

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده فنی مهندسی
گروه مهندسی شیمی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته ی مهندسی شیمی
گرایش طراحی فرآیندها

عنوان پایان نامه:

**مطالعه ی آزمایشگاهی و مدل سازی CFD بهبود انتقال حرارت سیستم
فتوولتائیک / گرمایی خورشیدی**

استاد راهنما:

دکتر مسعود رحیمی

نگارش:

سیده لیلا ابراهیمی

شهریور ۱۳۹۰

این پایان نامه با حمایت و پشتیبانی
شرکت گاز استان کرمانشاه اجرا شده است.

نمی توانم معنایی بالاتر از تقدیر و تشکر بر زبانم جاری سازم و

سپاس خود را در وصف استاد خویش آشکار نمایم،

که هر چه گویم و سراپم ، کم گفته ام.

تقدیم به پدر بزرگوار و مادر مهربانم

آن دو فرشته ای که از خواسته هایشان گذشتند، سختی ها را به جان خریدند و خود را سپر بلای مشکلات و ناملایمات کردند تا من به جایگاهی که اکنون در آن ایستاده ام برسم

تقدیم به برادرانم

که در طول انجام این پایان نامه متحمل زحماتم بودند و تکیه گاه من در مواجهه با مشکلات، وجودشان همواره مایه دلگرمی من است

تقدیم به خواهرم

که وجودش شادی بخش و صفایش مایه آرامش من است.

چکیده:

پنل های خورشیدی بخش کمی از تشعشع خورشید را به الکتریسیته تبدیل می کنند، مابقی آن به گرما تبدیل شده و دمای پنل را افزایش می دهد. افزایش دمای سلول فتوولتائیک بازده آن را کاهش می دهد. با استخراج گرما توسط یک سیال در سیستم های فتوولتائیک /گرمایی خورشیدی می توان دمای ماژول را تا حدی کاهش داد و از افت بازده جلوگیری نمود. به علاوه می توان از سیال گرم شده برای مصارف دیگر استفاده کرد و به این طریق با تولید همزمان الکتریسیته و گرما، خروجی انرژی سیستم را افزایش داد.

در این پایان نامه برای کاهش دمای ماژول فتوولتائیک و افزایش بازده آن، یک واحد گرمایی با سیال عامل هوا، ساختار ماریپچ و سطح مقطع مستطیلی طراحی و ساخته می شود. واحد گرمایی در پشت پنل PV نصب می شود و سیستم فتوولتائیک /گرمایی را به وجود می آورد، سپس عملکرد آن توسط پارامترهای مختلف ارزیابی می شود. سیستم فوق، توسط دو نوع barrier بهینه می شود. عملکرد سیستم های حاصل بر اساس نتایج تجربی مقایسه می گردد، سیستم ترکیبی که با barrier نوع دوم کار می کند بهترین عملکرد را دارد. از نتایج CFD برای تفسیر نتایج آزمایشگاهی استفاده می شود. بر اساس نتایج مدل سازی در مورد نقش ماریپچ کردن کانال و نصب barrier در افزایش نرخ انتقال حرارت بحث می شود و تاثیر متفاوت دو barrier روی الگوی جریان بررسی می گردد.

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: انرژی خورشیدی و راههای استفاده از آن

۲	۱-۱- نیاز به منابع پایدار و پاک انرژی.....
۳	۱-۱-۱- محدودیت سوخت های فسیلی.....
۳	۱-۱-۲- اثرات زیست محیطی سوخت های فسیلی.....
۴	۱-۱-۳- امنیت انرژی و پتانسیل برای کشمکش.....
۵	۲-۱- انرژی پایای خورشید.....
۶	۱-۲-۱- انرژی خورشید: فواید.....
۷	۳-۱- راه های استفاده از انرژی خورشید.....
۸	۴-۱- تکنولوژی فتوولتائیک.....
۱۰	۱-۴-۱- مزایا و معایب استفاده از سیستم فتوولتائیک.....
۱۱	۲-۴-۱- موارد کاربرد سیستم فتوولتائیک.....
۱۱	۳-۴-۱- اندازه گیری توان بیشینه.....
۱۲	۴-۴-۱- پارامترهای موثر روی بازده ماژول فتوولتائیک.....
۱۲	۵-۱- تکنولوژی گرمایش خورشیدی.....
۱۳	۱-۵-۱- کلکتور گرمایی خورشیدی.....
۱۵	۲-۵-۱- انواع کلکتورهای خورشیدی.....

