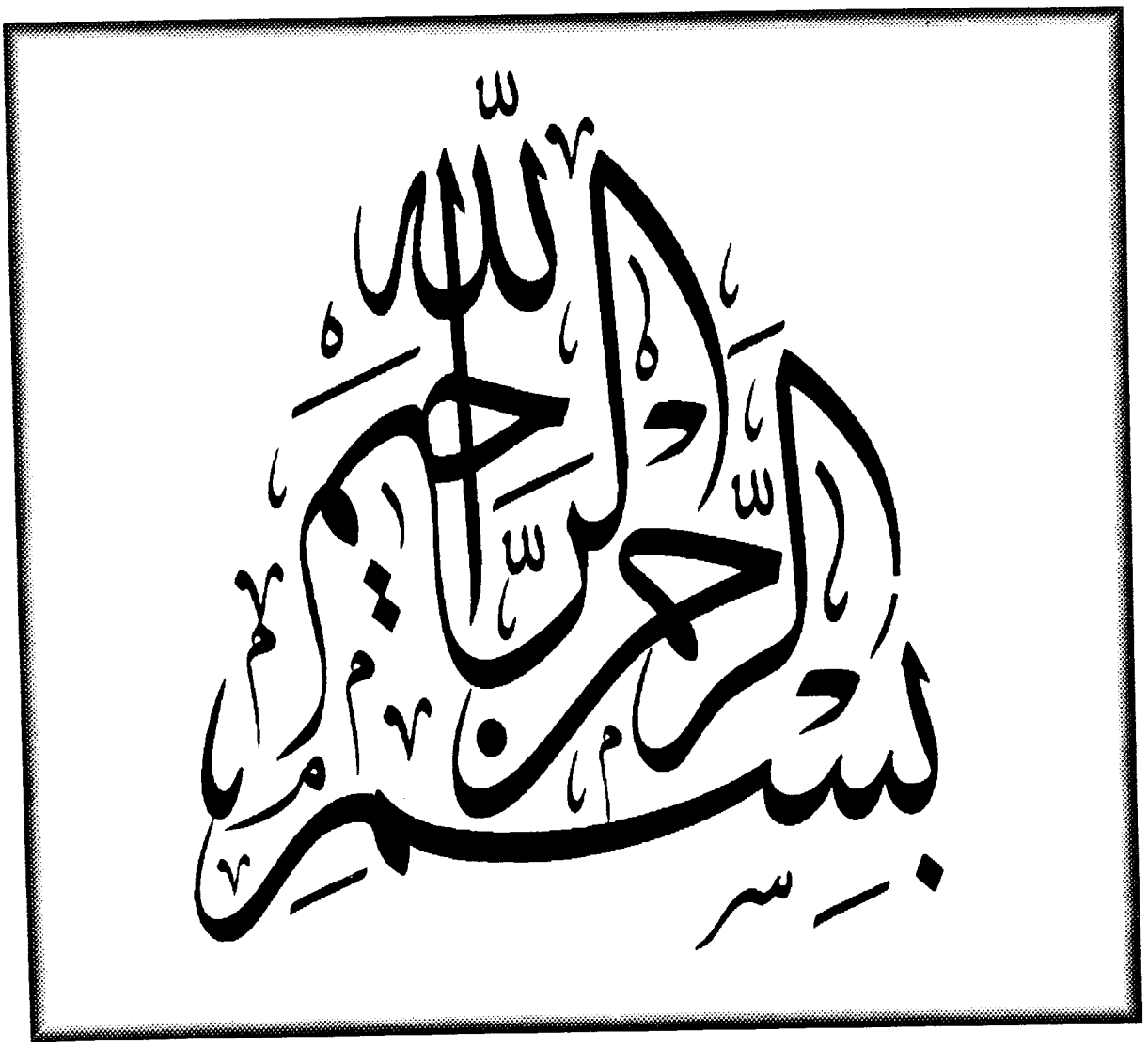
اسکن شد
تاریخ : ۸۰/۱۱/۲۴
توسط :

