



شبیه‌سازی تامین انرژی یک مزرعه کشاورزی با استفاده از انرژی تجدیدپذیر

عبدالرضا اکبری^۱ سامان تشکر^{۲*}

^۱ کارشناسی ارشد مهندسی انرژی‌های تجدید پذیر، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

^۲ دانشیار، گروه مهندسی انرژی تجدید پذیر، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

چکیده مبسوط

مقدمه: امروزه با توجه به موقعیت خاص مزارع کشاورزی که عمدتاً خارج از محدوده شهرها و روستاها می‌باشند، دسترسی به شبکه‌های اصلی برق به دلیل ملاحظات اقتصادی و بعضاً عدم همکاری دولت‌ها، امکان‌پذیر نمی‌باشد. هزینه‌های بسیار بالای تولید، انتقال و توزیع نیروی برق و از همه مهم‌تر ناترازی موجود بین تولید و مصرف نیز، استفاده از نیروی برق از طریق شبکه‌های سراسری را با چالش جدی روبرو کرده است. از طرفی دسترسی به پیشرفت‌های روزافزون تکنولوژی و استفاده از انواع تجهیزات برقی و پمپ‌های انتقال آب، در مزارع کشاورزی خواسته و حق مسلم کشاورزان و افراد مرتبط با آن می‌باشد.

مواد و روشها: تعیین تجهیزات برقی مختلف مورد استفاده از لحاظ نوع مصرف، میزان مصرف، ساعت مصرف، همزمانی مصارف با یکدیگر و امکان تغییرات ساعات مصرف در شب یا روز از جمله موارد ضروری در محاسبات است. برای مصارف روشنایی و ملزومات برقی از نرم‌افزار PVSyst، برای محاسبه تجهیزات آبگرم‌کن خورشیدی از نرم‌افزار Transys و در آخر برای محاسبه پمپ آب مورد نیاز از بخش محاسبه پمپ در نرم‌افزار PVSyst، استفاده شده است. جهت اطمینان از صحت انجام محاسبات، مقایسه نتایج به دست آمده در دو حوزه عددی و نرم افزاری مورد نیاز می‌باشد.

نتایج و بحث: محاسبات عددی انجام شده جهت تعیین میزان مصرف، تعداد پنل، کنترل شارژ، باتری و اینورتر مورد نیاز از لحاظ تعداد و مشخصات با نتایج به دست آمده از محاسبات در نرم افزار پی وی سیست و ترنسیس مقایسه شد و مشاهده می‌گردد که تمامی نتایج به دست آمده صحیح و منطقی می‌باشد.

نتیجه: استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر در بخش تامین انرژی مورد نیاز در مزارع کشاورزی از جمله روشنایی، امکانات رفاهی و انتقال آب، امکان پذیر و ضروری است و یکی از راه‌های مهم جهت جبران ناترازی انرژی برق است.

* نویسنده مسئول: عبدالرضا اکبری

نشانی: شیراز، خیابان صفایی جنوبی، کوچه ۳، پلاک ۵۰. تلفن: ۰۹۱۷۳۱۲۸۵۰۵ پست الکترونیکی: rez_11762@yahoo.com

۱-مقدمه

توسعه شگرف علم و فن آوری در جهان امروز، ظاهراً آسایش و رفاه زندگی بشر را به همراه داشته است. اما این توسعه، باعث بروز مشکلات تازه‌ای برای انسان‌ها شده است، که از آن جمله می‌توان به آلودگی محیط زیست، تغییرات گسترده آب و هوایی در زمین به ویژه گرما و کاهش نزولات آسمانی اشاره کرد. می‌دانیم که نفت و مشتقات آن از سرمایه‌های ارزشمند ملی و حیاتی کشور می‌باشند که مصرف افسار گسیخته و غیر منطقی آن گاهی زیان‌های جبران‌ناپذیری را ایجاد نموده است. از اینرو صاحب‌نظران و کارشناسان به دنبال منابعی هستند که به تدریج جایگزین سوخت‌های فسیلی گردد. سوخت‌های فسیلی آلودگی‌های زیست محیطی بی‌شماری را به دنبال دارند، به عبارت دیگر از یک طرف در نتیجه سوختن مواد فسیلی، گازهای سمی وارد محیط زیست شده و تنفس انسان و سایر جانداران را دچار مشکل و محیط زیست را آلوده می‌نمایند و از طرف دیگر تراکم این گازها در جو زمین مانع خروج گرما از اطراف زمین شده و باعث افزایش دمای هوا و تغییرات گسترده آب و هوایی در کره زمین می‌گردند. این پدیده به نام تأثیرات گلخانه‌ای معروف است. چنانچه افزایش دمای هوا مطابق روند فعلی ادامه یابد بازگرداندن آن به وضعیت قبلی تقریباً غیر ممکن خواهد بود. بنابراین بهترین راه حلی که اکثر دانشمندان پیشنهاد کرده اند متوقف کردن روند رو به رشد این گازهای مضر می باشد (رمضانی، ۱۳۷۶).

۲- بیان مسئله

دیر زمانی است که انسان‌ها به خوبی دریافته‌اند که می‌توانند از تمامی امکانات و انرژی‌هایی که در طبیعت وجود دارد با استفاده از روش‌ها و ابزارهای مناسب استفاده کنند. در عصر حاضر نیز، نیاز روزافزون به محصولات کشاورزی از یک سو و لزوم استفاده از انرژی برق برای راه‌اندازی ادوات برقی کشاورزی، آبیاری نوین و همچنین تجهیزات مورد استفاده در بخش رفاهی، باعث شده تا کشاورزان با اختصاص هزینه‌های گزاف، به هر نحو نیروی برق را به مزارع خود رسانده و از آن استفاده نمایند. کمبود آب نیز در سال‌های اخیر باعث ابداع شیوه‌های گوناگون جهت استفاده درست و حداکثری از این ماده حیاتی در بخش آبیاری محصولات شده است. این شیوه‌ها جهت کنترل مصرف آب، استخراج آب از سطوح زیرین زمین، انبارش و ذخیره آب، آبیاری‌های نوین تحت فشار و ... به نیروی برق نیاز دارند. استفاده از انواع امکانات ارتباطی از جمله گوشی تلفن همراه، تلویزیون، رادیو و اینترنت جهت خرید و سفارشات، تبلیغات و فروش محصولات، نیاز دیگری است که به سایر وابستگی‌های عنوان شده افزوده شده است.

از آنجا که اکثر مزارع کشاورزی در خارج از شهرها می‌باشند و از شبکه‌های سراسری نیز دور هستند، برقرسانی به آنها با مشکل و با هزینه‌های بسیار زیادی انجام می‌گردد. برقرسانی به مزارع کشاورزی همواره جزء چالش‌های اصلی برای دولت‌ها و مسئولین کشور بوده و راه‌های مختلفی برای آن پیشنهاد، و بعضاً انجام شده است. تامین برق مزارع کشاورزی از طریق شبکه‌های سراسری برق، ایجاد نیروگاه‌های خود تامین مثل ژنراتورهای کوچک، استفاده از انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر، از جمله روش‌هایی است که در سالیان گذشته مورد توجه بوده است. امکان استفاده از انرژی بی‌پایان خورشید به صورت‌های متفاوت از سال‌های دور تاکنون با راه‌ها و روش‌های گوناگون جزء برنامه‌ها و اهداف انسان‌ها بوده است و در این تحقیق نیز بررسی و تجزیه و تحلیل خواهد شد.

۳- اهمیت و ضرورت انجام تحقیق

انواع دستگاه‌های جدید مورد استفاده روزانه، دیگر مرز خانه و مزرعه نمی‌شناسد. تمامی این دستگاه‌ها نیز فقط با قدرت برق قادر به پاسخگویی به نیازهای روزمره بشر می‌باشند. با پیشرفت علم و توانایی استفاده از تکنولوژی تبدیل انرژی نورانی خورشید به انرژی برق، توقع کشاورزان و مزرعه‌داران جهت استفاده از این انرژی بی‌پایان را از مهندسين تکنولوژی انرژیهای تجدید پذیر بالاتر برده است (کاظمی، ۱۳۹۳).

