رویکرد مقاله

چالش ها و راهکارهای اصلاح الگوی مصرف گاز طبیعی

موضوع مقاله

ایده پنجره های گرمایشی و نقش سیستم های خورشیدی در کاهش مصرف گاز طبیعی

سروش ابراهیمی به شماره پرسنلی ۵۹۷۳۶۴

مهندس تعمیرات برق منطقه ۲ عملیات انتقال گاز و دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه علوم و تحقیقات

چکیده

افزایش چشمگیر سهم گاز در سبد انرژی و روند صعودی آن در بخش‌های مختلف مصرف از جمله بخش صنعتی، تجاری، خانگی و نیروگاهی از یکسو و پایان پذیر بودن ذخایر گازی از سوی دیگر، ضرورت مصرف بهینه گاز و استفاده از انرژی های نو را در تمام بخش‌های مصرف‌کننده بیش از پیش محسوس می‌نماید. بخش خانگی با داشتن سهمی بالغ بر ۳۶درصد از کل مصرف گاز به‌عنوان بزرگ‌ترین مصرف‌کننده به‌شمار می‌آید. بنابراین تلاش برای رعایت الگوی مصرف گاز در بخش خانگی از اولویت بالاتری برخوردار است. از طرفی رویکرد انرژی دنیا در جهت رسیدن به منابع انرژی تجدیدپذیر و جایگزین نمودن آن به جای منابع تجدیدپذیر است. در این راستا تکنولوژی های جدید بکار گرفته شده تا با استفاده از منابع تجدیدپذیر سهمی از تامین نیاز انرژی را به عهده گیرد.در بحث اتلاف گرما خصوصاً بخش خانگی ، اتلاف گرمایش منزل از پنجره ها اهمیت دارد یکی از این تکنولوژی ها پنجره های گرمایشی با بهره گیری از پنل های خورشیدی هستند که با رویکردهای مختلف در تامین گرمایش ، دست به این هدف زده اند. در این مقاله به معرفی سیستم ابداعی پنجره های گرمایشی با عملکردی مشابه گرمکن شیشه عقب خودرو در فصول سرد سال پرداخته شده است که با تامین گرمایش پنجره ها به نسبت توان مورد نیاز می تواند سهم مناسبی در صرفه جویی گاز در این بخش را داشته باشد. این تکنولوژی به شکل ترکیبی در فصول گرم سال نیز با حضور در بحث پخت و پز ،استحمام و تامین برق مصرفی خانوار به کاربردی بودن خود تکیه دارد. لذا محاسبات آماری و علمی در این مقاله با اقلیم کشور ایران و مبتنی بر امکانات موجود در کشور ارائه گشته و صرفه اقتصادی طرح اجرایی با درنظرگیری محدودیت ها درادامه بیان خواهد شد. نهایتاً کاربرد این روش در اصلاح مصرف گاز طبیعی در بخش های مختلف به عنوان پشتیبان تامین انرژی مطرح و قابلیت اجرا را خواهد داشت.

۱ – مقدمه

پیش‌بینی می‌شود روند مصرف گاز در جهان طی سه دهۀ آینده بیش از ۷۰ درصد افزایش یافته و از ۹۲ تریلیون فوت مکعب به ۱۵۶ تریلیون فوت مکعب و رشد تقاضای گاز طبیعی تا سال ۲۰۳۰ از ۲۳ به ۲۸ درصد کل تقاضای انرژی جهانی برسد. با عنایت به اینکه عمده مصرف در بخش خانگی صرف ایجاد گرمایش در ماه‌های سرد سال می‌شود، لذا ارائه راهکارهای عملی و متناسب با شرایط فعلی جهت بهینه نمودن مصرف گاز در بخش خانگی می‌تواند گام موثری در جلوگیری از هدر رفتن این نعمت خدادادی و ثروت عمومی باشد. علاوه بر ایجاد گرمایش، از گاز طبیعی به منظور تامین آب‌گرم و پخت‌وپز نیز در بخش خانگی استفاده می‌گردد. پس استفاده بهینه از گاز در ماه‌های غیرسرد سال نیز از اهمیت بالایی برخوردار است.

