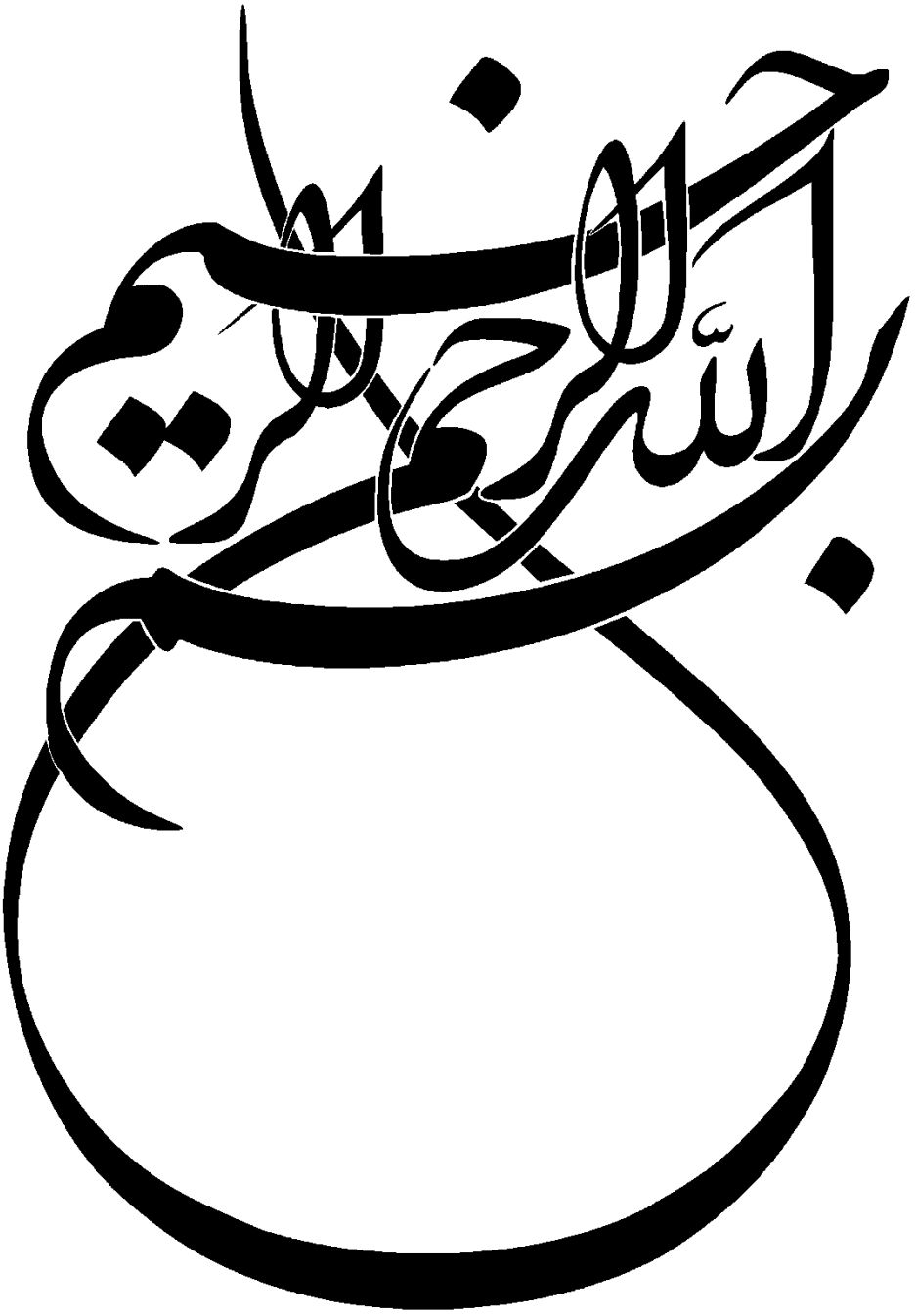

بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری

دانشکده مهندسی برق

پایان نامه کارشناسی

عنوان:

کاربرد و بررسی انرژی های نو

استاد پروژه:

جناب آقای مهندس روزبه کمالی

نگارنده:

سیاوش فصیحی

سال ۱۳۹۰

تقدیم به:

حضرت بقیه الله العظم امام زمان (عج)

بسمه تعالی

دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری

دانشکده مهندسی برق-طرح و پژوهش

چکیده پایان دوره کارشناسی

عنوان پروژه: بررسی وکاربرد انرژی نو

دانشجو : سیاوش فصیحی

استاد راهنمای پروژه:مهندس روزبه کمالی

تاریخ ارائه ۹۰/۱۲/۱۵

چکیده

* نیاز گسترده انسان به منابع انرژی همواره از مسائل اساسی در زندگی بشر بوده و تلاش برای دستیابی به یک منبع تمام نشدنی انرژی از آرزوهای دیرینه انسان محسوب می شود.انسان همواره در تصورات خود نیروی تمام نشدنی را جستجو می کرد که در هر زمان و مکان در دسترس او باشد.

* انرژی‌های نو به آن دسته از انرژی‌ها گفته می‌شود که برای تولیدشان از منابع بدون کربن استفاده می‌گردد؛ مانند انرژی خورشیدی، انرژی بادی، انرژی دریایی، زمین گرمایی، نیروگاه‌های آبی و کربن خنثی مانند زیست توده. از هیدروژن نیز که در پیل‌های هیدروژنی قادر به ذخیره انرژی است، به عنوان انرژی نو نام برده می شود.این نوع انرژی‌ها معایب سوخت‌های فسیلی مانند افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن و در نتیجه افزایش دمای کره زمین و تغییرات آب و هوایی و آلودگی زیست محیطی را ندارد علاوه بر این منابع تولید آن‌ها تمام ناشدنی و بدون محدودیت است.

* بطور کلی عمده فعالیتهای مربوط به احداث پایلوتهای سازگار با محیط زیست با بکار بردن منابع انرژی های تجدیدپذیر و اجرای پروژه های مهندسی و انجام خدمات مشاوره ای و مدیریت بر طرحها، در شش بخش ذیل متمرکز شده است:

- انرژی های خورشیدی
- انرژی هسته ای
- انرژی باد
- انرژی زمین گرمایی
- فن آوری هیدروژن، پیل سوختی
- بیوگاز

که در اینجا به توضیح اجمالی هر یک می پردازیم:

کلید واژه: انرژی نو(خورشیدی,هسته ای,باد,زمین گرمایی,هیدروژن وپیل سوختی,بیوگاز)

نظریه استاد راهنمای پروژه

امضای استاد راهنمای پروژه

مهر وامضای پژوهش دانشگده مهندسی برق

مقدمه

گستردگی نیاز انسان به منابع انرژی همواره از مسائل اساسی مهم در زندگی بشر بوده و تلاش برای دستیابی به یک منبع تمام نشدنی انرژی از آرزوهای دیرینه انسان بوده است، از نقوش حک شده بر دیوار غارها می توان دریافت که بشر اولیه توانسته بود نیروی ماهیچه ای را به عنوان یک منبع انرژی مکانیکی به خوبی شناخته و از آن استفاده کند. ولی از آنجایی که این نیرو بسیار محدود و ضعیف است انسان همواره در تصورات خود نیرویی تمام نشدنی را جستجو می کرد که همواره در هر زمان و مکان در دسترس باشد. این موضوع را می توان در داستانهای مختلف که ساخته تخیل و ذهن بشر نخستین بوده ، به خوبی دریافت. کم کم با پیشرفت تمدن بشری ، چوب و پس از آن ذغال سنگ ، نفت و گاز وارد بازار انرژی گردیدند. اما به دلیل افزایش روز افزون نیاز به انرژی و محدودیت منابع فسیلی از یک سو افزایش آلودگی محیط زیست ناشی از سوزاندن این منابع از سوی دیگر استفاده از انرژی های تجدید پذیر را روز به روز با اهمیت تر و گسترده تر نموده است.

انرژی باد یکی از انواع اصلی انرژی های تجدید پذیر می باشد که از دیر باز ذهن بشر را به خود معطوف کرده بود به طوری که وی همواره به فکر کاربرد این انرژی در صنعت بوده است. بشر از انرژی باد برای به حرکت در آوردن قایقها و کشتیهای بادبانی و آسیابهای بادی استفاده می کرده است. در شرایط کنونی نیز با توجه به موارد ذکر شده و توجیه پذیری اقتصادی انرژی باد در مقایسه با سایر منابع انرژیهای نو، پرداختن به انرژی باد امری حیاتی و ضروری به نظر می رسد. در کشور ما ایران- قابلیتها و پتانسیل های مناسبتی جهت نصب و راه اندازی توربین های برق بادی وجود دارد، که با توجه به توجیه پذیری آن و تحقیقات ، مطالعات و سرمایه گذاری که در این زمینه صورت گرفته ، توسعه و کاربرد این تکنولوژی چشم انداز روشنی را فراروی سیاست گذاران بخش انرژی کشور در این زمینه قرار داده است.

فهرست

فصل یک: انرژی خورشید

۱-۱-مقدمه ۲

۱-۲-موقعیت کشور ایران از نظر میزان دریافت انرژی خورشید ۳

۱-۳-تاریخچه ۳

۱-۴-روش های استفاده از انرژی خورشیدی ۴

۱-۴-۱-انرژی خورشید به کمک آیندگان می شتابد ۴

۱-۴-۲-لزوم استفاده از انرژی خورشیدی ۵

۱-۴-۳-دستیابی به پیچیده ترین نوع نیروگاه خورشیدی؛ افتخار بزرگ ایرانیان ۷

۱-۴-۴-انرژی خورشیدی؛ نیازها و محدودیت ها ۸

۱-۵-کاربردهای انرژی خورشید ۱۰

۱-۶-استفاده از انرژی حرارتی خورشید ۱۰

۱-۶-۱-کاربردهای نیروگاهی ۱۰

۱-۶-۱-۱-نیروگاه‌های حرارتی خورشید از نوع سهموی خطی ۱۰

۱-۶-۱-۲-نیروگاه‌های حرارتی از نوع دریافت کننده مرکزی ۱۱

۱-۶-۱-۳-نیروگاه‌های حرارتی از نوع بشقابی ۱۲

۱-۶-۱-۴دودکش‌های خورشیدی ۱۲

۱-۶-۱-۵-مزایای نیروگاه های خورشیدی ۱۲

۱-۶-۲-کاربردهای غیر نیروگاهی ۱۳

۱-۶-۲-۱-طرز کار ۱۳

۱-۶-۲-۲-تشریح عملکرد سیستم ۱۳

۱-۷- مزایا و معایب انرژی خورشیدی ۱۴

۱-۷-۱-انرژی خورشیدی – مزایا ۱۵

۱-۷-۲-انرژی خورشیدی – معایب ۱۶

فصل دوم:انرژی هسته ای

۲-۱-مقدمه.....۱۸

۲-۲-تعریف.....۱۸

۲-۳-تاریخچه.....۱۸

۲-۴-روشهای بهره برداری از انرژی هسته ای در نیروگاهها.....۲۰

۲-۵-تعاریف.....۲۱

۲-۶-تاریخچه کشف اتم.....۲۱

۲-۷-منابع عناصر درجهان.....۲۵

۲-۸عنصر اورانیوم ۲۶

۲-۸-۱-خواص فیزیکی وشیمیایی عنصر اورانیوم.....۲۹

۲-۹-تولید برق به وسیله انرژی هسته ای ۲۹

۲-۹-۱-نیروگاه هسته ای.....۲۹

۲-۱۰-چرخه انرژی هسته ای.....۲۹

۲-۱۰-۱-استخراج اورانیوم از معدن ۲۹

۲-۱۰-۲-تبدیل(فرآوری) ۳۰

۲-۱۰-۳-غنی سازی اورانیوم ۳۲

۲-۱۱-ملکول هگزافلورایدUF_6.....۳۳

۲-۱۲-کاربردهای اورانیوم غنی سازی شده ۳۶

۲-۱۳-به کار بردن در راکتور Reactor.....۳۶

۲-۱۴-انواع راکتور.....۳۷

۲-۱۵-کاربرد راکتورهای هسته ای ۳۷

۲-۱۶-ساختمان راکتور.....۳۷

۲-۱۷-سوخت هسته‌ای.....۳۸

۲-۱۸غلاف سوخت راکتور.....۳۸

۲-۱۹مواد کندکننده.....۳۹

۲-۲۰-خنک کننده‌ها..... ۳۹
۲-۲۱-مواد کنترل کننده شکافت..... ۴۰
۲-۲۲-راکتور های قدرت با سوخت اورانیوم غنی شده U235 ..... ۴۰
۲-۲۳-چگونگی عملکرد راکتورها ۴۰
۲-۲۴-بازفرآوری Reprocessing ۴۳
۲-۲۵-دفن مواد زائد اتمی (زباله های اتمی) ۴۴
۲-۲۶-تعداد نیرو گاه های هسته ای جهان ۴۵
۲-۲۷-سهم برق هسته‌ای در تولید برق کشورها..... ۴۵
۲-۲۸-استفاده غیر منطقی از انرژی هسته ای **۴۶**
۲-۲۸-۱-بمب های هسته ای ۴۶
۲-۲۸-۲-تاریخچه ۴۶
۲-۲۸-۳-بمب اورانیومی ۴۷
۲-۲۸-۴-بمب پلوتونیومی ۴۸
۲-۲۸-۵-بمب هیدروژنی ۴۹
۲-۲۸-۶-عواقب ناشی از بمب اتمی ۵۰
۲-۲۹-سایر کاربرد های انرژی هسته ای **۵۱**
۲-۲۹-۱کاربردهای پزشکی ۵۱
۲-۲۹-۲-کاربرد، در صنعت ۵۲
۲-۳۰-دیدگاه های مختلف راجع به انرژی هسته ای ۵۳
۲-۳۰-۱-دیدگاه اقتصادی و اجتماعی ۵۳
۲-۳۰-۲-دیدگاه زیست محیطی ۵۳
۲-۳۱-چالش ها و مزیت های انرژی هسته ای ۵۵

فصل سوم:انرژی باد

۳-۱-مقدمه..... ۶۰
۳-۲-تاریخچه استفاده از انرژی باد ۶۱
۳-۳-منشاء باد ۶۳

۳-۴-توزیع جهانی باد ۶۳
۳-۴-۱-جریان چرخشی هادلی Hadly ۶۳
۳-۴-۲-جریان چرخش راسبی (rossby) ۶۴
۳-۵-اندازه گیری پتانسیل انرژی باد ۶۴
۳-۶-قدرت باد ۶۵
۳-۷-روند تحولات تکنولوژی انرژی باد در سالهای اخیر ۶۵
۳-۸-مزایای بهره برداری از انرژی باد ۶۶
۳-۹-معایب بهره برداری از انرژی باد ۶۷
۳-۱۰-آینده انرژی باد در ایران ۶۸
۳-۱۱-پتانسیل سنجی سطح انرژی باد ۶۸
۳-۱۲-بادسنجها و انواع آنها ۷۰
۳-۱۳-پتانسیل باد درایران ۷۱
۳-۱۴-استحصال انرژی از باد (توسط توربینهای بادی)..... ۷۲
۳-۱۴-۱-انرژی بادی و توربینهای باد..... ۷۳
۳-۱۵-انواع توربینهای بادی ۷۴
۳-۱۵-۱-توربینهای بادی با محور چرخش عمودی ۷۴
۳-۱۵-۲-توربینهای بادی با محور چرخش افقی ۷۴
۳-۱۶-انواع کاربرد توربینهای بادی ۷۶
۳-۱۶-۱-کاربردهای غیر نیروگاهی ۷۶
۳-۱۷-توربینهای بادی و ذخیره انرژی ۷۹

فصل چهارم:انرژی زمین گرمایی

۴-۱-مقدمه..... ۸۵
۴-۲-تاریخچه ۸۶
۴-۳-مزیت های کاربرد انرژی زمین گرمایی ۸۶
۴-۴-کاربرد های انرژی زمین گرمایی ۸۷

فصل پنجم:هیدروژن و پیل سوختی انرژی

۵-۱-تعریف..... ۹۰
۵-۲-ویژگی های هیدروژن ۹۰

۵-۳-فناوری تولید هیدروژن..... ۹۱
۵-۴-فناوری عرضه و ذخیره هیدروژن ۹۱
۵-۵-کاربرد هیدروژن ۹۲

فصل ششم: بیوگاز

۶-۱-تعریف..... ۹۵
۶-۱-تاریخچه ۹۵
۶-۲-مزایای استفاده از بیوگاز ۹۶
۶-۳-کاربرد های بیوگاز ۹۶
۶-۴-مکانیسم تولید بیوگاز ۹۷
۶-۴-۱-لوله ورودی..... ۹۷
۶-۴-۲-تانک تخمیر..... ۹۷
۶-۴-۳-محفظه گاز ۹۸
۶-۴-۴-لوله خروجی ۹۸
نتیجه گیری ۹۹
مراجع ۱۰۰

فهرست اشکال

فصل اول : انرژی خورشیدی

شکل۱-۱ انرژی خورشیدی..... ۲
شکل۱-۲ نیروگاه سهموی خطی ۲۵۰ کیلو وات شیراز..... ۱۱

فصل اول : انرژی هسته ای

شکل۲-۱راکتور هسته ای..... ۱۹
شکل۲-۲ ذرات اتم..... ۲۲
شکل۲-۳ راکتور..... ۲۴
شکل۲-۴ اورانیوم..... ۳۰

فصل سوم : انرژی باد

شکل۳-۱ توربین ۶۰۰کیلو وات واقع روستای بابائیان منجیل ۷۳

فصل چهارم: انرژی زمین گرمایی

شکل۴-۱ خروج بخار از یک چاه زمین گرمایی..... ۸۶

فصل پنجم :هیدروژن و پیل سوختی انرژی

شکل۵-۱ هیدروژن و پیل سوختی انرژی..... ۹۰

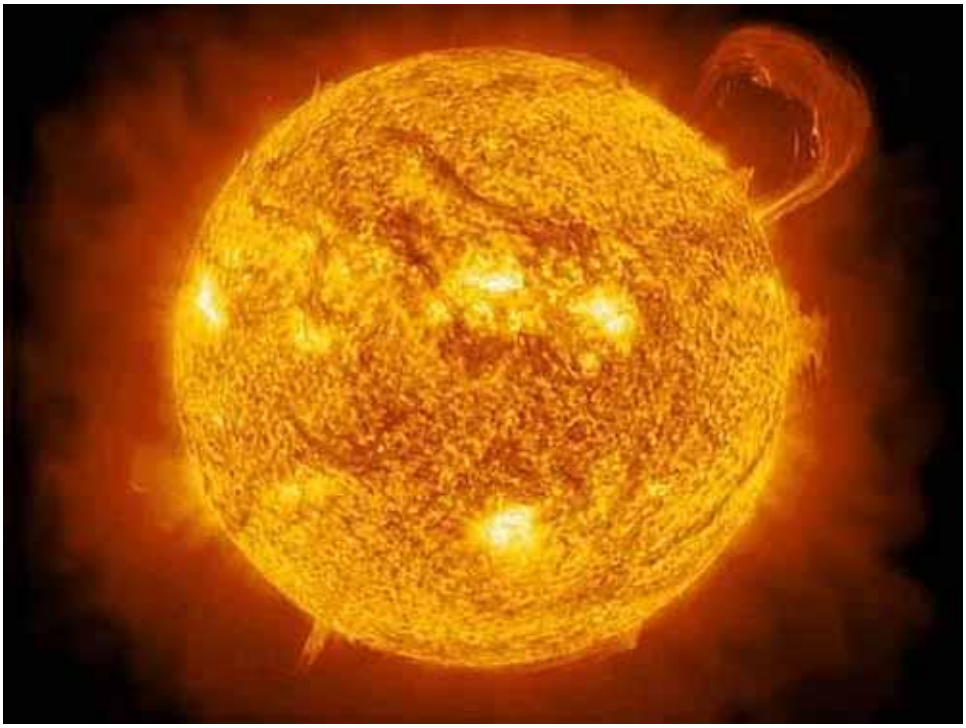
فصل ششم : بیو گاز

شکل۶-۱ بیو گاز..... ۹۷

فصل اول

انرژی خورشید

۱-۱-مقدمه



شکل ۱-۱ انرژی خورشیدی

انرژی خورشید یکی از منابع تامین انرژی رایگان، پاک و عاری از اثرات مخرب زیست محیطی است که از دیرباز به روش‌های گوناگون مورد استفاده بشر قرار گرفته است. به طور متوسط خورشید در هر ثانیه ۱.۱*۱۰۲۰ کیلووات ساعت انرژی ساطع می کند. از کل انرژی منتشر شده توسط خورشید، تنها در حدود ۴۷٪ آن به سطح زمین می‌رسد. این بدان معنی است که زمین در هر ساعت، تابشی در حدود ۶۰ میلیون Btu دریافت می‌کند.

یعنی انرژی ناشی از سه روز تابش خورشید به زمین برابر با تمام انرژی ناشی از احتراق کل سوخت‌های فسیلی در دل زمین است و بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در اثر تابش خورشید به مدت چهل روز، می‌توان انرژی مورد نیاز یک قرن را ذخیره نمود. بنابراین با به کارگیری کلکتورهای خورشیدی می‌توان تا حدودی از این منبع انرژی بی‌پایان، پاک و رایگان استفاده کرد و تا حد بسیار زیادی در مصرف سوخت‌های فسیلی صرفه جویی نمود.

۱-۲-موقعیت کشور ایران از نظر میزان دریافت انرژی خورشیدی

کشور ایران در بین مدارهای ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی قرار گرفته است و در منطقه‌ای واقع شده که به لحاظ دریافت انرژی خورشیدی در بین نقاط جهان در بالاترین رده‌ها قرار دارد. میزان تابش خورشیدی در ایران بین ۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰ کیلووات ساعت بر مترمربع در سال تخمین زده شده است که البته بالاتر از میزان متوسط جهانی است. در ایران به طور متوسط سالیانه بیش از ۲۸۰ روز آفتابی گزارش شده است که بسیار قابل توجه است.

۱-۳-تاریخچه

شناخت انرژی خورشیدی و استفاده از آن برای منظورهای مختلف به زمان ماقبل تاریخ باز می‌گردد، شاید به دوران سفالگری. در آن هنگام روحانیون معابد به کمک جام های بزرگ طلایی صیقل داده شده و اشعه خورشید، آتشدان‌های محراب ها را روشن می‌کردند. یکی از فراعنه مصر نیز معبدی ساخته بود که با طلوع خورشید درب آن باز و با غروب خورشید درب بسته می‌شد.

ولی مهم‌ترین روایتی که درباره استفاده از خورشید بیان شده، داستان ارشمیدس، دانشمند و مخترع بزرگ یونان قدیم می‌باشد که ناوگان روم را با استفاده از انرژی حرارتی خورشید به آتش کشید. گفته می‌شود که ارشمیدس با نصب تعداد زیادی آینه کوچک مربعی شکل در کنار یکدیگر که روی یک پایه متحرک قرار داشته است، اشعه خورشید را از راه دور روی کشتی‌های رومیان متمرکز ساخته و به این ترتیب آنها را به آتش کشیده‌است. در ایران نیز معماری سنتی ایرانیان باستان نشان دهنده توجه خاص آنان در استفاده صحیح و مؤثر از انرژی خورشید در زمان‌های قدیم بوده‌است. برای نمونه دیوارهای خانه‌های قدیمی از جنس کاهگل بوده که با توجه به کم بودن نرخ انتقال حرارت در این نوع دیوارها، حرارت جذب شده در روز با چند ساعت تاخیر یعنی در شب وارد خانه می‌شود.

۱-۴-روش های استفاده از انرژی خورشیدی

خورشید یکی از منابع مهم تجدیدناپذیر انرژی است که به فناوری های پیشرفته و پرهزینه نیاز ندارد و می تواند به عنوان یک منبع مفید و تامین کننده انرژی در بیشتر نقاط جهان به کار گرفته شود.

وابستگی شدید جوامع صنعتی به منابع انرژی، به ویژه سوخت های نفتی و به کارگیری و مصرف بی رویه آنها سبب شده، این منابع که در قرن های متمادی در زیر لایه های زیرین زمین تشکیل شده، تخلیه شود.انرژی های فسیلی مانند نفت و زغال سنگ پایان پذیر و تجدیدناپذیر هستند، اما انرژی های نو یا جانشین از جمله باد، آب و خورشید چنین نیستند. خورشید یکی از منابع مهم تجدیدناپذیر انرژی است که به فناوری های پیشرفته و پرهزینه نیاز ندارد و می تواند به عنوان یک منبع مفید و تامین کننده انرژی در بیشتر نقاط جهان به کار گرفته شود. استفاده از این انرژی برخلاف انرژی هسته ای، خطری ندارد و برای کشورهای فاقد منابع انرژی زیرزمینی، مناسب ترین راه برای دستیابی به نیرو و رشد و توسعه اقتصادی است. هم اکنون از انرژی خورشیدی به وسیله سیستم های مختلف و برای اهداف گوناگون استفاده و بهره گیری می شود که مهمترین آنها سیستم های فتوبیولوژیک، شیمی خورشیدی(Helio Chemical) ، گرمای خورشیدی(Helio Thermal) ، برق خورشیدی(Helio Electrical) ، سیستم های فتوشیمیایی، سیستم های فتوولتاییک، سیستم های حرارتی و برودتی هستند.

۱-۴-۱-انرژی خورشید به کمک آیندگان می شتابد

نیروگاه های خورشیدی که انرژی خورشید را به برق تبدیل می کنند، در آینده با مزیت هایی که در برابر نیروگاه های فسیلی دارند، مشکل برق و تا حدودی مشکل کم آبی را به ویژه در دوران تمام شدن نفت و گاز حل خواهند کرد و به طور مسلم تاسیس و به کارگیری برج های نیرو، زمینه لازم را برای خودکفایی و قطع وابستگی کشور فراهم خواهد کرد.

تولید برق بدون مصرف سوخت، نیاز نداشتن به آب فراوان، آلوده نکردن محیط زیست، استهلاک کم و عمر زیاد از مزیت های بارز برج های نیرو و نیروگاه های خورشیدی نسبت به نیروگاه های فسیلی و اتمی است.

۱-۴-۲- لزوم استفاده از انرژی خورشیدی

ایران با آن که یکی از کشورهای نفت خیز جهان و دارای منابع عظیم گاز طبیعی است، به دلیل شدت تابش خورشید در بیشتر نقاط کشور، می تواند صرفه جویی مهمی در مصرف سوخت های فسیلی داشته باشد. فناوری ساده، کاهش آلودگی هوا و محیط زیست و از همه مهمتر ذخیره شدن سوخت های فسیلی برای آینده یا تبدیل آنها به مواد پردازش با استفاده از تکنیک پتروشیمی، از دلایل لزوم استفاده از انرژی خورشیدی در کشور هستند.با افزایش قیمت نفت در سال ۱۹۷۳ کشورهای پیشرفته صنعتی مجبور شدند، به استفاده از انرژی های جانشین جدی تر بیندیشند و این نگرش پس از انقلاب اسلامی ایران، وسعت بیشتری یافت. کشورهای صنعتی به این نتیجه رسیده اند که با بهینه سازی مصرف انرژی در صنایع و ساختمان ها، مصرف انرژی را می توان ۳۰ تا ۴۰ درصد کاهش داد.ایران یکی از پنج کشور مصرف کننده بالای مواد نفتی در جهان و در میان کشورهای اوپک، بزرگ ترین مصرف کننده فرآورده های نفتی است.

با توجه به رشد مصرف انرژی بالای ۵ درصدی در ایران می توان گفت که هر ۱۰ سال مصرف انرژی کشور دو برابر می شود. با این روند و با توجه به افت فشار چاه های نفت و مشکلات حفاری، استخراج و سرمایه گذاری، نمی توان امیدوار بود که پس از دو دهه نیازهای موجود کشور بر طرف شود. با این اوصاف این سئوال مطرح می شود که آیا تولید انرژی، پاسخ گوی نیازها خواهد بود؟ و اگر هم باشد مازادی برای صدور نفت و به دست آوردن ارز خواهیم داشت؟بررسی های بانک جهانی حاکی است که اگر کشورهای در حال توسعه، سیاست های بهینه سازی مصرف انرژی را به کار می گرفتند، تا سال ۱۹۹۰ می توانستند ۴ میلیون بشکه در روز صرفه جویی کنند. کارشناسان معتقدند با استفاده از سیاست های بهینه سازی مصرف انرژی، ضمن کاهش مصرف انرژی منافعی مانند: کاهش آلودگی هوا به ویژه در شهرهای بزرگ، صرفه جویی در سرمایه گذاری در ساخت نیروگاه ها، پالایشگاه ها و سیستم گازرسانی به میزان میلیاردها دلار در سال، طولانی شدن عمر ذخایر نفتی، ایجاد اشتغال در کشور، کم هزینه بودن و نگهداری آسان، عاید کشور خواهد

شد. ناگفته نماند با احتساب مصرف بیش از یک میلیون بشکه معادل نفت در روز، بیش از یک میلیارد دلار درآمد ارزی در سال نصیب کشور خواهد شد.

