نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹٤ - کرج

برآورد سهم خورشید برای تامین انرژی یک گلخانه به صورت قابل اطمینان و مقرون به صرفه در اراک

پویا پراخودی مقدم[۱*]، حسین باخدا[۲]، مرتضی الماسی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
۲- استادیار گروه مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
۳- استاد گروه مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
*- پست الکترونیک نویسنده مسئول: moghadampooya@yahoo.com

چکیده

استفاده از انرژی های تجدیدپذیر و بخصوص انرژی خورشیدی برای تامین انرژی مورد نیاز از جمله روشهای اصلاح الگوی مصرف انرژی در کشور است. یکی از زیر بخشهای پرمصرف انرژی در بخش کشاورزی، صنعت گلخانه ای است. در این مقاله ابتدا پتانسیل انرژی خورشیدی برای منطقه با استفاده از مدل آنگستروم- پریسکات مورد بازبینی قرار گرفت سپس بعد از پردازش آماری و اولویت بندی گلخانه های مورد بررسی به روش تاپسیس یک گلخانه برای مطالعه انتخاب شد و اطلاعات مربوط انرژی به صورت جز به جز از آن برداشت شد. گلخانه مورد بررسی در شرایط کنونی ۱۷۷٤ kWh و ٦۰۱۳۵ m^3 در سال به ترتیب الکتریسیته و گاز مصرف می‌کرد. همچنین جهت بررسی و شبیه سازی سامانه های پیشنهادی از نرم افزار های HOMER و SAM استفاده شد. در نهایت سامانه های پیشنهادی می توانستند ۱۰,۲٪ و ۱۳,۲٪ به ترتیب مصرف الکتریسیته و گاز طبیعی را کم کنند همچنین سامانه های پیشنهادی به ترتیب حدوداً درآمد ناشی از صرفه جویی و فروشی برابر با ۷,۸ و ۱۱ میلیون ریال را برای گلخانه به همراه داشتند.

واژه های کلیدی: انرژی خورشیدی، HOMER، SAM، برآورد انرژی گلخانه، پتانسیل سنجی

مقدمه

با توجه به محدودیت منابع تولید از جمله بستر و آب، همچنین وجود عواملی مانند تولید محصول در خارج فصل، پرورش گیاه در مناطقی غیر از رستن گاه طبیعی خود، پیش رس کردن محصولات، صرفه جویی و بهینه کردن مصرف نهاده ها، افزایش عملکرد در واحد سطح و در نتیجه افزایش سود و بهره وری اقتصادی بیشتر، ایجاد زمینه اشتغال مولد برای فارغ التحصیلان کشاورزی و غیره، گسترش و توسعه تولیدات گلخانه ای در نقاط مختلف کشور با حمایت بخش خصوصی و دولتی، طی سالهای گذشته تا به امروز روند شتابان و فزاینده ای داشته است (پاشایی, رحمتی و پاشایی ۱۳۸۷).

برغم توفیقات حاصله، متأسفانه به نظر می رسد که گسترش و توسعه روند مذکور عمدتا دارای ویژگی های صرفاً کمی بوده و اصول کیفی طراحی و ساخت گلخانه ها کمتر مورد توجه بوده است. به همین دلیل در بعضی نقاط کشور علیرغم استقبال شایان توجه به عمل آمده از این روش، طرح های گلخانه ای مطابق اهداف و پیش بینی های اولیه طراحان و عاملان آن پیش نرفته و با مشکلات عمد ه ای رو به رو گردیده است. یکی از عوامل اصلی محدود کننده بویژه در مناطق سردسیر کشور، گرم کردن گلخانه و مصرف بالای سوخت و مسائل و مشکلات مربوط به آن می باشد (فخارزاده و نبی فر ۱۳۸٤).