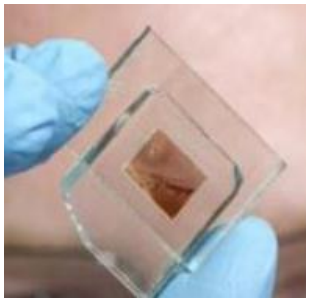
هرچند تلاش‌هایی در جهت رعایت اصول مربوط به جلوگیری از مصرف بی‌رویه گاز در مبحث ۱۹ ساختمان صورت پذیرفته است، لیکن وجود حدود ۲۵درصد پرت انرژی به‌دلیل نوع ساختمان‌های موجود و عدم رعایت استانداردهای مرتبط، تلاش بر ساخت واحدهای مسکونی بدون اتلاف انرژی از ضرورت‌های اجتناب‌ناپذیر در راستای اصلاح الگوی مصرف گاز محسوب می‌گردد. بر اساس آمارهای موجود، میزان شدت مصرف انرژی در کشور ایران ۱۷ برابر ژاپن، ۴ برابر کانادا و ۲ برابر چین است. در اروپا در هر مترمربع از ساختمان ۴ مترمکعب گاز مصرف می شود در حالیکه این رقم در ایران ۳۰ مترمکعب است. به طور معمول بین ۱۰ تا ۱۵درصد از مساحت زیر بنای یک ساختمان را درب و پنجره‌ها(بازشوهای ساختمانی) تشکیل می‌دهند. لذا در صورت عدم رعایت مبحث ۱۹ و بکارگیری پنجره‌های نامرغوب و شیشه‌های یک لایه (تک جداره) در یک ساختمان، سهم اتلاف انرژی از این قسمت با توجه به وجود یک جداره نازک و در نتیجه تماس نزدیکتر با فضای بیرون و نفوذ هوا، بیشتر از بخش‌های دیگر نظیر دیوارهای خارجی، سقف نهایی و .... می‌گردد .نهایتاً استاندارد نبودن ساخت و سازها در کشور موجب شده که اتلاف انرژی در حد ۲۲درصد از طریق پنجره ها، ۲۱ درصد کف ساختمانها و ۳۶درصد از دیوارها صورت گیرد که این فرآیند بسیار تاسف انگیز است. بر این اساس سیستم های جدیدی در جهت جلوگیری از اتلاف انرژی و همچنین جایگزینی انرژی های نو به جای سوخت های فسیلی طراحی و ساخته شده است که با توجه به محاسبات برگشت سرمایه با بکارگیری آنها در طول دوره زمانی مشخص ، می تواند مقرون به صرفه باشد. یکی از این فناوری ها ، تکنولوژی پنجره های خورشیدی بوده که در بخش تامین گرمایش ، جلوگیری از هدر رفت حرارت و بکارگیری در سایر مصارف خانگی کاربرد دارد. استفاده از این روش به موازات روش های موجود از قبیل به کارگیری شیشه های دوجداره و پروفیل پنجره های استاندارد نتیجه حاصله را بهبود ویژه خواهد داد.

۲ _ معرفی انواع پنجره های خورشیدی و هوشمند مدرن

باتوجه به کمبود منابع انرژی و به اتمام رسیدن منابع طبیعی، استفاده از انرژی رایگان خورشیدی یکی از مهمترین اهداف محققانی است که در زمینه انرژی های پاک و تجدیدپذیر فعالیت می کنند. میزان تابش خورشیدی در ایران بین ۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰ کیلووات ساعت بر مترمربع در سال تخمین زده شده است که این میزان از متوسط جهانی بالاتر می‌باشد. بخش وسیعی از میدان رقابت به تکنولوژی ساخت پنجره های خورشیدی که بتوانند نقش پنل ها را ایفا کنند اختصاص داده شده است.

صفحات خورشیدی یا پنل خورشیدی به مجموعه ای از سلول های خورشیدی گفته می شود که نور خورشید را به انرژی الکتریکی تبدیل می کنند. هرچه میزان نور تابیده شده به سلول های خورشیدی بیشتر باشد، میزان انرژی الکتریکی تولید شده نیز بیشتر است. سلول های خورشیدی در حال حاضر در صنعت ساختمان سازی، حمل و نقل هوایی و نیروگاه ها کاربرد گسترده ای دارند. محققان با استفاده از مولکول های ارگانیک پوششی تولید کرده اند که قادر به تفکیک طول موج های مختلف نور است. زمانی که این لایه روی پنل خورشیدی قرار می گیرد باعث شفافیت آن می شود .