ایران با عرض جغرافیایی ۲۵ تا ۴۵ شمالی در منطقه مناسبی برای دریافت انرژی خورشیدی قرار دارد . میزان انرژی ای که زمین در یک ساعت از خورشید دریافت می کند، بیش از انرژی مصرفی جهان در یک سال است. انرژی خورشیدی با بهره گیری از روش ها و وسایل ویژه به تولید برق با استفاده از حرارت خورشید می پردازد که حرارت نیز پس از گذار از یک یا چند مرحله به انرژی الکتریکی تبدیل می شود. پاک بودن این سیستم، توجه بسیاری از کشورها و دولت های جهان را به خود معطوف کرده تا آنجا که انگلستان اخیراً با الزامی کردن استفاده از صفحات خورشیدی در ساختمان های در حال ساخت، گامی بلند و موثر در بهینه سازی مصرف انرژی برداشته است. از هنگامی که منابع هیدروکربور و زغال سنگ چرخه تولید انرژی را در دست گرفت، به واسطه ارزان و در دسترس بودن آن از توجه به انرژی کاسته شد. در ایران، ارزانی و فراوانی بیش از حد هیدروکربور سبب شده تا به انرژی خورشیدی توجه کمتر مبذول شود.با پیش آمدن بحران شدید نفتی در سال ۱۹۷۳ و لجام گسیختگی بازار و پیش آمدن شرایطی که به تهدید صنعت جهان می انجامید، ناگهان توجه دوباره به انرژی های تجدیدپذیر و انرژی خورشید معطوف شد.مهندس زارعی، مدیر گروه انرژی خورشیدی معاونت انرژی های وزارت نیرو در این باره می گوید: هم اینک چند نیروگاه با بهره برداری از نیروی خورشید انرژی تولید می کنند و در دست ساخت و بهره برداری هستند که به واسطه این طرح ها ایران در زمره معدود کشورهای دارای فناوری ساخت نیروگاه های خورشیدی قرار گرفته است.

نیروگاه های خورشیدی دارای انواع گوناگون و تفکیک پذیر هستند: نیروگاه هایی که مستقیم با دریافت انرژی خورشید آن را به انرژی الکتریکی تبدیل می کنند و نیروگاه هایی که پس از دریافت انرژی خورشید آن را به گرما و پس از گذشت یک روند خاص، به الکتریسیته تبدیل می کند.سیستم هایی که از انرژی خورشید بهره می برند، شامل سیستم فتوولتایی (PV) و سیستم های گرما شیمیایی، تولید هیدروژن از انرژی خورشید است. در سیستم فتوولتایی که در اصل برای کاربردهای فضایی ابداع و تکمیل شده بودند،

انرژی نوری را مستقیم به انرژی الکتریکی تبدیل می کنند .این فناوری براساس این نظریه» اثر فتوالکتریک» اینشتین شکل گرفته که نور سبب می شود الکترون ها از هم جدا شوند. توسعه PV برای کاربردهای زمینی در هنگام نخستین بحران نفت در دو زمینه بسیار متفاوت آغاز شد: یکی در زمینه فناوری های تمرکزی است که در آن کاهش هزینه ها با استفاده از جانشینی سطح PV به وسیله سطح عدسی صورت می گیرد و دیگری برای کاهش هزینه های مدول های PV با استفاده از ساخت صنعتی با حجم زیاد است.

در سیستم های گرماشیمیایی و نورشیمیایی نیز از انرژی خورشید برای القای واکنش های شیمیایی استفاده می کنند تا کیفیت محصولات موجود را افزایش دهند یا محصولات کاملاً جدیدی را بسازند. گرما شیمیایی به استفاده از گرما برای رانش واکنش ها اطلاق می شود و نور شیمیایی به استفاده مستقیم فوتون ها مانند بخش ماورای بنفش طیف خورشید اطلاق می شود. تولید هیدروژن از انرژی خورشید نیز به توجه ویژه نیاز دارد، زیرا هیدروژن سوخت تمام نشدنی و سازگار با محیط است.

۱-۴-۳- دستیابی به پیچیده ترین نوع نیروگاه خورشیدی؛ افتخار بزرگ ایرانیان

خورشید منبع تمام انرژی ها است. هم اکنون در دنیا تحقیق روی فناوری استفاده از انرژی خورشیدی به سرعت در حال رشد است. استفاده از این نوع انرژی را به طور محدود می توان در آبگرمکن های خورشیدی مشاهده کرد که اکنون در ایران نیز رواج یافته است. اگرچه قیمت این نوع آبگرمکن ها بسیار بالاست، اما به نظر می رسد با تولید انبوه آن بتوان مقداری از هزینه های تولید را کاست و این کالا را با قیمت ارزان تری به دست مصرف کننده رساند .انواع دیگر استفاده از انرژی خورشیدی وجود دارد که اکنون به وفور یافت می شوند مانند ماشین حساب های خورشیدی و... اما مهم ترین نوع استفاده از انرژی خورشیدی به صورت گسترده در نیروگاه های خورشیدی است که در دو نوع سهموی خطی و فتوولتاییک هستند. گذشته از ویژگی و تفاوت های این نوع نیروگاه ها، باید گفت در حال حاضر تولید برق از انرژی خورشیدی با قیمتی در حدود ۳۰۰ دلار به ازای هر کیلووات ساعت تمام می شود. تاکنون در دنیا کشورهای آمریکا، آلمان،

اسپانیا و اخیراً نیز ایران به فناوری طراحی و ساخت پیچیده ترین نوع نیروگاه خورشیدی دست یافته اند. قرار گرفتن ایران در میان این کشورها خود افتخار بزرگی است که نصیب متخصصان کشور شده است.

۱-۴-۴-انرژی خورشیدی؛ نیازها و محدودیت ها

برخی انرژی های تجدیدپذیر را تنها امید بقای کره زمین دانسته اند، در حالی که عده ای آن را منبعی حاشیه ای با ظرفیت محدود به حساب می آورند. از سویی منابع سوخت فسیلی پایان پذیر و تجدیدناپذیر است و باید از انرژی های تجدید پذیر که به رغم منابع فسیلی، منافع زیست محیطی فراوانی در بردارد بیشتر بهره جست. انرژی خورشیدی، نتیجه فرآیند پیوسته هم جوش هسته ای در خورشید است و هم اکنون کل منبع انرژی خورشیدی ۱۰ هزار برابر مصرف انرژی کنونی بشر است اما اندک بودن شدت این توان و تنوع زمانی و جغرافیایی آن، مشکلات عمده ای را فراهم کرده که سهم این انرژی را در برابر کل انرژی محدود می کند.

با این حال، در کشورهایی که هزینه انرژی معمولی به دلیل مالیات زیاد است و دولت تلاش زیادی برای ترغیب مردم به استفاده از انرژی خورشیدی می کند، بازار برای سیستم های حرارتی خورشیدی کم دما رونق دارد. با آن که کل منبع انرژی خورشیدی این امکان بالقوه را دارد که سهم عمده ای در تامین انرژی جهانی در آینده داشته باشد، دلایل زیادی وجود دارد که سهم استفاده از آن را در ۲۰ سال آینده بسیار محدود می کند. اهمیت این محدودیت، همراه با الگوهای مصرف و اولویت های ملی تغییر می یابد. یکی از محدودیت های عمده در استفاده از انرژی خورشیدی، عدم کارآیی اقتصادی سیستم های خورشیدی اولیه در برابر سیستم های تکامل یافته با سوخت فسیلی است که با افزایش قیمت سوخت های معمولی و اقتصادی تر کردن دستگاه های خورشیدی با حجم تولید بیشتر، گرایش به استفاده از این گونه انرژی را می توان شتاب بخشید.

در کنار محدودیت های اقتصادی لازم است انرژی خورشیدی و مزیت های استفاده از آن را با آموزش در محتوای فرهنگی زندگی مردم و به منظور ارتقای سطح آگاهی آنان وارد ساخت که به سرمایه گذاری و توجه دولت به بخش خصوصی نیاز دارد. محور دیگر معادله اجتماعی انرژی خورشیدی، توسعه مهارت های

فنی در میان طراحان، نصابان و تعمیرکاران بسیاری از دستگاه هایی است که به طور وسیع در سراسر جهان توزیع می شوند. با توجه به دورنمای فراگیری انرژی خورشیدی و با توجه به کل سرمایه در دسترس برای سرمایه گذاری در انرژی خورشیدی که در ۳۰ سال آینده به ۱۰ درصد کل سهام انرژی جهان محدود خواهد شد، به این نتیجه می توان رسید که انرژی خورشیدی دست کم زودتر از سال ۲۰۲۰ نمی تواند جانشین اصلی انرژی سوخت های فسیلی شود.

کشورها نیز در زمینه سرمایه گذاری در این بخش با محدودیت روبه رو هستند و روشی که برای کاهش این محدودیت ها می توان به آن اشاره کرد، جذب سرمایه بخش خصوصی و استفاده از آن بخش از بودجه دولتی است که برای سرمایه گذاری در انرژی خورشیدی اختصاص داده شده است که بسیاری از کشورها با کاربست این روش به موفقیت هایی دست یافته اند و در کشور ما نیز باید شرایط حضور بخش خصوصی فراهم و اقدام های لازم برای جذب بخش خصوصی انجام شود. آلمان که با پیامدهای افزایش شدید بهای نفت دست به گریبان بوده و برنامه تولید انرژی هسته ای خود را نیز کنار گذارده است، هم اکنون درصدد گسترش دادن نیروگاه های بسیار بزرگ است. اخیراً بزرگ ترین نیروگاه خورشیدی در این کشور گشایش یافت. این نیروگاه که در جنوب شهر لایپزیک و در شرق این کشور قراردارد با ۳۳هزار و ۵۰۰پانل فتوولتاییک حدود ۵ مگاوات ساعت برق تولید می کند. این نیروگاه قادر است برق ۱۸۰۰ خانوار را تامین کند. براساس ارزیابی سازمان انرژی خورشیدی آلمان، مجموع ظرفیت تولید آماده در سال جاری به ۳۰۰ مگاوات رسیده که دو برابر ظرفیت تولید پیشین در این کشور است.

هم اکنون نگرانی های فراوانی در زمینه توانایی کشورها در یافتن منابع سرمایه ای به منظور تامین نیازهای مالی توسعه استفاده از این نوع انرژی در دهه های آینده وجود دارد که این معضل در کشورهای در حال توسعه شدیدتر است. اما به نظر می رسد با ایجاد سرمایه گذاری های کلان و سریع در این زمینه، مشارکت بخش خصوصی در این گونه طرح ها و مهم تر از همه ارتقای سطح فرهنگی کشور برای استفاده از انرژی های جانشین (تجدیدپذیر) تا چند سال آینده، دستیابی به این هدف مهم چندان دور نباشد .

۱-۵-کاربردهای انرژی خورشید

در عصر حاضر از انرژی خورشیدی توسط سیستم‌های مختلف استفاده می‌شود که عبارت‌اند از:

- استفاده از انرژی حرارتی خورشید برای مصارف خانگی، صنعتی و نیروگاهی.
- تبدیل مستقیم پرتوهای خورشید به الکتریسیته بوسیله تجهیزاتی به نام فتوولتاییک.

۱-۶-استفاده از انرژی حرارتی خورشید

این بخش از کاربردهای انرژی خورشید شامل دو گروه نیروگاهی و غیر نیروگاهی است.

۱-۶-۱- کاربردهای نیروگاهی

تأسیساتی که با استفاده از آنها انرژی حرارتی جذب شده خورشید به الکتریسیته تبدیل می‌شود نیروگاه حرارتی خورشیدی نامیده می‌شوند. در حقیقت انرژی حرارتی جذب شده از خورشید نقش انرژی حرارتی تامین شده توسط بویلر در نیروگاه‌های با سوخت فسیلی را دارد. این تأسیسات بر اساس انواع متمرکز کننده‌های موجود و بر حسب اشکال هندسی متمرکز کننده‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند:

- نیروگاه‌هایی که گیرنده آنها آینه‌های سهموی خطی هستند.
- نیروگاه‌هایی که گیرنده آنها در یک برج قرار دارد و نور خورشید توسط آینه‌های بزرگی به نام هلیوستات به آن منعکس می‌شود. (دریافت کننده مرکزی)
- نیروگاه‌هایی که گیرنده آنها بشقابی سهموی (دیش) است.

۱-۶-۱-۱-نیروگاه‌های حرارتی خورشید از نوع سهموی خطی

در این نیروگاه‌ها، از منعکس کننده‌هایی که به صورت سهموی خطی هستند، جهت تمرکز پرتوهای خورشید در خط کانونی آن‌ها استفاده می‌شود و گیرنده به صورت لوله‌ای در خط کانونی منعکس کننده‌ها قرار دارد. در داخل این لوله روغن مخصوصی در جریان است که بر اثر حرارت پرتوهای خورشید گرم و داغ می‌گردد.

روغن داغ از مبدل حرارتی عبور کرده و آب را به بخار تبدیل و به مدارهای مرسوم در نیروگاه های حرارتی انتقال می دهد تا به کمک توربین بخار و ژنراتور به توان الکتریکی تبدیل گردد.

در این نیروگاه‌ها یک سیستم ردیاب خورشید نیز وجود دارد که توسط آن آینه‌های شلجمی دائماً خورشید را دنبال نموده و پرتوهای آن را روی لوله دریافت کننده متمرکز می‌نماید. تغییرات تابش خورشید در این نیروگاه ها توسط منبع ذخیره و گرمکن سوخت فسیلی جبران می‌شود.

شکل ۱-۲نیروگاه سهموی خطی ۲۵۰ کیلووات شیراز

۱-۶-۱-۲-نیروگاه‌های حرارتی از نوع دریافت کننده مرکزی

در این نیروگاه‌ها پرتوهای خورشیدی توسط مزرعه‌ای متشکل از تعداد زیادی آینه منعکس کننده به نام هلیوستات بر روی یک دریافت کننده که در بالای برج نسبتاً بلندی استقرار یافته‌است متمرکز می‌گردد. در نتیجه روی محل تمرکز پرتوها انرژی گرمایی زیادی بدست می‌آید که این انرژی بوسیله سیال عامل که داخل دریافت کننده در حرکت است، جذب می‌شود و بوسیله مبدل حرارتی به سیستم آب و بخار

مرسوم در نیروگاه‌های سنتی منتقل شده و بخار فوق گرم در فشار و دمای طراحی شده برای استفاده در توربین ژنراتور تولید می گردد. در برخی از سیستم‌ها نیز، سیال عامل آب است و مستقیماً در داخل دریافت کننده به بخار تبدیل می‌شود.

۱- ۶-۱-۳-نیروگاه‌های حرارتی از نوع بشقابی

در این نیروگاه‌ها از منعکس کننده‌هایی که به صورت شلجمی بشقابی هستند، جهت تمرکز نقطه‌ای پرتوهای خورشیدی استفاده می کنند و گیرنده‌هایی که در کانون شلجمی قرار می‌گیرند، به کمک سیال جاری در آن انرژی گرمایی را جذب نموده و به کمک یک ماشین حرارتی و ژنراتور آن را به نوع مکانیکی و الکتریکی تبدیل می‌کند.

۱-۶-۱-۴-دودکش‌های خورشیدی

روش دیگر برای تولید الکتریسیته از انرژی خورشید استفاده از برج نیرو یا دودکش خورشیدی است. در این سیستم از خاصیت دودکش‌ها استفاده می‌شود به این صورت که با استفاده از یک برج بلند به ارتفاع حدود ۲۰۰ متر و تعداد زیادی گرمخانه خورشیدی که در اطراف آن است، هوای گرمی بوسیله انرژی خورشیدی در یک گرمخانه تولید و به طرف دودکش یا برج که در مرکز گرمخانه قرار دارد، هدایت می‌شود.

این هوای گرم بعلت ارتفاع زیاد برج با سرعت زیاد صعود کرده و باعث چرخیدن پروانه و ژنراتوری که در پایین برج نصب شده‌است می‌گردد و سبب تولید برق در ژنراتور می‌شود.

۱-۶-۱-۵-مزایای نیروگاه های خورشیدی

الف) تولید برق بدون مصرف سوخت

ب) عدم آلودگی محیط زیست

پ) امکان تأمین شبکه‌های کوچک و ناحیه‌ای

ت) استهلاک کم و عمر زیاد

ث) عدم احتیاج به متخصص

۱-۶-۲- کاربردهای غیر نیروگاهی

الف – آبگرمکن خورشیدی و حمام خورشیدی

ساده‌ترین آبگرمکن خورشیدی از یک گردآور تخت (کلکتور) و یک مخزن ذخیره آب تشکیل شده است. شرایط لازم نصب این آبگرمکن آن است که قسمت فوقانی گردآور پایین‌تر از قسمت تحتانی مخزن ذخیره قرار گیرد و حداقل انحراف گردآور نسبت به سطح افق که برای تحقیقی جریان ترمو سیفونی، در حدود ۲۰ درجه رو به جنوب انتخاب شود.

۱-۶-۲-۱-طرز کار

ابتدا مخزن آب گرم، با آب سرد پر می‌شود و آب داخل لوله‌های گردآور، هنگامی که خورشید روی سطح گردآور می‌تابد به تدریج گرم شده و به کندی به طرف مخزن رفته و از طرف بالا ذخیره می‌شود، آب سرد مخزن نیز از طریق لوله دیگر به طرف قسمت پایین گردآور جریان یافته و تا زمانی که تابش خورشیدی برای گرم کردن آب کفایت کند، این عمل ادامه می‌یابد.

ب – گرمایش و سرمایش ساختمان و تهویه مطبوع خورشیدی

۱-۶-۲-۲-تشریح عملکرد سیستم :

تابستانی: چیلرهای گازسوز با صرفه جویی در هزینه های مصرف برق تا ۸۰٪، در مقایسه با سیستم‌های تراکمی در فصل تابستان وظیفه تأمین سرمایش را بر عهده دارند. چیلرهای جذبی خورشیدی که از یک طرف محلول داغ آب و آمونیاک دستگاه چیلر (که درحالت عادی این حرارت توسط فن کندانسور و ابزوربر به محیط دفع می گردد) و از طرف دیگر آب گرم شونده در چرخش با منبع کویلی جهت آب گرم مصرفی قرار داده تا زمانی که چیلر در حال کار و تأمین برودت برای ساختمان است، حرارت دفع شده در کندانسور دستگاه برای تأمین آب گرم مصرفی صرف می گردد و لذا راندمان عملکرد این

سیستم تا ۱۷۰٪ افزایش می یابد. در هر دستگاه چیلر در حدود ۲۱ kw حرارت بازیافت می شود که این حرارت صرف تأمین آب گرم مصرفی خواهدشد. با توجه به اینکه در هتل ها در فصل تابستان، همزمانی نیاز سرمایش و آب گرم مصرفی بسیار زیاد است، استفاده از این سیستم در هتل‌ها به شدت بر کاهش هزینه‌های انرژی مؤثر است. در زمانی که به هر دلیل چیلر خاموش است، سیستم پشتیبان یعنی آب گرم تولید شده از کلکتورهای خورشیدی و یا بویلر (AYیا بویلر دیگر) برای تأمین آب گرم مصرفی مورد استفاده قرار می‌گیرد. زمستانی: در فصل زمستان با خاموش شدن چیلر، بویلرهای AY وظیفه تأمین آب گرم ساختمان، و سیستم کلکتور خورشیدی با پشتیبانی آب گرم تولید شده توسط بویلرهای AY نقش تأمین آب گرم مصرفی را برعهده دارند.

۱-۷-مزایا و معایب انرژی خورشیدی

زغال سنگ, نفت, دیزل, نفت سفید, گاز طبیعی – همه آنها چیزی جز منابع محدود انرژی. نرخ که در آن هستند که توسط مردم در سراسر جهان استفاده می شود, آنها قطعا در آستانه خشک شدن زودتر از بعد. پس, وجود دارد راه حلی برای این مشکل? خوب, بله وجود دارد. آیا ما نمی یاد تمام راه برگشت را در مدرسه در مورد باد, آب و نور خورشید که از منابع انرژی تجدید پذیر? و چگونه انرژی باد, انرژی آبی و انرژی خورشیدی را در زمان ثابت تنها راه حل برای گلایه انرژی انسان می شود? بله ما از. با وجود هر دو انرژی باد و آبی که به طور منظم در سراسر جهان کاملا در زمینه های کاربرد چند استفاده, آن

را در واقع انرژی خورشیدی این است که به عنوان داشتن بیشترین پتانسیل در میان هر سه هدف. بنابراین, در آن توجه داشته باشید, بیایید یک نگاه در چند جوانب مثبت و منفی انرژی خورشیدی.

وقتی که ارزیابی جوانب مثبت و منفی از انرژی خورشیدی, ما نیاز داریم که در قابلیت استفاده از انرژی خورشیدی نگاه از منظر الزامات صنعتی و همچنین الزامات خانه. نگهداری از این در ذهن, به ما مراجعه کنید مزایای مختلف و کاستی که با انرژی خورشیدی همراه.

۱-۷-۱-انرژی خورشیدی – مزایا

در اینجا برخی از مزایای که انرژی خورشیدی را ارائه کرده است:

- اولین و مهمترین, انرژی خورشیدی قابل تجدید است و منبع انرژی بی پایان در حقیقی ترین حس واژه. تا زمانی که خورشید هنوز در وجود, وجود خواهد داشت انرژی خورشیدی در دسترس; بنابراین شما باید در مورد انرژی خورشیدی نگران نباشید که در دسترس نیست برای نوه بزرگ نوه بزرگ خود را.
- دوم, انرژی خورشیدی مکان خاص بر خلاف اشکال دیگر انرژی خاصی نمی باشد.. صرف نظر از اینکه فرد در شهرستان شلوغ و یا در یک روستای دور, در بیابان خشک و یا در یک جنگل سرسبز سبز, در دریا و یا در کوه...انرژی خورشیدی در دسترس است و همه را به یک.
- عظیم ایستگاه های پمپاژ و شبکه های حفاری مورد نیاز می شود تا برای استخراج سوختهای فسیلی از زیر سطح زمین قرار. این نتایج در هزینه راه اندازی عظیم و به همان اندازه بالا در حال اجرا و همچنین هزینه. بدون شک چنین چیزی در مورد انرژی خورشیدی مورد نیاز. انرژی خورشیدی حاضر در همه جا, تمام چیزی که مورد نیاز است پانل های خورشیدی است که آن را لوله کشی.
- قیمت های سوخت فسیلی به طور مداوم در نوسان است از آنجایی که آنها وابسته به عوامل خاصی تقاضا عرضه جهانی. انرژی خورشیدی به طور کامل خالی از هر گونه پیچیدگی چنین, تنها به دلیل آن آزاد است!
- از سوزاندن سوخت های فسیلی در نتیجه انتشار گازهای مضر و محصولات فرعی دیگر بسیاری از کاهش لایه ازن است که منجر به. در همان زمان, آنها نیز آسیب های اضافی را به محیط زیست باعث. شکی نیست از محصولات جانبی مضر هر آنچه وجود دارد در مورد انرژی خورشیدی. این امر باعث آلودگی صفر است و صد در صد پاک و محیط زیست منبع انرژی.
- انرژی خورشیدی آن چیزی است که شما باید در اگر شما فکر مالی و همچنین صرفه جویی انرژی هدف. به غیر از هزینه خرید یک بار از پانل های خورشیدی, انرژی خورشیدی به طور کامل رایگان برای بقیه عمر

خود را! آیا شما باور دارید که? این چیزی است که برای همیشه لطفا برای معاف خواهند بود از هر نوع مالیات یا عوارض گمرکی دولت است! قلب! حالا من به شما مراجعه کنید به توجه خوراکی, با چشمان کاملا باز.

۱-۷-۲-انرژی خورشیدی – معایب

همانطور که گفت می رود, "هر مزیت است ضرر مربوطه". خوب, آن را نشانی از تقاضای خود را به انرژی خورشیدی تا حدودی.

- نقطه ضعف اصلی از انرژی خورشیدی هزینه های اولیه است. پانل های خورشیدی نسبتا نسبتا گران است عمدتا به دلیل هزینه مواد و درگیر پیچیدگی های طراحی. این می تواند در زمان, اثبات بازدارنده می شود به خصوص در مورد homemakers و افرادی که در نظر تغییر مکان نسبت به انرژی خورشیدی.
- آسمان ابری, شرایط بارانی, غیره, می تواند دخالت در مقدار نور خورشید که می رسد پانل خورشیدی. این به نوبه خود بر میزان انرژی و قدرت است که تولید شده است.
- ثالثا, آنچه در مورد زمانی که بدون نور خورشید وجود دارد? چگونه انرژی خورشیدی می شود و در شب تولید? البته آن را در شب تولید نمی شود, بعد از آن همه انرژی خورشیدی و نیست 'قمری' انرژی. تنها راه حل برای این مشکل این است که ذخیره سازی به اندازه کافی از آن را در طول روز که بعدها می توان در طول شب مورد استفاده قرار. اما, این ساده تر انجام می شود گفت :.

این برخی از جوانب مثبت و منفی انرژی خورشیدی شدند. اگرچه انرژی خورشیدی دارای سهم خود را از کاستی, است امید وجود دارد که در موعد مقرر از زمان, خواهند بود از طریق پیشرفت های فن آوری حذف.

فصل دوم

انرژی هسته ای

۲-۱-مقدمه

محدودیت منابع فسیلی و مشکلات زیست محیطی ناشی از آن تفکر استفاده از منابع جدید و جایگزین را فرا روی متخصصین قرار داده است.

در این میان انرژی هسته ای که انرژی پاک و انرژی هزاره سوم نیز نامیده می شود نقش مهمی راایفا خواهد نمود. ما علاوه بر انرژی برق که تولید آن برایمان اجتناب ناپذیر است جهت توسعه فنی، اقتصادی، بهداشتی و حتی اجتماعی نیاز به انرژی هسته ای داریم

۲-۲-تعریف

تشعشعات و نیروی عظیم حرارتی حاصل از شکافت و گداخت اتم را انرژی هسته ای گویند که کاربرد اصلی آن در تولید برق است.

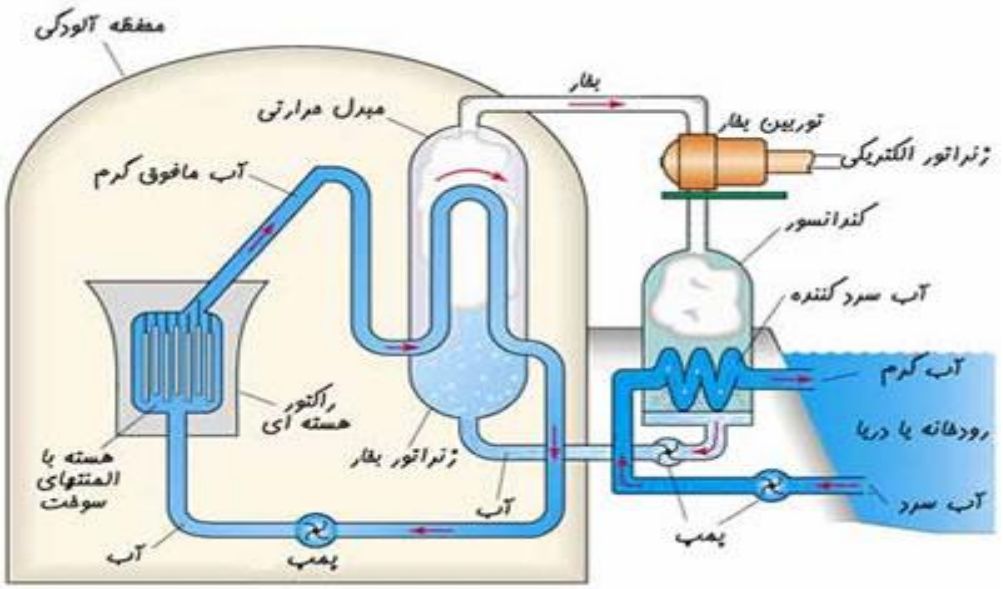
این انرژی در دسته انرژی های تجدیدناپذیر قرار می گیرد. زیرا انرژی هسته ای قابلیت تبدیل به انرژی های دیگر را داراست ولی هیچ انرژی به انرژی هسته ای تبدیل نمی شود.

۲-۳-تاریخچه

در سالهای اولیه ای که تشریح رادرفورد در خصوص واپاشی اتم عنوان شد، هوادار چندانی نداشت اما پس از کشف نوترون در سال ۱۹۳۲ به وسیله جیمز چادویک فیزیکدان انگلیسی این نظریه جهت و سوی تازه ای یافت. لیزه مایتنر (۱۸۷۸-۱۹۶۸ م) شیمیدان اتریشی ثابت کرد که اتم های سنگین به اتم های سبک تر تجزیه می شوند، او این فرایند را شکافت هسته ای نامید. در سال ۱۹۳۸ لیزه ماریتنر، اتوهان اتو فریش و فردریک استراسمن روی پدیده شکافت هسته اورانیوم ۲۳۵ کار کردند و به همین دلیل در سال ۱۹۴۴ ، جایزه نوبل شیمی را در یافت کردند .

این دانشمندان پدیده شکافت هسته اتم را به وسیله بمباران نوترون در مجله طبیعت (Nature) در مقاله ای ارائه کردند و این کشف منجر به اختراع بمب اتمی در جنگ جهانی دوم شد. در سال ۱۹۳۲ .م انریکو فرمی (ایتالیایی) و همکارانش تصمیم گرفتند تا با بمباران اورانیوم عنصری مصنوعی (شماره ۹۳) را بوجود بیاورند. آنها فراورده این بمباران را (اورانیوم ایکس) نامیدند و تصور کردند عنصر جدیدی بوجود آوردند. آنها با توجه به جدول تناوبی خواصی مشابه رنیوم برای این ماده فرض کردند و کوشش کردند تا با استفاده از خود باریوم، آنرا از اورانیوم جدا کنند، که ممکن نشد.

