیم، تخمین استهلاک اقتصادی نیز میسر نخواهد بود.

خطا از آنجا سرچشمه میگیرد که غالباً استهلاک فزاینده یا استهلاک حسابداری با استهلاک اقتصادی اشتباه گرفته می شود. در حالی که این مقادیر بطور ساده مجموعه ای از قوانین مکانیکال هستند و در زمان محاسبهٔ قیمت واقعی انرژی به ازای یک کیلووات ساعت، نباید مورد استفاده قرار گیرند.

قیمت و هزینه دو مقولهٔ کاملاً متفاوت هستند:

در بسیاری از موارد هزینه و قیمت را معادل هم می گیرند، در حالی که این دو مقوله یکسان نیستند. قیمت یک محصول بر اساس عرضه و تقاضا تعیین می گردد، ولی بسیاری از مردم تصور می کنند که این رقم به سادگی از طریق افزودن یک سود عادی یا یک سود قابل قبول بر یک هزینهٔ پایه حاصل شده است.

-قیمت توربین از تقسیم عایدی فعالیت (Turn Over) سازندهٔ توربین بر حجم تولید، بدست نمی آید:

-عده ای با اخذ مبلغ عایدی فعالیت سازنده و تقسیم آن بر فروش (بر حسب ، MW به زعم خود عددی را به عنوان قیمت به ازای ۱ مگاوات نصب شده بدست میآورند که در حقیقت کاملاً غلط است. بعضی از دلایل این امر به شرح زیر است:

1)برخی از سازندگان ، محصول خود را بصورت کاملاً کلید در دست (Turn Key) تحویل مشتری میدهند و در این بین هزینه هایی مانند هزینهٔ طراحی، تجهیزاتی مانند ناسلها، پرهها، برج، فونداسیون های محل نصب، ترانسفورمرها، تابلوهای برق و همچنین هزینه های راه اندازی از جمله ساخت جاده و احداث خطوط انتقال انرژی مد نظر بوده که به چشم مشتری نمیآید. مبلغ فروش یک سازنده همچنین شامل سرویس و فروش قطعات یدکی می باشد.

۲)میزان فروش یک سازنده شامل درآمدهایی است که از طریق یک سری لیسانسها عاید میگردد، ولی مگاوات مربوط در صورت حسابهای شرکت ثبت نمیگردد.

۳)فروش در بازارهای گوناگون بسیار متغیر است و قیمت انواع مختلف توربین نیز به همین ترتیب بسیار متنوع میباشد.

۴)الگوهای فروش، انواع توربینها و نوع قراردادها از سالی به سال بعد، به طور اساسی و غیرسیستماتیک تغییر می کند.

قیمتها می باید از لیست قیمت استخراج گردد. معدل گیری از چنین لیستی بیهوده است چرا که گاهی برخی مدلهای توربین ، زیاد فروش نمی کنند در حالی که انواع دیگر به تعداد بالا به فروش میرسند. حتی معدل گیری از قیمتهای توربین هایی (مثلاً همه ۱۰۰۰ KW)که ارتفاع برج یکسان نیز دارند صحیح نخواهد بود. لحاظ کردن قیمت بر حسب واحد متر مربع منطقهٔ تحت پوشش روتور، نتیجهٔ مطلوبتری را خواهد داد.

تولید و هزینه به قیمت بستگی مستقیم دارند و رابطهٔ معکوس برقرار نمی باشد:

با نگاهی به تولید سالانه بر حسب واحد مترمربع منطقهٔ تحت پوشش روتور در دانمارک، آن را بطور فاحش بالاتر از کشوری نظیر آلمان خواهیم دید و اگر بخواهیم موشکافانه بحث کنیم، باید گفت که این مسئله ارتباطی با تفاوت منابع باد موجود در این دو کشور ندارد. این تفاوت در واقع ناشی از تفاوت قیمت برق می باشد. در دانمارک احداث یک نیروگاه بادی در منطقه کم باد مقرون به صرفه نمی باشد، در حالی که در آلمان به دلیل قیمت بالای برق، این عمل انجام شدنی است. در این کشور قیمت برق برای انرژی های تجدید پذیر بسیار بالاست (تعرفهٔ برق به ازای یک کیلووات ساعت انرژی تحویلی به شبکه بالاست).

تجهیز توربین به برجهای بسیار بلند نیز مقرون به صرفه خواهد بود. ازآنجا که قیمت بسیار بالای برق، نصب توربین در مناطق کم باد را از نظر اقتصادی توجیه می کند، اکثر توربینها بنا به ملاحظات اقتصادی، دارای قطر روتور بزرگتری نسبت به سایز ژنراتور مربوط (در مقایسه با دیگر نقاط جهان) هستند. قیمت توربینهای بادی نیز در بازار آلمان نسبت به سایر نقاط بالاتر است. (با در نظر گرفتن قیمت به ازای ۱ کیلووات قدرت نصب شده).

طیف تغییرات هزینه های نصب:

با نگاهی به قیمتهای نصب، به این نکته فریبنده و سوال برانگیز برمی خوریم که: هزینهٔ تولید انرژی، به این دلیل که هزینه نصب بالاست، لزوماً بالا نخواهد بود. عکس قضیه به این ترتیب تعریف می شود که ما زمانی مایل هستیم هزینهٔ بالای نصب را متحمل شویم، که منابع باد خوبی (و در نتیجه قیمت تولید پایینی) در یک منطقهٔ دور افتاده در دسترس داشته باشیم.

در کشور ولز، هزینهٔ نصب به رغم بهای بسیار نازل برق، در قیاس با کشور دانمارک چندین درصد بالاتر خواهد بود، به این دلیل که اگر توربین های بادی را برفراز هر تپه محصور شدهٔ مناسب علم کنیم، باد فراوانی نیز خواهیم داشت. حتی احداث جاده های پرهزینه در بیابانها و ساخت فونداسیونهای گران قیمت جهت استفاده از محتوای بالای باد منطقه، کاملاً سودآور است. و این یعنی همان عبارتی که در بالا ذکر کردیم: فقط زمانی حاضر به تحمل هزینهٔ نصب بالا خواهیم بود که منبع بادی خوبی در دسترسمان باشد. در بعضی موارد هزینهٔ نصب شامل هزینه های توسعهٔ شبکهٔ الکتریکی و یا تقویت آن می باشد. هزینه کابل کشی نیز بسته به این که مزرعهٔ بادی در چه فاصله ای از شبکه قدرت (۹-۳۰ KVواقع باشد، می تواند قابل ملاحظه باشد.

در نتیجه استفاده از میانگین هزینه های نصب، تا زمانی که مناطقی با زبری و شرایط بادی یکسان و قیمت برق تحویل شده یک جور به شبکه (برحسب واحد کیلووات ساعت) و یا مسافت یکسان تا شبکه مدنظر نباشد، بیهوده است.

انرژی باد یک فن آوری استخراج منابع است:

سوالی که اغلب مطرح می شود این است که «متوسط قیمت انرژی باد چقدر است؟ ». این سوال به همان اندازه بی معنا است که بپرسیم: «میانگین قیمت نفت خام چقدر است؟»

در کویت این قیمت می تواند یک دلار آمریکا بر حسب هر بشکه باشد، در حالی که در دریای شمال، همین قیمت می تواند به ۱۵ دلار برسد. چنین اختلاف فاحشی به دلیل پیچیدگی فرآیند استخراج نفت در دریای شمال در قیاس با کویت است. بنابراین هیچ معنایی ندارد اگر به نیت تخمین میانگین قیمت نفت خام، از قیمت نفت در کویت و دریای شمال معدل بگیریم. عدد حاصل بطور حتم هیچ دیدگاهی در مورد قیمت نفت خام پیش روی مخاطب قرار نخواهد داد. حتی اگر قیمت نفت خام به زیر ۱۵ دلار بر بشکه نیز سقوط کند، می توان همچنان برای تولید نفت خام از دریای شمال هزینه پرداخت کرد که در این حالت نیز این هزینه معرف هزینهٔ میانگین به ازای یک بشکهٔ نفت نخواهد بود اما، بیانگر هزینهٔ متغیر درمحدوده سود و زیان برای هر بشکهٔ نفت دیگری خواهد بود.

اطلاعات آماری یک منطقه نمی تواند مبنای محاسبات هزینه برای منطقه دیگر باشد:

همان گونه که ذکر شد قیمت انرژی باد در آلمان بالاست، به این دلیل که هزینه برق بالا می باشد. در صورتی که در انگلستان به دلیل هزینهٔ پایین برق، قیمت انرژی باد نیز کم است، البته در این کشور توربین های بادی نصب شده بسیار کمی را خواهیم دید، چرا که سایت های با محتوای باد زیاد نادر هستند و ما قادر نخواهیم بود سایتی را که مقرون به صرفه باشد پیدا کنیم.

-قیمت به ازای واحد قدرت نامی بر حسب ، KW مشخصه نامناسبی برای سرمایه گذاری روی انرژی باد است، قیمت به ازای واحد متر مربع منطقهٔ تحت پوشش روتور، مشخصه مناسب تری را به دست میدهد:

بسیاری از محققانی که خواهان کاهش هزینه های انرژی بادی هستند، مایلند روی کاهش قیمت توربینهای بادی مطالعه کنند. مشخصهٔ آماری بدیهی و درعین حال ساده ای که آنها در جستجوی آن هستند در واقع «قیمت یک توربین به ازای یک کیلووات قدرت نصب شده» می باشد. این مشخصه معمولاً به سختی به دست می آید و در ضمن به دلایل بسیاری مبنای مناسبی جهت برآورد هزینه ها نمیباشد.

قیمت یک توربین بیشتر متاثر از قطر روتور میباشد تا قدرت نامی ژنراتور و همین مسئله استنتاج مشخصهٔ فوق الذکر را بسیار دشوار می سازد. تاثیر قطر روتور بر قیمت توربین به این دلیل است که تولید سالانه بیشتر به قطر روتور بستگی دارد تا سایز ژنراتور، به همین دلیل استفاده از میانگین قیمت به ازای هر کیلووات قدرت نصب شده به عنوان مبنای محاسبات در فن آوری انرژی باد، ما را به بیراهه خواهد کشاند. برای درک موضوع به مثال زیر توجه کنید:

انرژی تولیدی سالانه دو توربین، که هر دو متعلق به یک سازنده هستند را مورد مقایسه قرار میدهیم:

۱- Vestas V39, 600KW, 30 m قطر روتور (High Wind Machine Type)

۲- Vestas V47, 660KW, 47m قطر روتور (Universal Machine Type)

با استفاده از محاسبه گر قدرت توربین بادی - که در صفحات بعدی آن را ارائه خواهیم کرد - به این نتیجه می رسیم که تولید انرژی سالانهٔ توربین دوم دقیقاً ۴۵/۲٪ بزرگتر از اولی است. حال اگر فرض کنیم قیمت توربین دوم ۳۳٪ بالاتر از اولی باشد، به نتایج متفاوت تری خواهیم رسید:

قیمت به ازای یک کیلووات قدرت نامی ۲۱٪ افزایش می یابد.

قیمت به ازای یک مترمربع از منطقه تحت پوشش روتور ۸/۴٪ کاهش می یابد.

قیمت به ازای یک کیلووات ساعت انرژی ۸/۴٪ کاهش می یابد.

توربینهای بادی امروزی بیشتر با سیستم کنترل زاویهٔ پره ساخته می شوند تا سیستم کنترل استال (Stall Control) . این بدان معناست که تغییر سایز ژنراتور در ارتباط با سایز روتور، می تواند با آزادی بیشتری صورت بگیرد. عموماً، تمایل به استفاده از روتور با منطقهٔ تحت پوشش بزرگتر به ازای یک سایز مشخص ژنراتور، وجود دارد. در نتیجه وقتی قیمت به ازای یک کیلووات قدرت نصب شده را برای توربینهای قدیمی با توربینهای جدید مقایسه می کنیم -تا هزینه ها را برآورد نماییم- رقم حاصل کاملا اغراق آمیز خواهد بود. پس معیار مناسب جهت سنجش قیمت، بهای واحد مترمربع منطقهٔ تحت پوشش روتور و نه قیمت به ازای یک کیلووات قدرت (نامی) نصب شده است .

اشتباهات رایج درمورد ضریب توانایی(Capacity Factor)

ضریب توانایی قدرت باد همواره مورد توجه تحلیل گران بوده است. این ضریب برای یک فرآیند تولید انرژی برابر است با میزان تولید انرژی سالانه بخش بر بیشنهٔ تولید انرژی نظری (تئوریکال) در شرایطی که ژنراتور در طول سال با قدرت نامی کار کرده باشد. بسته به شرایط ویژهٔ باد در هر سایت، فاکتور توانایی ایده آل برای یک توربین بادی چیزی حدود ۲۵ الی ۳۰ درصد است، چرا که در این طیف، قیمت به ازای هر کیلووات ساعت کمینه می گردد.

ضریب توانایی برای انواع مختلف دستگاهها، متغیر می باشد و متناظراً قیمتها (یا هزینه ها) نیز برای این دستگاهها بسیار متنوع خواهد بود.در تحلیل نهایی آنچه به شمار می آید، قیمت به ازای هر کیلووات ساعت انرژی تولیدی است و نه ضریب توانایی.

اجاره بهای زمین به سود آوری پروژه بستگی دارد و نه بر عکس:

یک اشتباه بسیار رایج، این است که درجایی که توربینها به عنوان بخشی از هزینهٔ استفاده از انرژی باد، نصب شده باشند، بخواهیم به صاحبان زمینهای اشغال شده غرامت بدهیم.در واقع بخش کوچکی از غرامت به صورت هزینه است،یعنی آن بخشی که مربوط به محصول از دست رفتهٔ زمینی می باشد که دیگر قابل زراعت نخواهد بود و ضمناً شامل جبران دردسر های احتمالی است که کشاورزان را به هنگام شخم زدن زمین تحت اشغال توربینها، متحمل هزینه های اضافی خواهد کرد. اگر غرامت از آنچه که بطور طبیعی برای نصب یک دکل انتقال قدرت می پردازیم تجاوز کند، این افزودگی در حقیقت یک انتقال درآمد می باشد که از نظر اقتصاددانان کاملاً متفاوت تلقی می گردد و در واقع هزینهای نیست که به جامعه تحمیل شود، بلکه یک انتقال درآمده (بهره) از جانب مالک

توربین بادی به مالک زمین است. اقتصاددانان چنین انتقالی بهره ای را اصطلاحاً اجاره بهای زمین (Land Rent)مینامند. پرداخت اجاره ، موجب انتقال منابع واقعی از استفاده کننده به دیگری نمی گردد.

عده ای از مردم می پرسند غرامت طبیعی برای استقرار یک توربین بادی در زمینهای زراعی چیست؟ پاسخ به این صورت است: غرامت طبیعی وجود ندارد.در واقع غرامت به کیفیت سایت بستگی دارد. اگر باد زیادی در محل داشته باشیم و دسترسی به شبکه محلی آسان باشد، صاحب زمین می تواند غرامت بالایی را انتظار داشته باشد،زیرا صاحب توربین به خاطر شرایط مناسب سایت و سودآوری آن، استطاعت چنین غرامتی را خواهد داشت. اگر باد کم و یا هزینهٔ نصب بالا باشد، غرامت تنها شامل جبران اعمال مازادی میباشد که در اثر استقرار توربین بر مالک زمین تحمیل شده است.

راهنمای استفاده از محاسبه گر اقتصادی انرژی باد (Wind Energy Economics Calculator) :

در بخشهای پیشین مقاله از این برنامه اسم برده شد.در اینجا نحوهٔ کار با آن را به اجمال شرح خواهیم داد. جهت آشنایی با این نرم افزار می توان به سایت htpp://www.windpower.org مراجعه نمود. برای راهنمایی هرچه بیشتر کاربر و قرار دادن او در مسیر درست استفاده از برنامه، دیتاهایی نمونه ای از توربینهای بادی در سایت گنجانده شده که می توان آن را از منوهای مختلف انتخاب کرد. یک مثال هم در مورد توربینهای بادی - ساحلی که در انتهای مقاله راجع به آنها صحبت می کنیم، بصورت پیش فرض وجود دارد که برگرفته از گزارش یک شرکت قدرتی دانمارکی است که در این زمینه فعالیت میکند. این مثال از سوی سایت بطور مجانی قابل دسترسی است.(Free Download)

جهت آشنایی با نحوهٔ عملکرد برنامه، مراحل را قدم به قدم توضیح داده، هم زمان مفاهیمی را شرح می دهیم .

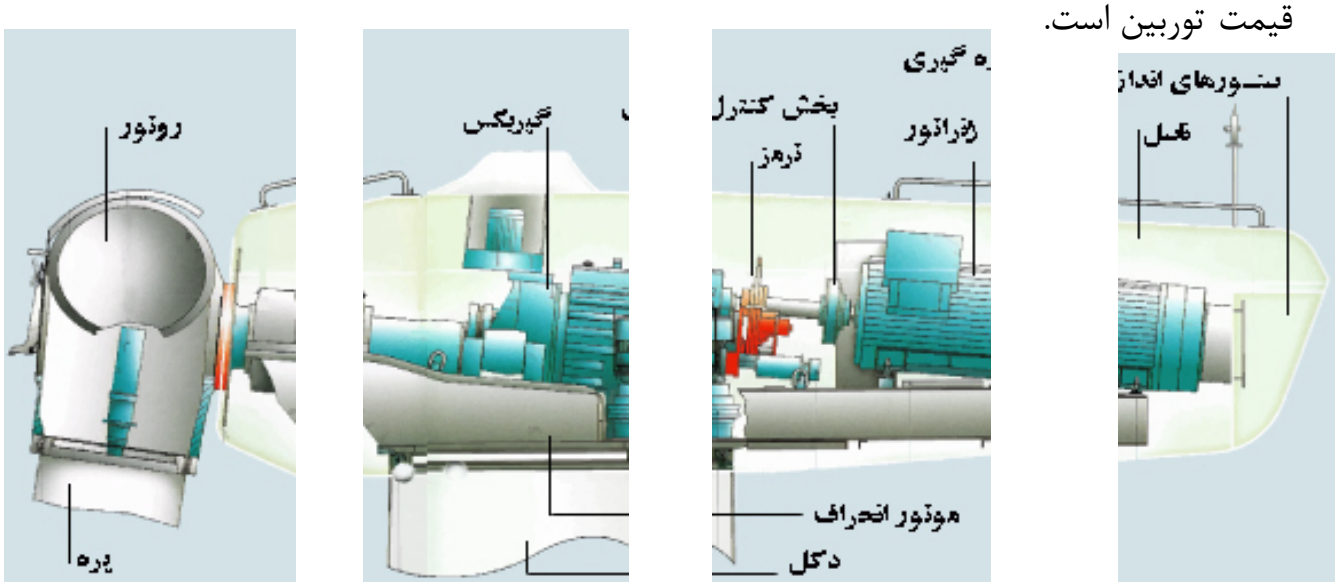
طول عمر پروژه :

توربینهای بادی ساخت کشور دانمارک، برای طول عمر ۲۰ سال طراحی می شوند. در شرایط کار در مناطق ساحلی(اغتشاشات کم)، طول عمر می تواند به ۲۵ الی ۳۰ سال نیز افزایش پیدا کند. از آنجا که فونداسیونهای توربینهای بادی - ساحلی را برای طول عمر ۵۰ سال طراحی می کنند، شاید جالب باشد اگر محاسبات را به ازای هر تیپ متفاوت توربین جهت نصب روی یک تیپ فونداسیون، انجام دهیم. فرض می شود توربینها پس از ۲۵ سال، نیاز به سرویس و معاینهٔ فنی اساسی پیدا کنند.

قیمت توربینهای بادی :

قیمت به علت وابستگی به عواملی چون هزینهٔ حمل، تغییرات ارتفاع برج، تغییرات قطر روتور و . . . بسیار متنوع خواهد بود. در کادر مربوط به قیمت،رقمی بصورت پیش فرض در نظر گرفته شده است، بدیهی است که ما می توانیم رقم دلخواهمان را به جای آن وارد نماییم.

این هزینه نیز بسته به محل سایت، ویژگیهای مربوط به احداث جاده های دسترسی و ایجاد اتصالات به شبکه محلی، متغیر می باشد. در کشور دانمارک هزینهٔ نصب با تقریب نسبتاً خوب حدود ۳۰٪ قیمت توربین است.



درآمد حاصل از فروش برق :

این گزینه انتخابی برای کسانی که مایل باشند روی توربینهای بادی سرمایه گذاری کنند، جالب خواهد بود. شما حتی می توانید میزان اعتبار مورد نظرتان را وارد نمایید. با استفاده از محاسبه گر چگالی قدرت (Power Density Calculator) میزان کیلووات ساعتی را که از این طریق بدست خواهد آمد و همچنین تعرفه (پرداخت) به ازای هر کیلووات ساعت را تعریف کنید و در عین حال قادر خواهیم بود عددی را مستقیماً درگوشه انتهایی راست صفحهٔ دریافت اطلاعات، وارد نماییم. این دیتا جهت محاسبه قیمت الکتریسته نیاز نخواهد بود.

بهره برداری و نگهداری :

با تایپ کردن در کادر سمت راست، باید عددی را وارد کنیم که این عدد یا بصورت هزینهٔ ثابت بهره برداری و نگهداری در سال و یا به صورت درصدی از قیمت توربین خواهد بود. این هزینه می تواند همچنین شامل هزینهٔ قرارداد خدمات و سرویس های پس از فروش با سازنده باشد. در صورت تمایل می توانیم به جای این رقم، قیمت ثابتی را به ازای واحد کیلووات ساعت تعریف نماییم.

ارزش خالص فعلی: (Net Persent Value)

دراینجا باید نرخ بهرهٔ واقعی را تعریف کنیم تا به برنامه بگوییم درآمد و مخارج آتی را چگونه ارزش یابی کند. ارزش خالص فعلی یک پروژه، ارزش همهٔ پرداختهاست که ارزش اسقاط محاسبه شده در زمان آغاز به سرمایه گذاری،از آن کسر شده باشد.اگر نتیجه مثبت باشد،نرخ بازدهٔ واقعی

پروژه،بزرگتر از آن چیزی است که تعریف کرده ایم و اگر نتیجه منفی بود، نرخ بازدۀ پروژه کمتر از آن است.

نرخ بازدۀ واقعی:

نرخ بازدۀ واقعی آن میزان از نرخ بهرۀ واقعی را در اختیارمان قرار می دهدکه موجب صفر شدن ارزش خالص فعلی پروژه می شود. به عبارت دیگر نرخ بازدۀ واقعی به ما می گوید چه میزان بهره بصورت واقعی در این سرمایه گذاری نصیبمان می شود. (باید توجه داشت که برنامه دراین حالت نرخ بهرۀ واقعی ما را به کار نمیگیرد، بلکه خود یک نرخ بهرۀ جدید برایمان محاسبه می کند.)
محاسبۀ نرخ بهره واقعی صفر کنندۀ ارزش خالص فعلی، عملی هوشمندانه است ،چرا که برنامه باید باحدس زدن به این مقدار دست یابد. اگر دست بالا حدس بزند، ارزش خالص فعلی مثبت و اگر دست پایین حدس بزند، جواب منفی خواهد بود. برنامه جهت تسریع در گمانه زنی پاسخ درست، از روش هوشمندانه و مشهور نیوتن - رافسون استفاده می کند و از این طریق پس از ۵ بار حدس زدن، رقم مطلوب را با دقت ۵ رقم اعشار به دست می آورد.

بهای تمام شدۀ برق به ازای یک کیلووات ساعت :

این مقدار از بدست آوردن مجموع کل سرمایه گذاری و ارزش اسقاط هزینۀ بهره برداری و نگهداری در تمام سالها، حاصل می گردد. سپس نتیجه را بر مجموع ارزشهای اسقاط مربوط به کل تولیدات برق در آینده تقسیم می کنیم. به عبارت دیگر، تولید برق هر سال را بر $(1 + i)$ به توان n، تقسیم میکنیم که n شمارۀ دوره است. (از ۰۱ تا ۵۰) . چنانچه قبلاً یک رقم را به عنوان درآمد حاصل از فروش برق تعیین کرده باشیم، این رقم مورداستفاده قرار نمی گیرد و بطور دقیق تر، از کل مقادیر غیر صفر ذکر شده در لیست پرداختهای مربوط به دوره های ۰۱ الی ۵۰ ، کسر می گردد.

پرداختها:

پرداختهای ذکر شده دراین کادرها، نتایج تعاریفی است که در مراحل قبل انجام داده ایم و جهت محاسبۀ ارزش خالص فعلی و نرخ بازدۀ واقعی به کار می رود. محتوای کادرها همچنین جهت محاسبۀ بهای تمام شدۀ برق مورد استفاده قرار می گیرد. البته پس از این که کلیۀ درآمدهای حاصل از فروش برق از کلیۀ مقادیر غیر صفر کادرهای دورۀ ۰۱ الی ۵۰، کسر گردید.

کار با برنامۀ محاسبه گر:

با مراجعه با سایت ، Wind Powr.org صفحۀ مربوط به برنامه محاسب را بر می گزینیم و صبر میکنیم تا صفحه بطور کامل بار شود، سپس شروع به کار می کنیم. مجدداً یادآوری می شود که هزینه های ذکر شده در آن صفحه نمونه ای بوده، نمایانگر شرایط بازار یا سایتهای محلی یا شرایط نصب نمیباشد.

اقتصاد انرژی باد در مناطق ساحلی :

الف) تازه ترین گزارشهای دانمارک در مورد انرژی باد در مناطق ساحلی (انرژی باد ساحلی): در سال ۱۹۹۷ کمپانیهای دانمارکی فعال در زمینهٔ قدرت و آژانس انرژی دانمارک، طرحهایی را برای سرمایه گذاری کلان روی انرژی باد در مناطق ساحلی این کشور نهایی کردند. این طرحها شامل نصب و احداث ۴۱۰۰ مگاوات نیروگاه بادی در مناطق ساحلی تا سال ۲۰۳۰ می باشند. یعنی ۵۰ درصد از مصرف برق دانمارک (از کل) توسط باد ساحل تامین خواهد شد.

در نمونهٔ پرینت شدهٔ نتایج برنامهٔ محاسبه گر (که در صفحهٔ قبل ارائه شد) یک مثال در مورد میانگین هزینهٔ مورد انتظار انرژی باد با استفاده از فنآوری موجود کنونی، در مناطق ساحلی دانمارک ارائه شده است.

دلیل اصلی اقتصادی شدن پروژه های انرژی باد ساحلی این است که هزینهٔ فونداسیون ها بطور چشمگیری کاهش پیدا کرده است. کل سرمایهٔ مورد نیاز جهت نصب یک مگاوات نیروگاه بادی - ساحلی در دانمارک، به طور تقریبی حدود ۱/۷ میلیون دلار آمریکا(معادل ۱۲ میلیون DDK یا ۴ میلیون DEM) است.(با در نظر گرفتن هزینه اتصال به شبکه و مانند آن).

از آنجا که اساساً باد بیشتری در دریا نسبت به خشکی وجود دارد، ما به میانگین هزینهٔ برقی حدود (معادل) دست می یابیم. (اگر نرخ اسقاط واقعی 5% و عمر طراحی شدهٔ پروژه ۲۰ سال باشد، در هزینهٔ بهره برداری و نگهداری خواهیم داشت:).

به دلیل اغتشاشات کمتر، توربینها در دریا می توانند عمر تکنیکال طولانی تری داشته باشند. اگر طول عمر پروژه را به جای ۲۰، مثلاً ۲۵ سال فرض کنیم، این عامل موجب کاهش ۹ درصدی در هزینه ها می شود.(در حدود).

به نظر می رسد کمپانیهای قدرتی دانمارک با نگاهی به طول عمر پروژهٔ ۵۰ سال، سعی کنند پروژه هایشان را بهینه کنند. این مسئله از آنجا نتیجه می شود که سازندگان فونداسیونها، برجها، محفظهٔ ناسل و شفت اصلی توربین طرحهایشان را برای استفاده در طول عمر ۵۰ سال ارائه میدهند. اگر عمر توربین را ۵۰ سال در نظر بگیریم و یک بازدید فنی (بازسازی فنی) پس از ۲۵ سال با هزینهای حدود ۲۵ درصد از سرمایه گذاری اصلی (این مقدار صرفاً یک مثال عددی است) به آن اضافه نماییم، هزینهٔ الکتریسته بدست می آید که مشابه میانگین اماکن ساحلی در دانمارک است.

ب) طیف مشاغل در صنعت باد

-ب-۱) ۳۰۰۰۰ شغل در سرتاسر جهان در۱۹۹۵: صنعت باد در سال 1995 حدود ۳۰۰۰۰ نفر را درسرتاسر جهان به کار گرفت. این آمار براساس مطالعات موسسه صنعت باد دانمارک می باشد که درسال ۹۵ منتشر گردید. مطالعه شامل مشاغل مستقیم و غیر مستقیم بوده است. منظور از مشاغل غیر مستقیم، افرادی هستند که قطعات ساخته شده برای توربین بادی را به کار گرفته اند و نیز کسانی که در سرتاسر جهان در زمینهٔ نصب توربینهای بادی فعال بوده اند.

-ب-۲) ۹۰۰۰ شغل در دانمارک: صنعت باد در دانمارک حدود ۸۵۰۰ نفر را در سال ۹۵ به کار گرفت. شاید جالب باشد که بدانیم این افراد چطور در بین مشاغل مختلف تقسیم شده بودند:

جدول(۱)- تقسیم بندی مشاغل مربوط به صنعت انرژی باد در سال ۱۹۹۵ در کشور دانمارک

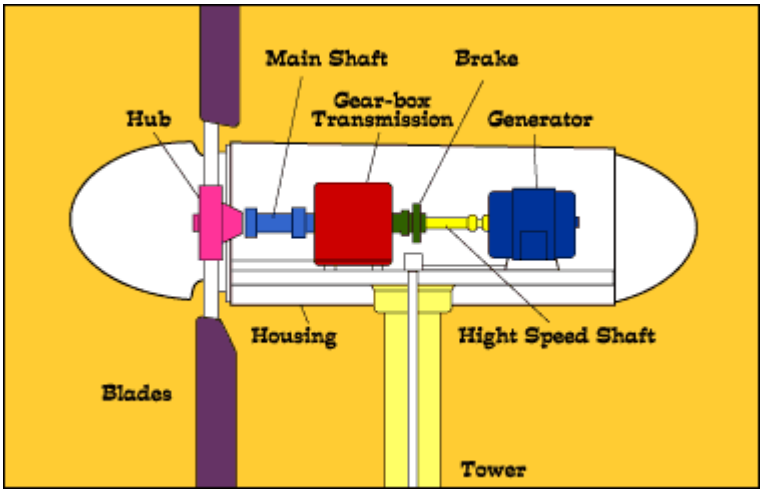
تعداد خدمه (نفر)	واحد مربوط
3600	مونتاژ توربین
2000	پره ها
700	کنترلرهای الکترونیکی
200	ترمزها، هیدرولیک و مانند آن
1500	برجها
300	نصب توربینها
300	غیره
8300	جمع کل

در حقیقت تولید توربین بادی ۵۰ درصد مشاغل مازاد ایجاد می کند، بویژه که سازندگان دانمارکی بسیاری از قطعات را مانند گیرباکس، ژنراتور، هاب و مانند آن را از طریق قطار، هواپیما و امثال آن دریافت می کنند. افزون براین، تعدادی از مشاغل نیز هنگام اجرا ونصب توربینهای بادی در مناطق برونمرزی شکل میگیرد.

مطالعه به چه ترتیبی انجام شده است؟

در وحلهٔ اول از مدل معروف ورودی - خروجی(Input-Output Model) که روش رایج مورد استفادهٔ اقتصاددانان در اکثر سرویسهای دولتی یا دفاتر متمرکز آماری است، استفاده شده است. در واقع در این مدل جریان برون داده ها (Flow of Deliveries) از یک بخش اقتصادی (Sector of the Economy)به دیگر بخشهای اقتصادی دنبال می شود. در مورد مطالعهٔ انجام شده، جدول توزیع برون داده های میان بخشها ۱۱۷ در ۱۷۷ بوده، آمارگران نتایج جدول را از نظر این که در برگیرندهٔ کل تولید اقتصادی باشد، بررسی دوباره (Double Check) کردهاند. با این جدول و با استفاده از روش ریاضی محاسبه وارون ماتریس ، (Matrix Inversion) قادر خواهیم بود از طریق لینکهای بیشمار، ارتباطات قراردادی اقتصادی بخشها را تماماً بطور معکوس دنبال کنیم. جهت اطلاعات بیشتر میتوان با مراجعه به سایت ، شرح مطالعهٔ انجام شده را که با حجم ۴۴ کیلوبایت و با فرمت) pdf قابل رویت توسط نرم افزار (Adobe Acroboatجهت پرینت مهیا شده است، توسط چاپگر شخصی، پرینت نموده ، یا آن را بطور کامل روی هارد بارگذاری نماییم.

تکنولوژی توربینهای باد



بهره برداری از انرژی باد با توربینهای بادی تفکری بس قدیمی است. سیستم های اولیه انرژی باد در چین باستان و خاور نزدیک بکار گرفته شدند. هنگامیکه از قرن پانزدهم فعالیت های اقتصادی در اروپای غربی افزایش پیدا کرد، توربینهای بادی جهت تامین نیروی مکانیکی برای پمپاژ آب و آسیاب غلات اهمیت پیدا نمودند. در قرن نوزدهم توربینهای بادی سهم بسزائی در توسعه اقتصادی کشورهائی مانند هلند، دانمارک و ایالات متحده آمریکا ایفا کردند. بعنوان نمونه، تا اوائل قرن نوزدهم در حدود ۱۰۰۰۰ توربین بادی بزرگ با روتورهائی تا اندازه ۲۸ متر در هلند در حال فعالیت بودند. در دانمارک انرژی باد تا نیمه دوم قرن نوزدهم به تسلط خود ادامه داد. در این زمان درحدود ۳۰۰۰ توربین بادی با ظرفیت حدود ۱۵۰-۲۰۰Mwe در حال فعالیت بودند و صنایع دانمارک یک چهارم نیاز خود به انرژی را از انرژی باد تامین می کردند.

پس از انقلاب صنعتی و بویژه در قرن بیستم بهره برداری از انرژی باد، بعلت استفاده از منابع زغال سنگ، نفت، گاز و برق رسانی به روستاها به سطح قابل اغماضی کاهش یافت. توربین های بادی قدیمی دیگر از نظر اقتصادی قابل روئیت نبودند. در نتیجه پژوهش بسیار کمی جهت توسعه توربین های بادی جدید و کارآمد انجام شد. توسعه توربین های بادی بمنظور تولید برق در نیمه دهه ۱۹۷۰ در واکنش به بحران انرژی ۱۹۷۳، دوباره از سر گرفته شد. در نتیجه، تکنولوژی توربین بادی بطور قابل ملاحظه ای پیشرفت کرد و هزینه برق تولید شده بوسیله توربین بادی بطور قابل توجهی کاهش پیدا کرد.

در این بخش کلیاتی از برخی جوانب فنی توربین بادی نوین عرضه شده و تاکید بر توربین هائی است که تولید برق کرده و به شبکه متصل هستند.

تکنولوژی جاری و توسعه آتی آنها نیز بحث گردیده و پس از آن اشاره ای هم به توربین های بادی ای که برای پمپاژ آب و شارژ باتری مورد استفاده قرار می گیرند، می گردد.