۹۳



تایپ و حروفچینی نگار ۲۳۱۷۷۳

۲۷۴۵۹

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تقدیم مدارک

۱۳۷۸/۱۰/۱۰

دانشگاه ارومیه

دانشگاه ارومیه

دانشکدهٔ علوم ۹۸-۲

پایان‌نامه :

جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد فیزیک

تحت عنوان :

اثرنوترون‌های حاصل ازهمجوشی DT درشرایط جوش و گداخت حجمی

استاد راهنما :

دکتر رسول خدابخش

۱۴۷۷۰

استاد مشاور :

دکتر رحیم کوهی فائق

نگارنده :

رضا قیاسی‌پور

مهر ۱۳۷۸

۲۷۴۵۶

بسم الله الرحمن الرحیم

تقدیم به :

کشور عزیزم ایران.

تقدیم به :

پدر و مادرم، آنان که پشتوانه‌ای محکم و بی‌نظیر درادامهٔ راه پرنشیب و فراز زندگی‌ام بوده‌اند.

هدف از تحقیق :

درپی مطالعات وسیعی که در زمینهٔ دستیابی به شرایط ایده‌ال برای انجام واکنش‌های همجوشی در کشورهای مختلف دنیا انجام می‌شود، و همچنین در زمینهٔ گرم نگه داشتن سیستم همجوشی از طریق واکنش‌های اولیه، تصمیم به بررسی اثرات ذرات تولید شده در واکنش همجوشی، در گرم نگه داشتن سیستم گرفتیم.

میدانیم، که در واکنش همجوشی بین هسته‌های دوتریم و تریتیوم، طبق رابطهٔ زیر یک نوترون و یک ذرهٔ آلفا و یک هستهٔ هلیم تولید می‌شود.

$$D + T \rightarrow n + {}^4He + \alpha$$

که دراین واکنش نوترون باحمل حدود ۸۰ % انرژی تولید شدهٔ در واکنش و ذرهٔ آلفا با حمل حدود ۲۰ % از این انرژی، نقش مهمی در گرم کرد وگرم نگه داشتن سیستم برای انجام واکنش‌های همجوشی بعدی می تواند داشته باشد.

برای انجام واکنش همجوشی بین دو هسته، شرایطی باید وجود داشته باشد. قبل از هر چیز دوهسته باید حداقل به اندازهٔ شعاع هسته‌هایشان (حدودفرمی) به هم نزدیک شوند. برای ایجاد چنین شرایطی باید بر پتانسیل بین دو هسته که عامل بسیار مهمی در جلوگیری از وقوع واکنش است، غلبه پیداکرد، و این کار مستلزم صرف انرژی میباشد. این انرژی در ستارگان به علت وجود نیروی گرانش به‌اندازهٔ کافی برای محصورکردن پلاسما و وقوع واکنش وجود دارد. اما در روی زمین به علت کند بودن واکنش، این کار را نمی‌توان به طور مستمر انجام داد. در واقع بعداز انجام همجوشی، به علت انبساط مادهٔ سوختنی (DT)و سردشدن پلاسما، دمای لازم برای انجام واکنش به سرعت افت پیدا می‌کند، و انجام واکنش به صورت کنترل شده، در عمل غیرممکن می نماید، و در نتیجه لازم است، برای هر نوبت همجوشی، از خارج سیستم به آن انرژی تزریق شود.

هدف از تحقیق

در این تحقیق ما می‌خواهیم، ببینیم، آیا با استفاده از این حقیقت، که بیشترین انرژی تولید شده در واکنش توسط نوترون‌ها حمل می‌شود، آیا می‌توان از این انرژی برای گرم کردن و گرم نگه داشتن سیستم (ساچمه) استفاده نمود، یانه؟

البته، اثر ذرات آلفا (که حدود ۲۰ % انرژی همجوشی را حمل می‌کنند.) و همچنین اثر تابش ترمزی که باعث خارج انرژی از سیستم می‌شود، توسط آقای حسن‌پور مورد بررسی قرار گرفته است. اما هنوز اثر ذرات نوترون بررسی نشده است، که با یاری خدا، در صدد بررسی آن در این پایان‌نامه هستیم.