فصل دوم: سیستم ترکیبی فتوولتائیک / گرمایی خورشیدی

۱۸	۱-۲- خصوصیات مهم سیستم ترکیبی فتوولتائیک/گرمایی.....
۱۹	۲-۲- انواع مختلف سیستم ترکیبی فتوولتائیک/گرمایی.....
۱۹	۱-۲-۲- کلکتورهای PV/T مایع.....
۲۰	۲-۲-۲- کلکتورهای PV/T هوا.....
۲۲	۳-۲-۲- فتوولتائیک هوادهی شده با بازیافت گرما.....
۲۲	۴-۲-۲- فتوولتائیک /گرمایی متمرکز کننده.....
۲۲	۳-۲-۳- مقایسه کلکتورهای PV/T مایع با کلکتورهای PV/T هوا.....

۴-۲- عوامل موثر بر بازده کلکتورهای ترکیبی هوا..... ۲۳

۵-۲- سیستم های فتوولتائیک/گرمایی شیشه دار و بدون شیشه..... ۲۳

فصل سوم: پیشینه موضوع و مروری بر مقالات

۱-۳- پیشینه موضوع..... ۲۶

۲-۳- کار انجام شده در این پایان نامه..... ۵۴

فصل چهارم: دینامیک سیالات محاسباتی

۱-۴- امتیازات یک محاسبه تئوری..... ۵۷

۱-۱-۴- هزینه کم..... ۵۷

۲-۱-۴- سرعت..... ۵۷

۳-۱-۴- اطلاعات کامل..... ۵۷

۴-۱-۴- توانایی شبیه سازی شرایط واقعی..... ۵۸

۵-۱-۴- توانایی شبیه سازی شرایط ایده آل..... ۵۸

۲-۴- نارسایی های محاسبه تئوری..... ۵۸

۳-۴- انتخاب روش تحلیل..... ۵۹

۴-۴- *CFD* چیست؟..... ۵۹

۵-۴- یک برنامه ی *CFD* چگونه کار می کند؟..... ۶۱

۱-۵-۴- روش حجم محدود..... ۶۱

۲-۵-۴- سازگاری و پایداری..... ۶۲

۶-۴- بررسی خطاهای موجود در روش *CFD*..... ۶۳

۱-۶-۴- خطای رایانه..... ۶۳

۲-۶-۴- خطای گسسته سازی..... ۶۴

۳-۶-۴- خطای مدل سازی..... ۶۴

۴-۶-۴- خطای همگرایی..... ۶۴

۷-۴- قسمت های اصلی کدهای *CFD*..... ۶۵

۱-۷-۴- پیش تحلیل گر..... ۶۵

۲-۷-۴- حل کننده..... ۶۵

۳-۷-۴- تحلیل گر نهایی..... ۶۶

۸-۴- آشنایی کلی با نرم افزار *FLUENT* و قابلیت های آن..... ۶۷

۶۷	۱-۸-۴- قابلیت های برنامه.....
۶۸	۹-۴- دید کلی از نرم افزار <i>FLUENT</i>
۶۹	۱۰-۴- مراحل حل مساله توسط <i>CFD</i>
۶۹	۱-۱۰-۴- مدل سازی هندسی.....
۶۹	۲-۱۰-۴- تولید شبکه مناسب.....
۷۰	۳-۱۰-۴- انتخاب معادلات مناسب جهت حل.....
۷۰	۴-۱۰-۴- تعریف شرایط مرزی.....
۷۰	۵-۱۰-۴- گسسته سازی معادلات حل.....
۷۰	۶-۱۰-۴- اجرای برنامه.....
۷۰	۷-۱۰-۴- نتایج آماری و نموداری.....
۷۱	۱۱-۴- معادلات حاکم بر حرکت سیال و پدیده های انتقال.....
۷۲	۱-۱۱-۴- بقای جرم در سه بعد.....
۷۴	۲-۱۱-۴- نرخهای تغییر با دنبال کردن یک قطعه سیال و برای یک جزء سیال.....
۷۶	۱۲-۴- معادلات اندازه حرکت در سه بعد.....
۷۹	۱۳-۴- معادلات ناویر - استوکس برای سیال نیوتنی.....

فصل پنجم: آزمایشات

۸۳	۱-۵- ساخت دستگاه.....
۸۳	۱-۱-۵- مازول فتوولتائیک.....
۸۷	۲-۱-۵- واحد گرمایی یک.....
۹۰	۳-۱-۵- واحد گرمایی دو.....
۹۱	۴-۱-۵- واحد گرمایی سه.....
۹۲	۵-۱-۵- سیستم فتوولتائیک/گرمایی.....
۹۳	۲-۵- آزمایش.....
۹۴	۳-۵- نتایج.....
۹۴	۴-۵- بازده الکتریکی.....
۹۷	۵-۵- عدد رینولدز.....
۹۹	۶-۵- بازده گرمایی.....
۱۰۱	۷-۵- عدد ناسلت.....