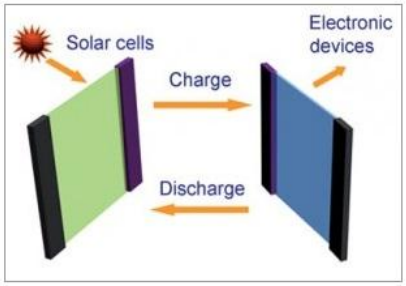
مهمترین فاکتور در ارزیابی کارایی پنل های خورشیدی، راندمان آن است که در حال حاضر محققان به دنبال افزایش راندمان این نوع پنل ها هستند.در پنل های نوع فوق شفاف، در طرحی دو لایه شیشه ای رسانای جریان برق به فاصله ۶۰ میکرو متر از یکدیگر قرار می گیرند و فاصله مابین آنها با لوله های نانو کربنی با ضخامت ۱۰۰ تا ۲۰۰ نانو متر پر می شود(شکل ۱). این مجموعه یک سلول خورشیدی را تشکیل می دهد. از ویژگی های عمده این مجموعه آن است که شفاف است و از آن می توان به عنوان شیشه پنجره در سازه ها استفاده کرد. زمانیکه نور خورشید به این سلول می تابد الکترونها به لایه کربنی راه می یابند و می توانند فرایند ذخیره و تبدیل شدن به انرژی الکتریکی را طی کنند. با این حساب پنجره های خانه همگی مکان هایی بلقوه برای تولید انرژی به حساب می آیند. اما همانطور که گفته شد راندمان پنل های خورشیدی شفاف پایین بوده و کاربرد آنرا محدود نموده است . در حال حاضر تلاش در جهت افزایش راندمان این نوع پنل ها به گونه ای است که تا چند سال آینده می تواند به بازده ای پنل های کنونی که در حدود ۱۵ درصد است برسند.



شکل ۱ – پنل خورشیدی فوق شفاف

در نوع دیگر پنل های خورشیدی جدید از ابرخازن‌ها استفاده شده است. این ابر خازن‌ها درون پنجره‌های الکترونیکی قرار داده شده‌اند؛ پنجره‌هایی که قادر به تغییر رنگ هستند. زمانی که تابش نور خورشید شدید است، این پنجره‌ها نور را جذب کرده و در خود ذخیره می‌کنند، زمانی که ظرفیت این پنجره‌ها تکمیل شد، شیشه‌ها تاریک شده و عبور نور را محدود می‌کند. با این کار مقدار نور ورودی به خانه و دمای آن تحت کنترل در می‌آید و از سوی دیگر انرژی ذخیره شده در آن را می‌توان برای استفاده در ادوات الکترونیکی دیگر نظیر نمایشگرهای تلویزیونی به کار گرفت. با مصرف انرژی ذخیره شده در پنجره هوشمند توسط دیگر ادوات، خازن‌ها تخلیه شده و دوباره با جذب نور خورشید شارژ می‌شوند.(شکل ۱)

این پنجره‌های هوشمند از آرایه‌های نانوسیمی پلی‌آنیلین ساخته می‌شوند که روی یک فیلم شفاف رسوب داده شده‌اند؛ فیلم‌های شفاف، خود توسط لایه‌های رسانا پوشانده شده‌اند. این نانوسیم‌ها به وسیله یک ژل الکترولیتی پوشانده می‌شوند تا به عنوان الکترود مورد استفاده قرار گیرند. دو الکترود به صورت ساندویچی دور هم پیچیده می‌شوند تا یک ساختار جدید ایجاد شود.



شکل ۲ –شیشه هایی که نور خورشید را به الکتریسیته تبدیل کرده و در ابر خازن ذخیره می کنند

پلی آنیلین دارای ظرفیت بالایی است؛ و هزینه تولید آن اندک است، از دیگر مزایای این ماده شفاف بودن و انعطاف‌پذیر بودن آن است. پارامتر انعطاف پذیر بودن بسیار مهم است؛ زیرا به راحتی می‌توان آن را به صورت رول درآورد و در ادواتی با اشکال مختلف استفاده کرد، برای مثال می‌توان پرده‌هایی هوشمند تولید کرد .محققین در این زمینه بر این باورند که اگر این فناوری بتواند با هزینه کم به بازار عرضه شود، می‌توان از آن در حوزه‌های مختلف از صنعت گرفته تا ساختمان استفاده کرد. یکی از بهترین راههای کنترل اتلاف انرژی استفاده از پنجره های هوشمند است .