طراحی اجزاء توربینهای بادی متصل به شبکه

توربین های بادی مدرن را می توان به دو گروه اصلی تقسیم کرد:

توربین های بادی با محور افقی و با محور عمودی (یا نوع داریوس)که بترتیب HAWT و VAWT خوانده می شوند. HAWT ها معمول ترین واحدهائی هستند که ساخته می شوند. درهر دو گروه از نیروی ((برا)) ی آیرودینامیکی، جهت اخذ انرژی از باد کمک گرفته می شود. هر دو گروه زیر

سیستم های یکسانی که شکل ۴-۳ نشان داده شده را شامل می شوند.(۳۸)روتور که شامل مجموعه پره ها، شافت و توپی می باشد. سیستم محرکه که معمولا شامل جعبه دنده، مکانیزم ترمز و ژنراتور برق می شود.

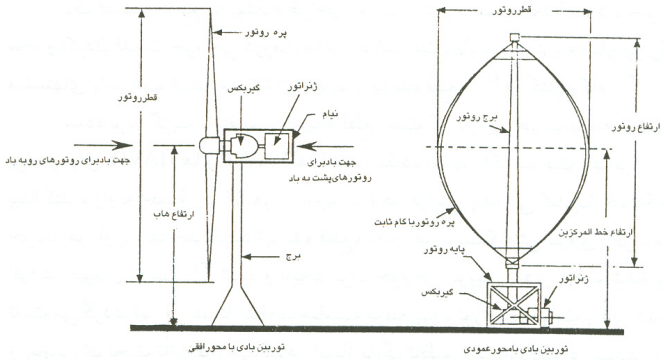
برج نگهداری سیستم روتور.

دیگر موارد (اتصالات برقی تسهیلات پشتیبانی / خدماتی ، سازه های نگهدارنده).

روتور:

اکثر HAWT ها در طرحهای روتورهای رو به باد از ۲ یا ۳ پره استفاده می کنند. با افزایش ابعاد HAWT ها، روتورهای دو پره بدلیل مشکل وزن پره ها موحه تر می شوند. HAWTهای تک پره که به وزنه تعادل مجهز هستند در آلمان و ایتالیا توسعه یافته اندVAWT ها اکثرا دارای دو پره می باشند.

پره ها را می توان از فایبر گلاس تقویت شده با پلی استر، چوب چند لایه، آلومینیوم یا فولاد ساخت. اکثر سازندگان توربینهای بادی از پره های فایبرگلاس تقویت شده با پلی استر استفاده می کنند. این پره ها نسبتا سبک بوده و تنش کمتری بر یاتاقانها و توپی روتور وارد میکنند. دیگر سازندگان از پره های فولادی به دلیل آسانی ساخت، بالا بودن قدرت و هزینه ساخت کم استفاده می کنند. گاها از پره های چوبی چندلایه استفاده می شود زیرا چوب در مقابل خستگی مقاومت بسیار خوبی دارد. بیشتر سازندگان VAWT از پره های آلومینیومی آکسترود شده استفاده می کنند.



شکل ۴-۳ تصویر کلی اجزاء تشکیل دهنده یک توربین بادی

HAWT های سه پره ای جدید معمولا از پره هایی که انتهای آنها به توپی فولادی یا آهن ریخته گری شده متصل است استفاده می کنند (به شکل ۴-۳ رجوع فرمائید). یکی از طرحهای جدید برای

HAWT های بزرگ استفاده از روتور دو پره ای teeter است. Teeter نامی است که به حرکت گهواره ای یک روتور دو پره ای که بیک شفت کم سرعت با یاتاقان و پین متصل است داده شده است. این نوع اتصال به روتور امکان می دهد که صفحه چرخش خود را بااندازه چند درجه نسبت به صفحه قائم به جلو یا عقب منحرف نماید. این حرکت گهواره ای بار بر روی پره های روتور را بطور قابل توجهی کاهش می دهد.

کنترل قدرت

یک تصمیم قاطع که بهنگام طراحی توربین بادی بایستی اتخاذ شود، نحوه محدود کردن قدرت خروجی در زمان وزش باد با سرعت بالاست. دو گزینه اصلی برای ماشینهای با سرعت ثابت عبارتند از ((تنظیم با پدیده قطع و کنترل گام)).

ساده ترین گزینه، تنظیم با پدیده قطع است که در این حالت پره ها ثابت بوده و برای HAWT و VAWT ها قابل استفاده است. اگر سرعت باد افزایش پیدا کند، زاویه حمله جریان هوا بر روی پره ها افزایش پیدا می کند تا جائیکه جریان هوا از پره ها جدا گردد (پدیده قطع). این امر سبب کاهش نیروی برآ و افزایش نیروی پسا شده و نتیجتا توان خروجی توربین بادی تنظیم شده و ثابت می گردد. امتیاز بزرگ تنظیم با پدیده قطع در سادگی و هزینه های نسبتا پایین آن است.

اگر امکان لازم جهت تغییر گام پره در طول تمام پره یا بخش های انتهائی آن فراهم شود آنگاه در سرعت های بالای باد، زاویه حمله را می توان با تغییر گام بتدریج کاهش داد. در نتیجه، توان خروجی را می توان در سطح تعیین شده برای توربین باد ثابت نگهداشت. تغییر گام پره های روتور از امتیازات کنترل آیرودینامیکی خوب برخوردار است، ولی عیب ناشی از هزینه های اضافی و پیچیدگی ناشی از مکانیزم کنترل گام نیز برخوردار است. تغییر گام تنها برای HAWT ها استفاده می شود.

تجربیات دهه گذشته نشان داده که در توربین های بادی کوچک تا قطر در حدود ۲۵ متر بیشتر از تنظیم با پدیده قطع استفاده می شود. توربین های بادی بزرگتری که امروز به فروش می رسند بیشتر از کنترل گام کامل در سرتاسر پره استفاده می کنند. اخیرا، ماشین های بزرگ سرعت متغیر وارد بازار می شوند که در این ماشین ها تنش بر روی پره ها و توپی و اتلاف انرژی بعلت تنظیم توان خروجی کمتر است.

ژنراتورها

دو گزینه عمده که برای ژنراتورها توربین های بادی سرعت ثابت مورد استفاده دارند، عبارتند از ژنراتورهای آسنگرون (القایی) و سنکرون . بیشتر توربین های بادی متصل به شبکه که تاکنون نصب شده اند از ژنراتورهای القائی استفاده می کنند. این توربین ها پیش از آنکه بتوانند تولید برق نمایند بایستی به شبکه متصل شوند. گاهی اوقات ژنراتور، بصورت موتور عمل می نماید تا توربین را به چرخش درآورده و سرعت سنکرون برساند و این مشخصه ای است که در توربین های بادی مجهز به تنظیم با پدیده قطع بکار گرفته می شود. ژنراتورهای القائی ساده و ارزان هستند. نقص عمده آنها اخذ

توان راکتیوی از سیستم شبکه است. ژنراتورهای سنکرون به توان راکتیو نیاز ندارند و در نتیجه سازمان های برق رسانی آنها را ترجیح می دهند. اما، این ژنراتورها گران قیمت تر هستند.
عملا، تمام توربین های بادی که در کالیفرنیا و اروپا در طول دهه گذشته نصب شده اند از ژنراتورهای القائی استفاده کرده اند و بنظر می آید که این وضعیت ادامه داشته باشد. در طرح های سرعت متغیر، از سیستم های تبدیل توان ac–ac – dc (الکترونیکی) برای اتصال به شبکه و کنترل توان استفاده می شود.

جعبه دنده

توربین های بادی در سرعت های نسبتا پائینی کار می کنند. سرعت نوک پره ها عموما بین ۵۵ تا ۹۰ متر بر ثانیه بدون توجه به اندازه موتورهاست. نوعا، پره های یک توربین با قطر تقریبی ۳۰ متر با سرعتی در حدود ۳۵ تا ۵۰ دور در دقیق دوران می کنند. بنابر این یک جعبه دنده افزاینده لازم است تا بتوان سرعت شفت خروجی را که با سرعت سنکرون ژنراتور (که نوعا ۱۵۰۰ دور در دقیقه است) مطابقت دارد، بدست آورد. دو نوع اصلی جعبه دنده هایی که استفاده می شوند عبارتند از جعبه دنده با محور سیاره ای و یا محور موازی، طرح محور موازی ساده ولی نسبتا سنگین می باشد و محور خروجی معمولا خارج از محور است.
جعبه دنده های سیاره ای سبک تر و جمع و جور تر هستند و محور خروجی آنها با محور ورودی هم محور است. در توربین های بادی بزرگتر (متر ۲۵‹ قطر)، مزایای هزینه کمتر و وزن سبک تر جعبه دنده های سیاره ای، بطور فزاینده ای قابل توجه است.

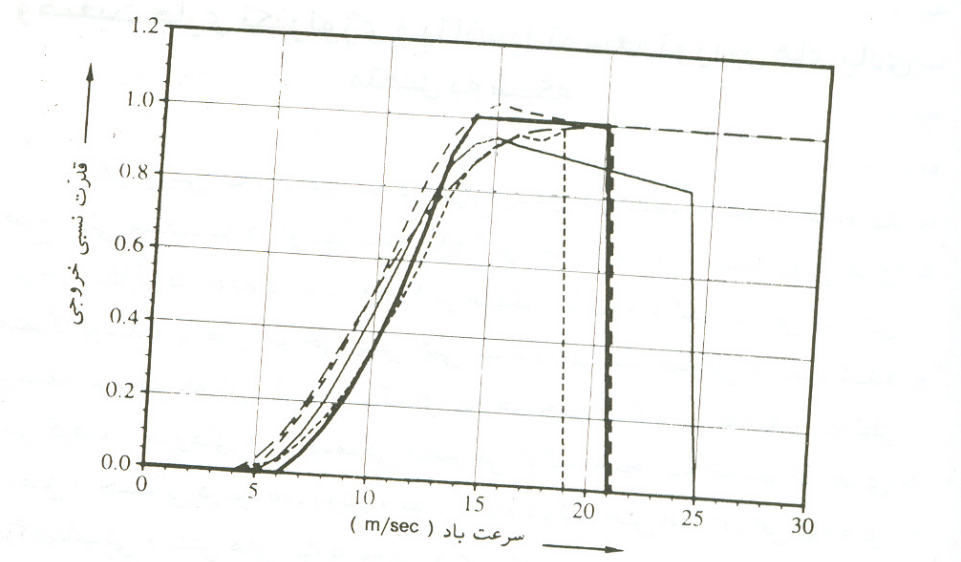
برج

برج های (خرپائی) یا (لوله ای) دو نوع برج عمده هستند. در کالیفرنیا، توربین های بادی نصب شده مساوی این دو نوع برج استفاده می کنند . برج خرپائی ارزان تر است. عموما برج لوله ای خوش منظره تر بنظر می رسد. دستیابی به بدنه توربین برای تعمیرات در شرایط نامناسب هوا از درون برج لوله ای که به تعمیرکار در مقابل شرایط نامناسب هوا پناه می دهد عملی تر است. انتظار می رود که بیشتر مزارع بادی اروپائی در آینده از برج های لوله ای استفاده کنند.

تعیین مشخصات توربین بادی

برای تعیین مشخصات فنی یک توربین باد، معمول است که توان خروجی P را بعنوان تابعی از سرعت باد V تعیین نمود که نتایج آن در نمودار باصطلاح P-V ارائه می شود. این نمودار کارآئی یک توربین باد را بخوبی نشان می دهد. برای پیش بینی توان خروجی در شرایط یک رژیم باد مشخص از این نمودار می توان استفاده نمود. روش های استانداردی برای اندازه گیری منحنی های P-V توسعه داده و تکمیل شده اند. شکل ۵-۳ برخی از نمونه های نوعی را نشان می دهد.

برای تعیین مشخصات فنی یک توربین باد، اطلاعاتی در مورد نمودار P-V، قطر روتور، ارتفاع توپی و اجزائی از قبیل سیستم های کنترل و نوع ژنراتور مورد نیاز می باشند.



شکل ۵_۳ نمودار توان خروجی نسبی در مقابل سرعت باد برای توربین های جدید

وضعیت جاری تکنولوژی و پتانسیل توسعه توربین های بادی متصل به شبکه

اکثر توربین های بادی که در مزارع بادی در کالیفرنیا نصب شده اند طرح هائی هستند که در اواسط دهه ۱۹۸۰ توسعه یافته اند. بیشتر روش های طراحی بکار گرفته شده در دهه ۱۹۸۰ بر عملکرد ثابت و دائمی توربین های بادی متمرکز بودند و بارهای طراحی پیش بینی شده، تغییرات تصادفی یا القاء شده بوسیله آشفتگی که شرایطی است که توربین ها تحت آن کار می نمایند را در نظر نمی گرفتند. نیروهای آیرودینامیکی متغیر می توانند منجر به شکستگی های حاصل از خستگی در پره ها، روتور و سایر اجزاء شوند. حتی امروزه این نیروهای آیرودینامیکی و کنش های آنها با توربین های بادی به خوبی شناخته نشده است. بهرحال، از طریق روش های آزمایشی ویژه ای که طراحی شده اند در حال کسب دانش مضاعفی هستیم.

برای تمام توربین های بادی نصب شده در کالیفرنیا انرژی خروجی سالانه توربین از میانگین KWh ۴۰۰ بر متر مربع سطح جارو شده روتور در سال ۱۹۸۲ افزایش پیدا کرده اگرچه برخی بهبودها در نتیجه طراحی بهتر توربین و محل استقرار مناسب تر برج بوده، امااکثر بهبودها از افزایش قابلیت اعتماد سیستم ها حاصل شده است. در نتیجه پیشرفتهای حاصله در طراحی، توربینهای بادی با توان Kwe۵۰۰-۲۵۰ (قطر روتور ۲۵ تا ۳۵ متر) بطور تجاری در دسترس هستند. انرژی خروجی این توربینها در حدود KWh/m^2 ۱۰۰ در سال است.

بررسی امکان کاهش هزینه ها و بهبود قابلیت اعتماد و کارآئی، فوق العاده مهم است. در مطالعه ای کـــــه توسط انستیتوی تحقیقات انرژی خورشیدی (SERI که نام آن اخیرا به آزمایشگاه ملی انرژیهای نو NREL) تغییر پیدا کرده است انجام گرفته، دو طرح عمومی برای توربینهای پیشرفته در آینده نزدیک ارائه شده است. در مورد طرحهای موجود عمر خستگی و قابلیت اعتماد بعنوان دو مسئله کلیدی شناسائی و بنابراین در هر دو طرح جدید به این مسائل توجه شده است. در طرح اول یک روتور سرعت متغیر که از توان الکترونیکی جهت تامین انرژی بافرکانس ثابت و واگذاری آن به مصرف کننده استفاده می نماید،گنجانده شده است. همچنین از سیستمهای کنترل پیشرفته نیز استفاده شده تا از مزیت مشخصات متغیر بار بطور کامل استفاده شود و به کمک بالچه های پیشرفته افزایش توان خروجی و کاهش بار نیز امکانپذیر گردد. در طرح دوم از روتورهای تنظیم شونده با پدیده توقف استفاده می شود که با آیرودینامیک غیر فعال، حداکثر توان خروجی محدود میشود. در این طرح نیز از مزایای پیشرفتهائی که قبلا ذکر شد، بهره گرفته می شود. جدول ۶-۳ اثرات مورد انتظار به دلیل این پیشرفت ها را برای هر دو طرح ارائه کرده است.

جدول ۶-۳ تخمین هزینه ها و کارآئی برای دو طرح پیشرفته

پیشرفتهای فنی	بهبود در هزینه های سیستم (٪)	بهبود در کسب انرژی (٪)	بهبود در هزینه های O&M سالانه Uscent/KWh
کدهای بررسی			
سازه ای	۵	-	-
خستگی	۵	-	-
طرح اول – سرعت متغیر			
توان الکترونیکی	-۱۰	۱۰	۰
سیستم های کنترل	-۱	۵	۰/۲
بالچه های پیشرفته	۰	۱۰	۰/۱
مکانیزم محرکه	۴	-	۰/۱
برج (بلند)	۸	۲۵	۰/۰۱
توپی روتور	۵	-	۰/۱
جمع	۰	۵۶	۰/۵۱
طرح دوم – کنترل با پدیده			
توقف	۲	۳	۰/۱
کنترل آیرودینامیکی	-۱	۵	۰/۱۵
سیستم های کنترل	۲	-	۰/۱
بالچه های پیشرفته			
(طراحی روتور)	۲	-	۰/۱
مکانیزم محرکه	-۸	۲۵	۰/۰۱
برج (بلند)	۵	-	۰/۱
توپی روتور	۱۲	۴۹	۰/۶۱
جمع			

افقهای موجود برای پیشرفت طراحی توربینهای بادی که پتانسیل بالائی در قرن آینده خواهند داشت شامل موارد زیر می شود.

خانواده بالچه های پیشرفته که مشخصا جهت بالا بردن کارآئی توربینهای بادی طراحی شده و کنترل فعال یا غیر فعال روتور را ممکن می سازند.

مکانیزمهای محرک سرعت متغیر یا ژنراتورهائی که فعالیت روتور در سرعت های بهینه و در بازه بزرگی از سرعتهای باد را ممکن می سازند.

کنترلهای تطبیقی یا هوشمند که پارامترهای عملیاتی سیستم را بر مبنای مشخصات باد تنظیم می نمایند.

طراحی توپی بنحویکه انعطاف پذیری بیشتری را ممکن ساخته و نتیجتا بارها را کاهش و عمر مفید را افزایش می دهد.

استفاده از مواد پیشرفته که نتیجتا ساخت اجزاء سبک تر و مستحکم تر را ممکن می سازد.

توسعه روتورهای مقاوم در برابر صدمات با بهبود شیوه های هوا فضائی و استفاده از سازه های مرکب، و

افزایش کارآئی از طریق پی بردن به اثرات ویژگیهای مکان انتخاب شده از نظر مشخصه های باد مانند اغتشاش و برش باد

اکثر پیشرفتهائی که برای طرحهای کوتاه مدت مد نظر هستند، بر بهبود کسب انرژی همراه با حداقل هزینه اضافی متمرکز هستند. پیشرفتهای مرتبط با طرحهای دراز مدت احتمالا تاثیرات هزینه ای قابل توجه تری خواهند داشت. SERI پیش بینی می کند که در اثر پیشرفتهای کوتاه مدت بتواند هزینه تولید انرژی باد را از حدود ۱۳-۷ سنت بر کیلو وات ساعت به حدود ۵ سنت بر کیلووات ساعت در یک مکان بزرگ معمولی نظیر دشت های بزرگ (در ایالات مرکزی آمریکا که سرعت باد ۵/۸ متر بر ثانیه است) کاهش دهد. پیشرفتهای دراز مدت تر می تواند هزینه تولید انرژی باد را بیش از اینها کاهش داده و برای یک مکان بزرگ معمولی به حدود ۴-۳ سنت بر کیلووات ساعت برسانند.

حرکت به سمت توربینهای بادی بزرگتر

در حال حاضر تکنولوژی توربینهای بادی در حال توسعه است ه بخشی از این توسعه متوجه اندازه توربین های بادی می باشد. گرایش مشخصی به سمت توربین های بادی بزرگتر وجود دارد. تا پایان سال ۱۹۸۹ جمعا ۴۳ توربین بادی با توان ۵۰۰Kwe یا بیشتر در کشورهای IEA با ظرفیت کلی معادل با ۴۵ Mwe نصب شده اند. ۹ واحد با ظرفیت کل ۱۳ Mwe نیز در دست ساخت بوده است. این توربین ها کلا جهت مقاصد پژوهشی نصب گشته اند. انتظار می رود که ظرفیت نصب شده پس از سال ۱۹۸۹ بطور قابل ملاحظه ای افزایش پیدا کند.

یکی از سئوالات کلیدی که در طول ده سال گذشته به کرات مطرح شده در ارتباط با اندازه بهینه توربین های بادی جهت حصول به پائین ترین هزینه تولید انرژی می باشد. بررسیهائی که از سیستم ها در دهه ۷۰ بعمل آمده نشان داده که اندازه بهینه در محدوده قطرهای ۶۰ تا ۱۰۰ متـــــری (۳Mwe-۱) می باشد. این نتایج تحرک بیشتری به چندین برنامه تحقیق و توسعه R&D ملی داده است.

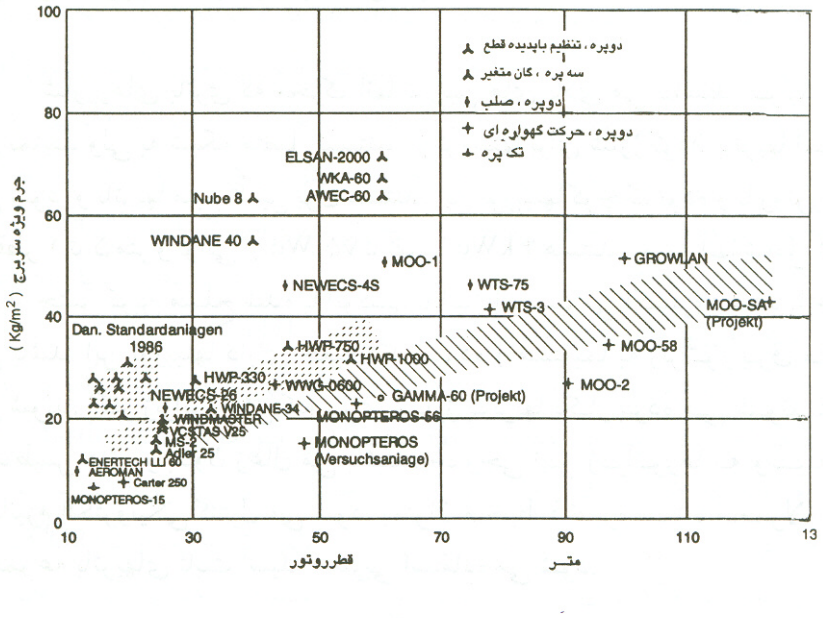
در کالیفرنیا، بازار فوق العاده ای برای توربین های بادی در اوائل دهه ۱۹۸۰ بعلت قوانین و اعتبارات مالیاتی بوجود آمد. این امر باعث گسترش سریع توربین های بادی کوچک (۵۰Kwe ›) گردید. پس از این مرحله، میانگین توان توربین های بادی نصب شده درسال ۱۹۸۱ از ۵۰Kwe به

۱۱۰Kwe در سال ۱۹۸۷ و KWE ۱۶۰ در سال ۱۹۹۰ افزایش پیدا کرد. گرایش به سمت توربین های بزرگتر همچنان ادامه دارد اکنون، توربین های بادی با توان Kwe ۵۰۰-۲۵۰ (قطر روتور ۲۵ تا ۳۵ متر) بطور تجاری در دسترس هستند.

تعیین اندازه بهینه توربینهای بادی در آینده مشکل است. اندازه بهینه به پارامترهای زیادی مانند سرعت باد، هزینه های توربین، هزینه های ساختمانی و نصب که برای مناطق مختلف متفاوت است، هزینه های بهره برداری و تعمیرات O&M، هزینه های زیر بنائی، هزینه های مربوط به زمین، هزینه های زیست محیطی و اجتمائی وابسته است. بنابر این، اندازه بهینه توربین به مشخصات محل نصب بستگی زیادی دارد. بهرحال، در مورد هزینه ها می توان بر پایه این منطق که در اولین تقریب هزینه های توربین بادی را می توان با توجه به وزن موادی که در ساخت آنها بکار رفته اند تعیین نمود، نظر داد. انرژی کسب شده بوسیله یک توربین باد متناسب با مجذور قطر روتور است، در حالیکه حجم و در نتیجه وزن یک توربین بادی با مکعب قطر روتور متناسب می باشد. بنابر این افزایش اندازه توربینها با جریمه ای مرتبط با هزینه ها، با کاهش هزینه های زیربنائی و زمین جبران می شود.

در برخی از کشورها، بدلیل مشکلات موجود جهت کسب مجوز برای تاسیس مزارع بادی در روی زمین، توربینهای بادی بزرگتر از موقعیت بحث انگیزی برخوردار هستند. بنابر این جهت کسب انرژی بیشتر به ازاء زمینهائی که در اختیار می باشد، بایستی درجاهائی که محدودیت مکانی وجود دارد توررربینهای بزرگتر را نصب کرد. در چنین موقعیتهایی به توربینهای بزرگتری نیاز است تا بتوان هزینه اضافی مرتبط با ساخت فونداسیون و نصب چنین تاسیساتی در آب را توجیه نمود.

شکل ۶-۳ که از اصلاح اطلاعات ارائه شده به توسط Hau بدست آمده، نسبت جرم سر برج به مساحت دیسک روتور بر حسب متر مربع و قطر روتور را نشان می دهد. از شکل دیده می شود که نسبت جرم به واحد سطح دیسک روتور مرتبا افزایش پیدا می کند. بهره وری تعیین هزینه هر کیلووات ساعت به سادگی که در بالا پیشنهاد شده است، نیست. افزایش هزینه ها با افزایش وزن و سرعت باد، بطور خطی تغییر نمی کند. بنابر این با افزایش ارتفاع، انرژی کسب شده نیز افزایش پیدا می کند. بالاخره هزینه زیاد تولید هر کیلووات ساعت توسط توربینهای بادی بزرگ باید بدقت تفسیر و تعیین گردد. گزینه های طراحی جدید مانند روتورهای دو پره teeter، پره های روتور با مواد انعطاف پذیر و کنترل گام می توانند منتج به هزینه های کمتر حتی برای توربینهای بادی بزرگتر بشوند.



شکل ٦ـ٣ نمودار جرم مخصوص سر برج در مقابل قطر روتور برای توربینهای بادی افقی

طراحی توربین های بادی برای پمپاژ آب

علاوه بر توربینهای متصل به شبکهؤ توربینهای دیگری جهت تولید برق در مقیاس کم (شارژباتری) و پمپاژ آب توسعه یافته اند. انواع گوناگونی از توربینها جهت پمپاژ آ' مورد استفاده قرار می گیرند. این توربینها از نوع HAWT بوده و گرچه در گذشته و نیز اخیرا کوششهایی در جهت توسعه VAWT برای پمپاژ، بویژه روتورهای ساوینوس بعمل آمده است. یک دسته بندی مناسب پمپهای باد بر مبنای نوع سیستم انتقال نیرو بین روتور و مکانیزم پمپاژ میتوان انجام داد.

توربین محرک پمپ پیستونی: روتور بطور مکانیکی به پمپ پیستونی متصل شده و معمول ترین نوع پمپهای بادی است. دو نوع تکنولوژی متفاوت کاربرد دارد. نوع اول به توربین های کلاسیک چند پره شهرت دارد. این نوع توربین ۱۵ تا ۳۶ پره دارد که به وسیله یک ساختار مرکب از پره ها و طوقه ها محکم شده و در سرعت کم نوک پره (درحدود سرعت خود باد است) کار می کند. سیستم انتقال معمولا از یک جعبه دنده استفاده کرده و شامل یک مکانیزم ایمنی نیز می باشد. نوع دوم عبارتست از توربینی که اخیرا توسعه یافته و تعداد پره های کمی دارد (۴ تا ۱۲ پره)، در سرعت نوک پره زیادتری کار کرده و از مکانیزم های ایمنی جدید و ساده ای هم استفاده می کند. معمولا در این نوع توربینها از جعبه دنده استفاده نمی شود. و روتور بطور مستقیم به پمپ متصل می شود.

توربینهای با سیستم انتقال دورانی: انرژی روتور از طریق یک سیستم انتقال چرخان به یک پمپ دورانی مانند یک پمپ سانتریفوژ یا پمپ مارپیچی منتقل می شود. هر دو پمپ فوق الذکر جهت کاربردهای با ارتفاع مکش کم و حجم زیاد مورد استفاده قرار می گیرند.

توربینهای با سیستم انتقال نیوماتیک (بادی): تنها تعداد معدودی سازنده به ساخت توربینهائی که کمپرسورهای هوا را می گردانند،اقدام می نمایند.

توربین های محرک سیستم های پمپاژ برقی: گاها از ژنراتورهائی که با انرژی باد کار می کنند، جهت بکار انداختن مستقیم پمپهای الکتریکی استفاده می شود.

توربینهای با سیستم انتقال هیدرولیکی: تجربیات چندی در مورد توربینهائی که از طریق یک سیستم انتقال هیدرولیکی پمپ آب را به حرکت در می آورند، انجام گرفته است.

طراحی شارژهای باتری با محرک بادی:

شارژرهای باتری که محرک آنها توربین های بادی می باشند، تولید برق می نمایند ولی به شبکه متصل نیستند. از توربینها برای شارژ کردن باتریها استفاده می شود و باتریهای منبع تامین برق هستند. این توربینها کوچک بوده و با روتورهائی به قطر ۱ تا ۵ متر و توانی از We ۷۵ تا تقریبا Kwe ۴ هستند. روتور آنهاشامل ۲ تا ۶ پره از جنس کربن مسلح شده با اپوکسی،آلیاژ آلومینیومی اکسترود شده با چوب می باشد. این توربینها دارای جعبه دنده نبوده و مستقیما به ژنراتور برق متصل می شوند. اکثر ژنراتورهائی که برای شارژ باتریها بکار برده می شوند دارای مغناطیس دائم و بدون زغال می باشند. خروجی این ژنراتورها به وسیله یک مکانیزم الکترونیکی کنترل می شود. بعنوان محیط ذخیره ساز، معمولا از یک مجموعه باتریهای ثابت اسید-سربی استفاده می شود.

توربین‌های بادی جدید ۸۰ درصد بیشتر از نوع معمولی آن انرژی تولید می کنند

یک شرکت آمریکایی توربین های بادی جدیدی را طراحی کرده است که کارایی آن بیشتر از مدل های معمولی است.

"توربین های معمولی بادی می توانند ۲۵ تا ۴۰ درصد نیروی باد را به انرژی قابل انتقال (مکانیکی) تبدیل کنند درحالی که این توربین های جدید می توانند ۴۳ تا ۴۵ درصد نیروی باد را به انرژی مکانیکی تبدیل کنند."پ

در شرایط یکسان وزش باد، انرژی تولیدی این توربین‌ها ۸۰ درصد بیشتر از نیروی برق تولیدشده از توربین های قدیمی خواهد بود.

همچنین حتی اگر سرعت گردش پره های توربین آهسته تر از مدل های سنتی باشد بازهم همین مقدار برق تولید می شود.

گفتنی است از دیگر مزیت های این توربین ها صدای کمتر و خطر کمتر برای پرندگان و قابلیت نصب در مناطق صنعتی است.

افزایش طرفداران تولید برق بادی

وزیر انرژی آمریکا می گوید :برای آن که توربین‌های بادی جدی گرفته شوند باید برق آنها ارزان‌تر از بهای نفت باشد.

به گزارش روزنامه دنیای اقتصاد مورخ ۸۴/۶/۶ ساموئل‌بادمن، وزیر انرژی ایالات متحده می‌گوید کشورها باید طیف گسترده‌ای از منابع‌انرژی را در تهیه برنامه‌های امنیت انرژی خود در نظر داشته باشند.

بادمن در اظهارات خود در اجلاس آژانس بین‌المللی انرژی اتمی در پاریس گفت: سرمایه‌گذاری باید نه تنها در سوخت‌های فسیلی، بلکه در منابع غیر رایج مانند انرژی هیدروژنی، هسته‌ای و تجدید شونده نیز صورت گیرد.

حجم سرمایه‌گذاری‌های لازم به منظور پاسخگویی به تقاضای جهانی انرژی در آینده به عنوان یکی از چالش‌های اصلی پیش روی امنیت انرژی در بیانیه پایانی‌این گروه مورد شناسایی قرار گرفت. به گزارش آژانس بین‌المللی انرژی، سرمایه‌گذاری‌ای معادل ۱۶تریلیون دلار باید در طول ۲۵سال آینده در بخش انرژی انجام شود.

او گفت به منظور نیل به‌این هدف، کشورها باید فضای مناسبی برای سرمایه‌گذاری بر اساس احترام به حاکمیت قانون، قراردادهای قابل اجرا و ساختارهای قطعی‌ایجاد کنند.

بادمن گفت، این شرایط شامل کشورهای هم در حال توسعه و هم توسعه یافته‌ای می‌شود که عدم قطعیت ساختاری و دیگر موانع موجود در آنها موجب کاهش سرمایه‌گذاری شده است.

بادمن از سایر کشورها خواست تا به استفاده از آخرین فناوری‌های انرژی پاک، که به گفته او کم‌ترین تاثیر را بر محیط زیست و توان بالقوه تامین انرژی مورد تقاضای بازارهای در حال شکل‌گیری جدید داشته توجه کافی کنند.

بادمن در نطق خود در آژانس بین‌المللی انرژی گفت: تمامی‌ما براین نکته واقف هستیم که تامین نیازهای در حال رشد انرژی مان امروزه تبدیل به چالشی جهانی شده است. به عقیده من، ما می‌توانیم با همکاری با یکدیگر در گسترش گوناگونی انرژی، افزایش راندمان و تلاش‌های بهینه سازی مصرف، بهبود و به روز کردن زیر ساخت‌های انرژی‌مان، ایجاد و توسعه منابع انرژی جدید و موجود و ترویج تجارت آزاد و عادلانه از این چالش عبور کنیم.هریک‌ازاین‌راه‌هامستلزم سرمایه‌گذاری‌های قابل توجهی خواهد بود.

بادمن معتقد است: حفظ ذخایر اضطراری نفت مطمئنا به صورت یکی از اهداف اصلی همچنان باقی است.

اما سرمایه‌گذاری‌های امروز ما در زمینه امنیت انرژی آینده نباید فقط روی هیدروکربن‌ها متمرکز شوند. بلکه باید طیف کاملی از منابع انرژی از جمله انرژی هیدروژنی، هسته‌ای و منابع تجدید شونده را مد نظر قرار داد.

برای اطمینان از موفق بودن سرمایه‌گذاری‌های انجام شده در بخش انرژی در دراز مدت، ما باید همچنین فضای مناسبی برای سرمایه‌گذاری بر اساس احترام به حاکمیت قانون، احترام به تعهدات قراردادی و ساختارهای قطعی‌ایجاد نماییم.

وزیر انرژی آمریکا در این نطق افزود: کشور خود من در حال حاضر با تقاضای در حال رشد برق و ظرفیت به شدت فشرده پالایش روبه‌رو است.

هیچ یک ازاین مشکلات نه تازه است و نه غیر منتظره. با این حال، ایالات متحده دهه‌ها است که هیچ نیروگاه هسته‌ای یا پالایشگاه جدیدی احداث نکرده، که دلیل اصلی‌این مساله هم کاهش سرمایه‌گذاری به دلیل عدم قطعیت‌های ساختاری موجود و دیگر موانع بوده است.

از نظر بادمن، چه کشورهای در حال توسعه که در جریان ایجاد زیرساخت‌های جدید بوده و چه کشورهای صنعتی که در حال جایگزین یا به روز کردن زیرساخت‌های موجود خود هستند، باید توجه خود را به استفاده از آخرین فناوری‌ها با بهترین عملکرد زیست محیطی معطوف کنند. در بخش حمل و نقل ما می‌توانیم عوارض جانبی سوخت‌های نفتی را با خودروهای دیزلی پاک و سوخت مرکب کاهش دهیم.

همچنین می‌توانیم شبکه‌های برق قرن ۲۱ را با فناوری بهتر مانند سیم‌های ابرهادی احداث کنیم و به جای فناوری‌های معمول سوخت زغال سنگ، به ایجاد ژنراتورهای سوخت زغالی عاری از آلاینده‌های مضر و گازهای گلخانه‌ای توجه کنیم.

فناوری‌های زغال‌سنگی پاک و انرژی هسته‌ای قابلیت بالقوه زیادی برای تامین تقاضای جهانی انرژی، به خصوص در اقتصادهای در حال رشد آسیا دارند.