قبل از هر چیز لازم می‌دانم، که‌از زحمات کلیهٔ افرادی که در انجام این کار مرا مورد لطف خود قرار دادند، تشکر کنم. از جمله آقای دکتر رسول خدابخش به عنوان استاد راهنما و آقای دکتر رحیم کوهی به عنوان استاد مشاور و همچنین از دانشجویان دورهٔ دکترا در دانشگاه فردوسی مشهد وآقای فرشاد بابازاده دانشجوی کارشناس ارشد الکترونیک، که در زمینهٔ مسایل مربوط به کامپیوتر زحمات زیادی رامتحمل شدند. به امید بهروزی و موفقیت تمام دانش پژوهان کشور.

فهرست مطالب

عنوان — صفحه

فصل اوّل : انگیزه و لزوم دستیابی و جایگزینی سوخت‌های هسته‌ای به جای سوخت‌های فسیلی

(۱-۱) لزوم دستیابی به منابع جدید انرژی ۱

(۱-۱-۱) انرژی و انسان ۱

(۱-۱-۲) لزوم توجه به مسأله انرژی ۳

(۱-۱-۲ الف) ابعاد اقتصادی انرژی ۳

(۱-۱-۲ ب) ابعاد سیاسی انرژی ۴

(۱-۱-۲ ت) انرژی و مسأله محیط زیست ۵

(۱-۲) انواع منابع انرژی ۸

(۱-۲-۱) انرژی‌های آلوده کننده و جبران نشدنی ۸

(۱-۲-۲) انرژی‌های بدون آلودگی و محدود و جبران شدنی ۱۲

(۱-۲-۴) انرژی‌های بدون آلودگی و نامحدود و جبران شدنی ۱۳

فصل دوّم : همجوشی و کلیات مربوط به آن

(۲-۱) انرژی هسته‌ای ۱۴

(۲-۲) واکنش‌های گرما هسته‌ای در پلاسما ۲۶

(۲-۲-۱) دمای اشتعال بحرانی ۲۷

(۲-۳) لزوم محصور کردن ۳۰

(۲-۴) محصور کردن مغناطیسی و چگالی پلاسما ۳۰

(۲-۵) معیار لاسون ۳۱

(۲-۶) ناپایداری‌ها و پراکنش ذرات پلاسما ۳۳

(۲-۷) عوامل مؤثر در زمان محصور کردن ۳۵

(۲-۸) دستگاههای توکامک ۳۶

(۲-۹) محصور کردن لختی ۳۸

فهرست مطالب

(۲-۱۰) واکنشگر گداز لیزری ۴۰
(۲-۱۱) جنبه‌های محیط زیست ۴۴
فصل سوم : معادلات تحلیلی پخش و کندشدگی نوترون
(۳-۱) سطح مقطع و پویش آزاد متوسط ۴۶
(۳-۲) واکنش‌های نوترونی ۴۸
(۳-۲-۱) فرمول برایت - ویگنر ۵۲
(۳-۲-۲) سطح مقطع‌ها در ناحیهٔ پیوسته ۵۳
(۳-۳) تئوری میدان‌های نوترونی ۵۵
(۳-۳-۱) فلو، دانسیته و جریان نوترون ۵۶
(۳-۳-۲) معادلهٔ کلی ترانسپورت (تراگسیل) ۵۷
(۳-۳-۳) معادله پیوستگی ۵۹
(۳-۳-۴) قانون فیک و تعبیر آن و ضریب پخش ۶۰
(۳-۴) معادلهٔ پخش ۶۴
(۳-۵) از دست دادن انرژی در برخوردهای کشسان ۶۶
(۳-۵-۱) دانسیته‌های برخورد و کند شدن ۶۸
(۳-۵-۲) کند شدن نوترون‌ها در هیدروژن ۶۹
(۳-۶) سطح مقطع‌های چند عنصر کند کننده ۷۳
(۳-۷) تابع زمانی عمل کندشدن نوترون‌ها و عمل پخش ۷۶
(۳-۷-۱) کند شدن در محیط‌های نامحدود ۷۶
(۳-۸) کند شدن نوترون‌ها در هیدروژن ۷۷
(۳-۹) معادله تابع زمانی پخش ۷۹
(۳-۹-۱) تئوری سن و معادله پخش تابع زمانی ۸۰
فصل چهارم : محاسبهٔ بیناب انرژی نوترون‌های حاصل از همجوشی هسته‌ای در ساچمه‌های سوخت DT، به روش مونت کارلو