اما مشهورترین کار فرمی، استفاده از نوترون ها برای بمباران اتم ها و تولید ایزوتوپ های رادیواکتیو جدید



شکل۲-۱ راکتور هسته ای

بود. کلید موفقیت وی آن بود که بلوکی از موم را برای کاستن سرعت نوترون ها به کار گرفت و تأثیر آنها را افزایش داد. فرمی، در سال ۱۹۳۸ میلادی، جایزه نوبل در رشته فیزیک را دریافت کرد. انریکو فرمی به عنوان "پدر فیزیک هسته ای " شناخته شده است. او را به این نام خوانده اند چون او نخستین کسی است که واکنش زنجیر ای راکشف کرد.وی در سال ۱۹۴۲ پس از چندین سال کار و زحمت نخستین راکتور هسته ای را در شیکاگو در یک زمین بازی اسکواش ساخت و با این راکتور به وسیله ی انفجار هسته ای انرژی تولید کرد. و بعد ها به در خواست دولت آمریکا به کار بر روی پروژه بمب اتم پرداخت. به خاطر موفقیت ها علمی وی در سال ۱۹۶۴ عنصری از عناصر هم به افتخار او فرمیون خوانده شد.در دهه ۱۹۵۰ میلادی، دانشمندان به این نکته پی بردند که نیروی هسته ای راه حلی برای نیاز به انرژی در سراسر

دنیاست. نخستین نیروگاه تجاری دنیا، کالد هال در انگلستان بود که در سال ۱۹۵۶، تولید برق را آغاز کرد. در پایان سال ۱۹۹۱ حدود ۳۱ کشور توانایی تولید تجاری انرژی از راکتورهای هسته ای را یافتند که این نشانه پیشرفت جهانی در عرصه فناوری هسته ای بود. تحقیقات در زمینه های دیگر در دهه ۹۰ نیز ادامه یافت و جایگاه انرژی هسته ای علاوه بر تولید انرژی حرارتی(الکتریسیته) در سایر زمینه ها همچون پزشکی، کشاورزی، صنعت و علم شناخته شد. برای مثال پزشکان از رادیوایزوتوپ ها که از انرژی هسته ای سرچشمه می گیرد و بالا بردن تأثیرات طب سنتی استفاده می کنند. همچنین باستان شناسان انرژی هسته ای را برای تعیین زمان دقیق یافته های خود بکار می بردند، علاوه بر آن پرتوافکنی به غذاها، ماندگاری آنها را افزایش داده و تأثیرات فریز کردن را (در از بین رفتن ویتامین موادغذایی مؤثر است)کم می کند. دراین مقاله سعی داریم با توجه به اهمیت تولید انرژی برق نحوه استفاده از انرژی هسته ای در تولید برق را تشریح نمایم.

۲-۴-روش های بهره برداری از انرژی هسته ای در نیروگاه ها:

شکافت هسته‌ای: در این روش هسته یک اتم (اورانیوم) توسط یک نوترون به دو بخش کوچکتر تقسیم می‌شود. در این واکنش مقدار زیادی انرژی به صورت گرما و نور آزاد می شود. عمل شکافت هسته اصطلاحاً فیزیون هسته ای نامیده می شود. اگر این انرژی به صورت آهسته از اتم خارج شود می توان با مهار کردن آن برق تولید کرد اما اگر این انرژی به طور ناگهانی خارج شود انفجار مهیبی به صورت بمب اتم رخ می دهد.

گداخت هسته‌ای: با برخورد دو نوع هیدروژن (دوتریم و ترتیم) به یکدیگر یک اتم هلیوم و یک ذره اضافی نوترون تشکیل می‌شود. در این تبدیل، انرژی بسیار زیادی بصورت نور و گرما تولید می‌شود. عمل گداخت هسته ای فوزیون نامیده می شود.

برای در ک بهتر مطالب ابتدا به تعریف بعضی از مفاهیم می پردازیم.

۲-۵-تعاریف

عنصر : عبارتست از یک ماده خالص ساده که با روش های شیمیایی نمی توان آن را به دو یا چند ماده خالص تر تفکیک و تجزیه کرد. عناصر به سه حالت جامد، مایع و گاز در جهان یافت می شوند. و این عناصر از ذرات ریزی به نام اتم تشکیل یافته اند واتم های یک عنصر یکسان هستند.

ماده: هر آنچه که جهان هستی از آن تشکیل شده و می توان آن را به عنوان هر چیزی که فضا را اشغال کند و دارای جرم باشد تعریف کرد.

۲-۶-تاریخچه کشف اتم

برای اولین بار دموکریتوس، بنا به نوشتار یونان قدیم ذیمقراطیس (۳۷۰تا ۴۶۰ پیش از میلاد) وجود اتم را پیش بینی کرد و تعدادی از ویژگی های اتم را بیان کرد.

دموکریتویس فرضیه خود را اینگونه عنوان کرد »گیتی از اتم ها [ملاء] و خلاء آغاز می شود و مابقی فقط در فکر و نظر وجود دارد. هیچ چیز از عدم به وجود نمی آید و هیچ چیز معدوم نمی شود(اصل بقا انرژی) و اتم ها که از لحاظ تعداد کثرت می شمارند عالم را در بر گرفته و چون گردبادی در چرخشند و بدین شکل کلیه ترکیبات بغرنج از قبیل آتش،آب، هواو خاک آفریده می شوند.

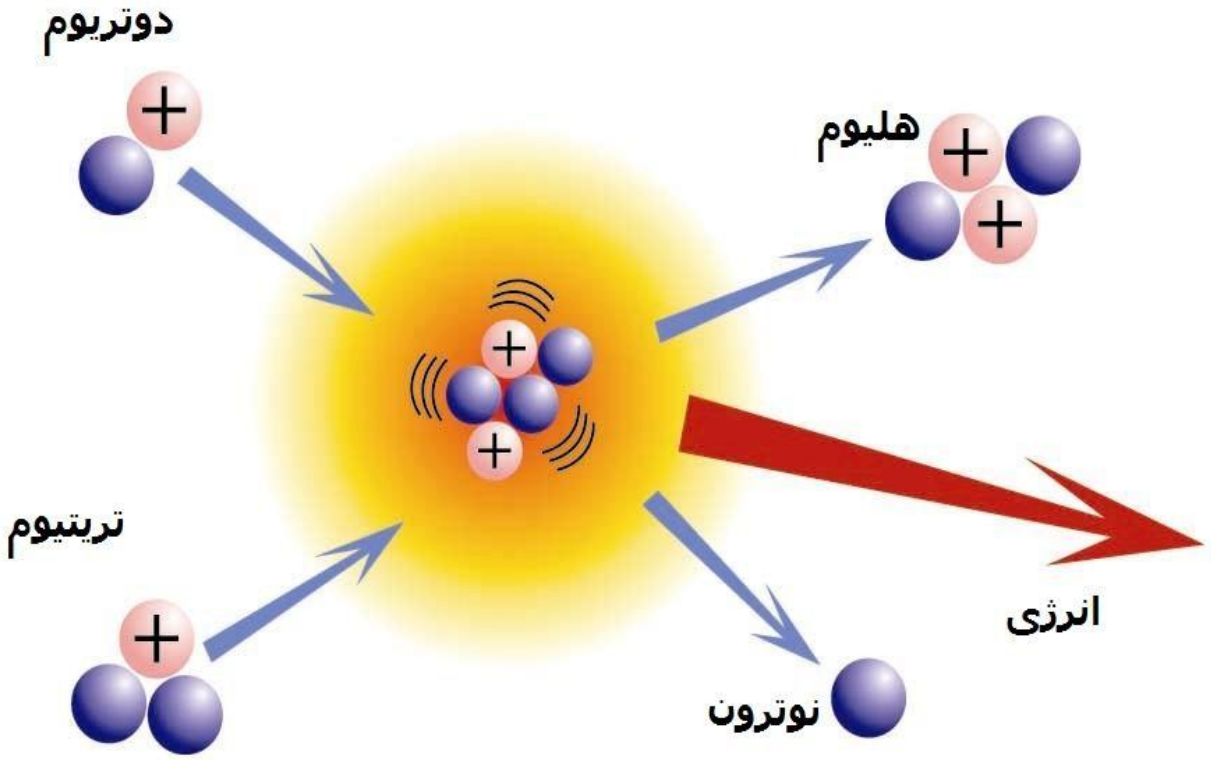
درباره این فرضیه اینگونه می توان گفت که Atomیک واژه یونانی به معنای تجزیه ناپذیر است وی عقیده داشت که جهان از ذرات بی نهایت ریزی به نام اتم تشکیل شده که دیگر قابل تجزیه نیست و این اتم ها از هیچ به وجود نمی آیند بلکه هر چیزی اصل و منشاء دارد و بر طبق اصل بقا انرژی که بعدها به اثبات رسید هیچ چیز از بین نمی رود بلکه تبدیل می گردد.

دموکریتوس برای این ذرات حرکت را در نظر می گیرد و بدین شکل همچنین وی برای اجسام تفاوت های که ناشی از تفاوت در اتم آنها است قائل بود بنا به عقیده وی اتم ها بعضی کروی و برخی چند ضلعی هستند و از به هم پیوستن آنها اجسام تشکیل می شوند.

به دلیل تسلط فلسفه ارسطو در آن زمان(اروپای وسطی) و نبود امکانات و وسائل علمی دقیق این نظریه توسط ارسطو رد شود. نظر ارسطو بر این بود که مواد تا بی نهایت می توانند تجزیه شوند.

نظریه اتمی دموکریتوس تا قرن هفدهم میلادی به فراموشی سپرده شد تا اینکه فیلسوف فرانسوی پیر گاسندی (۱۵۹۲-۱۶۵۵) این فرضیه را دنبال کرد و به همین دلیل از سوی کلیسا تحت تعقیب قرار گرفت و محاکمه شد.

در سال ۱۶۶۱ رابرت بویل و درسال۱۶۸۷ ایزاک نیتون، وجود اتم را پذیرفتند ولی همچنان این فرضیه در حد یک اندیشه باقی ماند. سرانجام در سال ۱۸۰۳ تا ۱۸۰۸ دانشمند انگلیسی جان دالتون نظریه اتمی خود را عنوان کرد که مهر تأئیدی بر فرضیه دموکریتوس بود.



شکل۲-۲ذرات اتم

نظریه اتمی دالتون برچند اصل استوار بود:

عناصر از ذرات ریز و کروی شکلی به نام اتم تشکیل شده اند .

تمام اتم های یک عنصر یکسان و اتم های عناصر گوناگون متفاوتند.

تمام اتم های یک عنصر معین جرم یکسانی دارند.

اتم های یک عنصر در واکنش های شیمیایی از هم جدا و به هم می پیوندند. در این واکنش ها هیچ اتمی ایجاد نمی شود و از بین نمی رود بلکه یک عنصر به عنصر دیگری تبدیل می گردد.

وی با عنوان این نظریه توانست قوانین تغییرات شیمیایی را توضیح دهد و با نسبت دادن جرم های نسبی به اتم های عناصر گوناگون یک مفهوم به نظریه اتمی بدهد.

وی همچنین عنوان کرد که یک ماده شیمیایی مرکب حاصل ترکیب دو یا چند اتم عناصر مختلف است.

نظریه دالتون امروزه بر همین کیفیت باقی است ولی اصل سوم آن تغییر کرده است. زیرا بعضی از عناصر دارای اتم های با تعداد نوترون های متفاوت و در نتیجه با جرم مختلف هستند. این اصل امروزه اینگونه بیان می گردد که تمام اتم های یک عنصر از لحاظ شیمیایی به هم شبیه و اتم های یک عنصر با اتم های عنصر دیگر متفاوت است.

در اواخر سده نوزدهم معلوم شد که برخلاف آنچه دالتون و یونانیان قدیم عنوان می کردند اتم کوچکترین ذره هر ماده نیست و خود اتم از ذرات ریزتری تشکیل یافته است. این کشف نتیجه آزمایشات الکتریسیته بود که در سال های ۱۸۰۸ به وسیله شیمی دان انگلیسی« همفری دیوی» با تجزیه مرکب نیروی الکتریسیته پنج عنصر پتاسیم، سدیم، کلسیم و استرونسیم و باریم صورت گرفت. نتیجه ای که حاصل شد این بود که عناصر با نیروی جاذبه ای که ماهیت آن ها الکتریکی است به هم متصل اند.

دانشمندانی همچون مایکل فارادی(۱۸۳۳) و جانسون استونی (۱۸۷۴) در این زمینه نیز به پژوهش پرداختند و به وجود ذرات باردار الکتریکی پی بردند. گلد شتاین با انجام آزمایشاتی در سال ۱۸۸۶ متوجه حرکت ذراتی به سمت الکترود منفی و ذراتی هم به طرف الکترود مثبت شد، وی توجه خود را معطوف ذراتی که به وسیله الکترود منفی جذب شده بود ساخت و این ذرات با بار مثبت را پروتون نامید.

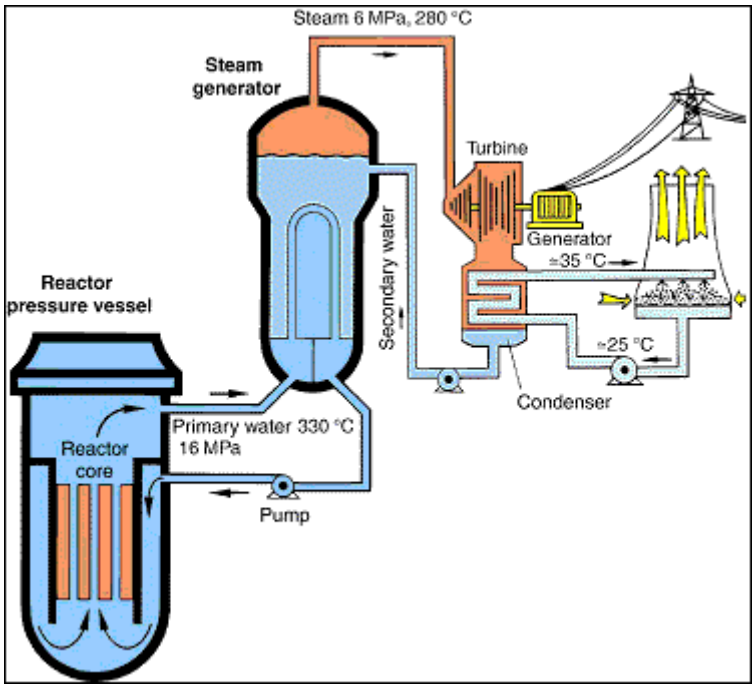
درسال ۱۸۹۱ جورج جان تامسون واحدهای الکتریکی با بار منفی را الکترون نامید. در سال ۱۸۹۵ ویلهلم رونتگن فیزیکدان آلمانی اشعه مجهول را کشف کرد. کشف این اشعه حاصل پنج سال کوشش وآزمایشات وی بود. رونتگن آن را اشعه ایکس نامیده که قادر بود از پاره ای از اجسام عبور کند و موانع سر راه خود را معلوم کند .

با کشف اشعه ایکس برای نخستین بار در سال ۱۹۰۹ رابرت.آ. میلیکان توانست به اندازه گیری دقیق بار الکترون بپردازد. در آزمایش وی با برخورد اشعه X به ملکول های تشکیل دهنده هوا و روغن، (الکترون های تولید شده با قطر های روغن جذب شد) با عبور قطرات باردار شده روغن و نحوه و سرعت سقوط آنها از بین دو صفحه جرم آنها را برآورد کرد و در نهایت به الکترون یک واحد بار منفی از لحاظ جرمی اطلاق کرد.

در سال ۱۹۱۹ میلادی ارنست رادفورد دانشمند اهل زلاندنو (نیوزلند) پس آزمایشات متعدد مدل تازه ای برای اتم پیشنهاد کرد.

رادفورد در مدل خود بار مثبت هسته ای اتم را به ذره هایی به نام پروتون نسبت داد بار الکتریکی پروتون به اندازه بار الکترون است در حالی که اندازه گیری ها نشان داده که جرم پروتون حدود هزار بار بیشتر از جرم یک الکترون است.

در سال های ۱۹۳۲-۱۹۳۳ جیمز چارویک دانشمند انگلیسی عنوان کرد در هسته اتم علاوه بر پروتون، ذره دیگری نیز وجود دارد او نام این ذره را که جرم آن تقریباً با جرم پروتون برابر و بار الکتریکی ندارد نوترون اعلام کرد و به این ترتیب نظریه وجود سه ذره در ساختار اتم شکل گرفت.



شکل ۲-۳ راکتور

۲-۷-منابع عناصر در جهان

از ۱۱۶ عنصر شناخته شده ۹۲ عنصر در طبیعت وجود دارد که شش تای آنها (N_2،O_2و چهار گاز نجیب Ne،Ar،Kr،Ye) به صورت عنصر در اتمسفر یافت می شوند. این عناصر را با روش تقطیر جزء به جزء هوای مایع می توان از یکدیگر جدا کرد و سایر عناصر مانند Na، Mg، Br_2،Cl_2 را می توان از آب اقیانوس ها به صورت یون های تک اتمی استخراج کرد و سپس با واکنش های الکتروشمیایی در سلول های الکتریکی به عناصر مورد نظر تبدیل کرد.

سایر عناصر را می توان از ذخایر معدنی در زمین استخراج کرد، تعدادی دیگر از عناصر (حدود ۲۴ عنصر) را دانشمندان توانسته اند به طور مصنوعی و به کمک واکنش های هسته ای در راکتورهای اتمی و یا به کمک شتاب دهنده های قوی بسازند که تمامی آن ها، ناپایدار ند و عمر کوتاه دارند و به سرعت و با انتشار پرتوهایی تخریب می شوند.

جدول تناوبی : آرایشی از عناصر شیمیایی به صورت تناوب ها یا دوره ها(ردیف ها) و گروه ها(ستون ها) است. این جدول بر اساس قانون تناوبی عناصر استوار است بر طبق این قانون هرگاه عنصر ها را برحسب افزایش عدد اتمی در کنار یکدیگر قرار دهیم خواص فیزیکی و شیمیایی آن ها به صورت تناوبی تکرار می شود.

در این جدول هیدروژن اولین و ساده ترین عنصر و پس از آن هلیم، کربن، نیتروژن، اکسیژن، و... فلزات روی، مس،آهن، نیکل و... است و بالاخره آخرین عنصر طبیعی به شماره ۹۲ عنصر اورانیوم است.

اتم های عناصر شامل ذراتی به نام های پروتون، نوترون و الکترون هستند. در مرکز اتم (هسته) که بیشتر جرم و تمام بار مثبت اتم در آن متمرکز است، دو ذره نوترون و پروتون قرار گرفته اند که پروتون دارای بار مثبت و نوترون دارای بار خنثی است. الکترون ها که بیشتر حجم اتم را اشغال می کنند در اطراف هسته قرار گرفته و به دور آن می گردند. اتم ها دارای بار الکتریکی خنثی هستند در نتیجه کل بار مثبت هسته(تعداد پروتون ها) برابر و معادل کل بار منفی اطراف هسته(تعداد الکترون ها) است.

ایزوتوپ: تعداد نوترون ها در اتم های مختلف یک عنصر همواره یکسان نیست و برای مشخص کردن آنها از کلمه ایزوتوپ استفاده می کنند به طور کلی اتم های مختلف یک عنصر را ایزوتوپ گویند، فردریک سودی کاشف ایزوتوپ‌ها بود.

بعضی عناصر شیمیایی مانند آلومینیوم، طلا، فلوئور و فسفر فقط یک نوع اتم دارند. اما بیشتر عناصر چندین ایزوتوپ دارند مثلاً عنصر هیدروژن ۳ ایزوتوپ دارد. هیدروژن معمولی (با عدد جرمی ۱)که دارای یک پروتون و فاقد نوترون است. هیدروژن سنگین شامل یک پروتون و یک نوترون (عدد جرمی۲) که به آن دوتریم گویند و در نهایت تریتیم که دو نوترون و یک پروتون(عدد جرمی ۳) تشکیل شده که ناپایدار است و طی زمان تجزیه می شود.

عدد جرمی : به مجموع تعداد پروتون ها و نوترون ها در هسته یک اتم عدد جرمی گویند.

خواص شیمیایی ایزوتوپ های یک عنصر یکسان است زیرا تعداد پروتون و الکترون ها مساوی است. اما بعضی خواص فیزیکی ایزوتوب های یک عنصر، مانند وزن اتمی و چگالی آنها متفاوت است زیرا تعداد نوترون های آنها مساوی نیست.

۲-۸-عنصر اورانیوم: Uranium,u,92

یکی از عناصر شیمیایی که در جایگاه (۹۲) با نمادU در گروه اکتینیدها، دوره۷، بلوک f با جرم حجمی Kg/m3 19050 و سختی ۶ در جدول تناوبی قرار گرفته اورانیوم است.

اورانیوم یک عنصر فلزی، سمی، براق و به رنگ سفید مایل به نقره ای با خاصیت ضعیف رادیواکتیو است مانند سایر فلزات چکش خوار و قابل مفتول شدن و رسانای جریان برق است.این عنصر بسیار سنگین و پر چگالی، عنصری است طبیعی که بصورت اکسید و یا نمک‌های مخلوط در مواد معدنی (مانند اورانیت یا کارونیت) در تمام سنگ ها، آب ها و خاک به مقدار ناچیز یافت می شود و از نظر فراوانی در میان عناصر طبیعی پوسته زمین در رده ۴۸ قراردارد و نسبت وجود آنها در زمین برابر دو در میلیون نسبت به سایر سنگها و مواد کانی است.

اورانیوم در سال ۱۷۸۹ توسط مارتین کلاپروت (Martin Klaproth) شیمی دان آلمانی از نوعی اورانیت بنام پیچبلند (Pitchblende) کشف شد. واژه‌ی اورانیم از نام سیاره‌ی اورانوس گرفته شد. این سیاره هشت سال پیش از اورانیم کشف شده بود.

در گذشته‌های بسیار دور از ترکیبهای اورانیم در ساختن شیشه‌ی رنگی استفاده می‌کردند. مارتین کلاپروت، شیمیدان آلمانی، هنگامی که درباره ساختمان شیمیایی یک سنگ معدن براق و سیاهرنگ به نام پچبلنده تحقیق می‌کرد، به ماده‌ای برخورد که کاملاً ناشناخته بود او آن را اورانیم نامید. اما کلاپروت در واقع ترکیبی از اورانیم را پیدا کرده بود نه فلز خالص را. اورانیم خالص سرانجام در سال ۱۸۴۱ م،۱۲۲۰ هجری شمسی توسط اوژن پلیگو، شیمیدان فرانسوی، به دست آمد. کشف اشعه‌ی ایکس یا رونتگن توسط ویلهلم کونراد رونتگن در سال ۱۹۸۵، توجه آنتوان هانری بکرل، فیزیکدان فرانسوی را به پدیده‌ی فلوئورسانس جلب کرد. وی مشغول تحقیق بر روی مواد دارای خاصیت فسفرسانس شد (خاصیت فسفرسانس ازجمله خواص فیزیکی مواد به شمار می رود و مواد دارای این خاصیت نور با طول موج خاصی را جذب کرده و نور با طول موج دیگری را منتشر می سازند. تابش این نور تا مدت کوتاهی پس از قطع شدن منبع نور ادامه می یابد. در ساعت ها و بعضی شب نماها از موادی با این خاصیت استفاده می شود.) آنتوان هانری بکرل متوجه شد که تأثیر نور مرئی و سنگ معدن اورانیوم(سولفات پتاسیم اورانیوم) بر روی یک فیلم عکاسی بسته بندی شده شبیه هم هستند (بعدها مشخص شد که سنگ معدن اورانیوم از خود پرتوهای آلفا و گاما گسیل کرده و چون پرتوهای گاما همان پرتوهای X پرانرژی هستند و از جنس نور یا امواج الکترومغناطیسی اند، بنابراین اورانیوم، چنین تاثیری بر روی فیلم عکاسی بسته بندی شده وی گذاشته است) در همین حین ماری کوری خاصیت پرتوزایی را کشف کرد و با تعداد محدودی ماده پرتوزا مانند پولونیم(فلز ضعیف) و رادیم(فلز قلیایی خاکی) آشنا گردید. ماری کوری نام های کنونی چون رادیواکتیو(پرتوزا) یا رادیواکتیویته (پرتوزایی) را برگزید و منتشر ساخت. در آن زمان، اطلاعات بشر در مورد این مواد بسیار کم بود و رادرفورد در پی اکتشافات تازه ای درمورد این مبحث نوین وجود دو ذره گسیلی متفاوت از الکترونها را که در مورد آنها با تامسون کار کرده بود، به اثبات رساند. این ذرات پرتوهای آلفا و بتا بودند.

پرتوهای آلفا همان پرتوهایی هستند که اینک هسته هلیم نامیده می شوند و پرتوهای بتا جریانی از الکترونها و پروتونها هستند که از هر منبعی رها می شود. رادرفورد با کار بر روی توریم، مفهوم نیم عمر را جا انداخت. اورانیوم طبیعی از سه ایزوتوپ U238،U235،U234 تشکیل شده است. سنگ معدن استخراج شده از معادن بیشتر حاوی دو ایزوتوپU238 , U235 است که ۹۹/۳ درصد آن U238و ۰/۷ درصد آن را ایزوتوپ U235تشکیل می دهد.

این سه ایزوتوپ رادیواکتیو بوده که نیمه عمر ایزوتوپ U238 در حدود ۴/۵ میلیارد سال و پایدارترین ایزوتوپ طبیعی اروانیوم و U235 با نیمه عمر ۷۰۰ میلیون سال است.

رادیواکتیو: مواد رادیو اکتیو از اتم های ناپایداری تشکیل می شوند و انرژی سطح بالایی به نام تابش رادیو اکتیو را آزاد می کنند. این اتم ها نهایتاً عناصر جدیدی را تشکیل می دهند.

سه نوع تابش رادیو اکتیو وجود دارد

پرتو آلفا: از دو پروتون و دو نوترون و با بار الکتریکی مثبت تشکیل شده است که ضعیف ترین نوع تابش رادیواکتیو هستند مسیر آن را می توان با کاغذ سفید مسدود کرد.

پرتو بتا: با الکترون های سریع، جرم ناچیز و بار الکتریکی منفی تشکیل شده است. این ذرات قدرتمند هستند و از کاغذ عبور کرده ولی آلومینیوم آنرا مسدود می کند .

پرتو گاما:(موج الکترو مغناطیسی): از ذرات بدون جرم و بدون بار تشکیل شده و بسیار قدرتمند که فقط با لایه ضعیفی از سرب می توان آن را کنترل کرد.

نیمه عمر: یک ماده زمانی است که طول می کشد تا خاصیت رادیواکتیویتیه آن به نصف کاهش یابد مثلاً نیمه عمر اورانیوم U235 که ۷۰۰ میلیون سال است یعنی ۷۰۰ میلیون سال طول می کشد تا نصف اتم های رادیواکتیو اورانیوم ۲۳۵ دچار فروپاشی شوند یا یک گرم از اتم های رادیواکتیو به نیم گرم تقلیل یابند و ۷۰۰ میلیون سال دیگر طول می کشد تا همین مقدار نیز به نصف برسد و به همین ترتیب نیمه عمر عناصر مختلف از چند ثانیه تا میلیون ها سال متغیر است . فروپاشی شبکه ای از زباله های اتمی حاصل از نیروگاه های هسته ای میلیون ها سال طول می کشد تا فرو پاشیده شود.

۲-۸-۱-خواص فیزیکی و شیمیایی عنصر اورانیوم

برای دستیابی به اطلاعات بیشتر در مورد اورانیوم و سایر عناصر جدول تناوبی به سایت زیر مراجعه کنید.

همانطور که عنوان شد استفاده اصلی از انرژی هسته‌ای، تولید انرژی الکتریسته است. روشی بسیار ساده برای جوشاندن آب و ایجاد بخار برای راه‌اندازی توربین‌های مولد برق.

۲-۹-تولید برق به وسیله انرژی هسته ای از طریق:

۲-۹-۱- نیرو گاه هسته ای

نیروگاه هسته ای: جایست که تمامی چرخه هسته ای و در نهایت تولید برق در آن صورت می گیرد.

چرخه سوخت هسته‌ای با تعدادی عملیات صنعتی صورت می گیرد که تولید الکتریسته را با اورانیوم در راکتورهای هسته‌ای ممکن می‌کند. این چرخه با عنصر اورانیوم به عنوان سوخت آغاز و با انهدام پسماند های واکنش های هسته ای پایان می یابد.

۲-۱۰-چرخه انرژی هسته ای

۲-۱۰-۱- استخراج اورانیوم از معدن Mining

سنگ معدن اورانیوم (حاوی دو ایزوتوپ U235 به مقدار ۰/۷ درصد، U238به مقدار ۹۹/۳ درصدو۰/۰۰۶ درصد U234 در طبیعت با دو روش حفاری زیر زمینی یا ایجاد کانال و چاله های باز و رو زمینی استخراج می گردد. حفاری‌های روزمینی در جاهایی صورت می گیرد که ذخایر معدنی نزدیک به سطح زمین و حفاری‌های زیرزمینی برای ذخیره‌های معدنی عمیق‌تر به کار می‌رود. نکته قابل توجه در حفاری های رو زمینی این است که اندازه گودال‌ها باید بزرگتر از اندازه ذخیره معدنی باشد و دیواره‌های گودال ها باید محکم باشد تا مانع ریزش دیواره گودال گردد. در نتیجه، میزان موادی که باید به بیرون از معدن انتقال داده شود تا به کانه دسترسی پیدا کند زیاد است.

حفاری‌های زیرزمینی دارای خرابی و اخلال‌های کمتری در سطح زمین هستند و حجم موادی که باید برای دسترسی به سنگ معدن یا کانه به بیرون از معدن انتقال داده شوند به‌طور قابل ملاحظه‌ای کمتر از حفاری نوع روزمینی است. در معادن زیر زمینی اورانیوم به علت خاصیت رادیو اکتیویته عنصر اورانیوم و مضر بودن و خطرناک بودن تابش ها تهویه هوا باید به دقت مورد توجه قرار گیرد.