نور خورشید مدت زیادی است که به عنوان منبع تولید الکتریسیته و جایگزینی برای سوخت های فسیلی مورد توجه بوده است. اما اخیرا محصولات خورشیدی علاوه بر جذب انرژی خورشیدی، دارای کاربرد تزئینی نیز شده اند. نوع دیگر شیشه های پنجره های هوشمند هستند که با استفاده از نانوبلورهایی با قابلیت انتقال نور مرئی و رد نور نزدیک مادون قرمز میزان حرارات وارد شده به اتاق و همچنین نور محیط را تنظیم می‌کند. ساخت نوعی پوشش که شامل لایه نازکی از نانوبلورها با قابلیت انتقال نور مرئی و رد نور نزدیک مادون قرمز است می تواند گام مهمی در این رابطه به حساب آید.

حالت انتقال دهنده نور نزدیک به مادون قرمز نانوبلورها را می‌توان با اعمال چند ولت پتانسیل فعال ساخت. در یک روز سرد، هر دو نور مرئی و نزدیک به مادون قرمز برای انتقال گرما می‌توانند وارد محیط شوند؛ اما در روزهای گرم چند ولت الکتریسیته بر این نانوبلورها اعمال شده تا پنجره تنها به نور مرئی اجازه ورود بدهد .

پنجره‌های هوشمند طوری طراحی شده اند که می توانند با محیط تعامل و سازگاری داشته باشند، مثلاً گرمای بیش از حد را دفع خواهندکرد. چنین شیشه هایی در ماه‌های گرم که هزینه مصرف انرژی به خاطر تهویه هوا بالا است مناسب هستند. پنجره‌های رنگی حساس به نور (فوتوکرومیک) که پرتوهای خورشید را دفع می‌کنند سالهاست ساخته شده اند. هم اکنون پوشش‌های نازک نانومتری دی‌اکسید وانادیوم مخلوط شده با فقط ۱/۹٪ فلز تنگستن در پنجره‌ها استفاده می شود و به عنوان انعکاس دهنده‌های گرما عمل کنند، در حالی‌که هم‌چنان تمام نور مرئی را از خود عبور می‌دهند. ضخامت نانومتری و مخلوط پوشش می‌توانند دقیقاً تعیین کنند که در چه دمایی، حرارت منعکس شود. این به این معنا است که ادارات و منازل می‌توانند بدون استفاده بیش از حد از سیستم های تهویه گران قیمت، خنک باقی بمانند و هزینه‌ها را هم به طور چشمگیری کاهش دهند.

۳ _ معرفی پنجره های خورشیدی گرمایشی

از انواع دیگر پنجره های گرمایشی میتوان به نمونه ای اشاره نمود که همانند آبگرمکن های خورشیدی عمل کرده و بدون استفاده از انرژی الکتریکی عمل می نماید. این پنجره ها از طریق انرژی خورشید هوای خانه را گرم می کند و این در حالی است که هیچگونه انرژی برای گرمایش خانه مصرف نمی گردد. این سیستم در تمام مناطقی که احتیاج به گرما برای رسیدن به حد تعادل دمای محیطی دارند می تواند با بهره گیری از انرژی خورشیدی، گرمای مورد نیاز فضای زندگی را تامین و ذخیره کند. همچنین با استفاده از این پنجره هوای خانه به چرخش در می آید. باید گفت پنجره های خورشیدی ساخته شده در کشورهای دیگر طوری به گرماسازی خانه کمک می کنند که غالباً مانع ورود نور به فضای داخی خانه می شود، اما پنجره خورشیدی طراحی شده جدید مانع ورود نور به فضای داخلی نمی شود و دید افراد را از داخل خانه به بیرون کور نمی کند به طوریکه عملکرد آن همانند پنجره معمولی است. این سیستم با تولید هوای گرم مطبوع به وسیله انرژی تجدید پذیر خورشید علاوه بر این که به اقتصاد خانواده کمک می کند، سبب جلوگیری از آلودگی هوا و جلوگیری از پایان یافتن منابع سوخت های فسیلی شده که سرانجام به ارتقاء اقتصاد ملی می انجامد. مخزن ذخیره هوای گرم حداقل ۵ ساعت بعد از غروب آفتاب هم می تواند روند گرمادهی خود را حفظ کند، کل مراحل ایجاد هوای گرم، تصفیه و ذخیره سازی آن به صورت طبیعی صورت می‌گیرد و هیچ قطعه برقی و مکانیکی در آن دخیل نیست. این سیستم به دلیل ساختار پازل مانند خود می تواند در هر اندازه گسترش پیدا کند.طبق محاسباتی که انجام گرفته، هر پنجره خورشیدی به اندازه هفت مترمربع، می تواند نیاز گرمایشی یک خانه چهل متری را تامین کند. با استفاده از پنجره خورشیدی دمای خانه در حد ۲۵ درجه سانتی گراد (دمای متعادل یک محیط) حفظ می شود.