از این رو شناسایی انواع مصارف متداول و روزمره در مزارع کشاورزی، برنامه‌ریزی و محاسبات مورد نیاز و طراحی سیستم‌های فتوولتائیک مربوطه و همچنین اجرای طرح‌های ارائه شده از اهمیت فراوانی برخوردار است. با پیشرفت

تکنولوژی، حتی کشاورزانی که در مزارع کار می‌کنند نیز نیاز به اینترنت و تکنولوژی‌های روزمره دارند، تا از آن طریق بتوانند برای امور مربوط به خود برنامه‌ریزی کنند، اهداف خود را پیش ببرند، تجهیزات و مواد مورد نیاز خود را تامین کنند، برای محصولات خود تبلیغات کنند و نهایتاً محصولات خود را به معرض فروش بگذارند. از طرفی ضرورت تامین آرامش و آسایش افراد مرتبط که در مزرعه به کار مشغول هستند از دغدغه‌های اساسی کشاورزان محسوب می‌شود. انواع وسایل موجود که برای آسایش و آرامش انسان طراحی و ساخته شده است و اکثریت آن‌ها نیز با انرژی برق راه‌اندازی می‌شوند، ضرورت برقرسانی به مزارع را بیش از پیش مطرح کرده است. موضوع اساسی در کشور ایران این است که آب مورد نیاز کشاورزان به دلیل عدم وجود چشمه و رودخانه و آب‌های سطحی، باید از طریق حفر چاه تامین شده و از آب‌های زیر زمینی استفاده گردد. این امر مستلزم استخراج آب از زیر زمین و استفاده در سطح زمین می‌باشد. برای استخراج آب از زیر زمین نیاز به تجهیزات و پمپ‌های مخصوص می‌باشد که همگی به نیروی برق نیاز دارند. از طرفی برقرسانی به مزارع کشاورزی به دلیل بعد مسافت و پراکندگی آن‌ها امری بسیار مشکل، هزینه‌بر و زمان‌بر می‌باشد و نگهداری از تجهیزات شبکه‌های سراسری برق در این مکان‌ها بسیار مشکل است. ناترازی تولید و مصارف برق نیز مزید بر علت خواهد بود. همچنین بررسی انواع روش‌ها و انتخاب بهترین روش تامین برق این مجموعه‌ها حائز اهمیت است. مورد دیگری که اهمیت و ضرورت این تحقیق را بیشتر نمایان می‌کند، وجود بازارهای جانبی و به اصطلاح بازار سیاه در این زمینه است. با توجه به اینکه موضوع استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر موضوعی کاملاً جدید می‌باشد و جامعه هدف نیز بسیار وابسته و تشنه این موضوع است، متأسفانه افراد سود جو و غیرمسئول و عمدتاً بی‌سواد و غیرمربوط، به این امر وارد شده و با استفاده از تجربه‌های محدود و آموزش‌های سطحی و غیر علمی و صرفاً برای کسب درآمد، کسب و کارهای مرتبطی را راه‌اندازی کرده‌اند و با جذب مشتری با طراحی‌های سطحی و بی پایه و اساس و صرفاً بر اساس تجربیات، اقدام به نصب سیستم‌های فتوولتائیک نموده و مشکلات عدیده‌ای را ایجاد می‌نمایند. پس ضرورت ایجاد یک فرآیند منطقی و علمی و محاسبات منطقی در این زمینه بیش از پیش به چشم می‌خورد.

به طور خلاصه ضرورت انجام این تحقیق بنا به دلایل زیر مورد توجه می‌باشد:

- ۱-۳- لزوم استفاده از تکنولوژی ادوات و دستگاه‌های برقی جدید کشاورزی.
- ۲-۳- لزوم استفاده از الکتروپمپ‌ها جهت استخراج آب از سطوح زیرین زمین.
- ۳-۳- لزوم استفاده از تکنولوژی‌های آبیاری جدید در جهت حفظ، نگهداشت و تقسیم آب.
- ۴-۳- لزوم استفاده از امکانات رفاهی از جمله کولر، یخچال، روشنایی و ...
- ۵-۳- لزوم استفاده از امکانات ارتباطی از جمله تلفن همراه، اینترنت، رادیو و تلویزیون.
- ۶-۳- هزینه‌های بسیار بالای تولید، انتقال، توزیع، تعمیرات و نگهداری تاسیسات شبکه‌های سراسری.
- ۷-۳- افزایش سریع و بالای ناترازی تولید و مصرف انرژی در کشور.
- ۸-۳- افزایش آلاینده‌های جوی به دلیل استفاده از سوخت‌های فسیلی برای تولید نیروی برق.

۴- اهداف و فرضیه‌های پژوهش

تحقیق حاضر بررسی و مطالعه امکان استفاده از انرژی خورشیدی در جهت تولید انرژی الکتریکی و استفاده بهینه از ادوات، تجهیزات و امکانات معمول در یک مزرعه کشاورزی است. به طور کلی هدف‌های این تحقیق عبارتند از:

- ۱-۴- مطالعه موضوع و انتخاب جامعه نمونه.
- ۲-۴- بررسی انواع روش‌های برقرسانی به مزارع کشاورزی و مشکلات آن.
- ۳-۴- معرفی تجهیزات و ابزار مورد نیاز برای روش انتخابی.
- ۴-۴- معرفی ابزار محاسباتی و مطالعاتی مورد نیاز برای روش انتخابی.
- ۵-۴- محاسبه صرفه اقتصادی طرح انتخاب شده و انتخاب بهترین روش برقرسانی.
- ۶-۴- بحث در زمینه محاسبات انجام شده و نتایج بدست آمده.

۵- سوالات

- ۱-۵- راه‌های مختلف برق‌رسانی به مزرعه کشاورزی مورد نظر کدام است؟
- ۲-۵- نتایج محاسبات سیستم‌های فتوولتائیک، بدون نرم‌افزار، امکان برق‌رسانی به مزرعه کشاورزی مورد نظر از طریق سیستم‌های فتوولتائیک را فراهم می‌نماید؟
- ۳-۵- نتایج محاسبات سیستم‌های فتوولتائیک بوسیله نرم‌افزار PVsyst، امکان برق‌رسانی به مزرعه کشاورزی مورد نظر از طریق سیستم‌های فتوولتائیک را فراهم می‌نماید؟
- ۴-۵- آیا نتایج به دست آمده از محاسبات دستی و محاسبات نرم‌افزار PVsyst منطقی و صحیح است؟
- ۵-۵- آیا نتایج به دست آمده محاسبات آبگرمکن خورشیدی در نرم‌افزار Transys امکان برقراری سیستم مربوطه و استفاده از این تجهیزات در منطقه مورد نظر را فراهم می‌نماید؟
- ۶-۵- آیا نتایج محاسبات اقتصادی از نرم افزار retscreen صرفه اقتصادی اجرای این پروژه را تضمین می‌نماید؟
- ۷-۵- آیا تامین انرژی مورد نیاز پمپ آب در یک مزرعه توسط سیستم‌های فتوولتائیک امکان‌پذیر است؟

۶- مزایای استفاده از انرژی خورشیدی

- ۱-۶- منبع انرژی پاک: انرژی خورشیدی یک منبع انرژی پاک بوده که خطر زیست محیطی ندارد و همیشگی است.
- ۲-۶- کاهش اثرات تغییر آب و هوا: استفاده از انرژی خورشیدی، خسارات ناشی از تغییرات آب و هوایی در آینده را در سطح جهان کاهش می‌دهد.
- ۳-۶- هزینه کم: هزینه نگهداری یک صفحه خورشیدی بسیار ناچیز است.
- ۴-۶- انگیزه از سوی دولت: دولت از افرادی که پنل‌های خورشیدی نصب می‌کنند، حمایت مالی می‌کند.