بهترین منبع جدید تامین برق:

شریل پلرین، نویسنده ویژه فایل واشنگتن می‌نویسد: نیروی باد، فناوری استفاده از باد برای تولید برق، منبع جدید تامین برق با سریعترین رشد در سطح جهان است. به گفته کارشناسان، پیگیری این روند مستلزم تحقیق و توسعه هرچه بی پروا و التزام دولت به فراهم آوردن پشتوانه‌ای اقتصادی برای این فناوری است. عصر جدید نیروی باد در اواخر دهه هفتاد آغاز شد و نخستین نیروگاه‌های بادی در دهه هشتاد در کالیفرنیا آغاز به کار کردند.

به گفته چارلز مک گاوین، مدیر فنی نیروی باد در موسسه تحقیقات نیروی برق، که یک مرکز مستقل غیرانتفاعی برای تحقیقات درباره انرژی‌های مورد مصرف عمومی و همچنین درباره محیط زیست است، در حال حاضراین صنعت در سطح جهانی سالانه رشدی ۲۰ تا ۳۰درصدی دارد.

او می‌گوید: ⊲این صنعت در حال رشد است چون نیروی باد در نتیجه رشد شدید حضور آن در بازارها به اقتصادی‌ترین منبع تامین انرژی قابل تجدید بدل شده است.

به گفته رابرت ترشر، مدیرمرکز ملی نیروی بادوابسته به وزارت انرژی آمریکا، در آزمایشگاه ملی انرژی‌های قابل تجدید در کلرادو: ⊲در دهه هشتاد، هزینه تولید برق از باد ۴۰سنت برای هر کیلووات

ساعت بود. حالا این هزینه به ۴ تا ۶(سنت) برای هر کیلووات ساعت رسیده، ما با حاکم کردن نظمی چشمگیر در دو دهه گذشته این هزینه را کاهش داده، آن را در وضعیتی قابل رقابت با سایر فناوری‌های مرسوم قرار داده‌ایم.

فناوری تولید برق از باد:

انرژی بادی عمدتا توسط توربین‌های بادی سه پره‌ای بسیار بزرگ تولید می‌شود که بر بالای برجک‌های بلندی قرار می‌گیرند و مثل پنکه‌هایی کار می‌کنند که به حالت عکس می‌گردند. این توربین‌ها به جای آن که از برق برای ایجاد باد کمک بگیرند، از باد برای تولید برق استفاده می‌کنند.

باد پره‌ها را به چرخش در می‌آورد و پره‌ها محوری را می‌چرخانند که به یک ژنراتور متصل است و در نتیجه این چرخش برق تولید می‌شود. توربین‌هایی ودر ابعاد صنعتی برای ارائه خدمات عمومی ساخته می‌شوند و قادرند از ۷۵۰کیلووات تا ۱/۵مگاوات برق تولید کنند. منازل، دیش‌های ارتباطات راه دور و پمپ‌های آب از توربین کوچکی استفاده می‌کنند که کمتر از ۵۰کیلووات برق تولید می‌کند.

توربین‌های بادی سه پره در حالت خلاف جهت باد قرار گرفته و پره‌هایشان رودرروی باد قرار می‌گیرد. نوع متداول دیگر توربین بادی ،توربین دوپره است که در مسیر موافق باد قرار داده می‌شود. به لطف تحقیقات و توسعه، توربین‌های بادی در طول دو دهه گذشته به شکل چشمگیری متحول شده‌اند.

ترشر می‌گوید: قطر آرمیچرها در سال ۱۹۸۴ یا ۱۹۸۵ باید ۲۰متر بود. حالا قطر آرمیچرها ۱۰۰متر است بنابراین حالا از پره‌های چرخانی حرف می‌زنیم که مساحتی به ابعاد یک زمین فوتبال را پوشش می‌دهند. پهنای توربین‌های بادی امروزی از پهنای بال‌های یک (هواپیمای) ۷۴۷ هم بیشتر است.

در نیروگاه‌های بادی یا میادین‌های بادخیز، مجموعه‌ای از توربین‌ها برای تولید برق و انتقال آن به شبکه اصلی برق به هم متصل شده‌اند. این نیرو از طریق خطوط انتقال و توزیع برق به مصرف کنندگان می‌رسد.

طراحی میادین بادخیز:

بهترین نقاط برای استقرار توربین‌های بادی مناطقی هستند که بادهای دائمی و شدیدی در آنجا بوزد. آزمایشگاه ملی انرژی‌های قابل تجدید> نقشه‌های بادنشانی برای مناطقی در نقاط مختلف دنیا تهیه کرده که سرعت وزش باد در آن مناطق را در طول سال با استفاده از ایستگاه‌های کنترل و همچنین الگوهای هواشناسی محاسبه و ارائه می‌کنند.

در مورد برخی مناطق خاص، میانگین سرعت سالانه باد برای محاسبه میزان تولید انرژی بادی به وسیله آرمیچر توربین بادی در هر متر مربع مورد استفاده قرار می‌گیرد. در نتیجه محاسبات مربوط به انرژی نهفته در باد، مناطق جغرافیایی کوچکی به مساحت یک مایل مربع از لحاظ حجم نیروی بادی از ۱ تا ۷درجه بندی می‌شوند و شماره ۷نشانگر منطقه‌ای است که شدیدترین وزش باد را دارد. طراحان از این اطلاعات برای طراحی بهترین میادین بادخیز استفاده می‌کنند.

مناطقی که درجه ۳ یا بالاتر را کسب کنند گزینه‌هایی برای طراحی میادین بادخیز محسوب می‌شوند. مناطق دارای درجه ۲ یا بالاتر هم مکان‌های مناسبی برای استقرار ژنراتورهای بادی کوچک به شمار می‌روند.

سازمان ملل نیز در حال تهیه نقشه‌های بادنشان است. ارزیابی منابع انرژی خورشیدی و بادی یک پروژه ۴ساله برای‌ترسیم نقشه منابع انرژی‌های خورشیدی و بادی در ۱۳کشور در حال توسعه است در نتیجه‌این برنامه، تا کنون منابع بالقوه‌ای برای تولید هزاران مگاوات برق در منابع انرژی قابل تجدید در آفریقا، آسیا، و آمریکای جنوبی و مرکزی کشف شده است.

بنا بر اعلامیه رسمی سازمان ملل، این سازمان در حال هماهنگ سازی <برنامه زیست محیطی> خود یا پروژه مذکور از طریق ۲۵نهاد در سرتاسر دنیاست.

نتایج این پروژه نقشه کشی در کشورهای مختلفی از جمله نیکاراگوئه، گواتمالاو سریلانکا اقدامات عملی را در پی داشته است. در غنا، بیش از ۲۰۰۰مگاوات انرژی بالقوه بادی، به ویژه در مناطق مرزی‌این کشور با توگو کشف شده است.این پروژه پژوهش‌هایی را در بنگلادش، برزیل، چین، کوبا، السالوادور، اتیوپی، هندوراس، کنیا و نپال به اجرا در آورده است. نهادهای همکار این پروژه سازمان ملل آزمایشگاه ملی انرژی‌های قابل تجدید و ناسا هستند.

رواج انرژی باد در سطح بین‌المللی:

به گفته مک گاوین، استفاده از انرژی باد در سطح بین‌المللی نیز در حال افزایش است. کارخانجات اصلی ساخت توربین‌های بادی در دانمارک قرار دارند و کارخانجاتی هم در هند، آلمان، اسپانیا و ژاپن تاسیس شده‌اند.

او در مورد انرژی استخراج شده از نیروگاه‌های بادی مستقر می‌افزاید: تا به حال آلمان در رتبه اول قرار داشته - ۱۷۰۰۰مگاوات از مجموع ۴۷۰۰۰ مگاواتی که ظرفیت کل نیروگاه‌های بادی مستقر در سرتاسر جهان محسوب می‌شود، اسپانیا در مرتبه دوم و ایالات متحده در رتبه سوم قرار گرفته‌اند.

ترشر، مدیر (آزمایشگاه ملی انرژی‌های قابل تجدید)می‌گوید که پروتکل کیوتو.

توافقنامه‌ای بین‌المللی بین ۱۴۱کشور برای کاهش انتشار دی اکسید کربن و پنج گاز گلخانه‌ای دیگر، استفاده از انرژی بادی را در کشورهای اروپایی افزایش داده‌و دولت‌های اروپایی یارانه‌هایی برای افزایش ظرفیت نیروگاه‌های بادی مستقر در نظر گرفته‌اند.

پروتکل کیوتو، به عنوان متمم چارچوب اصولی سازمان ملل در مورد تغییرات جوی، از ۱۶فوریه به اجرا گذاشته شد. که ایالات متحده از امضاکنندگان این پروتکل نیست.

به گفته ترشر، در ایالات متحده ظرفیت تولید برق در نیروگاه‌های بادی مستقر در این کشور ۶۷۰۰مگاوات ازمجموعه ۸۰۰۰۰۰مگاواتی است که نیاز کلی کشور به نیروی برق محسوب می‌شود.

او می‌گوید: در حال حاضر، باد کمتر از یک درصد نیاز کشور به نیروی برق را تامین می‌کند. این رقم در مقایسه بادیگر کشورها ، برای دانمارک ۲۰درصد وآلمان حدود ۶درصد است.

نیروگاه‌های دریایی:
ترشر می‌افزاید، همه کشورهای اروپایی نیروگاه‌های بادی مستقر دارند، اما در بعضی از آنها مکان‌های مناسب برای استقرار توربین‌ها در خشکی رو به اتمام است.
آنها اکنون در حال انتقال دادن توربین‌های بادی به سمت مناطق ساحلی اند. برنامه فعلی اتحادیه اروپا استقرار نیروگاه‌های بادی با ظرفیت ۵۰۰۰۰مگاوات در مناطق ساحلی، در آب‌های کم عمق، تا سال۲۰۲۵ است.
توربین‌های بادی دریایی، که در مراحل اولیه طراحی‌به‌سر می‌برند، در مقایسه با توربین‌های روی خشکی گران‌تر و نصب و نگهداری آنها سخت‌تر است. توربین‌های دریایی باید در برابر امواج و تغییرات آب و هوا پایدارو در برابر محیط فرساینده مقاوم باشند.
نیروگاه‌های دریایی دو مزیت دارند، یکی این که می‌توان آنها را بزرگ‌تر از توربین‌های روی خشکی ساخت و بنابراین حجم برق تولیدی در هر توربین افزایش می‌یابدو دیگر این که در سطح دریاها بادهای بیشتر و عظیم‌تری می‌وزد.
ایالات متحده هیچ نیروگاهی بادی در دریا مستقر نکرده، اما دو پروژه برای راه‌اندازی این نیروگاه‌ها در سواحل شمال شرقی کشور در مرحله برنامه ریزی است. به گفته ترشر در جریان اظهارات رسمی‌خود در (کمیته سنای آمریکا در مورد انرژی و منابع طبیعی) در ۱۹آوریل، با توسعه فناوری‌های مربوط به نیروگاه‌های بادی دریایی به طور بالقوه تا سال۲۰۲۵ می‌توان ۷۰۰۰۰مگاوات برق حاصل از نیروی باد را به شبکه برق کشور تزریق کرد که این رقم ده برابر سطح فعلی است.به گفته او، برق تولیدی از نیروگاه‌های بادی دریایی در سرتاسر جهان ۶۰۰مگاوات است واین نیروگاه‌ها همگی در آب‌هایی با عمق کمتر از ۲۰متر استقرار یافته اند. با تدوین یک برنامه تحقیق و توسعه می‌توان با ساخت سکوهای شناوری مشابه سکوهای مورد استفاده برای دکل‌های حفاری دریایی، امکان استقرار توربین‌هارا در آب‌های عمیق‌تر هم فراهم کرد.به گفته او، هدف چنین برنامه‌ای دستیابی به انرژی بادی با هزینه ۳ تا ۴سنت برای هر کیلووات ساعت برق تا سال۲۰۲۰ است.ترشر می‌گوید: در حال حاضر، هزینه تولید برق از نیروی باد برای یک سایت معمولی ۴ تا ۶سنت برای هر کیلووات ساعت است.این هزینه خیلی زیاد به نظر نمی‌رسد چون متوسط هزینه تولید برق در ایالات متحده حدود ۸ سنت برای هر کیلووات ساعت است و این رقم البته هزینه تامین تجهیزات ژنراتورها و هزینه سوخت را هم شامل می‌شود. سوخت مولدهای برق می‌تواند، با توجه به محل استقرار نیروگاه، سوخت‌های فسیلی‌ای مثل نفت، انرژی هسته‌ای، زغال‌سنگ یا گاز طبیعی، یا منابع انرژی قابل تجدیدی مثل آب یا باد، یا ترکیبی از اینها باشد.به گفته ترشر، مشکل استفاده از نیروی باد این است که باد یک منبع موسمی است و بنابراین توربین‌های بادی منابع همیشه قابل اتکایی برای تولید برق نیستند.
او می‌گوید: برای آن که توربین‌های بادی جدی گرفته شوند باید برق آنها ارزان‌تر از بهای نفت باشد. در ایالات متحده برق تولید شده از توربین‌های آبی خیلی ارزان است ،۳ تا ۴سنت برای هر کیلووات

ساعت. این رقم برای زغال‌سنگ احتمالا ۲ تا ۳سنت برای هر کیلووات ساعت است.این رقم برای گاز طبیعی حدود ۵ تا ۶سنت برای هر کیلووات ساعت است و بنابراین با توجه به بهای فعلی گاز طبیعی، باد فقط می‌تواند با آن رقابت کند.

انرژی بادی" راه حل مشکل کمبود انرژی

یک کارشناس بین المللی انرژی با اشاره به گسترش انرژی بادی در کشورهای غربی بویژه آمریکا، انگلیس و هلند، به کشورهای آسیای جنوبی یادآور شده که از شرایط طبیعی و امکانات خود برای دستیابی به انرژی بادی و دیگر انرژی های تجدید پذیر، استفاده کنند.

به گزارش شانا به نقل از پایگاه اینترنتی نشریه "ایشین تریبون "چاپ تایلند، گاروین کارونارانت کارشناس بین المللی انرژی می گوید: "در جریان دیدار از آمریکا و انگلیس و مشاهده تعداد زیادی توربین های بادی مولد برق در گوشه و کنار این کشورها و با خواندن مطالبی درباره پیشرفت هایی که درزمینه انرژی بادی نصیب هلند و چند کشور دیگر غربی شده است، بی درنگ عدم تحرک کشورهای آسیای جنوبی در این زمینه در ذهنم متبادر و تداعی شد."

وی در ادامه خاطرنشان کرده است" در سریلانکا ما رشته کوههای زیادی داریم که می توانند منبعی برای تولید انرژی بادی در حد بسیار زیاد، مورد استفاده قرار گیرند."

کارونارانت می افزاید "در جریان دیداری که اخیرا از میانمار به عمل آوردم شاهد قطعی برق در ساعات طولانی و در سراسر این کشور بودم، زیرا میانمار نیز مانند سریلانکا از فقدان منابع تامین انرژی رنج می برد و با کمبود انرژی در شرایط حاد کنونی روبه رو شده است."

وی می گوید" میانمار نیز مانند سریلانکا از شرایط طبیعی و داشتن کوهستان های زیادی برخور دار است که می تواند از آنها برای منبع تولید به وفور انرژی بادی استفاده کند."

کارشناس مزبور در تشریح وضعیت کنونی سریلانکا از نظر انرژی تصریح کرده است" کمبود انرژی و تولید برق در سریلانکا به میزانی است که قطع برق گاه یک روز به درازا می کشد و گزارش هایی در مورد کاهش ظرفیت نیروگاههای برق آبی (هیدروالکتریک) در این کشور منتشر شده که ممکن است ساعات قطع برق را از آنچه در حال حاضراست، طولانی تر کند."

وی می افزاید:" سریلانکا در سال ۲۰۰۲ هر روز به مدت ۲/۵ ساعت قطع برق داشت اما پائین آمدن چشمگیر سطح آب، ظرفیت نیروگاههای برق آبی) هیدروالکتریک) این کشور را کاهش داده و این امر ممکن است ساعات قطع برق را به ۶ ساعت در روز افزایش دهد."

کارونارانت در ادامه این گزارش به گسترش انرژی بادی در آمریکا و اروپا اشاره کرده و خاطرنشان ساخته در سال ۱۹۹۳ تولید هر کیلوات ساعت برق از انرژی بادی در ایالت کالیفرنیا ۷/۵ سنت هزینه داشت اما با استفاده از فناوری جدید در زمینه تولید برق از انرژی بادی پیش بینی شده که بزودی این میزان به ۳/۵ سنت کاهش یابد.

فرانک هریست و پیتر ناوارو از کارشناسان انرژی نتایج تحقیقات خود را مورد بهای برق تولیدی از منابع گوناگون تجدید پذیر را در ایالت کالیفرنیا براورد کرده وبا بهای تخمینی برق تولیدی از انرژی بادی، مقایسه کرده اند.

براساس براورد های دو کارشناس یادشده هزینه تولید هرکیلووات ساعت برق تولیدی از انرژی بادی حدود ۵ سنت، از انرژی خورشیدی ۱۶ سنت از انرژی زمین حرارتی ۱۱ سنت و از طریق انرژی بایومس ۷ رقم زده شده است.

در ایالت داکوتای شمالی در شمال غربی آمریکا که تازگی در این ایالت توربین های زیادی برای تولید انرژی بادی نصب شده و پیشرفت هایی در این زمینه کرده است، هزینه تولید هر کیلووات ساعت برق از انرژی بادی کمتر از ۵ سنت است.

کارونارانت در ادامه این گزارش به هزینه های زیادی که کشورهای مصرف کننده صرف سوخت نیروگاههای تولید برق (نیروگاههای سوخت فسیلی) می کنند اشاره کرده و خاطرنشان ساخته است که کشورهای مزبور بجای یافتن راه حل اساسی که آن رویکرد به انرژی بادی باشد به خرید برق با قیمت بالا از کشورهای همسایه روی آورده اند.

وی در این زمینه خاطرنشان کرده است که در سریلانکا دولت برای جبران کمبود برق که منجر به افزایش قطع ساعات برق در این کشور شده در سال ۲۰۰۵ به خرید برق از خارج روی آورده و ناگزیر هزینه بیشتری برای برق روی دست مصرف کنندگان گذاشته و بدهی های خود را نیز افزایش داده است.

وی تصریح کرده است که اکنون مردم سریلانکا هزینه بیشتری برای مصرف برق نسبت به مردم آمریکا می پردازند و این در حالیست که این کشور از شرایط طبیعی مساعد تری نسبت به آمریکا برای تولید برق از انرژی بادی برخور دار است.

وی می افزاید: ظرفیت قابل دسترس یا بالفعل سریلانکا در زمینه تولید برق از انرژی بادی در حال حاضر ۳۲ مگاوات است در حالیکه ظرفیت قابل دسترس تولید برق از انرژی بادی در انگلیس از ۹۴۰ توربین ۴۸۲ مگاوات است.

کارونارانت در ادامه این گزارش افزوده است که در حال حاضر ۱ درصد از کل تولید برق آلمان از انرژی بادی تامین می شود در حالیکه تولید برق از انرژی بادی در دانمارک اکنون به ۱۰ درصد افزایش یافته است.

در هلند ظرفیت تولید برق از انرژی بادی در سال ۱۹۹۶ به ۳۰۰ مگاوات رسید و با برنامه ریزی های انجام شده این میزان در سال ۲۰۰۲ به ۲۰۰۰ مگاوات افزایش یافته است.

امریکا که بزرگترین کشور از نظر تولید برق از انرژی بادی در جهان است ظرفیت تولید برق از انرژی بادی خود را در حال حاضر به ۴ هزار و ۲۵۸ مگاوات رسانده است.

در کالیفرنیا بیش از هر ایالت دیگر در آمریکا از انرژی بادی برق تولید می شود و اکنون ۱/۵ درصد از برق مورد نیاز این ایالت از انرژی بادی تامین می شود.

کارونارانت در ادامه می افزاید: اکنون در ۲۶ ایالت آمریکا تولید برق از انرژی بادی صورت می گیرد و پیش بینی شده که این رقم با توجه به فعالیت هایی که در دیگر ایالت های آمریکا برای نیل به هدف تولید برق از انرژی بادی صورت گرفته است این رقم بزودی افزایش یابد.
کارونارانت در ادامه این گزارش به مشاهدات خود از چگونگی تولید برق از انرژی بادی در ایالت های گوناگون آمریکا پرداخته و گفته است:"در جریان دیداری که در سال ۲۰۰۴ از منطقه ای در ایالت داکوتای شمالی به عمل آوردم پیشرفت های این ایالت در زمینه انرژی بادی، تحت تاثیرم قرار داد."
وی خاطرنشان کرده است "در این منطقه از ایالت داکوتای شمالی ۲۷ توربین بادی با ظرفیت تولید ۴۰ مگاوات نصب شده بود که برای تامین برق واحدهای مسکونی ۱۴۰۰۰خانوار آمریکایی ساکن در این منطقه، بسنده می کرد."
کارونارانت افزوده است:"توربین هایی که این شهرک داکوتای شمالی که توسط شرکت تعاونی منطقه ای بیسمارک اداره می شود، نصب شده، از نوع توربین های نسل جدید هستند که نسبت به توربین های قدیمی که هر کیلووات ساعت برق آنها ۳۰ سنت هزینه داشت، پیشرفته ترند."
وی خاطرنشان کرده است" توربین های بادی مولد برق نسل جدید یا پیشرفته تر نسبت به توربین های قدیمی هزینه تولید برق آنها کمتر از ۵ سنت برای هر کیلووات ساعت است."
کارونارانت کارشناس و مشاور ارشد انرژی در پایان این گزارش از مشاهدات خود از پیشرفت هایی که در زمینه تولید انرژی های تجدید پذیر بویژه انرژی بادی نصیب آمریکا و برخی از کشورهای اروپا شده نتیجه گرفته است: "رویکرد این کشورها به انرژی بادی و پیشرفت هایی که در این زمینه به دست آورده مرهون درک صحیح آنها از وضعیت انرژی جهان، پیش بینی مشکلات گوناگون و یافتن راه حل اساسی برای غلبه بر این مشکلات، پیش از درگیری یا در حین درگیر شدن با این مشکلات بوده است."
وی در مقام مقایسه کشورهای اروپایی و آمریکا با کشورهای آسیای جنوبی در خصوص مساله انرژی نتیجه گیری کرده است "کشورهایی مانند سریلانکا و میانمار که حائز شرایط کافی ولازم برای مهار باد و حرارت برای اخذ انرژی و برق هستند، کورمال و به سختی در تاریکی گام بر می دارند در حالیکه کشورهای غربی که شرایط مشابه و در برخی موارد حتی از کشورهایی مانند سریلانکا و میانمار شرایط نا مساعد تری در این مورد دارند، پیش تر راه حل مشکلات خود را در زمینه انرژی از طریق رویکرد به انرژی بادی، یافته اند."

تولید برق از منابع انرژی سبز در آلمان ۱۳ درصد افزایش یافت

میزان تولید برق در آلمان از منابع تجدید پذیر انرژی در نیمه اول سال ۲۰۰۵ – ۱۳ درصد افزایش یافت.

به گزارش شانا به نقل از خبرگزاری فرانسه فدراسیون صنایع برق آلمان روز دوشنبه با اعلام این مطلب یادآور شد که با افزایش اکنون بیش از یک دهم (ده درصد) مجموع برق کشور آلمان از منابع تجدید پذیر انرژی تولید می شود.

تقریباً نیمی از برق تولیدی در آلمان از منابع تجدید پذیر انرژی، از منبع انرژی بادی تولید شده است.

به رغم مخالفت های عمومی با نیروگاه بادی ، میزان تولید برق از انرژی باد در آلمان در نیمه اول سال میلادی جاری ۱۹ درصد افزایش یافت.

تولید برق از منابع آب ، انرژی خورشیدی و زیست توده (بیوماس) نیز هر چند کمتر از انرژی باد اما به هر روی تا اندازه ای افزایش داشته است.

مجموع تولیدی از منابع تجدید پذیر انرژی در آلمان در مدت یاد شده به ۳۳۱ میلیارد کیلووات ساعت رسید که معادل ۱۱ درصد از مجموع برق تولیدی در این کشور است.

بر اساس این گزارش، میزان تولید برق از منابع تجدید پذیرانرژی در کشور فرانسه همسایه آلمان در سال ۲۰۰۴ معادل ۱/۴ درصد از مجموع برق تولیدی این کشور بود.

دولت ائتلافی حزب سوسیال دمکرات و حزب سبز آلمان که از سال ۱۹۹۸ تا کنون قدرت را در این کشور در دست داشته است، از طریق اختصاص یارانه های دولتی از گسترش پروژه های انرژی تجدید پذیر حمایت کرده است.

آلمان و حداکثر استفاده از انرژی باد

در زمینهای ارتش آلمان نیروگاه بادی احداث می شود

ارتش آلمان پیشنهاد کرده است دو مکان تمرین و آموزش خود را به سازندگان و احداث کنندگان نیروگاههای بادی واگذار کند.

ارتش آلمان قصد دارد در نهایت بیش از ۲۵۰ مکان را برای تولید برق به میزان ۷۵۰ مگاوات اختصاص دهد.

در آلمان که در زمینه تولید برق بادی پیشتاز دیگر کشورهای جهان است کم کم کمبود مکانهای مناسب برای تولید برق بادی مشاهده می شود.

بنابراین مکانهای اضافی در اختیار ارتش این کشور که مورد استفاده قرار نمی گیرد می تواند برای تولید برق مصرفی ۵۰۰ هزار خانوار در سال مناسب باشد.

به گفته "ماتیاس هوخشتاتر" سخنگوی بی دبلیو ئی، از این مکانها افزون بر افزایش ظرفیت تازه برای نیروگاههای بادی، می توان برای آزمایش تجهیزات و دستگاههای برون ساحلی پیش از استقرار آنها در دریا استفاده کرد.

وی افزود از این مکانها همچنین می توان برای آزمایش چشم انداز توربینهای بزرگتر زمینی که برای افزایش قدرت توربینهای قدیمی نصب می شوند، استفاده کرد.

یک واحد ارتش آلمان به نام "جی ئی بی بی" که خدمات نظامی را به بخش خصوصی واگذار می کند در ۲۵ ژوئیه دو سایت را در ایالت ساکسونی سفلی تا ۲۹ اوت به مزایده گذاشت.
بی دبلیو ئی و جی ئی بی بی در بیانیه مشترکی اعلام کردند : شرکتهای برنده دراین مزایده می توانند آنها را به مدت ۲۵ سال برای تولید برق بادی اجاره کرده و در آنها تا ۱۲ واحد نیروگاه برق بادی برپا کرده و به فعالیت بپردازند.
جی ئی بی بی قصد دارد صدها سایت بدون استفاده را از نظر مناسب بودن برای اجرای پروژه های تولید نیروی بادی مورد ارزیابی قرار دهد و سپس آنها را به معرض مزایده همگانی بگذارد.
ظرفیت نصب شده انرژی بادی ساحلی و زمینی آلمان در سال گذشته ۱۶۶۳۰ مگاوات بود که ۲/۴ درصد از کل برق مصرفی این کشور را تامین می کرد.
همچنین آلمان اخیرا ساخت ۸ پارک بادی برون ساحلی جدید را تصویب کرد ولی هنوز عملیات ساخت آنها شروع نشده است.
آلمان می خواهد همچنان در عرصه این فناوری جدید جلوتر از رقبایش از جمله دانمارک و و انگلیس باقی بماند.
در صنعت برق بادی آلمان ۱۳۰ هزار نفر اشتغال دارند و نیمی از فروش آن به صادرات اختصاص دارد که برای افزایش این میزان تلاش می کند.
شرکتهایی مانند "انرکون" و "ریپاور" عملیات افزایش قدرت توربینهای بادی را اجرا می کنند.

خانه های انگلیس برق خود را از باد می گیرند.

شرکت بریتیش گس ، بزرگترین تامین کننده انرژی انگلیس، برنامه ای را اعلام کرده است که به صاحبان خانه در این کشور اجازه می دهد برق مورد نیاز خود را با استفاده از انرژی باد تامین کنند.
در مرحله آزمایشی این برنامه قرار است اواخر سال جاری تعدادی توربین بادی خانگی بر فراز بام چندین ساختمان خصوصی و عمومی در اسکاتلند نصب شود.
در صورت موفقیت آمیز بودن این پروژه ، توربین های بادی خانگی در سراسر انگلیس مورد استفاده قرار خواهند گرفت .
پیش بینی می شود که توربین بادی مدل ویند سیو حدود یک کیلووات برق تولید کند که این میزان برق برای تامین انرژی چند وسیله برقی خانگی کافی است.

دکتر دایانا مونتگومری ، رییس بخش راهبردهای محیط زیستی شرکت بریتیش گس ، گفت: داشتن یک توربین بادی بر بام خانه به معنای این است که افراد می توانند ضمن صرفه جویی در پول خود، در محافظت از محیط زیست نیز ایفای نقش کنند .

برآوردهای اولیه نشان می دهد که نصب این توربین ها در منازل ، می تواند هزینه برق خانوار را به میزان یک سوم کاهش داده و انتشار گازهای گلخانه ای را نیز به میزان نیم تن در سال کاهش دهد.

شرکت بریتیش گس در نظر دارد از شبکه مهندسان خود در سراسر انگلیس برای نصب این توربین ها در خانه های این کشور استفاده کند .

این توربین های کوچک را که به اندازه یک آنتن بشقابی ماهواره هستند ، می توان به دیوار یا انتهای سقف های شیروانی پیچ کرد.

هزینه خرید و نصب و راه اندازی این سیستم ها حدود یک هزار و ۵۰۰ پوند برآورد شده و ممکن است بر طبق برنامه آسمان آبی دولت انگلیس ، یارانه هایی نیز به این امر اختصاص یابد .

نصب ۲۳۰۰ توربین بادی در سواحل انگلیس

آن لاین، هزینه مورد نیاز برای راه اندازی این پروژه ۱۳ میلیارد دلار اعلام شده است و هدف از انجام آن ایجاد امنیت در قبال مساله تامین انرژی کشور انگلیس است.

جان وست وود مقام مسوول در اتاق بازرگانی گفته است افزایش بهای نفت و گاز طی سه سال گذشته که به دنبال بالا رفتن ظرفیت تقاضای کشور چین و کاهش تولید کشورهای غیر عضو اوپک رخ داده توجهات زیادی بر روی مسئله شکنندگی تعادل عرضه و تقاضا متمرکز شده است و این مساله دولت انگلیس قصد دارد طی پنج سال آینده بیش از ۲۳۰۰ توربین بادی را در سواحل خود به راه اندازد. به گزارش سایت اینترنتی اویل باعث می شود که اکثر کشورها به مساله امنیت انرژی خود بیشتر فکر کنند.

احداث بزرگترین مزرعه توربین بادی در شمال اروپا

سوئد بزرگترین مجموعه تولید برق از انرژی باد را در شمال اروپا احداث می کند.

به گزارش سایت اینترنتی ام اس ان نیوز، کشور سوئد تا سال ۲۰۰۹ با سرمایه گذاری در حدود یک میلیارد دلار بزگترین مزرعه تولید الکتریسیته از انرژی باد را که شامل ۱۰۰ تا ۱۵۰ توربین بادی است در شمال اروپا ایجاد می کند.

این مزرعه بادی بایش از ۲تراوات ساعت برق در سال تولید خواهد کرد.

گفتنی است کشور سوئد قصد دارد سرمایه گذاری های بیشتری در امر تولید برق از انرژی های تجدیدپذیر انجام دهد. این کشور هفته گذشته به منظور جلوگیری از آسیب رساندن به محیط زیست فعالیت یک راکتور هسته ای خود را برای همیشه متوقف کرد.

کانادا و احداث یک نیروگاه بادی ۳۰ مگاواتی

اداره انرژی استان"آلبرتا" کانادا مجوز احداث یک نیروگاه بادی ۳۰ مگاواتی را به سه شریک این پروژه داد. این نیروگاه شامل ۲۰ توربین ۱/۵ مگاواتی خواهد بود

انتظار می رود که با احداث این نیروگاه بادی در نزدیکی "تابر" در ایالت آلبرتا کانادا ، برق مورد نیاز ۱۴ هزار خانوار این ایالت تامین شود و همچنین سالانه از انتشار معادل دست کم ۸۸ هزار تن گاز "دی اکسید کربن" جلوگیری شود

سه شرکت" سانکر انرژی" ، "ئی.اچ.ان ویند پاور کانادا" و "انبریج" در این پروژه مشارکت دارند . این شرکت ها همچنین درخواستی را برای استفاده از اعتبارات دولتی در چارچوب برنامه "مشوق تولید انرژی بادی" مطرح کرده اند

هزینه این پروژه نیروگاه بادی موسوم به "چین چیوت" ۶۰ میلیون دلار اعلام شده و انتظار می رود که عملیات اجرایی آن در ماه جاری (سپتامبر) آغاز شود .

پیش بینی می شود که بهره برداری از این نیروگاه در اواخر سال ۲۰۰۶ آغاز شود .

سه شریک یاد شده همچنین مالکیت نیروگاه بادی ۳۰ مگاواتی "ماگرات" را در جنوب آلبرتا در اختیار دارند

چین و احداث اولین نیروگاه بادی برون ساحلی

چین قصد دارد سال میلادی آینده ساخت اولین نیروگاه بادی برون ساحلی این کشور را به منظور رویارویی با مشکل کمبود برق در شمال این کشور شروع کند .

به گزارش "شانا" به نقل از خبرگزاری فرانسه ، این نیروگاه که هزینه آن ۹ میلیارد "یوان" (۱/۱ میلیارد دلار) براورد شده است در "خلیج بوهای" در استان "هبی " ساخته خواهد شد.

خبرگزاری "شین هوا" چین با اعلام این خبر افزود که ساخت این نیروگاه بادی در سه ماهه سوم سال ۲۰۰۶ آغاز می شود اما انتظار نمی رود که کار نصب تمامی توربین های بادی این نیروگاه تا پیش از سال ۲۰۲۰ پایان یابد .

این نیروگاه بادی برون ساحلی در نهایت ظرفیت تولید یک میلیون کیلو وات برق را خواهد داشت .

بر اساس این گزارش ، چین در سال ۲۰۰۴ ظرفیت جدید تولید ۵۰ میلیون کیلووات برق را نصب کرد و پیش بینی می شود ظرفیت مجموع تولید برق این کشور در سال ۲۰۰۷ به ۶۵۰ میلیون کیلووات افزایش یابد .

افزایش مصرف انرژی ناشی از رشد اقتصاد چین به کمبود برق در این کشور منجر شده است که از این رو منابع جایگزین انرژی از قبیل انرژی باد از جذابیت بیشتری در چین برخوردار شده اند .