۴ _ ایده پنل های خورشیدی جهت گرمایش پنجره ها

همانطور که گفته شد انواع گوناگون پنجره های هوشمند در حال ساخت و طراحی هستند که هر کدام ویژگی های خاص خود را دارند. حال به معرفی ایده پنجره های گرمایشی با استفاده از پنل های خورشیدی می پردازیم. این ایده از گرمکن شیشه عقب خودرو گرفته شده و عملکرد و اجرا آن ساده می باشد.

در این تکنولوژی از پنل های خورشیدی در روی پنجره ساختمان یا به صورت سایبان یا نوع کرکره ای استفاده می گردد ، البته با توجه به نوع فریم پنجره امکان چینش پنل روی چارچوب نیز میسر بوده که نیازمند طراحی خاص است. با نصب پنل روی پنجره ها و امکان ذخیره سازی انرژی الکتریکی جذب شده توسط آن قابلیت تبدیل به سایر انرژی ها در مصارف دیگر مهیا می گردد . که عمده مصرف آن در خصوص گرمایش ساختمان است. مجموعه کنترلی ، مبدل و باتری این سیستم در چارچوب پنجره نصب میگردد.

انرژی جذب و ذخیره شده از پنل های خورشیدی در غالب پنجره ها ، که می تواند ،پنل ها در انواع مختلف فعلی یا سیستم های شفاف جدید باشد . در فصول سرد سال جهت گرمایش پنجره ها و ایجاد یک پرده حرارتی در مقابل هدر رفت حرارت ساختمان عمل نماید. به شکلی که با نصب ساده المنت های گرمایشی روی شیشه پنجره به این نتیجه رسید . در فصول گرم سال انرژی ذخیره شده در سیستم به المنت حرارتی قویتری جهت پخت و پز و گرمایش آب مصرفی قابل انتقال خواهد بود.

۴-۱ - انتخاب پنل خورشیدی مورد نیاز

در انتخاب پنل خورشیدی ابعاد پنجره و توان مورد نیاز جهت گرم نگه داشتن آن در طول دوره زمانی مشخص مدنظر خواهد بود . جهت حفظ حرارت فضای داخلی ساختمان در یک پنجره با ابعاد ۱ متر مربع نیاز به تامین توانی معادل ۳۰۰ وات می باشد . این توان با ایجاد حرارت مورد نیاز توسط گرمکن ، دمای شیشه را در حدود ۱۸ درجه سانتیگراد حفظ می نماید. این امر باعث کاهش هدر رفت حرارت داخلی ساختمان تا ۸۰ درصد خواهد شد. ارقام ارائه شده در این مقاله با استفاده از معادلات انتقال حرارت ، درنظرگیری شرایط مرزی سیال هوا و مباحث دیگر در خصوص رسانایی حرارتی در سطوح محاسبه شده که پرداختن به آن در این مقاله مستلزم بحث مفصل می باشد. باید متذکر شد ،تمام مباحث آماری و محاسبات علمی موجود در کلیه زمینه ها نیز شامل این موضوع است و ارائه کامل آن مقدور نبوده و قابل ارائه در مقالات ژورنال خواهد بود.