۱۰۳.....۸-۵- افت فشار و ضریب اصطکاک.....

۱۰۶.....۹-۵- عملکرد گرمایی-هیدرولیکی.....

فصل ششم: مدل سازی CFD

۱۰۹.....۱-۶- هدف.....

۱۰۹.....۲-۶- مدل سازی.....

۱۱۵.....۳-۶- نتایج.....

فصل هفتم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۱۳۰.....۱-۷- نتیجه گیری.....

۱۳۱.....۲-۷- پیشنهادات.....

۱۳۲.....مراجع.....

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱ غلظت CO ₂ بر حسب ppm	۴
شکل ۱-۲ نوسانات قیمت یک بشکه نفت	۵
شکل ۱-۳ سلول خورشیدی	۸
شکل ۱-۴ ماژول خورشیدی	۸
شکل ۱-۵ تکنولوژی های مختلف فتوولتائیک	۹
شکل ۱-۶ نمودار ولتاژ-جریان در شدت های تشعشع مختلف	۱۲
شکل ۱-۷ ورق سیاه	۱۴
شکل ۱-۸ طرح ساده یک کلکتور حرارتی	۱۴
شکل ۱-۹ کلکتور هوا	۱۴
شکل ۱-۱۰ کلکتور آب	۱۴
شکل ۱-۱۱ کلکتور تخت	۱۵
شکل ۱-۱۲ کلکتورهای سهموی	۱۵
شکل ۱-۱۳ کلکتور تحت خلا	۱۵
شکل ۲-۱ کلکتور ترکیبی فتوولتائیک/گرمایی	۱۷
شکل ۲-۲ برش عرضی چند کلکتور فتوولتائیک/گرمایی با سیال خنک کن آب	۲۰
شکل ۲-۳ برش طولی چند کلکتور فتوولتائیک/گرمایی با سیال خنک کن هوا	۲۱
شکل ۳-۱ نمایی از کلکتور فتوولتائیک گرمایی دو گذر	۲۷
شکل ۳-۲ کلکتورهای بررسی شده توسط Hegazy	۲۷
شکل ۳-۳ بهبود استخراج گرما در کانال هوای سیستم PV/T air با (a) بهینه سازی از طریق زبر کردن دیواره کانال مقابل با شیارها (b) گذاشتن ورقه های موج دار و (c) قرار دادن لوله در کانال هوا	۲۸
شکل ۳-۴ برش عرضی از سیستم تست شده با عناصر fin-plate	۳۰
شکل ۳-۵ برش عرضی سیستم تست شده با لوله های استوانه ای فلزی	۳۰
شکل ۳-۶ برش عرضی سیستم تست شده با ورق فلزی مسطح در وسط کانال هوا	۳۰
شکل ۳-۷ نمایی از آرایش قطعات صفحه ای در خط به همراه ابعاد اصلی آن	۳۱
شکل ۳-۸ اثر نسبت فضای بین قطعات I _w /l روی عدد ناسلت	۳۲
شکل ۳-۹ اثر نسبت فضای بین قطعات I _w /l روی توان پمپ	۳۲
شکل ۳-۱۰ double-pass PV/T air heater با CPC و پره	۳۲
شکل ۳-۱۱ set up آزمایشگاهی بررسی شده توسط He et al.	۳۳
شکل ۳-۱۲ نمودار بازده گرمایی به دست آمده از آزمایش توسط He et al.	۳۳