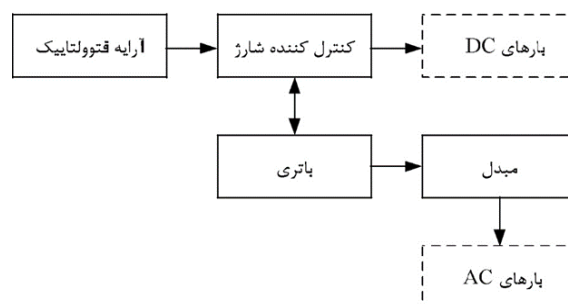
۷- معایب انرژی خورشیدی

- ۱-۷- هزینه اولیه بالا: هزینه اولیه نصب و استفاده از انرژی خورشیدی زیاد است، زیرا کاربر مجبور است هزینه کل سیستم را بپردازد.
- ۲-۷- وابسته به آب و هوا: اگر هوا ابری باشد میزان برق تولیدی کاهش می‌یابد. اگرچه با فناوری ذخیره سازی و استفاده از باتری‌ها، انرژی الکتریکی تولیدی پنل‌های خورشیدی را میتوان برای مدتی محدود ذخیره نمود. بنابراین باوجود اینکه اتکای صددرصدی به انرژی خورشیدی امکان پذیر نیست اما در مقایسه با دیگر انرژی‌های تجدیدپذیر در دسترس‌تر و در طولانی مدت پربازده خواهد بود. به هر حال معایب استفاده از سیستم‌های فتوولتائیک، در مقابل مزایا و ارزش‌های بی شمار آن بسیار ناچیز و قابل چشم پوشی است. حال آنکه با روش‌های متنوع و گوناگون می‌توان حتی این معایب نیز جبران نمود تا کمترین اثر در انتخاب این روش داشته باشند.

۸- سیستم‌های فتوولتائیک مستقل از شبکه

کاربرد اصلی اینگونه واحدها در مکان‌هایی است که شبکه اصلی قدرت در دسترس نبوده و یا برای اتصال به شبکه‌ی قدرت، هزینه زیادی لازم است. برای مثال در سایت‌های مخابراتی که در کوهستان ایجاد شده‌اند، برای تأمین برق خانه‌های مسکونی دور دست، کلبه‌های روستایی، پمپ‌های آبرسانی، روشنایی و به‌طور کلی رفع نیاز الکتریکی مناطقی که دارای شبکه سراسری برق نمی‌باشند، می‌توان از سیستم فتوولتائیک مستقل از شبکه استفاده کرد. طراحی سیستم‌های فتوولتائیک مستقل از شبکه که مطلوب این تحقیق نیز می‌باشد به گونه‌ای است که باید مستقل از شبکه‌ی برق سراسری عمل نموده و قابلیت تغذیه بارهای مستقیم و متناوب را دارا باشد. این واحدها مستقیماً به بار متصل می‌شوند و تمام بار را بر خلاف

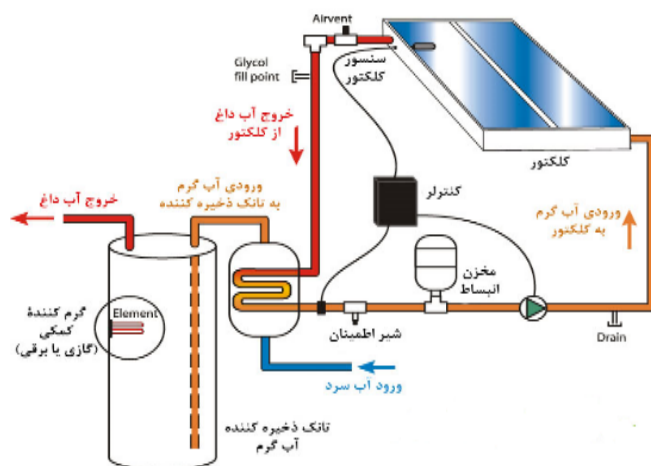
سیستم‌های متصل به شبکه تامین می‌نمایند. بنابراین برای طراحی اینگونه واحدها، بایستی مدل بار و کل توان مورد نیاز بار در یک دوره شبانه روزی محاسبه شود و ظرفیت واحد و تعداد آرایه‌های فتوولتایک بر این اساس محاسبه گردد. همچنین به دلیل عدم وجود شبکه برق سراسری، می‌بایستی تمامی توان از طریق سیستم فتوولتایک تامین شود. از آنجایی که سیستم فتوولتایک قابلیت تولید پیوسته توان را ندارد، (شب هنگام) و میزان تولید توان آن کاملاً به شرایط جوی وابسته می‌باشد (کاهش تولید در روزهای ابری و بارانی)، برای تغذیه مناسب و مطمئن بار باید واحد فتوولتایک به سیستم ذخیره ساز انرژی مجهز شود. ظرفیت ذخیره ساز انرژی به میزان مصرف بار در ساعت‌هایی که تولید وجود ندارد، بستگی دارد. همچنین برای افزایش حاشیه امنیت، باید سیستم ذخیره‌ساز انرژی، قابلیت تغذیه کل بار سیستم را بدون استفاده از انرژی سیستم فتوولتایک برای چند روز داشته باشد. زیرا در صورتیکه چند روز متوالی شرایط جوی مناسب نباشد، می‌بایست بارهای محلی را تغذیه نماید. شکل (۸-۱) طرح کلی یک سیستم فتوولتایک مستقل از شبکه را نشان می‌دهد. همانگونه که دیده می‌شود، سیستم فتوولتایک، مجهز به باتری برای ذخیره انرژی است و قابلیت تغذیه بارهای مستقیم و متناوب را دارا می‌باشد. در این حالت، سیستم فتوولتایک باید مجهز به مکانیزمی برای تولید فرکانس و ولتاژ مناسب برای تغذیه بار مصرفی باشد. در این سیستم‌ها از آرایه‌های نصب شده بر بام‌ها و یا بر زمین، یک کنترل‌کننده شارژ باتری و یک مبدل برای تأمین برق استفاده می‌شود (ضبیحی، ۱۳۹۲).



شکل (۸-۱): سیستم فتوولتایک مستقل از شبکه

۹- آبگرمکن خورشیدی

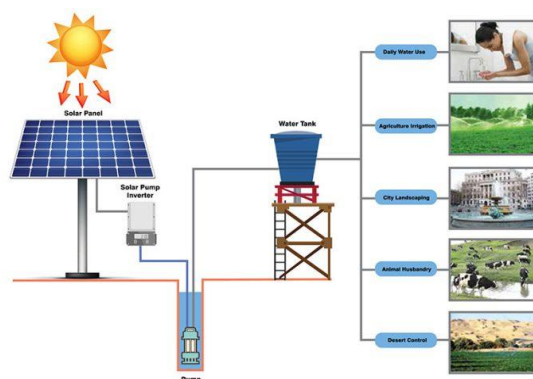
دستگاهی است که با استفاده از نور خورشید، انرژی لازم جهت گرم کردن آب مصارف خانگی را فراهم می‌نماید. در آبگرمکن‌های خورشیدی دو نوع سیستم گرمایشی بر اساس نوع سیال یا هوا وجود دارد. شکل (۹-۱)، نمای کلی آبگرمکن‌های خورشیدی را نشان می‌دهد. انرژی گرمایشی در کلکتورهای سیستم ذخیره می‌شود. کلکتور وسیله‌ای است که سیال درون آن توسط خورشید گرم می‌شود. در سیستم‌هایی که با سیال کار می‌کنند یک سیال ضد یخ درون کلکتورها جریان دارد و در سیستم‌های هوایی، هوا درون کلکتورها گرم شده و گرما را انتقال می‌دهند (ریاحی و طاهریان، ۱۳۹۴).



شکل (۱-۹): آبگرمکن خورشیدی و سیستم آن

۱۰- پمپ آب خورشیدی

سیستم‌های انتقال آب نظیر پمپ شناور، پمپ سطحی، پمپ کفکش که تامین برق آن از طریق پنل‌های خورشیدی انجام شود را پمپ آب خورشیدی می‌نامند. شکل (۱-۱۰)، طرح کلی پمپ آب خورشیدی را نمایش می‌دهد.



شکل (۱-۱۰): نحوه کار پمپ آب خورشیدی

۱۰-۱- انواع پمپ‌های آب خورشیدی

پمپ‌های آب خورشیدی، به دو دسته پمپ آب خورشیدی AC و پمپ آب خورشیدی DC تقسیم می‌شوند.

۱۰-۲- پمپ آب خورشیدی AC

این نوع پمپ‌ها برای کار کردن نیاز به برق متناوب یا AC دارند. همانطور که گفته شد، برق پنل‌ها به صورت مستقیم یا DC است. و باید برای تبدیل برق DC پنل‌ها به AC از یک مبدل به نام اینورتر استفاده کنیم.

الف- مزایای پمپ آب AC :

- در صورتی که نیاز به تعمیر و تعویض قطعات داشته باشند، تجهیزات مورد نیاز آن‌ها در همه جا در دسترس است.
- به نسبت پمپ آب DC، استهلاک و خرابی کمتری دارند.
- محدودیت توانی ندارند و در هر اینچ و توانی در دسترس هستند.
- ب- معایب پمپ آب AC :
- برای کار با برق صفحات خورشیدی نیاز به اینورتر (مبدل) دارند.