به شکل کلی برای طراحی یک پنل خورشیدی ۲۰۰ واتی نیاز به ۴۰ عدد سلول خورشیدی می باشد که قابلیت جریان دهی هر سلول در حدود ۱۰ آمپر است . با توجه به برندها و تکنولوژی های ساخت مختلف پنل ها ، ابعاد و بازدهی متغیر خواهد بود. در ادامه چند جدول نمونه برای راندمان و توان مورد نیاز جهت استفاده و ابعاد نصب آن آورده می شود.(جدول ۱ و ۲) با توجه به بازار موجود در کشور امکان تهیه و ساخت این پنل بر روی پنجره ها کاملاً عملی می باشد.

Electrical parameters at Standard Test Conditions (STC)

Module type			YLxxxP-23b (xxx=P_{max})				
Power output	P_{max}	W	200	195	190	185	180
Power output tolerances	ΔP_{max}	W	0 / 5				
Module efficiency	η_m	%	15.7	15	14.7	14.3	13.9
Voltage at P_{max}	V_{mpp}	V	36.89	36.65	36.36	35.55	34.91
Current at P_{max}	I_{mpp}	A	5.42	5.32	5.23	5.06	5.01
Open-circuit voltage	V_{oc}	V	45.65	45.36	45	44.14	43.99
Short-circuit current	I_{sc}	A	5.69	5.65	5.59	5.46	5.41

STC: 1000W/m² irradiance, 25°C cell temperature, AM1.5g spectrum according to EN 60904-3.
Average relative efficiency reduction of 5% at 200W/m² according to EN 60904-1.

GENERAL CHARACTERISTICS

Dimensions (L / W / H)	1310mm / 990mm / 40mm
Weight	15.2kg

Electrical Characteristics

STC	STP255-20/ Wd	STP250-20/ Wd	STP245-20/ Wd
Maximum Power at STC (Pmax)	255 W	250 W	245 W
Optimum Operating Voltage (Vmp)	30.8 V	30.7 V	30.5 V
Optimum Operating Current (Imp)	8.28 A	8.15 A	8.04 A
Open Circuit Voltage (Voc)	37.6 V	37.4 V	37.3 V
Short Circuit Current (Isc)	8.76 A	8.63 A	8.52 A
Module Efficiency	15.7%	15.4%	15.1%
Operating Module Temperature	-40 °C to +85 °C		
Maximum System Voltage	1000 V DC (IEC) / 600 V DC (UL)		
Maximum Series Fuse Rating	20 A		
Power Tolerance	0/+5 %		

Mechanical Characteristics

Solar Cell	Polycrystalline silicon 156 × 156 mm (6 inches)
No. of Cells	60 (6 × 10)
Dimensions	1640 × 992 × 35mm (64.6 × 39.1 × 1.4 inches)
Weight	18.2 kgs (40.1 lbs.)
Front Glass	3.2 mm (0.13 inches) tempered glass

۴ – ۲- طراحی مدار گرمکن شیشه

اولین گام در طراحی مدار شیشه ، تعیین(انتخاب) پتانسیل خطوط گرمکن یا مقدار حرارت لازم در واحد سطح (W/M^2)میباشد؛ تعیین این پارامتر در کل شیشه پنجره باید یکسان فرض شده تا حرارت کل پنجره جهت ایجاد پرده حرارتی رعایت گردد. افزایش میزان حرارت مستلزم کاهش مقاومت خطوط المنت می باشد، اما قبل از کاهش این مقدار در طراحی، باید توجه داشت در شرایط سرما استفاده از گرمکن باعث افزایش جریان کشی مدار و از دست رفتن انرژی ذخیره شده به سرعت خواهد شد. لذا انتخاب نوع ماده تشکیل دهنده گرمکن و استفاده از مدار کنترلی ترموستاتیک جهت مقایسه میزان دمای محیط داخلی و خارجی ساختمان و همچنین خود شیشه اهمیت دارد. جهت طراحی مدار گرمکن شیشه مشخصات ذیل مورد نظر می باشد:

ظرفیت باتری ذخیره

ظرفیت *پنل خورشیدی موجود*

تعداد خطوط گرمکن مورد نیاز

طول خطوط

ضخامت خطوط

در نتیجه طراحی دقیق گرمکن با در نظر گیری موارد فوق و جنس ماده مورد استفاده که قابل بهینه سازی در این طرح می باشد ، مقدور بوده و ابعاد پنجره و به نسبت آن پنل خورشیدی در این امر تعیین کننده خواهد بود. برای آشنایی بیشتر، مقایسه کمی مواد و استفاده از میزان مقاومت ویژه در طراحی مدار، مشخصات مواد متداول در مدارهای الکتریکی در جدول ۳ ارائه گردیده است.

