بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده: مهندسی مکانیک

گروه: حرارت و سیالات

بررسی فنی و اقتصادی سیستم پیش گرمایش آب ورودی به ساختمان‌های مسکونی به روش تجربی

دانشجو: محمد مهدی رضاپور

استاد راهنما:

دکتر علی عباس نژاد

استاد مشاور:

دکتر پوریا اکبرزاده

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

دی ۱۳۹۳

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده: مکانیک

گروه: حرارت و سیالات

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای/ خانم محمد مهدی رضاپور

تحت عنوان:

بررسی فنی و اقتصادی سیستم پیش گرمایش آب ورودی به ساختمان‌های مسکونی به روش تجربی

در تاریخ ..... توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد مورد ارزیابی و با درجه ..... مورد پذیرش قرار گرفت.

اساتید راهنما	امضاء	اساتید مشاور	امضاء
نام و نام خانوادگی:		نام و نام خانوادگی:	
نام و نام خانوادگی:		نام و نام خانوادگی:	

اساتید داور	امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء
نام و نام خانوادگی:		نام و نام خانوادگی:	
نام و نام خانوادگی:			
نام و نام خانوادگی:			
نام و نام خانوادگی:			

تعهد نامه

اینجانب محمد مهدی رضاپور دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته سیستم‌های انرژی دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه با عنوان **بررسی فنی و اقتصادی سیستم پیش گرمایش آب ورودی به ساختمان‌های مسکونی به روش تجربی**

راهنمائی دکتر علی عباس نژاد و دکتر پوریا اکبرزاده متعهد می‌شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش‌های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام «دانشگاه صنعتی شاهرود» و یا «Shahrood University of Technology» به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده‌اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می‌گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که از موجود زنده (بافتهای آن‌ها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.

تقدیم به

همسرم، به پاس قدردانی از قلبی آکنده از عشق و معرفت که محیطی

سرشار از سلامت و امنیت و آرامش برای من فراهم آورده است.

تقدیر و تشکر

از خداوند متعال سپاسگزارم که توفیق کسب علم و دانش را به من عطا فرمود تا بتوانم این مرحله از علم آموزی را با موفقیت به پایان برسانم. از خانواده عزیزم به خاطر محبت‌های بی‌دریغ که نسبت به من داشته و دارند، کمال تشکر و سپاس را دارم. از استاد ارجمندم، جناب آقای دکتر عباس نژاد و استاد مشاور آقای دکتر اکبرزده و مهندس زندیه وکیلی مشاور صنعتی شرکت گاز استان گلستان به خاطر راهنمایی‌های ارزشمندشان در کلیه مراحل انجام پایان‌نامه تقدیر و تشکر می‌نمایم.

در انتها از تمامی اساتید محترم دانشکده مکانیک دانشگاه صنعتی شاهرود که توفیق شاگردیشان را داشتم، سپاس‌گزاری نموده و از خداوند منان آرزوی سلامت و توفیق روزافزون برایشان دارم.

.