-در لحظه استارت و روشن شدن، به جریان برق بالایی نیاز دارند و باید به سیستم راه انداز نرم، مجهز شوند.

۱۰-۳-پمپ آب خورشیدی DC

این نوع پمپ‌ها برای کار کردن به برق DC نیاز دارند. از آنجایی که برق تولیدی پنل‌ها نیز DC است، می‌توان پمپ آب‌های DC را به صورت مستقیم، به صفحات خورشیدی وصل کرد و به دلیل نیاز نداشتن به مبدل برای تبدیل برق DC به AC هزینه تمام شده آن‌ها پایین است.

الف-مزایای پمپ آب DC :

-به صورت مستقیم می‌توان آن‌ها را به صفحات خورشیدی وصل کرد و نیاز به مبدل ندارند.

-در لحظه روشن شدن، جریان برق پایینی دارند و نیاز به سیستم راه انداز نرم ندارند.

ب-معایب پمپ آب DC :

- حداکثر توانی که این پمپ‌ها دارند و در بازار موجود هستند ۳ اسب بخار است. یعنی یک پمپ آب دو اینچ با آب‌دهی متوسط.

- در صورتی که پمپ، نیاز به تعمیر یا تعویض قطعات داخلی داشته باشد، به سختی در بازار یافت می‌شود.

۱۰-۴-پکیج پمپ آب خورشیدی

برای اینکه از یک سیستم پمپ آب خورشیدی استفاده شود، ابتدا باید با توجه به نیاز، پمپ مناسبی انتخاب گردد. سپس با توجه به توان پمپ آب، سیستم برق خورشیدی آن را طراحی گردد. یک پکیج پمپ آب خورشیدی از چهار بخش شامل پمپ آب، پنل خورشیدی، درایو کنترل کننده و سازه نگهدارنده صفحات خورشیدی تشکیل شده است. شکل (۲-۱۰)، یک نمونه کامل از سیستم پکیج پمپ آب خورشیدی را نمایش می‌دهد.



شکل (۲-۱۰): پکیج پمپ آب خورشیدی

۱۱-تعیین مصارف

همانطور که در بخش‌های قبل نیز بیان شد، هدف از این تحقیق تامین انرژی مورد نیاز برای مصارف موجود در یک مزرعه کشاورزی می‌باشد. پس از بررسی، مصارف مورد نیاز به شرح زیر لیست شده است.

۱۱-۱-تعداد ۱۶ عدد لامپ led برای روشنایی محوطه و اتاق‌ها.

۱۱-۲-یک دستگاه تلویزیون ۴۰ اینچ از نوع led با مصرف کم.

- ۱۱-۳- یک دستگاه کولر آبی ۵۰۰۰ فوت مکعب.
 ۱۱-۴- یک دستگاه یخچال کم مصرف ۱۲ فوت مکعب.
 ۱۱-۵- یک دستگاه ماشین لباسشویی.
 ۱۱-۶- مصارف متفرقه از جمله شارژر موبایل، لپ تاپ، ماشین اصلاح صورت.
 ۱۱-۷- یک دستگاه پمپ آب ۰.۵ اسب بخار برای پر کردن منبع آب شرب مصارف روزمره.
 ۱۱-۸- یک دستگاه آبگرم کن خورشیدی.
 ۱۱-۹- یک دستگاه پمپ آب یک اسب بخار (جهت استخراج آب از چاه و ذخیره دراستخر در ساعات روز).

۱۲- نکات قابل توجه:

- الف- یخچال مورد استثنا است. مصارف یخچال را در محاسبات کلی ۱۲ ساعت در نظر می‌گیریم.
 ب- مصارف لامپ‌ها و تلوزیون و همچنین چند ساعات از کارکرد یخچال، در ساعات شب اتفاق می‌افتد و باید در محاسبات باتری مد نظر قرار بگیرد.
 ج- مصارف کولر آبی، ماشین لباسشویی، ماشین اصلاح صورت و پمپ آب بهتر است در طول روز استفاده گردد.
 د- استفاده غیر همزمان از تجهیزات برقی سبب صرفه‌جویی در هزینه‌ها خواهد شد.
 ه- محاسبات آبگرمکن خورشیدی به دلیل وابستگی به سیستم خورشیدی خاص به صورت مجزا انجام می‌گردد.
 میزان انرژی مصرفی هر وسیله در طی یک روز محاسبه، سپس مقادیر انرژی‌های مصرفی کلیه وسایل، برای یک روز با هم جمع می‌گردد. شرح تعداد دستگاه‌های مورد نظر، میزان مصرف هر کدام از دستگاه‌ها، ساعات مصرف دستگاه‌ها در شبانه روز و مصرف کل آنها در جدول (۱-۱۱) نمایش داده شده است.

محل مورد استفاده	تعداد تجهیز به کار رفته	مصرف هر واحد (W)	میزان مصرف کل (W)	تعداد ساعات در شبانه روز (ساعت)	میزان مصرف در کل شبانه روز (WH)	میزان مصرف در ساعات شب (WH)
روشنایی	۱۶	۸	۱۲۸	۷	۸۹۶	۸۹۶
تلوزیون ۴۰ اینچ LED	۱	۶۰	۶۰	۴	۲۴۰	۲۴۰
کولر آبی	۱	۱۵۰	۱۵۰	۵	۷۵۰	۰
یخچال ۱۲ فوت	۱	۱۶۰۰	۱۶۰۰	۲۴	۱۶۰۰	۸۰۰
ماشین لباسشویی	۱	۳۵۰	۳۵۰	۱	۳۵۰	۰
متفرقه (لپ تاپ، شارژر...)	۱	۵۵	۵۵	۱	۵۵	۵۵
پمپ آب (۰.۵ اسب بخار)	۱	۳۵۰	۳۵۰	۱	۳۵۰	۰
جمع کل مصارف در روز و شب (Wh)					۴,۲۶۵	۱,۹۹۱

۱۳- محاسبه پنل‌ها

مصرف کل انرژی دستگاه‌ها در طول شبانه‌روز WH ۴۲۶۵ می‌باشد. حال با احتساب راندمان واقعی پنل‌های خورشیدی، قدرت واقعی که پنل‌ها باید داشته باشند تا به میزان ۴۲۶۵ وات ساعت مصرف کننده را پشتیبانی کنند بدست آوریم. با احتساب تلفات سایه، آلودگی سطحی، تلفات وایرینگ و راندمان پنل‌های خورشیدی، محاسبه شده و در مشخصات آن درج شده است و این راندمان برابر ۵۷ درصد می‌باشد.

$$4265 / 0.57 = 7482.45 \text{ WH}$$

با در نظر گرفتن میزان تابش خورشید در منطقه مورد نظر می‌توان، توان مورد نظر را محاسبه کرد. میزان تابش خورشید در منطقه جهرم طبق اطلاعات عدد ۶ را نشان می‌دهد.

$$PSH = 6 \gg 7482.45 / 6 = 1247.075 \text{ W}$$

این مقدار توان تولیدی لحظه‌ای در روز می‌باشد. برای بدست آوردن تعداد پنل‌ها، میزان توان بدست آمده، بر توان هر پنل تقسیم می‌گردد.

$$P = 375 \gg P = \frac{1247.075}{375} = 3.3 \cong 4$$

۱۴- انتخاب جریان کنترل شارژ

چون ولتاژ ورودی اینورتر و بانک باتری ۲۴ ولت است، باید ولتاژ کنترل شارژ هم ۲۴ ولت باشد.

۱,۲۵ * جریان پنل‌ها * تعداد پنل

جریان پنل‌ها در مشخصات آن در نرم افزار برابر با ۹,۹ می‌باشد. ضریب ۱,۲۵ نیز برای اطمینان از طراحی درست در نظر گرفته می‌شود.

$$4 * 9.9 * 1.25 = 49.5$$

$$I_{max} = 60 \text{ A}$$

$$V = 24 \text{ V}$$

با توجه به استاندارد کنترل شارژهای موجود در بازار، به یک کنترل شارژ ۶۰ آمپری نیاز است.