- شکل ۳-۱۳ نمایی از سیستم ترکیبی bifacial (کلکتور با آب پر شده است)..... ۳۴
- شکل ۳-۱۴ تصویری از مجموعه صفحات بازتاب کننده..... ۳۴
- شکل ۳-۱۵ برش عرضی (a) سیستم PV/T air (i unglazed PV/T با ii tedlar بدون b tedlar) سیستم PV/T ۳۴
- شکل ۳-۱۶ حالات مختلف سیستم PV/T/dual که برای تعیین آرایش بهینه مبدل های حرارتی آب و هوا توسط Tripanagnostopoulos استفاده شدند..... ۳۵
- شکل ۳-۱۷ برش عرضی سیستم های بهبود یافته dual PV/T مطالعه شده توسط Tripanagnostopoulos با (a) بهینه سازی ورقه فلزی نازک (b) بهینه سازی نصب پره ها در دیواره مقابل PV (c) ترکیب ورقه با دنده ها در دیواره مقابل PV..... ۳۵
- شکل ۳-۱۸ دو بهینه سازی کم هزینه بررسی شده توسط Tonui and Tripanagnostopoul..... ۳۶
- شکل ۳-۱۹ ساختار سیستم ترکیبی مورد بررسی توسط Erdil et al..... ۳۷
- شکل ۳-۲۰ شمای سیستم ترکیبی PV/T air به کار رفته توسط Joshi et al..... ۳۸
- شکل ۳-۲۱ عکس سیستم ترکیبی PV/T air به کار رفته توسط Joshi et al..... ۳۸
- شکل ۳-۲۲ (a) برش عرضی کلکتور ترکیبی glass-to-tedlar PV/T air (b) برش عرضی کلکتور ترکیبی glass-to-glass PV/T air..... ۳۹
- شکل ۳-۲۳ تصویری از سیستم PV/T solar air heater و set up درون ساختمان..... ۴۰
- شکل ۳-۲۴ نمایی از برش طولی کلکتور PV/T air مدل شده توسط Dubey et al. (a) ماژول glass-to-glass PV (b) ماژول glass-to-tedlar PV..... ۴۰
- شکل ۳-۲۵ طرح کلکتور جاذب spiral flow..... ۴۱
- شکل ۳-۲۶ نمایی از کلکتور جاذب spiral flow..... ۴۱
- شکل ۳-۲۷ طرح کلکتور single pass rectangular tunnel absorber..... ۴۱
- شکل ۳-۲۸ پنل خورشیدی زیر halogen lamps simulator..... ۴۱
- شکل ۳-۲۹ برش عرضی کلکتور PV/T با شیارهای V شکل..... ۴۲
- شکل ۳-۳۰ (a) نمایی از برش عرضی کلکتور PV/T air بررسی شده توسط Shamsavar and Ameri (b) عکس set up آزمایشگاهی PV/T air..... ۴۳
- شکل ۳-۳۱ شمایی از سیستم PV/T با صفحات مورب تک ردیفی..... ۴۳
- شکل ۳-۳۲ (a) اثر زاویه ی کج شدگی (γ) روی عدد ناسلت (Nu) و (b) اثر زاویه ی کج شدگی (γ) روی ضریب اصطکاک (f) برای مقادیر مختلف عدد رینولدز (Re) در شدت تشعشع 750 W/m^2 ۴۴
- شکل ۳-۳۳ اثر نسبت فاصله بین صفحات (L_w/L_{PI}) روی مقادیر Nu در Re های مختلف..... ۴۴
- شکل ۳-۳۴ اثر نسبت فاصله بین صفحات (L_w/L_{PI}) روی ضریب اصطکاک (f)..... ۴۵
- شکل ۳-۳۵ (a) نمایی از برش عرضی PV/T air heater دو گذر با پره (b) نمایی از برش عرضی PV/T air heater دو گذر بدون پره..... ۴۶
- شکل ۳-۳۶ (a) شمایی مفهومی از سیستم BIPV/T (b) جزئیات نشان دهنده ی اتصالات PV و مسیره های جریان هوا حول قاب پائینی ماژول PV و به درون کلکتور transpired..... ۴۷
- شکل ۳-۳۷ (a) سیستم PV/T با ۱۶ کلکتور (b) شبکه لوله کشی ۱۶ کلکتور PV/T..... ۴۸