چکیده

بازیافت انرژی‌های اتلافی در یک واحد صنعتی و ساختمان نقش مهمی در مدیریت منابع انرژی یک کشور ایفا می‌کنند. تقریباً ۴۰ درصد از انرژی تولید شده در کشور صرف مصارف خانگی و تجاری می‌شود که از کل انرژی این بخش حدود ۲۱ درصد صرف گرمایش آب می‌شود که سهم بسزایی در مصرف انرژی تولید شده خواهد داشت. در این پروژه سعی شده با ساخت مبدل دولوله‌ای انرژی اتلافی در محل استحمام را بازیابی و به چرخه مصرف ارسال شود. آب گرم استفاده شده در حمام بعد از ریخته شدن درون فاضلاب از لوله مسی عبور کرده و لوله مسی دیگری که به دور لوله اولیه پیچیده شده است و محل عبور آب سرد می‌باشد گرمای آب فاضلاب را جذب و باعث پیش‌گرمایش آب ورودی به ساختمان می‌شود. آب پیش‌گرم شده هم می‌تواند مستقیم وارد حمام شود و هم می‌تواند وارد سیستم گرمایش شود و یا به هر دو قسمت ارسال شود که هر حالت بصورت مجزا در این پروژه بررسی شده است. بازدهی مبدل در دبی‌های مختلف بین ۲۰ تا ۴۵ درصد می‌باشد و بیشترین افت فشار ۴۰ بار یا ۴ متر ستون آب که در افت فشار کل تأثیر چشم‌گیری نخواهد گذاشت. در بررسی اقتصادی میزان بازگشت سرمایه با روش ارزش حال خالص محاسبه شده است ازآنجایی که بهای انرژی در حال حاضر به قیمت واقعی خود نرسیده است سعی شده با قیمت صادراتی گاز نیز این مهم بررسی شود که در آخر برای اتصال‌های مختلف مبدل در ساختمان با قیمت داخلی گاز بازگشت سرمایه بین ۷ تا ۱۲ سال و برای قیمت صادراتی بین ۲ تا ۳ سال محاسبه شده است

کلمات کلیدی: بازیافت انرژی، مبدل دولول‌های، پیش‌گرمایش آب، بازگشت سرمایه، روش ارزش حال خالص.

فهرست مطالب

چکیده ز

فهرست مطالب ح

فهرست شکل ک

فهرست جداول ل

فهرست علائم م

فصل۱ روش‌های بازیافت حرارت.....۱

۱-۱مقدمه.....۲

۱-۲چشم‌انداز مصرف انرژی درایران..... ۲

۱-۳ اهداف بهینه‌سازی مصرف انرژی ۳

۱-۴انواع مبدل‌های حرارتی.....۵

۱-۴-۱بازیاب دوار..... ۵

۱-۴-۲مبدلهای حرارتی استاتیک.....۵

۱-۴-۳ لوله‌های حرارتی..... ۶

۱-۴-۴بازیافت‌گرما از یخچال.....۶

۱-۴-۵پمپ های حرارتی..... ۷

۱-۵ پیشینه‌تحقیق.....۷

فصل۲ روش آزمایش و معادلات حاکم..... ۱۵

۲-۱ مقدمه.....۱۶

۲- ۲معادلات حاکم ۱۶

۲-۲-۱محاسبه بازده مبدل حرارتی ۱۶

۲-۲-۲انتقال حرارت در مبدل حرارتی ۱۷

۲-۲-۳میزان مصرف انرژی درآبگرمکن ۱۷

۲-۳ساخت سازه نگهدارنده مبدل حرارتی..... ۱۸

۲-۴ساخت مبدل حرارتی ۱۹

۲-۵نصب وآزمایش مبدل حرارتی..... ۲۱

۲-۵-۱هدفگذاری..... ۲۲
۲-۵-۲روش آزمایش..... ۲۳
۲-۵-۳ تاثیرعایق در نتایج آزمایش ۲۵
۲-۶ نحوه اتصال سیستم در ساختمان‌های مسکونی ۲۶
۲-۶-۱ داده‌هاوفرضیات انجام شده..... ۲۶
۲-۶-۲ پیش‌گرمایش آب ورودی به حمام وآبگرمکن..... ۲۸
۲-۶-۳ پیش‌گرمایش آب ورودی به آبگرمکن ۲۸
۲-۶-۴ پیش‌گرمایش آب ورودی به حمام..... ۲۹

فصل۳ تحلیل اقتصادی ۳۱

۳-۱مقدمه..... ۳۲
۳- ۲هزینه‌های تولید و جایگاه هزینه‌های انرژی درآن ۳۳
۳-۲-۱هزینه‌های ثابت کل (TFC)..... ۳۴
۳-۲-۲ هزینه‌های متغیر کل(TVC) ۳۴
۳-۲-۳ هزینه‌کل تولید (TC) ۳۵
۳-۲-۴ هزینه نهایی (MC) ۳۵
۳-۳ روشهای بررسی اقتصادی پروژه ۳۶
۳-۳- ۱متدبازگشت سرمایه..... ۳۶
۳-۳-۲ متد ارزش حال خالص ۳۶
۳-۳-۲-۱ نرخ تنزیل ۳۷
۳-۳-۲-۲ نرخ تورم..... ۳۸
۳-۴تحلیل اقتصادی در پروژه پیش‌گرمایش آب ساختمان ۴۰