ماده	مقاومت ویژه $\rho(\Omega.m)$	ضریب دمایی مقاومت ویژه $\alpha(K^{-1})$
نقره	1.62×10^{-8}	4.1×10^{-3}
مس	1.69×10^{-8}	4.3×10^{-3}
آلومینیوم	2.75×10^{-8}	4.4×10^{-3}
تنگستن	5.25×10^{-8}	4.5×10^{-3}
آهن	9.68×10^{-8}	6.5×10^{-3}
پلاتین	10.6×10^{-8}	3.9×10^{-3}

جدول ۳ – مشخصات مواد متداول در مدارهای الکتریکی

نوع ماده و طراحی خطوط گرمکن در حال حاضر با خمیر نقرهصورت میپذیرد و حداقل اندازه عرض هر خط با توجه به نوع چاپ دارای محدودیت ابعادی بوده اما با درنظر گرفتن کلیشه های متداول، بهترین انتخاب۰/۷ mm در نازکترین نقطه مدار می باشد؛ چراکه در محدوده کمتر از این مقدار احتمال مشاهده قطعی خطوط گرمکن افزایش می یابد. در صورت لزوم به استفاده از عرض های کمتر از این مقدار، باید فرآیند آماده سازی خمیر نقره و تمیز نمودن کلیشه ها با دقت فراوانی انجام شود.

۴ – ۳ – انتخاب مبدل مورد نیاز

بر خلاف سایر طرح ها در کاربرد پنل های خورشیدی جهت استفاده انرژی الکتریکی ، سیستم نیازمند مبدل برق dc به ac یا اینورتر نبوده و با یک مدار مبدل چاپر ساده جهت تامین برق مستقیم پایدار با ولتاژ طراحی می توان به نتیجه مطلوب رسید . زیرا مصرف کننده یک بار مقاومتی به عنوان گرمکن بوده و باطری سیستم نیز در مدار به شکل موازی بعد از شارژر یا همان مدار چاپر

قرار میگیرد. هزینه طراحی و ساخت این مبدل نسبت به نوع اینورتر آن بسیار پایین تر است. ادوات کنترل و ترموستات سیستم قبل از بار نصب می گردد.کنترل دما و در سرویس قرارگیری سیستم نیز با توجه به شرایط محیطی انجام می شود. آپشن های متفاوتی در این رابطه قابل درنظر گرفتن است. از جمله در نظر گرفتن خروجی های مختلف از پنل خورشیدی ، برای استفاده در تجهیزات برقی دیگر ، روشنایی و ... که با تغییر نوع مبدل نیز قابلیت ارتقاء را خواهد داشت.

۴ – ۴ – نتایج حاصل از محاسبات اقتصادی و بهینه سازی مصرف گاز

همانطور که گفته شد یک سیستم ۳۰۰ واتی در تامین حرارت مورد نیاز پنجره تا ۸۰ درصد از اتلاف حرارت داخلی ساختمان جلوگیری می کند. این مقدار در ارتباط با هدر رفت حرارت از پنجره ها در حدود ۲۳ درصد برآورد می شود و باعث کاهش اتلاف حرارت به ۴ درصد خواهد شد . البته این کاهش در ساختمان های با پوشش پنجره بیشتر به نسبت سهم دیوارهای بکار رفته تاثیرگذارتر خواهد بود.