- شکل ۳- ۳۸ (a) شکلی از سلول خورشیدی گرمایی میکروکانال (b) الگوی جریان هوا در المان سطح bdx برای سلول خورشیدی گرمایی میکروکانال..... ۴۹
- شکل ۳- ۳۹ ماژول فتوولتائیک گرمایی میکروکانال (نه ردیف که به صورت موازی به هم وصل شده اند و هر کدام متشکل از چهار سلول سری هستند)..... ۴۹
- شکل ۳- ۴۰ تصویر تجهیزات آزمایشگاهی He et al..... ۵۱
- شکل ۳- ۴۱ برش عرضی کلکتور PV/T بررسی شده توسط He et al..... ۵۱
- شکل ۳- ۴۲ نتایج آزمایش یک روز کامل با هوای آفتابی (a) تغییرات روزانه دمای آب تانک سیستم PV/T و سیستم کلکتور حرارتی ساده به همراه دمای محیط و شدت تشعشع (b) تغییرات روزانه بازده الکتریکی سیستم PV/T و صفحه PV معمولی و شدت تشعشع..... ۵۱
- شکل ۳- ۴۳ شمائی از آرایش در خط درون کانال..... ۵۲
- شکل ۳- ۴۴ شمائی از آرایش قطعات مورب در کانال..... ۵۳
- شکل ۳- ۴۵ شمائی از آرایش انحراف مکان سلول درون کانال..... ۵۳
- شکل ۳- ۴۶ بازده الکتریکی به صورت تابعی از دمای PV..... ۵۴
- شکل ۴- ۱ (A) مدل واقعی (B) مدل طراحی..... ۶۴
- شکل ۴- ۲ جزء سیال برای قوانین بقا..... ۷۱
- شکل ۴- ۳ جریانهای حجم ورودی و خروجی از جزء سیال..... ۷۳
- شکل ۴- ۴ مولفه های تنش روی سطوح جزء سیال..... ۷۷
- شکل ۴- ۵ مولفه های تنش در امتداد x ۷۷
- شکل ۵- ۱ ماژول فتوولتائیک..... ۸۳
- شکل ۵- ۲ پشت ماژول، جعبه ی خروجی الکتریسیته، ترموکوپل های نصب شده..... ۸۳
- شکل ۵- ۳ نمودار ولتاژ بر حسب جریان در یک پنل خورشیدی..... ۸۴
- شکل ۵- ۴ رسم مستطیل با بیش ترین سطح در زیر نمودار ولتاژ - جریان، سطح مستطیل برابر است با توان ماکسیمم..... ۸۴
- شکل ۵- ۵ رئوستا و مولتی مترهای دیجیتالی..... ۸۵
- شکل ۵- ۶ مدار الکتریکی ایجاد شده توسط پنل، رئوستا و مولتی مترها..... ۸۵
- شکل ۵- ۷ Solar Power Meter به گونه ای قرار داده می شود که تشعشع تابشی بر سطح پنل را اندازه بگیرد..... ۸۵
- شکل ۵- ۸ دستگاه Data logger مقادیر دما را نشان می دهد..... ۸۵
- شکل ۵- ۹ نما از بالای واحد گرمایی، مسیر حرکت هوا، عرض هر کانال و نحوه ی ارتباط کانال ها با یکدیگر... ۸۶
- شکل ۵- ۱۰ فاصله ی کانال ها از هر لبه و مسیر ورود و خروج هوا..... ۸۷
- شکل ۵- ۱۱ کانال مارپیچ پر شده با پرکننده اسفنجی و درزگیر..... ۸۹
- شکل ۵- ۱۲ کمپرسورهای تامین کننده هوا..... ۸۹
- شکل ۵- ۱۳ barrier نوع اول به شکل منشور مثلثی که روی ورق MDF نصب شده است..... ۹۰

- شکل ۵-۱۴ افزایش شیب barrier در جهت حرکت سیال..... ۹۰
- شکل ۵-۱۵ کانال مارپیچ به همراه barrier نوع اول..... ۹۱
- شکل ۵-۱۶ barrier نوع دوم..... ۹۱
- شکل ۵-۱۷ افزایش شیب barrier در جهت حرکت هوا..... ۹۱
- شکل ۵-۱۸ کانال مارپیچ به همراه barrier نوع دوم..... ۹۲
- شکل ۵-۱۹ سیستم PV/T مورد بررسی نصب شده روی قاب آلومینیومی..... ۹۲
- شکل ۵-۲۰ نمودار P-V برای تعیین توان ماکسیمم مربوط به واحد گرمایی بدون barrier و دبی $5 \text{ m}^3/\text{h}$ ۹۴
- شکل ۵-۲۱ بازده الکتریکی پنل خورشیدی در مقابل دمای آن..... ۹۵
- شکل ۵-۲۲ نمودار بازده الکتریکی در مقابل دبی هوا، سیستم های مختلف..... ۹۶
- شکل ۵-۲۳ نمودار بازده الکتریکی-عدد رینولدز برای سه واحد گرمایی..... ۹۸
- شکل ۵-۲۴ بازده گرمایی بر حسب عدد رینولدز..... ۱۰۰
- شکل ۵-۲۵ عدد ناسلت بر حسب رینولدز برای واحدهای گرمایی مختلف..... ۱۰۲
- شکل ۵-۲۶ نسبت عدد ناسلت در رینولدزهای مختلف برای سیستم های دو و سه..... ۱۰۳
- شکل ۵-۲۷ افت فشار در مقابل جریان برای واحدهای مختلف..... ۱۰۴
- شکل ۵-۲۸ ضریب اصطکاک در رینولدزهای مختلف برای سه واحد گرمایی..... ۱۰۶
- شکل ۵-۲۹ عملکرد گرمایی-هیدرولیکی در رینولدزهای مختلف برای خنک کن های مجهز به barrier..... ۱۰۷
- شکل ۶-۱ نمای بالای مش بندی واحد مارپیچ بدون barrier (کل واحد)..... ۱۱۰
- شکل ۶-۲ نمای بالای مش بندی واحد گرمایی متداول (کل واحد)..... ۱۱۱
- شکل ۶-۳ نمای بالای مش بندی واحد گرمایی با barrier یک (a) کل واحد (b) کانال یک و دو (c) یکی از barrier های کانال یک..... ۱۱۱
- شکل ۶-۴ نمای بالای مش بندی واحد گرمایی با barrier نوع دوم (a) کل واحد (b) کانال یک و دو (c,d) یکی از barrier های کانال یک..... ۱۱۳
- شکل ۶-۵ بردار سرعت واحد گرمایی بدون barrier (کل واحد) رنگ شده با اندازه ی بردار سرعت..... ۱۱۵
- شکل ۶-۶ بردار سرعت واحد گرمایی متداول (کل واحد) رنگ شده با اندازه ی بردار سرعت..... ۱۱۶
- شکل ۶-۷ بردار سرعت واحد گرمایی با barrier نوع اول (کل واحد) رنگ شده با اندازه ی بردار سرعت..... ۱۱۶
- شکل ۶-۸ بردار سرعت واحد گرمایی با barrier نوع دوم (کل واحد) رنگ شده با اندازه ی بردار سرعت..... ۱۱۷
- شکل ۶-۹ (a) شبکه و (b) بردار سرعت روی صفحه ی عمود بر وسط کانال چهارم، در اطراف barrier شماره ی دو آن، سیستم بهبود یافته با barrier نوع اول..... ۱۱۸