فصل۴ ارائه نتایج ۴۱

۴-۱ مقدمه ۴۲
۴-۲ نتایج آزمایش دبی‌های یکسان بدون عایقکاری مبدل حرارتی. ۴۲
۴-۳ نتایج آزمایش‌دبی‌های یکسان باعایقکاری مبدل حرارتی. ۴۳
۴-۴ نتایج آزمایش ثابت کردن دبی آب گرم وافزایش دبی آب سرد. ۴۴
۴-۵ نتایج بازدهی و انتقال حرارت در زوایای مختلف ۴۵
۴-۶ نتایج آزمایش افت فشار ۵۳
۴-۷ نتایج نحوه اتصالات مختلف سیستم پیش‌گرمایش آب..... ۵۳

۴-۷-۱حالت اولیه..... ۵۴
۴-۷-۲ پیش‌گرمایش آب ورودی به حمام و آبگرمکن..... ۵۵
۴-۷-۳ پیش‌گرمایش آب ورودی‌به آبگرمکن..... ۵۵
۴-۷-۴پیش‌گرمایش آب ورودی به محل استحمام..... ۵۶
۴-۸ میزان صرفه‌جویی پروژه..... ۵۶
۴-۹ نتایج تحلیل ارزش حال خالص پروژه..... ۵۶
۴-۱۰ عدم قطعیت..... ۶۲
۴-۱۰ آنالیز حساسیت..... ۷۰
فصل۵ نتیجه گیری و پیشنهادات..... ۷۳
۵-۱نتیجه‌گیری..... ۷۴
۵-۲پیشنهادات..... ۷۶

فهرست شکل‌ها

شکل۱-۱:روند رشد مصرف انرژی درایران ۳
شکل۱-۲:ترکیب دو مخزن جهت بازیافت حرارت ازآب فاضلاب ۸
شکل۱-۳: منبع کویل دارجهت بازیافت حرارت ۹
شکل۱-۴:مبدل حرارتی عمودی دو لوله‌ای بازیافت حرارت ازآب فاضلاب ۱۰
شکل۱-۵:مبدل حرارتی افقی دولوله‌ای بازیافت حرارت ازآب فاضلاب ۱۱
شکل۲-۱:شماتیک کلی از سازه نگهدارنده مبدل حرارتی.....۱۹
شکل۲-۲سازه نگهدارنده مبدل بعد از ساخت ۱۹
شکل۲-۳:نمونه ساخته شده توسط شرکت واترسایکل ۲۰
شکل۲-۴: نمونه ساخته شده نهایی از خم لوله مسی ۲۱
شکل۲-۵:نصب مبدل وآماده سازی جهت آزمایش ۲۲
شکل۳-۶:محل اتصالات سنسورهای دما ۲۳
شکل۳-۷:فشارسنج دیجیتالی جهت محاسبه افت فشار مبدل ۲۴
شکل۲-۸:سنسور دما و نمایشگر استفاده شده در آزمایش ۲۵
شکل۲-۹:ارسال آب پیش‌گرم به محل استحمام وآبگرمکن.....۲۸
شکل۲-۱۰:ارسال آب پیش‌گرم به آبگرمکن ۲۹
شکل۲-۱۱:ارسال آب پیش‌گرم به محل استحمام ۳۰
شکل۳-۱: نمودار هزینه متغیر، هزینه ثابت وهزینه کل ۳۳
شکل۴-۱: تاثیرافزایش دبی برتغییرات انتقال حرارت و بازدهی درشرایط ثابت بودن دبی آب سرد وگرم بدون عایقکاری مبدل ۴۲
شکل۴-۲: تاثیرافزایش دبی بر تغییرات انتقال حرارت و بازدهی در شرایط ثابت بودن دبی آب سرد وگرم با عایق کاری مبدل ۴۳
شکل۴-۳: نمودار تغییرات بازدهی مبدل درشرایط ثابت بودن دبی آب گرم ۴۶
شکل۴-۴:نمودار تغییرات انتقال حرارت در شرایط ثابت بودن دبی آب گرم ۴۶
شکل۴-۵: بازدهی مبدل در دبی ثابت آب گرم ۲ لیتر بر دقیقه در زوایای مختلف ۴۶
شکل۴-۶: بازدهی مبدل در دبی ثابت آب گرم ۴ لیتر بر دقیقه در زوایای مختلف ۴۷
شکل۴-۷: بازدهی مبدل در دبی ثابت آب گرم ۶ لیتر بر دقیقه در زوایای مختلف ۴۸
شکل۴-۸: بازدهی مبدل در دبی ثابت آب گرم ۸ لیتر بر دقیقه در زوایای مختلف ۴۸
شکل۴-۹: بازدهی مبدل در دبی ثابت آب گرم ۱۰ لیتر بر دقیقه در زوایای مختلف ۴۹
شکل۴-۱۰: انتقال حرارت مبدل در دبی ثابت آب گرم ۲ لیتر بر دقیقه در زوایای مختلف ۵۰