از طرفی با توجه به حذف یارانه حامل های انرژی و افزایش شدید قیمت انرژی مصرفی، جهت افزایش کارایی انرژی مصرفی گلخانه، بهینه سازی شرایط رشد و نمو گیاه طی دوره رشد و مقایسه میزان انرژی مصرفی و هزینه آن امری اجتناب ناپذیر است. (احمدی و بناکار ۱۳۹۰)

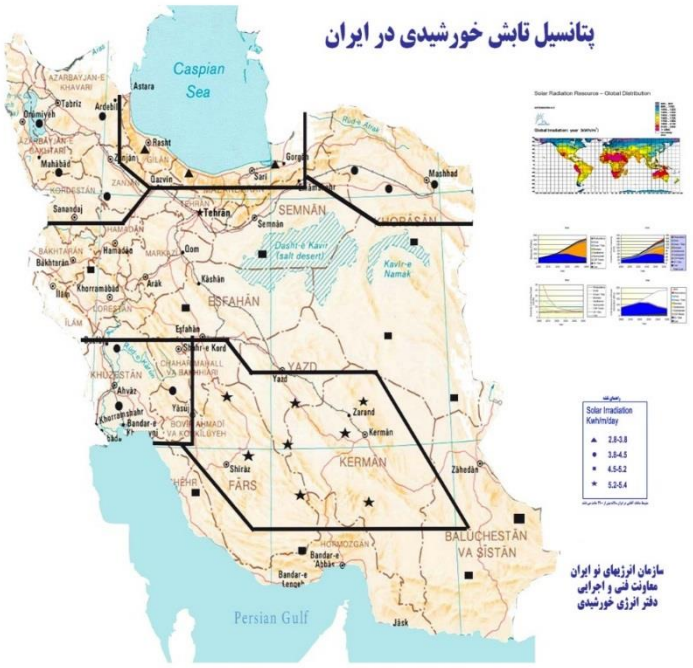
پتانسیل منطقه

با توجه به مدل پیشنهادی آنگستروم-پریسکات[1] میانگین پتانسیل انرژی خورشیدی برای اراک معادل جدول ۱ برابر ٥,۰٤ kWh/m2/d محاسبه شده است. این مقدار با توجه به اطلس خورشیدی ایران که توسط سازمان انرژی های نو تهیه شده است و پتانسیل انرژی خورشیدی برای اراک را حدود ٤/٥-٥/۲ کیلووات ساعت در مترمربع در روز برآورد می کند قابل قبول است.

1
$$\frac{\bar{H}}{\bar{H}_0} = a + b\left(\frac{\bar{n}}{\bar{N}}\right)$$

جدول ۱ پتانسیل خورشیدی اراک

ماه	متوسط تابش روزانه (kWh/m2/d)
January	۲,۹
February	۳,۸۳
March	٤,٦٨
April	٥,٥
May	٦,٦١
June	۷,٤٤
July	۷,۰۷
August	٦,٥۷
September	٥,۹۲
October	٤,۲٤
November	۳,۱٥
December	۲,٥
میانگین سالانه	٥,۰٤



شکل ۱اطلس تابشی ایران (نقشه تابش خورشید در ایران ۱۳۸۹)

با توجه به استانداردهای بین المللی اگر میانگین انرژی تابشی خورشید بالاتر از ۳/٥ kWh/m2/d باشد استفاده از مدلهای انرژی خورشیدی نظیر کلکتورهای خورشیدی یا سیستمهای فتوولتائیک بسیار اقتصادی و مقرون به صرفه است (گزارش ششم«خورشید۲» ۱۳۹۳).

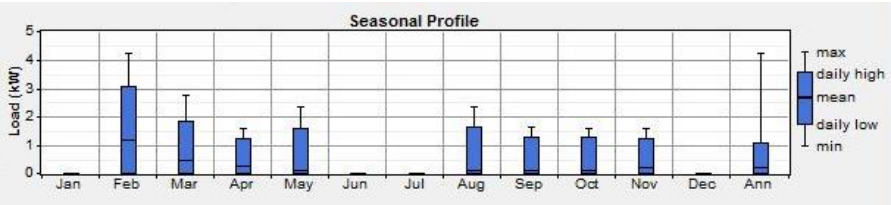
برآورد نیاز گلخانه

بعد از پردازش آماری و اولویت بندی گلخانه های مورد بررسی به روش تاپسیس یک گلخانه برای مطالعه انتخاب شد و اطلاعات مربوط انرژی به صورت جز به جز از آن برداشت شد. نتایج در جدول ۲ نشان داده شده است.