۱۵- تعیین بانک باتری مورد نیاز

بانک باتری باید بتواند میزان انرژی مورد نیاز برای دو روز ابری را در خود ذخیره داشته باشد. مصرف انرژی روزانه سیستم مورد طراحی از قبل ۷۴۸۲,۴۵ وات ساعت بدست آمده بود. چون عمق دشارژ باتری‌ها ۹۰ درصد ذکر شده است (تا ۹۰ درصد) انرژی ذخیره شده در باتری‌ها قابل استفاده است و اگر بیشتر استفاده کنیم، باتری سریع معیوب و فرسوده می‌شود. فرض می‌شود که از اینورتر با ورودی ۲۴ ولت در نیروگاه استفاده شود. با در نظر گرفتن عدد ۰,۹ برای چرخه دشارژ باتری، میزان مصرف روزانه باتری بدست می‌آید.

$$DEEP \text{ CYCLE} = 0.9 \gg = \frac{7482.45}{0.9} = 8313.83 \text{ WH}$$

حال نوبت به محاسبه تعداد باتری است. با در نظر گرفتن میزان عمق دشارژ کمتر برای باتری می‌توانیم عمر باتری را افزایش دهیم. و در تعداد باتری بدست آمده صرفه جویی کنیم.

$$DOD = 0.5 \gg = \frac{8313.83}{0.5} = 16627.66 \text{ WH}$$

با در نظر گرفتن ولتاژ هر باتری میتوان میزان آمپر ساعت باتری‌ها را محاسبه کرد پس:

$$V = 24 \gg = \frac{16627.66}{24} = 692.79 \text{ AH}$$

میزان آمپر ساعت هر باتری برابر است با ۱۰۰ پس: $AH = 100 \gg = \frac{692.79}{100} = 7$ حداقل ۷ عدد باتری ۱۰۰

آمپرساعتی برای تامین برق مورد نیاز تجهیزات این مجموعه مورد نیاز است تا بتواند میزان برق مورد نیاز تجهیزات در ساعات غیر آفتابی را تامین نماید.

۱۶- انتخاب اینورتر

در صورت نیاز به خروجی AC، بایستی از یک اینورتر استفاده کنیم. نکته بسیار مهم در انتخاب اینورتر این است که ورودی اینورتر به هیچ وجه نبایستی از مجموع توان تمام وسایل برقی (یا پیک مصرف برق همزمان) کمتر باشد. برای سیستم‌های مستقل از شبکه (off-grid)، اینورتر باید به اندازه کافی بزرگ باشد تا بتواند تمام توان مصرفی را تأمین نماید. اندازه اینورتر حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد بزرگتر از پیک مصرف همزمان در نظر گرفته می‌شود. یا بجای اینکار اگر راندمان اینورتر را داشته باشیم، پیک مصرف همزمان، بر راندمان اینورتر تقسیم می‌گردد. اگر از موتور یا کمپرسور استفاده شود، باید اینورتر تحمل اضافه جریان‌های زمان راه اندازی را نیز داشته باشد.

$$500 * 1.2 = 600 \text{ W}$$

یعنی حداقل ظرفیت اینورتر مورد استفاده باید حداقل ۶۰۰ وات

باشد.

توجه مهم: محاسبات فوق بصورت حدودی بوده اما قابل اعتماد است. در محاسبه دقیق به اثر آلایندگی‌ها و دما بر پنل‌ها، اثر خطای سازنده و افت راندمان سالانه پنل‌ها، اثر راندمان باتری‌ها بر طراحی، اثر دمای بهره‌برداری از باتری‌ها (دما در ظرفیت در دسترس تاثیر زیادی دارد)، اثر جریان شارژ و دشارژ باتری‌ها، محدودیت اضافه جریان راه‌اندازی، راندمان اینورتر، راندمان کنترل شارژهای mppt و pwm، دمای بهره‌برداری از پنل‌ها (دما روی توان تولیدی پنل‌ها، تاثیر زیادی دارد)، زمان شارژ و دشارژ، سرعت شارژ و دشارژ، تعداد روزهای آفتابی بعد از روزهای ابری (فرصت شارژ کردن بانک باتری توسط کنترل شارژ)، انواع باتری و ظرفیت در دسترس در شرایط مختلف بهره‌برداری و... پرداخته نشده است.

۱۷- محاسبات عددی آبگرمکن خورشیدی

حجم آب گرم مصرفی برای یک خانواده پنج نفره بین ۲۲۰ الی ۳۴۰ لیتر (۵۰ الی ۷۵ گالن) در نظر گرفته می‌شود. بنابراین برای تعیین آب گرم مصرفی یک خانوار ۴ الی ۵ نفره میزان بهینه این مقدار یعنی ۲۲۰ لیتر (۵۰ گالن) در نظر گرفته شده است. بار آب گرم مصرفی توسط فرمول زیر محاسبه گردید.

$$V = Q * 8/33 (t_2 - t_1)$$

Q: بار حرارتی آب گرم مصرفی Btu/hr

V: مقدار واقعی آب گرم مصرفی در روز بر حسب گالن (V=50)

8/33: وزن مخصوص آب بر حسب پوند بر گالن

t₁: دمای آب ورودی به آبگرمکن (۱۰ درجه سانتیگراد یا ۵۰ درجه فارنهایت)

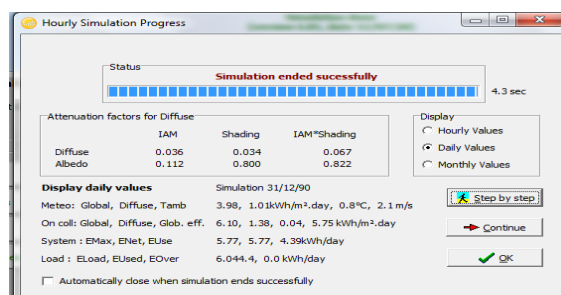
t₂: دمای آب خروجی از آب گرمکن (۵۰ درجه سانتیگراد یا ۱۲۲ درجه فارنهایت)

با جایگزینی اعداد در فرمول ذکر شده داریم:

$$\text{Btu/d} = (50-10)*8/33*50 = 16660 \text{ J}$$

۱۸- محاسبات در نرم افزار PVSyst

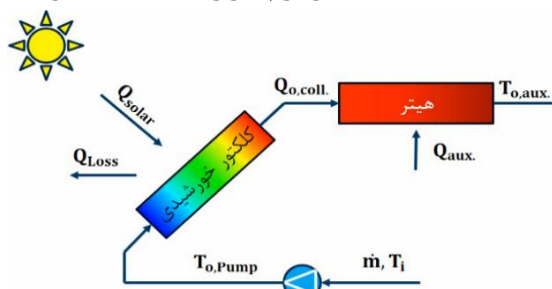
نرم افزار PVSyst کاربرد گسترده‌ای دارد که به طور مستمر در دانشگاه ژنو سوئیس آن را توسعه می‌دهند. این نرم‌افزار در نگاه کلی یک برنامه قدرتمند و جامع است. این برنامه طیف کاملی از امکانات دارد. ابزار سه بعدی برای سایه، توانایی وارد کردن داده‌ها برای اندازه‌گیری مستقیم، مقایسه مقادیر شبیه‌سازی شده، جعبه ابزار برای تعیین هندسه خورشیدی، هواشناسی و رفتار عملیاتی PV از آن دسته‌اند. شبیه‌سازی در این نرم‌افزار با ورود اطلاعات پروژه، آغاز می‌گردد. اطلاعات مربوط به منطقه مورد نظر، مصارف مورد نیاز، تجهیزات و تاسیسات مورد استفاده و ملاحظات اقتصادی از جمله این اطلاعات است. پس از ورود کامل اطلاعات در نرم‌افزار، شبیه‌سازی انجام می‌گردد. گزارشات استخراج شده پس از شبیه‌سازی، اطلاعات کامل نحوه نصب، تعداد و مشخصات فنی تجهیزات مورد نیاز از جمله آرایه‌ها، اینورتر، کنترل شارژ و باتری را در اختیار کاربر قرار می‌دهد.