- شکل ۶- ۱۰ (a) شبکه و (b) بردار سرعت روی صفحه ی عمود بر وسط کانال چهارم، در اطراف barrier شماره ی دو آن، سیستم بهبود یافته با barrier نوع دوم..... ۱۱۹
- شکل ۶- ۱۱ (a) شبکه و (b) بردار سرعت روی صفحه ی عمود بر وسط کانال چهارم در موقعیت فضایی یکسان با شکل ۶-۹، واحد ماریچ بدون barrier..... ۱۲۰
- شکل ۶- ۱۲ (a) شبکه و (b) بردار سرعت روی صفحه ی عمود بر کانال در موقعیت فضایی یکسان با شکل ۶-۹، واحد متداول..... ۱۲۱
- شکل ۶- ۱۳ (a) بردار سرعت در انتهای کانال یک و سه برای واحد گرمایی بدون barrier (b) بردار سرعت در ابتدای کانال چهارم..... ۱۲۲
- شکل ۶- ۱۴ (a) بردار سرعت در انتهای کانال یک و سه برای barrier نوع اول (b) بردار سرعت در ابتدای کانال چهارم..... ۱۲۳
- شکل ۶- ۱۵ (a) بردار سرعت در انتهای کانال یک و سه برای barrier نوع دوم (b) بردار سرعت ابتدای کانال چهارم..... ۱۲۴
- شکل ۶- ۱۶ بزرگی سرعت در (a) ابتدا (b) انتهای barrier شماره دو از کانال چهارم، سیستم های دو و سه..... ۱۲۵
- شکل ۶- ۱۷ شدت توربولنسی در (a) ابتدا (b) انتهای barrier شماره دو از کانال چهارم، سیستم های دو و سه..... ۱۲۶
- شکل ۶- ۱۸ (a) شبکه (b) بردار سرعت در اطراف قطعه ی کوچک ابتدای barrier شماره ی دو از کانال چهارم، سیستم سه..... ۱۲۷
- شکل ۶- ۱۹ (a) شبکه (b) بردار سرعت در موقعیت فضایی مشابه با شکل ۶-۱۸، سیستم دو..... ۱۲۸

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۷۵.....	جدول ۴-۱ مقادیر ممکن برای ϕ و نرخ تغییرات آن ها.....
۹۷.....	جدول ۵-۱ درصد افزایش بازده الکتریکی برای سیستم های مختلف.....
۱۱۰.....	جدول ۶-۱ المان، نوع و تعداد مش مربوط به هر واحد گرمایی.....