با توجه به مصرف میانگین گاز در فصول سرد سال این طرح باعث کاهش ۱۸ درصدی مصرف گاز شده که برای ۵۰۰ مترمکعب گاز ماهانه هر مشترک ۹۰ متر مکعب خواهد بود. این رقم برای یک میلیون مشترک معادل ۹۰ میلیون مترمکعب در ماه خواهد شد. با نسبت گازبهای سال ۹۴ این عمل باعث صرفه اقتصادی تقریبی ۷۰۰۰۰ تومانی در ۶ ماه برای یک مشترک با مصرف متعادل در دامنه چهارم خواهد شد که در نسبت های دیگر به مراتب بیشتر می گردد. در فصول گرم سال این مبلغ در ۶ ماه حدود ۲۰۰۰۰ تومان برآورد می گردد (با استفاده انرژی در بخش پخت و پز و گرمایش آب مصرفی) .

برای ۱۰ متر مربع پنجره هزینه تقریبی اجرای این طرح با نرخ تجهیزات موجود در بازار کشور به قیمت تک فروشی با در نظرگیری ۳۰۰۰ وات مورد نیاز این سیستم ، مبدل ، اتصالات و باتری ذخیره ، ۱۰ میلیون تومان خواهد بود. که با محاسبه بازگشت سرمایه و طول امر سلول های خورشیدی در حدود ۱۱ سال خواهد بود . لازم به ذکر است این توان نصب شده در سلول های خورشیدی به راحتی با مدیریت انرژی خصوصا در فصول گرم سال قابلیت تامین برق مصرفی تجهیزات الکتریکی منزل را داشته که به شکل مستقیم در هزینه های برق مصرفی کاهش بسزایی داشته و بطور غیر مستقیم با توجه به مصرف گاز در نیروگاه های کشور ، در بهینه سازی مصرف گاز تاثیرگذار خواهد بود. به شکل تقریبی می تواند این عوامل بازگشت سرمایه را به ۸ سال کاهش دهد.

۵ – نتیجه گیری

در این مقاله به طور خاص به بحث پیرامون هدر رفت حرارت از پنجره های ساختمان های مسکونی پرداخته شد . معرفی طرح ها و سیستم های موجود در دنیا به شکل اجمالی و نگاهی به کابرد آنها نشان میدهد محققان به دنبال جایگزین کردن این سیستم ها با صرفه اقتصادی هرچه بیشتر در آینده هستند. در این راستا کارهای بنیادینی انجام شده است . درست است که کشور ایران دارای منابع عظیمی از گاز بوده و نگاه به این ایده های نو از نظر هزینه ای به صرفه نمی رسد اما تجدید ناپذیری این سوخت این زنگ خطر را به دنبال خواهد داشت که دیر یا زود باید رویکرد جدیدی را در نظر گرفت و شروع به جایگزینی این روش ها جهت حفظ این سرمایه ملی یعنی گاز طبیعی خواهد بود. یکی از روش های اصلاح الگوی مصرف استفاده از انرژی های تجدیدپذیر و

جایگزینی آن با سیستم های فعلی در سبد انرژی بخش های مختلف جامعه است. باید توجه داشت در صورت سرمایه گذاری صحیح در کاهش هدر رفت گاز در آینده و حفظ آن با صادرات هر چه بیشتر این ثروت ملی ، بازگشت سرمایه محتمل خواهد بود. لذا استفاده از پنجره های گرمایشی با طرح های اجرایی مختلف مبتنی بر انرژی خورشیدی (هر چند با هزینه اولیه نسبتاً بالا در نصب و راه اندازی) می تواند به شکل فنی و آماری در کاهش مصرف گاز طبیعی موثر و همچنین رفاه نسبی را برای مجموعه استفاده کننده به همراه داشته باشد. این سیستم ها با قابلیت تعمیم به بخش های دیگر کاربری امکان مانور بسیاری را برای استفاده کننده به دنبال خواهد داشت. در نهایت در نظرگیری راهکارهای حمایتی و بسته های تشویقی توسط سازمان های مرتبط در بکارگیری اینگونه طرح ها خواهد توانست امنیت انرژی کشور را برای آینده ای نچندان دور تضمین نماید.

۶ – منابع

1. Concentrating solar power technology: Principles, developments and applications, By Keith Lovegrove, Wes Stein (Author)
2. Wind and Solar Power Systems - Design, Analysis, and Operation, Mukund R. Patel,2006
3. Renewable Energy and Climate Change , Volker Quaschning , Wiley-IEEE Press
4. Introduction to Heat Transfer , Frank p.Incrpera , David P.DeWitt
5. Heat Transfer Tenth Edition , J.P.Holman