شکل (۱-۱۸) تصویر صفحه شبیه‌سازی نرم افزار PVSyst

۱۹- محاسبات در نرم افزار Transys

نرم افزار Transys، که بر گرفته از حروف ابتدایی transient system simulation است، نرم افزاری انعطاف پذیر با ظاهر کاربری کاربر پسند است که برای شبیه سازی رفتار سیستم های دینامیکی بالاخص انرژی های تجدید پذیر استفاده می شود. گرچه بیشتر کاربرد نرم افزار در شبیه سازی ها بر روی نحوه تغییرات با زمان سیستم های انرژی حرارتی و سامانه های الکتریکی متمرکز شده است، با این حال نرم افزار بواسطه هسته قوی و انعطاف پذیرش می تواند برای مدل سازی سایر سامانه های دینامیکی و متغیر با زمان مانند جریان ترافیک، فرآیندهای بیولوژیکی، کنترل سیستم ها و ... بکار رود. شکل (۱-۱۹)، دیاگرام اصلی آبگرمکن های خورشیدی که در نرم افزار Transys قابل محاسبه است را نشان می دهد.



شکل (۱-۱۹): دیاگرام اصلی آبگرمکن های خورشیدی

۲۰- مقایسه نتایج به دست آمده جهت مصارف روزمره و روشنایی

برای بخش مصارف روزمره و روشنایی، محاسبات به دو صورت عددی و همچنین از طریق نرم افزار PVsyst انجام شد. البته دامنه محاسبات بسیار بالاتر این مقادیر است اما نتایج کلی و هدف کلی از این محاسبات به دست آمدن تعداد آرایه ها، باتری مورد نیاز، اینورتر و کنترل شارژ مناسب می باشد. بررسی محاسبات و گزارشات هر دو شیوه، میزان تولید و تلفات را به صورت زیر نمایش می دهد.

میزان کل تولید اولیه ۲۲۳۶ کیلووات می باشد.

تلفات تابش و سایه ۵,۲ +

پس میزان تولید باید برابر ۲۳۳۹ کیلووات ساعت در سال باشد.

تلفات سطح تابش ۶۹,۳ -

پس میزان تولید باید برابر ۱۶۲۱ کیلووات ساعت در سال باشد.

تلفات فنی ۶,۵۳ -

پس میزان تولید باید برابر ۱۵۵۷ کیلووات ساعت در سال باشد.

پس از تاثیر انواع تلفات در میزان تولید مورد نیاز اولیه، به میزان تولید خالص خروجی ۱۵۵۷، کیلووات ساعت در سال می رسیم. با این حال محاسبات، برای به دست آوردن تعداد آرایه، باتری مورد نیاز، اینورتر و کنترل شارژ مناسب ادامه پیدا می کند. پس از انجام این محاسبات نتایج زیر از هر دو شیوه حاصل می گردد.

۲۱- نتایج محاسبات عددی سیستم فتوولتائیک :

تعداد آرایه فتوولتائیک مورد نیاز :

۴ دستگاه، (یک رشته موازی ۴ عددی)

تعداد باتری مورد نیاز :

۸ عدد، (دو رشته موازی ۴ عددی)

اینورتر مورد نیاز :

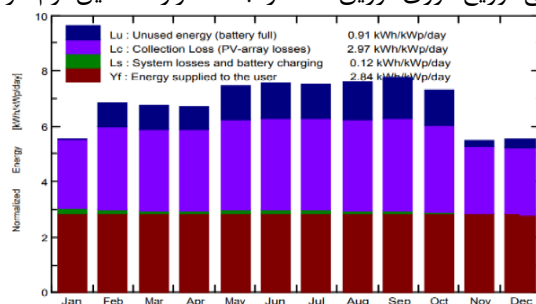
۱ دستگاه، (۲۳۴۰ وات)

یک دستگاه کنترل شارژ :

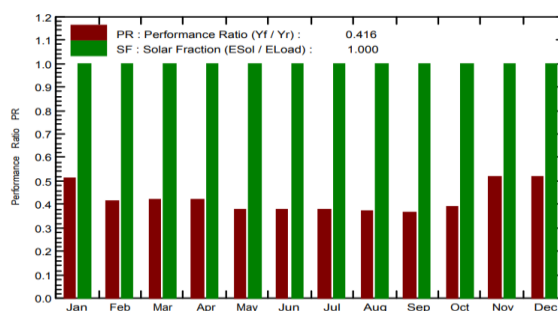
۱ دستگاه، (۶۰ آمپر)

۲۲- نتایج محاسبات سیستم فتوولتائیک در نرم افزار PVSyst

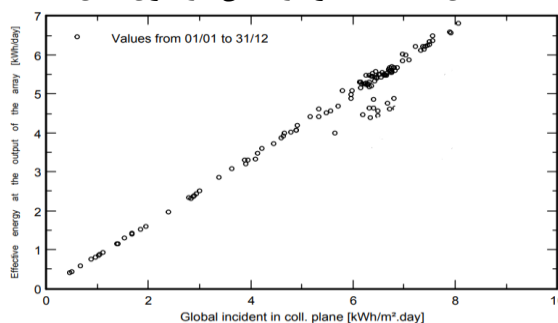
با اتمام ورود اطلاعات در نرم افزار PVSyst و پس از عملیات شبیه سازی، تمامی اطلاعات و محاسبات مورد نیاز در قالب نمودار و جدول نمایش داده می شود. شکل (۱-۲۲) نمودار بهره‌وری سیستم در طول سال، شکل (۲-۲۲)، نمودار تابش در طول سال و شکل (۳-۲۲)، نمودار پراکندگی توزیع انرژی تزریق شده از جمله گزارشات این نرم افزار است.



شکل (۱-۲۲): نمودار بهره‌وری سیستم در طول سال

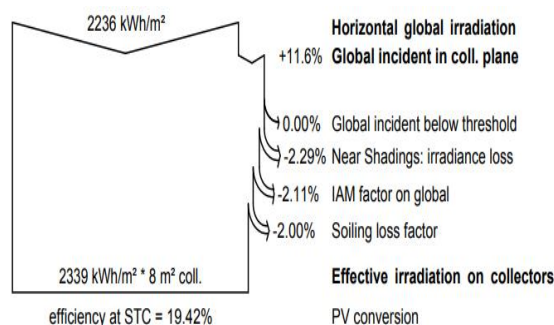


شکل (۲-۲۲): نمودار تابش در طول سال

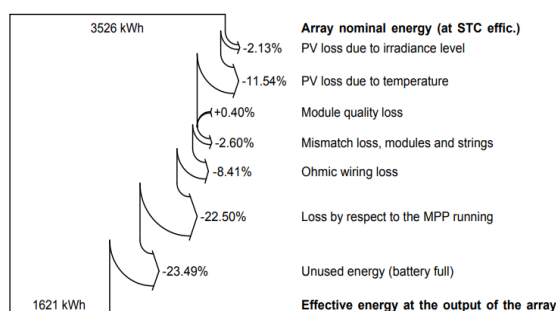


شکل (۳-۲۲): نمودار پراکندگی توزیع انرژی تزریق شده به شبکه به نسبت انرژی دریافت شده

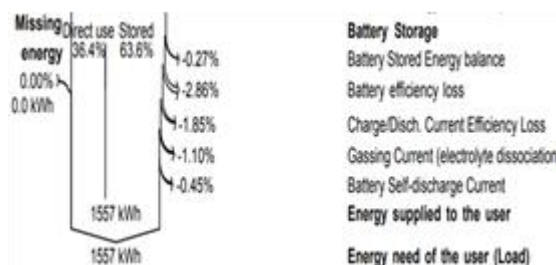
گزارش تلفات سایه، سطح تابش و تجهیزات نیز از جمله گزارشات مهم است که باید در محاسبات لحاظ گردد.



شکل (۴-۲۲): نمودار تلفات سایه



شکل (۵-۲۲): نمودار تلفات سطح تابش



شکل (۶-۲۲): نمودار تلفات فنی تجهیزات

پس از گزارش گیری و تجزیه و تحلیل گزارشات نتایج زیر بدست می آید:

تعداد آرایه فتوولتائیک مورد نیاز:

۴ دستگاه، (یک رشته موازی ۴ عددی)

تعداد باتری مورد نیاز :

۸ عدد، (دو رشته موازی ۴ عددی)

اینورتر مورد نیاز :

۱ دستگاه، (۲۳۴۰ وات)

یک دستگاه کنترل شارژ :

۱ دستگاه، (۶۰ آمپر)

ملاحظه می گردد که نتایج هر دو شیوه محاسبات تقریباً به یک صورت و اعداد به دست آمده یکسان است. (از مغایرت های جزئی چشم پوشی شده است).