فصل اول :

انرژی خورشیدی

و

راه های استفاده از آن

انرژی برای گستره ی وسیعی از کاربردها مورد نیاز است مانند: حمل و نقل، کاربردهای صنعتی، کشاورزی، نیازهای خانگی و کارهای دفتری [1]. انرژی می تواند فرم های زیادی داشته باشد مانند انرژی گرمایی، انرژی الکتریکی، شیمیایی، انرژی هسته ای، انرژی نورانی و ... در عصر پیش صنعتی^۱، چوب اصلی ترین منبع انرژی بود. پس از کشف موتور بخار، زغال سنگ به عنوان منبع انرژی انتخاب شد. کشف موتورهای احتراق داخلی منجر به استفاده از محصولات نفتی (بنزین، گاز طبیعی، گازوئیل) برای تامین نیازهای انرژی بشر گردید. سوخت های فسیلی (زغال سنگ، نفت و گاز) یا به صورت مستقیم استفاده می شوند یا به الکتریسیته تبدیل شده و در صنعت و منازل به کار برده می شوند. انرژی الکتریسیته راحت^۲ ترین نوع انرژی است که می تواند به تمام انواع انرژی تبدیل گردد.

استفاده از انرژی نقش مهمی در زندگی یک انسان بازی می کند. موجود بودن و در دسترس بودن مقدار کافی انرژی پیشرفت فردی و ملی را توسعه می دهد. ارتباط بین توسعه ی اجتماعی و مصرف انرژی خیلی شفاف است؛ مللی که مصرف انرژی بیش تری دارند پیشرفته تر هستند. منابع انرژی بسیار زیادی برای رشد کشورهای در حال توسعه و باقی ماندن سبک زندگی در کشورهای توسعه یافته لازم است.

از آنجا که مصرف انرژی بخش ضروری زندگی انسان شده است، منبع تامین آن باید امن^۳ و پایدار^۴ باشد. به علاوه باید اقتصادی، دوستدار محیط زیست و از لحاظ اجتماعی قابل قبول باشد. تمایل کنونی در مصرف انرژی نه امن، نه پایدار و نه بی ضرر است. افزایش مصرف سوخت های فسیلی (و قیمت های مرتبط) به همراه افزایش انتشار گازهای گلخانه ای، منابع انرژی امن ما را تهدید می کند. افزایش قیمت این سوخت ها می تواند سبب ایجاد بحران جهانی شود و اثرات زیست محیطی منفی آن ها موجب تغییرات برگشت ناپذیر در شرایط آب و هوایی جهان^۵ می شود. فقدان منابع انرژی کافی می تواند از رشد میلیون ها انسان در کشورهای در حال توسعه جلوگیری کند. بنابراین توسعه ی منابع انرژی پاک، امن و پایدار باید نخستین اولویت بشر در قرن حاضر باشد.

۱-۱- نیاز به منابع پایدار و پاک انرژی

نیاز جهان به انرژی افزایش یافته است. افزایش تقاضا برای انرژی فشار زیادی روی منابع انرژی مرسوم^۶ (نفت، گاز و زغال سنگ) وارد کرده است. اما منابع انرژی که بر پایه سوخت های فسیلی هستند از لحاظ

^۱ pre-industrial era

^۲ convenient

^۳ secure

^۴ sustainable

^۵ global climate

^۶ conventional energy sources

مقدار محدودند و محیط زیست را آلوده می کنند. بنابراین به منابع انرژی جایگزین نیاز است تا انرژی مورد نیاز انسان را به صورت دائم و سالم تامین کند.

۱-۱-۱- محدودیت سوخت های فسیلی

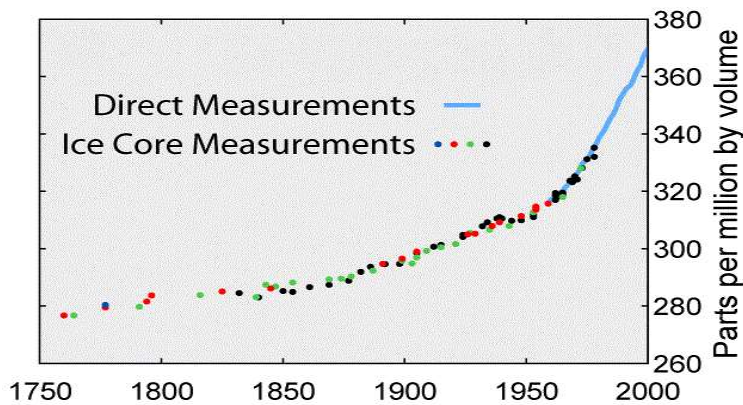
منابع انرژی مرسوم همان هایی هستند که تا کنون برای تامین نیازهای انرژی روزانه ی بشر مانند حمل و نقل، روشنایی، پخت و پز و... مورد استفاده قرار گرفته اند، اساس این منابع، سوخت های فسیلی مانند زغال سنگ، بنزین، گازوئیل و گاز طبیعی است. سوخت های فسیلی از اضمحلال بیولوژیکی مواد (مانند گیاهان و حیوانات) پس از میلیون ها سال تحت گرما، فشار و واکنش های شیمیایی و بیولوژیکی به وجود آمده اند. بنابراین تشکیل این سوخت ها مدت زمان خیلی زیادی طول می کشد. پس از انقلاب صنعتی، نیاز به انرژی به شکل چشمگیری افزایش یافت که سبب شد سرعت مصرف سوخت های فسیلی بسیار بیش تر از سرعت تشکیل آن ها گردد. منابع سوخت های فسیلی جهان محدود است اما تقاضا برای این منابع نامحدود می باشد که نشان دهنده ی عدم تعادل است. این عدم تعادل بیانگر آن است که فعالیت های انسان بر روی زمین (با سرعت کنونی) نمی تواند برای همیشه ادامه یابد. به علاوه این منابع در جهان به صورت متوازن توزیع نشده اند، برای مثال ایالات متحده ی آمریکا حدود ۲۵٪ از منابع زغال سنگ را دارد و پنج کشور خاورمیانه ۶۰٪ از منابع نفت را دارند. این امر موجب ناامنی انرژی برای کشورهایی می شود که فاقد سوخت های فسیلی هستند و می تواند پتانسیلی برای بحران های سیاسی باشد.