شکل ۲-۴ اورانیوم

۲-۱۰-۲-تبدیل (فرآوری) Conversion

بعد از استخراج، سنگ معدن اورانیوم به محل آسیاب کردن انتقال می یابد که معمولاً به معادن نزدیک است. در یک آسیاب ابتدا عمل خرد کردن سنگ معدن صورت می گیرد و بعد از شستشو با اسید سولفوریک، آلکالاین و یا پرااکسید و ته نشین شدن اورانیوم و جدا کردن اورانیوم خالص از محلول، محصول بدست آمده را خشک و فیلتر می کنند، نتیجه آن اکسید اورانیوم غلیظی است که به کیک زرد(قرص زرد) معروف است که معمولاً با حرارت دادن به صورت اشباع شده و غلیظ در استوانه ای ۲۰۰ لیتری بسته بندی می شود.

پسماند های سنگ معدن که بیشتر شامل مواد پرتوزا و سنگ معدن است در محلی معین به دور از محیط معدن، معمولاً در گودال‌هایی روی زمین نگه داری می شوند

پس‌ماندهای دارای مواد رادیواکتیو، نیمه عمری طولانی وخاصیتی سمی دارند. هرچند مقدار کلی عناصر پرتوزا کمتر از سنگ معدن اصلی است و نیمه عمر آنها کوتاه خواهد بود اما این مواد باید از محیط زیست دور بمانند.

کیک زرد: Yellowcakeکه به نام اورانیا Uraniaهم شناخته می شود به اکسید اورانیوم تلغیظ شده با فرمول (U3O8)به میزان ۹۰-۷۰ درصد وزنی و سایر اکسید ها به نسبت کم اطلاق می شود. اطلاق این عنوان به ماده بدست آمده به خاطر رنگ زرد آن در مراحل اولیه کار است و تاریخچه نام نهادن این اکسید به گذشته بر می گردد که کیفیت روشهای خالص سازی سنگ معدن مناسب نبود و ماده بدست آمده به رنگ زرد بود ولی هم اکنون ماده حاصله از خالص سازی به رنگ قهوای و یا سیاه است و تنها در همان اوایل کار زرد است.

سایر اکسید های کیک زرد شامل:

هیدرو اکسید اورانیوم، UO2OH2 که در صنایع ساخت شیشه و سرامیک کاربرد دارد.

سولفات اورانیوم،UO2SO4 ماده ای زرد رنگ و بی بو.

اورانیت سدیم (Na2 (UO3)2 6H2O) ماده ای با رنگ زرد مایل به نارنجی

پراکسید اورانیوم (UO4nH2O) ماده ای با رنگ زرد کم رنگ

کیک زرد عموماً برای تهیه سوخت راکتورهای هسته ای بعد از یکسری پردازش ها بکار می رود. این ماده بعد از پردازش به OU2 تبدیل شده و در میله های سوختی بکار برده می شود.

مهمترین کاربرد کیک زرد تهیه هگزا فلوراید اورانیوم است .

محلول آسیاب شده اورانیوم مستقیماً قابل استفاده به‌عنوان سوخت در راکتورهای هسته‌ای نیست. پردازش اضافی به غنی‌سازی اورانیوم مربوط است که برای تمام راکتورها لازم است.

۲-۱۰-۳- غنی سازی اورانیوم Enrichment

در راکتورهای هسته ای به علت تمایل زیاد U235به شکافته شدن زنجیره ای نسبت به U238 به عنوان سوخت در نیروگاه های هسته ای (به منظورهای صلح آمیز و ساخت بمب هسته ای) محسوب می شود. ولی به علت وجود درصد بسیار کم اورانیوم ۲۳۵ در سنگ معدن(به علت "نیمه عمر" کوتاه و فروپاشی سریع آن، این ایزوتوپ در طبیعت بسیار نادر است بطوری که از هر ۱۰۰۰ اتم اورانیوم موجود در طبیعت تنها هفت اتم از نوع U235بوده و مابقی از نوع سنگینتر U238است) بایستی غنی سازی اورانیوم صورت گیرد تا مقدار ۰/۷ درصد به ۱ الی ۳ درصد (برای مصارف صلح آمیز) و یا بیش از ۵ درصد تا حدود ۹۰ درصد برای ساخت بمب های اورانیومی (مصارف نظامی) برسد. در کل می توان گفت که هدف اصلی از فرایند غنی سازی اورانیوم افزایش میزان اتم های ایزوتوپ ۲۳۵ اورانیوم است.

غنی سازی اورانیوم در شرایط تحت خلاء و به وسیله واحد های مختلفی صورت می گیرد. اولین واحد، واحد خوراک دهی است: در این واحد ابتدا اورانیوم را به نوع گازی تبدیل می کنند و راه بدست آمدن آن تبدیل کردن اورانیوم به هگزا فلوراید (Hexa fluoride) است. در این عمل اورانیوم را با اتم فلوئور (F) ترکیب و به صورت ملکول اورانیوم هگزا فلوراید UF6 درمی آورند.

۲-۱۱-ملکول هگزافلورایدUF_6

با توجه به اینکه سرعت متوسط ملکول های گازی یا جرم ملکولی گاز نسبت عکس دارد از این پدیده، در گذشته برای غنی سازی اورانیوم استفاده می کردند که به این پدیده دیفوزیون گازی یا روش انتشاری می گفتند. در این پدیده در عمل اورانیوم هگزا فلوراید طبیعی گازی شکل را از ستونهایی که جدار آنها از اجسام متخلخل (خلل و فرج دار) درست شده است عبور می‌دهند و از آنجا که اورانیوم ۲۳۵ سبک تر از اورانیوم ۲۳۸ است سریع تر حرکت کرده و امکان بیشتری برای عبور از سوراخ های موجود در غشا را دارند. سوراخهای موجود در جسم متخلخل باید قدری بیشتر از شعاع اتمی یعنی در حدود ۲.۵ آنگستروم (<!--[if !vml]--><!--[endif]-->) باشد. هگزا فلوراید جامد با گرم شدن در دمای ۶۴ درجه سانتی گراد به گاز با جرم ملکولی کمتر نسبت به جامد آن، تبدیل می گردد. برای این منظور UF_6 جامد به کمک مخازنی ویژه به واحد خوراک دهی منتقل و با تجهیزات خاصی در درون گرمکن های به نام اتو کلاو قرار می گیرند. در درون اتوکلاو به این مخازن حرارت داده می شود و UF_6به گاز تبدیل می گردد.

با توجه به ظرفیت پرتو زایی و خورنده بودن UF_6 این گاز برای ادامه مراحل غنی سازی باید به دقت جابجا شود لوله ها و پمپ ها در کارخانه مبدل به طور ویژه ای از آلیاژ آلومینیوم و نیکل ساخته شده اند و گاز تولیدی همچنین باید از نفت، روغن ها و مواد چرب به جهت جلوگیری از واکنش های نا خواسته و برگشت ناپذیر شیمیایی دور نگه داشته شود.

دومین واحد در عملیات غنی سازی واحد جدا سازی UF_6گازی است.

جدا سازی اورانیوم با روش های انتشار (پخش) حرارتی، انتشار (پخش) گازها، روش الکترومغناطیسی، مرکز گریز گازی(سانتریفیوژ)، مرکز گریز گازی زیپه و روش‌های لیزری و شیمیایی صورت می گیرد که متداول ترین روش در نیروگاه های هسته ای اغلب کشورها دو روش سانتریفیوژ گازی و بخش گازی (دیفیوژن) است. در کشور ایران روش سانتریفیوژ گازی برای غنی سازی اورانیوم متداول است.

در این روش هگزا فلوراید تهیه شده در داخل سیلندرهای سانتریفیوژ که بصورت موازی در کنار هم قرار گرفته اند تزریق می شود و بعد سیلندرها با سرعت زیاد(به طور متوسط ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ دور در ثانیه) به گردش در آورده می شود، این گردش سریع نیروی گریز از مرکز بسیار قوی تولید می کند که باعث جدا شدن ایزوتوپ های سنگین با جرم حجمی بالاتر از اورانیوم ۲۳۵ می شود. یعنی اورانیوم ۲۳۸ با جرم ملکولی زیاد از محور گردش دور می شوند و به پائین محفظه کشیده می شود و خارج می گردد و برعکس اتم های سبک تر U235حول محور باقی مانده و بعد از جدا سازی از بخش میانی سیلندر جمع آوری می شود.(از نظر وزنی اورانیوم ۲۳۵ فقط۱/۲۶ درصد از اورانیوم ۲۳۸ سبک تر است).

در گام بعدی U235 جمع آوری شده به سیلندر های گریز از مرکز بعدی انتقال می یابد. فرایند سانتریفیوژ کردن بارها با دستگاههای گریز از مرکز که بصورت زنجیره ای در کنار هم قرار گرفته اند انجام می شود تا خالص ترین میزان اورانیوم ۲۳۵ بدست آید. طی این مراحل میزان به مراتب بیشتری U235نسبت به جدا سازی در یک مرحله بدست می آید. سانتریفیوژ متوالی به کَس کید (cascade) معروف است. لازم به ذکر است که به خاطر ماهیت خورندگی هگزا فلوراید اورانیوم، تمامی اجزایی که با این ماده در تماسند باید از مواد مقاوم در برابر خوردگی ساخته شوند از همین رو، مواد مناسب برای گرداننده های سانتریفیوژها (روتورها) شامل آلیاژ های آلومینیوم، تیتانیم، فولاد ماراژین یا ترکیباتی که با برخی شیشه های خاص تقویت می شوند، فیبرهای کربنی هستند که در حال حاضر فولاد ماراژین متداول ترین ماده است. سانتریفیوژ با روتور آلومینیومی به نوع P ۱ و سانتریفیوژ با روتور فولاد ماراژین به نوع P۲ معروف است. همانطورکه گفته شد نوع P۲ آن به خاطر قوی تر بودن و چرخش سریع نسبت به P۱ مرسوم تر است. این نوع سانتریفیوژ با سرعت ۲ تا ۳ برابر بیشتر از نوع P۱ اورانیوم را غنی می کند.

فولاد مارازین(ماراجینگ): جزء فولادهای مارتنزیتی با استحکام، پیرسختی و چقرمگی شکست بالا هستند. در این فولادها میزان کربن بسیار پائین (در حد ناخالصی)، ولی غلظت کبالت موجود در ترکیب آن بالا است. مارازین شامل ترکیباتی همچون ۶- ۷ درصد نیکل، ۰-۱۱ درصد کبالت، ۰-۵ درصد مولیبدن، تیتانیم و کولومبیوم است. این فولاد به خاطر استحکام و مقاومت زیاد، در پروسه های هوافضا، صنایع نظامی (ساخت بدنه و تولید کلاهک های هسته ای) کاربرد فراوانی دارد و به عنوان روتورهای سانتریفوژ در نیروگاه های هسته ای نیز استفاده می شود.

مارتنزیتی: بطور کلی به ساختارهای بلورینی گفته می‌شود که با استحاله مارتنزیتی به وجود بیایند. اما این اصطلاح بیشتر به فاز مارتنزیت در فولادهای سخت‌شده اطلاق می‌شود. استحاله این فلز سخت با کاهش دما و سرد کردن آن(به میزان ۴۰۰ تا ۵۰۰ در جه سانتی گراد) صورت می گیرد و ساختار بلوری این آلیاژ تشکیل می شود. (ساختاری بسیار ریز و در حد نانوساختار)

پیرسختی: با گذشت زمان سختی و استحکام فلزات افزایش می یابد. در این نوع فولاد ها در اثر سرد کردن سریع و تغییر شکل در ساختار نوعی پیری کرنشی به وجود می آید یعنی دیگر قابلیت انعطاف پذیری ندارند و در گذر زمان به علت نفوذ عناصری همچون کربن و نیتروژن به این آلیاژ و رسوب کردن آنها به سختی این فولاد افزوده می شود.

چقرمگی: مقاومت ماده در مقابل شکست است. چقرمگی یک حسن محسوب می شود هر چه ماده ای دارای چقرمگی بیشتری باشد انرژی بیشتری برای شکست لازم دارد. همانطور که گفته شد در اثر پیرسختی در این فلزات بر میزان چقرمگی افزوده می شود.

آنچه که پس از جداسازی اورانیوم ۲۳۵ باقی می ماند به نام اورانیوم خالی یا فقیرشده شناخته می شود که عمدتاً از اورانیوم ۲۳۸ تشکیل شده است. اورانیوم خالی، فلز بسیار سنگینی است که اندکی خاصیت رادیو اکتیویته دارد و از آن برای ساخت گلوله های توپ ضد زره پوش و اجزای برخی سلاح های جنگی دیگر از جمله منعکس کننده نوترونی در بمب اتمی استفاده می شود.

آنچه که پس از جداسازی اورانیوم ۲۳۵ باقی می ماند به نام اورانیوم خالی یا فقیرشده شناخته می شود که عمدتاً از اورانیوم ۲۳۸ تشکیل شده است. اورانیوم خالی، فلز بسیار سنگینی است که اندکی خاصیت رادیو اکتیویته دارد و از آن برای ساخت گلوله های توپ ضد زره پوش و اجزای برخی سلاح های جنگی دیگر از جمله منعکس کننده نوترونی در بمب اتمی استفاده می شود.

۲-۱۲-کاربردهای اورانیوم غنی سازی شده

در مصارف صلح آمیز انرژی هسته ای، از اورانیوم غنی سازی شده (با تلخیص در حدود ۱الی ۳ درصدی) به عنوان سوخت در راکتورهای هسته ای نیروگاه ها برای تولید برق و سایر مصارف استفاده می شود. در ادامه مطلب چگونگی تولید برق با انرژی هسته ای و سایر کاربردها توضیح داده خواهد شد.

مصرف دیگر اورانیوم غنی سازی شده با تلخیص سازی تا حدود ۹۰ درصد برای مصارف نظامی و تهیه بمب های اورانیومی است. البته در صنایع نظامی دیگر از بمب اورانیومی استفاده نمی شود و بمب های اتمی را از پلوتونیوم ۲۳۹ که سنتز و تلخیص شیمیایی آن بسیار ساده تر است تهیه می کنند.

۲-۱۳-به کار بردن در راکتور Reactor

وسیله ای که در آن واکنش شکافت هسته ای (هسته اورانیوم ۲۳۵) کنترل می شود راکتور نام دارد. راکتور ها نیز دارای کاربرد های کاملا دو گانه ای هستند. یعنی هم در مصارف صلح آمیز و هم در دستیابی به تسلیحات اتمی کاربرد دارد.

۲-۱۴- انواع راکتور

۱- براساس نوع فرآیند شکافت به:راکتورهای حرارتی(ریع ، میانی و ، واسطه)

۲- براساس مصرف سوخت به:(راکتورهای سوزاننده ، مبدل و زاینده)

۳- بر اساس نوع سوخت به: (راکتورهای اورانیوم طبیعی ، راکتورهای اورانیوم غنی شده با $U235$ راکتور مخلوطی (Be

۴ - براساس خنک کننده به: (راکتورهای , $CO2$فلز مایع و آب)

۵ - براساس فاز سوخت کندکننده‌ها به:) راکتورهای همگن ، ناهمگن(

۶ - براساس کاربرد به:) راکتورهای قدرت ، تولید نوکلید و تحقیقاتی(تقسیم می شود.

۲-۱۵- کاربرد راکتورهای هسته ای

انواع مختلف راکتورها کاربردهای گوناگونی دارند، برخی از آنها در تحقیقات، بعضی از آنها برای تولید رادیو ایزتوپهای پرانرژی، برخی برای راندن کشتیها و برخی برای تولید برق به کار می‌روند.

دو گروه اصلی راکتورهای هسته‌ای براساس تقسیم بندی کاربرد آنها، راکتورهای قدرت و راکتورهای تحقیقاتی هستند. راکتورهای قدرت مولد برق بوده و راکتورهای تحقیقاتی برای تحقیقات هسته‌ای پایه، مطالعات کاربردی تجزیه‌ای و تولید ایزوتوپها مورد استفاده قرار می گیرند.

دراین مقاله بر حسب اهمیت تولید برق از طریق این فناوری به توضیح درباره راکتورهای قدرت و چگونگی عملکرد آنها می پردازیم.

۲-۱۶-ساختمان راکتور

انواع مختلف راکتورها، از اجزای یکسانی تشکیل شده‌اند. این اجزا شامل سوخت، پوشش(غلاف) برای سوخت، کند کننده سرعت نوترونهای حاصله از شکافت، خنک کننده‌ای برای حمل انرژی گرمایی حاصله از فرآیند شکافت و ماده کنترل کننده، برای کنترل نمودن میزان شکافت است.

۲-۱۷-سوخت هسته‌ای

سوخت راکتورهای هسته‌ای باید به گونه‌ای باشد تا بتوان به راحتی با نوترون آن را شکافت. ایزوتوپ اتم های مختلفی مانند: ۲۳۳ U، 235U، 238U، 239Pu به عنوان سوخت در راکتورهای هسته ای به کار برده می شود و همانطور که گفته شد راکتورها براساس انواع سوخت دسته بندی می شوند. برخی از این ایزوتوپ ها برای شکافت حاصل از نوترونهای حرارتی و برخی برای شکافت حاصل از نوترونهای سریع هستند. تفاوت بین سوخت یک خاصیت در دسته‌بندی راکتورها است.

در کنار قابلیت شکافت، سوخت بکار رفته در راکتور هسته‌ای باید دارای ویژگی های زیر باشد: این سوخت باید از نظر مکانیکی قوی، از نظر شیمیایی پایدار و در مقابل تخریب تشعشعی مقاوم باشد، تا تحت تاثیر تغییرات فیزیکی و شیمیایی محیط راکتور قرار نگیرد. هدایت حرارتی ماده باید بالا باشد تا بتواند حرارت را خیلی راحت جابجا کند. همچنین امکان بدست آوردن، ساخت راحت، هزینه نسبتاً پایین و خطرناک نبودن از نظر شیمیایی از دیگر فایده‌های سوخت است.

۲-۱۸- غلاف سوخت راکتور

سوختهای هسته‌ای به دلایل محافظت از خوردگی و جلوگیری از گسترش محصولات حاصل از شکافت، مستقیما در داخل راکتور قرار داده نمی‌شوند، بلکه همواره بصورت پوشیده مورد استفاده قرار می‌گیرند. این غلاف می‌تواند پشتیبان ساختاری سوخت بوده و در انتقال حرارت به آن کمک کند. ماده غلاف همانند خود سوخت باید دارای خواص خوب حرارتی و مکانیکی بوده و از نظر شیمیایی نباید با سوخت و مواد محیط اطراف خود برهمکنش داشته باشد. همچنین لازم است غلاف دارای سطح مقطع پایینی نسبت به بر همکنشهای هسته‌ای حاصل از نوترون بوده و در مقابل تشعشع مقاوم باشد.

۲- ۱۹-مواد کندکننده

کندکننده ماده‌ای است که برای کند یا حرارتی کردن نوترونهای سریع بکار می‌رود. هسته‌هایی که دارای جرمی نزدیک به جرم نوترون هستند بهترین کندکننده محسوب می شوند. کندکننده برای آنکه بتواند در راکتور مورد استفاده قرار گیرد بایستی سطح مقطع جذبی پایینی نسبت به نوترون باشد. با توجه به خواص اشاره شده برای کندکننده، چند ماده هستند که می‌توان از آنها به عنوان کندکننده استفاده کرد. هیدروژن، دوتریم، بریلیوم و کربن چند نمونه از کندکننده‌هاست. از آنجا که بریلیوم سمی است، این ماده خیلی کم به عنوان کند کننده در راکتور مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین ایزوتوپهای هیدروژن ، به شکل آب و آب سنگین و کربن، به شکل گرافیت به عنوان مواد کندکننده استفاده می‌شوند.

۲- ۲۰-خنک کننده‌ها

انرژی گرمای حاصل از شکافت در محیط راکتور باید از سوخت زدوده شود و یا در نهایت این گرما به قدری زیاد شود که میله‌های سوخت را ذوب کند. حرارت گرفته شده از سوخت در راکتور های قدرت برای تولید برق بکار رود. از ویژگیهایی که ماده خنک کننده باید داشته باشد، اینست که: هدایت حرارتی آن باید به گونه ای باشد تا بتواند در انتقال حرارت مؤثر باشد. همچنین پایداری شیمیایی در برابر واکنش و برهمکنش با محیط اطراف خود و سطح مقطع جذب پایین‌تر از نوترون دو خاصیت عمده ماده خنک کننده است. نکته دیگری که باید به آن اشاره شود این است که این ماده نباید در اثر واکنشهای گاما دهنده رادیواکتیو شود.از گازهای دی اکسید کربن و هلیوم(هلیوم ایده‌آل است ولی پر هزینه بوده و تهیه مقادیر زیاد آن مشکل است)، مایعاتی مانند آب، آب سنگین و فلزات مایع به عنوان خنک کننده در راکتور های هسته ای استفاده می شود. نکته قابل توجه اینست که: به علت اینکه برای جلوگیری از جوشیدن آب فشار زیادی لازم است، خنک کننده ایده‌آلی محسوب نمی شود.

۲- ۲۱-مواد کنترل کننده شکافت

برای کنترل فرآیند و یا متوقف کردن یک سیستم شکافت پس از شروع، باید از موادی استفاده شود که بتوانند نوترونهای اضافی را جذب کنند. مواد جاذب نوترون برخلاف مواد دیگر مورد استفاده در محیط راکتور باید سطح مقطع جذب بالایی نسبت به نوترون داشته باشند. مواد زیادی وجود دارند که سطح مقطع جذب آنها نسبت به نوترون بالاست، ولی ماده مورد استفاده باید دارای چند خاصیت مکانیکی و شیمیایی باشد که برای این کار مفید واقع شود.

۲-۲۲- راکتور های قدرت با سوخت اورانیوم غنی شده U235 :

راکتورهای هسته ای قدرت، وظیفه تولید انرژی را به عهده دارند. انرژی گرمایی آزادشده از شکافت هسته اورانیوم در راکتور قدرت تحت کنترل درمی آید و از این گرما به منظور گرم کردن آب و بخار شدن استفاده می کنند. بخار حاصله به توربین دمیده می شود و آن را به گردش درمی آورد و در نهایت با چرخش توربین انرژی الکتریکی تولید می شود. استفاده های دیگر راکتور قدرت شامل تولید گرمای مورد نیاز برای فرآیندهای صنعتی، نمک زدایی(شیرین سازی) آب دریا، حرکت کشتی ها و مخصوصاً در زیر دریایی هاست.

۲-۲۳-چگونگی عملکرد راکتورها

در اکثر نیروگاه های هسته ای اورانیوم غنی شده را ابتدا به صورت سکه های که پلیت نامیده می شود درمی آورند بعد پلیت ها را به صورت میله های که باندل نامیده می شوند درون یک محفظه عایق و سنگین تحت فشار قرار می دهند. در مرحله بعد باندل را جهت خنک نگه داشتن درون آب یا فلز مایع و یا گاز دی اکسیدکربن قرار می دهند. سپس باندل ها عایق بندی شده همراه ماده خنک کننده درون قلب راکتور قرار داده می شود.

برای عمل‌کردن راکتور و ایجاد گرما بواسطه‌ی فیزیون (شکافت) هسته ای اورانیوم باید به اندازه‌ی کافی غنی‌شده باشد، تا اجازه بدهد که زنجیره‌ی واکنش‌های پشت سر هم اتفاق بیفتد. تنظیم این فرآیند و اجازه‌ی عمل به دستگاه هسته‌ای، به وسیله‌ی میله‌هایی که در هسته‌ی راکتور وجود دارد کنترل می‌شود. این میله‌ها از ماده‌ای بادوام و مقاوم ساخته می‌شوند، به‌عنوان نمونه، فلز کادیم که نوترون‌ها را در راکتور جذب می‌کند.

تعدادی نوترون واسطه می‌شود تا زنجیره‌ی فعل و انفعالات پیاپی در راکتور هسته‌ای آغاز شود، و شکافت هسته‌ای را به آهستگی پیش برد. برای این کار با شلیک نوترون کند(با انرژی مشخص و سرعت مورد نظر) بر روی باندل $U235$ ، این ایزوتوپ به $U236$ تحریک شده، تبدیل می‌شود. که بسیار ناپایدار بوده و به سرعت می شکند و هسته به دو تکه تقسیم می شود، تکه‌ها در اثر نیروی دافعه الکتریکی خیلی سریع از هم فاصله گرفته و انرژی جنبشی فوق العاده‌ای پیدا می‌کنند. در کنار این تکه‌ها ذراتی مانند باریوم، کریپتون، ۳ تا نوترون تند و اشعه‌های گاما و بتا تولید می‌شود. انرژی جنبشی تکه‌ها و انرژی ذرات و پرتوهای بوجود آمده، در اثر برهمکنش ذرات با مواد اطراف و شکست های متوالی و زنجیره ای در راکتور، انرژی گرمایی تولید می کند. مثلا در واکنش هسته‌ای که طی آن $U235$ به دو تکه تبدیل می‌شود و انرژی کلی معادل با (۱۱۷-۲۰۰)MeV را آزاد می‌کند. این مقدار انرژی می‌تواند حدود ۲۰ میلیارد کیلوگالری گرما را در ازای هر کیلوگرم سوخت تولید کند. این مقدار گرما ۲۸۰۰۰۰۰ بار بزرگتر از حدود ۷۰۰۰ کیلوگالری گرمایی است که از سوختن هر کیلوگرم زغال سنگ حاصل می‌شود.

لازم به ذکر است در راکتورهای هسته‌ای که با نوترون کار می‌کند، طبق واکنشهای به عمل آمده ۲ الی۳ نوترون سریع تولید می‌شود. این نوترونهای سریع، باید توسط مواد کندکننده، کند شوند وگرنه خود راکتور همانند یک بمب عمل کرده و با شکست های زنجیره ای متوالی، و تولید انرژی بسیار زیادی حالت انفجار به خود می گیرد که می تواند فاجعه عظیمی به بار آورد. به عنوان مثال می توان به حادثه چرنوبیل وتری مایل اشاره کرد.

حادثه تری مایل آیلند در سال (۱۹۷۹) تا پیش از وقوع فاجعه چرنوبیل ، مشهورترین حادثه در تاریخ نیروی هسته‌ای به شمار می‌رفت. نیروگاه مورد بحث از نوع رآکتور آب تحت فشار با قدرت ۹۰۰ مگاواتی بود.

در سال ۱۹۸۶، متصدیان قسمت چهار راکتور RBMK در نیروگاه هسته‌ای چرنوبیل شوروی سابق، در جریان یک آزمایش سیستم ایمنی، کندکننده‌های نوترون را از آن خارج کردند که نتیجه آن راکتوری بدون کندکننده مناسب و از کنترل خارج شدن آن بود. بدون توانایی در کنترل رآکتور، دمای آن به حدی رسید که بیشتر از حرارت خروجی طرح ریزی شده بود و کنترل راکتور از دسترس خارج شد و انفجار عظیمی را در ساختمان راکتور ایجاد کرد. قسمتی از ساختمان تخریب شد و مقدار زیادی پرتو در آن ناحیه آزاد شد راکتورهای RBMK در آن زمان، به سیستم نگهدارنده مجهز نبودند. این سیستم در واقع یک گنبد ساخته شده از سیمان و فولاد است که علاوه بر سقف راکتور روی آن قرار می‌گیرد و باعث می‌شود تا در صورت بروز چنین حادثه‌ای پرتوها داخل راکتور بمانند و در فضای خارج پخش نشوند. با گذشت زمان، عناصر رادیواکتیوی مثل پلوتونیوم، ید، استرانتیوم و سزیوم در کل منطقه پخش شد. علاوه بر این بلوک‌های گرانیتی که به‌عنوان متعادل نگهدارنده در RBML نگهداری می‌شوند با ورود هوا به راکتور و گرمای ناشی از انفجار آتش گرفتند که این موضوع موجب تابش پرتوهای موجود در مرکز راکتور به بیرون شد. انفجار اولیه منجر به مرگ دو نفر از کارگران منجر شد اما ۲۸ آتش‌نشان و کارگرانی که راکتور را تمیز کردند تنها در فاصله سه ماه بعد از انفجار به دلیل بیماری‌های ناشی از پرتوهای رادیواکتیو و ایست قلبی جان سپردند. البته تعداد زیادی از کارکنان تأسیسات در عرض چند ساعت نشانه‌های دریافت تشعشع رادیو اکتیو را نشان دادند.

بعد از حادثه، حداقل ۱۸۰۰ مورد سرطان تیروئید کودکان در بین جوانان ۱۴-۰ ساله گزارش شد. این میزان سرطان تیروئید خیلی بیشتر از میزان طبیعی آن است.

گرمای حاصل از واکنش هسته‌ای در محیط راکتور مهار شده و پس از خنک سازی کافی با روش مناسبی به خارج از محیط راکتور منتقل می‌شود. گرمای حاصله آبی را که در مرحله خنک سازی به عنوان خنک کننده بکار می‌رود به بخار تبدیل می‌کند. بخار آب تولید شده، همانند آنچه در تولید برق از زغال سنگ، نفت یا گاز متداول است، به سوی توربین فرستاده می‌شود تا با راه اندازی مولد، توان الکتریکی مورد نیاز را تولید کند. در واقع راکتور همراه با مولد بخار، جانشین دیگ بخار در نیروگاه‌های معمولی شده است.

۲-۲۴- بازفرآوری Reprocessing

یکی از معایب عمده انرژی هسته ای، زباله ها و پس ماندهای حاصل از تولید آن است که هزاران سال در محیط زیست باقی مانده و برای سلامت موجودات زنده بسیار خطرناک است. برای مثال یک راکتور معمولی در سال حدود ۶۰ تن زباله اتمی تولید می کند که یک تن آن به شدت پرتوزا است. با وجود این پس از مقایسه آماری بین خطرات همه انواع انرژی، انرژی هسته‌ای جزو بهترین گزینه های موجود به شمار می رود.