تایوان استفاده از انرژی باد را توسعه می دهد

شرکت دولتی برق تایوان (تای پاور) قصد دارد برنامه بلندپروازانه ای را در زمینه پروژه های انرژی بادی با هزینه دست کم ۱۲۰ میلیارد دلار تایوان (۷۶/۳ میلیارد دلار آمریکا) اجرا کند .
به گزارش "شانا" به نقل از خبرگزاری فرانسه ، دولت تایوان خواستار آن است که تا سال ۲۰۱۱ ، ده درصد از برق این کشور را از منابع تجدیدپذیر انرژی از جمله منابع آبی ، انرژی های بادی و خورشید تولید کند .
میزان تولید برق از منابع تجدیدپذیر انرژی در تایوان اکنون ۴۵/۵ درصد از مجموع برقی است که از منابع دیگر از جمله منابع فسیلی تولید می شود .
چن وو هسیونگ ، رییس بخش توسعه انرژی بادی در شرکت برق تایوان گفت : از آنجا که انرژی برق آبی در تایوان اشباع شده و توسعه انرژی خورشیدی نیز از حیث تجاری امکان پذیر نیست ، از این رو انرژی بادی در یک دهه آینده بهترین منبع بالقوه انرژی پاک در تایوان خواهد بود .
شرکت برق تایوان "تای پاور" که در حال حاضر ۳۰ توربین بادی با ظرفیت تولید ۴/۵ مگاوات برق دارد ، قصد دارد تا پیش از پایان سال ۲۰۱۰ ، دویست توربین بادی دیگر در تایوان و جزیره "پنگهو" در تنگه تایوان احداث کند .
نصب و راه اندازی هر توربین بادی دست کم یکصد میلیون دلار تایوان هزینه دارد .
چن خاطرنشان کرد : پس از احداث و نصب این توربین ها ، مکان های لازم در خشکی برای نصب توربین های بادی بیشتر وجود نخواهد داشت و از آن پس توربین های بادی باید در مناطق برون ساحلی احداث شوند .
بر اساس این گزارش ، تای پاور قصد دارد در فاصله سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ ، ۵۴۶ توربین برون ساحلی نصب کند که هر یک از این توربین ها ظرفیت تولید ۶/۳ مگاوات برق را خواهد داشت .
بر اساس این گزارش ، همزمان با افزایش مداوم قیمت نفت خام در بازارهای جهانی ، درخواست برای ایجاد تنوع در منابع تولید انرژی در تایوان نیز افزایش یافته است .
این در حالی است که تایوان هم اکنون تقریبا تمامی انرژی مورد نیاز خود را وارد می کند .
دست کم چهار شرکت خصوصی از جمله شرکت "اینفرا وست ویند پاور" مستقر در آلمان ، درصدد همکاری با شرکت تای پاور تایوان در زمینه اجرای پروژه های انرژی بادی هستند .

نقشه سرعت و جهت وزش جریانهای باد در کره زمین ترسیم شد

شرکتهای تولید برق بادی از این پس می توانند از نقشه جدیدی استفاده کنند که در آن موقعیت جغرافیایی مناطقی در سراسر جهان که از شرایط مطلوب و مناسبی در زمینه استمرار جریان باد با سرعت زیاد، برخوردارند. مشخص و ترسیم شده است.

به گزارش ارتباط امور انرژی به نقل از پایگاه لایوساینس با استفاده از این نقشه دریافتند که می توان از نیروی باد ۴۰ برابر میزان مورد نیاز کنونی جهان برق تولید کرد.
دانشمندان تا کنون اطلاعاتی در باره سرعت باد در نزدیک به ۸۰۰۰ منطقه در سطح کره زمین گردآوری کرده اند.
دانشمندان سرعت باد را در ۸۰ متری سطح زمین اندازه گیری کردند که برابر با ارتفاع پایه های توربینهای بادی پیشرفته است.
در این پژوهش سرعت باد در ایستگاههای مستقر در سطح زمین تنها ۱۰ متر در ساعت اندازه گیری شده اما متخصصان و دانشمندان موفق شده که با شیوه ها و روش های جدیدی که ابداع کرده سرعت باد را در ارتفاعات بسیار بالاتر اندازه گیری کنند.
دانشمندان دریافته اند که در ۱۳درصد از ۸ هزار ایستگاه، میانگین سالانه سرعت وزش باد به میزان ۳ درجه است که سرعت باد درجه ۳ بیشتر از ۶/۹ متر در ثانیه است که به معنای آنست که ۱۳ درصد از مجموع ۸ هزار ایستگاه مورد بررسی دانشمندان از توان کافی برای تولید برق قابل صرفه یا اقتصادی برخوردارند.
به گفته کریستیان آرچر پژوهشگر از دانشگاه استنفورد، چنانچه بطور اتفاقی ۱۰ مکان روی سیاره زمین برگزینید، یک یا دو ایستگاه حتما برای تولید برق مناسب خواهد بود.
در صورت استفاده از جریان باد در مکانهایی که باد درجه ۳ یا با سرعت بیشتر می وزد می توان ۷۲ تراوات برق تولید کرد که برای روشن کردن ۱/۲ هزار میلیارد لامپ ۶۰ وات یا بکار انداختن ۴۸ میلیارد دستگاه توستر کافی خواهد بود.
به گفته آرچر حدود ۲/۵ میلیون توربین بادی که بتوانند حدود ۲۰٪ نیروی باد قابل دسترس را بر اساس نقشه جدید به نیروی برق تولید کنند. برای برآورده کردن تمامی نیروی برق مورد نیاز جهان کافی خواهد بود.
اما وزش باد مداوم نخواهد بود و نمی توان تولید برق توربینهای بادی را بگونه ای تنظیم کرد که متناسب با میزان مصرف برق باشد.
آرچر امیدوار است که روزی کل برق مصرفی کره زمین از انرژی های سبز مانند نیروی باد تامین شود و کمبودهای آن نیز از انرژیهای قابل اتکا و مورد اعتماد تر و سنتی مانند سوختهای فسیلی تامین گردد.
نقشه جدید به شرکتهای تولید برق بادی مناطقی را به شرکتهای تولید برق بادی نشان می دهد که در آنها می توانند بیشترین استفاده را از نیروگاههای بادی خود بعمل آورند و بیشتر این مکانها نزدیک نوارهای ساحلی قرار گرفته اند.

برسی استفاده از انرژی باد خاور میانه:مزرعه های بادی محل برداشت انرژی

مهمترین مسئله در استفاده از انرژی های نو که غالبا تجدید پذیر هم هستند، صرفه اقتصادی آنهاست. یکی از این منابع بیکران انرژی که در کشور ما هم امکان استفاده گسترده از آن مطرح است انرژی باد است

با علم به اینکه منابع انرژی فسیلی، مسلما روزی به پایان خواهند رسید، محققان و دولتمردان در سراسر جهان از چند دهه پیش به فکر منابع جایگزین بوده اند. در این زمینه گزینه های متفاوتی وجود دارد. از رآکتورهای هسته ای گرفته تا قدرت امواج دریاها و اقیانوس ها. مهمترین مسئله در استفاده از انرژی های نو که غالبا تجدید پذیر هم هستند، صرفه اقتصادی آنهاست. مثلا در مورد انرژی خورشیدی - به عنوان یکی از پرمصرف ترین انرژی های نو - هنوز مسئله نحوه کاربرد در شرایط محیطی و جغرافیایی متفاوت به صورت جدی مطرح است. یکی از این منابع بیکران انرژی که در کشور ما هم امکان استفاده گسترده از آن مطرح است انرژی باد است.

در مورد منشا انرژی باد و کلا منابع تجدید پذیر و حتی انرژی موجود در سوخت های فسیلی باید به خورشید اشاره کرد. خورشید در هر ساعت ۱۰۰ /۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰کیلووات ساعت انرژی به زمین می تابد که در حدود یک تا دو درصد این انرژی بیکران توسط باد جذب و جا به جا می شود. در مورد جا به جایی باد هم می توان به مناطق سرد وگرم موجود در زمین اشاره کرد. مناطق استوایی که پست ترین مناطق کره زمین محسوب می شوند بیشترین میزان تابش را از خورشید دریافت می کنند و به همین خاطر گرم ترین مناطق کره زمین هم هستند. این جریان بسیار گرم به دلیل سبکی آن تا ارتفاع ۶ مایلی (۱۰ کیلومتری) زمین بالا می رود و سپس از آنجا به شمال و جنوب پخش می شود و همین امر باعث بروز جریان باد می شود. وجود چنین جریانی علاوه بر حرکت باد به چرخش زمین هم مربوط می شود.

برای استفاده از این منبع تجدید پذیر و بدون آلودگی انرژی، تنها کافی است امکانات و تجهیزات مناسب در مسیر باد قرار بگیرند. از اولین موارد استفاده از انرژی باد می توان به قایق های بادبانی اشاره کرد. از دیگر استفاده های سنتی از باد می توان آسیاب های بادی را نام برد. در ایران هم به نوعی می توان بادگیرهای ساختمان های مناطق کویری را نام برد، اما امروزه استفاده از انرژی باد نیاز به فن آوری های بسیار پیشرفته ای دارد که در اختیار هر کشوری قرار ندارد.

به صورت کلی می توان گفت میزان استفاده از باد نسبت مستقیم با پیشرفته بودن کشورها دارد. این بدان معنا نیست که کشورهای در حال رشد با این انرژی بیگانه هستند، بلکه آنها فعلا در مرحله آغازین استفاده از انرژی باد هستند. در کشور ما استفاده از انرژی باد چندان نوپا نیست. اگر از راه

قزوین به رشت سفر کنید، در منجیل توربین های بلند و عظیمی را مشاهده خواهید کرد که با گردش باد به حرکت درمی آیند و الکتریسیته تولید می کنند.
بنا بر اعلام یکی از محققان سازمان انرژی اتمی، میزان نهایی تولید انرژی برق توسط باد در ایران، ۶۵۰۰ مگاوات تخمین زده شده است. ساخت تاسیسات بادی در ایران از ۸ سال پیش در دو فاز شروع شد. در فاز اول مسئولان و محققان مرکز پیشبرد انرژی های تجدید پذیر سازمان انرژی اتمی برنامه های کامپیوتری و ساختار نرم افزاری طرح را آزمایش کردند. در فاز دوم مناطق مناسب برای ایجاد مزرعه بادی شناسایی شدند و با توجه به میزان و سرعت باد، توربین های مناسب مشخص شدند. مناطق انتخاب شده (منجیل و رودبار) تقریبا در تمامی فصول سال دارای وزش مناسب باد هستند.
پـــس از نـصـــب موفقیت آمیز توربین ها در دو منطقه یاد شده، اولین برنامه مدون ایران برای تولید ۱۰ مگاوات الکتریسیته برنامه ریزی شد و از سال ۷۷ احداث اولین مزرعه بادی کاربردی در ایران شروع شد. این پروژه توسط بانک جهانی حمایت می شود و با اتمام آن ایران می تواند به عنوان اولین کشور خاورمیانه به صورت کاربردی از انرژی باد برای تولید الکتریسیته استفاده کند.
از دیگر کشورهای خاورمیانه که به صورت جدی در زمینه استفاده از انرژی باد فعال هستند، می توان به امارات متحده عربی، عربستان سعودی، لبنان و سوریه اشاره کرد. در این میان اوضاع در سوریه بسیار بحرانی است، چون منابع نفتی سوریه فقط تا ۱۰ سال دیگر به پایان خواهند رسید و این کشور ناگزیر به استفاده از منابع جدید انرژی است. در عربستان به دلیل وفور چاه های نفتی موضوع انرژی های نو چندان جدی گرفته نمی شود. فعلا تنها مورد مصرف انرژی نو در این کشور را می توان چراغ های خورشیدی که در تاسیسات نفتی عربستان مورد استفاده قرار می گیرند، دانست. در مورد انرژی باد در عربستان، فقط می توان به تحقیقات مقدماتی محدودی اشاره کرد. در امارات متحده عربی به دلیل شرایط کویری، استفاده از انرژی خورشیدی رواج بیشتری دارد. البته این کشور مصرانه خواهان استفاده از انرژی باد است. تخمین زده می شود امارات بتواند یکهزار مگاوات برق از انرژی باد تولید کند. به همین خاطر امارات اولین مزرعه بادی خود را در جزیره بانیاس ساخته است. در فجیره هم قرار است چند پارک بادی ساخته شود. هر کدام از این پارک ها می تواند سالانه ۱۵۰ تا ۲۰۰ مگاوات الکتریسیته تولید کند.
باید منتظر ماند و دید آیا روزی قلب نفتی جهان ، بادی خواهد شد.

ایران و استفاده از انرژی باد

ایران از جمله نقاط منحصر به فرد در دنیا محسوب می‌شود که هم به لحاظ انرژی های فسیلی و هم از نظر انرژی های تجدیدپذیر استعدادهای بسیار مناسبی دارد. با وجود این به دلایل مختلفی نظیر ارزانی قیمت حامل های انرژی فسیلی، نبود فناوری استفاده از انرژی های تجدیدپذیر در کشور، فرهنگ حاکم بر مصرف انرژی ،به کارگیری وسیع و عملی از انرژی های تجدیدپذیر به عنوان منبعی قابل اعتماد در تامین انرژی ،این انرژی ها در کشور، مورد غفلت واقع شده و برنامه ریزی های مناسبی در این باره نشده است. وجود نواحی سوزان در مرکز، جنوب و بخشی از جنوب شرق ایران، وزش باد های موسمی و دائم در بخش های غربی و شمال غرب و رودخانه های بزرگ در بخش های بزرگی از کشور، منابع بزرگی از این انرژی ها را در دسترس قرار داده است که در صورت توجه جدی تر، می توان استفاده از این انرژی ها را افزایش داد.

انرژی باد با ساخت ماشین های اولیه بادی در روزگار قدیم مورد استفاده قرار گرفت. شاید نخستین ماشین های بادی را ایرانیان و یونانیان ساخته باشند. ایرانیان برای خرد کردن دانه ها و مصری ها، رومی ها و چینی ها برای قایقرانی و آبیاری از انرژی باد استفاده کرده اند.

بعد ها استفاده از توربین های بادی با محور قائم در کشور های اسلامی معمول شد. سپس دستگاه های بادی با محور قائم با میله های چوبی توسعه یافت؛ به طوری که در اواسط قرن نوزدهم در حدود ۹ هزار ماشین بادی به منظورهای گوناگون مورد استفاده قرار می گرفت.

انرژی بادی به طور عمده به وسیله توربین های بادی سه پره ای بسیار بزرگ تولید می شود که بر بالای برجک های بلندی قرار می گیرند و مانند پنکه هایی کار می کنند که به حالت عکس می گردند. این توربین ها به جای آن که از برق برای ایجاد باد کمک بگیرند، از باد برای تولید برق استفاده می کنند. باد پره ها را به چرخش در می آورد و پره ها محوری را می چرخانند که به یک ژنراتور متصل است، در نتیجه این چرخش، برق تولید می شود. توربین هایی که در ابعاد صنعتی برای ارائه خدمات عمومی ساخته می شوند، قادرند از ۷۵۰ کیلووات تا ۱/۵ مگاوات برق تولید کنند. منازل، دیش های ارتباطات راه دور و پمپ های آب از توربین کوچکی استفاده می کنند که کمتر از ۵۰ کیلووات برق تولید می کند. توربین های بادی سه پره در خلاف جهت باد و پره هایشان رو در روی باد قرار می گیرد. نوع متداول دیگر توربین بادی، توربین دوپره است که در مسیر موافق باد قرار داده می شود. فناوری استفاده از باد برای ایجاد برق، جزء منابع جدید تولید برق است که امروزه سریع ترین رشد را در سطح جهانی دارد.

انرژی باد می‌تواند هر سال 5800 کوادریلیون بی.تی.تو انرژی تولید کند. این مقدار ۱۵ برابر مصرف انرژی جاری جهان است) هرکوادریلیون بی.تی.یو برابر ۱۷۲ میلیون بشکه نفت است).براساس برخی گزارش های منتشر شده، ظرفیت نصب توربین های بادی در جهان از اوایل دهه ۹۰ هر سه سال دو برابر شده است. البته این رشد از سال ۲۰۰۰ به بعد بسیار سریعتر بوده است. در واقع با قاطعیت می توان اعلام کرد که هیچ کدام از فناوری های انرژی ،دارای چنین نرخ رشدی نیستند.
وضعیت فناوری توربین های بادی را می توان به دو بخش تقسیم کرد: نخست اجزای ساخت داخل که دانش فنی آن موجود است و در کارخانجات کشور تولید می شود؛ از قبیل پره ها، بدنه، دماغه، برج و دوم اجزای وارداتی که دانش فنی آنها موردنیاز است و روی فناوری آنها باید تحقیق شود. این تجهیزات در گام اول باید وارد شوند و از طریق مهندسی معکوس در صورت دارا بودن توجیه اقتصادی نسبت به تولید آن در کشور اقدام کرد که شامل ژنراتور، گیربکس، بلبرینگ، تجهیزات جانبی هیدرولیک، سیستم های کنترلی الکتریکی و مونیتورینگ و سیستم های گردان YAWاست. در روند توسعه این فناوری ها، توجه به محورهای زیر در برنامه های ملی ضروری است: زیر ساختارها، امکانات و تجهیزات، ارتباطات و اطلاعات، منابع مالی و اعتباری، توسعه منابع انسانی، توسعه استانداردها و ارزیابی و نظارت.
یکی از بحث هایی که در اقتصاد ما همواره مطرح بوده، مزیت نسبی کشور ما در برخی از فعالیت های اقتصادی است و به طور منطقی توصیه می‌شود که باید بر این مزیت نسبی تاکید و فعالیت های اقتصادی به سمت توجه به این مزیت های نسبی سوق داده شود. برای نمونه، ما در مورد انرژی مزیت نسبی داریم، زیرا مواد اولیه و پایه ای زیر بنایی آنها در ایران وجود دارد.نکته مهم تر تولید انرژی از طریق نیروگاه ها (هسته ای، آبی و گازی و یا ترکیبی) نیازمند تامین بعضی از تجهیزات به ویژه در زمینه کنترل دیجیتال فرآیند هاست که این خود از طریق واردات قابل حل و بحث خروج ارز برای تامین و یا تعمیر آنها همواره مطرح است؛ از این رو استفاده از فناوری بهره برداری از انرژی های تجدیدپذیر(خورشیدی و باد (به واردات و در نتیجه ارزبری زیاد نیاز ندارد، بلکه امکان صادرات تجهیزات و یا انرژی حاصل از ایجاد این گونه نیروگاه های تجدید پذیر در کشور می تواند مطرح باشد.

درخصوص فناوری مرتبط با تولید محصولات مورد بحث در این پروژه باید اذعان کرد که با توجه به ارزان بودن انرژی و نیروی کار زیاد و ارزان، امکان رقابت در سطح بین المللی وجود دارد به شرط آن که در تولید تجهیزات از فناوری روز دنیا (بحث اتوماسیون در خطوط تولید) استفاده شود.
انرژی بادی نیز همانند انرژی خورشید پیش تر استفاده می شده است. توربین‌های بادی و مزارع بادی تنها در جایی که باد مداوم می وزد، قرار گرفته‌اند. در امتداد بیشتر سواحل آمریکا، شرایط خوبی برای استفاده از انرژی بادی وجود دارد، مردم زیادی خواستار قرارگیری توربین‌ها در سواحل هستند. باد منبع انرژی تجدید پذیری‌است که آلودگی به همراه ندارد و از این رو برخی آن را جانشین خوبی برای

سوخت فسیلی می‌دانند. یکی از نکات برتر سیاست زیست محیطی، حفظ شرایط آب و هوایی است. کاهش گازهای آلاینده در کنار کاهش مصرف سوخت های فسیلی و استفاده بیشتر از انرژی های پاک صورت می گیرد.

مناطق باد خیزدر ایران

ایران کشوری با باد متوسط است ولی برخی از مناطق آن باد مناسب و مداومی برای تولید برق دارد. تاکنون در راستای اهداف استفاده از انرژی های نو، مجموعا" بیش از ۴ مگاوات نیروگاههای بادی در منطقه منجیل و رودبار نصب شده است. ۱۱ واحد در منطقه منجیل و رودبار نصب شده است که قدرت سه واحد آن هر کدام ۵۵۰ کیلووات و مابقی هر کدام ۳۰۰ کیلووات قدرت دارد.

در جدول زیر توان قابل بهره برداری باد در چند منطقه بادخیز نشان داده شده است.

جدول: توان قابل بهره برداری باد در مناطق مختلف

منطقه	توان باد (وات بر مترمربع)	توان قابل بهره برداری (وات بر مترمربع)
منجیل	۳۱۷/۳۹	۳۸/۱
اردبیل	۱۴۵/۷۲	۱۷/۵
زابل	۲۹۶/۶۳	۳۵/۶
جاسک	۱۱۳/۹۹	۱۳/۷
آبادان	۵۱/۰۹	۶/۱
چابهار	۳۶/۳۳	۴/۴
بیرجند	۶۵/۴۸	۷/۹
همدان	۴۰/۱۲	۴/۸
زاهدان	۶۸/۲۵	۸/۲
اهواز	۲۶/۸۶	۳/۲
شاهرود	۲۱/۳۷	۲/۶
دزفول	۱۸/۶۰	۲/۲

KW۶۰۰ منجیل

درصد اجرا 100% :

شناسنامه طرح

عنوان طرح: توربین بادی KW۶۰۰ منجیل | نام پروژه: KW۶۰۰

نوع طرح: Wave and Wind

شماره پروژه: ۰۱

نحوه اجرا: | مشاور: آیوازیان | پیمانکار: سدید

صبا نیرو | کل اعتبار ریال

شهر اجرا: روستای بابائیان - منجیل- گیلان

تاریخ تخمین پایان ۱۳۸۰: | تاریخ آغاز ۱۳۷۶: | تاریخ خاتمه ۱۳۸۰:

وضعیت پروژه: در حال بهره برداری

اهداف طرح:

ارزش این توربین وقتی معلوم می شود که بدانیم در این راه ایران ششمین کشوری است که دانش ساخت توربین بادی را بدست آورده است.

مشخصات فنی

جهت دوران: در جهت عقربه های ساعت - جهت وزش باد: روبرو - حداقل سرعت باد: m/s5 - حداکثر سرعت باد: m/s25 - جنس دکل: ستون فولادی استوانه ای - توان نامی: ۶۰۰ کیلووات در سرعت باد m/s19 - ولتاژ خطی : ۶۹۰ ولت - وزن پروانه: ۸ تن - وزن اتاقک: ۳۰ تن - وزن دکل: ۴۵ تن / مشخصات فنی توربین: قطر پروانه: ۴۱ متر تعداد پره: ۳ عدد جنس پره ها: فایبرگلاس سطح

توضیحات

اولین پروژه موفق گروه باد راه اندازی توربین بادی ۶۰۰ کیلووات در منطقه بابائیان شهر منجیل استان گیلان می باشد قرارداد ساخت این توربین در سال ۱۳۷۶ با موسسه آیوازیان و همکاران که یک شرکت ایرانی می باشدمنعقد می گردد.این توربین که تماماً با دانش فنی داخلی راه اندازی شده است در طول ساخت همواره از نظریات کارشناسی این گروه استفاده نموده است. مراحل ساخت این توربین از آغاز قرارداد تا مرحله نصب ۴ سال بطول انجامید و در این راه بسیاری از مشکلات فنی و تخصصی از سر راه بر داشته شده است تا عاقبت در سال ۱۳۸۱ توربین آماده نصب گردید.

مزرعه بادی ۶۰ مگاوات

درصد اجرا 100% :

شناسنامه طرح

عنوان طرح: ایجاد یک نیروگاه بزرگ بادی ۶۰ مگاوات | نام پروژه:مزرعه بادی

نوع طرح: Wave and Wind

شماره پروژه:۰۴

نحوه اجرا: سازمان انرژیهای نو ایران | مشاور:

پیمانکار: | کل اعتبار ریال

شهر اجرا: منجیل

تاریخ تخمین پایان : | تاریخ آغاز : | تاریخ خاتمه :

وضعیت پروژه: اجرا شده

اهداف طرح

ارزیابی و برآورد انرژی تولیدی نیروگاههای بادی با ظرفیت مشخص ارزیابی اقتصادی و مسائل مالی پروژه ارزیابی منافع و صدمات احتمالی تخمین کاهش انتشار آلاینده ها و گازهای گلخانه ای برآورد منافع اقتصادی و اجتماعی حاصله برای جوامع محلی ساکن در اطراف مزرعه بادی

مشخصات فنی

سایتهایی که مطالعه مذکور روی آن انجام شده است در منطقه منجیل واقع در شمال ایران و در دامنه جنوبی رشته کوه البرز در فاصله ۲۲۰ کیلو متری از تهران واقع می باشند.بر اساس اطلاعات بدست آمده از ایستگاههای هوا شناسی واقع در نزدیکی محل مورد بحث، متوسط سالانه دما C۱۹/۲ ، متوسط بارش سالانه mm۵۵۱ و متوسط سالانه سرعت وزش باد در ارتفاع ۱۰ متری ۵/۴ متر بر ثانیه می باشد که باد غالب در محدوده شمال تا شمال غربی واقع است. لازم به ذکر است که محاسبات تولید انرژی حاصله و محاسبات اقتصادی مربوطه بر اساس همین اطلاعات موجود هوا شناسی صورت پیرفته است.لیکن اخیراً وزارت نیرو نسبت به نصب ایستگاههای اندازه گیری باد اقدام نموده(البته دوره یکساله ثبت آمار باد به اتمام نرسیده) که نتایج مقدماتی، سرعت میانگین بالاتری را نسبت به رقم در نظر گرفته شده فوق نشان می دهد که طبیعتاً تاثیر اقتصادی بهتری را برای پروژه به همراه خواهد داشت. در این مطالعه، سه

سایت مختلف در منطقه مذکور مورد بررسی قرار گرفته اند که برای سهولت آنها را سایتهایA,BوC می نامیم: سایت A(سیاهپوش) در یک منطقه هموار و طویل از شرق تا غرب در ضلع جنوبی سد سفید رود واقع می باشد که ارتفاع متوسط آن از سطح دریا بین ۳۵۰ تا ۴۰۰ متر است.به دلیل نزدیکی سایت به سد، احداث مزرعه بادی چشم انداز زیبایی را در منطقه پدید می آورد.اتصال به شبکه به سهولت در این سایت انجام می شود و دسترسی به جاده موجود آن آسان است.به خاطر دوری نسبی منازل مسکونی، ایجاد سرو صدا مسئله ساز نیست. سایت B(بابائیان) در یک ناحیه تپه ای در ۵,۵ کیاومتری شرق دریاچه سد واقع است. ارتفاع از سطح دریا ۵۰۰ تا ۶۰۰ متر است و خاک آن از نوع سخت می باشد.از نظر اتصال به شبکه مشکلی ندارد. در مسیر بادهای قوی شمالی واقع است. در مجاورت آن یک مرکز آموزش نظامی قرار دارد. سایت C(علی آباد) در یک منطقه باریک تپه ای واقع است که حد اکثر ارتفاع آن در قله حدود ۲۰۰۰ متر از سطح دریا می باشد.این سایت در مجاورت مرز شمالی دریاچه سد قرار دارد. ارتفاع از سطح دریا ۶۰۰ تا ۷۰۰ متر است.اتصال به شبکه آسان است.ولیکن دسترسی به جاده های موجود دشوار است و مناطق اطراف سایت غیر مسکونی هستند.

توضیحات

بزرگترین و جسورانه ترین طرح احداث نیروگاه های بادی در کشور است. این طرح ابتدا با ایده ایجاد یک نیروگاه بزرگ بادی توسط مدیریت سانا و گروه بادی پایه ریزی شد. منابع مالی اصلی طرح سرمایه گذاری از طرف بخش صنعت و انرژی ژاپن می باشد.

فصل ششم:انرژی زمین گرمایی

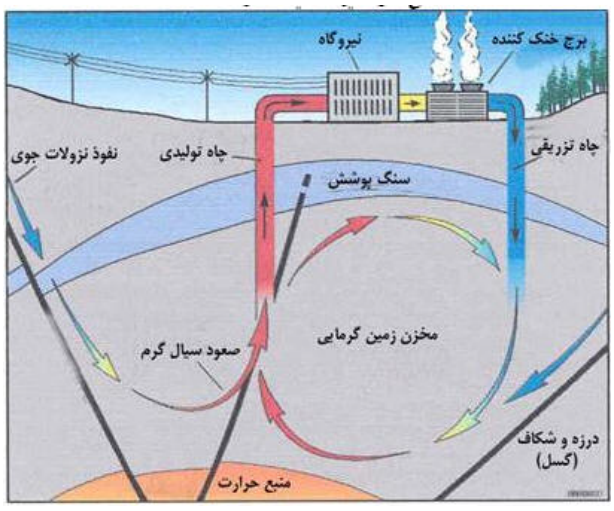
آشنایی با انرژی زمین گرمایی

در این نوشتار کاربردهای گوناگون انرژی زمین گرمایی به طور اجمال مورد بررسی‌قرار می‌گیرد. به دلیل گستردگی موارد مزبور سعی شده است که تا حدامکان مهمترین کاربردهای انرژی زمین گرمایی مطرح شود.

پس از انجام مطالعات اکتشافی و نیز حفر چاههای اکتشافی و تولیدی در یک میدان‌زمین گرمایی، نوبت به استفاده از مخزن یا مخازن زمین گرمایی مربوط، می‌رسد. درواقع درجه حرارت منبع زمین گرمایی، تعیین کننده نوع کابرد آن است. امروزه منابع‌زمین‌گرمایی را بر اساس درجه حرارت مخزن به سه دسته کلی حرارت بالا، متوسط وپایین تقسیم می‌کنند. مبنای این تقسیم بندی، درجه حرارت مخزن در عمق یک کیلومتری‌زمین است. به این ترتیب که اگر درجه حرارت مخزن در عمق مزبور بیش از ۲۰۰ درجه‌سانتیگراد باشد آن را حرارت بالا می‌نامند. درجه حرارت مخازن حرارت متوسط و پایین‌به ترتیب بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ و کمتر از ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد است.

امروزه از مخازن زمین گرمایی به دو صورت عمده تولید برق و کاربرد مستقیم انرژی‌حرارتی استفاده می‌شود.

تولید برق.



به منظور تولید برق از انرژی‌زمین‌گرمایی، سیال مخزن) آب داغ یا بخار) ازطریق چاههای حفر شده به سطح زمین‌هدایت و پس از به چرخش در آوردن توربین‌در نیروگاه، برق تولید می‌شود. بدیهی است که از مخازن حرارت بالا، بیشتر برای تولید برق استفاده می‌شود.سیکلهای تولید برق نیروگاههای زمین‌گرمایی مختص این قبیل نیروگاههابوده و با سیکلهای تولید برق نیروگاههای‌متعارف فرق می‌کنند.

ایتالیا نخستین کشوری بود که در سال۱۹۰۴ توانست از انرژی زمین گرمایی، برق‌تولید کند. در سال ۱۹۳۰ نیروگاه زمین‌گرمایی‌لاردرللو این کشور بالغ بر ۱۳۷ مگاوات برق‌تولید می‌کرد. در جریان جنگ دوم جهانی این‌نیروگاه منهدم شد و ظرفیت تولید آن پس ازبازسازی در سال ۱۹۵۷ به بیش از

۳۸۰مگاوات رسید. در سال ۱۹۵۸ کشور نیوزلندبرای نخستین بار به کمک آب داغ خروجی ازمخازن زمین گرمایی، برق تولید کرد.
تا اواخر دهه ۵۰ میلادی تولید برق ازمنابع زمین گرمایی به کندی رشد می‌کرد ولی به تدریج با افزایش قیمت سوختهای فسیلی،کشورهای گوناگون تمایل بیشتری به سمت‌انرژیهای تجدیدپذیر از خود نشان دادند.درحال حاضر ۲۲ کشور جهان به کمک انرژی‌زمین گرمایی متجاوز از هشت هزار مگاوات برق تولید می‌کنند که در مقایسه با سایر انواع‌انرژیهای تجدیدپذیر، رقم قابل توجهی‌است.
مخازن زمین گرمایی به دو دسته عمده‌مخازن بخار بالنده و آب بالنده تقسیم‌می‌شوند که به ترتیب حاوی بخار و آب داغ‌است. تعداد مخازن بخار بالنده در جهان‌بسیار کم است در حالی که مخازن آب بالنده‌بسیار فراوانترند.
تولید برق از انرژی زمین گرمایی به‌کمک سیکلهای ویژه‌ای صورت می‌گیرد که در ادامه به آنها اشاره می‌شود.
سیکلهای تولید برق از منابع زمین گرمایی
سیکل تولید برق از مخازن بخار بالنده
در این سیکل، بخار خروجی از چاه ابتدابه منظور جداسازی ذرات سنگ آن وارد یک‌فیلتر شده و سپس مستقیما به سمت توربین‌هدایت می‌شود. در گذشته بخار خروجی ازتوربین در هوای آزاد رها می‌شد که امروزه‌برای افزایش کارایی سیکل و نیز حفظمحیطزیست، بخار خروجی به داخل یک کندانسور هدایت و سپس آب داغ تولید شده‌مجدد به درون مخزن تزریق می‌شود. میزان‌کارایی این سیکل حدود ۵۰ درصد است.
سیکلهای تولید برق از مخازن آب داغ‌بالنده
در این دسته سیکلهای تولید برق، سیال‌زمین گرمایی پس از خروج از چاه، وارد یک جداکننده شده و بخار حاصل، به سمت‌توربین و آب داغ، به سمت چاههای تزریقی وبرج خنک کننده، روانه می‌شود. حال، برحسب این که عمل جدایش یا تبخیر آنی دریک مرحله یا دو مرحله انجام شود و برحسب وجود یا عدم وجود کندانسور، سه نوع سیکل تبخیر آنی وجود دارد.
سیکل تبخیر آنی یک مرحله‌ای بدون‌کندانسور
در این سیکل، بخار پس از انجام کار درتوربین در هوای آزاد رها می‌شود. این سیکل‌علاوه بر این که محیط زیست را آلوده می‌کند،از بازده کمی نیز برخوردار است.
امروزه به جای این سیکل از انواع سیکلهای باکندانسور استفاده می‌شود. البته از این سیکل‌همچنان در نیروگاههای سرچاهی که اغلب‌دارای ظرفیت پایینی بوده و معمولا برای‌آزمایش چاهها بکار می‌روند، استفاده‌می‌شود.

-سیکل تبخیر آنی یک مرحله‌ای باکندانسور

در این سیکل، سیال زمین گرمایی پس‌از عبور از جداکننده به بخار خشک اشباع،تبدیل می‌شود. آب داغ باقی مانده در دستگاه‌به وسیله خطوط لوله به منبع آبهای زائدمنتقل شده و از آن جا به زمین، تزریق‌می‌شود. بخار خشک، بخش کوچکی از سیال خروجی چاه است که معمولا با فشاری کمتر ازهشت بار (bar) وارد توربین شده و پس ازخروج از توربین با آب خنک کن در کندانسورتماس مستقیم، مخلوط شده و قسمتی از آن‌توسط پمپ کندانسور - برج خنک کننده،گردش می‌کند و بخشی از آن از طریق‌چاههای تزریقی به زمین تزریق می‌شود.

سیکل تبخیر آنی دو مرحله‌ای

در سیکل دو مرحله‌ای، آب داغ و بخارطی دو مرحله از یکدیگر جدا می‌شوند. در این‌سیکل، دو دستگاه جداکننده فشار قوی و فشارضعیف وجود دارد. توربینی که در این سیکل‌بکار می‌رود نیز دارای دو طبقه فشارقوی وفشار ضعیف است. بخار خروجی از جداکننده،ابتدا به سمت بخش فشارقوی توربین وآب‌داغ خروجی به سمت جداکننده دوم‌هدایت می‌شود. سپس بخار خروجی ازجداکننده دوم به همراه بخار خروجی از طبقه‌فشارقوی به سمت طبقه فشار ضعیف توربین‌هدایت می‌شود. در نهایت آب خروجی ازجداکننده دوم به زمین، تزریق شده و بخارخروجی از توربین به سمت کندانسور هدایت می‌شود.