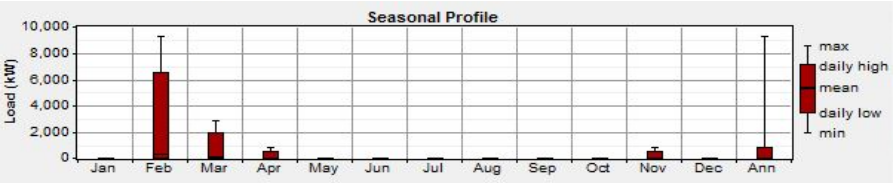
جدول ۲ مصرف انرژی مستقیم در گلخانه انتخاب شده

مصرف کننده	ظرفیت	تعداد	زمان استفاده در پیک مصرف
سیستم گرمایی	۱۱۰۰۰۰ کیلوکالری	۵	۱٤ ساعت در روز
فن سیستم گرمایی	٤۸۰ وات	۵	۱٤ ساعت در روز
پمپ آب	۱۵۰۰ وات	۱	۲ ساعت در روز
لامپ های روشنایی	٤۵ وات	۱٦	۲ ساعت در روز
موتور های پنجرهها	۱۰۰ وات	۱۳	۱۰ دقیقه در روز
موتور های سیستم ذخیره کننده انرژی	۱۵۰ وات	۲	۱۰ دقیقه در روز
موتور سم پاش	۲۲۰۰ وات	۱	۱ ساعت در روز

نمودارهای ۱ و ۲ مربوط به اطلاعات زمان مصرف در روز به صورت ماه به ماه برای الکتریسیته و گاز هستند که از طریق مصاحبه به دست آمده و جهت اطمینان مورد اندازه گیری قرارگرفته است. همچنین لازم به ذکر است که این گلخانه در ماه های ژانویه، ژوئن، جولای و دسامبر به دلیل عدم کشت هیچ گونه مصرف انرژی مستقیمی نداشت.



نمودار ۱ مصرف الکتریسیته به تفکیک ماه

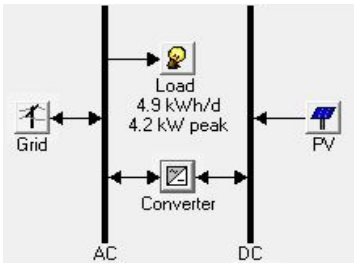


نمودار ۲ مصرف گاز به تفکیک ماه

گلخانـه مـورد بررسـی در شـرایط کنـونی ۱۷۷٤ kWh و ٦۰۱۳۵ m^3 (٥٦۷۹٤۰ kWh) در سـال بـه ترتیـب الکتریسیته و گاز مصرف می‌کند که هزینه‌ای در حدود ۲ و ۸۰ میلیون ریال به ترتیب بابت الکتریسیته و گاز مصـرفی پرداخت می‌کند. همچنین در مقایسه با اعداد بـه دسـت آمـده در یـزد (گرمـایش: ۸۲۱٥٦,۸ kWh/yr و الکتریسـیته: ۲۳۰۱۷,۳ kWh/yr) و شهرضا (گرمایش: ٦۱٥۹,۲ kWh/yr و الکتریسیته: ۲۳۰٤ kWh/yr) مشخص شـد کـه اراک به دلیل سرمای زمستانه نیاز به انرژی بیشتری در گرمایش داشت (حیدری, و غیره ۱۳۸۹) (تاکی , و غیره ۱۳۹۱).

سامانه پیشنهادی

جهت بررسی و شبیه سازی سناریوی پیشنهادی با توجه به قیود بار موردنیاز، طول عمر، اجزا تشـکیل دهنـده و... برای رفع نیاز الکتریسیته از نرم‌افزار همر[۲] با ویرایش ۲,٦۸ بتا استفاده شد و از آنجایی که ایـن نرم‌افـزار توانـایی بررسی‌های گرمایشی را ندارد، برای بررسی‌های گرمایشـی از نرم‌افـزار سـم[۳] بـا ویـرایش ۲۰۱٤,۱,۱٤ اسـتفاده شـد. شرایط ایده‌آل برای گلخانه مورد بررسی شرایطی بود که با کم ترین هزینه ممکن نیاز به مصرف الکتریسیته و گاز آن مرتفع شود یعنی هزینه‌های مربوط به انرژی کاهش و سامانه پیشنهادی از نظر اقتصادی نیز مقـرون بـه صـرفه باشـد. سامانه پیشنهادی مورد بررسی شامل یک مجموعه پنل ۱ kW، یک کانورتر ۱ kWh و شبکه توزیع به عنوان پشـتیبان است که شماتیک آن در شکل ۲ موجود است.