باز فرآوری عملیاتی است شیمیایی، برای جدا سازی سوخت کارکردی از زباله های اتمی. بعد از استفاده از اورانیوم برای تولید انرژی در راکتور هسته ای این سوخت دیگر قابل استفاده نیست و باید با روش های خاصی بازیافت و مواد زائد آن دفن شود، اما این کار به دلیل تشعشع زیاد میله های سوختی به راحتی صورت نمی گیرد.

میله سوختی را معمولاً برای سرد شدن اولیه در حوضچه های قرار می دهند که علاوه بر سرد شدن این میله ها از میزان تشعشع آن ها نیز کاسته می شود.

در مرحله بعد میله ها را خرد کرده و درون ظرفی حاوی اسید نیتریک قرار می دهند غلاف بیرونی فلزی این میله ها در اسید حل شده و از بین می رود و محصولات بدست آمده از این روش ۹۶ درصد اورانیوم، ۳ درصد زباله های اتمی که به شدت رادیواکتیو بوده و درنهایت ۱ درصد پلوتونیوم است. اورانیوم و پلوتونیوم بازیافت شده به ابتدای چرخه سوخت باز می گردند تا از آنها استفاده شود و مازاد مواد دفن می گردند .

۲- ۲۵-دفن مواد زائد اتمی (زباله های اتمی):

مواد زائد اتمی به دلیل تشعشاتی که دارند باید به طور خاصی تحت نظر باشند و طی مراحل پیچیده از محیط دور شده و دفن شوند. امروزه تلاش بر این است که این زباله ها با کمترین آسیب به طبیعت نابود شوند.

این مواد اغلب پس از استفاده از مواد رادیواکتیو در نیروگاه ها، مصارف پزشکی و صنعتی و ... تولید می شوند که معمولاً آنها را با توجه به میزان تشعشع به سه دسته تقسیم می کنند. این تقسیم بندی بر اساس قوانین بین المللی صورت گرفته و برای هر کدام از آنها شرایط ویژه جمع آوری و دفن در نظرگرفته شده است.

۱. سطح پایین(Low-Leve): این مواد کم خطرترین مواد رادیواکتیو هستند که مدت زمان بسیار کوتاهی توانایی تشعشع دارند. این نوع از زباله ها نیازی به محافظت های مخصوص Shield) کردن) ندارند، اما آنگونه هم نیستند که مانند زباله های عادی با آنها برخورد شود. آنها معمولاً سوزانده و در عمق کم دریا یا خشکی دفن می شوند.

۲. سطح متوسط :(Intermediate-Leve) این دسته از زباله ها شامل موادی مانند پسابهای شیمیایی، روکش فلزی سوختها و بسیاری از مواد زائد نیروگاههای اتمی هستند. این نوع مواد دارای عمر کوتاه تشعشع هستند اما لازم است که با پوشش های مخصوص محافظت یا Shield شوند، چرا که در عمر محدود خود، تشعشع قابل توجهی دارند، لذا این مواد را معمولاً در میان بلوک های بتون قرار می دهند و در مکانهای مخصوص انبار می کنند.

۳. سطح بالا(High-Leve): این زباله ها دقیقاً تفاله های سوخت هسته ای در راکتورها هستند، که شرایط نگهداری بسیار سخت تر و پرهزینه تری دارند. آنها باید با پوشش های مخصوص، محافظت یا Shield شوند و سپس در دماهای زیر صفر در انبارهایی در عمق حد اقل ۱.۵ کیلومتری زمین نگهداری شوند.

- از طریق، پیل برق هسته ای :

پیل هسته ای یا اتمی دستگاه تبدیل کننده انرژی اتمی به جریان برق مستقیم(DC) است. ساده ترین پیل ها شامل دو صفحه است. یک پخش کننده بتای خالص مثل استرنیوم ۹۰ و یک هادی مثل سیلسیوم.

جریان الکترون های سریعی که با استرنیوم منتشر می شود از میان نیمه هادی عبور کرده و در حین عبور تعداد زیادی الکترون اضافی را از نیمه هادی جدا می‌کند که صدها هزار مرتبه زیادتر از جریان الکتریکی حاصل از ایزوتوپ رادیواکتیو استرنیوم ۹۰ است.

۲-۲۶- تعداد نیرو گاه های هسته ای جهان

به گزارش ایرنا به نقل از ان.اچ.کی، بنابر اعلام سازمان همکاری اقتصادی و توسعه، هم اکنون نیروگاه ۴۳۹ میلادی تا سطح یک ۲۰۵۰هسته ای در جهان وجود دارد، اما پیش بینی می شود که این میزان تا سال .هزار و ۴۰۰ مرکز افزایش یابد

۲-۲۷- سهم برق هسته‌ای در تولید برق کشورها

کشور انگلیس تا سال ۱۹۶۵ پیشرو در ساخت نیروگاه اتمی بود پس از آن تاریخ ساخت نیروگاه اتمی در این کشور کاهش یافت اما برعکس آمریکا روز به روز بر پیشرفت خود در این زمینه می افزود به طوری که تا اواخر دهه ۱۹۶۰ تنها ۱۷ نیروگاه اتمی داشت، در طی سال های ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۰ بیش از ۹۰ نیروگاه اتمی دیگر ساخت. این بدان علت بود که هزینه تولید برق هسته‌ای در مقایسه با تولید برق از منابع دیگر انرژی در آمریکا خیلی ارزانتر بود.

در حال حاضر کشور فرانسه با داشتن سهم ۷۵ درصدی برق هسته‌ای از کل تولید برق خود در صدر کشورهای جهان قرار دارد. پس از آن به ترتیب لیتوانی (۷۳ درصد (، بلژیک (۵۷ درصد) ، بلغارستان و اسلواکی (۴۷ درصد) ،سوئد (۴۸.۶ درصد) و بریتانیا (۲۲ درصد) در مقام های بعدی قرار دارند.ایالات متحده آمریکا نیز حدود ۱۶ درصد از تولید برق خود را به برق هسته‌ای اختصاص داده است. گرچه ساخت نیروگاههای هسته‌ای و تولید برق هسته‌ای در جهان از رشد انفجاری اواخر دهه ۱۹۶۰ تا اواسط ۱۹۸۰ فاصله گرفته است اما کشورهای مختلف همچنان درصدد تأمین انرژی مورد نیاز خود از طریق انرژی هسته‌ای هستند.

همانطور که قبلا ذکر شد در صورت راه اندازی نیروگاه بوشهر سهم برق اتمی تولیدی ایران به ۱۰۰۰ مگاوات در سال خواهد رسید.

۲-۲۸-استفاده غیر منطقی از انرژی هسته ای

۲-۲۸-۱- بمب های هسته ای

این نوع بمبها تاکنون قویترین و مخربترین بمبهای جهان محسوب می‌شوند. دارندگان این نوع بمبها در شمار قدرتهای هسته‌ای جهان محسوب می‌شود. بمب اتمی در اصل یک راکتور هسته‌ای کنترل نشده است که در آن یک واکنش هسته‌ای بسیار وسیع در مدت یک میلیونیم ثانیه در سراسر ماده صورت می‌گیرد. بنابراین، این واکنش با راکتور هسته‌ای کنترل شده تفاوت دارد. در راکتور هسته‌ای کنترل شده، شرایط به گونه‌ای سامان یافته است که انرژی حاصل از شکافت بسیار کندتر و با سرعت ثابت رها می‌شود. در این راکتور ، ماده شکافت پذیر به گونه‌ای با مواد دیگر آمیخته می‌شود که به طور متوسط، فقط یک نوترون گسیل یافته از عمل شکافت موجب شکافت هسته دیگر می‌شود، و واکنش زنجیری به این طریق تداوم خود را حفظ می‌کند. اما در یک بمب اتمی، ماده شکافت پذیر خالص است، یعنی یک متعادل کننده آمیخته نیست و طراحی آن به گونه‌ای است که تقریبا تمام نوترونهای گسیل یافته از هر شکافت می‌تواند در هسته‌های دیگر شکافت ایجاد کند.

۲- ۲۸-۲-تاریخچه

پس از کشف نیروی هسته ای، بعضی از قدرتمندان جهان از آن استفاده های نامناسبی کردند. نخستین بمب اتمی در سال ۱۸۵۵. م. در نیومکزیکو آزمایش شد، اکنون بیش از ۲۷ هزار بمب اتمی در جهان وجود دارد که بیشتر آن در اختیار آمریکا، روسیه و اسرائیل است. ایالات متحده آمریکا در دهه ۱۹۴۰ به ساخت سلاح های اتمی پرداخت و در جنگ جهانی دوم، بدون هشدار قبلی شهرهای هیروشیما وناکازاکی ژاپن را بمباران اتمی کرد و در کمتر از یک دقیقه بیش از ۱۰۰ هزار نفر را قتل عام کرد.آثار این فاجعه تا ده ها سال در منطقه روی نسل ها، باقی مانده است.

بمبهای هسته‌ای به دو شکل ساخته می‌شوند. بمبهای شکافتی (اتمی) و بمبهای همجوشی (هیدروژنی). سوخت در یک بمب شکافتی شامل U235 و <!--[endif]--> PU239]--> تقریبا if !vml]--><!--[خالص است که هر دو هسته‌های شکافت پذیری دارند. یک تکه کوچک از چنین ماده‌ای نمی‌تواند منفجر شود، زیرا تعداد بسیار زیادی از نوترونها فرار می‌کنند. ولی در یک جرم به قدر کافی بزرگ (بحرانی) واکنش زنجیره‌ای صورت می‌گیرد. یک نوترون اولیه اتفاقی باعث شروع شکافت خواهد شد.

همجوشی وقتی رخ می‌دهد که دو هسته سبک را آنقدر به هم نزدیک کنیم که در حوزه عمل جاذبه متقابل نیروی هسته‌ای قوی قرار گیرند. از آن به بعد به شدت همدیگر را جذب می‌کنند و اتمی سنگینتر تولید می‌کنند و مقداری انرژی آزاد می‌کنند.

همجوشی را می‌توان در محیط پلاسمایی بوجود آورد و این کار اخیراً با لیزر هم انجام می شود. در این همجوشی قرصهای کوچکی از دوتریم و تریتیم) ایزوتوپ های هیدروژن (را با فوجهای لیزری پر قدرت گرم می‌کنند. اگر توان لیزرها کم باشد انفجارهای ضعیفی در این قرصهای کوچک رخ می‌دهد. اما اگر قدرت بالا باشد و در زمان کوتاه اثر کند همجوشی رخ می‌دهد. توان این نوع لیزرها بیش از توان نیروی برق آمریکاست، پس تهیه‌اش بسیار سخت است.

۲- ۲۸-۳-بمب اورانیومی

هدف از طراحی بمبهای هسته‌ای رسیدن به یک جرم فوق بحرانی(از اورانیوم و پلوتونیوم) است تا بتواند طی یک سری واکنشهای زنجیره‌ای کنترل شده منجر به تولید حجم بالایی از حرارت شود. در ساده‌ترین نوع طراحی(تفنگی) این بمبها، یک جرم زیر بحرانی کوچکتر به جرم بزرگتری شلیک می‌شود و در اثر برخورد این دو قطعه، جرم ایجاد شده باعث ایجاد یک جرم فوق بحرانی و به تبع آن یک سری واکنشهای زنجیره‌ای و یک انفجار هسته‌ای می‌شود. کل این فرآیند در کمتر از یک دقیقه رخ می‌دهد. برای ساخت سوخت یک بمب اورانیومی هگزافلوئورید، اورانیوم فوق غنی شده در ابتدا به اکسید اورانیوم و سپس به شمش فلزی اورانیوم تبدیل می‌شود. در حال حاضر بمب های اورانیومی کاربرد چندانی در مصارف نظامی ندارد و بیشتر از بمب های پلوتونیومی و هیدروژنی استفاده می کنند.

۲-۲۸-۴- بمب پلوتونیومی

پلوتونیوم برای استفاده در ساخت تسلیحات هسته‌ای، به چند دلیل نسبت به اورانیوم برتری دارد:

تنها حدود ۴ کیلوگرم پلوتونیوم برای ساخت یک بمب اتمی نیاز است. نیروی چنین بمبی در حدود ۲۰ هزار تن ماده‌ی انفجاری است. برای تولید ۱۲ کیلوگرم پلوتونیوم در هر سال، تنها یک تأسیسات کوچک بازفرآوری نیاز است.

PU239 را در نیروگاههای بسیار قوی می‌سازند که تعداد نوترونهای موجود در آنها از صدها هزار میلیارد نوترون در ثانیه در سانتیمتر مربع تجاوز می‌کند. عملاً کلیه بمبهای اتمی موجود در زراد خانه‌های جهان از این عنصر درست می‌شود. روش ساخت این عنصر در داخل نیروگاههای هسته‌ای به این صورت که ایزوتوپهای U۲۳۸ شکست پذیر نیستند، ولی جاذب نوترون کم انرژی هستند.

تعدادی از نوترونهای حاصل از شکستU۲۳۵ را با کند کننده هایی از جمله گرافیت ، آب معمولی یا آب سنگین یا مواد دیگر به میزان (۱ تا ۱۰) الکترون ولت کند می کنند، هسته اورانیوم ۲۳۸ چنین نوترون های آهسته ای را جذب می کند و تبدیل به U239 می‌شوند. این ایزوتوپ از اورانیوم بسیار ناپایدار است و در کمتر از ده ساعت تمام اتمهای بوجود آمده تخریب می‌شوند. در درون هسته پایدار U239 یکی از نوترونها خود به خود به پروتون و یک الکترون تبدیل می‌شود. بنابراین تعداد پروتونها یکی اضافه شده و عنصر جدید را که ۹۳ پروتون دارد نپتونیوم می‌نامند که این عنصر نیز ناپایدار است و یکی از نوترونهای آن خود به خود به پروتون تبدیل شده و در نتیجه به تعداد پروتونها یکی اضافه شده و عنصر جدید پلوتونیوم را که ۹۴ پروتون دارد و دارای نیمه عمر ۲۴/۴ سال است ایجاد می‌کنند. این یک واکنش هسته ای بسیار سریع است که به شکل زنجیره ای صورت می گیرد و انرژی حاصل از آن به صورت کنترل نشده و انفجاری عمل می کند.

کلاهک هسته ای شامل گوی پلوتونیومی است که اطراف آنرا پوسته ای موسوم به منعکس کننده نوترونی فرا گرفته است. این پوسته که معمولا از ترکیب بریلیوم و پلونیوم ساخته میشود، نوترونهای آزادی را که از فرایند شکافت هسته ای به بیرون میگریزند، به داخل این فرایند بازمی تاباند.

استفاده از منعکس کننده نوترونی عملا جرم بحرانی را کاهش می دهد و باعث می شود برای ایجاد واکنش زنجیره ای مداوم به پلوتونیوم کمتری نیاز باشد.

چنین بمب پلوتونیومی می تواند با قدرتی معادل ۱۰۰ تن تی ان تی منفجر شود، یعنی ۲۰ مرتبه قویتر از قدرتمندترین بمب گزاری تروریستی که تاکنون در جهان رخ داده است.

۲- ۲۸-۵-بمب هیدروژنی

گداخت هسته ای، بنیاد اصلی بمب هیدروژنی را تشکیل می دهد. همان طور که از شکافته شدن هسته های سنگین مقدار عظیمی انرژی حاصل می شود، از پیوند هسته های سبک نیز انرژی بیشتری به دست می آید. در هر یک از دو حالت هسته هایی با جرم متوسط تشکیل می گردد که جرم آنها کمتر از جرم اولیه ای است که برای تشکیل آنها به کار رفته است. در روش شکافتن ، ماده اولیه منحصر به اورانیوم و توریم است در حالی که در روش پیوند هسته ای از هر اتم سبکی مثل اتم هیدروژن می توان استفاده نمود.

هیدروژن موجود در تمامی آبهای اقیانوس ها یکی از مواد اولیه روش پیوند هسته ها را تشکیل می دهد. هیدروژن سنگین که نسبت به هیدروژن معمولی فوق العاده نایاب است (یعنی در هر ۶۴۰۰ اتم هیدروژن، فقط یک اتم آن هیدروژن سنگین می باشد) بنابرین مقدار هیدروژن موجود در اقیانوس ها بسیار کافی است. برای وقوع گداخت هسته ای دو اتم دوتریم و ترتیتم را به شدت به هم شلیک می کنند، تا به هم برخورد کنند و به یکدیگر بپیوندند و اتم هلیوم را تشکیل دهند. این پیوند با آزاد سازی انرژی زیادی همراه است. نکته قابل توجه اینست که دافعه الکترواستاتیکی هسته، مانع بزرگی در پیوند هسته دو اتم است. در فواصل بی نهایت نزدیک این دافعه فوق العاده زیاد است. البته راه حل ساده این است که به هسته ها آنقدر سرعت دهیم که از این مانع رد شوند. می دانیم که سرعت ذرات در هر گازی بستگی به درجه حرارت آن گاز دارد. پس کافی است درجه حرارت را آنقدر بالا ببریم تا سرعت لازم برای عبور از این مانع به دست آید .

درجه حرارت لازم برای این کار چندین میلیون درجه سانتی گراد است و چنین حرارتی در کره زمین وجود ندارد. اما اگر یک بمب اتمی حاصل از عمل فیزیون (شکافت هسته ای) در وسط توده ای از هسته های سبک منفجر شود، انرژی گرمایی فوق العاده ای که از انفجار(فیزیون هسته ای) بمب حاصل می شود، حرارت هسته های سبک را به قدری بالا می برد که پیوند آنها را امکان پذیر سازد. این موضوع اساس ساختمان بمب حرارتی است.

بعد از انفجار یک بمب اتمی معمولی ، عمل سرد شدن به سرعت انجام می گیرد. بنابرین ، باید فعل و انفعالاتی را در نظر گرفت که در آنها عمل پیوند به سرعت انجام گیرد. اگر یک بمب اتمی را در مخلوطی از دوتریوم و تریتیم محصور کرده و مجموعه را در یک محفظه با مقاومت مکانیکی بالا قرار دهیم، پس ازانفجار بمب اتمی محیط مساعدی برای یک فعل و انفعال هسته ای گرمازا به وجود می آید و در اثر آن عمل پیوند هسته ها انجام شده و هلیوم به تولید می شود.

در نتیجه واکنش ، حدود هفده میلیون الکترون ولت ، انرژی آزاد می شود. این میزان انرژِی نسبت به واحد وزن ماده قابل انفجار، در حدود چهار برابر انرژی است که از شکسته شدن اورانیوم حاصل می شود.

۲-۲۸-۶- عواقب ناشی از بمب اتمی

مسئله مهم در رابطه با این بمب ها ریزش مواد رادیواکتیو حاصل از انفجار آنها و پراکنده شدن این مواد در جو است.این مواد به کمک باد از یک نقطه به نقاط دیگر آن منتقل می‌شود و با باران و برف از جو زمین فرو می‌ریزد. بعضی از این مواد رادیواکتیو طول عمر زیادی دارند و از طریق مواد غذایی گیاهی جذب شده و به وسیله مردم و حیوانات خورده می‌شود. معلوم شده است که اینگونه مواد رادیواکتیو آثار ژنتیکی و همچنین آثار جسمانی زیان آوری دارند. یکی از فراوانترین محصولات حاصل از شکافت U235 یا PU239 ، که از لحاظ شیمیایی شبیه Ga۴۰۲۰ است. بنابراین وقتی که Sr۹۰ حاصل از ریزشهای رادیواکتیو وارد بدن می‌شود، به ماده استخوانی بدن راه می‌یابد. این عنصر می‌تواند با گسیل ذرات بتا با انرژی ۰.۵۴ میلیون الکترون ولت (با نیم عمر ۲۸ سال) به سلولها آسیب رسانده و موجب بروز انواع بیماریها از قبیل تومور استخوان ، لوکمیا و ... ، بخصوص در کودکان در حال رشد، شود.

۲-۲۹- سایر کاربرد های انرژی هسته ای

۲-۲۹-۱- کاربردهای پزشکی:

رادیو گرافی

گاما اسکن

استرلیزه کردن هسته ای و میکروب زدایی وسایل پزشکی با پرتوهای هسته ای

رادیو بیولوژی

تهیه و تولید کیتهای رادیو دارویی جهت مراکز پزشکی هسته ای

تهیه و تولید رادیو دارویی جهت تشخیص بیماری تیرویید و درمان آنها

تهیه و تولید کیتهای هورمونی

تشخیص و درمان سرطان پروستات

تشخیص سرطان کولون، روده کوچک و برخی سرطانهای سینه

تشخیص تومورهای سرطانی و بررسی تومورهای مغزی، سینه و ناراحتی وریدی

تصویر برداری بیماریهای قلبی، تشخیص عفونتها و التهاب مفصلی، آمبولی و لخته های وریدی

موارد دیگری چون تشخیص کم خونی، کنترل رادیو داروهای خوراکی و تزریقی و ...

کاربرد در دامپزشکی و دامپروری:

تشخیص و درمان بیماریهای دامی.

تولید مثل و اصلاح نژاد دام.

بهداشت و ایمن سازی محصولات دامی و خوراک دام.

کاربرد در دسترسی به منابع آب:

شناسایی حوزه های آبخیز و دارای منابع آب زیرزمینی

هدایت آب های سطحی و زیرزمینی

کشف و کنترل نشت و ایمنی سدها

شیرین کردن آبهای شور

کاربرد در کشاورزی:

موتاسیون هسته ای ژن ها در کشاورزی.

کنترل حشرات با تشعشعات هسته ای.

جلوگیری از جوانه زدن سیب زمینی با اشعه گاما.

انبار کردن میوه ها.

۲-۲۹-۲- کاربرد، در صنعت:

نشت یابی با اشعه.

دبی سنجی پرتویی(سنجش شدت تشعشعات، نور و فیزیک امواج).

سنجش پرتویی میزان سائیدگی قطعات در حین کار.

سنجش پرتویی میزان خوردگی قطعات.

چگالی سنج مواد معدنی با اشعه.

کشف عناصر نایاب در معادن.

۲-۳۰-دیدگاه های مختلف راجع به انرژی هسته ای

۲-۳۰-۱-دیدگاه اقتصادی و اجتماعی

اهمیت تولید برق در جهان و هزینه های بالای تولید آن در سیستمهای مختلف بیانگر اهمیت استفاده از انرژی هسته ای است. از اینرو در اغلب کشورها، نیروگاههای هسته‌ای با عملکرد مناسب اقتصادی خود از هر لحاظ با نیروگاههای سوخت فسیلی قابل رقابت هستند. طی چند دهه گذشته کاهش قیمت سوختهای فسیلی در بازارهای جهانی، افزایش هزینه‌های ساخت نیروگاههای هسته‌ای، تشدید مقررات و ضوابط ایمنی نیروگاه ها، طولانی تر شدن مدت ساخت و بالاخره مشکلات تأمین مالی طرح های نیروگاهی، موجب بالا رفتن قیمت تمام شده هر واحد الکتریسیته در این نیروگاهها شده است.

از طرف دیگر با توجه به کاهش ۴۰ درصدی هزینه‌های چرخه سوخت هسته‌ای ، پیشرفتهای فنی و تکنولوژی حاصل از طرحهای استاندارد، برنامه ریزیهای دقیق به منظور تأمین سرمایه اولیه مورد نیاز و مطمئن و احداث چند واحد در یک سایت برای صرفه جوییهای مربوط به تأسیسات و تسهیلات مشترک مورد نیاز در هر نیروگاه، نیروگاههای اتمی از دیدگاه اقتصادی نسبت به نیروگاههای با سوخت فسیلی، دارای مزیتهای فراوانی هستند.

۲- ۳۰-۲-دیدگاه زیست محیطی

روند روزافزون مصرف سوختهای فسیلی طی دو دهه اخیر و ایجاد انواع آلاینده‌های 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 با افزایش خطرات و نگرانیها، در مورد اثرات مخرب انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از کاربرد فزاینده انرژیهای فسیلی، واضح است که از کاربرد انرژی هسته‌ای به عنوان یکی از رهیافتهای زیست محیطی برای مقابله با افزایش دمای کره زمین و کاهش آلودگی محیط زیست یاد شود. همچنانکه آمار نشان می‌دهد، در حال حاضر نیروگاههای هسته‌ای جهان با ظرفیت نصب شده فعلی توانسته‌اند سالانه از انتشار ۸ درصد از گازهای

دی اکسید کربن در فضا جلوگیری کنند که در این راستا تقریباً مشابه نقش نیروگاههای آبی عمل کرده‌اند. چنانچه ظرفیتهای در دست بهره برداری فعلی تولید برق نیروگاههای هسته‌ای، از طریق نیروگاههای با خوراک زغال سنگ تأمین می‌شد، سالانه بالغ بر ۱۸۰۰ میلیون تن دی اکسیدکربن، 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 می‌شد که مضرات آن غیرقابل انکار است. لذا در صورت رفع موانع و مسایل سیاسی مربوط به گسترش انرژی هسته‌ای در جهان بویژه در کشورهای در حال توسعه و جهان سوم، این انرژی در دهه‌های آینده نقش مهمی در کاهش آلودگی و انتشار گازهای گلخانه‌ای ایفا خواهد نمود.

در حالیکه آلودگیهای ناشی از نیروگاههای فسیلی سبب وقوع حوادث و مشکلات بسیار زیاد بر محیط زیست و انسانها می‌شود، سوخت هسته‌ای گازهای سمی و مضر تولید نمی‌کند و مشکل زباله‌های اتمی نیز تا حد قابل قبولی رفع شده است، چرا که در مورد مسایل پسمانداری با توجه به کم بودن حجم زباله‌های هسته‌ای و پیشرفتهای علوم هسته ای و دفن نهایی این زباله‌ها در صخره‌های عمیق زیرزمینی با استتار و ایمنی کامل، مشکلات موجود تا حدود زیادی از نظر فنی حل شده است. در مورد کشور ما نیز تا زمان لازم برای دفع نهایی پسماندهای هسته‌ای ، مسائل اجتماعی باقیمانده از نظر تکنولوژیکی کاملاً مرتفع خواهد شد. از سوی دیگر به نظر می‌رسد که بیشترین اعتراضات و مخالفتها در زمینه استفاده از انرژی اتمی به خاطر وقوع حادثه و انفجار در برخی از نیروگاههای هسته‌ای نظیر حادثه اخیر در نیروگاه چرنوبیل است، این در حالی است که براساس مطالعات احتمال وقوع حوادثی که منجر به مرگ عده‌ای زیاد شود نظیر تصادف هوایی، شکسته شدن سدها، زلزله، طوفان، سقوط سنگهای آسمانی و غیره، بسیار بیشتر از وقایعی است که نیروگاههای اتمی می‌توانند ایجادکنند. به هر حال در مورد مزایای نیروگاههای هسته‌ای در مقایسه با نیروگاههای فسیلی صرفنظر از مسایل اقتصادی و اندک بودن زباله‌های آن می‌توان به تمیزتر بودن نیروگاههای هسته‌ای و عدم آلایندگی محیط زیست با آلاینده‌های خطرناکی نظیر SO_2، NO_2، CO، CO_2 پیشرفت تکنولوژی، استفاده هرچه بیشتر از این علوم جدید و افزایش کارایی و کاربرد تکنولوژی

هسته‌ای در سایر زمینه‌های صلح آمیز در کنار نیروگاههای هسته‌ای اشاره نمود.

به هر حال نیروگاههای فسیلی و هسته‌ای هر کدام دارای مزایا و معایب خاص خود هستند و ایجاد هر یک متناسب با مقتضیات زمانی و مکانی هر کشور خواهد بود و انتخاب نهایی و تصمیم گیری در این زمینه می‌بایست با توجه به فاکتورهایی از قبیل عوامل تکنولوژیکی، ارزشی، سیاسی، اقتصادی و زیست محیطی 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 بررسیهای 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 است.

۲-۳۲-چالش ها و مزیت های انرژی هسته ای

انرژی هسته ای : چالش ها و مزیت ها...امروزه تصور غالب بر جامعه این است که انرژی هسته ای به نوعی نجات دهنده محیط زیست است. در حقیقت انرژی هسته ای نمی‌تواند هیچ کمکی به جلوگیری از روند گرم شدن جهانی زمین بکند. علاوه بر این، انرژی هسته ای قادر به تولید میزان قابل توجهی اکسید سولفور، اکسید نیتروژن یا اکسیدهای سودمند دیگر نیست

امروزه تصور غالب بر جامعه این است که انرژی هسته ای به نوعی نجات دهنده محیط زیست است. در حقیقت انرژی هسته ای نمی‌تواند هیچ کمکی به جلوگیری از روند گرم شدن جهانی زمین بکند. علاوه بر این، انرژی هسته ای قادر به تولید میزان قابل توجهی اکسید سولفور، اکسید نیتروژن یا اکسیدهای سودمند دیگر نیست. با تولید انرژی هسته ای هیچ ماده دیگری به معنای واقعی سوخته نمی شود. گرما از طریق شکاف های هسته ای ایجاد می شود و نه فرآیند اکسیداسیون. راکتورهای هسته ای نیز به میزان سوخت داده شده، زباله های هسته ای تولید می کنند. این سوخت های استفاده شده در مخزن سوخت راکتور حفظ می شوند اما برخلاف سوخت های فسیلی که گازهای تولید شده را به داخل فضا می فرستند زباله های جامدی که از طریق سوخت هسته ای تولید می شوند در طول جریان تولید سوخت در راکتور حفظ و نگهداری می شوند و در نهایت هیچ دود یا زباله ای وارد فضا نمی شود.

زباله های ناشی از فعالیت نیروگاه های هسته ای در نهایت شامل زباله های جامد، سوخت استفاده شده، برخی مواد شیمیایی، بخار و آ ب گرمی که جهت سرد کردن راکتورها به کار می رود، است. چنین زباله هایی با زباله های نیروگاه های فسیلی در میزان حجم متفاوت هستند.