۱-۱-۲- اثرات زیست محیطی سوخت های فسیلی

سوخت های فسیلی اساسا از کربن ساخته شده اند. این سوخت ها برای تامین انرژی مفید محترق می شوند (با اکسیژن سوزانده می شوند)، برای نمونه استفاده از زغال سنگ در نیروگاه یا بنزین در اتومبیل. احتراق سوخت های فسیلی سبب تشکیل کربن دی اکسید (CO_2) می شود. پس از احتراق، معمولا CO_2 وارد اتمسفر می شود. این گاز تشعشع فرسرخ تابیده شده از زمین را جذب و آن را به زمین بازتاب می کند و سبب ایجاد پدیده ی گلخانه ای^۱ می شود، به همین دلیل دمای متوسط جهانی زمین افزایش یافته است. غلظت ماقبل تاریخ^۲ CO_2 ، ۲۸۰ ppm (بخش بر میلیون) بود اما اکنون به ۳۷۷ ppm (داده های ۲۰۰۶) افزایش یافته است. نمودار غلظت CO_2 در شکل ۱-۱ رسم شده است.

^۱ greenhouse

^۲ pre-historic



شکل ۱-۱ غلظت CO₂ بر حسب [2] ppm

گازهای دیگری نیز مانند متان، کلروفلوروکربن (CFC) که به لایه ی ازن نیز آسیب می رساند) جزء گازهای گلخانه ای هستند و غلظت آن ها هم به علت فعالیت های انسان افزایش یافته است. افزایش دمای زمین به علت اثر گلخانه ای سبب ایجاد الگوهای آب و هوایی غیر عادی، سیل، بادهای مزاحم^۱ و غرق شدن نواحی پست و کم ارتفاع به علت ذوب شدن یخ های قطب ها می شود.

۱-۱-۳- امنیت انرژی و پتانسیل برای کشمکش^۲

منابع سوخت های فسیلی به طور یکنواخت در جهان موجود نیستند، نفت اساسا در خاورمیانه یافت می شود؛ بیش از ۶۵٪ از منابع نفتی در خاورمیانه متمرکز است، به طور مشابه بیش تر منابع گاز (بیش از ۷۰٪) در اروپا و خاورمیانه قرار دارد. این غیر یکنواختی توزیع سوخت های فسیلی می تواند سبب کشمکش های بین المللی شود. کشورهایی که منابع کافی از این سوخت ها را ندارند همیشه در تامین نیازهای خود احساس ناامنی می کنند زیرا همواره به کشورهای دیگر وابسته هستند. این وابستگی می تواند سبب برخورد و احتمالا جنگ شود. خطر دیگر ناشی از افزایش قیمت این سوخت هاست. قیمت سوخت های فسیلی ثابت نیست و نوسانات زیادی در آن دیده می شود که وابسته است به اتفاقاتی که در جهان رخ می دهد. برای مثال در شکل ۱-۲ قیمت یک بشکه نفت در مقابل زمان بر حسب سال دیده می شود (یک بشکه نفت معادل ۱۵۸/۹ لیتر است). این شکل قیمت واقعی نفت را تا حدود سال ۲۰۰۹ و پیش بینی قیمت آن را برای سال های بعد نشان می دهد. افزایش قیمت نفت به این حقیقت نسبت داده می شود که کشورهای تولید کننده نفت نمی توانند تولید خود را به نسبت تقاضا افزایش دهند.

^۱ draught

^۲ conflict