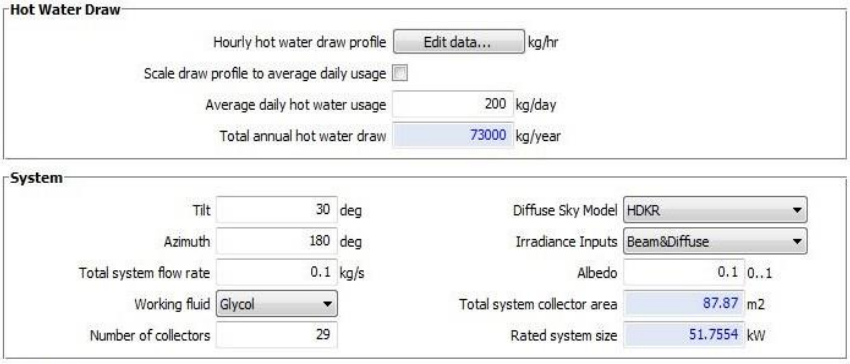


شکل ۲ سامانه‌ی ایده‌آل الکتریسیته (متصل به شبکه)

برای رفع ایده‌آل و اقتصادی نیاز گرمایشی و با توجه به آنکـه گرمـایش گلخانـه فصـلی بـود و بیشـینه آن در ماه‌های فوریه و مارس رخ می‌داد و عملاً در بقیه سال مصرف چندانی وجـود نداشـت و همچنـین خریـداری بـرای گرمایش تولیدی نیز نبود، سامانه‌ای رفع بار گرمایشی، سیستمی بود که توان رفع بار گرمایشی را در ماه هـای آوریـل و نوامبر دارا بود و به طبع آن و به همان مقدار از انرژی مصرفی در ماه های فوریه و مـارس می‌کاهیـد. ایـن سیسـتم

[2] HOMER
[3] System Advisor Model (SAM)

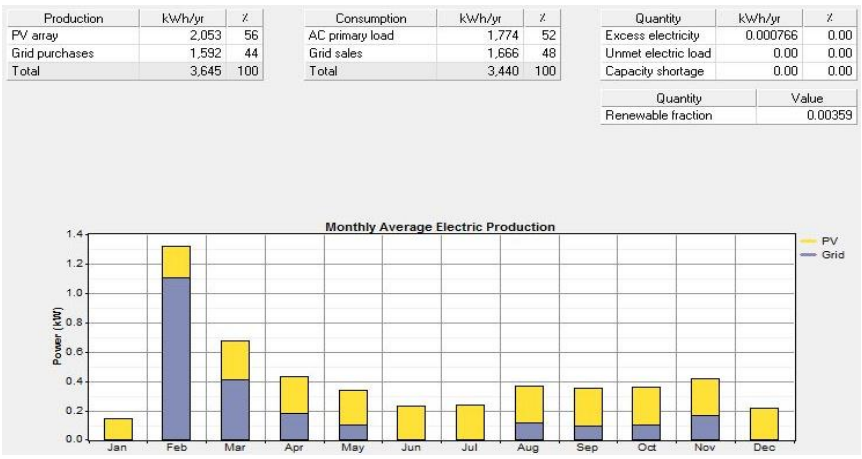
شامل ۲۹ کلکتور با توان اسمی ۵۱ kWh بر روز و یک تانک ذخیره کننده انرژی به حجم ۷٫۵ m^3 بود. کلکتور های این سامانه همگی از نوع ۲۰۰ کیلوگرم در روز بوده‌اند که علت انتخاب آنها قیمت کمتر در مقایسه با انواع بزرگتر، قابلیت جابجایی راحت تر، قابلیت اطمینان بالاتر و سرویس راحت تر بوده است.



شکل ۳ مشخصات سناریو ایده‌آل گرمایشی

بحث و نتیجه گیری

متوسط مصرف الکتریسیته این گلخانه ٤٫۸٦ kWh/d بود. یک سامانه ۱ kW می‌تواند ۱۰٫۲۵٪ از نیاز انرژی گلخانه را برطرف کند و همچنین ۱٦٦٦ kWh برق به شبکه تزریق کند. این سامانه ۲۰۵۳ kWh در سال انرژی تولید می‌کند و با توجه به کل مصرف گلخانه که ۱۷۷٤ kWh در سال است باید ۱۵۹۲ kWh در سال از شبکه الکتریسیته خریده شود. این مسئله به دلیل ناهماهنگی تولید و مصرف از نظر زمانی بود. به این صورت که در مورد این گلخانه تولید معمولاً در طول روز اتفاق می‌افتاد ولی مصرف در یک شبانه روز بود. سناریو پیشنهادی در واقع از شبکه به عنوان یک بافر استفاده می‌کرد یعنی در زمان تولید الکتریسیته مازاد نیاز را به شبکه تزریق و در زمان نیاز (هنگام شب) الکتریسیته از شبکه می‌گرفت.