در حال حاضر اپراتورهای نیروگاه ها کنترل کامل زباله های هسته ای را در اختیار دارند. به عنوان مثال وزارت انرژی تا قبل از انحلال آن مسئولیت کنترل این زباله ها را برعهده داشت. از سوی دیگر، سوخت های هسته ای استفاده شده در راکتورهای هسته ای دارای مقادیر زیادی رادیواکتیو هستند و این درحالی است که تنها قسمت ناچیزی از سوخت های فسیلی دارای رادیواکتیو هستند. سوخت های جامد ناشی از راکتورهای هسته ای یا نیروگاه های سوخت فسیلی می توانند برای محیط زیست بسیار مضر باشند البته میزان این خسارت با توجه به نوع سوخت یا نیروگاه متفاوت است.

البته درخصوص زباله های هسته ای همواره از ابتدا تصمیمی درخصوص چگونگی دفع آن گرفته می شود، درحالی که زباله های ناشی از سوخت های فسیلی هیچ گاه مقصد خاصی از همان ابتدا ندارند. برخی ضایعات سوخت های فسیلی می توانند با کمک تجهیزات کنترل آلودگی محیط زیست محدودتر و یا از طریق شیوه هایی که تا حدی هزینه ساخت نیروگاه را افزایش می دهد مهار شوند. علاوه بر این، اپراتورهای هسته ای باید تا زمان یافتن راهکاری اساسی جهت مهار این زباله ها، مبالغ هنگفتی را خرج کنترل رادیواکتیو متصاعد شده کنند. حفظ محیط زیست در هر تصمیمی که جهت این قبیل کنترل ها گرفته می شود از ساخت نیروگاه های سوخت هسته ای یا فسیلی در حقیقت بهای این کنترل ها محسوب می شود. در این راستا ممکن است تصمیم گیری های متفاوتی انجام گیرد که درواقع جهت کشف بهترین راه حل است.

پاسخ این سوال که کدام یک از سوخت های هسته ای یا فسیلی فواید بیشتری برای محیط زیست دارند در توجه به ارزش زباله های تولیدی هر کدام از این سوخت ها نهفته است. انرژی هسته ای با از بین بردن ضایعات هسته ای که معمولاً در هوا معلق می شوند در حقیقت کمک شایانی به حفظ محیط زیست می کند.

انرژی هسته ای با تولید میزان اندک زباله های رادیواکتیوی در حقیقت خرج تراشی برای اپراتورهای راکتورهای هسته ای می کند چرا که باید پیش از یافتن راهی برای از بین بردن نهایی زباله ها راهی برای نابود کردن این تشعشعات رادیواکتیوی پیدا کنند. سوخت های فسیلی مقداری زباله های جامد نیز تولید می کنند البته مشکل از بین بردن این زباله ها با مشکلات مربوط به دفع سایر زباله های هسته ای فرق دارد.

حجم زباله های ناشی از نیروگاه های هسته ای بهتر و قابل کنترل تر از زباله های فسیلی است. البته به طور کلی نیروی برقی که از این طریق تولید خواهد شد بسیار با ارزش تر از زباله های هسته ای است. زباله های نیروگاه های هسته ای همواره محدودیت هایی بر سر راه از بین بردن ضایعات هسته ای وجود دارد. این محدودیت ها از طرق قانون های متفاوت یا اپراتورهای نیروگاه های هسته ای یا صاحبان این نیروگاه ها اعمال می شود. از منظر افکار عمومی، چنین محدودیت هایی در حقیقت بیانگر یک ارزیابی کلی از برآورد هزینه ها در جریان بیرون فرست زباله ها است. البته نظرات متفاوتی درخصوص سیاست های متنوع برون فرست زباله ها وجود دارد.

محدودیت ها با توجه به نوع زباله ها متفاوت است. از آنجا که زباله های تولید شده از نیروگاه های هسته ای با توجه به نوع سوخت متفاوت است بالطبع نحوه حفاظت از محیط زیست نیز با توجه به نوع نیروگاه هسته ای متفاوت است. علاوه بر این در سطح کنترل چنین برون فرست هایی از نیروگاه‌های هسته ای نیز تفاوت هایی وجود دارد. به طور کلی، در حال حاضر دغدغه اصلی جهت حفاظت از محیط زیست، نحوه از بین بردن سوخت های استفاده شده است.

از آنجا که در جریان شکافت های هسته ای هیچ ماده‌ای نمی سوزد، حجم بسیار ناچیزی در جریان تولید نیروی هسته ای تغییر می کند. سوخت وارد شده به راکتور از اولین لحظه ورود تا لحظه خروج سوخت استفاده شده در کنترل است. در جریان تولید نیروی هسته ای، طبیعت سوخت هسته ای تغییر می یابد. در نتیجه سوخت های هسته ای در جریان شکافت های هسته ای به سوخت های مصرف شده تبدیل می شوند و در این مرحله تعداد قابل توجهی از انرژی سوخت موجود در راکتور بلااستفاده باقی می ماند.

این سوخت استفاده شده دارای مقادیر متفاوتی تشعشعات رادیواکتیو و مواد شیمیایی است. همین تغییر در محتواست که به پروسه کشف راه حلی جهت دفع این زباله های هسته ای سرعت می بخشد. کشف چنین راهکارهایی در حقیقت بخشی از هزینه های تولید نیروی هسته ای را دربر می گیرد. البته راهکارهای متفاوتی برای استفاده از سوخت مصرف شده وجود دارد.

در ایالات متحده هم به دلایل سیاسی و هم به دلایل اقتصادی، آخرین مرحله از بین بردن زباله های هسته ای، دفن کردن سوخت های هسته ای استفاده شده است. در آمریکا، وزارت انرژی آخرین مرجع مسئول برای از بین بردن سوخت های هسته ای استفاده شده است.

زمان و شرایط صلاحیت وزارت انرژی برای قبول این قبیل مسئولیت ها، موضوع قابل بحث بین این وزارتخانه و صاحبان نیروگاه های هسته ای است. در حال حاضر، اکثر کارشناسان اقتصادی به دنبال کشف این مطلب هستند که آیا هزینه ای که توسط ژنراتورهای هسته ای صرف از بین بردن نهایی زباله های هسته ای می شود به صرفه است یا خیر؟

در حال حاضر شرایط ایستگاهی که قرار بود به عنوان محلی برای دفن زباله های هسته ای ساخته شود از سوی کارشناسان این فن، مورد بحث و بررسی قرار می گیرد و علاوه بر این برای ساخت چنین ایستگاهی به اجازه دادگاه نیاز است. تاکنون هیچ گونه تصمیم گیری خاصی درخصوص بسیاری از سوخت های هسته ای مصرف شده گرفته نشده است. اکثر این سوخت ها در حال حاضر در مخازن مخصوصی در راکتورها نگه داشته می شوند.

فصل سوم

انرژی باد

۳-۱-مقدمه:

انرژی باد نظیر سایر منابع انرژی تجدید پذیر از نظر جغرافیایی گسترده و در عین حال به صورت پراکنده و غیر متمرکز و تقریبا همیشه در دسترس می باشد. انرژی باد طبیعتی نوسانی و متناوب داشته و وزش دائمی ندارد. هزاران سال است که انسان با استفاده از آسیابهای بادی ، تنها جزء بسیار کوچکی از آن را استفاده می کند.

این انرژی تا پیش از انقلاب صنعتی به عنوان یک منبع انرژی ، به طور گسترده ای مورد بهره برداری قرار می گرفت، ولی در دوران انقلاب صنعتی ، استفاده از سوختهای فسیلی به دلیل ارزانی و قابلیت اطمینان بالا، جایگزین انرژی باد شد. در این دوره ، توربینهای بادی قدیمی دیگر از نظر اقتصادی قابل رقابت با بازار انرژیهای نفت و گاز نبودند. تا اینکه در سالهای ۱۹۷۳ و ۱۹۷۸ دو شوک بزرگ نفتی ، ضربه بزرگی به اقتصاد انرژی های حاصل از نفت و گاز وارد آورد. به این ترتیب هزینه انرژی تولید شده بوسیله توربینهای بادی ، در مقایسه با نرخ جهانی قیمت انرژی بهبود یافت . پس از آن مراکز و موسسات تحقیقاتی و آزمایشگاهی متعددی در سراسر دنیا به بررسی تکنولوژیهای مختلف جهت استفاده از انرژی باد به عنوان یک منبع بزرگ انرژی پرداختند. به علاوه این بحران باعث ایجاد تمایلات جدیدی در زمینه کاربرد تکنولوژی انرژی باد جهت تولید برق متصل به شبکه ، پمپاژ آب و تامین انرژی الکتریکی نواحی دور افتاده شد. همچنین در سالهای اخیر ، مشکلات زیست محیطی و مسایل مربوط به تغییر آب و هوای کره زمین به علت استفاده از منابع انرژی فسیلی بر شدت این تمایلات افزوده است. از سال ۱۹۷۵ پیشرفتهای شگرفی در زمینه توربینهای بادی درجهت تولید برق به عمل آمده است. در سال ۱۹۸۰ اولین توربین برق بادی متصل به شبکه سراسری نصب گردید. بعد از مدت کوتاهی اولین مزرعه برق بادی چند مگاواتی در آمریکا نصب و به بهره برداری رسید.

در پایان سال ۱۹۹۰ ظرفیت توربینهای برق بادی متصل به شبکه در جهان به MW ۲۰۰ رسید که توانایی تولید سالانه Gwh ۳۲۰۰[1] برق را داشته که تقریبا تمام این تولید مربوط به ایالت کالیفرنیا آمریکا و کشور

---

[1] Gwh گیگا وات ساعت

دانمارک بود. امروزه کشورهای دیگر نظیر هلند، آلمان ، بریتانیا، ایتالیا و هندوستان برنامه های ملی و ویژه ای را در جهت توسعه و عرضه تجاری انرژی باد آغاز کرده اند. در طی دهه گذشته ، هزینه تولید انرژی به کمک توربینهای بادی به طور قابل ملاحظه ای کاهش یافته است.

در حال حاضر توربینهای بادی از کارآیی و قابلیت اطمینان بیشتری در مقایسه با ۱۵ سال پیش برخوردارند. با این همه استفاده وسیع از سیستم های مبدل انرژی باد (WECS) هنوز آغاز نگردیده است. در مباحث مربوط به انرژی باد ، بیشتر تاکیدات اتصال به شبکه است زیرا این نوع از کاربرد انرژی باد می تواند سهم مهمی در تامین برق مصرفی جهان داشته باشد. بر اساس برنامه سیاستهای جاری (CP) ، تخمین زده می شود که سهم انرژی باد درتامین انرژی جهان در سال ۲۰۲۰ تقریبا برابر با۳۷۵ Twh[۲] در سال خواهد بود. این میزان انرژی با استفاده از توربینهای بادی ، به ظرفیت مجموع ۱۸۰ GW تولید خواهد گردید.

اما در قالب برنامه ضرورتهای زیست محیطی (ED) سهم این انرژی در سال ۲۰۲۰ بالغ بر ۹۷۰ Twh در سال خواهد بود، که با استفاده از توربینهای بادی به ظرفیت مجموع ۴۷۰ GW تولید خواهد شد. به طور کلی با استفاده از انرژی باد ، به عنوان یک منبع انرژی در دراز مدت می توان دو برابر مصرف انرژی الکتریکی فعلی جهان را تامین کرد.

۳-۲- تاریخچه استفاده از انرژی باد :

بشر از زمانهای بسیار دور به نیروی لایزال باد پی برده و سالها بود که از این انرژی برای به حرکت در آوردن کشتی ها و آسیابهای بادی بهره می گرفت . طی سالیان دراز ثابت شده است که می توان انرژی باد را به انرژی مکانیکی و یا انرژی الکتریکی تبدیل کرد و مورد استفاده قرار داد. منابع تاریخی نشان می دهند که ساخت آسیابها در ایران ، عراق، مصر و چین قدمت باستانی داشته و در این تمدنها ، از آسیابهای بادی برای خرد کردن دانه ها و پمپاژ آب استفاده می شده است. چنانچه از شواهد تاریخی بر می آید ، در قرن ۱۷ قبل از میلاد، هامورابی پادشاه بابل طرحی ارائه داده بود تا بتوان به کمک آن دشت حاصلخیز بین النهرین را توسط انرژی حاصل از باد آبیاری نمود. آسیابهای که در آن زمان ساخته می شدند از نوع ماشینهای محور

---

[2] . Twh تریلیون وات ساعت

قائم و شبیه به آنهایی هستند که امروزه آثار آنها در نواحی خواف و تایباد ایران به چشم می خورد. ایرانیان اولین کسانی بودند که در حدود ۲۰۰ سال قبل از میلاد مسیح برای آرد کردن غلات از آسیابهای بادی با محور قائم استفاده کردند. مثلا در کتابهای قدیمی نوشته اند: دیار سیستان دیار باد و ریگ است و همان شهری است که گویند باد آنجا آسیابها را گرداند و آب از چاه کشد و باغها را سیراب کند و در همه دنیا شهری نیست که بیشتر از آنجا از باد سود ببرد. و نیز نوشته اند که در سیستان بادهای سخت مدام می وزد و به همین سبب در آنجا آسیابهای بادی برای آرد کردن گندم ساخته اند. از دیگر استانهای دارای قدمت کاربرد انرژی باد می توان به کرمان ، اصفهان ، و یزد اشاره نمود که در این مکانها در زمانهای قدیم برا ی خنک کردن منازل از کانالهای مخصوص جهت هدایت باد استفاده می کردند. بعد از ایران کشورهای عربی و اروپایی پی به قدرت باد در تبدیل انرژی بردند.

در قرن سوم قبل از میلاد ، یک محقق مصری که در زمینه نیروی هوای فشرده تحقیق می کرد، آسیاب بادی چهار پره ای را با محور افقی طراحی نمود که از هوای فشرده آن جهت نواختن یک ارگ استفاده می کرد. با توجه به شواهد موجود می توان ادعا کرد که زادگاه ماشینهای بادی از نوع محور قائم ، حوزه شرقی مدیترانه و چین بوده است. در قرون وسطی ، آسیابهای بادی در ایتالیا ، فرانسه ، اسپانیا و پرتقال متداول گردید وکمی بعد در بریتانیا ، هلند و آلمان نیز بکار گرفته شد. برخی از مورخان اظهار داشته اند که ورود این آسیابها به اروپا را باید مدیون شرکت کنندگان در جنگهای صلیبی دانست که از خاورمیانه باز می گشتند. آسیابهای بادی که در اروپا ساخته می شدند از نوع آسیابهای محور افقی و چهار پره بودند که برای آرد کردن حبوبات و گندم بکار می رفتند. مردم هلند آسیابهای بادی را از سال ۱۳۵۰ میلادی به منظور خشک کردن زمین های پست ساحلی و همچنین گرفتن روغن از دانه ها و بریدن چوب و تهیه پودر رنگ برای رنگرزی به کار گرفتند. آنچه که هلند را در قرن هفدهم میلادی در زمره غنی ترین و صنعتی ترین مردم اروپا قرار داد، صنعت کشتی سازی و ساخت آسیابهای بادی در آن کشور بود. توربین های بادی بطنی که شامل پره های متعدد هستند، بعدها متداول شدند. در آغاز قرن بیستم اولین توربین های بادی سریع و

مدرن ساخته شدند. امروزه فعالترین کشورها در این زمینه آلمان، اسپانیا ، دانمارک، هندوستان و آمریکا می باشند.

۳-۳-منشاء باد :

هنگامی که تابش خورشید به طور نامساوی به سطوح ناهموار زمین می رسد سبب ایجاد تغییرات در دما و فشار می گردد و در اثر این تغییرات باد بوجود می آید.

همچنین اتمسفر کره زمین به دلیل حرکت وضعی زمین، گرما را از مناطق گرمسیری به مناطق قطبی انتقال می دهد. که این امر نیز باعث بوجود آمدن باد می گردد. جریانات اقیانوسی نیز به صورت مشابه عمل نموده و عامل ۳۰٪ انتقال حرارت کلی در جهان می باشند. در مقیاس جهانی این جریانات اتمسفری به صورت یک عامل قوی جهت انتقال حرارت و گرما عمل می نمایند. دوران کره زمین نیز می تواند در برقراری الگوهای نیمه دائم جریانات سیاره ای در اتمسفر، انرژی مضاعف ایجاد نماید.

پس همانطور که عنوان شد باد یکی از صورتهای مختلف انرژی حرارت خورشیدی می باشد که دارای یک الگوی جهانی نیم پیوسته می باشد. تغییرات سرعت باد، ساعتی ، روزانه و فصلی بوده و متاثر از هوا و توپوگرافی سطح زمین می باشد. بیشتر منابع انرژی باد در نواحی ساحلی و کوهستانی واقع شده اند.

۳-۴-توزیع جهانی باد :

به طور کلی جریان باد در جهان دارای دو نوع توزیع می باشد:

۳-۴-۱- جریان چرخشی هادلی Hadly

بین عرضهای جغرافیایی ۳۰ درجه شمالی و ۳۰ درجه جنوبی ، هوای گرم شده در استوا به بالا صعود کرده و هوای سردتری که از شمال و جنوب می آید جایگزین آن می شود. این جریان را چرخش هادلی می نامند. در سطح کره زمین این جریان بدین معنی است که بادهای سرد به طرف استوا می وزند و از طرف دیگر هوایی که در ۳۰ درجه شمالی و ۳۰ درجه جنوبی به پایین می آید خیلی خشک است و به دلیل آنکه

سرعت دوران زمین در این عرضهای جغرافیایی به مراتب کمتر از سرعت دوران زمین در استوا است، به سمت شرق حرکت می کند. معمولا در این عرض های جغرافیایی نواحی بیابانی مانند صحرا قرار دارند.

۳-۴-۲- جریان چرخش راسبی (rossby)

بین عرضهای جغرافیایی ۳۰ درجه شمالی (جنوبی) و ۷۰ درجه شمالی (جنوبی) عمدتا بادهای غربی در جریان هستند. این بادها تشکیل یک چرخش موجی را می دهند و هوای سرد را به جنوب و هوای گرم را به شمال انتقال می دهند. این الگو را جریان راسبی می نامند.

۳-۵-اندازه گیری پتانسیل انرژی باد

پتانسیل انرژی باد به عنوان یک منبع قدرت در مناطق مختلف و بر اساس اطلاعات موجود در مورد منابع باد قابل دسترس در هر منطقه مورد مطالعه قرار گرفته است.

پتانسیل مربوط به منابع باد به طور کلی به پنج دسته تقسیم می شود:

۱- پتانسیل هواشناسی :

این پتانسیل بیانگر منبع انرژی باد در دسترس می باشد.

۲- پتانسیل محلی :

این پتانسیل بر مبنای پتانسیل هواشناسی بنا شده ولی محدود به محلهایی است که از نظر جغرافیایی برای تولید انرژی در دسترس هستند.

۳- پتانسیل فنی:

این پتانسیل با در نظر گرفتن نوع تکنولوژی در دسترس (کارایی ، اندازه توربین و ...) از پتانسیل محلی محاسبه می شود.

۴- پتانسیل اقتصادی :

این پتانسیل ، استعداد بالقوه فنی است که به صورت اقتصادی و بر پایه سیاستهای اقتصادی قابل تحقق و اجرا است.

۵- پتانسیل اجرایی :

این پتانسیل با در نظر گرفتن محدودیت ها و عوامل تشویقی برای تعیین ظرفیت توربین های بادی قابل اجراء در یک محدوده زمانی خاص تعیین می شود . مانند تعرفه های تشویقی که طبق سیاستهای دولتهای مختلف به تولید کنندگان انرژی برق بادی حاصل از توربینهای بادی تخصیص داده می شود.

۳-۶-قدرت باد :

انرژی جنبشی باد همواره متناسب با توان دوم سرعت باد است. هنگامی که باد به یک سطح برخورد می کند انرژی جنبشی آن به فشار (نیرو) روی آن سطح تبدیل می شود. حاصلضرب نیروی باد در سرعت باد مساوی قدرت باد میشود نیروی باد متناسب با مربع سرعت باد است پس قدرت باد متناسب با مکعب سرعت باد خواهد بود. بنابراین هر چه سرعت باد بیشتر باشد قدرت آن نیز بیشتر خواهد شد. مثلا اگر سرعت باد دو برابر شود قدرت آن هشت برابر و اگر سرعت باد سه برابر گردد. قدرت باد بیست وهفت برابر خواهد شد.

۳-۷-روند تحولات تکنولوژی انرژی باد در سالهای اخیر :

بزرگترین شرکتهای سازنده توربینهای بادی در جهان در حال حاضر شرکت وستاس ، شرکت انرکون و شرکت NEG مایکون هستند که به ترتیب ۲۳/۳ ، ۱۴/۶ و ۱۲/۴ درصد از بازار جهان را در اختیار دارند.
اطلاعاتی که از بررسی بازار تکنولوژی باد در آلمان به عنوان کشوری پیشتاز در صنعت باد در جهان بدست آمده ، بیانگر روند تحولات این صنعت در سالهای اخیر می باشد و لذا توجه به این داده ها در پیش بینیهای مربوط به آینده این انرژی سودمند خواهد بود. میانگین ظرفیت هر توربین بادی نصب شده در آلمان تقریبا ۹۰۰ کیلو وات است، اما اگر فقط توربینهای نصب شده در نیمه اول سال ۲۰۰۳ را در نظر بگیریم ، میانگین ظرفیت توربین های جدید ۱۵۶۰ کیلو وات می باشد. لذا روند آشکاری از افزایش سایز توربینهای بادی مدرن قابل مشاهده است.

در بازار توربینهای بادی ۵۸ مدل توربین وجود دارد که از این ۵۸ مدل فقط ۴ مدل آن بدون گیربکس هستند که روی سایز های متوسط و بزرگ آزمایش شده اند. اما ۵۴ مدل دیگر (شامل سایز های متوسط ، بزرگ و خیلی بزرگ) هنوز از گیربکس استفاده می کنند. بنابراین توربینهای بدون گیربکس هنوز در ابتدای راه هستند و وضعیت آنها پس از سالها تجربه و بهره برداری روشن خواهد شد.

در گذشته توربینهای بادی با یک سرعت دورانی ثابت (دور روتور) کار می کردند، اما مدلهای امروزی تقریبا سیستم یک سرعته را کنار گذاشته و به سیستم های دو سرعته یا سرعت متغیر روی آورده اند. از میان ۵۸ مدل موجود در بازار، فقط ۲ مدل از نوع یک سرعته هستند و ۲۲ مدل دو سرعته و ۳۴ مدل با سرعت متغیر دیده می شوند.

۳-۸-مزایای بهره برداری از انرژی باد :

انرژی باد نیز مانند سایر منابع انرژی تجدید پذیر از ویژگیها .و مزایای بالاتری نسبت به سایر منابع انرژی برخوردار است که اهم این مزایا عبارتند از :

۱- عدم نیاز توربینهای بادی به سوخت، که در نتیجه از میزان مصرف سوختهای فسیلی می کاهد.

۲- رایگان بودن انرژی باد

۳- توانایی تامین بخشی از تقاضای انرژی برق

۴- کمتر بودن نسبی قیمت انرژی حاصل از باد نسبت به انرژیهای فسیلی

۵- کمتر بودن هزینه های جاری و هزینه های سرمایه گذاری انرژی باد در بلند مدت

۶- تنوع بخشیدن به منابع انرژی و ایجاد سیستم پایدار انرژی

۷- قدرت مانور زیاد، جهت بهره برداری در هر ظرفیت و اندازه (از چند وات تا چندین مگاوات)

۸- عدم نیاز به آب

۹- عدم نیاز به زمین زیاد برای نصب

۱۰- نداشتن آلودگی محیط زیست نسبت به سوختهای فسیلی

۳-۹-معایب بهره برداری از انرژی باد

نیروی باد، باید با منابع تولیدی برق سنتی از نظر هزینه‌ها رقابت کند. در یک منطقه بادخیز، مانند مزارع بادی (نیروگاه‌های بادی)، بسته به اینکه این مناطق تا چه میزان پرانرژی باشند، می‌توانند از لحاظ هزینه، قابل رقابت با منابع سنتی باشند یا اینکه نباشند. با اینکه در ۱۰ سال گذشته هزینه استفاده از انرژی باد به طرز چشمگیری کاهش یافته است، اما هنوز این فن‌آوری نیازمند یک سرمایه‌گذاری اولیه بسیار زیاد نسبت به مولدهای با سوخت فسیلی می‌باشد.

مهمترین چالش در برابر استفاده از باد به عنوان یک منبع انرژی اینست که باد ناپایدار است و هنگامی که برق موردنیاز است، به صورت دائمی نمی‌وزد . انرژی باد را نمی‌توان ذخیره کرد (مگر اینکه از باطری‌هایی برای ذخیره انرژی، استفاده شود) و همچنین نمی‌توان همه بادها را جمع کرد تا جوابگوی برنامه‌های زمانی نیاز به برق باشند.

مکان‌های بادخیز خوب، غالباً در مناطق دورافتاده واقع شده‌اند که از شهرهایی که نیازمند برق می‌باشند فاصله بسیار دارند، البته ممکن است که زمین های مناسب و بادخیزی نیز در نزدیکی مناطق نیازمند انرژی وجود داشته باشد، اما استفاده های بهتر و با ارزشتری از آن زمین بعمل آید، نباید فراموش کرد که بهره برداری از زمین های با ارزش حومه شهرهای بزرگ به علت کاربردهای فراوانی که این زمین ها دارند، برای ایجاد نیروگاه بادی مقرون به صرفه نیست.

هرچند که نیروگاه‌های بادی در مقایسه با نیروگاه‌های سنتی اثرات مخرب کمتری بر روی محیط زیست دارند، ولی مواردی همچون صدای ایجادشده توسط پره‌های روتور و اثرات بصری از مشکلات آنها هستند و همچنین گاهی اوقات پرندگان با پرواز کردن به سمت روتور این توربین‌ها و در نتیجه برخورد با آن کشته می‌شوند. بسیاری از این مشکلات با پیشرفت‌های فن‌آوری یا با نصب صحیح نیروگاه حل شده و یا کاهش یافته است.

۳-۱۰-آینده انرژی باد در ایران :

بازار تامین انرژی یک بازار رقابتی است که در آن تولید برق از نیروگاههای بادی در مقایسه با نیروگاههای سوخت فسیلی برتری های جدیدی در پیش روی دست اند کاران بخش انرژی قرار داده است. همچنین فعالیت گسترده تعدادی از کشورهای جهان برای تولید الکتریسیته از انرژی باد ، سرمشقی برای دیگر کشورهایی است که در این زمینه راه درازی در پیش دارند. بسیاری از منابع اقتصادی در حال رشد، در منطقه آسیا واقع شده اند. اقتصاد رو به رشد کشورهای آسیایی از جمله ایران ، باعث شده تا این کشورها بیش از پیش به تولید الکتریسیته احساس نیاز کرده و اقدام به تولید الکتریسیته از منابع غیر فسیلی کنند. افزون بر این موارد، نبود شبکه برق سراسری در بسیاری از بخشهای روستایی در کشورهای آسیایی ، مهر تاییدی بر سیستم های تولید الکتریسیته از انرژی باد زده است. در خصوص دور نمای آینده اقتصادی استفاده از انرژی باد در ایران می بایست گفت استفاده از این انرژی موجب صرفه جویی فرآورده های نفتی به عنوان سوخت می شود. صرفه جویی حاصله در درجه اول موجب حفظ فراورده های نفتی گشته که امکان صادرات ومهمتر اینکه تبدیل آن را به مشتقات بسیار زیاد پتروشیمی با ارزش افزوده بال فراهم می سازد. در درجه دوم تولید الکتریسیته از این انرژی فاقد هر گونه آلودگی زیست محیطی بوده که همین عامل کمک شایانی به حفظ طبیعت زیست بشری نموده و در نتیجه طبیعت زیست بشری نموده و در آبادانی موجبات مشاغل جدید شده و بالاخره با بومی سازی فن آوری انرژی باد اقتصاد کشور رشد بیشتری می یابد.

۳-۱۱-پتانسیل سنجی سطح انرژی باد

لفظ پتانسیل در مباحث مربوط به انرژی از اهمیت خاصی بر خوردار است، پتانسیل در واقع به نیروی موجودی اطلاق می گردد که در صورت شناخت کافی و صحیح از آن می توان به منبع بزرگی از انرژی دست یافت انرژی باد نیز از این قاعده مستثنی نیست

با بررسی انرژی بالقوه باد در هر مکان راه حلهای تولید انرژی در ابعاد وسیع مورد بررسی قرار گرفته و اهداف شخصی ر ارتباط با بهره برداری از انرژی باد در آینده تعیین می گردد. در ارزیابی مربوط به پتانسیل سنجی به بررسی عواملی چون فاکتورهای اقتصادی ، آب وهوایی و نیز فاکتورهای فنی و سازمانی پرداخته می شود.استعداد جهانی برای تولید انرژی از باد ، بطوریکه که بتوان آن را بعنوان پتانسیل نهایی تعریف کرد ، در چندین مطالعه بصورت کلی بررسی شده است ، که در یک بررسی کلی ، پتانسیل تئوریک انرژی باد در جهان در حدود EJ ۱۰^۵ (هر اگا ژول معادل ۱۰^۱۸ ژول) معادل ۱/٦۳٤×۱۰^۱۳ بشکه پتانسیل قابل بهره برداری آن حدود EJ ۱۱۰ معادل ۱/۷۹۷٤×۱۰^۱۰ بشکه نفت خام بوده که از این مقدار تا اواسط سال ۱۳۸۲ خورشیدی (۲۰۰۳ میلادی) ۳۳۴۰۰ مگاوات معادل ۳٤/٤۳×۱۰^٦ بشکه نفت خام در سال ، ظرفیت نصب شده می باشد و پیش بینی شده است که تا سال ۲۰۲۰ میلادی ۱۰ در صد از برق جهانی توسط انرژی باد تولید شده و تکنولوژی قوق الذکر ۱/۷ میلیون شغل ایجاد نماید.