شکل۴-۱۱: انتقال حرارت مبدل در دبی ثابت آب گرم ۴ لیتر بر دقیقه در زوایای مختلف ۵۱
شکل۴-۱۲: انتقال حرارت مبدل در دبی ثابت آب گرم ۶ لیتر بر دقیقه در زوایای مختلف..... ۵۱
شکل۴-۱۳: انتقال حرارت مبدل در دبی ثابت آب گرم ۸ لیتر بر دقیقه در زوایای مختلف ۵۲
شکل۴-۱۴: انتقال حرارت مبدل در دبی ثابت آب گرم ۱۰ لیتر بر دقیقه در زوایای مختلف..... ۵۳
شکل۴-۱۵: نتایج آزمایش‌های افت فشار..... ۵۴
شکل۴-۱۶: نمودار مسیر مصرف آب گرم برای استحمام بدون استفاده از مبدل..... ۵۵
شکل۴-۱۷: بازگشت سرمایه با متد ارزش حال خالص هر سه نوع اتصال مبدل با بهای داخلی گاز ۶۴
شکل۴-۱۸: بازگشت سرمایه با متد ارزش حال خالص هر سه نوع اتصال مبدل با بهای صادراتی گاز..... ۶۵
شکل۴-۱۹: آنالیز حساسیت تاثیر عدم قطعیت بر بازگشت سرمایه اتصال نوع اول با بهای داخلی..... ۷۱

فهرست جداول

جدول ۱-۱:محاسبه نرخ تنزیل های مختلف در طی ۱۹ سال.....۳۸

جدول ۱-۱: ارزش حال خالص حالت اول نصب سیستم در ده سال با نرخ داخلی گاز..... ۵۸

جدول ۱-۲: ارزش حال خالص حالت اول نصب سیستم در ده سال با نرخ صادراتی گاز.....۵۹

جدول ۱-۳: ارزش حال خالص حالت دوم نصب سیستم در ده سال با نرخ داخلی گاز.....۶۰

جدول ۱-۴: ارزش حال خالص حالت دوم نصب سیستم در ده سال با نرخ صادراتی گاز.....۶۱

جدول ۴-۵: ارزش حال خالص حالت سوم نصب سیستم در ده سال با نرخ داخلی بهای گاز.....۶۲

جدول ۱-۶: ارزش حال خالص حالت سوم نصب سیستم در ده سال با نرخ صادراتی بهای گاز.....۶۳

