

## کاربرد انرژیهای نو در تهویه مطبوع و نقش آن در اصلاح الگوی مصرف

حسین واقف پور<sup>۱</sup> علی دهار<sup>۲</sup>

دانشگاه آزاد اسلامی واحد آبادان

H\_vaghepour@yahoo.com

### چکیده

در این مقاله به بررسی فرصتهای استفاده از منابع غنی انرژیهای تجدیدپذیر و پتانسیل موجود در ایران پرداخته شده است. انرژی از موارد ضروری برای توسعه اقتصادی، اجتماعی و ارتقای کیفیت زندگی است و وجود انرژی مستمر، پایدار و اقتصادی لازمه هرگونه توسعه و رشد اقتصادی می باشد. ایران از منابع قابل توجه طبیعی برای مدرنیزه کردن عرضه انرژی و انتقال به یک سیستم پایدار انرژی برخوردار است. فرصتهای بی شمار در رابطه با استفاده از منابع غنی انرژیهای تجدیدپذیر نظیر شرایط مناسب برای بکارگیری انرژی باد، انرژی زمین گرمایی، توسعه نیروی برق آبی و زمینه ایده آل برای استفاده از انرژی حرارتی خورشیدی وجود دارد که نه تنها کاهش استفاده از منابع محدود انرژی فسیلی را دربر دارد بلکه از اثرات زیان بار گازهای گلخانه ای نیز می کاهد. همچنین در این تحقیق کاربرد انرژیهای تجدیدپذیر و بر اساس مطالعه موردی در خصوص انرژی حرارتی خورشیدی و کاربرد آن در تهویه مطبوع به منظور کاهش استفاده از انرژیهای فسیلی و اثر گلخانه ای مورد توجه قرار گرفته است. از نتایج این تحقیق می توان به همسویی توسعه منابع انرژیهای نو با توسعه اقتصادی ایران از طریق صرفه جویی در هزینه ها و ایجاد فرصتهای شغلی جدید اشاره نمود.

### کلمات کلیدی: انرژی تجدیدپذیر - تهویه مطبوع خورشیدی - انرژیهای نو - صرفه جویی انرژی

### ۱- مقدمه

هر چند بشر از دیرباز از انرژیهای تجدید پذیر نظیر باد و خورشید در زندگی خود استفاده می نمود، ولی با کشف منابع سوختههای فسیلی نظیر زغال سنگ و نفت و جذابتهای آن، استفاده از انرژیهای تجدید پذیر بتدریج به فراموشی سپرده شد. تا این که بحران جهانی نفت در دهه ۷۰ میلادی باعث شد کشورهای صنعتی جهان به استفاده مکمل از منابع دیگر انرژی، نظیر انرژیهای تجدید پذیر و هسته ای روی بیاورند. در آغاز، استفاده از انرژیهای تجدید پذیر با موانعی نظیر هزینه سرمایه گذاری بالا و به صرفه نبودن اقتصادی روبرو بود. اما به مرور زمان، پیشرفت تکنولوژی صنعتی و نیز لحاظ کردن مزایای جانبی همچون کاهش آلودگی محیط زیست، باعث گردید تا انرژیهای تجدید پذیر به مرحله اقتصادی بودن برسند و مورد استقبال قرار گیرند. دسترسی کشورهای در حال توسعه به انواع منابع جدید انرژی، برای توسعه اقتصادی آنها اهمیت اساسی دار و پژوهش ها نشان داده است که بین سطح توسعه یک کشور و میزان مصرف انرژی آن، رابطه مستقیمی برقرار است. با توجه به ذخایر محدود انرژی فسیلی و افزایش سطح مصرف انرژی در جهان فعلی، دیگر نمی توان به منابع فعلی انرژی متکی بود. در سال ۲۰۰۱ از

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی با عنوان محاسبه و طراحی سیستم تهویه مطبوع خورشیدی می باشد