فهرست مطالب

(۴-۱) روش‌ها تعیین بیناب انرژی نوترون ۸۴

(۴-۲) محاسبهٔ بیناب انرژی نوترون به روش مونت کارلو ۸۸

(۴-۲-۱) استقلال اعداد و یکنواختی توزیع آنها ۹۰

(۴-۴-۲) اعداد کتره‌ای با توزیع‌های مختلف ۹۱

(۴-۳) بررسی فیزیک مسأله ۹۳

(۴-۳-۱) محاسبهٔ زمان حرکت نوترون از محل تولد تا خروج از کره ۱۰۲

(۴-۳-۲) محاسبهٔ فراوانی نوترون‌ها ۱۰۳

(۴-۳-۳) محاسبهٔ میزان انرژی داده شده به ساچمه ۱۰۴

(۴-۴) شرح برنامه ۱۰۵

(۴-۴-۱) شرح برنامهٔ مربوط به $f_{(E,t)}$ ۱۰۸

(۴-۴-۲) شرح برنامه مربوط به محاسبهٔ انرژی داده شده به کره ۱۰۸

(۴-۵) محاسبات و نتایج این فصل ۱۱۰

(۴-۵-۱) محاسبهٔ انرژی داده شده به پلاسمای در حال انبساط ۱۱۸

فصل پنجم : مقایسهٔ تغییرات پارامترهای همجوشی در دو حالت، یکی با در نظر گرفتن اثر انرژی‌دهی نوترون و دیگری بدون در نظر گرفتن این اثر (بحث و نتیجه گیری)