جدول ۱-۷: چهار داده تصادفی سنسور شماره ۱.....۶۷

جدول ۱-۸: چهار داده تصادفی سنسور شماره ۲.....۶۷

جدول ۱-۹: چهار داده تصادفی سنسور شماره ۳.....۶۸

جدول ۱-۱۰: چهار داده تصادفی سنسور شماره ۳.....۶۹

جدول۵-۱: خلاصه ای از نتایج بدست آمده در ارتباط با میزان صرفه‌جویی و بازگشت.....۷۵

فهرست علائم

بازدهی مبدل حرارتی	$\in$
حرارت بازیافت شده	HR
بازدهی آب‌گرم کن	η
دبی آب گرم	m_h
مدت زمان استحمام	p
گرمای ویژه آب	C_p
دمای خروجی آب از آب گرم کن	T_2
دمای ورودی آب از آب گرم کن	T_1
جمعیت خانواده	D
حجم گاز	V
انرژی مصرف شده	C_{rkt}
بازگشت سرمایه	PB
هزینه پروژه	CC
صرفه‌جویی خالص سالیانه	AC
ارزش حال خالص	NPV
ضریب تنزیل	d_t
نرخ بهره	i
شماره سال	n
ارزش واقعی پول در حال حاضر	RV
ارزش واقعی پول در سال N ام	S
هزینه انجام شده	INV
بهای گاز	C_{et}

فصل ۱

روش‌های بازیافت حرارت

۱-۱ مقدمه

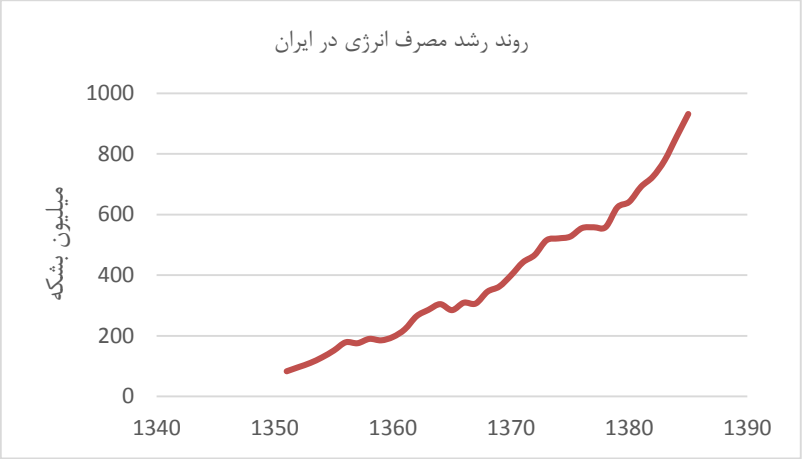
انرژی سرمایه ای گرانبهاست که در صورت استفاده درست و منطقی از آن می‌تواند در هر کشوری باعث پیشرفت در علم، تکنولوژی و رفاه مردم آن جامعه گردد و در غیر این صورت ضررهای جبران ناپذیر اقتصادی و رکود فاحش اقتصادی را موجب خواهد شد و در نهایت میزان مصرف انرژی به‌ازای تولید ناخالص داخلی روز به روز افزایش خواهد یافت

۱-۲ چشم انداز مصرف انرژی در ایران

طبق برآوردهای بانک جهانی ارزش انرژی مصرفی در کشور در حدود ۱۲ میلیارد دلار است که ۳۰ درصد این مقدار یعنی حدود ۴ میلیارد دلار سالانه به دلیل عمر بالای تکنولوژی در صنایع و عدم بهره-وری صحیح از انرژی به هدر می‌رود، و لذا مصرف انرژی در بخش‌های زیادی از صنایع داخلی حدود ۲ برابر کشورهای صنعتی است. در حال حاضر در کشورهای صنعتی به ازای هریک درصد رشد تولید ناخالص داخلی رشد مصرف انرژی معادل یک درصد است که این رقم در کشورما معادل چهار درصد است و این وضعیتی است که کشورهای صنعتی در سال ۱۹۵۰ میلادی داشته‌اند.[۱]