کل انرژی مصرفی در کشورهای عضو OECD ۵/۷ درصد آن انرژیهای تجدید پذیر بوده است که از این مقدار ۱۲ درصد آن توسط انرژی خورشیدی و باد تولید شده است. در اروپا بدنبال تولید ۲۲/۱ درصد انرژی الکتریکی از طریق انرژیهای نو تا سال ۲۰۱۰ می باشند[۱]. در آمریکا نیز بدنبال کاهش استفاده از انرژیهای فسیلی نسبت به سال ۱۹۹۰ تا ۷ درصد در سال ۲۰۱۰ می باشند که با توجه به اینکه یکی از منابع بزرگ تولید گازهای گلخانه ای احتراق سوختههای فسیلی برای تولید الکترسیته است خود باعث کاهش بیش از ۴۰ درصد آلودگی زیست محیطی خواهد شد[۲]. مطابق برنامه پنج ساله چهارم توسعه کشور، ۵۰۰ مگاوات از برق مصرفی کشور باید از انرژیهای تجدید پذیر تولید شود[۳].

## ۲- سیاست گذاری پایدار انرژی

با توجه به تحقیقات بین المللی در زمینه سیاست گذاری انرژی پایدار، چهار هدف استراتژیک را به عنوان پایه های سیاست گذاری آتی انرژی ایران می توان نام برد که شامل مقبولیت اجتماعی، کارایی منابع، اثر بخشی زیست محیطی و کارایی اقتصادی می باشد. در مقایسه با اهداف کلیدی سیستم های انرژی پایدار، سیستم انرژی در ایران دارای کمبودهای ساختاری است که مانع فرآیند مدرنیزه شدن گشته و موجب هزینه های قابل توجه اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی برای نسل کنونی و آتی می گردد. این کمبودها شامل توسعه سریع بخش حمل و نقل در شهرهای پر جمعیت که سهم زیادی را در انرژی مصرفی برای حمل و نقل فردی در محیط شهری دارند، سهم بالا و نامناسب بخش خانگی در کل مصرف انرژی الکتریکی و گرمایی، سهم تقاضای رو به افزایش داخلی نفت و گاز که اثرات قابل توجهی بر روی ظرفیت صادرات و درآمد ارزی کشور دارند، سیستم یارانه ای و کاهش مصنوعی قیمت انرژی که موجب تشویق مصرف کنندگان می گردد، شدت بالای انرژی که ناشی از کمبودهای مذکور می باشد و مقدار آن بسیار بالاتر از میزان متوسط آن در کشورهای صنعتی و در حال توسعه استو غیره [۴].

## ۳- انرژی خورشیدی

انرژی خورشیدی نتیجه فرآیند پیوسته همجوشی هسته ای در سطح خورشید می باشد. توان تابشی در مدار میانگین کره زمین از شدتی برابر با  $1/36 \text{ KW/m}^2$  برخوردار می باشد. محیط زمین  $40000$  کیلومتر و در نتیجه توان رسیده به مدار زمین به  $17400 \text{ TW}$  می رسد. حداکثر شدت انرژی در سطح دریا  $1 \text{ KW/m}^2$  است و در میانگین  $24$  ساعته در سطح زمین حدود  $0/2 \text{ KW/m}^2$  می باشد که این مقدار برابر با  $102000 \text{ TW}$  انرژی و حدود  $10000$  برابر مصرف انرژی فعلی جهان است [۵].

متوسط تابش جهانی برای ایران حدود  $19/23 \text{ MJ/m}^2/\text{day}$  است که در مناطق مرکزی ایران این مقدار به بیش از  $7/7$  ساعت در روز می شود. میزان تابش خورشیدی در ایران یکی از بزرگترین مقادیر در جهان است. به طور مثال در آلمان میزان تابش خورشیدی  $\text{kWh/m}^2/\text{yr}$   $(1000-800)$  کمتر از نصف متوسط آن در کشور ایران است. با توجه به مساحت ایران که حدود  $1/648/000$  کیلومتر مربع می باشد کل مقدار تابش در ایران حدود  $3/3$  میلیون تراوات ساعت در سال می باشد که سیزده برابر کل انرژی مصرفی در ایران است. علی رغم شرایط مناسب طبیعی تابش، بکارگیری انرژی خورشیدی در ایران بسیار ناچیز است. برای ایجاد یک سیستم انرژی حرارتی خورشیدی، اجزاء و تجهیزات اندکی شامل کلکتور، سیال حامل گرما، سیال مبدل حرارتی، منبع ذخیره و سیستم کنترل مورد نیاز می باشد. برای سیستم های ساده تر نیازی به مبدل، منبع ذخیره و سیستم کنترل نمی باشد.