۲۳- نتایج محاسبات سیستم آبگرمکن خورشیدی در نرم افزار Transys

برای تجزیه و تحلیل محاسبات و به دست آمدن تجهیزات مورد نیاز برای آب گرمکن خورشیدی نیاز به محاسبات جداگانه، چه به صورت عددی و چه به صورت نرم افزاری می باشد. تجهیزات آب گرمکن های خورشیدی به صورت خاص تولید می گردد و انرژی تابشی خورشید را به انرژی گرمایی تبدیل می کند. لذا با اصل تولیدات آرایه های فتوولتائیک که انرژی تابشی خورشید را به انرژی الکتریکی تبدیل می کنند، متفاوت است. این محاسبات به دو صورت در فصل ۳ انجام شد. ابتدا محاسبات به صورت مختصر و عددی انجام گردید، سپس محاسبات از طریق نرم افزار Transys انجام شد و گزارشات مورد نظر استخراج گردید. پس از پایان طراحی در نرم افزار و ورود اطلاعات مورد نیاز در جداول مربوطه با اجرای برنامه طراحی شده می توان، نمودار اطلاعات دمای ورودی و خروجی سیال را به تجهیزات مختلف در طول سال مشاهده نمود. شکل (۱-۲۳) نمای کلی نمودار را نشان می دهد. هر کدام از این خطوط نشانگر دمای سیال در وضعیت های مختلف می باشد.

در این نمودار :

(Ta) : دمای هوا

(Topomp) : دمای خروجی پمپ

(Tocoll) : دمای خروجی کلکتور

(Toaux) : دمای خروجی سیستم کمکی

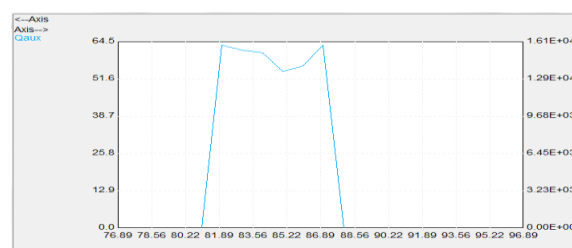
(Qcoll) : حرارت داده شده توسط کلکتور به سیال

(Qaux) : حرارت داده شده توسط سیستم کمکی به سیال می باشد. با توجه به تنظیمات انجام شده در

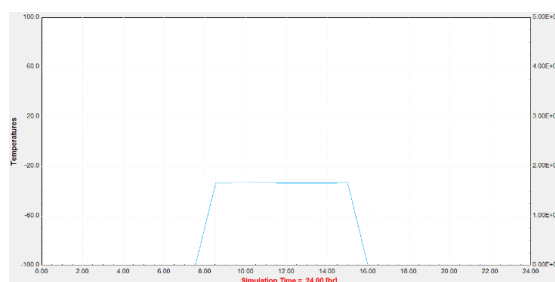
نرم افزار، این نمودار می تواند به شکل ثانیه ای، دقیقه ای، ساعتی، روزانه، ماهیانه و سالیانه ترسیم شود.



شکل (۱-۲۳): نمودار خروجی مولفه ها



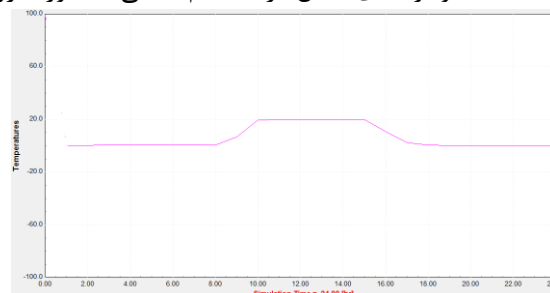
شکل (۲-۲۳): نمودار دمای تزریق شده به سیال توسط سیستم کمکی



شکل (۳-۲۳): نمودار دمای تزریق شده به سیال توسط کلکتور



شکل (۳-۲۴): نمودار دمای سیال در سیستم کمکی به صورت روزانه



شکل (۳-۲۵): نمودار دمای سیال در خروجی کلکتور به صورت روزانه

پس از گزارش‌گیری و تجزیه و تحلیل گزارشات نتایج زیر حاصل می‌گردد:

حجم آب گرم مصرفی برای یک خانواده پنج نفره بین ۲۲۰ الی ۳۴۰ لیتر (۵۰ الی ۷۵ گالن) در نظر گرفته می‌شود. بنابراین برای تعیین آب گرم مصرفی یک خانوار ۴ الی ۵ نفره میزان بهینه این مقدار یعنی ۲۲۰ لیتر (۵۰ گالن) در نظر گرفته شده است. بار آب گرم مصرفی توسط فرمول زیر محاسبه گردید.

$$v = q * 8/33 (t_2 - t_1)$$

q: بار حرارتی آب گرم مصرفی Btu/hr

v: مقدار واقعی آب گرم مصرفی در روز بر حسب گالن (V=50)

8/33: وزن مخصوص آب بر حسب پوند بر گالن

t₁: دمای آب ورودی به آبگرمکن (۱۰ درجه سانتیگراد یا ۵۰ درجه فارنهایت)

t₂: دمای آب خروجی از آب گرمکن (۵۰ درجه سانتیگراد یا ۱۲۲ درجه فارنهایت)

بار حرارتی آب گرم مصرفی در روز برای یک خانواده ۴ الی ۵ نفره

$$\text{Btu/d} = (50-10) * 8/33 * 50 = 16660 \text{ J}$$

همین محاسبات، برای به دست آوردن میزان بار حرارتی آب گرم مصرفی در نرم‌افزار Transys انجام شده و نتایج زیر به دست آمده است.

دمای اولیه آب: ۱۵ درجه سانتیگراد

دمای خروجی پمپ: بدون تغییر

دمای خروجی کلکتور : ۵۰ درجه سانتی گراد
 دمای خروجی سیستم کمکی: ۶۰ درجه سانتی گراد
 حرارت داده شده توسط کلکتور به سیال : ۶۰۰۰ ژول
 حرارت داده شده توسط سیستم کمکی به سیال : ۱۶۰۰۰ ژول
 بعد از این محاسبات مشخص می گردد که نتایج به دست آمده محاسبات عددی با نتایج به دست آمده از طریق نرم افزار تقریباً یکسان است. (از مغایرت های جزئی چشم پوشی شده است).
 بنا براین با توصیف میزان بار حرارتی مورد نیاز برای تهیه آب گرم مصرفی با شرایط ذکر شده و همچنین بررسی مشخصات فنی آب گرمکن های موجود در بازار فعلی، آب گرمکن با تعداد کلکتور، به شرح زیر مورد نیاز است.

آب گرمکن مورد نیاز: یک دستگاه آب گرمکن صفحه تخت خورشیدی
 کلکتور مورد نیاز: ۴ عدد کلکتور صفحه تخت ۲ متر مربعی
 پمپ مورد نیاز: با قدرت ۲۰ وات و نرخ دبی ۱۰۰ لیتر در ساعت انتقال سیال
 سیستم کمکی مورد نیاز: هیتر با قدرت ۲۰۰۰ وات (در صورت انتخاب درجه حرارت ۵۰ درجه)
 همانطور که در نتایج مشخص است سیستم آب گرمکن خورشیدی در این منطقه جغرافیایی با در نظر گرفتن تجهیزات ذکر شده، می تواند آب مصرفی را تا دمای ۵۰ درجه سانتیگراد تامین نماید.

۲۴-پیشنهادهات

۱-۲۴-این تحقیق مربوط به مصارف خانگی و روزمره در یک مزرعه کشاورزی می باشد ، مصارف بسیار بالای برق در بخش کشاورزی بخصوص در بخش پمپ ها، در کشور ایران بخصوص در استان فارس که قطب کشاورزی کشور محسوب می گردد، خود دلیلی است تا تحقیقات بسیار گسترده و علمی در این خصوص برای استفاده از سیستم های فتوولتائیک در بخش پمپ های کشاورزی به کمک دانشگاه و صنعت انجام گردد.

۲-۲۴-در استان فارس کمتر از ۳ درصد از مشترکین برق کشاورزی هستند اما حدود ۳۸ درصد برق مصرفی را در این استان به خود اختصاص داده اند، لذا انجام تحقیقاتی در جهت کمک به این بخش با همکاری شرکتهای برق پیشنهاد می گردد.

۳-۲۴-جای خالی سرمایه گذاری بخش خصوصی در صنعت فتوولتائیک به شدت احساس می شود. حال آنکه سیاست های تشویقی و حمایتی دولت محدود به چند طرح ساده و بی فایده است.