(۵-۱) نظریه‌های مربوط به همجوشی ۱۲۴

(۵-۲) اثرات گرمادهی ذرات α در گرم نگه داشتن ساچمه ۱۲۵

(۵-۳) محاسبات تغییرات پارامترهای پلاسما در اثر منظور کردن انرژی‌دهی نوترون ۱۲۹

(۵-۴) اثرات گرمادهی نوترون‌ها در سوختن ساچمهٔ شامل سوخت DT / DD ۱۳۹

(۵-۵) نتیجه ۱۴۴

(۵-۶) پیشنهادها ۱۴۷

خلاصه (*Abstract*) ۱۴۹

فهرست منابع ۱۵۰

ضمیمه ۱۵۴

دانلود از سایت

انگیزه و لزوم دستیابی و جایگزینی سوخت‌های

هسته‌ای، به جای سوخت‌های فسیلی

(۱-۱) لزوم دستیابی به منابع جدید انرژی

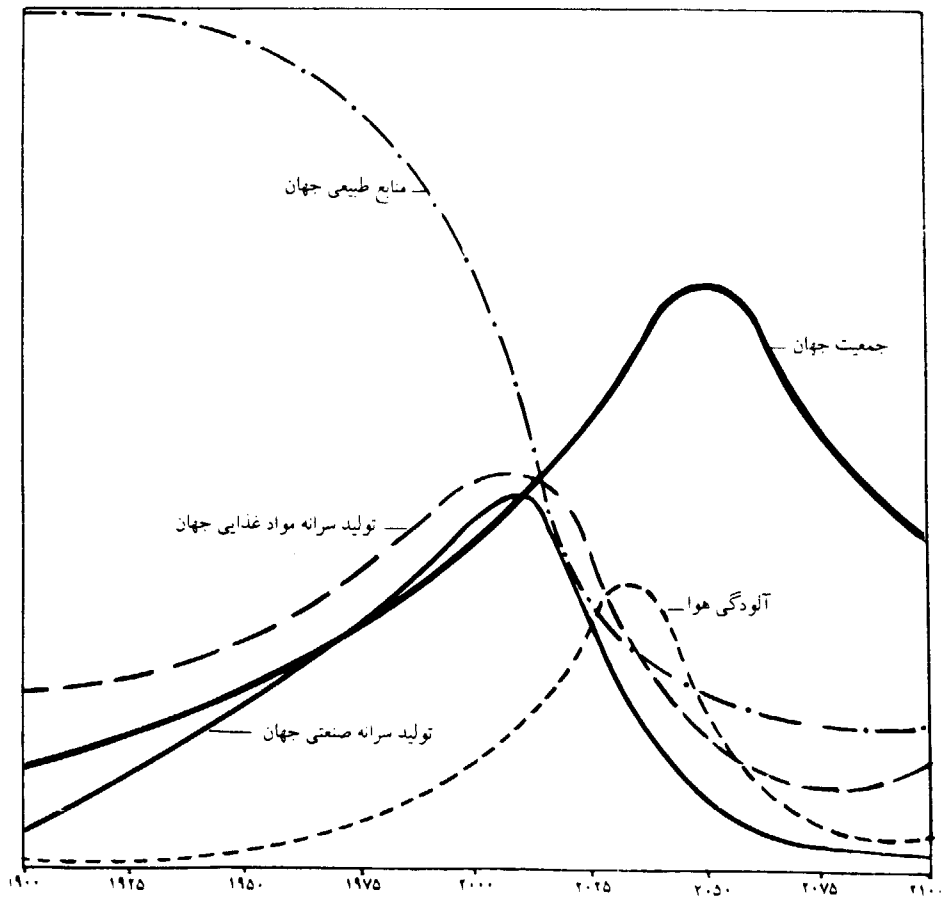
(۱-۱-۱) انسان و انرژی :

اظهار این مطلب که : انسان تنها موجودی است، که از آتش استفاده می‌کند، نکته موردنظر علم و تکنولوژی است. در حالی که حیوانات دیگر از آتش می‌ترسند، انسان از آن سود می‌جوید، و با آن خود را در مقابل حمله حیوانات وحشی حفظ می‌کند، از آن گرمی می‌گیرد، و با آن غذا می‌پزد. در بیان جامع‌تر، انسان، تنها موجودی است، که از انرژی به شکل سازنده در طول حیات خود استفاده می‌کند، و از اشکال مختلف آن سود می‌برد، تمام این انرژی‌ها را با مفهوم «آتش» می‌توان ارائه داد. بنابراین اگر بگوییم، انسان بودن انسان در گرو استفاده از آتش می‌باشد. در حقیقت به این واقعیت اشاره می‌کنیم، که زندگی بشر، وابسته به انرژی است.

انرژی چیست؟ سالیان درازی است، به این نکته آگاهیم، که اگر تزریق انرژی به سلول‌های موجود زنده را قطع کنیم، و یا از کسب انرژی آنها جلوگیری کنیم. حیات متوقف می‌شود. پس سزاوار است، که انرژی را جوهر حیات بدانیم، زیرا نه تنها قطع آن حیات را متوقف می‌کند. بلکه سبب می‌شود، که اجسام غیر زنده، نیز به حالت اولیه باقی مانده و فعل و انفعال در آنها متوقف گردد، و کلیه خواص تبدیل از آنها زایل گردد، چه با نگرش توحیدی و چه با نگرش مادیگری به جهان نگاه کنیم، به هر حال در یک اصل نمی‌توان شک کرد، آن هم اثر قاطع و تعیین کننده انرژی در حیات جهان است، لذا این اکسیر حیات که حاکمیت قطعی بر پیدایش عالم داشته و ادامه حیات را میسر نموده است، امروزه می‌رود، که مشکلات عظیمی در زندگی انسان‌ها ایجاد کند. لذا بایستی رفع این مشکل طرف توجه همه متفکران جهان قرار بگیرد.