در ضمن لابراتوار شمال غربی اقیانوس آرام (PNL) در مطالعه ای که برای سازمان هواشناسی جهانی (WMO) انجام داد نقشه هایی برای منابع باد در سطح جهان تهیه کرد که در آن متوسط سرعت چگالی انرژی باد برای مناطق مختلف جهان ارائه شده است بطور کلی در طول سالهای مختلف ممکن است تا ۲۵٪ در متوسط سرعت باد تغییر حاصل شود. در اغلب نواحی جغرافیایی قابل توجه فصلی در سرعت متوسط باد ممکن است مشاهده شود. عمدتاً بادهای زمستانی دارای سرعت متوسط بالاتری هستند. ولی در این موارد استثنا نیز وجود دارد. برای نمونه در کالیفرنیا بادهای تابستانی بعلت توپوگرافی محل واثرات نسیم دریا از سایر مواقع قوی تر می باشند. از آنجایی که به سبب تغییرات فصلی ، انرژی بالقوه باد جهت تولید قدرت می تواند بطور قابل توجهی بیشتر از آنچه که سرعت متوسط سالیانه باد ارائه می دهد باشد ، بنابراین در محاسبه میزان برق تولیدی توربینهای بادی در یک منطقه، می بایست علاوه بر سرعت متوسط باد ، توزیع تناوبی سرعت باد را نیز مد نظر قرار داد چونکه به این ترنیب سرعت باد بسته به شرایط اتمسفری و زبری سطح با ارتفاع تغییر می نماید.

افزایش سرعت باد همواره با افزایش ارتفاع ومعمولاً بر حسب قانون توان یا توابع الگوریتمی بیان می شود.تغییرات ساعتی و روزانه نیز درسرعت باد وجود دارند. این تغییرات برای شرکتهای تولید کننده برق از انرژی باد بسیار مهم می باشند. زیرا آنها مجبورند تولید نیروگاههای متعارف را طوری تنظیم کنند که بتوانند هماهنگی های لازم با تقاضای انرژی الکتریکی را بوجود آورند. تغییرات سرعت باد در مقیاس دقیقه و ثانیه برای سازندگان توربینهای بادی مهم می باشد چون در طراحی بهینه توربین بادی موثر است.

۳-۱۲-بادسنجها و انواع آنها

یرای اندازه گیری سرعت باد در نواحی که مستعد تشخیص داده شده اند. لازم است که ایستگاههای بادسنجی نصب شود.این ایستگاهها علاوه بر سرعت باد پارامترهای دیگری مانند:

* جهت باد
* دمای منطقه
* میزان رطوبت
* شدت تشعشع
* میزان فشار هوا

را اندازه گیری می کنند. برای سنجش هر کدام از عوامل فوق حس گر مخصوص این کمیت نصب و توسط آن ، مقدار کمیت سنجیده میشود. بعنوان مثال حس گری که شدت رطوبت هوا را اندازه گیری میکند Humidity نامیده میشود.

سرهت باد مهمترین عاملی است که در یک ایستگاه بادسنجی اندازه گیری میشود . هر ایستگاه بادسنجی حداقل دارای سه حس گر بادسنج است که در ارتفاع ۱۰ ، ۲۰ و ۴۰ متری نصب شده و سرعت باد را اندازه گیری می کنند. طبق آخرین استانداردهای سازمان هواشناسی اطراف ایستگاه بادسنجی تا شعاع ۹۰-متری نباید هیچگونه موانع طبیعی یا مصنوعی قرار داشته باشد.

سنسورهای بادسنجی امروزه از نظر ساخت تنوع بسیار زیادی دارند ولی از نظر ساختاری به دو دسته بزرگ تقسیم میشوند:

۱- نوع مکانیکی

۲- الکترونیکی یا اولتراسونیک

بادسنج نوع مکانیکی از سه نیم کره تو خالی مانند کاسه که هر کدام توسط یک بازو به محور اصلی متصل است ساخته شده به همین دلیل آن را بادسنج کاسه ای نیز می نامند.

۳-۱۳-پتانسیل باد درایران:

کشور ایران ۱/۶۴۸/۱۹۵ کیلومتر مربع وسعت دارد و در غرب قاره آسیا واقع شده و جزء کشورهای خاور میانه محسوب می شود.

در مجموع محیط ایران ۸۷۳۱ کیلومتر می باشد. حدوداً ۹۰ در صد خاک ایران در محدوده فلات ایران واقع است. بنابراین ایران کشوری کوهستانی محسوب می شود. بیش از نیمی از مساحت ایران را کوهها و ارتفاعات ، یک چهارم را صحراها و کمتر از یک چهارم را اراضی قابل کشت تشکیل می دهند. ایران دارای آب و هوای متنوع ومتفاوت است و با مقایسه نقاط کشور این نوع تنوع را بخوبی می توان مشاهده کرد.

ارتفاع کوههای شمالی ، غربی وجنوبی به قدر ی زیاد است که از تاثیر بادهای دریای خزر ، دریای مدیترانه و خلیج فارس درنواحی داخلی ایران جلوگیری می کند. به همین سبب دامنه های خارجی این کوهها دارای آب و هوای مرطوب بوده و دامنه های داخلی آن خشک است. در رابطه با بادهای ایران می توان گفت که ایران با موقعیت جغرافیایی که دارد ، در آسیا بین شرق وغرب ونواحی گرم جنوب و معتدل شمالی واقع شده است و در مسیر جریانهای عمده هوایی بین آسیا ، اروپا ، آفریقا ، اقیانوس هند واقیانوس اطلس است که تا کنون آنچه مسلم است ، قرار گرفتن ایران در مسیر جریانهای مهم هوایی زیر می باشد.

۱- جریان مرکز فشار آسیای مرکزی درزمستان

۲- جریان مرکز فشار اقیانوس هند در تابستان

۳- جریان غربی از اقیانوس اطلس و دریای مدیترانه مخصوصاً درزمستان

۴- جریان شمال غربی درتابستان

در خصوص تعیین پتانسیل باد ایران، در مطالعه فاز صفر پروژه (تعیین پتانسیل باد در ایران) که توسط معاونت امور انرژی وزارت نیرو انجام گرفته بود ، ۲۶ منطقه کشور در ۴۵ سایت مورد مطالعه قرار گرفته است که بر اساس نتایج گا وات برآورد گردیده است

در این راستا ، دفتر باد وامواج سازمان انرژیهای نو ایران (سانا) بمنظورتوسعه ، ترویج و برنامه ریزی جهت اجرای طرحها و بهره برداری از انرژی یادئب اقدام به نصب سایتهای ثبت آمار لحظه ای باد برای امکان سنجی احداث مزارع برق بادی به شرح زیر نموده است.

۱- نصب ۱۰ واحد ایستگاه بادسنجی ۱۰ ، ۲۰ و ۴۰ متری در استان گیلان

۲- نصب ۷ واحد ایستگاه بادسنجی ۱۰ ، ۲۰ و ۴۰متری در استانهای آذربایجان شرقی ، غربی و اردبیل

۳- پروژه پتانسیل سنجی و تهیه اطلس باد کشور

نقشه ها و اطلس های موجود باد:

در طی دهه گذشته ، در بسیاری از کشورها مطالعاتی جهت تخمین منابع انرژی باد در دسترس در هر منطقه ، انجام گرفته است. برخی از این مطالعات منجر به تهیه اطلس مانندااطلس ملی منابع باد ایالت متحده آمریکا واطلس ملی باد اروپا و اطلس ملی باد آمریکای لاتین و کارائیب گشته اند. همچنین نقشه های باد برای کشورهای چین ،اسپانیا ، پرو ، مصر ، اردن ، صسومالی و تعدادی از کشورهای مشترک المنافع به چاپ رسیده است. بعلاوه یک نقشه باد هم برای کل دنیا چاپ شده است

این مطالعه ، ایران کشوری با باد توسط معاونت امور انرژی وزارت نیرو انجام گرفته بود، ۲۶ منطقه کشور در ۴۵ سایت مورد مطالعه قرار گرفته است که بر اساس نتایج این مطالعه، ایران کشوری با باد متوسط $٦m/s$ میباشد که در برخی از مناطق آن باد مناسب و مداوم تری برای تولید بر

ق موجود می باشد.

بر اساس بررسیهای اولیه انجام شده در پروژه فوق الذکر ، توان بالقوه انرژی باد در سایتهای مطالعه شده حدود ۶۵۰۰ م

۳-۱۴-استحصال انرژی از باد (توسط توربینهای بادی)

۳-۱۴-۱-انرژی بادی و توربینهای بادی:

از نظر عملکردی در توربین های بادی انرژی جنبشی باد به انرژی مکانیکی و سپس به انرژی الکتریکی تبدیل میگردد.

شکل ۳-۱توربین ۶۰۰ کیلو وات واقع در روستای بابائیان منجیل

بهره برداری از انرژی باد توسط توربینهای بادی تفکر بسیار قدیمی است. مثلاً سیستم های اولیه انرژی باد در چین باستان و خاور نزدیک زمانهای طولانی به کار گرفته می شدند. یک دوره نیز در قرن پانزدهم که فعالیتهای اقتصادی در اروپای غربی افزایش پیدا کرد از توربینهای بادی جهت تامین نیروی مکانیکی برای پمپاژ آب و آسیاب غلات استفاده می کردند. امروزه گستره فعالیتها و کاربرد توربینهای بادی طیف وسیعی از صنایع را تحت پوشش قرار می دهد مثلاً برای پمپاژ آب یا شارژ باتری از این توربینها استفاده می شود. می توان این توربینها را جهت استفاده از بهینه و تولید بیشتر قدرت با سلولهای خورسیدی (فتووتالیک) نیز ترکیب نمود. در حال حاضر بیشترین ظرفیت توربینهای بادی نصب شده در چند دهه گذشته از نوع متصل به شبکه بوده است. البته گاهی اوقات در نواحی دور افتاده از توربینهای بادی منفصل از شبکه استفاده شده است.

شارژ باتری از کاربردهای مهم دیگری است که توربین های بادی دارند.

تولید انرژی مکانیکی جهت پمپاژ آب نیز از نمونه کاربردهای دیگر توربینهای بادی است. سیستم های شارژر باتری و پمپهای بادی با وجود کوچک بودن از اهمیت ویژه ای برخوردارند.

۳-۱۵-انواع توربینهای بادی

۳-۱۵-۱- توربینهای بادی با محور چرخش عمودی

توربینهای بادی با محور عمودی نظیر (ساوینوس ، داریوس ، صفحه ای وکاسه ای...)از ۲ بخش اصلی تشکیل شده اند. یک میله اصلی که رو به باد قرار می گیرد ومیله های عمودی دیگری که عمود بر جهت باد کار گذاشته می شوند. این توربین شامل قطعاتی با اشکال گوناگون بوده که باد را در خود جمع کرده و باعث چرخش محور اصلی می گردد.ساخت این نوع توربین بسیار ساده است، ولی بازده پایینی دارد. در این نوع توربینها یک طرف توربین باد را بیشتر از طرف دیگر جذب می کند وباعث می شود سیستم لنگر پیدا کرده و بچرخد. نتیجه این نوع طراحی این است که سرعت چرخش سیستم دقیقاً با سرعت باد برابر بودخ ودر مناطقی که سرعت باد کم است ، چندان کار آمد نیست. یکی از مزایای آن وابسته نبودن سیستم به جهت وزش باد می باشد.

۳-۱۵-۲- توربینهای بادی با محور چرخش افقی

این نوع توربین ها نسبت به مدل با محور عمودی رایج تر می باشد، توربینهای بادی با محور افقی پیچیده تر وگران تر از نوع قبلی هستند و ساخت آنها هم مشکل تر است ولی راندمان بسیار بالایی دارند. در همه سرعتها حتی سرعتهای پایین باد کار می کنند و در انواع پیشرفته تر میتوان جهت آنها رابا جهت وزش باد تنظیم کرد. نمای ظاهری این توربینها ۳ یا در مواردی ۲ پره است که روی یک پایه بلند نصب شده اند. این پره ها همواره درجهت وزش باد قرار م یگیرند.

این توربینها چگونه کار می کنند؟

مراحل کار یک توربین کاملاً برعکس مراحل کار یک پنکه است . در پنکه انرژی الکتریسیته به انرژی مکانیکی تبدیل شده و باعث چرخیدن پره می شود. در توربینها ، چرخش پره ها انرژی جنبشی باد را به انرژی مکانیکی تبدیل می شود. باد به چره ها برخورد می کند وآنها را می چرخاند.چرخش پره ها باعث چرخش محور اصلی می شود و این محور به یک ژنراتور برق متصل است. چرخش این ژنراتور، برق متناوب تولید می کند.

توربین های بادی عمودی امروزه می توانند بین ۵ تا ۶۵۰۰ کیلو وات برق تولید کنند. یک توربین بادی مستقل با سایز کوچک میتواند مصرف یک خانه یا انرژی مورد نیاز برای پمپ کردن آب از چاه را تامین کند، ولی توربینهای سایز بزرگتر برای تولید برق و تزریق آن به شبکه سراسری مورد استفاده قرار می گیرند.

۱- پره ها: بیشتر توربین ها ۲ یا ۳ پره دارند، باد به پره ها برخورد می کند و باعث چرخش آنها می شود.

۲- ترمز:با استفاده ازسیستم ترمز دیسکی می توان توربین را بطور هیدرولیکی در مواقع عادی حتی اضطراری متوقف کرد.

۳- بخش کنترل: بخش کنترل توربین را هنگامی که سرعت باد بین ۴ تا ۲۵ متر برثانیه است بکار می اندازد و هنگامی که سرعت باد به بالاتر از ۲۵ متر بر ثانیه می رسد آن را متوقف می کند. توربین ها نمی توانند درسرعتهای بیشتر از ۲۵ متر بر ثانیه به کار خود ادامه دهند در سرعت بالای ۳۰ متر بر ثانیه امکان سقوط برج ها نیز وجود دارد.

۴- جعبه دنده (گیربکس): توربینهای بادی میتواند سرعت کم چرخش محوره پره ها را با ضریب تبدیل مثبت به سرعت بالا که در ژنراتور استفاده می شود. تبدیل کند.

۵- ژنراتور: ژنراتور در حقیقت بخش تبدیل انرژی مکانیکی باد بع انرژی برق (الکتریکی) است. ژنراتورهای بکار برده شده ، ژنراتورهای آسنکرون وسنکرون می باشند.

۶- ناسل: قسمت اصلی توربین بادی که رتور به آن متصل است را ناسل میگویند. ناسل در بالای برج قرار دارد شامل جعبه دنده ، شافت اصلی ژنراتور ، بخش کنترل و ترمز است. بعضی از ناسل ها آنقدر بزرگند که تسکین ها می توانند داخل آن بایستند.

در گذشته توربین های بادی با یک سرعت دورانی ثابت (دور روتور) کار می کردند، اما مدلهای امروزی تقریباً سیستم یک سرعته را کنار گذاشته اند. از میان ۵۸ مدل توربین موجود ، ۲ مدل یک سرعته ، ۲۲ مدل دو سرعته و ۳۴ مدل با سرعت متغیر وجود دارند.

۷- روتور: به مجموعه تیغه ها و توپی وسط آنها روتور می گوییم

۸- دکل: دکلها معمولاً از فولادهای استوانه ای یا شبکه ای از میله های فولادی ساخته می شوند، چون سرعت باد با افزایش ارتفاع زیاد می شود، دکلهای بلند باعث می شوند توربین انرژی بیشتری بگیرد و الکتریسیته بیشتری تولید کند.

۹- سنسورهای اندازه گیری: شامل دو سنسور سرعت سنج و جهت نما میباشنند که اولی سرعت با دو دومی جهت باد را با دقت مشخص می کند و اطلاعات حاصل را به بخش کنترل می دهدو بر اساس این اطلاعات زمان کار توربین زاویه چرخ انحراف (Yam system) مشخص میشود.

که این چرخ ، توربین را دقیقاً درجهت وزش باد قرار می دهد.

۱۰- موتور انحراف: (سیستم Yaw) یک سیستم ترکیبی الکتریکی مکانیکی است. هدایت این سیستم توسط واحد کنترل انجام میشود. بر اساس اطلاعات رسیده از قشمت اندازه گیری ، واحد کنترل جهت باد قالب را تعیین کرده و به موتور انحراف فرمان میدهد که این موتور توربین را در راستای مناسب بچرخاند. این سیستم فقط در توربینهای بزرگ متصل به شبکه کاربرد دارد.

در توربین های بادی سایز کوچک به جای انحراف (Yaw system) از بالچه استفاده می کنند. این بالچه ، توسط جریان باد خود به خود توربین را درراستای مناسب قرار می دهد.

۳-۱۶-انواع کاربرد توربینهای بادی

۳-۱۶-۱- کاربردهای غیر نیروگاهی

یکی از کاربردهای مهم غیر نیروگاهی انرژی باد ، پمپاژ آب می باشد. پس از دوران استفاده وسیع از پمپهای بادی در قرن گذشته و نیمه اول این قرن ، با افزایش کاربرد برق بعنوان انرژی برتر در طی دهه های

۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ و جایگزینی روزافزون پمپهای الکتروموتوری به جای پمپهای بادی هنوز پمپهای بادی عمدتاً در چین ، آفریقای جنوبی ،آرژانتین و ایالت متحده آمریکا به فروش میرسند.

پمپهای بادی بهره برداری شده ، عمدتاً از نوع توربینهای بادی پرپره کلاسیک می باشند که تکنولوژی در این زمینه ،در طی ۱۵ سال گذشته بطور مداوم بهبود یافته است. امروزه بطور کلی موارد استفاده از توربینهای بادی جهت پمپاژ آب عبارتند از:

۱- تامین آب آشامیدن حیوانات در مناطق دورافتاده

۲- آبیاری درمقیاس کم

۳- آبکشی از عمق کم جهت پرورش آبزیان

۴- تامین آب مصرفی خانگی

الف-۲)کاربرد توربینهای کوچک بعنوان تولید کننده برق

۱- اصلی ترین کاربردهای غیر نیروگاهی توربین های برق بادی، تامین برق جزیره های مصرف میباشد.

یک جزیره مصرف محل یا منطقه ای است که تامین مصرف آن از طریق شبکه سراسری برق بسیار مشکل و غیر متطقی می باشد. تا چند سال پیش تامین برق این نقاط که تعدادشان کم نیست بسیار سخت و از طریق مولدهای کوچک دیزلی تامین می شد. امروزه از توربینهای بادی کوچک تا قدرت ۱۰ کیلو وات برای تامین برق مورد نیاز این مناطق استفاده می شود. یک توربین بادی در مقیاس کوچک با نصب بسیار آسان و سریع حتی بر روی قایق حتی بر روی قایق ها و اتوبوس ها بدون هیچگونه هزینه ای برق مورد نیاز این مناطق را تامین می کند و قیمت این توربینها نسبت به مجموع قیمت موتور برق و هزینه سوخت آن اقتصادی نیز می باشد. این توربینها معمولاً به همراه باتریهای ذخیره کننده انرژی بکار برده می شوند و می توانند با سایر منابع مانندفتوولتائیک یا ژنراتور های دیزلی بصورت ترکیبی مورد بهره برداری قرار گیرند.

الف-۳)شارژ باتری

برای این کار بیشتر توربینهای بادی با قیمت ارزان و متوسط که روتورهایی با قطر ۳ متر دارند استفاده می شود این نوع بهره برداری عموماً توربینهای بادی کوچک جهت مصارف خانگی را شامل می شوند. نمونه کاربرد چنین توربینهایی شامل تامین انرژی دستگاههای کمک ناوبری دریایی و مخابرات می شود.

ب: کاربردهای نیروگاهی

کاربردهای نیروگاهی توربین های برق بادی شامل کاربردهای متصل به شبکه برق رسانی است که به شرح زیر می باشند:

۱- توربینها جهت تامین بارهای الکتریکی از نوع مسکونی ، تجاری و صنعتی یا کشاورزی استفاده می شود. بار مصرفی در مجاورت توربین قرار داشته و بار مصرفی به شبکه نیز متصل است. اکثراً این توربینها در نزدیکی کشتزارها یا گروهی از منازل قرار داده می شود. عموماً اندازه این توربین ها بین ۱۰-۱۰۰ کیلو وات است.

۲- مزارع بادی:

این کاربرد معمولاً چندین توربین بادی متمرکز راشامل می شود و بمنظور تامین انرژی که ازطریق شبکه توزیع می شود طراحی شده و این موضوع در مقابل توربینهای بادی منفرد مورد قبل که بمنظور تامین انرژی مصرفی بار الکتریکی درمحل طراحی می گردد ، مطرح است. اندازه های معمولی این توربین های بادی بین ۵۰-۵۰۰ کیلو وات است. سیاست های ملی تولید انرژی، تعیین کننده بازار پراکنده توربینهای متصل به شبکه است. مثلاً در آمریکا ، دانمارک هلند و آلمان به افراد اجازه داده شده که توربین های بادی درتملک خود رابه شبکه وصل نموده و تولید اضافی خود را به سازمان برق محلی بفروشند. امروزه هدف اصلی محققین ، حرکت به سمت راه اندازی واحد های بزرگتر کزارع برق بادی می باشد.

در کشور ما دفتر باد و امواج سازمان انرژیهای نوایران (سانا) بمنظور توسعه ، ترویج، برنامه ریزی ، نظارت و مدیریت اجرای طرحها و بهره برداری از انرژی بادی ، اقدام به مدیریت ساخت ، نصب وخرید توربینهای برق بادی به شرح ذیل نموده است:

۱- مدیریت طراحی ، ساخت ونصب توربین های بادی ۶۰۰ کیلو وات منجیل و ۱۰ کیلو وات تبریز

۲- مدیریت و بهره برداری دو واحد توربین بادی ۱۳۰ کیلو ولت دیز آباد استان خراسان

۳- پروژه احداث مزرعه بادی ۶۰ مگا وات منجیل با وام ینی ژاپنی

۴- پروژه احداث مزرعه بادی ۲۵ مگا وات منجیل با همکاری سازمان جهانی GEF و بانک جهانی

همچنین اهداف سازمان انرژیهای نو ایران در این راستا عبارت اند از:

الف) انجام مطالعات درزمینه انرژی باد

ب) تحقیق و توسعه کنولوژی درزمینه انرژی باد

ج) آموزش افراد متخصص و انتشار کتب ومقالات در زمینه تخصصی انرژی باد

د) طراحی ، مشاوره ، ساخت و اجرای سیستم های نمونه

۳-۱۷-توربینهای بادی و ذخیره انرژی

در مولدهای بادی باید روشی ابداع شود که بتوان انرژی تولید شده را در مواقعی که ولید بیشتر از حد مصرف را برای استفاده در ساعات اوج مصرف ذخیره کرد. به عبارت دیگر جریان متغیر باد را به یک منبع ثابت و همیشگی انرژی تبدیل ساخت.

انرژی، باد و محیط زیست :

گسترش روزافزون نیاز به انرژی و محدودیت منابع فسیلی ، افزایش آلودگی محیط زیست ناشی از سوزاندن این منابع ، بحث گرم شدن هوا و اثرات پدیده گلخانه ای ، ریزش بارانهای اسیدی و ضرورت متعادل نمودن نشر CO_2 همگی لزوم صرفه جویی در مصرف سوختهای فسیلی و توجه مضاعف به استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر را ایجاب می کند.

در بین انرژی های تجدید پذیر ، انرژی باد یکی از اقتصادی ترین روشهای تولید برق است که آلودگی محیط زیست را در پی نداشته و پایان ناپذیر نیز می باشد. طبق آمار موجود تولید هر کیلیو وات ساعت انرژی الکتریکی از باد می تواند از انتشار حدود یک کیلوگرم CO_2 در مقایسه با نیروگاههای سوخت فسیلی جلوگیری نماید. بطور کلی با جایگزینی انرژی برق بادی بجای انرژی برق تولیدی از نیروگاههای سوخت فسیلی می توان از انتشار گازهای گلخانه ای کاست.. بعنوان نمونه در منطقه منجیل هر توربین ۵۰۰

کیلووات در سال حداقل ۱٫۵۰۰٫۰۰ کیلو وات ساعت انرژی برق تولید می نماید که باعث کاهش آلاینده های محیط زیست به مقدار زیر خواهد گردید:

$$CO_2 = ۱۲۷۰۰۰ Kg$$

$$SO_2 = 4350 Kg$$

$$NO_X = ۱۵۰ Kg$$

خاک = ۱۵۰ Kg

خاکستر = ۸۲۵۰۰ Kg

در زمانی که برق مورد نیاز شبکه توسط توربین های برق بادی تزریق می شود برق تولیدی سایرنیروگاهها کاهش یافته از این رو در مصرف سوخت فسیلی این نیروگاهها صرفه جویی می گردد که با توجه به میزان تزریق برق بادی به شبکه ، از انتشار آلاینده های محیط زیست کاسته خواهد شد.

از طرف دیگر می توان به جاذبه های طبیعی و چشم انداز سیستم های انرژی بادی که در معرض دید افراد قرار می گیرند اشاره کرد که نمادی از انرژی پاک برای مردم تلقی می گردند. در ضمن از سطح زمینی که برای احداث مزرعه برق بادی اختصاص می یابد. ۹۹٪ آن قابل استفاده می باشد. گرچه پره های توربینهای بادی نوعا بیشتر از ۱۰ متر قطر دارند اما از آنجا که در ارتفاع بالاتر از ۲۰ متری قرار می گیرند ، اجازه فعالیتهای کشاورزی و دامپروری تا کنار برج توربین ها همچنان فراهم است و شواهد موید این است که حیوانات اهلی و وحشی اطراف مزارع بادی نیز متحمل اثر سوئی از جانب این مزارع نمی گردند. همچنین مطالعات در کشورهای پیشرو این تکنولوژی نشان می دهد که تنها حدود یک درصد از کل سطح مزارع بادی توسط خود این توربینها اشغال می شوند. در نتیجه با توجه به موارد فوق الذکر انرژی بادی در کاهش هزینه های اجتماعی در مقایسه با نیروگاههای سوخت فسیلی که در بر گیرنده اثرات برونزایی منفی می باشند توجیه پذیر بوده و برق حاصل از آن می تواند بعنوان یک انرژی پایدار در توسعه اقتصادی ، اجتماعی و فرهنگی کشور مورد استفاده قرار گیرد.

آیا منابع تجدید پذیر انرژی می توانند جایگزین مطمئنی برای سوخت های فسیلی باشند؟

برق گرفتن از باد می ارزد؟

هواداران دو آتشه انرژی های تجدید پذیر هفته ای سراسر اضطراب را پشت سر گذاشتند. دلیلش هم این بود که یک تحلیلگر انرژی در مقاله ای عنوان کرده بود برنامه های جایگزینی انرژی های فسیلی با انرژی های تجدید پذیر ، اندکی بلند پروازانه است.

انرژی های تجدید پذیر شامل انرژی آب ، باد ، خورشید، زمین گرمای و چند انرژی دیگر ، انرژی های تمیز و رایگانی هستند که طبیعت در اختیار انسان قرار می دهد و هیچ آلایندگی هم به دنبال ندارند. بسیاری از کارشناسان بر این باورند که برای کاهش آلودگی جو زمین و همچنین کاهش هزینه های انرژی ، باید به سراغ انرژی های تجدید پذیر رفت. بسیاری از دولت ها هم برنامه های بلند مدتی برای جایگزینی انرژی های رایج با انرژی های تجدید پذیر دارند. مانند انگلستان که قرار است یک پنجم انرژی مصرفی خود را از منابع تجدید پذیر تولید کند.

در طرح دولت انگلستان پیش بینی شده بخش اعظم انرژیهای تجدید پذیر که حدود ۲۰ گیگاوات است ،از نیروی باد تامین خواهد شد. (گیگاوات یعنی میلیارد وات. بیست گیگاوات انرژی می تواند دویست میلیون لامپ صد واتی را روشن کند!) ولی یک کارشناس انرژی دانمارکی به نام هوگ شرمن می گوید این طرح انگلستان بسیار بلند پروازانه است و شبکه انرژی این کشور نمی تواند بیش از ده گیگاوات انرژی تولید کند.

این خبر در حالی منتشر می شود که طرفدار حفظ محیط زیست ، بیش از هر زمان دیگری نگران اند . تونی بلر، نخست وزیر انگلستان در سخنان اول نوامبر خود نشان داد از نظرات پیشین خود مبنی بر کاهش آلاینده های گلخانه ای (مانند دی اکسید کربن) برای کنترل تغییرات آب و هوا عدول کرده است. چند روز بعد ، او گفت از کار انداختن نیروگاههای هسته ای ، فاصله موجود در مصرف و تولید انرژی کشور را افزایش می دهد و به جای آن بهتر ، است نیروگاههای جدیدی ساخته شوند.

شرمن در مقاله خود (نشریه گزارش انستیتو مهندسی عمران، مجله ۱۵۸) اشاره کرده است که چرا نمی توان بر انرژی باد تکیه کرد. مهم ترین مشکل انرژی ، این است که هنگامی که ما بیشترین نیاز را به

الکتریسیته داریم، باد نمی ورزد، بلکه هر وقت خودش خواست می وزد. (البته می توان برای یک بازه چند ساعتی ، جهت و سرعتش را پیش بینی کرد.) از سوی دیگر ، در تمام مدت وزش باد نمی توان از آن الکتریسیته تهیه کرد. بهترین توربین های بادی هنگامی شروع به کار می کنند که سرعت باد به چهار متر بر ثانیه (۱۴/۵ کیلومتر بر ساعت) می رسد و زمانی که سرعت باد به ۱۴ متر بر ثانیه (۵۰ کیلومتر بر ساعت) می رسد، بیشترین توان تولید خود می رسد. اما هنگامی که سرعت باد از ۲۵ متر بر ثانیه (۹۰ کیلومتر بر ساعت) گذشت، توربینها خاموش می شوند تا به تجهیزات انتقال نیرو آسیبی وارد نشود. در این حالت باد به طوفانن تبدیل شده است!