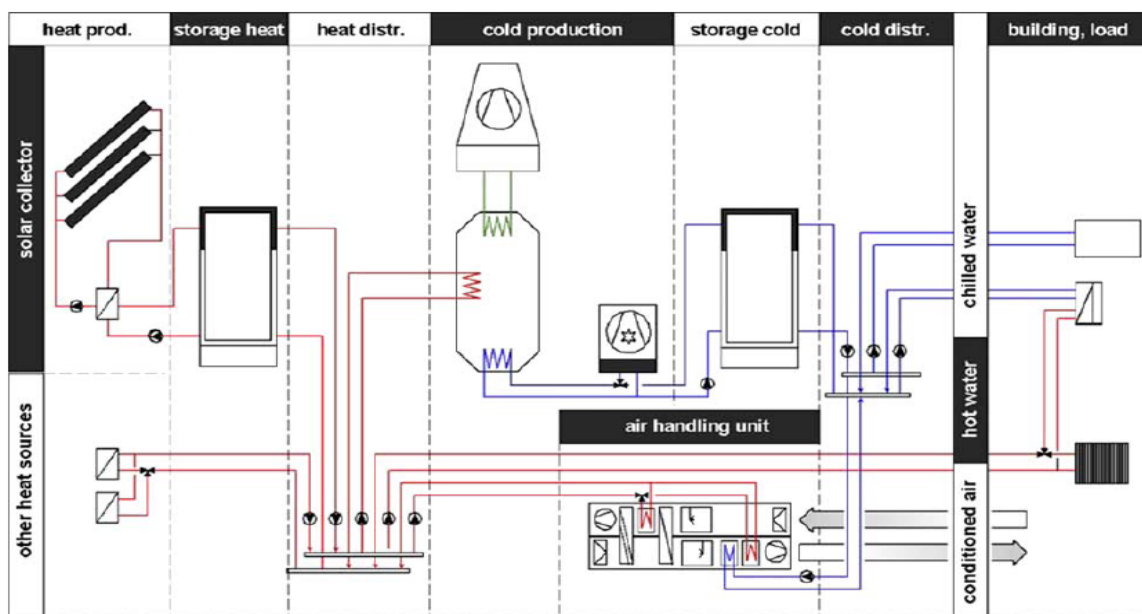
## ۴- تهویه مطبوع خورشیدی

در سال  $1848$  فارادی اثر سرما را ناشی از جذب آمونیاک در کلرید نقره مشاهده نمود. همچنین در سال  $1920$  در آمریکا از دی اکسید سولفید و سیلیکانز برای تهویه مطبوع و اکنهای سیستم حمل و نقل ریلی استفاده گردید. بعد از آن استفاده از تهویه مطبوع برای ایجاد راحتی و آسایش روز به روز در صنعت و ساختمانهای مسکونی شدت یافت. این تکنولوژی نیاز به انرژی داشته و مصرف انرژی و به تبع آن ایجاد گازهای گلخانه ای را به دنبال دارد. به تازگی تحقیقات در زمینه سیستمهای دیسیکنت خورشیدی توسعه یافته است. این تحقیقات بیشتر بر روی مواد جاذب رطوبت که می توانند جذب سطحی، نرخ جذب رطوبت و گرما را بهبود دهند متمرکز شده است [۶].