-سیکل دو مداره

از این سیکل برای تولید برق از مخازن‌زمین گرمایی حرارت پایین، استفاده می‌شود.حدود ۵۰ درصد مخازن زمین گرمایی دارای‌درجه حرارتی بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ درجه سانتیگراد است که اگر برای تولید برق از آنهااز سیکل تبخیر آنی استفاده شود، سیکل‌مزبور بازده بسیار پایینی خواهد داشت.بنابراین به منظور رفع این مشکل از سیکل‌دومداره استفاده می‌شود.

در این سیکل از سیال زمین گرمایی به‌عنوان منبع حرارت در یک سیکل بسته استفاده می‌شود که این حرارت باعث تبخیرسیال عامل می‌شود. مهمترین ویژگی سیال‌عامل، پایین بودن نقطه جوش آن است.سیالهای عاملی که عمدتا در نیروگاههای‌زمین گرمایی بکار می‌روند عبارتند ازایزوبوتان (با نقطه جوش ۱۰ تا ۱۴ درجه‌سانتیگراد در فشار اتمسفر)، فریون ۱۲ (بانقطه جوش -۲۱/۶ تا -۲۹/۸ درجه‌سانیتگراد در فشار اتمسفر)، آمونیاک وپروپان.

در این سیکل، آب داغ‌خروجی از چاه پس از گرم کردن سیال عامل‌در مبدل حرارتی به سمت چاههای تزریقی‌هدایت می‌شود. در مبدل حرارتی، سیال عامل به بخار فوق اشباع،

تبدیل می‌شود که در یک سیکل بسته، گردش می‌کند. بخار حاصل، توربین را به‌گردش درآورده و پس از تقطیر در کندانسورسطحی به سوی مبدل حرارتی، پمپاژمی‌شود.

از جمله مهمترین مزایای این سیکل،عدم وجود خوردگی یا رسوب گذاری توسطسیال عامل است. بنابراین در نیروگاههای‌دومداره، تجهیزات مهمی نظیر توربین وکندانسور از آسیب‌های ناشی از

خوردگی ورسوب‌گذاری مصون می‌مانند. مبدل حرارتی‌این سیکل از نوع لوله - پوسته‌ای است که درآن هیچ ارتباطی بین آب داغ و سیال عامل‌وجود ندارد. نخستین نیروگاه دومداره در جهان‌در سال ۱۹۶۷ در کامچاتکا واقع در روسیه‌نصب و راه‌اندازی شد که قدرت خروجی آن‌معادل ۶۷۰ کیلووات بود و در آن از گاز فرئون ۱۲ به عنوان سیال عامل استفاده می‌شد.

کاربرد مستقیم

کاربرد مستقیم انرژی زمین گرمایی به‌معنی بهره‌برداری بدون واسطه از انرژی‌حرارتی سیال زمین گرمایی است. در این‌حالت انرژی زمین گرمایی به انرژی‌الکتریکی تبدیل نمی‌شود بلکه به صورت‌مستقیم از انرژی حرارتی آن استفاده می‌شود. مخازن زمین گرمایی که دمای آنها ۶۵ تا۱۵۰ درجه سانتیگراد است برای تبدیل به‌انرژی الکتریکی دارای توجیه اقتصادی‌بالایی نیستند لذا این گونه مخازن‌زمین‌گرمایی برای بهره‌گیری مستقیم ازانرژی حرارتی، مناسب شناخته شده‌اند.مخازن زمین گرمایی حرارت پایین نسبت به‌مخازن حرارت بالا از گستردگی بیشتری‌برخوردارند. به عنوان مثال در کشور آمریکابیش از ۱۳۵۰ سیستم زمین گرمایی شناخته شده که پنج درصد آنها بیش از ۱۵۰درجه سانتیگراد و ۸۵ درصد آنها کمتر از ۹۰درجه سانتیگراد حرارت دارند.

سیالات مخازن حرارت پایین را می‌توان‌با دستگاههای حفاری چاههای آب، مورداستفاده قرار داد.

به منظور نشان دادن کاربرد انرژی‌زمین‌گرمایی یک محقق ایسلندی به نام‌لیندال نموداری تهیه کرده است که در آن‌موارد کاربرد سیالهای زمین گرمایی برحسب‌درجه حرارت آنها ارایه شده است.

کاربرد مستقیم انرژی زمین گرمایی ازگذشته‌های بسیار دور متداول بوده است.شواهد زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد بشردر طول تاریخ از آب داغ یا بخار طبیعی زمین‌به منظور استحمام، پختن غذا و گرم کردن‌محل زندگی خود استفاده می‌کرده است.

به دلیل گسترده بودن دامنه درجه حرارت‌سیال زمین گرمایی، کاربردهای آن نیز بسیار متعدد است. نکته بسیار مهم در کاربرد سیال‌زمین گرمایی، کیفیت شیمیایی آن است. به‌این معنی که اگر میزان املاح محلول آن کم باشد بدون کمک گرفتن از مبدل حرارتی‌می‌توان مستقیما آب داغ یا بخار را مورداستفاده قرار داد و در غیر این صورت برای‌استفاده از سیال باید از مبدل حرارتی، کمک گرفت که طبیعتا بازده سیستم مربوطه پایین‌تر خواهد بود. به عنوان مثال درریکیاویک، مرکز کشور ایسلند به دلیل وجود سنگهای آتشفشانی خاص، املاح محلول‌سیال خروجی از چاهها بسیار پایین بوده و در نتیجه سیال تولید شده مستقیما از چاهها به سیستمهای گرمایش منطقه‌ای هدایت می‌شود. در حال حاضر حدود ۵۵ کشورجهان از منابع زمین گرمایی به طور مستقیم استفاده می‌کنند.

موارد بهره‌برداری مستقیم از انرژی زمین‌گرمایی را می‌توان به ۶ رده تقسیم بندی کرد که عبارتند از:

گرمایش ساختمانها

کشاورزی
-دامپروری
-کاربردهای صنعتی
درمان بیماریها
سایر
در ادامه شرح مختصری در خصوص هریک از موارد فوق ارایه می‌شود.
گرمایش ساختمانها
در این کاربرد، آب داغ از چاه به فضاهای مسکونی، تجاری یا اداری منتقل شده وگرمایش فضاهای مزبور را تامین می‌کند. درصورت نامناسب بودن کیفیت آب از نظرشیمیایی، از مبدل حرارتی استفاده می‌شود.یکی از مزایای مهم سیستمهای گرمایشی زمین گرمایی این است که آب داغ پس ازتامین حرارت فضاهای مختلف، مجددا به‌درون مخزن زمین گرمایی تزریق می‌شود ودر نتیجه میزان آلودگی زیست محیطی آن‌بسیار پایین است.
شایان ذکر است امروزه انواع خاصی ازمبدلهای حرارتی وجود دارد که درون چاههای زمین گرمایی تعبیه شده و حرارت آب داغ‌مخزن را به آب شیرین درون مبدل، منتقل‌می‌کند. درجه حرارت آب گرم مورد نیاز برای‌سیستمهای گرمایشی ۶۰ درجه سانتیگراد یابالاتر است.
امروزه کشورهای ایسلند، فرانسه،آمریکا، مجارستان و ژاپن برای تامین حرارت‌سیستمهای گرمایش مرکزی خود از انرژی‌زمین گرمایی استفاده می‌کنند.
کشاورزی
عمده‌ترین کاربرد انرژی زمین گرمایی درزمینه فعالیتهای کشاورزی و تامین گرمایش‌گلخانه‌هاست. در برخی از مناطق سردسیرآب داغ مخازن زمین گرمایی برای گرم کردن‌خاکهای کشاورزی نیز استفاده می‌شود. این نوع کاربرد در کشورهای سردسیر، بسیارگسترش دارد. از جمله محصولاتی که به‌کمک این انرژی کشت می‌شود می‌توان به‌خیار، گوجه فرنگی، انواع گلها، گیاهان‌خانگی، نهال درختان و انواع کاکتوسها اشاره کرد. در بین کشورهای جهان، مجارستان ازنظر استفاده از گلخانه‌های زمین گرمایی،مقام نخست را دارد. برای گرم کردن گلخانه‌هامعمولا یا آب داغ را از لوله‌های فلزی عبورمی‌دهند یا این که مانند سیستمهای گرمایشی منازل از پره‌های رادیاتور استفاده‌کرده و یا آب داغ را از درون شبکه متراکمی ازلوله‌ها که در پست آنها یک فن قوی وجوددارد عبور می‌دهند. علاوه بر مجارستان‌کشورهایی نظیر ایسلند، چین، یونان، نیوزلند و روسیه نیز در زمینه گلخانه‌های‌زمین‌گرمایی فعال هستند.
دامپروری
به کمک انرژی زمین گرمایی می‌توان‌انواع مختلف آبزیان را نیز پرورش داد. امروزه‌در سطح جهان از انرژی زمین گرمایی برای‌پرورش و رشد آبزیانی نظیر میگو، قزل آلا،صدف و همچنین آبزیان

آکواریومی‌استفاده می‌شود. از آنجا که درجه حرارت بهینه‌برای پرورش هر یک از انواع مختلف آبزیان،میزان مشخصی است لذا با استفاده از انرژی‌زمین گرمایی می‌توان درجه حرارت‌حوضچه‌های پرورشی را در حد مطلوب تامین‌کرده و آن را در تمام طول سال ثابت نگه‌داشت. به این ترتیب می‌توان مقدار تولیدانواع مختلف آبزیان را به میزان قابل توجهی‌افزایش داد. به عنوان مثال رشد بهینه ماهی‌قزل آلا در درجه حرارت ۱۵/۵درجه‌سانتیگراد است.

کشورهایی مانند ایسلند، گرجستان،ترکیه، نیوزلند، ژاپن و چین از جمله کشورهای پیشرو در زمینه استفاده از انرژی زمین‌گرمایی‌برای پرورش آبزیان هستند. در حال حاضر۱۶ کشور از چنین تاسیساتی بهره‌گیری می‌کنند.

کاربردهای صنعتی

این دسته از کاربردهای انرژی‌زمین‌گرمایی هنوز مانند سایر مصارف این‌انرژی در سطح جهان از گستردگی چشمگیری برخوردار نشده است. با این وجود،در حال حاضر حدود ۱۹ کشور جهان از این‌انرژی در فرایندهای مختلف صنعتی

استفاده می‌کنند. به عنوان مثال می‌توان به‌این موارد اشاره کرد:

تولید برات و اسید بوریک از سیالات‌زمین‌گرمایی در ایتالیا

استحصال نفت در روسیه

پاستوریزه کردن شیر در رومانی

تولید چرم در اسلوونی و صربستان

تولید گاز دی اکسید کربن در ایسلند و ترکیه

تولید کاغذ و قطعات خودرو در مقدونیه

تولید خمیر کاغذ، کاغذ و چوب در نیوزلند

درمان بیماریها

این کاربرد نیز بسیار قدیمی بوده و ازروزگاران دور اقوامی چون رومیها، چینی‌ها،ژاپنی‌ها، عثمانیها و ساکنان سایر نواحی‌کره‌زمین به منظور استحمام و درمان‌بیماریهای گوناگون از آبهای گرم طبیعی زمین‌استفاده می‌کرده‌اند.

در حال حاضر حدود 45 کشور جهان ازچشمه‌های آب گرم خود برای این منظوراستفاده می‌کنند. در ارتباط با توسعه چنین مراکزی، شواهد و نمونه‌های متعددی رامی‌توان در سطح جهان معرفی کرد. به عنوان‌مثال، ژاپنی‌ها با بهره‌گیری از بیش از ۲۲۰۰کانون تفریحی مرتبط با چشمه‌های آب گرم،سالانه حدود ۱۰۰ میلیون مهمان و گردشگر راپذیرا هستند.

امروزه از آبهای گرم دارای حرارت بیش از۵۰درجه سانتیگراد برای درمان بیماریهایی‌نظیر فشار خون بالا، روماتیسم، بیماریهای‌پوستی و بیماریهای دستگاه عصبی استفاده می‌شود.

ذوب برف جاده‌ها

به کمک انرژی زمین گرمایی می‌توان‌برف یا یخ جاده‌ها و پیاده روها را نیز ذوب کرد.گسترش این نوع کاربرد انرژی زمین گرمایی‌نسبت به سایر موارد، محدودتر است. امروزه‌در سراسر جهان به کمک انرژی زمین گرمایی‌حدود ۵۰۰ هزار متر مربع از مسیر پیاده روها وجاده‌ها گرم می‌شود که بخش اعظم آن نیز درکشور ایسلند وجود دارد. در حال حاضر به جزکشور ایسلند، کشورهایی چون آرژانتین،آمریکا و ژاپن نیز برای ذوب برف جاده‌های‌خود از انرژی زمین گرمایی
بهره می‌گیرند.
همان طور که قبلا اشاره شد جنبه‌های‌گوناگون کاربرد انرژی زمین گرمایی به سرعت‌در حال افزایش است و مرتبا به کشورهای‌بهره‌مند از این انرژی افزوده می‌شود.

تاریخچه تولید انرژی برق از انرژی زمین گرمایی

در سال ۱۹۰۴، نخستین بار در شهر لاردرلوی ایتالیا از انرژی زمین گرمایی برای تولید برق استفاده شد. پیشروان استفاده از انرژی ژئوترمال ایتالیا، زلاندنو، آمریکا، فرانسه ، ژاپن ، ایسلند و مجارستان هستند. در ایران امکان استفاده از منابع انرژی زمین گرمایی در مناطق دماوند ، سبلان ، ماکو ، خوی و سهند وجود دارد.در حال حاضر ، میزان تولید برق از انرژی ژئوترمال ۰/۱ درصد کل انرژی جهان است. در سال ۱۹۹۶ کل ظرفیت نصب شده انرژی زمین گرمایی در ۵۲ کشور جهان به ۶۵۰۰ مگاوات برق (Mwe) رسید و جمع برق تولیدی، افزون بر ۳۸ هزار گیگاوات ساعت (GWH) شد.
هزینه تولید برق از انرژی زمین گرمایی ۲۵ تا۳۰ درصد کمتر از هزینه تولید برق از زغال سنگ، نفت یا انرژی هسته ای است. در سال ۱۹۷۸ هزینه تولید هر بشکه نفت۲۱ دلار تخمین زده شد؛ در حالی که موسسه تحقیقاتی استانفورد آمریکا این هزینه را ۳۵ دلار هر بشکه برآورد می کند. کارشناسان انرژی زمین گرمایی، هزینه استفاده از انرژی زمین گرمایی را معادل هزینه تولید برق آبی برآورد می کنند.
منابع زمین گرمایی «نیمه گرمایی»، «خیلی گرم» و « فشرده» هستند. نخستین چاه های ژئوترمال در سال ۱۹۱۹ در ژاپن و در سال ۱۹۲۱ در کالیفرنیا حفر شدند. هم اکنون ایسلند در حال ساخت یک پایگاه هیدروژنی با بهره گیری از ذخایر عظیم انرژی هیدرولیک (آب – برق) و زمین گرمایی است. ساخت این تاسیسات، الگویی برای تولید هیدروژن به روش الکترونیکی از آب که یک انرژی پاک و تجدیدپذیر است.
آمریکا منابع عظیم ژئوترمال دارد که از مناطق آتشفشانی این کشور تهیه می شود. مناطق ساحلی اقیانوس آرام و کشورهای حاشیه آن و جزیره هاوایی، بزرگ ترین منابع انرژی ژئوترمال دنیا هستند. در حال حاضر، بزرگ ترین نیروگاه ژئوترمال دنیا در «گی ستر» کالیفرنیا و جزیره آتشفشانی «کیلائوآ» در هاوایی قرار دارند،اما تنها ۰/۶ درصد از برق تولید شده را در برمی گیرند.
انرژی ژئوترمال از آب موجود در لایه های درونی زمین که در مناطق بسیار گرم قرار دارند، استخراج می شود. بخار موجود در سفره های زیر زمینی پس از رسیدن به سطح زمین می توانند توربین های

تولید کننده نیروی ژنراتورهای برق را به حرکت در آورند. البته باید توجه داشت که تمام نقاط گرم زمین سفره های آب گرم ندارند. برای استخراج و دست یابی به گرمای صخره های درون زمین باید دو یا چند حفره در سطح زمین ایجاد کرد. سپس برای نفوذ به درون سنگ ها باید مته های بادی را با فشار زیاد به کارانداخت تا سنگ ها شکسته شوند. آنگاه درون سوراخ های ایجاد شده در سنگ ها مایعی تزریق می شود تا گرما به سطح زمین منتقل شود. این مایع تزریق شده می تواند آب یا حتی هوا باشد که پس از بازگشت از زمین بسیار گرم می شود. هم اکنون میزان ذخایر ژئوترمال کره زمین نزدیک به ۱۵ هزار بار بیش از ذخایر شناخته شده نفت است. این رقم بسیار سرگیجه آور است و به راحتی می تواند مشکلات انرژی آینده را حل کند.

مقایسه انرژی زمین گرمایی با آب

روزنامه تایلندی "تان نیه" در یک مقاله درباره تولید برق از زمین خاطرنشان کرده است " به زمین میتوان به عنوان یک منبع عظیم تولید انرژی زمین گرمایی نگریست که انرژی آن با فوران آتشفشانها، چشمه های آب داغ و جوشان و هوای داغ طبیعی ظاهر می شود ."

این روزنامه درادامه این مقاله با ذکر این مطلب که بشر اکنون تنها از بخش کوچکی از این انرژی بهره می برد به نقل از کارشناسان نوشته است : "سرمایه لازم برای آغاز بهره برداری از چنین انرژی حدود ۱/۵ میلیون دلار برای هر مگاوات است که یک برابر و نیم بیشتر از سرمایه مورد نیاز برای تولید برق آبی است."

اما برق زمین گرمایی بیشتر از برق آبی قابل دسترسی و بهره برداری است زیرا زمان کمتری برای ساخت تاسیسات آن که حدود ۲ تا ۳ سال است صرف می شود.

همچنین مکان مورد نیاز برای ساخت تاسیسات بهره برداری آن کوچکتر است و مخزن نگهداری گرمای آن هم در چند کیلومتری زیر زمین قرار دارد.

کشورهای رشد یافته مانند آمریکا، ژاپن و روسیه و کشورهای در حالت رشد مانند چین، فیلی پین و مالزی سرگرم فراهم آوردن مقدمات مفصل و پرهزینه ای برای ساخت نیروگاههای تولید برق زمین گرمایی هستند.

این روزنامه می افزاید: ویتنام روی نقشه انرژی زمین گرمایی کره زمین قرار دارد و انتظار می رود ظرفیت تولید برق تا ۴۰۰ مگاوات داشته باشد.

توان تولید برق زمین گرمایی آمریکا ۳۱۷۰ مگاوات، ژاپن ۴۵۸ مگاوات، اندونزی ۳۷۹مگاوات و نیوزیلند ۳۰۰ مگاوات برآورد می شود.

جالب اینکه انتظار می رود فیلی پین با ظرفیت انرژی زمین گرمایی بالغ بر ۲۷۶۴ مگاوات با کمک آمریکا به این منبع دست یافته و از آن بهره برداری کند.
مناطق بالقوه مناسب ویتنام برای این منظور در شمال غربی، شمال شرقی، شمال و به ویژه در بخش جنوب این کشور قرار دارد.
با توجه به پیش بینی ظرفیت ۲۰ تا ۵۰ مگاوات برای تاسیسات تولید برق زمین گرمایی ویتنام، اجرای طرحهای تولید این انرژی در این کشور بسیار آسان و در دسترس به نظر می رسد.
هر چند توان تولید برق زمین گرمایی کمتر از توان تولید برق آبی است، اما برتری و ثبات این منبع پاک، زیست محیطی و همیشگی به آن نقش مهمی در تنوع بخشی به منابع تامین انرژی برق ویتنام می بخشد.
واز طرفی کارشناسان معتقدند که انرژی زمین گرمایی پاک بوده و به رغم برق آبی، نسبت به خشکسالی ها آسیب پذیر نیست. در مقایسه با برق تولید شده از نیروگاه های سوخت سنگواره ای (فسیلی)، نیروگاه های زمین گرمایی نسبت به نوسانهای غیرقابل پیش بینی قیمت نفت حساس نیست و بر خلاف نیروگاههای برق آبی به خشک سالی حساس نیست.
انجمن مهندسان مکانیک در گزارشی به موسسه علوم و فناوری ویتنام که در کنفرانسی با عنوان "تولید و بهره برداری از انرژی زمین گرمایی در ویتنام" ارائه شد، از دولت این کشور خواستند هر چه زودتر بهره برداری از منابع انرژی زمین گرمایی این کشور را آغاز کند.

دیدگاه اقتصادی انرژی زمین گرمایی

مهمترین مشکل در مورد همگانی نمودن استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر, توجیه اقتصادی آنها می‌باشد. گفتگو با مهندس یونس نورالهی کارشناس زمین‌گرمایی سانا و مقایسه هزینهٔ ساخت نیروگاههای زمین‌گرمایی با انواع دیگر که مطلب زیر حاصل این گفتگو می‌باشد:
انرژی زمین‌گرمایی یکی از مهمترین منابع تجدیدپذیر انرژی محسوب می‌شود. با توجه به اینکه محل احداث واحدهای تولید برق زمین‌گرمایی دوردست و صعب العبور می‌باشد, هزینه ساخت و تولید برق در این واحدها, کلیدی‌ترین بحث در زمینهٔ ساخت نیروگاههای زمین‌گرمایی می‌باشد.
در دنیا ۸۰۰۰ مگاوات برق از انرژی زمین‌گرمایی تامین می‌شود. همچنین استفاده‌های حرارتی از این انرژی در حدود ۱۳۰۰۰ مگاوات می‌باشد. به عنوان مثال کشور فیلیپین ۱۴۰۰ مگاوات برق از منابع زمین‌گرمایی تولید می‌کند.
عمر نیروگاههای زمین‌گرمایی ۳۰ سال در نظر گرفته می‌شود و هیچ سوختی در آنها مصرف نمی-گردد. ارقام ارائه شده در مورد قیمت برق تولیدی در این واحدها با در نظر گرفتن ۳۰ سال عمر مفید و عدم استفاده از سوخت، محاسبه می‌شوند. ولی هزینه واقعی ساخت نیروگاههای زمین‌گرمایی (تبخیر آنی) ۱۶۳۸ دلار به ازای هر کیلووات می‌باشد.
جدول زیر هزینه تولید هر کیلووات برق از منابع مختلف را نشان می‌دهد:

نوع منبع انرژی	انرژی خورشیدی	انرژی بیوماس	انرژی باد	انرژی زمین گرمایی	گاز طبیعی
قیمت (سنت بر کیلووات)	۱۳ـ۳۷	۸،۷	۵	۳،۲	۳،۱

با مراجعه به جدول مشاهده می‌شود که هزینهٔ تولید برق از انرژی زمین‌گرمایی قابل مقایسه با گاز طبیعی می‌باشد. همچنین انرژی زمین‌گرمایی آلودگی محیط‌زیست ندارد. بنابراین می‌توان در مورد تولید برق از انرژی زمین‌گرمایی سرمایه‌گذاری کرد. البته اعداد فوق با قیمت جهانی انرژی محاسبه شده‌اند, ولی با توجه به رویکرد کشور ما به سمت تعدیل قیمت انرژی, می‌توان به آیندهٔ استفاده از انرژی زمین‌گرمایی با توجه به منابع موجود امیدوار بود.

دیدگاه زیست محیطی انرژی زمین گرمایی

امروزه تولید انرژی به کمک منابع سوختهای فسیلی یا نیروگاههای هسته ای با آلودگی قابل ملاحظه محیط زیست توام است و تحقیقات دانشمندان برای رفع این آلودگیها همچنان ادامه دارد.
خوشبختانه انرژی زمین گرمایی علاوه بر تجدیدپذیر بودن، در مقایسه با سایر منابع تولید انرژی، آلایندگی کمتری داشته و جزو منابع پاک انرژی به شمار می رود. البته این به آن معنا نیست که انرژی زمین گرمایی کاملا فاقد آلودگی است ولی میزان آلایندگی آن نسبت به نیروگاههای فسیلی و یا هسته أی به حدی کم است که می توان با هزینه نسبتا کمی آن را به حداقل ممکن رساند. شایان ذکر است که برخی از نیروگاهها و طرحهای بهره بردای از این انرژی، کاملا فاقد آلودگی است که به آنها اشاره خواهد شد.

از سوی دیگر میزان آلودگی تاسیسات مزبور، ارتباط مستقیمی با درجه حرارت منبع زمین گرمایی دارد، به این ترتیب که منابع حرارت بالا نسبت به انواع حرارت پایین، آلودگی بیشتری تولید می کنند و همچنین طرحهای کاربرد مستقیم نیز کمتر از نیروگاههای زمین گرمایی محیط زیست را آلوده می کنند. البته مزایای این انرژی صرفا ملاحظات زیست محیطی نبوده و شامل موارد دیگری نیز می شود. مزایای انرژی زمین گرمایی را می توان به دو دسته کلی مزایای زیست محیطی و کاربردی تقسیم بندی کرد.

الف) مزایای زیست محیطی

یکی از دلایل مهمی که سبب گسترش روز افزون استفاده از انرژی زمین گرمایی در سراسر جهان شده مزایای زیست محیطی این انرژی است. به این ترتیب که از یک سو نیروگاهها وطرحهای کاربرد مستقیم انرژی زمین گرمایی آلودگی بسیار کمی تولید می کنند و از سوی دیگر با صرفه جویی در مصرف سوختهای فسیلی، کمک شایان توجهی به پاکیزگی محیط زیست می شود.
مهمترین مزایای زیست محیطی کاربرد انرژی زمین گرمایی عبارتند از عدم آلودگی هوا و منابع آب زیرزمینی و عدم نیاز به زمین وسیع.

عدم آلودگی هوا

امروزه موضوع کیفیت هوا یکی از مباحث مهم در حفاظت محیط زیست است. نیروگاهها از جمله کانونهای مهم آلاینده هواست که هر ساله با تولید حجم زیادی از گازهای گلخانه ای و سایر ترکیبات زیان آور موجبات تخریب محیط زیست را فراهم می آورند. خوشبختانه نیروگاههای زمین گرمایی به دلیل تولید بسیار کم گازهای مضر جزو پاکیزه ترین انواع نیروگاههای مولد برق به شمار می روند. البته میزان آلایندگی این دسته از نیروگاهها بر حسب نوع سیکل تولید برق بکار رفته، متفاوت است. به این معنی که معمولا سیکل بخار خشک بیشتر از سیکل تبخیر آنی، گازهای آلاینده تولید می کند. در صورتی که در سیکل دو مداره به دلیل جریان آب داغ در یک مدار بسته و عدم ارتباط آن با محیط اطراف نیروگاه، تقریبا میزان آلایندگی نیروگاه معادل صفر است. زیرا تمام سیال خروجی از چاه پس از انجام کار در نیروگاه، مجددا به درون زمین، تزریق می شود. به تازگی در تمام نیروگاههای زمین گرمایی موضوع تزریق مجدد آب داغ خروجی از نیروگاه به مخزن به طور جدی مطرح شده است. زیرا با انجام آن، علاوه بر آن که آب مورد نیاز مخزن، تامین می شود آثار سوء ناشی از رهاسازی آب داغ به محیط زیست نیز به حداقل مقدار خود کاهش می یابد.

میزان تولید گازهایی چون NH_4, SO_2, CO_2 در نیروگاههای زمین گرمایی درصد بسیار کمی از میزان تولید این گازها در نیروگاههای فسیلی است.

گاز دی اکسید کربن(CO_2)

این گاز از جمله مهمترین گازهای گلخانه أی است که جزو گازهای آلاینده به شمار نمی رود ولی باعث افزایش درجه حرارت کره زمین می شود. میزان گازهای گلخانه أی تولید شده در نیروگاههای زمین گرمایی نسبت به سایر نیروگاهها به حدی کم است که اگر یک کیلووات ساعت برق تولیدی از نیروگاههای فسیلی را با یک کیلووات ساعت برق تولیدی از نیروگاه زمین گرمایی جایگزین کنیم، میزان گازهای گلخانه أی تولید شده در حدود ۹۵ درصد کاهش خواهد یافت.

معمولا سیستمهای زمین گرمایی برخی از انواع گازهای غیر قابل میعان را تولید می کنند که CO_2 جزو مهمترین آنهاست زیرا بیش از ۹۰ درصد وزنی گازهای غیر قابل میعان تولید شده در نیروگاه را تشکیل می دهد از آنجا که در اغلب سیستم های زمین گرمایی ، میزان گازهای غیر قابل میعان کمتر از ۵ درصد وزنی بخار تولید شده از سیستم را تشکیل می دهد، لذا میزان CO_2 خارج شده از نیروگاههای زمین گرمایی در مقایسه با نیروگاههای فسیلی بسیار کمتر است.

همانگونه که در جدول نشان داده شده، میزان CO_2 تولید شده در نیروگاههای زمین گرمایی بسیار کم است و امروزه با تزریق آب داغ خروجی از نیروگاه به درون مخزن زمین گرمایی، از تولید همین مقدار کم نیز جلوگیری می شود.

میزان تولید و انتشار گاز CO2 سرانه مردم جهان:

ـ کشورهای صنعتی جهان دارای بیشترین نقش در تولید و انتشار گاز CO2 بوده که میزان تولید سرانه آن بر حسب تن در سال برای کشورهای مختلف به شرح زیر است:

1ـ آمریکا ۲۰ تن در سال برای هر نفر

2ـ آلمان ۱۰ تن در سال برای هر نفر

3ـ روسیه ۹/۸ تن در سال برای هر نفر

4ـ انگلستان ۹/۲ تن در سال برای هر نفر

5ـ ژاپن ۸/۸ تن در سال برای هر نفر

6ـ فرانسه ۶/۳ تن در سال برای هر نفر

7ـ سوئد ۵/۲ تن در سال برای هر نفر

8ـ چین ۵/۲ تن در سال برای هر نفر

9ـ هندوستان۰/۹ تن در سال برای هر نفر

10ـ لائوس ۰/۱ تن در سال برای هر نفر

11ـ موزامبیک ۰/۱ تن در سال برای هر نفر

پیش‌بینی حجم گاز CO2 تا سال ۲۱۰۰

در صورت ادامه تولید گاز CO2 با روند رشد فعلی حجم تولید تولید گاز CO2 در جهان تا سال ۲۱۰۰ بالغ بر ۲۰ میلیارد تن در سال بوده و غلظت آن در هوا از PPM370 به PPM700 افزایش یافته و دمای متوسط اتمسفر در نزدیکی سطح زمین از ۱۵/۵ درجه سانتی‌گراد به ۲۰ درجه سانتی‌گراد افزایش خواهد یافت. با توجه به فاجعه‌آمیز بودن شرایط فوق برای مردم جهان که تعداد آن تا سال ۲۱۰۰ حدود ۱۱/۳ میلیارد نفر خواهد بود (طبق مصوبه کیوتو) مقرر شد که با همکاری کشورهای صنعتی جهان سعی شود تا میزان غلظت CO2 در حد PPM550 و میزان مصرف سوختهای فسیلی نیز تا حدی کاهش یابد تا تولید گاز CO2 به میزان ۷ میلیارد تن در سال کاهش یابد.

تاثیرات قابل پیش‌بینی شرایط جوی تا سال ۲۱۰۰

ـ ذوب شدن کوههای یخی دراثر افزایش دمای آب اقیانوسها و دریاها

ـ افزایش ارتفاع آب دریا به دلیل انبساط گرمائی و ذوب یخها

ـ تاثیر در میزان بارندگی و تغییر و جابجائی مکانهای بارش

ـ تاثیر و تغییر در تامین آب آشامیدنی و آب مورد نیاز کشاورزی

ـ تاثیر و تغییر در میزان بهره‌وری، قابلیت تولید کشاورزی و توسعه اقتصادی زمین‌های کشاورزی

ـ جنبشهای مهاجرتی ملتهای جهان

ـ تاثیر در جابجائی جغرافیائی اکوسیستم

ـ تغییر در توسعه و جابجائی بیماریهای عفونی
ـ روند فزاینده تغییرات شدید جوی همراه با خسارات احتمالی به اقتصاد ملتها
ـ احتمال تغییر و تاثیر در جریان دریاها و تغییرات اسفناک آب و هوائی
ـ ذوب یخچالها و افزایش حجم دریا به دلیل افزایش دمای محیط
ـ افزایش ارتفاع سطح دریاها تا حدود یک متر تا سال ۲۱۰۰ همراه با غوطه‌ور شدن بسیاری از مناطق مسکونی متراکم در ساحل دریاها که به عنوان مثال می‌توان از کشور بنگلادش با ۱۷ میلیون نفر جمعیت ساحلی، کشور مصر با ۶ میلیون نفر جمعیت ساحلی و شهر اسکندریه نام برد که به طور کامل در آب محو خواهند شد.
ـ تغییرات دمای محلی و منطقه‌ای و تغییرات تابش خورشید که سبب تغییرات و توزیع بارندگی در آن مناطق خواهد شد.
ـ وضعیت اروپا گرمتر و خشک‌تر خواهد شد.
ـ به طور کلی می‌توان با تشدید رشد گیاهان مناطق گرم و مرطوب را محاسبه کرد.
ـ با توجه به موارد مذکور کمبود آب مورد نیاز مردم در پاره‌ای از نقاط کره زمین که در حال حاضر حدوداً معادل 500 میلیون نفر هستند و تا سال ۲۰۲۵ به سه میلیارد نفر بالغ خواهند شد.
ـ تغییرات آب و هوائی سبب کاهش تولیدات کشاورزی تا حد ۱۰ تا ۲۰ درصد خواهد شد.
ـ از سوی دیگر افزایش گاز CO_2 سبب تاثیر مثبت در فتوسنتز گیاهی و افزایش رشد و توسعه گیاهان گرمسیری می‌شود.
ـ از دیدگاه ناحیه‌ای و یا منطقه‌ای تاثیرات این پدیده بسیار از یکدیگر متفاوت است. در حالی که کشورهای تحت توسعه از این پدیده بسیار متاثر خواهند شد. برای کشورهای صنعتی تولیدات کشاورزی بیشتری قابل پیش‌بینی خواهد بود.
ـ با تغییرات شرایط آب و هوائی، شرایط و آداب زندگی همراه آن نیز تغییر خواهد کرد همچنین محرکهای عوامل انتقال دهنده بیماریها نیز از این موضوع تبعیت می‌کند. به عنوان مثال ۲/۴ میلیارد نفر مردم جهان در خطر ابتلا به بیماریهای مالاریا قرار خواهند داشت.
ـ حوادث آب و هوائی و جاری شدن سیلابهای وسیع و مخرب افزایش می‌یابد.
ـ خسارات ناشی از حوادث آب و هوائی به نحوی که از ۱۰ میلیارد دلار در سال ۱۹۵۰ به ۱۲۶ میلیارد دلار در سال ۲۰۰۱ میلادی بالغ می‌شود. سیر تصاعدی آن نیز به همین منوال جهت سالهای بعد ادامه خواهد یافت.

کاهش درآمدی کشورهای مختلف جهان

ـ آمریکا ۰/۵ درصد
ـ اروپا ۲/۸ درصد
ـ آفریقا ۳/۹ درصد

ـ هندوستان ۴/۹ درصد

به ارقام فوق باید کاهش درآمد ملی ناشی از سرمایه‌گذاری جهت کاهش تولید CO2 را اضافه کرد.

ایجاد یک جریان برگشت‌پذیر بین دریاها

پدیده ایجاد جریان برگشت‌پذیر بین دریاها متاثر از تغییرات جوی به نحوی که یک جریان عظیم سرد و نمکی از اعماق اقیانوس اطلس به سمت اقیانوس هند و اقیانوس آرام به حرکت درآمده و متعاقباً به صورت یک جریان گرم و سطحی مجدداً به سمت اقیانوس اطلس برگشت پیدا می‌کند. این پدیده سبب تبادل حرارت مستمر بین آسیا و اروپا خواهد شد.