۴-۲۴-هزینه پرداختی مشترکین در بخش کشاورزی، به دلیل سیاست های حمایتی از تولیدات کشاورزی به طرز خطرناکی ناچیز و تقریباً مجانی است. این موضوع باعث می شود تا خیال مشترکین نسبت به این موضوع راحت بوده و هیچ گونه تلاشی برای مدیریت مصارف دستگاه ها ننمایند و حتی بدون توجه به مشخصات فنی دستگاه ها اقدام به خرید و استفاده از آنها در مزارع خود بنمایند. این در حالی است که اگر مشترک، با تمام وجود، مشقات تولید، انتقال و توزیع نیروی برق و همچنین هزینه های آن را درک نماید، چه بسا در مدیریت مصارف تلاش و نسبت به احداث نیروگاه های مقیاس کوچک فتوولتائیک اقدام نماید.

۵-۲۴-نرم افزارهای PVsyst و Transys و retscreen از جمله نرم افزارهای بسیار قدرتمند و دارای ویژگیهای منحصر به فرد می باشند که می توانند در بخش مکانیک، اطلاعات و نتایج ارزشمندی به دانشجویان ارائه نمایند. لذا تدریس و آموزش و استفاده گسترده از این نرم افزارها در رشته های مختلف دانشکده های مربوطه، می تواند نتایج و ثمرات بسیار چشم گیری به دنبال داشته باشد.

۲۵- نتیجه کلی

۱-۲۵- برای مزارع کشاورزی موضوع این تحقیق که اکثریت قریب به اتفاق آنها با فاصله بسیار زیاد از شهرها، شبکه‌های انتقال و توزیع می‌باشند و از طرفی استفاده از مولدهای دیزلی و نیز به دلیل هزینه‌های بسیار بالای سوخت و نگهداری و مشکلات مربوطه مقرون به صرفه نمی‌باشد، استفاده از انرژی پاک و ارزان خورشیدی کاملاً مقرون به صرفه و منطقی می‌باشد.

۲-۲۵- آب گرمکن خورشیدی به عنوان تجهیز جداگانه از سیستم فتوولتائیک اصلی محاسبه گردد.

۳-۲۵- سیستم فتوولتائیک در بخش پمپ‌های آب، از لحاظ امنیت تجهیزات و استفاده بهینه از آنها بهتر است به صورت جداگانه طراحی و محاسبه گردد.

۴-۲۵- بهتر است مصارف روشنایی و رفاهی از لحاظ ساعات مصرف تقسیم بندی شوند تا حداکثر صرفه جویی در آرایه‌ها، باتری‌ها، اینورتر و کنترل شارژ به عمل آید.

۵-۲۵- با توجه به اینکه آبیاری معمولاً در فصولی از سال صورت می‌گیرد که هوا آفتابی است لذا بحث ذخیره انرژی بصورت کوتاه و فقط برای چند ساعت مطرح می‌باشد و حجم و تعداد باتری‌های ذخیره کاهش یافته که خود سبب کاهش هزینه‌ها می‌گردد.

۶-۲۵- برای جلوگیری از طراحی و محاسبه تعداد زیاد باتری در بخش آبیاری، بهتر است از مخازن ذخیره آب استفاده کرد و استخراج و ذخیره آب در ساعات روز انجام گردد.

۷-۲۵- با توجه به اینکه در تعداد زیادی از چاه‌های آب کشاورزی، پمپ‌ها توانی در حد 10kw یا کمتر از آن دارند. لذا داشتن یک مجموعه سلولهای خورشیدی با توان کلی 5kw و باتریخانه‌ای با مجموع ذخیره‌ای معادل 30kwh کلی و منبع ذخیره آب با حداقل حجم $1000m^3$ برای پمپاژ آب و آبیاری کافی می‌باشد.

۸-۲۵- در ساعات آبیاری که ۱۶ الی ۲۲ هر روز انتخاب شده است توان مورد نیاز (10 kw) را به دو صورت تامین نمود. روش اول استفاده از کل انرژی تامین شده توسط آرایه‌ها برای استخراج و ذخیره آب می‌باشد. در این حالت ساعات آبیاری ارتباطی با تولید و تامین مستقیم انرژی از طرف آرایه‌ها ندارد. در روش دوم می‌توان از ساعت ۱۶ الی ۲۰ (که در این ساعات آفتاب در آسمان است) 5kw مورد نیاز را توسط مجموعه سلولهای خورشیدی تامین و مابقی ساعات از انرژی تولید شده جهت ذخیره در منبع آب استفاده گردد.

References

1. Ritchie H, Roser M, Rosado P. renewable energy solar and wind data. Available at: <https://ourworldindata.org/renewable-energy> (2022)
2. Jha AR. Solar cell technology and applications. CRC press; 2009 Oct 14. doi:10.1201/9781420081787
3. Manwell JF, McGowan JG, Rogers AL. Windenergy explained: theory, design and application. John Wiley & Sons; 2010 Sep 14. doi:10.1002/9781119994367
4. Manwell JF. Hybrid energy systems. Encyclopedia of energy. 2004 Jan 1;3(2004):215-229. doi:10.1016/b0-12-176480-x/00360-0
5. Upadhyay S, Sharma MP. A review on configurations, control and sizing methodologies of hybrid energy systems. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2014 Oct 1; 38:47-63. doi: 10.1016/j.rser.2014.05.057
6. Mansouri E, Pirsalami M, Nasiri N, Farrizi M, Hashemizadeh M, Alihosseini H. Optimum tilt angle for fixed-array solar panels at a constant latitude of 29 to receive the maximum sunlight. Bull. Env. Pharmacol. Life Sci. [Spl. Issue 1].2016;26:30-9. doi-ds:doilink/05.2016- 13212626/
7. Khare V, Nema S, Baredar P. Solar–wind hybrid renewable energy system: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2016 May 1; 58:23-33. doi: 10.1016/j.rser.2015.12.223
8. Maleki A, Rosen MA, Pourfayaz F. Optimal operation of a grid-connected hybrid renewable energy system for residential applications. Sustainability. 2017 Jul 27;9(8):1314. doi:10.3390/su9081314
9. Al-Ajmi MS, Mustapha F, Yunus NA, Halin IA. A true hybrid solar wind turbine electric generator system for smaller hybrid renewable energy power plants. In MATEC Web of Conferences 2018 (Vol. 215, p. 01015). EDP Sciences. doi:10.1051/mateconf/201821501015
10. Ryan meyfield ,2010, by wiley publishing, indianpolise , india.
11. Kuang Y, Zhang Y, Zhou B, Li C, Cao Y, Li L, et al. A review of renewable energy utilization in islands. Renew Sustain Energy Rev 2016; 59:504–13.
12. Cancino-Solórzano Y, Paredes-Sánchez JP, Gutiérrez-Trashorras AJ, Xiberta-Bernat J. The development of renewable energy resources in the state of Veracruz, Mexico. Utilit Policy 2016; 39:1–4.
13. Sahoo SK. Renewable and sustainable energy reviews solar photovoltaic energy progress in India: a review. Renew Sustain Energy Rev 2016; 59:927–39.

14. Pareek S, Dahiya R. Enhanced power generation of partial shaded photovoltaic fields by forecasting the interconnection of modules. *Energy* 2016; 95:561–72.
15. Ryan meyfield ,2010, by wiley publishing, indianpolise , india.
16. Kuang Y, Zhang Y, Zhou B, Li C, Cao Y, Li L, et al. A review of renewable energy utilization in islands. *Renew Sustain Energy Rev* 2016; 59:504–13.
17. Cancino-Solórzano Y, Paredes-Sánchez JP, Gutiérrez-Trashorras AJ, Xiberta-Bernat J. The development of renewable energy resources in the state of Veracruz, Mexico. *Utilit Policy* 2016; 39:1–4.
18. Sahoo SK. Renewable and sustainable energy reviews solar photovoltaic energy progress in India: a review. *Renew Sustain Energy Rev* 2016; 59:927–39.
19. Pareek S, Dahiya R. Enhanced power generation of partial shaded photovoltaic fields by forecasting the interconnection of modules. *Energy* 2016; 95:561–72.
20. Mehrjerdi H. Modeling, integration, and optimal selection of the turbine technology in the hybrid wind-photovoltaic renewable energy system design. *Energy Conversion and Management*. 2020 Feb 1; 205:112350.
doi:10.1016/j.enconman.2019.112350