سیستم های تهویه مطبوع خورشیدی دارای مزایای بسیاری در صرفه جویی مصرف سوخت و حفظ محیط زیست می باشند. ولی این سیستم ها دارای ویژگی های فنی و اقتصادی خاص خود بوده که گسترش آنها را با مشکلاتی روبرو کرده است. با بررسی سیستم های مختلف تهویه مطبوع خورشیدی می توان به این نتیجه رسید که دو سیستم چیلر جذبی خورشیدی و سیستم دیسیکنت جامد دارای قابلیت های تجاری بیشتری نسبت به سیستم های دیگر می باشند و در حال حاضر بکارگیری چیلرهای جذبی خورشیدی با توجه به امکانات ساخت داخل کشور از نظر فنی میسر است [۷].

## ۵- سهم خورشید در تهویه مطبوع

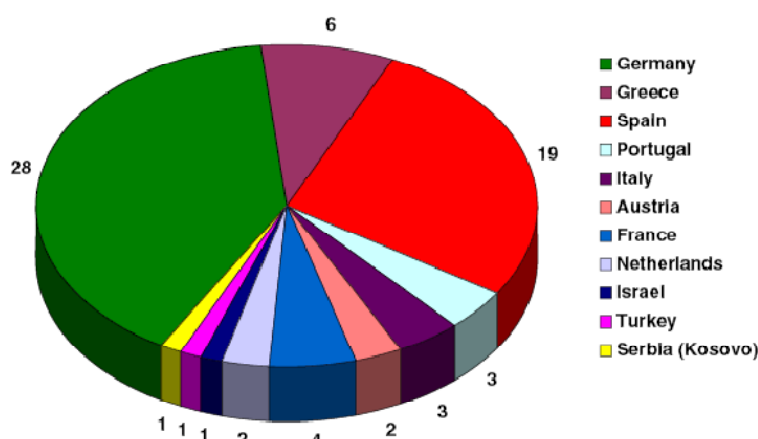
طی بررسی های بعمل آمده در اروپا بطور تقریبی ۴۰ درصد از کل انرژی مصرفی در این قاره به اماکن تجاری و خانه های مسکونی اختصاص دارد. تعداد سیستمهای تهویه مطبوع نصب گردیده که بالای ۱۲ kW میباشند طی ۲۰ سال گذشته همواره در حال افزایش بوده است بطوری که تعداد فضاهای طبقاتی دارای تهویه مطبوع از ۳۰ میلیون متر مربع در سال ۱۹۸۰ به ۱۵۰ میلیون متر مربع در سال ۲۰۰۰ رسیده است و انرژی سالیانه مصرفی جهت تهویه مطبوع در هر خانه در سال ۱۹۹۰ ۶TJ و در سال ۱۹۹۶ ۴۰ TJ می باشد و پیش بینی می گردد که این رقم در سال ۲۰۱۰ به ۱۶۰ TJ برسد [۸]. این خود باعث افزایش هزینه های زندگی بخصوص در مناطق شهر نشین و افزایش گازهای گلخانه ای گردیده است. یکی از راه های کاهش هزینه، استفاده مناسب از انرژی خورشیدی در سیستم تهویه مطبوع می باشد. سیستم سرمایش خورشیدی معمولا دارای یک کلکتور خورشیدی و تجهیزات سرمایش می باشد (شکل ۱).



شکل ۱. شماتیکی از تجهیزات سیستم تهویه مطبوع خورشیدی

## ۶- بررسی سیستمهای مختلف تهویه مطبوع خورشیدی

امروزه در کشورهای بسیاری از سیستمهای سرمایش و گرمایش خورشیدی بطور وسیعی استفاده می گردد. در اروپا نیز از این سیستمها بسیار استفاده می گردد که کشورهای آلمان و اسپانیا بیشترین سهم را به خود اختصاص داده اند (شکل ۲). در حال حاضر توان مصرفی برای سرمایش سیستمهای مذکور در اروپا حدود ۶.۳ MW و مساحت کل کلکتور آنها در حدود  $۱۷/۵۰۰ \text{ m}^2$  می باشد [۹].