انرژی نه تنها جوهر حیات است، بلکه رشد حیات نیز یکی از صور انرژی است که با ظرافت بسیار ارتباط حیات را برقرار می‌سازد. تبدیل ماده و انرژی و بالعکس که محصول تفکّرات و تجربیات قرن بیستم است، نشان داد که ماده هم، انرژی است، و به این طریق علم به فلسفه جهان، وحدت بخشید.

زمانی که به انرژی می‌اندیشیم، در حقیقت ابعاد بهره‌برداری از تمام منابع طبیعی در ذهن ما وارد می‌شود. حیات از انرژی نشأت گرفته و به تدریج که بشر از منابع طبیعی بیشتر و بهتر استفاده نمود، نیازش به مصرف انرژی بیشتر گردید. خورشید، این منبع پرسخاوت انرژی که انسان را گرم و روشنی او را برای فعالیت تأمین می‌کند، خوشبختانه بزرگترین امید بی‌پایان بشر است. دست توانای انرژی و مغز متفکر بشر، منابع طبیعی و از آن جمله انرژی را به طور مؤثر در خدمت گرفته است. تا آنجا که مشکل انرژی زنگ خطر را برای تمام شدن منابع طبیعی انرژی به صدا درآورد. جمعیت، تولیدات صنعتی، مواد غذایی و آلودگی هوا به سرعت در حال رشد است، در حالی که منابع طبیعی با سرعتی بیش از آن، در حال خالی شدن است نمودار زیر نشان دهندهٔ این واقعیت می‌باشد.شکل (۱-۱)



شکل (۱-۱) : وضع منابع طبیعی ـ انواع تولید سرانه مواد غذایی و صنعتی و وضع آلودگی هوا و جمعیت، چنانچه روال فعلی مصرف و تولید دههٔ ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۰، ادامه یابد. /۱/

رشد روزافزون جمعیت جهان در قرن بیستم و افزایش سریع مصرف انرژی سرانه، که با زندگی مصرفی همگام شده‌اند، در حال حاضر از علل اساسی، مشکل انرژی به شمار می‌روند. این مسأله تنها در حوزه علم و تکنولوژی مطرح نشده است، بلکه عمیقاً روش‌های زندگی نو. اقتصاد و روابط بین الملل، همچنین مسایل معنوی، چون سعادت بشر را تحت تأثیر قرار داده‌اند. این موضوع که انرژی باید آسان و با قیمت نازل به دست آید، عقیده‌ای قدیمی است، که باید کنار گذاشته شود، و با نگرشی جدید جایگزین گردد. در حقیقت منابع جدید انرژی، باید توسعه یابند، که تحقق این امر خود، مستلزم تکنولوژی پیشرفته و تحقیقات دراز مدت گروهی دانشمندان و مهندسان است.

(۱-۱-۲) لزوم توجه به مسأله انرژی

امروزه، شاید بتوان گفت، حدود شصت درصد انرژی جامعه اروپایی از نفت به دست می‌آید، و صرفنظر از هر گونه مسایل سیاسی و اقتصادی، به مرور نفت موجود، تمام خواهد شد. حال جای این سؤال پیش می‌آید، که چه چیزی باید جای نفت را بگیرد؟

قبل از اینکه به این سؤال جواب دهیم، برخی از مشکلاتی را که مصرف انرژی در ابعاد اقتصادی، سیاسی و محیط زیست به وجود می‌آورد بررسی می‌کنیم.

(۱-۱-۲- الف) ابعاد اقتصادی انرژی

برای آنکه، اهمیّت انرژی از بُعد اقتصادی روشن شود. سال‌های ۱۹۷۹ - ۱۹۹۰، را بررسی می‌کنیم. در این سال‌ها در مصرف انرژی جهان، سهم نفت، ۴ درصد و گاز طبیعی ۲۰ درصد و زغال سنگ ۳۲ درصد و سوخت هسته‌ای و برق آبی، ۳ درصد بوده است. /۱/

وابسته بودن قیمت نفت به مسایل سیاسی یکی از مشکلات کشورهای جهان می‌باشد. هزینه‌های پالایشگاهها، کشتیرانی، خطوط لوله، تانکرها و درآمد توزیع کنندگان نیز بایستی به حجم فعالیت‌های اقتصادی انرژی اضافه گردد.