شکل ٤ سامانه الکتریسیته ایده‌آل

این سناریو با احتساب قیمت خرید برق کشاورزی که حدود ۱۲۰ ریال (مبلغ مصرف، هزینه اوج بار، تجاوز از قدرت، بهای فصل تابستان، مالیات بر ارزش افزوده و ...) و احتساب قیمت فروش برق تجدید پذیر به شبکه به قیمت ٤٤٨۰ ریال است (ابلاغ پایه خرید برق از نیروگاهها-مصوبه شماره ۱۰۰,۳۷۷۳۲ مورخ ۹۱,۵,۸ شورای اقتصاد ۹۳) به صورت مستقیم در سال ۷,٤ میلیون ریال بازگشت سرمایه داشت که روند ماه به ماه آن در جدول ۳ آورده شده است. لازم به ذکر است هزینه اولیه راه اندازی برای اجرای این سناریو ۳۰ میلیون ریال برآورد شده است با توجه به مصوبه دولت مبنی بر تامین نیمی از هزینه های اجرا در واقع رقم کامل دوبرابر این رقم است (لاریجانی ۱۳۹۲).

جدول ۳ میزان تولید، فروش و سود نهایی

ماه	خرید برق (kWh)	فروش برق (kwh)	سود (دلار)
Jan	0	96	-13
Feb	741	92	-10
Mar	305	121	-16
Apr	128	126	-17
May	72	142	-20
Jun	0	150	-21
Jul	0	157	-22
Aug	87	164	-23
Sep	68	165	-23
Oct	72	168	-23
Nov	118	141	-20
Dec	0	143	-20
جمع	1,592	1,666	-229

با احتساب قیمت دلار ۳۲۳۰۰ ریال این سناریو ۷,٤ میلیون ریال درآمد از فروش برق دارد

با در نظر گرفتن گرمایش فصلی گلخانه، سامانه‌ای رفع بار که مورد پیشنهاد بوده است سیستمی است که خروجی آن ۵۱ kWh بر روز باشد. این سناریو در واقع از خورشید به‌عنوان یک پیش گرم کننده سیال استفاده می‌کند یعنی اول سیال گرمای نسبی پیدا می‌کند بعد اگر نیاز بود (بنا به دمای خروجی مورد نیاز) سیال دوباره توسط حرارت ناشی از گاز طبیعی گرم می‌شود. این سناریو توان کاهش مصرف گاز از ٦۰۱۳۵ m^3 به ۵۲۱۹۷٫۸ m^3 در سال را دارد؛ یعنی درآمدی در حدود ۱۱ میلیون ریال را از بابت صرفه جویی در مصرف گاز ایجاد می‌کرد. لازم به ذکر است هزینه اولیه راه اندازی برای اجرای این سناریو ۲۱۵ میلیون ریال برآورد شده است با توجه به مصوبه دولت مبنی بر تامین نیمی از هزینه های اجرا در واقع رقم کامل دوبرابر این رقم است (لاریجانی ۱۳۹۲). اجرای این پروژه ۱۳٫۲٪ از مصرف گاز طبیعی می‌کاهد با توجه به آنکه یک متر کعب گاز طبیعی می‌تواند ۱۰۰۰ متر کعب یا ۱٫۸ کیلوگرم دی اکسید کربن آزاد کند (بهرامی ۱۳۹۳) در نتیجه این گلخانه با اجرای این سناریو ۱٤۲۸۸ کیلوگرم در سال دی اکسید کربن آزاد شده را بکاهد. ولی متأسفانه به دلیل عدم وجود قوانین در مورد آلودگی محیط زیست، این مزیت سودی برای اجرای این طرح ندارد. منظور و نیاکان نیز در تحقیقات خود به نتیجه‌ای مشابه رسیده اند (منظور و نیاکان ۱۳۹۱).