شکل ۲. سهم استفاده از سیستم تهویه مطبوع خورشیدی در اروپا

تاکنون سیستمهای مختلفی توسط محققین پیشنهاد گردیده است که بطور کلی می توان بشکل زیر آنها را تقسیم بندی نمود:

### ۱-۶- سیستم سرمایه‌گذاری دیسیکنت مایع

در این سیستم از سیکل باز استفاده شده است و همچنین اساس کار آن در رطوبت زدایی از هوا بوسیله جاذب مایع مانند محلول آب و کلرید کلسیم و یا محلول آب و کلرید لیتیم و خنک کردن با تبخیر آب است. تکنولوژی این سیستم در کشورهای آلمان و آمریکا در حال بررسی و تحقیق است و هنوز تولید صنعتی نگردیده است. ضریب عملکرد این سیستم کمتر از یک و دمای لازم جهت عملکرد بین ۴۵ تا ۷۰ درجه سانتیگراد می باشد که توسط کلکتور خورشیدی تامین می گردد.

### ۲-۶- سیستم سرمایه‌گذاری دیسیکنت جامد

در این سیستم از سیکل باز استفاده گردیده است و اساس کار آن در رطوبت زدایی از هوا بوسیله جاذب جامد مانند سیلیکاژل و کلرید لیتیم - سلولز و خنک کردن با تبخیر آب می باشد. تکنولوژی موجود بر اساس ساخت چرخ آنتالپی جهت رطوبت زدایی می باشد. ظرفیت این سیستم از ۲۰ kW تا حدود ۳۵۰ kW و ضریب عملکرد بین ۰/۵ تا ۱ ساخته شده است و دمای لازم جهت عملکرد سیستم بین ۴۵ تا ۹۵ درجه سانتیگراد و توسط کلکتور خورشیدی قابل تامین است. باید توجه شود سیستم مذکور در آب و هوای مرطوب دارای کاربرد است و در مناطق بسیار گرم و مرطوب بصورت ترکیبی با چیلر تراکمی مورد استفاده قرار می گیرد که به طور چشمگیر موجب صرفه جویی در مصرف انرژی می گردد.

### ۳-۶- چیلر خورشیدی از نوع جاذب جامد

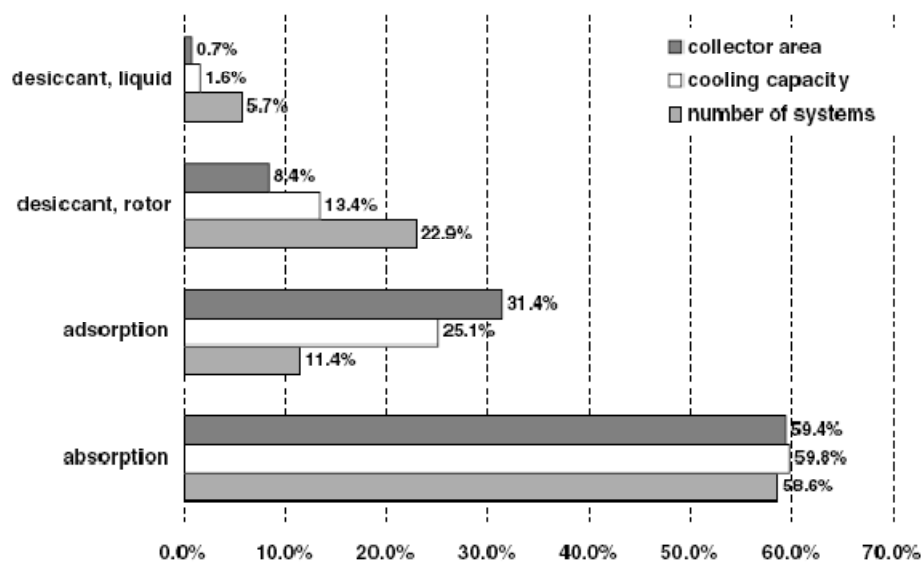
این چیلرها دارای سیکل بسته مبرد می باشند و برای تولید آب سرد استفاده می شوند. مبرد و جاذب جامد سیکل تبرید به ترتیب آب و سیلیکاژل و یا آمونیاک و نمک می باشد. این چیلرها در بازار با ظرفیتهای ۵۰ kW تا ۴۳۰ kW موجود می باشد. ضریب عملکرد این چیلرها ۰/۳ تا ۰/۷ می باشد. دمای لازم برای گرمایش ژنراتور در محدوده ۶۰ تا ۹۰ درجه سانتیگراد است و تکنولوژی خورشیدی لازم گردآورندههای صفحه تخت و گردآورندههای لوله خلاء می باشد.