گاز طبیعی نیز حدود ۲۰ درصد انرژی بشر را تأمین می‌کند. و مشکل اصلی این انرژی حمل و نقل آن است که نیاز به لوله‌کشی و تأسیسات مایع سازی دارد. مشکلات مربوط به حفر، پالایش و استخراج را نیز باید در نظر گرفت، وجود این مشکلات، لزوم توجه به منابع ارزان‌تر و مطمئن‌تر انرژی را اجتناب‌ناپذیر می‌کند.

(۱-۱-۲- ب) ابعاد سیاسی انرژی

هفت خواهر نفتی که عبارتند از اکسون با ۱۴/۷ درصد سهام نفت جهان، شل با ۱۲/۹ درصد، بی‌پی با ۱۱/۱ درصد، تکزاکو با ۹/۶ درصد، گلف با ۸/۱ درصد، سوکال با ۷/۹ درصد و موبایل با ۵/۷ درصد، حدود ۷۰ درصد نفت جهان را در اختیار دارند، و کنترل تمام صنایع در انحصار این شرکت‌ها می‌باشد، و در بسیاری از صنایع دیگر مانند پتروشیمی، معادن زغال سنگ به نحوی سرمایه گذاری کرده‌اند، که کنترل بین المللی آنها را در دست دارند دو غول بزرگ از این هفت خواهر یعنی اکسون و شل هستند، که اکسون در زمینه مسایل فنی وضع ممتازی دارد، و شل در زمینه سیاسی شهرتی بسیار، بسیاری از تحولات سیاسی جهان مانند انقلاب عراق، حرکت‌های جدایی خواهانه اسکاتلند، جنگ داخلی در نیجریه، کودتای ۲۸ مرداد ۱۳۲۰ ایران و بسیاری از تحولات سیاسی توسط شرکت‌های نفتی طراحی شده‌اند./۱/

نفت در تولید انرژی کشورهای بازار مشترک از ۶۱/۴ درصد در سال ۱۹۷۶ به ۴۱ درصد در سال ۱۹۸۵ رسیده است. /۱/ با تمام بررسی‌های به عمل آمده در مورد استفاده از نفت در تولید انرژی کشورهای مختلف می‌توان به این نتیجه رسید که از یک سو بجز در برخی کشورها، زغال سنگ بیشتر از میزان کنونی استخراج نخواهد شد. به خصوص که خطرات ایجاد آلودگی زغال سنگ خود فراوان است، از سوی دیگر سایر منابع انرژی مانند : رودخانه‌ها و سدها، جوابگوی مصارف صنعتی نیستند، در عین حال که تا حد امکان باید به کار گرفته شوند.

در کل راههای زیادی برای ایستادگی در برابر فشارهای سیاسی و اقتصادی حکومت‌ها وجود

دارد، یکی از این راهها، صرفه‌جویی در مصرف انرژی است. در جامعه کنونی ریخت و پاش بیش از اندازه وجود دارد، که می‌توان از آنها صرف نظر کرد. در هر حال شاید بتوان با اتخاذ تدابیری موقتی، ماشین اقتصادمان را سالی خنک کنیم و حاصل صرفه جویی را سال دیگری در آن تزریق نماییم، ولی رشد سریع مصرف انرژی، آیندهٔ روشنی را در اقتصاد به ما نشان نمی‌دهد. و در کل اگر بخواهیم مردم کشورهای عقب مانده از گرسنگی نمیرند و حداقلِ قابل قبولی برای تغذیه دریافت نمایند. باید صنعت تولید انرژی را هر چه بیشتر توسعه دهیم، زیرا برای فراهم نمودن هر کالری غذا که می‌خوریم، به چند کالری انرژی نیاز داریم.