در صورتی‌که این جریان عظیم آبهای گرم به وسیله آبهای سرد شمالی اقیانوس اطلس قطع شود در نتیجه انتقال حرارت به اروپا قطع شده و در نهایت سبب کاهش دما در منطقه اروپا خواهد شد.

با عنایت به آنچه گذشت حال چه باید کرد تا از روند رو به رشد وضعیت گلخانه‌ای کره زمین پیش‌گیری شود.

کاهش تولیدCO2

ـ کاهش سرعت رشد دمای زمین با محدود کردن تولید گاز CO2 ممکن است برای انجام این کاهش مهم نیست که افزایش دمای زمین به دلیل وضعیت گلخانه‌ای کره زمین است و یا تحت تاثیرات نجومی است.

ـ برای آنکه غلظت CO2 را تا حد ۴۵۰ تا PPM550 محدود کرد باید میزان تولید آن را در کوتاه مدت در حد سال ۱۹۹۰ ثابت نگهداری کرد و در درازمدت می‌باید تا سال 2100 میزان آن را تا ۵۰ درصد فعلی کاهش داد تا بتوان در وضعیت آب و هوائی کره زمین تعادل به وجود آورد.

ـ تا سال ۲۱۰۰ میلادی میزان انرژی مورد نیاز جامعه جهانی سه برابر امروزی خواهد بود که باید بخش اعظم آن از انرژیهای تجدیدپذیر (Regenerafiv Energy) تامین شود.

ـ در پروتکل کیوتو تحت عنوان کنفرانس آب و هوای جهانی به این موضوع پرداخته شد. بر اساس این پروتکل باید از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲ میلادی میزان تولید گازهای گلخانه‌ای در سطح جهانی تا حدود ۵/۲ درصد میزان آن نسبت به سال ۱۹۹۰ کاهش یابد.

ـ در زمینه کاهش گازهای گلخانه‌ای لازم است تا در تمامی بخشهای اجتماعی صرفه‌جوئی لازم به عمل آید.

که عبارتند از: بخش صنایع، بخش کشاورزی و بخش خدماتی (سازمانها و ادارات و خانه‌ها) به عنوان مثال با خصوصی‌سازی و مستقل کردن تامین انرژی منازل می‌توان با استفاده از پوشش فتوولتایک (سولار) در سقف منازل، استفاده از سوخت روغن گیاهی جهت شوفاژ به همراه مبدل حرارتی خورشیدی جهت تامین آب گرم منازل مسکونی اقدام کرد به نحوی که حتی بیش از میزان انرژی مورد نیاز را تامین کرد.

سولفید هیدروژن(H2S)

یکی از گازهایی است که نیروگاههای زمین گرمایی تولید می کنند و گاه ممکن است غلظت آن به بیش از دو درصد وزنی فاز بخار مخزن زمین گرمایی نیز برسد. البته این گاز پس از خروج از نیروگاه توسط ترکیبات موجود در هوا اکسید شده و به SO2 تبدیل می شود که خود یکی از عوامل اصلی ایجاد بارانهای اسیدی است. امروزه به کمک فرایندهایی که چندان هم پیچیده نیستند H2S ، خروجی از نیروگاه را تا حدود ۹۹/۹ درصد کاهش می دهند که رقم بسیار قابل توجهی است. به عنوان مثال در یکی از نیروگاههای منطقه گایزرز آمریکا به کمک فرایندهای مزبور سالانه از تولید حدود ۱۳ هزار و ۶۰۰ کیلوگرم SO2 به ازای هر مگاوات برق تولیدی از نیروگاه جلوگیری به عمل می آید. بعلاوه بر این با تزریق آب داغ خروجی از نیروگاه نیز می توان تا حد زیادی از انتشار گاز دی اکسید گوگرد در هوا جلوگیری کرد. میزان گاز SO2 یا H2S خروجی از نیروگاههای زمین گرمایی نیز نسبت به سایر انواع نیروگاهها بسیار ناچیز است.

آمونیاک(NH3)

این گاز به میزان کم در بسیاری از سیستمهای زمین گرمایی، تولید و پس از خروج از نیروگاه در اتمسفر، اکسید شده و به نیتروژن و آب تبدیل میشود. از آن جا که در نیروگاههای زمین گرمایی هیچ گونه احتراقی رخ نمی دهد لذا در این قبیل نیروگاهها هیچ یک از ترکیبات NOx نیز تولید نمی شود حال آن که این ترکیبات در نیروگاههای فسیلی به میزان قابل توجهی تولید می شوند.

به عنوان مثال تنها در کشور آمریکا تولید برق از منابع زمین گرمایی هر ساله مانع از انتشار ۲۲ میلیون ۲۰۰ CO2تن NOX و ۱۱۰ هزار تن ذرات معلق به درون جو می شود.

شایان ذکر آن که طرحهای کاربرد مستقیم نیز از آلودگی بسیار کمی برخوردارند زیرا به دلیل درجه حرارت کمتر منابع حرارت پایین زمین گرمایی، میزان گازها و سایر ترکیبات محلول موجود در این قبیل مخازن نیز کمتر است. یکی از بهترین نمونه های طرحهای کاربرد مستقیم در جهان که موجب کاهش یا به عبارتی حذف تمام آلاینده های هوا شد، سیستم گرمایش مرکزی ریکیاویک (مرکز کشور ایسلند) است. به این ترتیب که در اوایل قرن بیستم منازل این شهر به کمک سوختهای فسیلی (زغال سنگ) گرم می شدند حال آن امروزه گرمایش آنها به وسیله انرژی زمین گرمایی تامین می شود که کاملا عاری از هر گونه آلودگی است و این شهر از نظر کیفیت هوا، پاکیزه ترین پایتخت جهان به شمار می رود.

بنابراین استفاده از انرژی زمین گرمایی به صورت تولید برق یا کاربرد مستقیم، مخاطرات زیست محیطی مهمی در برنداشته و گازها و ترکیبات آلاینده بسیار کمی را به محیط زیست وارد می کند.

عدم آلودگی منابع آب

آب داغ خروجی از نیروگاههای زمین گرمایی علاوه بر درجه حرارت بالا معمولا برخی ترکیبات محلول نیز دارد که آلاینده محیط زیست است. از جمله این ترکیبات می توان به Hg , As , B, NaCl

اشاره کرد. بدیهی است که این مواد محلول باید پیش از تزریق مجدد آب داغ به درون مخزن تصفیه شوند. البته طرحهای کاربرد مستقیم انرژی زمین گرمایی نسبت به نیروگاههای زمین گرمایی از آلایندگی کمتری برخوردارند به نحوی که در اغلب موارد پس از خنک شدن سیال زمین گرمایی می توان آن را به محیط رها کرد.

امروزه با تزریق مجدد سیال خروجی از نیروگاه بخش اعظم مشکلات ناشی از رهاسازی پساب نیروگاههای زمین گرمایی، رفع شده است. هر چند که این موضوع باید با در نظر گرفتن وضعیت هیدرولوژی منطقه انجام شود زیرا آب داغ تزریق شده نباید به سفره های آب زیرزمینی صدمه ای وارد کند. شایان ذکر است که در تمام چاههای زمین گرمایی چه در حین حفاری و چه در زمان تولید آب داغ یا بخار، محیط درون چاه به وسیله لوله های فلزی مخصوصی (لوله های جداری) از محیط اطراف خود مجزا می شود که این امر سبب عدم نفوذ آب داغ یا بخار بخشهای عمیق مخزن (و ترکیبات محلول آلاینده آن) به سفره های آب زیرزمینی کم عمق می شود. بدیهی است که این موضوع شامل چاههای تزریقی نیز می شود.

علاوه بر این اخیرا در یکی از میادین زمین گرمایی ایالت کالیفرنیای کشور آمریکا، فاضلاب شهری مجاور میدان را پس از تصفیه به درون مخزن، تزریق می کنند که این طرح ابتکاری علاوه بر افزایش طول عمر مخزن، مشکل دفع فاضلاب شهری را نیز مرتفع می کند.

عدم نیاز به زمین وسیع

نیروگاههای متعارف موجود، اعم از نیروگاههای برق آبی، فسیلی و هسته ای، به زمین بسیار وسیعی برای نصب تجهیزات و نیز تامین سوخت و انتقال آن به نیروگاه نیاز دارند، حال آن که نیروگاههای زمین گرمایی به زمین بسیار کمتری نسبت به نیروگاههای متعارف نیاز دارند. به عنوان مثال یک نیروگاه زمین گرمایی معمولی که مساحت آن حدود 400 متر مربع باشد قادر است معادل یک گیگاوات ساعت برق را به مدت ۳۰ سال تامین کند.

ب) مزایای کاربردی

مزایای کاربردی انرژی زمین گرمایی به عملکرد طرحهای مختلف این انرژی ارتباط دارند. از نظر عملکرد نیز انرژی زمین گرمایی نسبت به انواع انرژیهای متعارف و حتی برخی از منابع انرژی تجدیدپذیر مزیتهایی دارد. این مزایا عبارتند از: صرفه جویی در مصرف سوختهای فسیلی، زمان کارکرد طولانی، گستردگی موارد کاربرد، مستقل از شرایط جوی و تولید برق به وسیله واحدهای قابل حمل.

صرفه جویی در مصرف سوختهای فسیلی این مزیت انرژی زمین گرمایی، دوگانه است زیرا از یک سو موجب کاهش اثرات زیانبار سوختهای فسیلی بر محیط زیست می شود و از سوی دیگر به دلیل جلوگیری از واردات سوختهای فسیلی موجب رونق بخشیدن به اقتصاد کشور بهره مند از منابع انرژی زمین گرمایی می شود. چرا که تقریبا نیمی از کشورهای در حال توسعه دارای منابع شناخته شده

انرژی زمین گرمایی هستند. بنابراین بکارگیری این انرژی برای آن دسته از کشورهای جهان سوم که فاقد ذخایر نفت و گاز هستند گزینه ای بسیار مناسب به شمار می رود.

بر اساس آمار و ارقام موجود در سال ۲۰۰۰ تولید برق در نیروگاههای زمین گرمایی سراسر جهان، موجب صرفه جویی در مصرف ۱۲/۵ میلیون تن نفت در سال شده است. این در حالی است که در همان سال، میزان تولید انرژی در طرحهای کاربرد مستقیم انرژی زمین گرمایی نیز به تنهایی معادل ۱۴/۲ میلیون تن نفت خام بوده است. بنابراین مجموعا در سال ۲۰۰۰ با تولید انرژی از منابع زمین گرمایی معادل ۲۶/۷ میلیون تن در مصرف نفت خام در سراسر جهان صرفه جویی شده است که به طور قطع از تولید میزان قابل توجهی گاز دی اکسید کربن و سایر گازهای مضر به درون جو زمین کاسته است.

زمان دسترسی طولانی

این مزیت در واقع مدت زمان مفیدی است که یک نیروگاه قادر به تولید برق است. زیرا در اغلب نیروگاههای متعارف طی دوره های خاصی به منظور تعمیرات اساسی تجهیزات نیروگاهی و ... عملا روند تولید بخشی از ظرفیت نیروگاه متوقف می شود. امروزه پس از گذشت چند دهه از آغاز تولید برق در نیروگاههای زمین گرمایی مشخص شده است که این نیروگاهها از نظر زمان دسترسی نیز در وضعیت بهتری نسبت به نیروگاههای فسیلی و هسته ای قرار دارند.

گستردگی موارد کاربرد

از جمله مزایای مهم انرژی زمین گرمایی، گستردگی موارد کاربرد است که نقشی اساسی در توسعه کاربرد آن دارد. زیرا بر حسب درجه حرارت سیال (بخار یا آب داغ) موجود در مخزن زمین گرمایی، کاربردهای آن نیز متفاوت است. بنابراین کاربرد انرژی زمین گرمایی صرفا محدود به تولید برق نبوده و از حرارت سیال زمین گرمایی نیز می توان در طرحهای متعددی بهره گیری کرد.

مستقل از شرایط جوی

غالبا این مزیت نسبت به سایر انواع انرژیهای تجدید پذیر مطرح می شود، زیرا بر خلاف برخی از انرژیهای تجدیدپذیر (نظیر انرژی بادی و خورشیدی) منابع زمین گرمایی قادر هستند در تمام طول شبانه روز وتمام فصول سال، بدون هیچ وقفه ای برق، تولید کرده و یا حرارت مورد نیاز طرحهای کاربرد مستقیم را تامین کنند.

تولید برق به وسیله واحدهای قابل حمل

امروزه امکان تولید برق از منابع زمین گرمایی به کمک نیروگاههای پیش ساخته نیز مقدور است. این قبیل نیروگاهها عمدتا ظرفیت پایینی (کمتر از ۳۰ مگاوات) داشته و از واحدهای یک تا پنج مگاواتی آنها برای آزمایش چاههای زمین گرمایی استفاده می شود. نصب و راه اندازی این نیروگاهها بسیار سریع و آسان است و به دلیل مجاورت آنها با چاههای زمین گرمایی، نیازی به سیستم لوله کشی

ندارند. همچنین در شرایط اضطراری می توان طی مدت زمان کوتاهی آنها را از یک چاه به چاه دیگر منتقل کرد.

امکان استفاده از انرژی زمین گرمایی در پنج منطقه ایران

مناطق دماوند، سبلان، ماکو، خوی و سهند پتانسیل استفاده از منابع انرژی زمین گرمایی را دارند.
انرژی زمین گرمایی یا ژئوترمال از حرارت درونی زمین به دست می آید به طوری که بررسی ها نشان می دهد، امکان استفاده از مراکز انرژی پرحرارت موجود در اعماق نزدیک تر به سطح زمین وجود دارد.

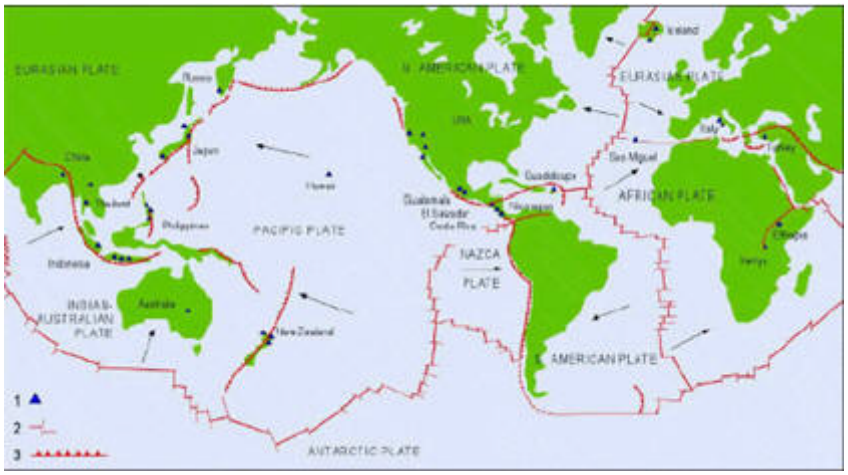
براساس این گزارش، در این مراکز آب های داغ ذخیره می شوند و از طریق لایه سنگ های نفوذپذیر به سطح زمین رخنه می کنند و چشمه های آب گرم تشکیل می دهند. در بعضی مناطق با حفره چاه می توان به آب گرم و بخار دست یافت.

مطالعه امکان سنجی استفاده از این منبع انرژی در ایران نشان می دهد مناطق دماوند، سبلان، ماکو، خوی و سهند امکان استفاده از انرژی زمین گرمایی را دارند که از این انرژی می توان برای تولید برق، گرمایش مکان ها و محله های مسکونی و مصارف صنعتی استفاده کرد.

درحال حاضر نخستین نیروگاه زمین گرمایی در ایران در منطقه مشکین شهر با همکاری وزارت نیرو و یک شرکت نیوزیلندی احداث شده است که به صورت سه چاه با عمق حدود ۳۲۰۰ متری و دمایی بالغ بر ۲۵۰ درجه سانتی گراد انرژی حفاری شده است.

گفتنی است، دفتر انرژی زمین گرمایی به همراه مشاور نیوزیلندی SKM درحال بهره برداری از چاه اکتشافی اول این فاز هستند و نتایج به دست آمده از تست نیز درحال آنالیز و بررسی است

شواهد وجود منابع زمین گرمایی در ایران چیست؟



موقعیت قرارگیری ایران در مرزهای تکتونیکی از نیروی عظیم نهفته در کالبد ایران حکایت دارد. شکل (۲) فشار صفحه قاره ای عربستان و صفحه اقیانوس هند از سوی دیگر باعث تغییر شکلهای وسیعی در ایران شده است. منطقه زاگرس چین خورده، و راندگی آن شواهد سطحی عظیم این نیروها هستند. قرار گرفتن در کمربند تکتونیکی حاشیه صفحات باعث شده است که گستره ایران از لحاظ زمین ساختاری بسیار فعال باشد. حضور در کمربند آتشفشانی و زلزله حضور

پتانسیل های متعدد زمین گرمایی را قطعی می سازد. با رجوع به فعالیتهای آتشفشانی، ماگماتیسم و مرور شواهد و ظهورهای سطح الارضی چشمه های آب گرم و گل فشانها و خروج گازها و بررسی زونهای آلتراسیون ناشی از عملکرد آبهای گرم بر این گمان صحه نهاده است.

تصویر کلی زمین شناسی ایران با ساختار گسل خورده و درزه ها و شکستگی ها بسیاری که در الگوی زمین شناسی آن رخنمون است نشان دهنده میزان نیروی وارد آمده بر آن است. گسلها و شکستگی ها نقش تعیین کننده ای در مناطق پتانسیل بالای زمین گرمایی دارند.

ولکانیسم و پدیده های آتشفشانی نئوژن و به خصوص کواترنری از دیگر شواهد وجود پتانسیل زمین گرمایی در گستره ایران است. توده های نفوذی و ماگماتیسم جدید با بوجود آوردن منابع عظیم انرژی زمین گرمایی با همراهی درزها و شکست ها، مناطقی با پتانسیل بالا بوجود می آورند.

چشمه های آبگرم و ظهورهای سطحی یکی دیگر از نمادهای وجود انرژی زمین گرمایی است. آنچه بیش از پیش به وجود پتانسیل بالای انرژی زمین گرمایی در ایران قوت می بخشد وجود چشمه های آبگرم بسیار در گستره ایران است. (شابیک، ۱۳۷۲) در کنار رو راندگی زاگرس که از سوی دیگر بیشترین فعالیتهای ماگماتیسم و آتشفشانی نیز در امتداد آن در طی کواترنری صورت گرفته است تعداد بسیار زیادی چشمه های آب گرم دیده می شود. اطراف کوه دماوند در شمال ایران نمونه دیگری از مثال نزدیکی چشمه های آبگرم به توده های آذرین قدیمی است.

حضور ایران در کمربند زمین گرمایی شرق مدیترانه – هیمالیا و عبور مرزهای صفحات تکتونیکی از گستره ایران پتانسیل عظیمی برای تولید انرژی ژئوترمال ایجاد کرده است. جای آن دارد که با بررسی دقیق میدانهای دارای پتانسیل بالا شرایط اکتشاف و توسعه آنها را فراهم آورد.

به عنوان سه شاخص اصلی می توان موارد ذیل را شاهد مثال وجود آنومالیهای زمین گرمایی دانست.

- ساختار تکتونیکی و قرار گیری در مرز صفحات تکتونیکی
- گسلهای عمیق و سیستمهای درز و شکستگی های توسعه یافته
- ماگماتیسم و آتشفشانهای جدید (نئوتکتونیک).

در قالب شاخصهای فوق در بسیاری از مناطق ایران می توان آنومالیهای زمین گرمایی دال بر وجود پتانسیلهای بالای زمین گرمایی را دنبال کرد و با بررسی های ساختارشناسی و زمین شناسی منطقه ای نظیر ظهورهای سطحی (چشمه های آبگرم)، زونهای آلتراسیون، محل درزه ها و گسلها ،بررسی های چینه شناسی تکمیلی در مورد پتانسیل هر منطقه گزارشهای تفصیلی و جامعی تهیه نمود.

ایران دارای شش هزار مگاوات ظرفیت برای تولید به‌شیوه برق زمین گرمایی است

داخلی.اقتصادی.انرژیهای نو.

مشاور دفتر انرژیهای نو معاونت امور انرژی وزارت نیرو : ایران دارای شش هزار مگاوات ظرفیت برای تولید برق به شیوه زمین گرمایی است.

دکتر " مرتضی الهی قمشه‌ای " روز سه‌شنبه در همایش " سیاست انرژی در جهان با اولویت انرژی زمین گرمایی " افزود : با انجام مطالعات اولیه ۱۴منطقه در کشور شناسایی شده که دارای ظرفیت انرژی زمین گرمایی است .

وی افزود: این مناطق شامل سبلان، دماوند، خوی،ماکو، تفتان، سهند، رامسر، تکاب، فردوس، طبس، میناب، لار، کازرون، بیابانک و محلات است که تمامی این مناطق در وسعت زیاد و با پراکندگی مناسب در ایران قرار گرفته‌اند.

قمشه‌ای در ادامه گفت: سازمان انرژیهای نو ایران پس از انجام مطالعات لازم‌در مناطق مستعد ایران ،با توجه به نتایج به دست امده منطقه سبلان را برای احداث نخستین نیروگاه زمین گرمایی در کشور انتخاب کرد .

به گفته وی، با استفاده از تجربه کشورهای صاحب این فناوری و پیمانکاران ایرانی در نزدیکی شهر "مشکین شهر" در استان اردبیل ، سه حلقه چاه عمیق اکتشافی به عمق ۳۲۰۰ ، ۲۲۰۰و ۳۲۰۰متر و دو حلقه چاه تزریقی به عمق ۵۵۰ و ۶۵۰متر حفاری و پس از آن آزمایشات مربوطه را انجام داد.

مشاور دفتر انرژیهای نو افزود: نتایج به دست آمده از این آزمایشات بیانگر وجود پتانسیل مطلوب زمین جهت احداث نیروگاه زمین گرمایی است که با برنامه ریزی انجام شده، نیروگاه ۵۵مگاواتی به همراه انواع روشهای کاربرد مستقیم در منطقه احداث می‌شود.

الهی قمشه‌ای افزود: از منطقه سبلان می‌توان تا ۵۰۰مگاوات برق به شیوه زمین گرمایی یاانرژی سبزکه عاری از هرگونه آلودگی زیست محیطی است، برداشت کرد.

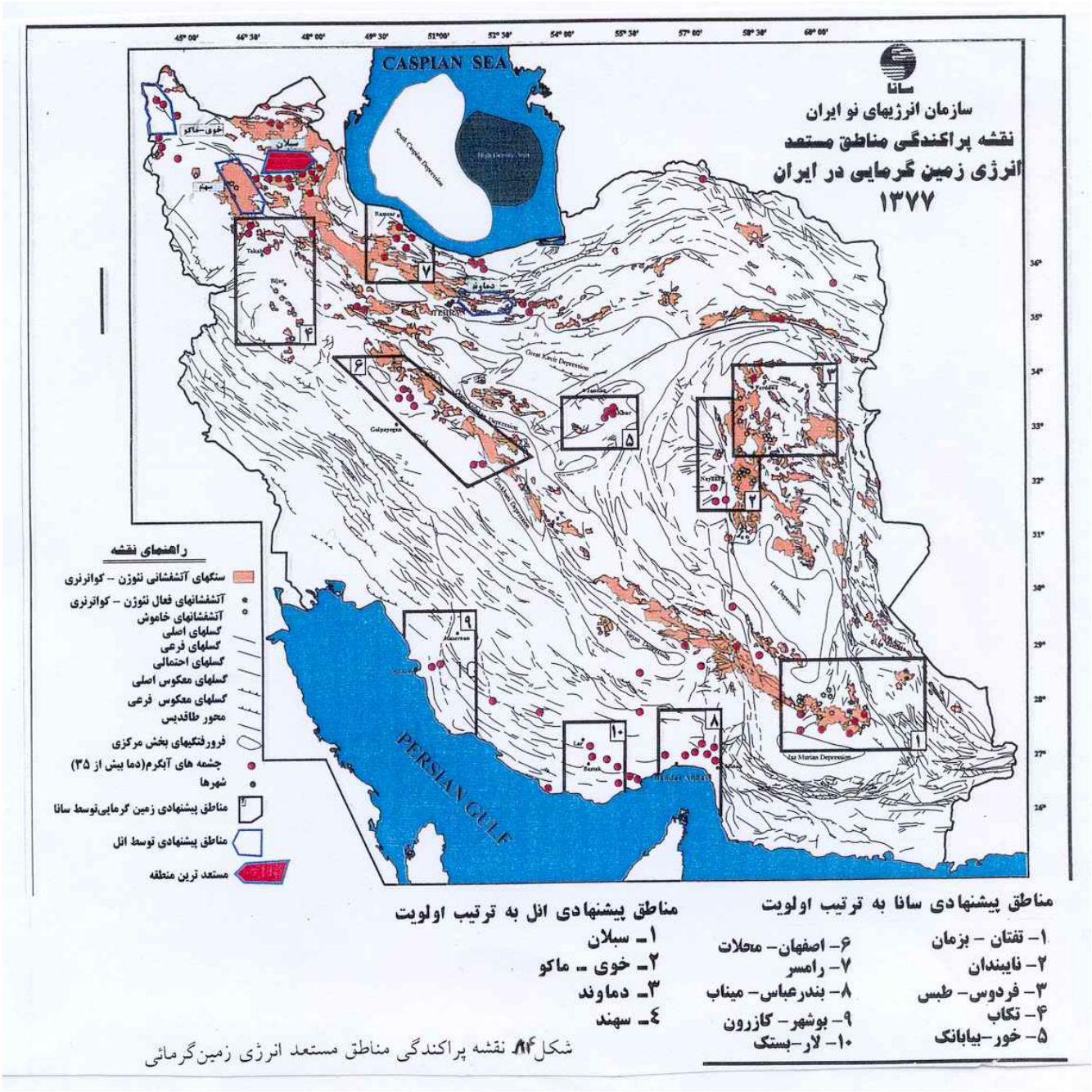
مشاور دفتر انرژیهای نو گفت:ایران به علت قرار گرفتن روی کمربند زلزله کره زمین ، دارای توان بالقوه مطلوبی برای استفاده از این انرژی می‌باشد.

قمشه‌ای سپس اظهار داشت : ایران پر از چشمه‌های آب گرم است و هرجا که آب گرم است،ما در اعماق بیشتر دارای درجه حرارت بیش از ۲۰۰درجه سانتیگراد هستیم که در این صورت امکان استفاده از این منابع برای تولید برق زمین گرمایی وجود دارد.

وی افزود: در استفاده مستقیم، با استفاده از حرارت موجود در آبهای گرم و با توجه به دمای آب، حرارت مورد نیاز ساختمانها، بیمارستانها، مدارس ، گلخانه‌ها، حوضچه‌های پرورش ماهیهای گرمابی و ...تامین می‌شود.

الهی قمشه‌ای در پایان گفت : در روش استفاده از انرژی زمین گرمایی برای تولید برق ، پس از خروج سیال زمین گرمایی از چاههای تولیدی و با استفاده از بخار به دست آمده از سیال می‌توان پره‌های توربین را به حرکت درآورد و با استفاده از ژنراتور ، برق کرد.

نقشه پراکندگی مناطق مستعد انرژی زمین گرمایی در ایران.



شکل۸۴ نقشه پراکندگی مناطق مستعد انرژی زمین‌گرمائی

نیروگاه ۱۰۰مگاواتی زمین گرمایی - مشکین شهر،

درصد اجرا 75% :

شناسنامه طرح

عنوان طرح: پروژه مشکین شهر زمین گرمایی - مشکین شهر،

نام پروژه:نیروگاه ۱۰۰مگاواتی

نوع طرح: Geothermal

شماره پروژه:۰۲

نحوه اجرا: پیمانی

مشاور: SKM نیوزلند - مشانیر

|پیمانکار: شرکت ملی حفاری ایران |کل

اعتبار ریال

|شهر اجرا: مشکین شهر

|تاریخ تخمین پایان ۱۳۸۳: |تاریخ آغاز ۱۳۷۴ : |تاریخ خاتمه :

|وضعیت پروژه: در حال حفاری یک حلقه چاه اکتشافی دیگر

اهداف طرح

ساخت و راه اندازی نیروگاه به ظرفیت اسمی ۱۰۰ مگا وات، با استفاده از انرژی حرارتی درون زمین

مشخصات فنی

شرح عملیات ۱- انجام طراحی و تهیه نقشه های ساخت سیکل زمین گرمایی ۲- ساخت سیستم ۳- نصب و تست سیستم در سال ۱۳۷۴ مطالعات و بررسیهای مربوط به پروژه نصب نیروگاه یکصد مگاواتی زمین گرمایی در ناحیه مشکین شهر، توسط معاونت امور انرژی وزارت نیرو شروع گردید و از سال ۱۳۷۵ با شروع به فعالیت سازمان انرژیهای نو ایران مدیریت بر اجرای پروژه به این سازمان محول گردید. عملیات اجرایی فاز اکتشافی تکمیلی آن مشتمل بر مطالعات ژئوفیزیک، ژئوشیمی و زمین شناسی از سال ۱۳۷۷ با همکاری مهندسین مشاور نیوزیلندی KML آغاز گردیده که در سال ۱۳۷۸ خاتمه یافت. پس از مطالعات ژئوفیزیک سه نقطه برای حفر چاههای اکتشافی به فاصله تقریباً ۱/۵ کیلومتر از یکدیگر تعیین شد. پس از تعیین محل حفر اولین چاههای اکتشافی مناقصه‌ای بین‌المللی برگذار شد و شرکت ملی حفاری ایران بعنوان برنده مناقصه حفر چاههای اکتشافی که هر یک به عمق تقریبی ۳۰۰۰ مترخواهد بود تعیین گردید. قبل از شروع عملیات حفاری جهت انتقال دکل و تجهیزات به دلیل عدم وجود راههای ارتباطی جاده ای به طول تقریبی ۱۰ کیلومتر از روستای موئیل به سایتهای حفاری توسط شرکت سلانسر احداث گردید. همچنین جاده مشکین شهر به موئیل نیز به طول ۱۶ کیلومتر برای تسهیل در عبور و مرور تجهیزات سنگین حفاری توسط شرکت سائین بازسازی شد. سکو های حفاری A, B و C برای استقرار دکل حفاری توسط شرکتهای شابیل، مشکین یورد و سائین احداث گردید. جهت انجام عملیات حفاری و آزمایش چاهها نیاز به ساخت تجهیزات فلزی خاصی میباشد که نقشه های مربوطه توسط مشاور خارجی تهیه و بوسیله شرکت ایرانی پارس تکنیک ساخته شد که درحال حاضر در حفاری و آزمایش چاه اول مورد بهره برداری قرار گرفته است. بعلاوه عملیات اجرایی تامین ۵۰ لیتر در ثانیه آب مورد نیاز برای حفاری نیز توسط شرکت شابیل و مشکین یورد به انجام رسیده و خط انتقال مربوطه در حال بهره برداری است. پس از

آماده سازی امکانات لازم از آذرماه ۱۳۸۱ عملیات حفاری اولین چاه اکتشافی زمین گرمایی توسط شرکت ملی حفاری ایران و با نظارت کارشناسان شرکت نیوزیلندی SKM شروع گردید و اواخر اردیبهشت ۱۳۸۲ این چاه با عمق ۳۲۰۰ متر به اتمام رسیده و کارهای مربوط به آزمایش و تست چاه در حال انجام است. پس از اتمام چاه اول، حفاری چاه دیگری به عمق تقریبی ۶۰۰ متر در نزدیکی چاه فوق انجام شد که این چاه به عنوان چاه تزریق برای تزریق سیالات خروجی از چاه اول در حین آزمایش چاه فوق مورد استفاده قرار خواهد گرفت. حفاری چاه چاه عمیق دوم نیز هم اکنون در عمق ۲۲۰۰ متری در حال انجام است و پیش بینی میشود کارهای مربوط به حفاری یک حلقه چاه اکتشافی دیگر تا پایان سال جاری (۱۳۸۲) به اتمام برسد که پس از آن اقدامات لازم درخصوص ارزیابی و برآورد مخزن انجام خواهد شد. همچنین مطالعات و بررسیهای مربوط به ارزیابی اثرات زیست محیطی طرح توسط سازمان بهره‌وری انرژی ایران و با مدیریت و نظارت سازمان سازمان انرژیهای نو ایران در حال انجام است

اهداف طرح:.

تاکنون نتایج امیدوار کننده‌ای بشرح زیر از حفاریهای اکتشافی زمین گرمایی در منطقه سبلان (جنوب مشکین شهر) بدست آمده است که در مقایسه با طرحهای مشابه خارجی و با حفر فقط ۳ حلقه اکتشافی منحصر بفردبوده و بسیار موفق و ایده‌آل تلقی می‌گردد: ۱- وجود درجه حرارت مناسب و اقتصادی جهت تولید برق در حد ۲۵۰ درجه سانتیگراد. ۲- وجود مخزن احتمالی با گسترش سطحی در حدود ۳ کیلومتر مربع که توانایی تولید ۱۰ تا ۳۰ مگاوات برق را دارد و در صورت انجام حفاریهای بیشتر امکان توسعه آن نیز وجود دارد. ۳- مشخص شدن گسترش هندسی مخزن از نظر حاشیه (سایت C) و مرکز اصلی مخزن (جنوب سایتA) سایر دستاوردهای انجام پروژه مذکور عبارتند از: ۱- انتقال تکنولوژی به پیمانکاران و مشاوران داخلی ۲- کسب اولین تجربه در خصوص احداث نیروگاه زمین گرمایی و آشنایی با مشکلات مربوطه ۳- دسترسی به انرژی پاک و سازگار با محیط زیست و ایجاد تنوع در سبد انرژی کشور ۴- ایجاد اشتغال در منطقه ۵- دستیابی به اطلاعات اجرایی جهت سیاستگذاریهای بعدی در این خصوص در کشور از مهمترین دستاوردهای پروژه پمپ حرارتی زمین گرمایی که براساس نتایج تست سیستم بدست آمد میتوان به کاهش ۳۰ درصدی در برق مصرفی مناطق گرمسیری در فصل گرما اشاره نمود که بسیار اهمیت دارد شرح عملیات ۱- انجام طراحی و تهیه نقشه های ساخت سیکل زمین گرمایی ۲- ساخت سیستم ۳- نصب و تست سیستم پیمانکاران: شرکت ملی حفاری:پیمانکاران اجرایی فاز حفاریهای اکتشافی می باشند. شرکت سلان سر، شابیل، سائین، مشکین یورد، که به عنوان پیمانکاران ساختمانی در بخش احداث و آماده سازی راههای دسترسی و سایتهای حفاری در حال فعالیت می باشند. شرکت پارس تکنیک که در خصوص ساخت تجهیزات فلزی تست چاهها فعالیت نموده است. شرکت آب آوران فدک که در بخش تامین آب

مصرفی مورد نیاز حفاری، اقدام به حفر دو حلقه چـاه آب نمـوده اسـت. مـشاوران: شـرکت نیوزلنـدی SKM که به عنوان ناظر و مشاور اصلی طـرح در حـال فعالیـت مـی باشـد. شـرکت سـهامی خـدمات مهندسی برق (مشانیر)که به عنوان مشاور و دستگاه نظارت بر عملیات سـاختمانی طـرح فعالیـت مـی نماید.