الگوی مصرف انرژی در کشور در بخش تجاری و خانگی حدود ۴۰ درصد و در بخش صنعت حدود ۲۷ درصد مصرف کل انرژی کشور است. از میان انرژی‌های مصرف شده در بخش خانگی حدود ۲۱٪ جهت استفاده در بخش گرمایش آب انجام می‌شود که بخش عمده مصرف آب گرم برای تامین آب جهت استحمام می‌باشد[۲]. ایران با داشتن حدود یک درصد از جمعیت جهان، حدود نه درصد از فرآورده‌های نفتی دنیا را مصرف می‌کند. در سال‌های اخیر رشد مصرف انرژی در جهان سالانه یک تا دو درصد و در ایران پنج تا هشت درصد بوده است؛ به عبارت دیگر رشد مصرف انرژی در ایران پنج برابر رشد متوسط مصرف انرژی در جهان می‌باشد.

به‌طور کلی با احتساب هزینه‌ها سالانه در حدود پنج میلیارد دلار انرژی به‌هدر می‌رود که این رقم از متوسط صادرات غیر نفتی سالانه کشور بیشتر است. به عنوان نمونه در تمامی کشورهای پیشرفته از حرارت خروجی نیروگاه‌های تولید برق به منظور تهیه آب گرم مصرفی برای منازل استفاده می‌شود و با استفاده از این تکنولوژی و بهره‌گیری از گرمای گازهای خروجی نیروگاه توانسته‌اند راندمان نیروگاه‌های خود را تا حدود ۸ درصد افزایش دهند. راهکارهایی همچون استفاده از حرارت های اتلافی در کاهش مصرف انرژی در سطح کلان تاثیر بسزایی دارد که متاسفانه در کشور ایران کمتر به آن توجه می‌شود. شکل ۱-۱روند رشد مصرف انرژی در کشور ایران را از سال ۱۳۵۰ تا سال ۱۳۹۰ نشان می‌دهد.[۲]



شکل ۱-۱: روند رشد مصرف انرژی در ایران[۲]

۱-۳ اهداف بهینه سازی مصرف انرژی

رشد مصرف انرژی به تنهایی یک امتیاز منفی برای کشورها حساب نمی‌شود زیرا در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه معمولا رشد مصرف انرژی به دلیل تغییر در زیر ساخت‌ها و افزایش تولید مصرف انرژی بالاست اما می‌توان با راه‌کارهایی از رشد مصرف انرژی جلوگیری کرد که یکی از آن‌ها بازیافت انرژی‌های اتلافی می‌باشد. مهندسان اینکه چرا بشر به بهینه سازی مصرف انرژی نیاز دارند را به چهار دلیل تقسیم کرده‌اند:

۱) صرفه جویی در هزینه‌ها

مصرف بی رویه انرژی بالاخص سوخت‌های فسیلی، بخشی از درآمد خانواده را بطور مستقیم برای تامین این کالای مصرفی کم دوام هدر می‌دهد. همچنین هزینه‌های درمان و بهداشت خانواده ناشی از آلودگی هوا نیز به طور غیر مستقیم درآمد خانواده ها را از بین می‌برد[۳].

۲)حفاظت از محیط زیست برای آینده

کاهش مصرف انرژی بالاخص سوخت‌های فسیلی، امکان استفاده نسل‌های آینده را از ذخایر طبیعی و کاهش پیامدهای ناسازگار زیست محیطی حاصل از مصرف سوخت‌های فسیلی و همچنین امکان زیستن در محیط زیست پاک را برای آیندگان فراهم می‌سازد[۳].

۳) توسعه اقتصادی – اجتماعی-فرهنگی

در آمد حاصل از صرفه‌جویی در مصرف سوخت، سرمایه گذاری بیشتری را در زمینه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی فراهم می‌کند[۳].