شرمن در مقاله خود، دانمارک و آلمان را مثال می زند که بخشی از انرژی خود را از توربینهای بادی به دست می آورند. در غرب دانمارک که یک هفتم انگلستان مساحت دارد، توربین های بادی ، توانایی تولید۲/۴ گیگاوات انرژی الکتریکی را دارند که بیش از ۶۰ درصد نیاز منطقه را تامین می کند. کارکرد خوب سیستم دانمارک به این دلیل است که شبکه ارتباطی خوبی بین این کشور ، سوئد و نروژ برقرار است و صادرات و واردات برق طوری تنظیم شده که تعادل را بین عرضه و تقاضای برق فراهم می کند.در حالی که انگلستان فاقد چنین شبکه انتقال برقی است و توانایی ایجاد آن را هم ندارد.

در آلمان ، توربین های بادی ظرفیت تولید ۱۷ گیگاوات انرژی را دارند که معادل ۱۴ درصد کل تقاضای الکتریسیته است. اما توربین ها به قدری زیاد خاموش می شوند که در طول یک سال می توانند فقط ۱۵ درصد ظرفیت اسمی خود را تولید کنند.

آیا با توجه به تجربیات دانمارک و آلمان ، انگلیسی ها هم باید نگران نیروگاههای بادی خود باشند؟ رابرت گراس از مرکز تحقیقات انرژی در لندن می گوید خیر. به نظر او ، شبکه مزارع بادی دو کشور به گونه ای است که قابل قیاس با شبکه بادی انگلستان نیست. مزارع بادی دانمارک در غرب این کشور قرار دارند و مزارع بادی آلمان در شمال غربی آن. از سوی دیگر ، وضعیت آب و هوا و اقلیم آلمان به نحوی است که سرعت و جهت باد در آن بسیار متغیر است. در حالی که در انگلستان شبکه توربین های بادی در سراسر کشور پراکنده شده است و اگر مزارع باد در یک سوی کشور خاموش شوند. بقیه توربین ها می توانند برق را

تولید کنند. بدین ترتیب ، شرایط تاثیر گذار در تولید انرژی دانمارک و آلمان به مراتب متغیر از شرایط انگلستان است.

البته باید به این نکته هم توجه داشت که هیچ یک از منابع تجدید پذیر انرژی به تنهایی قابل استفاده نیستند، زیرا کنترل شرایط آن ها در دست بشر نیست. بنابراین در کنار آن ها ، نیروگاههایی بر پایه سوخت فسیلی یا سوخت هسته ای به تامین انرژی خواهند پرداخت. دانشمندان انگلسی می گویند اطلاعات به دست آمده از آلمان و دانمارک به مراتب منفی تر از اطلاعات به دست آمده در انگلیس است و بهتر است در کوتاه مدت به آن ها توجهی نشود.

فصل چهارم

انرژی زمین گرمایی

۴-۱-مقدمه:

مرکز زمین (به عمق تقریبی ۶۴۰۰ کیلومتر) که در حدود ۴۰۰۰ درجه سانتی گراد حرارت دارد، به عنوان یک منبع حرارتی عمل نموده و موجب تشکیل و پیدایش مواد مذاب با درجه حرارت ۶۵۰ تا ۱۲۰۰ درجه سانتی گراد در اعماق ۸۰ تا ۱۰۰ کیلومتری از سطح زمین می گردد. به طور میانگین میزان انتشار این حرارت از سطح زمین که فرایندی مستمر است معادل ۸۲ میلی وات در واحد سطح است که با در نظر گرفتن مساحت کل سطح زمین، مجموع کل اتلاف حرارت از سطح آن، برابر با ۴۲ میلیون مگاوات است. در واقع این میزان حرارت غیر عادی، عامل اصلی پدیده های زمین شناسی از جمله فعالیتهای آتشفشانی، ایجاد زمین لرزه ها، پیدایش رشته کوه ها(فعالیتهای کوه زایی) و همچنین جابجایی صفحات تکتونیکی است که کره زمین را به یک سیستم دینامیک تبدیل نموده و پیوسته آن را تحت تغییرات گوناگون قرار می دهد.

امروزه با بهره گیری از فن آوری استخراج آن، قادر خواهد بود قسمت اعظم نیازهای انرژی امروز و آینده بشر را تأمین کند. طبق محاسبه ها، مشخص شده است که انرژی حرارتی ذخیره شده در ۱۱ کیلومتر فوقانی پوسته زمین معادل پنجاه هزار برابر کل انرژی به دست آمده از منابع نفت و گاز شناخته شده امروز جهان است. البته عمق مخزن زمین گرمایی نباید بیش از سه هزار متر باشد زیرا بهره برداری از انرژی آن با فناوری کنونی بشر توجیه اقتصادی ندارد. با افزایش عمق زمین درجه حرارت افزایش می یابد. این افزایش حرارت را شیب حرارتی می نامند. تمام منابع انرژی زمین گرمایی در نقاطی واقع شده اند که از شیب حرارتی بالایی برخوردارند.

شکل ۴-۱خروج بخار از یک چاه زمین گرمایی

۴-۲-تاریخچه

این انرژی از ابتدای خلقت مورد استفاده انسان بوده است. بدین ترتیب که از آن برای شست و شو، پخت و پز، استحمام، کشاورزی و درمان بیماری ها استفاده می شد. اسناد و مدارک موجود ثابت می کند که ساکنان کشورهایی نظیر چین، ژاپن، ایسلند و نیوزیلند در گذشته های دور از این انرژی استفاده می کردند. تا سال ۱۹۵۰ بهره گیری از انرژی زمین گرمایی رشد چندانی نداشت، اما حد فاصل سال های ۱۹۵۰ تا ۱۹۷۳ به دلیل گران شدن بی سابقه و نا گهانی نفت، همه کشورها به فکر استفاده از انرژی های جایگزین افتادند و به تدریج کشورهایی چون آمریکا، ایسلند، فیلیپین، اندونزی و اغلب کشورهایی که روی کمربند زمین گرمایی جهانی قرار داشتند بهره برداری از این انرژی را شروع کردند.

۴-۳-مزیت های کاربرد انرژی زمین گرمایی

۱- عدم آلودگی هوا

۲- تولید CO_2 کم، تولیدH_2S پایین و عدم تولید NO_x

۳- عدم آلودگی منابع آب های زیرزمین

۴- عدم نیاز به زمین وسیع

۵- صرفه جویی در مصرف سوخت های فسیلی

۶- طولانی بودن زمان دسترسی

۷- گستردگی موارد کاربرد

۸- مستقل بودن از شرایط جوی

۹- امکان تولید برق به وسیله واحد های قابل حمل

۴-۴-کاربرد های انرژی زمین گرمایی:

۱- کاربرد نیروگاهی (غیر مستقیم):

به منظور تولید برق از انرژی زمین گرمایی، سیال مخزن آب داغ یا بخار از طریق چاه های حفر شده به سطح زمین هدایت شده و پس از به چرخش در آوردن توربین در نیروگاه، برق تولید می کند. بدیهی است مخازن حرارت بالا بیشتر برای تولید برق استفاده می شود. در نیروگاه های زمین گرمایی، انرژی الکتریکی به کمک چرخه های مخصوصی تولید می شود. مهمترین و رایج ترین آنها عبارتند از:

۱- چرخه تبخیر آنی در این دسته از چرخه های تولید برق، سیال زمین گرمایی پس از خروج از چاه، وارد یک جداکننده شده و بخار حاصل به سمت توربین و آب داغ به سمت چاه های تزریقی و برج خنک کننده روانه می شود. بر حسب اینکه عمل جدایش یا تبخیر آنی در یک مرحله یا دو مرحله انجام شود و بر حسب وجود یا نبود کندانسور، سه نوع چرخه تبخیر آنی وجود دارد: چرخه تبخیر آنی دو مرحله ای.

۲- چرخه دو مداره: از این چرخه برای تولید برق از مخزن های زمین گرمایی حرارت پایین استفاده می شود. در این چرخه از سیال عامل برای تولید برق استفاده می شود بدین ترتیب که آب داغ، سیال عامل را در یک مبدل حرارتی، گرم و به بخار تبدیل می کند. بخار حاصل، توربین را به حرکت در آورده، برق تولید می کند. از جمله مزیت های مهم این چرخه،نبود خوردگی یا رسوب گذاری به وسیله سیال عامل است.

۲- کاربرد غیر نیرو گاهی (مستقیم) انرژی حرارتی

کاربرد مستقیم انرژی زمین گرمایی، بهره برداری بدون واسطه از انرژی زمین گرمایی است. در این حالت، انرژی زمین گرمایی به انرژی الکتریکی تبدیل نمی شود، بلکه فقط از انرژی حرارتی آن استفاده می شود.

مخزن های زمین گرمایی که دمای بین ۶۵ تا ۱۵۰ درجه سانتی گراداست، برای تولید برق توجیه اقتصادی ندارد، لذا این گونه مخزن ها برای استفاده مستقیم از انرژی حرارتی، مناسب هستند. انرژی حاصل شده در موارد زیر مورد استفاده قرار می گیرد:

• گرمایش ساختمان ها: این مورد متداول ترین کاربرد مستقیم انرژی زمین گرمایی است. حدود۳۷ درصد کاربرد مستقیم انرژی زمین گرمایی در سراسر جهان را گرمایش فضاهای مختلف مسکونی، تجاری، اداری و غیره به خود اختصاص می دهد.

• کشاورزی: عمده ترین کاربرد انرژی زمین گرمایی در زمینه فعالیت های کشاورزی، تأمین گرمایش گلخانه ها است. البته در برخی از مناطق سردسیر از حرارت آب داغ مخزن های زمین گرمایی برای گرم کردن خاک های کشاورزی نیز استفاده می شود. این نوع کاربرد در کشور های سردسیر گسترش بیشتری دارد. از جمله محصولاتی که به کمک این انرژی کشت می شوند می توان به خیار، گوجه فرنگی، انواع گل ها، گیاهان خانگی، نهال درختان و انواع کاکتوس ها اشاره کرد.

• دامپروری : به کمک انرژی زمین گرمایی می توان انواع مختلف آبزیان را نیز پرورش داد. امروزه در سطح جهان از انرژی زمین گرمایی برای پرورش و رشد آبزیانی نظیر میگو، قزل آلا، صدف و همچنین آبزیان آکواریومی استفاده می شود.

• درمان بیماری ها: این کاربرد نیز بسیار قدیمی بوده و از روزگاران دور اقوامی چون ایرانیان و رومی ها، چینی ها، ژاپنی ها، عثمانی ها و ساکنان سایر نواحی کره زمین به منظور استحمام و درمان بیماری های گوناگون از آب های گرم طبیعی زمین استفاده می کردند. درحال حاضر حدود۴۵ کشور جهان از چشمه های آب گرم خود برای این منظور استفاده می کنند.

• ذوب برف جاده ها: به کمک انرژی زمین گرمایی می توان برف یا یخ جاده ها و پیاده روها را نیز ذوب کرد. گسترش این نوع کاربرد نسبت به سایر موارد انرژی زمین گرمایی محدود تر است.

فصل پنجم

هیدروژن و

پیل سوختی انرژی

۵-۱-تعریف

هیدروژن یکی از عناصری است که در سطح زمین به وفور یافت می شود. این عنصر در طبیعت به صورت خالص وجود ندارد ولی آنرا می توان به روش های مختلف از سایر عناصر بدست آورد. هیدروژن عمده ترین گزینه مطرح بعنوان حامل جدید انرژی است. این ماده در مقایسه با سایر سوخت ها می تواند با راندمانی بالاتر و احتراق بسیار پاک به سایر اشکال انرژی تبدیل شود.

شکل ۵-۱هیدروژن و پیل سوختی

۵-۲-ویژگی های هیدروژن

از جمله ویژگی هایی که هیدروژن را از سایر گزینه های سوختی متمایز می نماید، می توان به موارد زیر اشاره کرد:

• مصرف منحصر به فرد، انتشار بسیار نا چیز آلاینده ها، برگشت پذیر بودن چرخه تولید آن و کاهش اثرات گلخانه ای.

• سیستم انرژیی هیدروژنی بدلیل استقلال از منابع اولیه انرژی، سیستمی دائمی، پایدار، فنا ناپذیر، فراگیر و تجدید پذیر محسوب می شود.

• در بحث کنترل آلایندگی و آلودگی شهرها موتورهای الکتریکی و پیل های سوختی جایگزین بسیار مناسبی برای موتورهای احتراقی است.

• هیدروژن به عنوان بهترین گزینه و اقتصادی ترین سوخت در دراز مدت به منظور استفاده در خودرو های پیل سوختی از پتانسیل بسیار مناسبی بر خوردار است.

۵-۳-فناوری تولید هیدروژن

هیدروژن از منابع مختلفی همانند منابع انرژی اولیه(منابع پایان پذیر مانند نفت خام)، منابع انرژی ثانویه (منابع که با استفاده از منابع اولیه انرژی تولید می شوند مانند بنزین) و منابع تجدید پذیر (منابعی که بدون دخالت انسان به طور متناوب تولید می شوند مانند باد، خورشید و آب) بدست می آید. امروزه هیدروژن را می توان از فرایند هایی همچون الکترولیز آب، رفورمینگ گاز طبیعی و اکسیداسیون جزیی سوخت های فسیلی بدست آورد. در حال حاضر بیش از ۹۰ درصد از کل هیدروژن تولیدی در جهان از سوخت های فسیلی بدست می آید و بیشترین مصرف هیدروژن در صنایع نفت و پالایش است. هیدروژن در پالایشگاه های بزرگ، در مناطق صنعتی، پارک های انرژی و جایگاه های سوخت گیری تولید شده و به سهولت در مناطق روستایی و منازل مشتریان توزیع خواهد شد.

۵-۴-فناوری عرضه و ذخیره هیدروژن

الف) فناوری ذخیره سازی هیدروژن

۱- ذخیره سازی به صورت گاز فشرده در مخازن فولادی و کامپوزیتی

۲- ذخیره سازی به صورت مایع در مخازن فوق سرد

۳- ذخیره سازی در هیدریدهای فلزی

در امر ذخیره سازی هیدروژن حدود ۱۵ درصد از انرژی کل فرایند ذخیره سازی، صرف فشرده سازی هیدروژن و میزان ۳۰ تا ۴۰ درصد آن نیز صرف فرایند مایع سازی هیدروژن می شود.

سیستم های فوق سرد که در آنها هیدروژن به صورت مایع ذخیره می شود، باید کاملاً ایزوله بوده و نباید کمترین تبادل گرمایی و حرارتی با محیط اطراف داشته باشند، زیرا دمای جوش هیدروژن بسیار پائین بوده و با دریافت مقادیر ناچیزی گرما به سرعت به جوش می آید.

ب) فناوری انتقال و پخش هیدروژن

۱- انتقال از طریق خط لوله(به صورت گاز یا مایع)

۲- انتقال از طریق جاده و راه آهن که در فشار بالا در سیلندر هایی در محدوده فشار حدود۱۵ تا ۴۰ مگا پاسکال توسط کامیون و قطار حمل می شود.

۳- انتقال از طریق دریا با کشتی های حامل مخازن گاز

۵-۵-کاربرد هیدروژن

۱- کاربرد هیدروژن به عنوان سوخت که موجب کاهش آلاینده های زیست محیطی و حذف اکسیدهای کربن ناشی از احتراق سوخت های فسیلی می گردد.

۲- استفاده از هیدروژن در پیل های سوختی

- پیل های سوختی نوعی مبدل انرژی هستند که انرژی را مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل می کنند. پیل های سوختی همانند باتریها عمل می کنند اما برخلاف باتری ها مادامی که به آن ها سوخت رسانده شود، از کار نمی افتند و به شارژ مجدد احتیاجی ندارند. پیلهای سوختی پتانسیل شیمیایی هیدروژن را به انرژی الکتریکی تبدیل کرده و محصول جانبی آن، آب و حرارت است. هیدروژن مورد نیاز پیل های سوختی را می توان از منابع مختلفی همانند منابع هیدروکربنی نظیر نفت خام، گاز طبیعی، زغال سنگ و ... و منابع تجدیدپذیر نظیر باد و خورشید بدست آورد.

طبقه بندی رایج پیل های سوختی بر اساس نوع الکترولیت آنها به صورت ذیل می باشد:

- پیل سوختی پلیمری(PEMFC)
- پیل سوختی قلیایی(AFC)
- پیل سوختی اسید فسفریک (PAFC)
- پیل سوختی کربنات مذاب(MCFC)
- پیل سوختی اکسید جامد(SOFC)
- پیل سوختی متانولی(DMFC)

پیل سوختی از دو الکترود و یک الکترولیت مابین آنها تشکیل شده است. اکسیژن بر روی کاتد و هیدروژن بر روی آند حرکت نموده و تولید الکتریسیته، آب و گرما می کند.

فصل ششم

بیوگاز

۶-۱-تعریف

به مجموعه گاز هایی که در اثر تخمیر مواد آلی (فضولات انسانی، حیوانی و گیاهی) در یک دامنه دمای معین و PH مشخص در نتیجه فقدان اکسیژن و فعالیت باکتری های غیر هوازی خصوصاً باکتری های متان زا در محفظه تخمیر تولید می شود، بیوگاز گفته می شود.

این گاز به صورت طبیعی در باتلاق ها و مرداب ها و یا مکان های دفع زباله های شهری مشاهده می شود.

این گاز نوعی از سوخت نیز به حساب می آید دارای ۶۰ درصد متان و ۳۰ درصد دی اکسید کربن و ۱۰ درصد مخلوطی از هیدروژن، اکسیژن و منو اکسید کربن است ولی ترکیب اصلی بیوگاز، گاز متان است که این گاز در زمره گازهای قابل اشتغال محسوب می شود. متان، گازی است بی رنگ و بی بو که اگر یک فوت مکعب آن بسوزد، ۲۵۰ کیلو کالری انرژی حرارتی تولید می شود.

۶-۲-تاریخچه

در طی قرن دهم قبل از میلاد مسیح در آشور(شمال عراق کنونی) از این گاز برای گرم کردن آب جهت حمام استفاده می شد. در سال ۱۸۵۹ اولین دستگاه تخمیر غیر هوازی در بمبئی هند ساخته شد و در سال ۱۸۶۰ میلادی به وسیله شخصی به نام اچ موراس این دستگاه برای تصفیه مواد جامد فاضلاب به کار گرفته شد.

در نیمه اول قرن ۲۰ در بسیاری از کشورهای اروپایی دستگاه های تولید کننده بیوگاز و استفاده از گاز حاصله در مواردی همچون پخت و پز، تأمین روشنایی و به عنوان سوخت در وسائل نقلیه توسعه یافت، که کشور های هند و چین در این زمینه پیشتاز بودند.

بیش از نیم قرن پیش در تصفیه خانه های فاضلاب های شهری در اروپا از گاز متان استفاده می شده است. اما استفاده قطعی از بیوگاز پس از جنگ جهانی دوم به بعد مطرح شد و در ده سال اخیر رو به گسترش است.

در ایران قدمت استفاده از بیوگاز به سه قرن قبل بر می گردد. حتماً نام شیخ بهایی در اصفهان را شنیده اید، حمامی که تنها با یک شمع گرم می ماند و به علاوه آبگرم مورد نیاز شست و شو نیز از همین شمع تأمین می شد که متأسفانه این حمام اکنون وجود ندارد اما می توان احتمال داد که این حمام سوخت خود را از طریق بیوگاز تأمین می کرده است. اولین هاضم تولید متان به صورت نوین در سال ۱۳۵۴ در روستای نیاز آباد لرستان ساخته شد و در فاصله بین سال های ۱۳۶۱ تا ۱۳۶۵ تحقیقات گسترده ای در این زمینه صورت گرفت و سرانجام یک واحد بیو گاز در سال ۱۳۶۴ در یکی از روستاهای گرگان احداث گردید.

۶-۳-مزایای استفاده از بیوگاز

۱- استفاده از بیوگاز سبب کاهش آلودگی محیط زیست خواهد شد و این امر به دلیل استفاده از مواد زائد جامد و مایع در تولید بیوگاز است.

۲- استفاده از این گاز سبب صرفه جویی در سوخت هایی فسیلی شده و همچنین فضولات حیوانی و انسانی که برای سلامتی انسان مضر هستند را به کودی آلی و بسیار مناسب برای استفاده در کشاورزی تبدیل خواهد کرد.

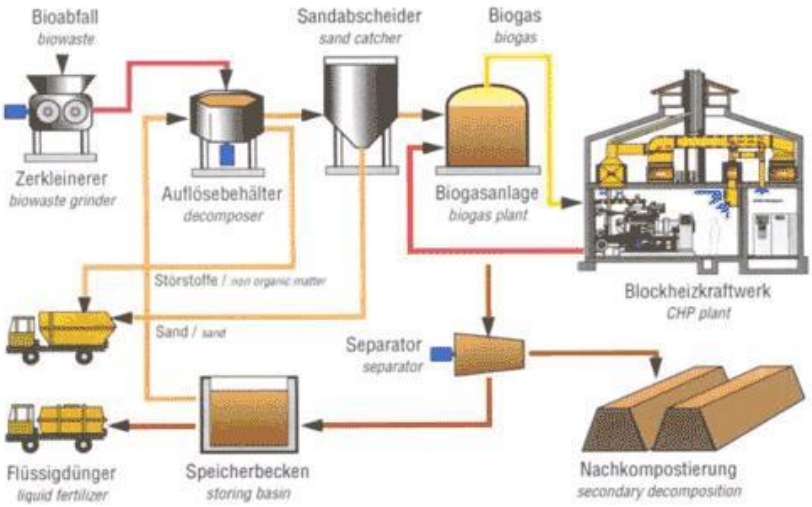
۳- کود حاصل از فرایند تولید بیوگاز فاقد بوی مشمئز کننده، انگل ها و عوامل بیماری زا بوده و همچنین به دلیل بیشتر بودن نیتروژن، نسبت به سایر کودها از کیفیت بالاتری برخوارد است.

۴- در فرایند سوختن گاز متان، گاز منواکسید کربن که از جمله گاز های سمی و خطرناک است. تولید نمی شود، بنابراین می توان بیوگاز را به عنوان سوختی سالم و ایمن در مکان های مسکونی مورد استفاده قرار داد.

۶-۴-کاربرد های بیوگاز

۱- در گرم کردن دیگ های بخار کارخانه ها

۲- به کارگیری، در ژنراتور ها برای تولید برق



شکل ۶-۱ بیوگاز

۳- به عنوان سوخت برای گرم کردن خانه ها و پخت و پز

۴- استفاده در صنعت حمل ونقل به عنوان سوخت در خودرو های مختلف(این گاز سبب کاهش میزان آلاینده دی اکسید کربن گاز گلخانه ای تا حدود ۶۵ تا ۸۵ درصد می شود)

۶-۵-مکانیسم تولید بیوگاز

بیو گاز همانطور که اشاره شد براساس یک روند طبیعی و بدون هیچ گونه هزینه اضافی تولید می شود، تنها با صرف هزینه ای برای ساخت و تجهیز ایستگاه های کنترل و بهره برداری از این گاز می توان انرژی حاصل از بیوگاز را در اختیار گرفت.

دستگاه های بیوگاز در شکل کلی از دو لوله ورودی و خروجی و یک تانک تخمیر (هاضم) و یک مخزن گاز تشکیل شده اند.

۶-۵-۱-لوله ورودی :

مواد اولیه (فضولات انسانی، حیوانی و گیاهی) از این طریق به مخزن تخمیر هدایت می شود.

۶-۵-۲-تانک تخمیر:

تانک تخمیر که به مخزن یا محفظه تخمیر یا هاضم معروف است، اساسی ترین قسمت یک دستگاه بیوگاز است. در این محفظه پس از ورود مواد اولیه و تثبیت درجه حرارت و رطوبت (عدم نفوذ آب) و عدم نفوذ هوا،

تخمیر یا تجزیه غیر هوازی به وسیله باکتری های متان زا صورت می گیرد به این ترتیب که ابتدا با کتری ها مواد آلی پیچیده با وزن ملکولی زیاد مانند پروتئین، سلولز و کربوهیدراتها را به ملکولهای ساده تری همچون اسید های آمینه، منوساکارید و اسید های چرب تبدیل می کنند. این ترکیبات نیز به نوبه خود طی مراحل بعدی به کمک این میکرو ارگانیسم های زنده به ترکیبات ساده تری شکسته می شوند و سرانجام بیوگاز با درصد قابل قبول متان تولید می شود.

نکاتی که در این تانک باید مدنظر باشد این است که این باکتری ها مزوفیل و تا حدودی گرما دوست، هستند و در دمای ۷۵ تا ۱۰۰ درجه فارنهایت می توانند زندگی کنند. بنابراین دمای مناسب مخزن تخمیر بهتر است در ۹۵ درجه فارنهایت نگه داشته شود و همچنین به خاطر حساسیت بالای باکتری های متان ساز به PH بایستی PH را در حدود ۷/۵ الی ۷/۷ نگه داشت که برای این عمل می توان میزان قلیائیت را در حدود ۱۵۰۰ تا ۷۵۰۰ میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم حفظ کرد تا ظرفیت تامپونی خوبی در مخزن ایجاد گردد.

۶-۵-۳-محفظه گاز:

این محفظه که محل تجمع گازهای ایجاد شده، در اثر تخمیر مواد است 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 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 باید جلوگیری کرد؛ بنابراین با نصب فشار سنج در این محفظه می توان فشار گاز را کنترل نمود.

۶-۵-۴-لوله خروجی:

هدف از لوله خروجی در دستگاه بیوگاز، تخلیه بیوماس از تانک تخمیر است. جنس لوله ها را می توان از نوع پلاستیکی یا بتونی انتخاب کرد.

نتیجه گیری

آمارها، گویای آن است که بزرگ ترین عامل انهدام و آلودگی محیط زیست در میان عوامل انسان ساخت، عبارت است از تولید، تبدیل و مصرف انواع انرژی، این درحالی است که نه تنها مصرف انرژی در جهان در سطح ثابتی باقی نخواهد ماند، بلکه پیش بینی ها، حاکی از افزایش مصرف آن در سال های آتی ناشی از افزایش جمعیت، میل به رفاه و افزایش تولید ناخالص سرانه در جهان که پیش بینی می شود تا سال ۲۰۲۰ به حدود متوسط ۷۰۰۰ دلار یعنی، تقریباً ۷۵ درصد بیش از سال ۱۸۹۰باشد.

پیامد مصرف این میزان انرژی، افزایش میزان انتشار دی اکسید کربن از ۵/۹ گیگا تن کربن در سال ۱۹۹۰ به ۸/۴ در ۲۰۲۰ خواهد بود. انتشار گازهای آلاینده SOX و NOX را باید به این میزان اضافه کرد. مطالعات و تجربیات نشان می دهد که دو راه حل اصلی برای تعدیل این مشکل وجود دارد:

- افزایش بازده مصرف انرژی.
- افزایش سهم انرژی های تجدید پذیر در ترکیب انرژی جهان.

یادآوری این نکته بسیار مهم است که استفاده از انرژی های تجدید پذیر در مقایسه با سوخت های فسیلی، هر چند از هزینه بهره برداری بسیار اندک برخوردار است، لکن هزینه های سرمایه گذاری بسیار بالاتر و حتی چندین برابر خواهد داشت. به عنوان نمونه، هزینه های سرمایه گذاری توربین های بادی حداقل سه برابر، نیروگاه های حرارتی خورشیدی بیش از ۸ برابر و سیستم های فتوولتائیک حدود ۱۰ برابر هزینه سرمایه گذاری توربین های گاز است. در حقیقت، همین موانع سبب شده که سهم انرژی های نو در حال حاضر کمتر از ۲ درصد و در ۲۰۲۰ حدود ۴ درصد از کل انرژی مصرفی جهان پیش بینی شود. استفاده از منابع انرژی جدید، بجای منابع فسیلی الزامی است. سیستم جدید انرژی آینده، باید متکی به تغییرات ساختاری و بنیادی باشد که در آن، منابع انرژی بدون کربن، نظیر انرژی خورشیدی و هسته ای و کربن خنثی مانند بیوماس مورد استفاده قرار می گیرند. که در حال حاضر به دلایل متعدد، نفوذ و توسعه انرژی های نو را بسیار کند و محدود ساخته است.

مراجع

[۱] -کتاب انرژیهای نو : نوشته دکتر دهقان –سال ۱۳۸۱-انتشارات اشتیاق نور

[۲] -سایت ویکی پدیا (فارسی)

[۳] -سایت سانا(سازمان انرژی‌های نو ایران) مهرنیوز

[۴] -سرویس کاران (آب گرمکن‌های خورشیدی)

[۵] -ازانرژی های نو چه می دانید؟انرژی خورشیدی،تألیف گروه مؤلفین سازمان انرژی های نو ایران، ناشر سانا،گزارش سوم.

[۶] -ازانرژی های نو چه می دانید؟انرژی باد،تألیف گروه مؤلفین سازمان انرژی های نو ایران، ناشر سانا،گزارش سوم.

[۷] -ازانرژی های نو چه می دانید؟انرژی هیدروژن و پیل سوختی،تألیف گروه مؤلفین سازمان انرژی های نو ایران، ناشر سانا،گزارش سوم.

[۸] -سایت وزارت نیرو- سازمان انرژی های نو ایران

[۹] -سایت خبری وزارت نیرو

[۱۰]-سایت سازمان انرژی اتمی