فصل هفتم:انرژی بیوگاز

تعریف

زیست توده چهارمین منبع بزرگ انرژی در جهان بوده و حدود ۱۴ درصد انرژی جهان را فراهم می‌کند. زیست توده یا بیوماس اصطلاحی است که برای توصیف یک رشته از محصولات که از فتوسنتز بدست می‌آید بکار می‌رود. بیوماس بر عکس سوختهای فسیلی رایج که بصورت لایه های متمرکز یافت میشوند، بیشتر بصورت رقیق هستند. کاربردهای اقتصادی بسیار رایج انرژی زیست توده، استفاده از موادی است که برای منظورهای دیگر جمع آوری شده‌اند، نظیر پس مانده‌های حاصل از کشاورزی، غذا و ضایعات شهری. زیست توده را می‌توان از طریق بکارگیری توربینهای گازی یا سوخت مایع به الکتریسیته تبدیل کرد. بیوگاز حاصل از فرایندهای شیمیایی تحت تاثیرات عوامل مختلف فیزیکی به گاز های اطلاق می‌شود که در اثر تغییر مواد آلی بوسیله باکتری بی هوازی تولید می‌گردند. گاز های تولیدی بی بو، تمیز، احتراق پذیر و سبک تر از هوا بوده و با دمای ۸۰۰ درجه سانتیگراد و با شعله آبی میسوزد و با نسبت ۲۰:۱ با هوا مخلوط میشود و دارای ارزش حرارتی ۵۶۵۰ کیلوکالری می‌باشد. در بررسیهای انجام شده جهت پتانسیل سنجی منابع عمده زیست توده در ایران انرژی قابل استحصال از زائدات کشاورزی و جنگلی حدود PJ11، زباله های شهری ۹۰ و فاضلاب های شهری و صنایع بزرگ غذایی و فضولات قابل بازیافت حدود ۹۰۰۰ میلیون مترمکعب گاز سوختی می‌باشد در این میان پتانسیل برق قابل تولید فقط از زباله‌های شهری ایران معادل ۵ هزار گیگاوات ساعت می‌باشد.

کاربرد

تولید انرژی الکتریکی در مقیاس نیروگاهی

تولید سوخت‌های مایع و گازی نظیر متانول، اتانول، بیوگاز و ....

حفاظت و صیانت از محیط زیست و جلوگیری از انتشار گازهای گلخانه‌ای و عدم آسیب رسانی به لایه اوزن

تولید کمپوست

بیوگاز، انرژی از یاد رفته

امروزه گازهای گوناگون و مفیدی برای سوخت، وجود دارند که بیش از سه نوع آن در جهان استفاده می شود. این سه نوع عبارتند از: گاز مایع (ال.پی.جی) که مخلوطی از بخش‌های پالایش شده نفت خام از قبیل پروپان، بوتان، پروپیلن و بوتیلن است. این گاز به این دلیل که به آسانی به مایع تبدیل می شود، از آن برای سوخت سیلندر استفاده می شود. نوع دوم، گاز طبیعی است که از دو منبع عمده منابع گاز مستقل و گاز همراه (گاز حاصل از تفکیک نفت خام) تامین می شود و نوع سوم بیوگاز است که با آن بیشتر آشنا می شویم.

درسال های اخیر به دلیل مشکلات ناشی از وابستگی گسترده به نفت و محدودیت منابع تجاری انرژی، به استفاده از بیوگاز بیشتر توجه شده است. بیوگاز بر اثر واکنش های تجزیه ای بی هوازی

میکروارگانیسم های زنده در محیطی که مواد آلی وجود دارد، تولید می شود. از این قبیل محیط ها می توان به باتلاق ها و مرداب ها اشاره کرد و گازی که در این محیط ها تولید می شود، به گاز مرداب معروف است. دلیل نام گذاری این گاز به بیوگاز این است که بر اثر تجزیه بی هوازی مواد آلی و بیولوژیک به وسیله میکروارگانیسم های زنده تولید می شود. بیوگاز مخلوطی از سه ترکیب به نام های متان، دی اکسید کربن و سولفید هیدروژن است. ترکیب عمده و قابل اشتعال بیوگاز، متان است که سهم بیشتر این گاز یعنی ۶۰ تا ۷۰ درصد آن را شامل می شود. گاز متان، گازی است بی رنگ و بی بو که اگر یک فوت مکعب آن بسوزد، ۲۵۲ کیلوکالری انرژی حرارتی تولید می کندکه در قیاس با سایر مواد سوختی، رقم قابل توجهی است. دو ترکیب دیگر به ویژه سولفید هیدروژن که سهم آن ناچیز است، جزء ترکیب های سمی هستند. از مزیت های مهم متان به دیگر سوخت ها این است که هنگام سوختن، گاز سمی و خطرناک منواکسید کربن تولید نمی کند؛ بنابراین از آن می توان به عنوان سوخت ایمن و سالم در محیط خانه استفاده کرد. همان طور که گفته شد، ۶۰ تا ۷۰ درصد بیوگاز را گاز متان تشکیل می دهد، این درصد بالای متان، بیوگاز را به عنوان منبع عالی و ممتاز انرژی های تجدیدپذیر برای جانشینی گاز طبیعی و دیگر سوخت های فسیلی قرار داده است. امروزه از بیوگاز در گرم کردن دیگ های بخار کارخانه ها، موتور ژنراتورها برای تولید برق،گرم کردن خانه ها و پخت و پز استفاده می شود. استفاده از فناوری تولید بیوگاز در ایران، تاکنون کاربرد عمومی نیافته است و در مرحله آزمایشگاهی است؛ درحالی که در کشورهای اروپای غربی، جنوب شرقی آسیا و به ویژه چین و هندوستان این فناوری بسیار قابل توجه است و این کشورها با بهره گیری از این فناوری نیاز خود را به سوخت برطرف کرده اند.

سوئد، یکی از بهترین مصرف کنندگان بیوگاز در صنعت حمل و نقل است و برنامه ریزی شده است تا سال ۲۰۵۰ میلادی ۴۰ درصد از نیاز این کشور در بخش حمل و نقل از طریق بیوگاز تامین شود. براساس این گزارش، هزینه تولید بیوگاز در سوئد از تولید بنزین با صرفه تر است، زیرا تولید یک مترمکعب بیوگاز که شامل تولید، اصلاح و متراکم سازی است، ۵/۳ تا ۵/۴ کرون سوئد است که این مقدار، حدود ۷۰ درصد هزینه های جاری بنزین در سوئد است. بررسی ها نشان می دهد درصورت استفاده از بیوگاز در صنعت حمل و نقل، میزان آلاینده دی اکسیدکربن که سبب افزایش گاز گلخانه ای جهان می شود تا حدود ۶۵ تا ۸۵ درصد کاهش می یابد.

باکتری های ویژه ای واکنش های تجزیه ای و بی هوازی مواد آلی را به منظور تولید بیوگاز انجام می دهند. این گروه باکتری ها قادر به شکستن و تجزیه مواد آلی پیچیده و ساده هستند که سرانجام به تولید بیوگاز منجرمی شود. این باکتری ها از باکتری های مزوفیل و تا حدودی گرما دوست، هستند و در دمای ۷۵ تا ۱۰۰ درجه فارنهایت می توانند زندگی کنند. تحقیقات نشان می دهد که بهترین دما برای رشد این گونه باکتری ها ۹۵ درجه فارنهایت است که در این دما باکتری ها بیشترین فعالیت آنزیمی را برای تجزیه موادآلی و تولید بیوگاز دارند. با توجه به این موضوع در فصل زمستان که هوا

سرد است، تولید بیوگاز در مرداب ها و باتلاق ها متوقف می شود. از شرایط مطلوب دیگر برای تولید بیوگاز، قلیایی بودن (PH=7-8) محیط واکنش است.

تجزیه و تبدیل فضولات و مواد گندیده آلی که می تواند محصول حیوانات اهلی و یا گیاهان باشد، به وسیله باکتری ها در دو مرحله به بیوگاز و بیوماس تبدیل می شود. از بیوگاز استفاده های فراوانی می توان کرد و از بیوماس هم به عنوان کود آلی می توان بهره برد. در مرحله نخست این واکنش بیولوژیک، باکتری های بی هوازی مواد آلی گندیده را به اسید های آلی تبدیل می کنند. در مرحله دوم، گروه دیگری از باکتری ها اسید های آلی به وجود آمده را تجزیه می کنند که در نتیجه آن بیوگاز که بخش عمده آن متان است، تولید می شود.

برای تولید بیوگاز در مناطق روستایی و مجتمع های کشاورزی و دامپروری می توان اقدام به ساخت دستگاه بیوگاز کرد که ساخت آن بسیار آسان و از بخش های زیر تشکیل شده است:

- تانک تخمیر:

تانک تخمیر، بخش اصلی دستگاه بیوگاز است که معمولاً به شکل استوانه و از جنس آجر و یا بتون ساخته می شود. این تانک را می توان یا به صورت کامل درون زمین و یا بخشی از آن را در روی زمین ساخت. مواد زاید آلی پس از ورود به تانک به مدت یک تا دو ماه در آن نگهداری می شوند. در طول این مدت، مواد زاید آلی درشرایط بی هوازی و براثر فعالیت باکتری ها تجزیه می شوند. نتیجه این تجزیه، تولید بیوگاز و مقداری بیوماس است که با تخلیه مرتب بیوماس و و اضافه کردن مواد زاید جدید در تمام روزهای سال می تواند ادامه داشته باشد.

محفظه گاز:

این محفظه به صورت سرپوشی شناور یا ثابت از جنس فلزی یا بتونی در روی بخش فوقانی تانک تخمیر قرار می گیرد. گازهای تولیدی در تانک تخمیر در بخش زیر این سرپوش جمع می شود که از طریق لوله کشی می توان آن را به نقطه مصرف انتقال داد. نکته مهم در باره این محفظه این است که از افزایش فشار گاز در این محفظه جلوگیری شود؛ بنابراین با نصب فشار سنج در این محفظه می توان فشار گاز را کنترل کرد. - لوله های ورودی و خروجی: هدف از لوله های ورودی و خروجی در دستگاه بیوگاز، ورود مواد خام و تخلیه بیوماس از تانک تخمیر است. جنس لوله ها را می توان از نوع پلاستیکی یا بتونی انتخاب کرد. در مناطق روستایی هر خانوار می تواند به طور انفرادی یک دستگاه بیوگاز داشته باشد و یا چند خانوار ساکن در کنار هم می توانند به طور اشتراکی یک دستگاه بیوگاز بسازند. براساس محاسبات انجام شده، کود حاصل از سه راس گاو و یا چند راس گوسفند پاسخ گوی تولید گاز مصرفی هر خانوار در طول سال است. که این میزان تولید گاز، حدود ۵۰۰ لیتر به ازای هر کیلوگرم فضولات تجزیه شده است. بهره برداری و نگهداری از دستگاه بیوگاز به مهارت خاصی نیاز ندارد و هرکس به راحتی می تواند از آن استفاده کند. با توجه به موارد یادشده، لزوم برنامه ریزی برای گسترش منابع انرژی غیرنفتی و استفاده از انرژی های نو در کشورمان به خوبی احساس می شود. با

انجام مطالعات و تحقیقات و مشارکت در ساخت دستگاه های بیوگاز در مناطق روستایی می توان در مصرف سوخت های نفتی به شدت صرفه جویی کرد.

در یک نتیجه گیری کلی استفاده از بیوگاز در زندگی روزمره می تواند فایده های زیر را به دنبال داشته باشد:

- بیوگاز به عنوان یک منبع انرژی محلی و تجدید شونده؛
- بهبود وضعیت ایمنی صنعتی و خانگی، همچنین سودآور بودن آن؛
- بهبود وضعیت کیفیت هوا و کاهش بوهای نامطبوع؛
- کاهش انتشارگازهای گلخانه ای دشمن لایه ازون؛
- رشد اقتصادی و تضمین منبع انرژی؛
- جمع آوری مواد زاید و حیوانی در یک نقطه و جلوگیری از پراکندگی آنها در محیط اطراف؛
- استفاده از بیوماس تولیدی به عنوان کود سالم و مطمئن در کشاورزی

د-بیوگاز

در اکثر دامداریها و روستاهای کشور با استفاده از پس مانده‌های آلی و فضولات حیوانی به راحتی می‌توان نسبت به تولید گاز متان و استفاده از آن جهت روشنایی و رفع دیگر نیازهای محلی اقدام نمود. این سیستم حداقل از سه جهت تاءمین انرژی پاک، غنی‌سازی کود و افزایش سطح بهداشت عمومی حائز اهمیت می‌باشد. جهاد سازندگی در اواخر دهۀ اول فعالیت خود نسبت به احداث تعدادی واحد بیوگاز در برخی از روستاهای کشور اقدام نموده که برخی از آنها هنوز فعال است لکن بدلیل دور از ذهن بودن ضرورت بهینه سازی مصرف انرژی کشور در آن مقطع زمانی، مورد حمایت واقع نگردید که امید است با اهتمامی که طی سالهای اخیر به امر بهینه سازی مصرف سوخت در کشور شده است، زمینۀ ترویج و توسعۀ این فعالیت‌ها نیز بوجود آید.

سال ۱۳۶۵، استان گلستان- مراسم افتتاحیه اولین پروژه بیوگاز

بیودیزل چیست؟

بیودیزل (منو اکلیل استر) یک سوخت گازوئیلی پاک است که از منابع طبیعی و قابل تجدید مانند روغن‌های گیاهی ساخته می‌شود. بیودیزل درست مانند گازوئیل نفت در موتورهای احتراقی کار می‌کند و برای این کار اصولاً هیچگونه تغییر موتوری لازم نیست. بیودیزل، ظرفیت و دامنه کار گازوئیل را حفظ می‌کند.

استفاده از بیودیزل در یک موتور گازوئیلی معمولی منجر به کاهش اساسی هیدروکربن‌هاینسوخته، منواکسید کربن و ذرات معلق می‌شود. خروج اکسیدهای نیتروژن بسته به سیکل کاری و روش‌های آزمایشی، کمی کاهش و یا افزایش می‌یابد. با بکاربردن این سوخت، از سهم کربن موجود در ذرات معلق کاسته می‌شود (چون اکسیژن موجود در بیودیزل احتراق کامل به CO_2 را ممکن می‌سازد). بخش سولفات از بین می‌رود (زیرا در این سوخت اصلاً سولفور وجود ندارد) اما قسمتی محلول یا هیدروکربن به همان صورت باقی می‌ماند یا افزایش پیدا می‌کند، بنابراین بیودیزل باتکنولوژی جدیدی مانند کاتالیست‌ها (که از ذرات محلول گازوئیل می‌کاهند نه کربن جامد) وEGR (با کربن کمتر عمر موتور بیشتر می‌شود) بسیار خوب کار می‌کند.ویژگی‌های شیمیایی: ویژگیهای فیزیکی بیودیزل بسیار شبیه گازوئیل معمولی است. با این حال،ویژگیهای خروجیهای اگزوز بیودیزل بهتر از گازوئیل معمولی است

ویژگیهای فیزیکی بیودیزل

- وزن مخصوص ۸۸/۰
- ویسکوزیته ۲۰ درجه سلسیوس (سانتی استوک) ۵/۷
- عدد ستان(اندیس ستان) ۴۹
- نقطه اتصال فیلتر سرد(درجه سلسیوس) ۱۲-
- ارزش حرارتی خالص (کیلوژول در لیتر) ۳۳۳۰۰

بیودیزل چگونه ساخته می‌شود؟

بیودیزل را میتوان از روغنهای گیاهی تازه و یا مستعمل و چربی حیوانات تولید کرد. این گازوئیل از منابع داخلی قابل تجدید بوجود می‌آید. این سوخت، قابل تجزیه بیولوژیکی است و هنگامیکه بعنوان یک جزء ترکیبی مورد استفاده قرار می‌گیرد، نیازمند حداقل تغییرات در موتور است و نسبت به گازوئیلی که جایگزینش می‌شود، سوختی پاک است.روغن‌های گیاهی می‌توانند برای تولید ترکیبات شیمیائی- که استر خوانده می‌شوند- ، با یک الکل (معمولاً متانول) ترکیب شوند. زمانیکه این استرها به منظور سوخت مورد استفاده قرار میگیرند،بیودیزل خوانده شوند. گلیسیرول (که در داروسازی و تولید لوازم آرایش نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد) به عنوان یک محصول فرعی تولید می‌شود اخیراً بیودیزل طی فرایندی با نام Transesterification تولید شود.

در این فرآیند ابتدا روغن گیاهی(یا چربی حیوانی) از فیلتر عبور داده می‌شود، سپس برای از بین بردن اسیدهای چرب آزاد،با قلیا فرآیند می‌گردد؛ بعد با یک الکل (معمولاً متانول) و یک کاتالیزور (معمولاً هیدروکسید سدیم یا پتاسیم) ترکیب می‌شود. تری گلیسریدهای روغن برای تشکیل استرها و گلیسرول واکنش شیمیایی انجام می‌دهند و بعداً از یکدیگر جدا شده و مورد تصفیه قرار می‌گیرند. بیشتر تمایلاتی که امروز برای تولید بیودیزل وجود دارد ناشی از ظرفیت بسیار بالای تولید سویا،تولیدات مازاد و کاهش قیمت‌ها است. متیل سویات، یا سوی دیزل که از واکنش متانول با روغن سویا حاصل می‌شود، اصلی‌ترین شکل بیودیزل در آمریکاست.

چربیهای بلااستفاده حیوانی و روغن سوخته (که بعنوان " شبه گریس" شناخته می‌شوند) نیز منابع و ذخایر خوبی هستند. این منابع از روغن سویا ارزان‌ترند و به عنوان راهی برای کاهش هزینه‌های تامین مواد اولیه در نظر گرفته می‌شوند. بادام زمینی، پنبه دانه، گل آفتاب گردان و کنولا (گونه‌ای از دانه شلغم روغنی) نیز از منابع روغنی دیگرند. استرهایی که از هر یک از این منابع ساخته شده‌اند گرچه شاید در میزان انرژی عدد ستان (مشابه اکتان بنزین) یا دیگر مشابهات فیزیکی کمی متفاوت باشند اما می‌توانند با موفقیت در موتورهای گازوئیلی مورد استفاده قرار گیرند.

بازار بیودیزل

بیودیزل سوختی تقریباً ناشناخته است و برای رسیدن به استفاده تجاری گسترده، باید از موانع گوناگونی بگذرد. این سوخت می‌بایست قبل از هرگونه ورود به بازار، بر موانع نظارتی فائق آید و قیمت آن نیز رقابتی تر شود.به نقل از سازمان سوخت‌های طبیعی آمریکا، با انگیزه بالای دولت، تولید بیودیزل از دانه‌های روغنی می‌تواند به حدود ۲ میلیارد بشکه در سال برسد که این رقم حدود ۸ درصد مصرف بزرگراهی گازوئیل در اوایل این قرن است. بیودیزل با بازار کنونی‌اش احتمالاً به عنوان سوخت مورد استفاده در ناوگان اتوبوس و کامیون‌های سنگین لحاظ می‌شود (که در ابتدا به صورت ترکیب با گازوئیل فسیلی با استاندارد ۲۰ درصد است.) اخیراً، هر گالن متیل سویات بیش از ۲ دلار قیمت دارد و قیمت آن با گازوئیل که ۶۵ تا ۷۰ سنت درگالن است رقابت می‌کند. هزینه‌های تامین مواد اولیه علت ۹۰ درصد از هزینه‌های مستقیم تولیدند که هزینه سرمایه و برگشت سرمایه را نیز شامل می‌شوند به عنوان مثال، برای تولید یک گالن بیودیزل به ۷،۳ پوند روغن سویا نیاز داریم که قیمت آن حدود ۲۰ سنت برای هر پوند است.بنابراین فقط هزینه‌های تامین مواد برای تولید هر گالن متیل سویات، حداقل ۱،۵۰ دلار است که این رقم بدون احتساب هزینه‌های بازاریابی است.

تلاش می‌شود که با توسعه گیاه‌های پیوندی سویا که دارای روغن بیشتری هستند، بتوان این هزینه‌ها را کاهش داد. برای مثال، دانه‌های سویا، حدودا ۲۰ درصد روغن دارند در حالیکه دیگر دانه‌های روغنی دارای بیش از ۵۰ درصد روغن‌اند. ذخیره روغن دانه‌های شلغم روغنی اروپا که مورد استفاده قرار می‌گیرند حدوداً ۴۰ درصد است

سوخت هیدروژن

امروزه گاز هیدروژن برای استفاده در موتورهای احتراقی و وسایل نقلیه الکتریکی باتری دار مورد بررسی قرار گرفته است. هیدروژن در دما و فشار طبیعی، یک گاز است و به این علت، انتقال و ذخیره آن از سوخت های مایع دیگر، دشوارتر است. سامانه هایی که برای ذخیره هیدروژن توسعه یافته‌اند، عبارتند از:

هیدروژن فشرده، هیدروژن مایع و پیوند شیمیایی میان هیدروژن و یک ماده ذخیره (برای مثال، هیدرید فلزات).

با این که تاکنون هیچ سامانه حمل و نقل و توزیع مناسبی برای هیدروژن وجود نداشته، اما توانایی تولید این سوخت از مجموعه متنوعی از منابع و خصوصیت پاک سوز بودن آن، هیدروژن را به سوخت جانشین مناسبی تبدیل کرده است.

هیدروژن یکی از ساده‌ترین و سبک‌ترین سوخت های گازی است که در فشار اتمسفری و دمای جوی حالت گاز دارد. سوخت هیدروژن همان گاز خالص هیدروژن نیست، بلکه مقدار کمی اکسیژن و دیگر مواد را نیز با خود دارد. منابع تولید سوخت هیدروژن شامل گاز طبیعی ، زغال سنگ ، بنزین و الکل متیلیک هستند. فرآیند فتوسنتز در باکتری ها یا جلبک ها و یا شکافتن آب به دو عنصر هیدروژن و اکسیژن به کمک جریان الکتریسیته یا نور مستقیم خورشید از آب، روش های دیگری برای تولید هیدروژن هستند.

در صنعت و آزمایشگاه های شیمی، تولید هیدروژن به طور معمول با استفاده از دو روش شدنی است: ۱- الکترولیز ۲- تولید گاز مصنوعی از بازسازی بخار یا اکسیداسیون ناقص. در روش الکترولیز با استفاده از انرژی الکتریکی، مولکول‌های آب به هیدروژن و اکسیژن تجزیه می‌شوند. انرژی الکتریکی را می‌توان از هر منبع تولید الکتریسیته که شامل سوخت های تجدید پذیر نیز می‌شوند، به دست آورد. وزارت نیروی آمریکا به این نتیجه رسیده است که استفاده از روش الکترولیز برای تولید مقادیر زیاد هیدروژن در آینده مناسب نخواهد بود.

روش دیگر برای تولید گاز مصنوعی، بازسازی بخار گاز طبیعی است. در این روش، می‌توان از هیدروکربن‌های دیگر نیز به عنوان ذخایر تامین مواد استفاده کرد. برای نمونه، می‌توان زغال سنگ و دیگر مواد آلی (بیوماس) را به حالت گازی درآورد و آن را در فرآیند بازسازی بخار برای تولید هیدروژن به کار برد. از طرفی چون هیدروکربن های فسیلی محدود و رو به اتمام هستند، پس بهتر است دید خود را به سمت استفاده از منابع تجدید شونده معطوف کنیم.

گاز هیدروژن می تواند هم از منابع اولیه تجدید پذیر و هم از منابع تجدید ناپذیر تولید شود. امروزه تولید گاز هیدروژن از منابع تجدید پذیر به سرعت مراحل توسعه و رشد خود را می پیماید. این در حالی است که تولید گاز هیدروژن از منابع تجدید ناپذیر به ویژه منابع فسیلی به علت محدود بودن این منابع روز به روز کاهش می یابد.

گاز هیدروژن در اثر واکنش های تخمیری میکروارگانیسم های زنده، به ویژه باکتری ها و مخمر ها روی بیوماس، تولید می شود. بیوماس از منابع اولیه تجدید پذیر است که از موادی مانند علوفه، ضایعات گیاهان و فضولات حیوانات به دست می آید. در روند تولید گاز هیدروژن، باکتری های بی هوازی با استفاده از پدیده تخمیر، مواد آلی و آب را به گاز هیدروژن تبدیل می کنند. برای تولید هیدروژن به وسیله باکتری ها دو نوع تخمیر وجود دارد: یک نوع تخمیر نوری است که در آن به منبع نور نیاز است و نوع دیگر، تخمیر در تاریکی است که نیازی به نور ندارد. در این واکنش ها منابع کربنی زیادی استفاده می شود که همگی از بیوماس تامین می شوند.

در طبیعت میکروارگانیسم های بی هوازی در غیاب اکسیژن و با استفاده از پدیده تخمیر، گاز هیدروژن تولید می کنند، ولی مقدار این گاز از نظر کمی پایین است و از نظر اقتصادی برای مصارف صنعتی و خانگی و ... قابل توجیه نیست؛ از این رو باید با استفاده از روش هایی، بازده تولید گاز هیدروژن را افزایش داد. یکی از روش هایی که می توان بازده تولید گاز هیدروژن را بالا برد، تغییرات ژنتیک در ژنوم این باکتری ها با استفاده از روش های مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی است. روش دیگر، استفاده از ترکیبی از باکتری های هوازی و بی هوازی در کنار هم است. در این روش چون باکتری های بی هوازی در فرآیند تخمیر تولید اسید های آلی می کنند، رفته رفته محیط واکنش اسیدی می شود و PH پایین می آید؛ از این رو تولید هیدروژن کاهش می یابد. ولی هنگامی که باکتری های هوازی در محیط باشند، از اسید های آلی استفاده و آنها از محیط خارج می کنند؛ در نتیجه راندمان تولید گاز هیدروژن بالا می رود.

تحقیق و توسعه

وزارت نیروی آمریکا برای توسعه استفاده از هیدروژن دو برنامه اصلی را دنبال می‌کند که یکی برنامه هیدروژن وزارت نیرو و دیگری شبکه اطلاعاتی تکنولوژی‌های هیدروژن است. هیدروژن، سومین انرژی فراوان بر روی سطح زمین است. همان طور که به صورت ابتدایی در آب و ترکیبات آلی یافت می شود. هیدروژن از هیدروکربن ها یا آب به دست می آید و هنگامی که به عنوان سوخت مصرف می شود، یا برای تولید الکتریسیته از آن استفاده می شود و یا با ترکیب مجدد با اکسیژن تولید آب می کند. از این رو و با توجه به قابلیت بالای تولید انرژی در این سوخت اخیراً تلاش های زیادی برای جانشین کردن این سوخت صورت می گیرد.

مسائل ایمنی

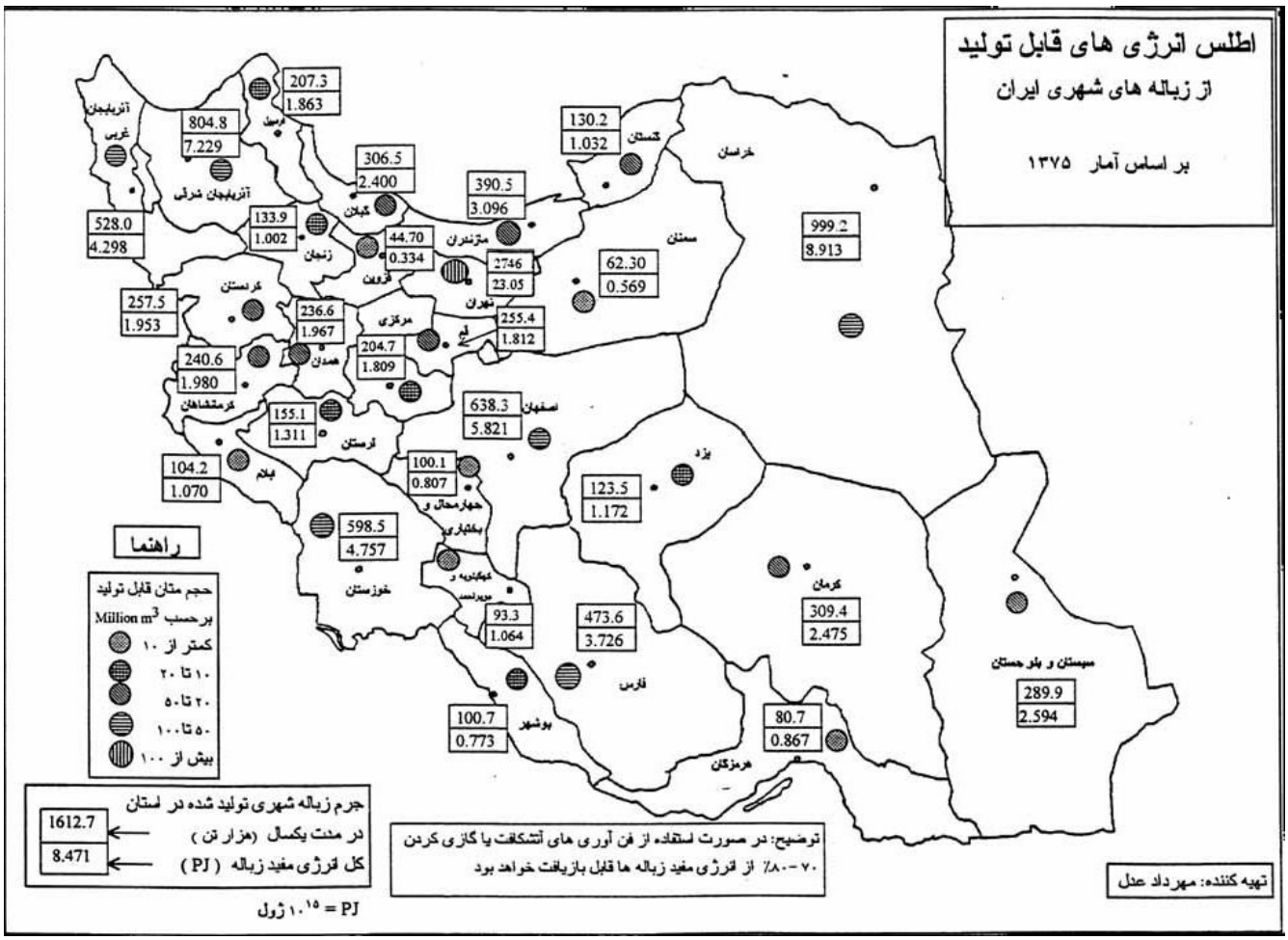
هیدروژن از دیدگاه ایمنی نیز مطمئن و مطلوب است و برای حمل ونقل ، نگهداری و استفاده، خطرناک تر از سوخت های رایج دیگر نیست. به هر صورت مسائل ایمنی همچنان به عنوان یکی از اساسی‌ترین مقوله ها در استفاده از انرژی هیدروژن باقی می ماند.استانداردهای متداول دنیا امنیت استفاده از آن را با سختگیری در طراحی و انجام آزمایش های متعدد فراهم می آورد. همچنین در حوزهٔ نگهداری و حمل آن، استانداردهای بسیاری برای تمام تجهیزات مرتبط تدوین شده است.

اقتصاد هیدروژن

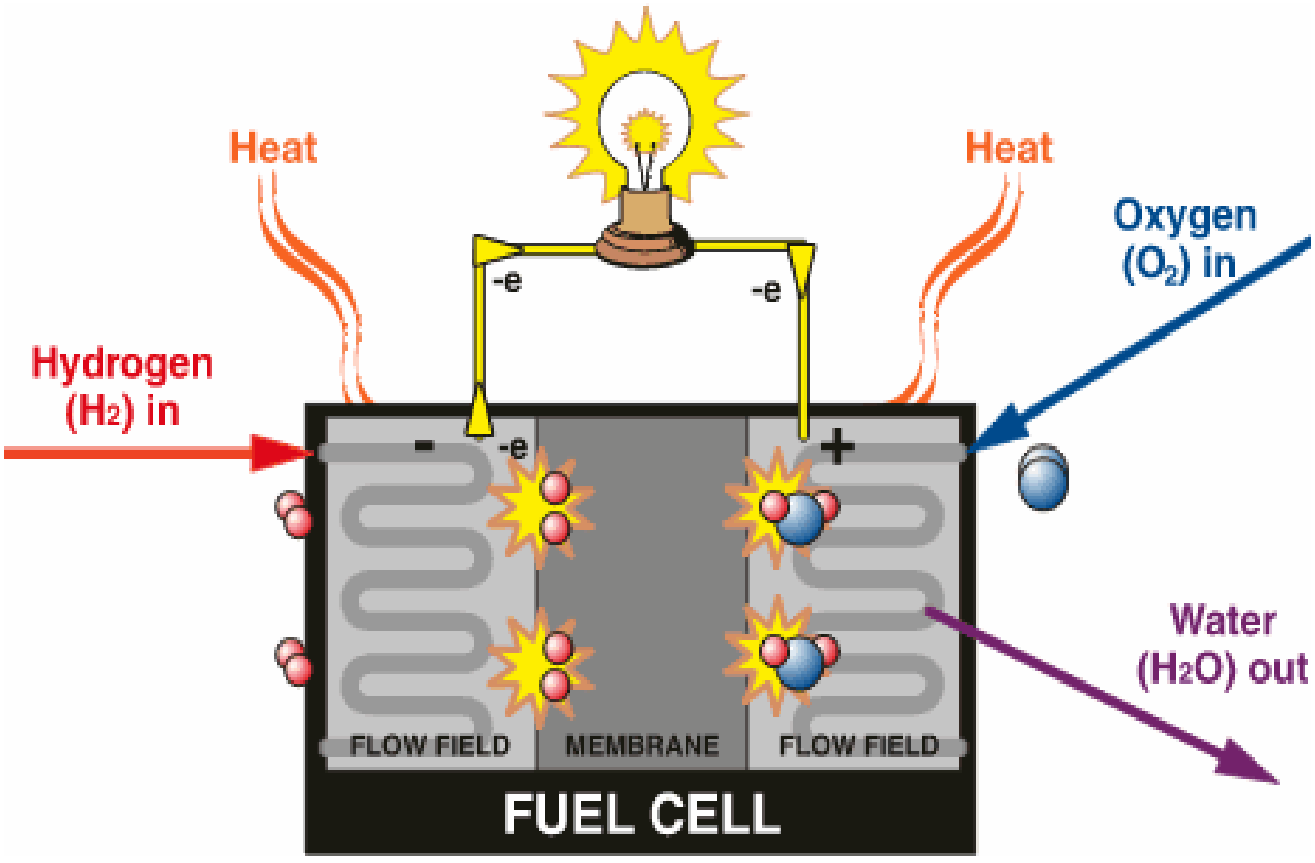
برای هیدروژن به عنوان یک سوخت، سیستم توزیعی مناسبی وجود ندارد. با این که معمولاً انتقال از طریق خط لوله با صرفه‌ترین راه انتقال سوخت‌های گازی است، اما در حال حاضر سیستم خط لوله مناسبی موجود نیست. انتقال هیدروژن به طور خاص از طریق مخزن و تانکرهای گاز صورت می‌گیرد. استفاده از هیدروژن به عنوان سوخت به یک زیر ساختار برای حمل ونقل و نگهداری و با توجه به مسائل ایمنی و اقتصادی نیاز دارد.