### ۴-۶- چیلر خورشیدی از نوع جاذب مایع

این نوع چیلرها دارای سیکل بسته مبرد می باشند و برای تولید آب سرد استفاده می شوند. مبرد و جاذب سیکل تبرید به ترتیب آب و محلول لیتیم برماید و یا آمونیاک و آب است. این چیلرها با توانهای ۳۵kW تا ۵ MW در بازار عرضه می گردند. همچنین ضریب عملکرد برای

چیلرهای جاذب مایع یک مرحله ای از ۰/۶ تا ۰/۷۵ و برای دو مرحله ای از ۱ تا ۱/۲ می باشد. دمای لازم برای گرمایش ژنراتور چیلر از ۷۵ تا ۱۱۰ درجه سانتیگراد برای چیلرهای یک مرحله ای و ۱۴۰ تا ۱۸۰ درجه سانتیگراد برای چیلرهای دو مرحله ای است و تکنولوژی خورشیدی لازم، گردآورندههای لوله خلاء می باشد.

میزان استفاده از سیستمهای مختلف خورشیدی جهت تهویه مطبوع در اروپا در شکل (۳) نشان داده شده است [۹].



شکل ۳. درصد استفاده از سیستم های مختلف تهویه مطبوع خورشیدی در اروپا

## ۵-۶- بررسی عملکرد چیلرهای خورشیدی

نحوه عملکرد چیلرهای خورشیدی برای سه ظرفیت مختلف ۵۰، ۱۰۰ و ۳۰۰ تن تبرید برحسب سطح کلکتور خورشیدی مورد نیاز، سطح زمین مورد نیاز، گاز پشتیبانی، مقدار صرفه جویی در برق مصرفی در سال و مقدار کاهش انتشار دی اکسید کربن در جدول (۱) آورده شده است [۱۰].

جدول ۱- عملکرد چیلرهای خورشیدی

ردیف	شاخص مورد نظر	ظرفیت: ۵۰ تن	ظرفیت: ۱۰۰ تن	ظرفیت: ۳۰۰ تن
۱	سطح خورشیدی خالص <sup>۱</sup> (m <sup>۲</sup> )	۴۱۰	۸۲۰	۲۵۵۰
۲	سطح زمین (m <sup>۲</sup> )	۵۰۰	۱۰۰۰	۳۰۰۰
۳	گاز پشتیبانی مورد نیاز <sup>۲</sup> (terms)	۱۰۱۵۰	۲۰۳۰۰	۶۱۰۰۰
۴	کاهش بار پیک برق (kW)	۵۹	۱۱۷	۳۲۵
۵	آب گرم تولید شده (°C/m <sup>۲</sup> )	۲۶	۵۲	۱۵۵
۶	کاهش مصرف انرژی الکتریکی (kWh/yr)	۴۵۰۰۰	۹۰۰۰۰	۵۵۰۰۰۰
۷	کاهش انتشار CO <sub>۲</sub> (ton/yr)	۱۸۵	۳۷۱	۱۵۷۵