(۱-۱-۲- ت) انرژی و مسأله محیط زیست

آلودگی هوا مشکل بزرگ قرن ماست، هرقدر کشورها پیشرفته‌تر باشند، از این مصیبت بیشتر رنج می‌برند، و شاید این یگانه تنبیهی است، که طبیعت در مقابل مصرف زیاد انرژی به کشورهای پیشرفته تحمیل کرده، تا آنهارا به روش غلط استفاده از انرژی آگاه کند. زیاد شدن CO_2 موجب جلوگیری از بازتاب نور خورشیدی می‌شود، و در نتیجه حرارتی که باید به فضا برگردد، در زمین مانده و به نوبه خود موجب گرم شدن منطقه آلوده به CO_2 می‌گردد، وجود اکسیدهای گوگرد و ازت در هوا، هوای مناطق صنعتی را به مرز مسموم کننده‌ای می‌رساند و بشر ناچار است، تدبیری برای آن بیندیشد مسلما" همان طور که عامل درد تکنولوژی است، درمان هم دردست تکنولوژی است. اولین مشکل فنی بهره برداری از انرژی، موضوع بازده وسایل مصرف کننده انرژی است. در کشورهای پیشرفته آمار *IEEE* (سازمان جهانی مهندسین برق و الکترونیک) که در مارس ۱۹۸۱ منتشر شد، بازده انرژی اخیرا" به ۵۵ درصد رسیده و ۴۵ درصد آن به هدر می‌رود، از ۵۵ درصد انرژی مفید، ۲/۵ درصد صرف روشنایی، ۱۹ درصد برای تولید قدرت مکانیکی و ۳۳/۵ درصد، برای تأمین حرارت به کار گرفته می‌شود. /۵/

درکشورهای جهان سوّم و کشورهای عقب مانده، این بازده مسلماً کمتر است، لذا در شرایط فعلی به جرأت می‌توان گفت که متجاوز از نیمی از انرژی که بشر با استخراج منابع ارزشمند خود مانند نفت و گاز و اورانیوم به دست می‌آورد، به صورت تلفات حرارتی صرف گرم کردن کره زمین می‌شود.

به طوری که ذکر شد، بیش از ۵۰ درصد انرژی به صورت حرارت به محیط اطراف پراکنده می‌شود، علاوه بر آن از سوختن زغال سنگ، مقادیری خاکستر به جا می‌ماند، و برای تولید الکتریسته توسط توربین بخار مقادیر قابل ملاحظه‌ای آب بخار می‌شود (حدود سه لیتر برای تولید هر کیلووات ساعت برق) مسأله این است که اولاً این ضایعات در ارقام بزرگتر چه صدمه‌ای به زندگی بشر می‌زند، و ثانیاً آیا از آنها، می‌توان استفاده مفید کرد یا نه؟

حرارتی که فعلاً بشر از راه سوخت‌ها به طبیعت می‌دهد، حدود $\frac{۱}{۵۰۰۰}$ حرارتی است، که زمین از خورشید دریافت می‌کند، ولی اگر این رقم با رشد جمعیت و زیاد شدن مصرف به $\frac{۱}{۱۰۰}$ انرژی زمین از خورشید برسد. تغییرات اساسی در آب و هوای کره زمین به وجود خواهد آورد، و چون این حرارت منطقه‌ای است، و به طور مساوی در سطح کره زمین بخش نمی‌شود، لذا بسیار محتمل است، که سرزمین‌های سبز و خرم به بیابان‌های لم یزرع و مناطق خشک تبدیل می‌گردد. [۱]

الف) گازهای گلخانه‌ای

اگرچه جایگزین کردن گاز طبیعی گسیل CO_2 را به مقدار زیاد نسبت به سوزاندن زغال سنگ و به نسبت تا حدودی کمتر از نفت کاهش می‌دهد، ولی گاز متان CH_4 گسیل شده از گاز طبیعی که ماده اصلی تشکیل دهندهٔ آن می‌باشد، به مراتب بیشتر است. [۲]

سوخت‌های فسیلی علاوه بر اکسید نیتروژن N_2O، اکسیدهای نیتروژن NO_x و مونواکسید کربن CO تولید می‌کند، اگرچه این گازها خود گاز گلخانه‌ای نیستند، ولی در انجام واکنش‌های