۴) بالا بردن ضریب بقای منابع انرژی

در نتیجه مصرف کم‌تر انرژی می‌توان منابع انرژی بالاخص سوخت‌های فسیلی مانند نفت و گاز را ذخیره و تا مدت بیشتری از آن‌ها استفاده نمود، در نتیجه مدت زمان بیشتری نیز برای آماده سازی کشور برای مجهز شدن به علوم روز و کسب انرژی از منابع تجدیدپذیر در اختیار می‌باشد[۳].

۱-۴ انواع مبدل های حرارتی

مبدل حرارتی وسیله ای است که برای انتقال حرارت موثر بین دو سیال(گاز یا مایع) به دیگری استفاده می‌شود.در ادامه به انواع مبدل های حرارتی که در بازیافت حرارت نقش دارند پرداخته می‌شود

۱-۴-۱ مبدل حرارتی دو لوله‌ای

ساده‌ترین نوع مبدلی که در صنعت ساخته می شود مبدل حرارتی دو لوله ای است که به آن مبدل سنجاق سری نیز گفته می شود . در این نوع مبدل یکی از سیال ها از درون لوله و سیال دیگر از مجاری بین دو لوله عبور می کند و به این ترتیب عمل انتقال حرارت صورت می پذیرد. در برخی موارد که از مجرای بین دو لوله گاز عبور میکند سطح خارجی لوله داخلی به صورت پره دار ساخته می شود .

از مزایای این نوع مبدل ها می توان به ساخت آسان و هزینه نسبتا کم ، محاسبات و طراحی آسان، کنترل ساده جریانهای سیال در دو مسیر ، نگهداری و تمیز کردن آسان و کاربرد در فشارهای زیاد اشاره کرد . در صنعت معمولا برای سیالاتی که رسوب زا هستند از این نوع مبدل ها استفاده می شود.[۴]

۱-۴-۲ مبدل‌های حراری لوله مارپیچ

این نوع ازمبدل های حرارتی از یک یا چند حلقه لوله مارپیچ تشکیل شده اند که ابتدا وانتهای این لوله مارپیچ به لوله اصلی ورودی و خروجی متصل می شود و محفظه ای اطراف آن را میپوشاند. معمولا جنس لوله های مارپیچ از فولاد کربن دار یا مس و آلیاژ های آن یا فولاد زنگ نزن و آلیاژهای نیکل می باشد. معمولا ابعاد این دسته از مبدل ها در مقایسه با سایر مبدل های لوله ای کمتر است زیرا انتقال حرارت در مسیر های منحنی و پیچ دار بیشتر از مسیر مستقیم است . از معایب و مزایای این نوع از مبدل ها می توان به موارد زیر اشاره کرد :[۴]

معایب :

۱_ به دلیل کوچک بودن لوله مار پیچ تعمیر و جوشکاری آنها مشکل و زمانبر است

۲_ بدلیل مارپیچ بودن لوله ها تمیز کردن انها عملا مشکل است

مزایا :

۱_ راندمان بالا

۲_ مونتاژ آسان

۳_ مقاومت مکانیکی در مقابل انبساط و انقباض

۴_ مناسب برای دبی های کم و بارهای حرارتی پایین

۱-۴-۳ لوله‌های حرارتی

این مبدل حرارتی متشکل است از لوله ای فلزی که طرفین آن کاملاً بسته و آب بندی شده است. جدار داخلی آن دارای آستری از یک نوع ماده نفوذپذیر یا فتیلهٔ حاوی مقدار معینی از یک مایع مبرد است. وقتی یک انتهای لوله گرم شود، مایع مبرد تبخیر شده و گرما را جذب می کند. بخار داغ سپس با حرکت به سمت انتهای دیگر لوله گرمای جذب شده را آزاد می کند. با نصب لوله های حرارتی در سیستم کانال به طوری که هوای خروجی از یک سمت آن جریان یافته و هوای رفت در جهت مخالف، انتقال حرارت از یک جریان هوا به جریان دیگر صورت می گیرد. در زمستان جریان گرما از هوای خروجی به هوای تازه جبرانی سبب پیش گرمایش این هوای سرد می شود و در تابستان این فرآیند برعکس است.[۴]