دیدگاه ایجاد یک زیر ساختار که هیدروژن را به عنوان منبع انرژی مورد استفاده قرار می‌دهد، مفهوم اقتصادی بودن این طرح را پدید آورده که بهترین راه جهت ایجاد تقاضای بیشتر برای تولید و مصرف این انرژی است، زیرا منابع تولید هیدروژن بسیار ارزان و دردسترس هستند. هیدروژن قابلیت بالایی برای تولید انرژی دارد و میزان آلودگی ناشی از مصرف این سوخت در محیط زیست بسیار کم است. این سوخت به عنوان منبعی تجدیدپذیر، پاک و فراوان تر از سوخت فسیلی می تواند

اطلس انرژیهای قابل تولید از روش بیوماس



فصل هشتم:انرژی پیل سوختی



مقدمه:

تکنولوژی PEM توسط الکتریک در اوایل دهه سال ۱۹۶۰ ساخته شد این پیل سوختی توسط توماس گراب (Thoma) و لئونارد یندراچ (Leanard Niedroch) ساخته شد. جنرال الکتریک (GE)در اواسط ۱۹۶۰ موفقیت ساخت یک پیل سوختی کوچک برای برنامه نیروی دریایی بریو (Bureau)و شرکت سیگنال ارتش آمریکا اعلام کرد.

تکنولوژی PEM جزء پروژه جمینی (Gemini) ناسا در اولین روزهای پروژهای فضایی آمریکا بود. در پروژه مرکوری (Mercury) باطریها برق فضا پیمارا تأمین می کردند در پرواز به ماه در پروژه آپولو نیاز به یک منبع طولانی تری بوجود آمد. مهمترین موضوع در پروژه جمینی (Gemini) تست تجهیزات و مراحل برای آپولو بود. مسافرت ۱۴ روز طول کشید و در این مدت پیل سوختی PEM نیز تست شد و برای پروژه آپولو پیل سوختی جنرال الکتریک (GE) انتخاب شد. اما این پیل سوختی مشکلاتی از قبل نشت اکسیژن از غشاء و وجود مواد مضر در داخل پیل سوختی داشت جنرال الکتریکی پیل سوختی PEM را دوباره طراحی کرد ومدل جدید P3 علیرغم عملکرد ناقص وضعیت در جمینی ۵ (Gemini 5) برای بقیه پروازهای جمینی مناسب بود. با این وجود طراحان پروژه پرواز آپولو پیل سوختی آلکاسین را برای پرواز انتخاب کردند. همین برنامه را (استفاده از پیل سوختی آلکاسین) یک دهه بعد طراحان شاتل فضایی اجرا کردند.

جنرال الکتریک کار بر روی پیل های سوختی PEM را تا اواسط دهه 1970 ادامه داد و در آن زمان تلکنولوژی الکترولیت آب PEM برای زندگی زیر دریا را بوجود آورده نیروی دریایی انگلستان این تکنولوژی را در اواسط دهه ۱۹۸۰ برای زیردریایی استفاده کرد. در اواخر دهه ۱۹۸۰ و اوایل دهه ۱۹۹۰ بقیه گروه ها به پیل سوختی توجه کردند.

دلایل استفاده از پیل سوختی

استفاده از پیل سوختی بعنوان منبع انرژی بطور رسمی توسط ناسا (NASA) انجام گرفت پس از اینکه نیاز به باطری های با عمر طولانی در پروژه های جمینی (Gemini) و آپولو (Apollo) احساس شد طراحان ناسا تصمیم به استفاده از پیل سوختی در فضاپیما ها کردند. از دلایل این انتخاب کم کردن حجم هیدروژن مایع نیست. سایر سوختها و همینطور تولیداب و تولید برق همزمان برای فضانوردان بود. ضمن اینکه پیل سوختی نیاز به ملزومات زیادی مانند سایر ملدهای نیروی برق ندارند. ضمن اینکه قطعات متحرک نیز ندارند و حجم شان نسبت به سایر مولدهای برق کوچکتر است.

پس از انتخاب پیل سوختی برای فضاپیماهای آپولو توجه سازندگان به پیل سوختی افزایش پیدا کرد و با پیشرفت تکنولوژی و ساخت پیل های سوختی متنوع با کاربردهای مختلف و همینطور مزایای مختلف نسبت به تکنولوژی های تولید برق قدیمی تر نیاز به آن در تولیدکنندگان برق بوجود آمد. از دلیل استفاده مولدان برق از پیل سوختی این بود که سوخت فسیلی منبعی پایان پذیر است و نیاز به

روزافزودن به انرژی موجب شده است که منابع دیگری جایگزین این منابع پایان پذیر شود از جمله منابع جایگزین منابع تجدیدپذیر هستند که یکی از منابع هیدروژن بود. از جمله تجهیزات مربوط به تولید برق با هیدروژن پیل سوختی است. از دلایل دیگر استفاده تولید کنندگان برق از پیل سوختی کم بودن آلایندگی آن است. امروزه از مهمترین منابع آلودگی نیروگاهها هستند و تنظیم کنندگان محیط زیست برای بعضی از نیروگاهها محدودیتهایی قرار داده اند. پیل سوختی از جمله مولدان برقی است که ایجاد آلایندگی بسیار کمی در مقابل نیروگاههای فعلی می کند و گزینه مناسبی از لحاظ بازدهی برای جایگزینی هستند

مزایای پیل سوختی نسبت به سایر سیستم های برق معمولی موجود

پیل های سوختی بطور کلی دارای مزایای نسبت به نیروگاههای تولید برق معمولی هستند این مزایا عبارتند از:

۱. بازده بال
۲. آلایندگی کم شیمیایی، صوتی و گرمایی
۳. قابلیت انعطاف در موقعیت نصب
۴. قابلیت اطمینان
۵. هزینه تعمیر و نگهداری پایین
۶. تقسیم بار اجرایی مناسب (Excellent part load per formance)
۷. قابلیت تعدیل کردن
۸. قابلیت انعطاف در سوخت مصرفی

بازدهی پیل سوختی بیشتر از بازدهی نیروگاههای موجود می باشد و علاوه بر این پیل های سوختی مزایای بالقوه ای نیز دارند از جمله اینکه پیلهای سوختی دی اکسید کربن و اکسید نیتروژن کمتری را در هر کیلووات از برق تولید شده (در ضمن اینکه افزایش بازده نیز دارند). تولید می کنند. آلودگی صوتی کمی دارند (زیرا قطعات متحرک کمی دارند) بنابراین می توان از آنها در محیط های شهری استفاده کرد. کم بودن قطعات متحرک در پیلهای سوختی موجب افزایش قابلیت اطمینان و کاهش هزینه تعمیر و نگهداری می شود. پیلهای سوختی می توانند از انواع گازها بعنوان سوخت استفاده کنند این گازها شامل گاز طبیعی، پروپان، گاز دفن گازها (landfill) و گازهای حاصل از تمیزی هوازی (anaerobic) سوخت جت ، JP8 دیزل، ناپاتا، متانول و هیدروژن هستند.

برای افزایش بازدهی کلی پیلهای سوختی می توان با استفاده از تجهیزات عادی بهینه سازی گرمایی بازدهی کلی سیستم را حتی به ۸۵٪ نیز رساند.

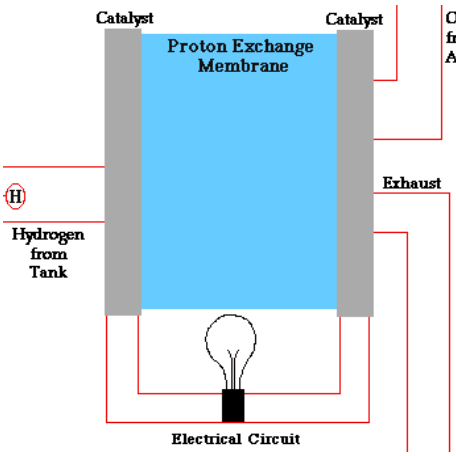
کاربردهای پیل سوختی

پیلهای سوختی می توانند در بازارهای کوچک اقتصادی قدرتی در حین 25 kW تا ۵۰۰ kW تولید کنند. تمام انواع پیل سوختی می توانند این بازار را پوشش دهند. این بازارها عبارتند از هتل ها، مدارس، بیمارستانهای کوچک و یا متوسط ساختمانهای اداری و محلهای خرید. پیلهای سوختی با دمای بالا می توانند برای کاربردهای تولید گرما و برق استفاده شوند.

(SOFC)ها ارزانترین نوع پیل سوختی هستند

پیل های سوختی می توانند توان الکتریکی از ۱ MWتا ۲۵ MWتحویل دهند. پیلهای سوختی (SOFC)و (MCFC) می توانند این بازار را پوشش دهند.

پیلهای سوختی در کاربردهای برق اضطراری، خانگی، تولید همزمان استفاده شده است. با توجه به جدول بالا و با توجه به اینکه می توان از انواع پیلهای سوختی در کاربرد برق اضطراری استفاده کرد بنابراین می توان از پیل سوختی در کابرد پیک سایی استفاده کرد. زیرا تفاوت برق اضطراری و برق پیک این است که در کاربرد برق اضطراری نیاز به شروع به کار سریع داریم ولی در پیک سایی نیاز به شروع بکار سریع نداریم بنابراین می توان از انواع پیل سوختی در کابرد پیک سایی استفاده کرد.



اصول کارکرد و انواع پیلهای سوختی

پیل سوختی دستگاهی است الکتروشیمیایی که انرژی حاصل از یک واکنش شیمیایی را به انرژی الکتریکی مفید تبدیل می‌کند. با توجه به اینکه تکنولوژی تولید پیلهای سوختی روزبه‌روز پیشرفت می‌کند، در آینده‌ای نه چندان دور استفادهٔ گسترده از این تکنولوژی اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد. در مطلب زیر به بررسی اصول کارکرد و انواع این تکنولوژی می‌پردازیم:

پیل سوختی چیست؟

پیل سوختی واحدی است که بوسیلهٔ واکنش شیمیایی، برق تولید می‌کند. هر پیل سوختی دو عدد الکترود دارد که یکی مثبت و دیگری منفی می‌باشد که به‌طور عام کاتد و آند نامیده می‌شوند. واکنش-هایی که تولید الکتریسته می‌کنند در الکترودها اتفاق می‌افتد.

همچنین هر پیل سوختی یک الکترولیت دارد که ذرات دارای بار الکتریکی را از یک الکترود به الکترود دیگر منتقل می‌کند و یک کاتالیست که انجام واکنش در الکترودها را تسریع می‌کند.

هیدروژن سوخت اصلی است، ولی پیلهای سوختی به اکسیژن نیز نیاز دارند. یکی از مزیتهای بزرگ پیلهای سوختی، تولید الکتریسته با ایجاد حداقل آلودگی می‌باشد.بیشتر اکسیژن و هیدروژنی که در تولید الکتریسته بکار می‌رود، در نهایت با ترکیب شدن با یکدیگر تولید آب می‌کنند.

یک پیل سوختی ساده (single) تولید مقدار کوچکی از جریان برق ((DC می‌کند. در عمل بسیاری از پیلهای سوختی بصورت یک سری (Stack) سوار می‌شوند. در هر صورت سلول یا سری، اصول هر دو یکی است.

پیلهای سوختی چگونه کار می‌کنند؟

هدف پیل سوختی تولید جریان الکتریکی است که می‌تواند برای انجام کار (دادن انرژی) به بیرون سلول منتقل شود، مانند دادن نیرو به یک موتور الکتریکی. در نهایت جریان حاصل برای کامل کردن یک مدار الکتریکی به پیل سوختی باز می‌گردد.

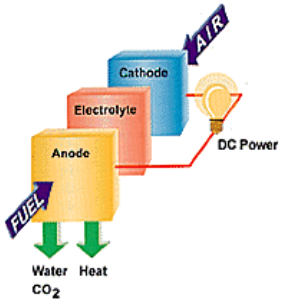
واکنشهای شیمیایی که تولید جریان الکتریکی می‌کنند، کلیدی است برای نشان دادن اینکه پیل سوختی چگونه کار می‌کند.

انواع مختلفی از پیلهای سوختی وجود دارد که هر یک تا حدودی متفاوت عمل می‌کنند، ولی بطور عمومی، اتمهای هیدورژن در آند وارد پیل سوختی می شوند؛ جایی که یک واکنش شیمیایی آنها را از الکترون‌هایشان جدا می‌کند. اتم‌های هیدروژن در این حالت یونیزه هستند و حامل بارالکتریکی مثبت > می‌باشند. الکترودهای دارای بار منفی باعث تولید جریان در سیمها می‌شوند که اگر جریان AC نیاز باشد، جریان DC خروجی از پیل سوختی باید از یک واحد تبدیل کننده بنام (invertor) یا مبدل عبور کند.

اکسیژن در کاتد وارد پیل سوختی می‌شود و با الکترون‌هایی که از مدار الکتریکی می‌آیند ترکیب می-شود. در نوع دیگری از سلول‌ها، اکسیژن الکترودها را در طول الکترولیت به سمت آند، جایی که با یونهای هیدروژن ترکیب می‌شوند، حمل می‌کند.

در سیستم پیل سوختی الکترولیت نقشی کلیدی ایفا می‌کند. الکترولیت باید اجازهٔ عبور بین آند و کاتد را فقط به یونهای مناسب و مورد نظر بدهد. اگر الکترونهای آزاد یا مواد دیگری بتوانند از بین الکترولیت عبور کنند، می‌توانند واکنش شیمیایی را در هم بگسلند.

تا زمانی که یک پیل سوختی از نظر هیدروژن و اکسیژن تامین شود، الکتریسته تولید خواهد کرد.



با توجه به اینکه پیل‌های سوختی بصورت شیمیایی برق تولید می‌کنند، خیلی بهتر از احتراق خواهند بود. آنها محدودیت قوانین ترمودینامیک را که واحدهای تولید قدرت مرسوم دارند، ندارند. بنابراین، پیل‌های سوختی بازده بسیار بیشتری در تولیدانرژی از یک سوخت خواهند داشت. همچنین با افزایش هر چه بیشتر بازدهی سیستم می‌توان اتلاف گرما از بعضی سلولها را مهار کرد.

صول و اساس کار یک پیل سوختی برای توضیح دادن ساده بنظر می‌رسد، ولی ساخت آن در عمل، با هزینهٔ پایین و بازدهی بالا، واقعاً پیچیده می‌باشد. دانشمندان و مخترعین، انواع مختلفی ازپیلهای

سوختی را در اندازه‌های مختلف برای بدست‌آوردن بازدهی بیشتر و یافتن جزئیات تکنولوژیکی هر نوعی طراحی کرده‌اند. بسیاری از انتخاب‌هایی که پیش روی سازندگان پیلهای سوختی وجود دارد، مربوط به الکترولیت می‌شوند. به‌عنوان مثال طراحی الکترودها و موادی که در ساخت آنها بکار می-روند، به نوع الکترلیت بستگی دارند.

امروزه اصلی ترین انواع پیلهای سوختی عبارتند از:

۱- پیلهای سوختی قلیایی(Alkaline Fuel cells)(AFC)

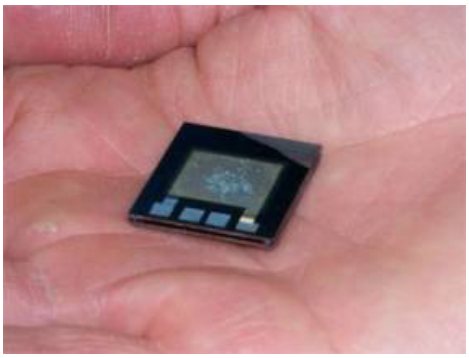
۲- پیل‌های سوختی با الکترولیت کربنات مذاب (Molten Carbonate Fuel cell)(MCFC)

۳- پیلهای سوختی با الکترولیت اسید سولفوریک(Phosphoric Acid Fuel cell)(PAFC)

۴- پیلهای سوختی با غشاء تبادل پروتونی((Proten exchange Membrane Fuel cell) (MFC))

۵- پیلهای سوختی با الکترولیت اکسیدهای جامد(Solid oxide Fuel cell)(SOFC)

سه مورد اول دارای الکترولیت مایع و دوتای آخر از الکترولیت جامد بهره می‌گیرند. همچنین نوع سوخت، به الکترولیت بکار رفته بستگی دارد. بعضی پیلها هیدروژن خالص مصرف می‌کنند، و بعضی می‌توانند ناخالصی را تا حدودی تحمل کنند که برای کارکردن با بازده بالا به دماهای بالا احتیاج دارند و تجهیزات بیشتری مانند یک مبدل سوخت (Reformer fuel) برای خالص سازی هیدروژن در آنها نیاز است.



مچنین نوع الکترولیت، دمای کارکرد سلول را تعیین می‌کند. پیلهای کربنات مذاب در دمای بالا کار می‌کنند مانند آنچه که اسمشان نشان می‌دهد.

برای اینکه هر نوعی از انواع پیلهای سوختی به‌طور گسترده و در مقیاس تجاری جایگزین تولید برق بشود، مزایا و معایبی در مقایسه با سایر انواع، و اینکه به اندازهٔ کافی ارزان و مناسب است یا نه دارد که باید مورد بررسی قرار بگیرد.

برخی چشم‌اندازهای کاربرد تکنولوژی پیلهای سوختی

با توجه به جدی شدن بحث استفاده از فناوری پیلهای سوختی در صنایع مختلف وسرمایه‌گذاری شرکتهای مختلف در این زمینه، توجه جهانیان روز به روز به این مسئله بیشتر معطوف می‌شود. در مطلب زیر به طور خلاصه به اهمیت استفاده از این تکنولوژی برای تولید الکتریسیته پرداخته‌ایم:

امروزه به دلیل راندمان پایین انرژی در نیروگاههای برق، فقط در حدود یک‌سوم انرژی اولیه به دست مصرف‌کننده واقعی می‌رسد. استفاده از پیل سوختی برای کارهای روزمره می‌تواند کارایی انرژی را تا ۶۰ درصد افزایش دهد و در عین حال ضایعات زیست‌محیطی آن را بکاهد.

پیل‌های سوختی اولین بار در برنامه های فضایی به منظور تامین الکتریسیته و آب آشامیدنی فضانوردان توسعه یافتند و مدتها فقط به همین منظور مورد استفاده قرار می‌گرفتند.

انرژی برق گسترده حوزه جدیدی است که کمپانی‌های بزرگ دنیا در حل توجه به آن هستند. ژنراتورهای کوچکی که به این ترتیب ساخته می‌شوند، موجب صرفه‌جویی در انرژی می‌شوند و می‌توان آنها را در هر جایی که لازم است نصب کرد. از آنجایی که پیلهای سوختی در طراحی به صورت واحدهای مجزا هستند و کارایی بالایی دارند و در هر جایی قابل نصب خواهند بود، نصب این واحدها ریسک مالی به همراه ندارد و واحدهای جدیدتر با افزایش تقاضا قابل نصب است.

در حال حاضر استفاده از پیلهای سوختی به گزینه مهمی در برآوردن نیازهای انرژی مناطق روستایی تبدیل شده است. در نقاطی که هنوز شبکه برق‌رسانی وجود ندارد و یا توان برق چندان قابل اتکاء نیست و به دلیل دورافتادگی، خطوط انتقال برق در دسترس نیست، استفاده از پیلهای سوختی مناسب و باصرفه می‌باشد.

هم‌اکنون بیش از ۲۰۰ واحد ۲۰۰ کیلوواتی که از تکنولوژی پیلهای سوختی بهره می‌گیرند، در سراسر جهان مشغول فعالیتند و از طرفی به دلیل اینکه پیل‌های سوختی(به ویژه PEM)، قابلیت تولید انرژی الکتریکی پیوسته‌ای را در سطح بالایی از بهره‌وری و چگالی توانی دارند، برای حمل و نقل بسیار مناسب هستند. در حال حاضر بسیاری از کمپانی‌های اتومبیل سازی، برنامه‌های توسعه اتومبیل‌های پیل سوختی خود را در جریان دارند و در آیندهٔ نه چندان دور جهان شاهد تحولات بزرگی در این عرصه خواهد بود.

تامین مواد اولیه مهمترین مشکل تولید پیلهای سوختی در داخل کشور

به عقیدهٔ بسیاری از متخصصین، تکنولوژی پیل سوختی یکی از اصلی‌ترین منابع تامین کنندهٔ انرژی در سال‌های آتی خواهد بود. دکتر روشن‌ضمیر، سازندهٔ اولین نمونه آزمایشگاهی پیل سوختی در ایران و مسئول گروه انرژی‌های تجدیدپذیر پژوهشکدهٔ سبز دانشگاه علم و صنعت در جلسه‌ای با دفتر پژوهشهای انرژی و محیط زیست دانشگاه صنعتی شریف توضیحاتی در مورد پیلهای سوختی، پیشرفت تکنولوژی آنها در جهان و مشکلات تولید آن در کشور ارائه داده است که مطلب زیر حاصل این جلسه می‌باشد:

پیل‌سوختی جزء منابع تولید قدرت الکتروشیمیایی می‌باشد. عملکرد پیلهای سوختی مانند باتری‌هاست، ولی مزایای آنها بیشتر است. مزیت مهم منابع قدرت الکتروشیمیایی در این است که می-توان مستقیما نیروی برق را از انرژی شیمیایی گرفت. ولی در نیروگاههای تولید برق رایج، برای تولید برق، گذر از یک مرحله میانی لازم است. بنابراین منابع قدرت الکتروشیمایی دو مزیت دارند:

۱. افزایش بهره‌وری انرژی

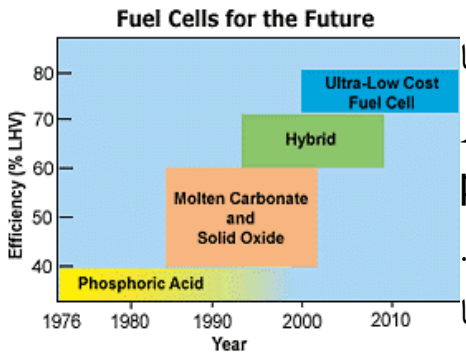
۲. عدم آلودگی زیست‌محیطی

اساس کار یک پیل سوختی مانند باتری است. بخشهای مختلف یک پیل سوختی عبارتند از: کاتد، آند و الکترولیت. هنگام کار، یک نیمه واکنش کاتدی و یک نمیه واکنش آندی صورت می‌گیرد که حاصل آن انتقال الکترون از یک مدار خارجی و تولید برق است.

تفاوت عمده‌ای بین پیل‌های سوختی و باتری‌ها وجود دارد. انرژی پیل سوختی بطور مداوم با تبدیل سوخت و اکسید کننده از منابع خارجی حاصل می‌گردد، درحالیکه باتری، سوخت را در داخل خود انبار می‌کند. بر خلاف باتری‌ها، پیل‌های سوختی ظرفیت مشخص ندارند و می‌توانند بطور پیوسته با واکنش‌گرها عمل نمایند.

پیشرفت تکنولوژی پیلهای سوختی

پیل‌های سوختی انواع مختلفی دارند که بعضی‌ها در دمای بالا کار می‌کنند و برخی در دمای متوسط. در میان انواع پیلهای سوختی، نوع اسید سولفوریک به مرحله تجاری رسیده است. همچنین در زمینه پیلهای پلیمر جامد و اکسید جامد تحقیقات ادامه دارد.

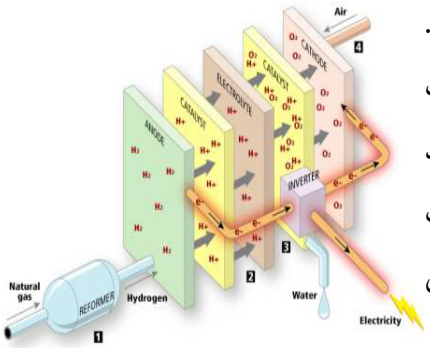


علاوه بر کاربرد پیل‌های سوختی در تأمین نیروی رانش خودروها و تولید قدرت غیر متمرکز، استفاده از پیل‌های سوختی در واحدهای قدرت کمکی APUs(Auxiliary power units) خودروها توجه بسیاری را به خود اختصاص داده است. واحدهای قدرت کمکی، دستگاه‌هایی هستند که می‌توانند همه یا قسمتی از قدرت غیر رانشی خودرو را تأمین نمایند.

در مورد خودرو هم به نظر می‌رسد قبل از اینکه پیل سوختی به عنوان نیروی رانش استفاده بشود، بتواند به عنوان یک منبع کمکی مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین احساس می‌شود که پیلهای سوختی به عنوان منابع قدرت کمکی پیشتاز باشند.

کاربرد پیلهای سوختی بسته به نوع آنها متفاوت است؛ به عنوان مثال از پیلهای سوختی نوع کربنات مذاب به دلیل دمای بالای آنها نمی‌توان در خودرو استفاده کرد، ولی پیلهای نوع پلیمرجامد در دمای پایین کار می‌کنند و می‌توان از آنها در خودرو استفاده کرد .

فعالیت‌های انجام شده در ایران

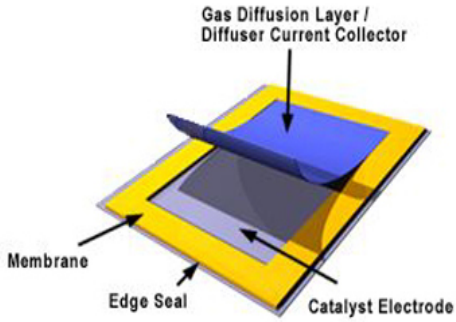


در ایران مراکز مختلفی در زمینه پیل سوختی فعالیت می‌کنند. اکثر فعالیت‌های انجام گرفته در این زمینه به صورت آکادمیک می‌باشد. به جز شرکت هیدورژن و پیل سوختی که بیشتر با دید تجاری در این زمینه کار می‌کند، بقیه فعالیت‌ها به صورت پراکنده و تئوریک می‌باشد. به طور کلی در زمینه پیلهای

سوختی دما بالا کاری در ایران انجام نگرفته است. در زمینه پیلهای سوختی دما پایین مانند نوع قلیایی، اسید سولفوریکی و پلیمر جامد، کارهایی به صورت تحقیقات دانشگاهی انجام شده است. در ایران‌خودرو نیز در این زمینه فعالیت‌هایی انجام می‌گیرد ولی نمی‌توان گفت که این فعالیت‌ها جنبه تجاری داشته است. در این میان شاید تنها شرکت هیدروژن و پیل سوختی با دید تجاری در این زمینه فعالیت می‌کند.

کار خوبی که هم اکنون در دانشگاه صورت می‌گیرد، جایگزین کردن مواد موجود در کاتالیست و غشاءهای تبادل یونی است. از طرف دیگر شرکت هیدورژن و پیل سوختی درصدد خرید قطعات و مونتاژ آنها می‌باشد ولی به هر حال تکنولوژی پیل سوختی درکشور به جایی نرسیده است که صنعت بخواهد از آن استفاده کند.

مواد اولیه مهمترین مشکل تولید پیلهای سوختی



در زمینه تکنولوژی پیل سوختی مهمترین مشکل، دسترسی به مواد اولیه از جمله کاتالیست و غشاء تبادل یونی می‌باشد. اگر در کشور کاغذ کربن(Carbon paper)، کاتالیست خوب و یا غشاء های تبادل یونی پروتون در اختیار داشته باشیم، تولید دستگاه پیل سوختی کار مشکلی نخواهد بود.

تکنولوژی پیل سوختی مانند همه تکنولوژیهای نو گران است. می‌توان گفت گران‌ترین قسمت آن مواد اولیه مورد نیاز می‌باشد. البته تکنولوژی ساخت نیز بر روی قیمت تمام شده تاثیر می‌گذارد. به عنوان مثال برای ساخت الکترودهای پیل سوختی پلیمر جامد در اوایل توسعه پیل سوختی به ازای هر سانتی‌متر مربع از سطح الکترود حدود ۲۸ میلی گرم پلاتین مصرف می‌شد ولی با توسعه تکنولوژی، استفاده از پلاتین به میزان ۰,۲ میلی گرم در هر سانتی‌متر مربع کاهش یافته است.

بنابراین اگر بتوانیم در ساخت مواد اولیه یا بومی کردن آنها کار کنیم می‌توان هزینه تولید را تاحد زیادی کاهش داد. کار خوبی که در دانشگاه تربیت مدرس در این زمینه انجام می‌گیرد، این است که گروههای مختلفی از دانشجویان در قالب پروژه‌های خود در زمینه ساخت کاتالیست‌ها کار می‌کنند. هر گروهی روی یک روش کار می‌کند و در نهایت تلاش می‌شود تا مشخص شود کدام روش اقتصادی تر است و راندمان بالایی دارد

دو مثال از به کارگیری فناوری پیل سوختی در جهان

مثال۱) اتوبوس پیل سوختی در سائوپائولو برزیل

در شهر سائوپائولو، ۷۳ درصد از مسافرت‌های شهری با حمل و نقل عمومی صورت می‌گیرد. سهم اتوبوس‌ها در حمل‌ونقل عمومی این شهر، بسیار بیشتر از حمل و نقل ریلی است. در این شهر با جمعیت ۱۸ میلیون نفر، ۲۰۰۰۰ اتوبوس تردد دارند که اکثر آنها از سوخت دیزل استفاده می‌کند.

بدون شک شهر سائوپائولو، یکی از آلوده‌ترین شهرهای جهان است که کیفیت هوا در آن تنها در طی ۱۴۴ روز سال به پایین‌تر از استانداردهای قابل قبول می‌رسد. منبع عمده آلودگی، عمدتاً خودروها، خصوصاً موتورهای دیزل اتوبوس‌ها می‌باشد.

در راستای یافتن روشی برای کنترل آلودگی شدید هوا، مطالعه کاملی در خصوص به کارگیری اتوبوس برقی با نیروی محرکه پیل سوختی صورت گرفته است. از نتایج این بررسی آن بوده است که اتوبوس برقی با نیروی محرکه پیل سوختی در مقایسه با اتوبوس برقی ریلی و با داشتن مزایای زیست محیطی یکسان، دارای هزینه عملیاتی پایین‌تر به میزان ۷ درصد است. البته با توجه به شرایط این کشور، قیمت اتوبوس‌های پیل سوختی ۳۳ درصد بیشتر از نوع دیزلی خواهد بود.
عامل مطلوب دیگر برای استفاده از اتوبوس پیل سوختی، آب و هوای حاره‌ای سائوپائولو است. این شهر با داشتن فضاهای باز و وسیع، امکان تهویه طبیعی هوا و جابجایی هوا را دارد و در نتیجه خطر تجمع گاز هیدورژن و انفجار حاصله نیز کاهش می‌یابد.
شایان ذکر است که بزرگترین بازارهای مصرف اتوبوس در جهان به ترتیب هند، ژاپن و برزیل هستند. بعد از مطالعه امکان‌سنجی به عمل آمده (فاز اول)، در فاز دوم بنا دارند تعداد ۹ الی ۱۰ عدد از این نوع اتوبوس‌ها را خریداری کرده و به صورت نمایشی بهره‌برداری نمایند. در فاز سوم تعداد را به ۲۰۰ عدد افزایش دهند و در ادامه از این فناوری به صورت گسترده و تجاری استفاده کنند.
به‌طورکلی باید گفت که زیرساخت انرژی مناسب برای رسیدن به آلودگی صفر در این شهر مهیا می‌باشد و از طرفی حمایت کامل دولتی نیز وجود دارد. به نظر می‌رسد که پتانسیل بزرگی در بهره‌گیری از این فناوری در سائوپائولو، برزیل، آمریکای لاتین و دیگر نقاط جهان وجود دارد.

مثال۲) موتورسیکلت برقی با نیروی محرکه پیل سوختی در تایوان
به جهت آلودگی بسیار زیاد هوا ناشی از استفاده از موتورهای دوزمانه، که شکل متداولی از حمل و نقل در آسیا است، دولت تایوان به دنبال راهکارهایی برای حل این معضل بوده است. موتورهای دوزمانه به علت احتراق در دما و فشار پایین در مقایسه با موتورهای چهارزمانه، آلودگی کمتری تولید می‌کنند. در این موتورها احتراق به صورت غیر کامل انجام شده و مقدار زیادی هیدروکربن به اتمسفر رها می‌شود.
تایوان مثالی از یک کشور آسیایی است که با جمعیت ۲۰ میلیون نفر، از ده میلیون موتورسیلکت استفاده می‌نماید. موتور دو زمانه نسبت به انواع چهارزمانه کوچکتر، ارزانتر و ساده‌تر می‌باشد. بر عکس کشورهای غربی آسیا، در کشورهایی نظیر کشور تایوان موتورسیکلت‌ها در سیستم حمل و نقل به میزان گسترده به کار می‌روند. استفاده از موتورسیکلت در کشورهای آسیایی بسیار زیاد بوده و با

سرعت در حال افزایش است. برای مثال در جمهوری خلق چین در سال ۱۹۸۰، پانصد هزار موتورسیکلت و در سال ۱۹۹۴، ده میلیون موتورسیکلت مورد استفاده قرار گرفته‌اند.
مشکل آلودگی محیط زیست در تایوان بسیار جدی است و بیشتر آن مربوط به دانسیته جمعیت بالای آن است. همچنین دانسیته وسایط نقلیه موتوری در تایوان بالا و در حدود ۴۲۵ وسیله نقلیه در هر کیلومتر مربع در سال ۱۹۹۷ بوده است. این دانستیه خودرو، دو برابر ژاپن، چهار برابر آلمان و هشت برابر آمریکا می‌باشد.
بر این اساس در سال ۱۹۹۴، مطالعه‌ای در خصوص میزان آلاینده‌ها و منبع انتشار آنها در مرکز تحقیقات فناوری صنعتی تایوان (ITRI یا Industrial Technology Research Institute) که در واقع آزمایشگاه ملی تایوان برای انجام تحقیقات کاربردی است، صورت پذیرفت. نتیجه این مطالعه نشان داد که بیشتر منوکسیدکربن از وسائط نقلیه تولید می‌شود و موتورهای دوزمانه منبع اصلی انتشار هیدورکربن هستند. در شرایط بد آب و هوایی در تایوان، موتورسیکلت‌های دو زمانه ۲۸ درصد منوکسید کربن(CO) و ۵۱ درصد هیدورکربن انتشار داده‌اند که آلودگی نیروگاه‌ها در مقایسه با آنها بسیار ناچیز است. CO ، عموماً در اثر احتراق ناقص تولید می‌شود. CO با هموگلوبین خون ترکیب شده و ظرفیت حمل اکسیژن را کاهش می‌دهد و لذا می‌تواند مشکلات قلبی و ریوی ایجاد نماید.

از آنجا که حذف موتورسیکلت امکان پذیر نبود، بررسی بر روی فناوریهای جایگزین جهت تامین انرژی این نوع وسایط نقلیه صورت گرفت. فناوریهای جایگزین مطرح در این زمینه عبارت بودند از: موتور تمیزتر، سوخت‌های هیدورکربوری دیگر، باتری و پیل‌سوختی.
بر اساس مطالعات انجام شده در تایوان، نتایج اندازه‌های مختلف مجموعه‌های پیل سوختی شامل ۵۶ پیل واحد برای تولید ولتاژ ۴۸ ولت به عنوان نیروی محرکه موتور سیلکت برقی است.

مأخذ:

http://www.energy.gov/
http://www.eren.doe.gov
1. Cheryl Pellerin

2. Charles McGowin

3. Electric Power Research Institute
4. Robert Thresher
5. National Wind Technology Center
6. National Renewable Energy Laboratory (NREL)
7. Solar Wind and Energy Resource Assessment (SWERA)
8. U.N. Environment Programme
9. Kyoto Protocol
10. U.N. Framework Convention on Climate Change
11. U.S. Senate Committee on Energy and Natural Resources

-www.sustainable
- www.geothermal.org
- www.geothermal.marin.org
-www.eren.doe.gov/RE/geothermal.html

www.americanhistory.si.edu/csr/fuelcells -

2-Danish Wind Industry Association Wind Power.org

سازمان انرژهای نو ایران و .....