منابع

۱. احمدی، ن. و بناکار، ا. ۱۳۹۰. مصرف انرژی در گلخانه ها و راهکار های انرژی مصرفی. *اولین کنفرانس بین المللی رویکردهای نوین نگهداشت انرژی.*

۲. بهرامی، م. ح. ۱۳۹۳. *گازی خطرناک،به نام دی اکسید کربن!* ۲۰ ۵. http://www.pazhoheshkade.ir/گازی-خطرناک،به-نام-دی-اکسید-کربن/ (دستیابی در ۱۰ ۷, ۱۳۹۳).

۳. *بی نام. ۱۳۹۳. گزارش اول«خورشید۱».* Http://Www.Suna.Org.Ir/Fa/Publishing/Books., تهران: سازمان انرزی های نو ایران.

٤. بی نام. ۱۳۹۳. گزارش ششم«خورشید۲». Http://Www.Suna.Org.Ir/Fa/Publishing/Books., تهران: سازمان انرزی های نو ایران.

۵. بی نام. ۱۳۹۳."ابلاغ پایه خرید برق از نیروگاهها-مصوبه شماره ۱۰۰,۳۷۷۳۲ مورخ ۹۱,۵,۸ شورای اقتصاد." *سازمان انرژی های نو ایران-سانا.* ۲۹ ٤ ۹۳. http://privatesectors.suna.org.ir/fa/home (دستیابی در ۱۰ ۸, ۹۳).

٦. پاشایی، پ. رحمتی، م.ح. و پاشایی، ف. ۱۳۸۷. بررسی و تعیین میزان مصرف انرژی برای تولید گوجه فرنگی گلخانه ای در گلخانه های استان کرمانشاه. *پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون*. مشهد

۷. تاکی ، م. عجب شیرچی، ی. عبدی، ر. و اکبرپور، م. ۱۳۹۱. تجزیه و تحلیل کارایی انرژی محصول خیار گلخانهای به روش تحلیل پوششی دادهها مطالعه موردی (شهرستان شهرضا - استان اصفهان). *"نشریه ماشین های کشاورزی*: ۲۸۳۷.

۸. حیدری، م.د. پیشگر کومله، س.ح. رفیعی، ش. و کیهانی، ع. ۱۳۸۹. برآورد شاخص های پایداری مصرف انرژی در توسعه کشت خیار گلخانه ای. *اولین همایش ملی کشاورزی پایدار و تولید محصول سالم*.

۹. فخارزاده، س.ا. و نبی فر، م. ۱۳۸٤. گلخانه‌های خورشیدی راهکاری مناسب برای بهینه سازی مصرف سوخت در زمینه کشاورزی. *چهارمین همایش بین المللی بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان*.

۱۰. لاریجانی، ع. ۱۳۹۳. "متن کامل قانون بودجه سال ۹۳." *مشرق*. ۱۰ ۱۲ ۱۳۹۲. http://www.mashreghnews.ir/fa/news/289770/متن-کامل-قانون-بودجه-سال-۹۳ (دستیابی در ۱۰ ۸, ۱۳۹۳).

۱۱. منظور، د. و نیاکان، ل. ۱۳۹۱. توسعه انرژی های تجدیدپذیر در کشور: موانع و راهبردها. *نشریه انرژی ایران*: ٥٦-٦٩.

۱۲. *نقشه تابش خورشید در ایران*. ۱۳۸۹. http://www.suna.org.ir/fa/sun/potential (دستیابی در ۱۳۹۳).

The estimated contribution of solar energy to provide reliable and cost-effective for a greenhouse at ARAK

Abstract

Use of renewable energy, particularly solar energy to supply the energy needs of the reform of the country's energy consumption. One of the sectors of energy consumption in agriculture, greenhouse industry. In this paper, the potential for solar energy using the Angstrom-Prescott model was revised Then After statistical processing and prioritization of greenhouse TOPSIS method A greenhouse study was selected for detailed information on energy to be harvested. Greenhouse on the current situation and 1774 kWh of electricity and gas consumption was 60135 m3 per year, respectively. Also, the proposed system and simulation software was used HOMER and SAM. Finally, the proposed system could be 10.2% and 13.2%, respectively, to reduce the consumption of electricity and natural gas the system proposed in order to save some income from the sale of 7.8 and 11 million Rails for the greenhouse, respectively.

Keywords: Solar energy, HOMER, SAM, calculation Greenhouse Energy, Potential survey