۱- برای یک نوع آب و هوای معتدل مدیترانه ای

۲- برای یک تقاضای سرمایش ۹ ساعت در روز در تابستان

## ۶-۶- برآورد مقادیر هزینه ها و صرفه جویی اقتصادی

با توجه به جدول (۲) می توان مقادیر هزینه ها و صرفه جویی اقتصادی را در چیلر های خورشیدی با ظرفیتهای متفاوت برآورد نمود. مقادیر براساس قیمت‌های موجود در بازار در نظر گرفته شده است [۱۱]. مقدار سرمایه گذار لازم برای تولید هر وات انرژی الکتریکی ۴۰۰۸ ریال می باشد صرفه جویی در یارانه سالیانه برق بر حسب کیلو وات ساعت ۴۰۷ ریال می باشد و صرفه جویی در یارانه سالیانه مصرف گاز بر حسب مترمکعب ۳۲۰ ریال در نظر گرفته شده است همچنین هزینه زیست محیطی بر حسب هر تن انتشار دی اکسید کربن ۱۹۲۰۰۰ ریال در جدول (۲) منظور گردیده است [۱۲].

جدول ۲- ارزیابی چیلرهای جذبی خورشیدی

ردیف	شرح	ظرفیت : ۵۰ تن	ظرفیت : ۱۰۰ تن	ظرفیت : ۳۰۰ تن
۱	هزینه دستگاه چیلر جذبی (میلیون ریال)	۳۱۱	۵۰۲	۸۳۱
۲	هزینه کلکتور خورشیدی (میلیون ریال)	۳۵۹	۷۱۸	۲۲۳۱
۳	صرفه جویی در سرمایه گذاری صنعت برق (میلیون ریال) در مقایسه با چیلر تراکمی	۴۹۶	۹۸۳	۹۵۷۲
۴	صرفه جویی در یارانه مصرف برق طی یکسال (میلیون ریال) در مقایسه با چیلر تراکمی	۱۸	۳۷	۲۲۴
۵	صرفه جویی در یارانه مصرف گاز طی یکسال (میلیون ریال) در مقایسه با چیلر جذبی رایج	۲۸	۵۵	۱۶۵
۶	صرفه جویی در هزینه زیست محیطی طی یکسال (میلیون ریال)	۳۶	۷۱	۳۰۲

## ۶-۷- بررسی اقتصادی چیلرهای جذبی خورشیدی

با توجه به بررسی های بعمل آمده تحت عنوان مقایسه فنی - اقتصادی سیستمهای برودتی رایج در کشور می توان نتیجه گرفت که در مناطق گرم و مرطوب کشور از دیدگاه دولتی و دیدگاه ملی ارزانهترین سیستم در بین تمامی گزینه ها سیستم جذبی و گرانهترین آن استفاده از کولر گازی می باشد [۱۳]. بنا براین با مقایسه سیستم چیلر جذبی خورشیدی با چیلر جذبی رایج که در این تحقیق صورت گرفته می توان به وضوح نشان داد که استفاده از سیستم چیلر جذبی خورشیدی توجیه اقتصادی دارد. البته با توجه به هزینه راه اندازی اولیه از نظر مشتری مقرون به صرفه نمی باشد. در جدول (۳) به مقایسه سیستم های چیلر جذبی خورشیدی و معمولی پرداخته شده است این جدول نشان می دهد که در سطح کلان اقتصادی کشور بدون در نظر گرفتن تورم، دوره بازگشت سرمایه سیستمهای چیلر جذبی خورشیدی حدود ۵ سال می باشد.

جدول ۳- بررسی دور بازگشت سرمایه در چیلر جذبی خورشیدی

ردیف	شرح	هزینه مازاد (میلیون ریال)	میزان صرفه جویی در ۵ سال (میلیون ریال)
۱	هزینه اولیه برای سیستم خورشیدی	۱۰۲۰	-
۲	هزینه مصرف برق	-	۱۲۵
۳	هزینه مصرف گاز	-	۴۱۵
۴	هزینه زیست محیطی	-	۵۳۵
۵	جمع کل هزینه مربوط به هر ستون	۱۰۲۰	۱۰۷۵

## ۷- نتیجه گیری

در شرایط کنونی اقتصادی، سیستمهای گرمایش و سرمایش خورشیدی از منظر یک سرمایه گذار برای اشخاص حقیقی بعلت ارزان بودن انرژی فسیلی و برق مقرون به صرفه نمی باشد در صورتی که با توجه به بررسیهای انجام گرفته می توان به این نتیجه رسید که استفاده از چیلرهای جذبی خورشیدی دارای مزایای بسیاری در زمینه صرفه جویی انرژی، اقتصادی و محیط زیست می باشد که سرمایه گذاری اولیه را در سطح کلان کشور تنها در ۵ سال نخست بازگشت می دهد. لذا پیشنهاد می گردد بجای اختصاص یارانه به انرژیهای تجدید ناپذیر کمک به ساخت سیستمهای گرمایش و سرمایش خورشیدی در ساختمانها گردد که ضمن صرفه جویی در مصرف سوخت موجب کاهش آلودگی محیط زیست نیز می گردد.

پیش بینی می شود که نرخ رشد مصرف انرژی برق در ایران سالیانه بین ۶ الی ۸ درصد برای ده سال آینده خواهد بود. هزینه های مربوط به ساخت نیروگاه های جدید و توسعه شبکه انتقال برق بسیار کلان خواهد بود که با توجه به عدم نیاز سیستمهای خورشیدی به شبکه می توان این هزینه ها را کاهش داد.

تسریع حرکت ایران در مسیر آینده پایدار انرژی مزایای فراوانی را برای کشور خواهد داشت. در سطح جهانی توانایی رقابت انرژی های تجدید پذیر به مرور طی سالهای آینده افزایش خواهد یافت. ایجاد سریع تر بسترهای مناسب برای استفاده از انرژی خورشیدی در ایران باعث افزایش سرعت در تولید انبوه تاسیسات و افزایش منافع اقتصادی خواهد شد. از یک طرف تفاوت هزینه ها برای یک کیلو وات ساعت انرژی از نفت با یک کیلو وات ساعت انرژی خورشیدی در آینده افزایش خواهد یافت و از طرفی دیگر تعداد تاسیسات نصب شده و مقدار انرژی صرفه جویی شده افزایش خواهد یافت.

## منابع:

۱. C.Fisher,R.Newell,۲۰۰۳ Environment and Technology Policies for Climate Change, Resources of the Future Washington D.C.
۲. J.M.Loiter, V.Norberg-Bohm, J. Of Energy Policy ۲۷ (۱۹۹۹) ۸۵-۹۷. Elsevier
۳. شریفی مهدی و شیرزاد سبینی ابوالفضل، امکان سنجی احداث نیروگاه برق بادی در جردنق تاکستان با توجه به پتانسیل جریان باد منطقه، بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق.
۴. عباسپور مجید، فریده اتلی، ... ، سیاست گذاری در زمینه آب و هوا و توسعه پایدار، فرصتهایی برای همکاری ایران و آلمان، اردیبهشت ۱۳۸۴
۵. معین پناه نرگس، علی مددی مازیار، بررسی انواع انرژیهای نو و تجدید پذیر در ایران
۶. A.O.Rieng, R.Z.Wange, J. Of Renewable and Sustainable Energy Reviews ۵(۲۰۰۱) ۳۱۳-۳۴۲. Elsevier
۷. بزرگ مهری شهریار، لاری حمید رضا، بررسی سیستمهای تهویه مطبوع خورشیدی، سومین همایش بهینه سازی مصرف سوخت ساختمان
۸. C.A.Balaras et al. J. Of Renewable and Sustainable Energy Reviews ۱۱(۲۰۰۷) ۲۹۹-۳۱۴. Elsevier
۹. H.M.Henning, J. Of Applied Thermal Engineering ۲۷(۲۰۰۷) ۱۷۳۴-۱۷۴۹. Elsevier
۱۰. M.A.Sayegh, J. Of Desalination ۲۰۹(۲۰۰۷) ۱۷۱-۱۷۶. Elsevier
۱۱. مجله تهویه مطبوع شماره ۴، سال اول، مرداد ۱۳۸۲
۱۲. ترازنامه انرژی، معاونت انرژی، وزارت نیرو
۱۳. توانپور پناه، سربندری فرهانی، مقایسه فنی - اقتصادی سیستمهای برودتی رایج در کشور، نشریه علمی برق شماره ۲۹