Archive of SID

طراحی یک سیستم هایبرید دارای ذخیره ساز با در نظر گرفتن قیود برای مناطق روستایی

مصطفی رمضانی، مجیدرضا ناصح
علوم و تحقیقات خراسان جنوبی

چکیده

تامین برق در مناطق روستایی و دور افتاده به صورت معمول بویژه در مناطق صعب العبور منجر به صرف هزینه‌های هنگفت انتقال و توزیع و همچنین افت ولتاژ ناشی از انتقال می گردد. در این مطالعه به بررسی و امکان سنجی استفاده از انرژی‌های نو برای روستای پیرحاجات طبس خواهیم پرداخت. نتایج در دو بخش اقتصادی و میزان تولید آلودگی توسط نرم‌افزارهای هومر بررسی و مقایسه می‌گردند.

واژه های کلیدی: سیستم‌هایبرید، انرژی‌های نو، انرژی خورشیدی، انرژی بادی.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد برق قدرت
۲- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند

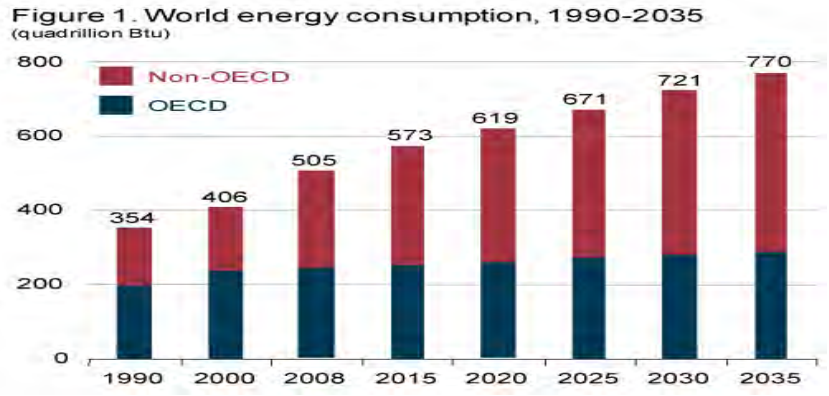
www.SID.ir

Archive of SID

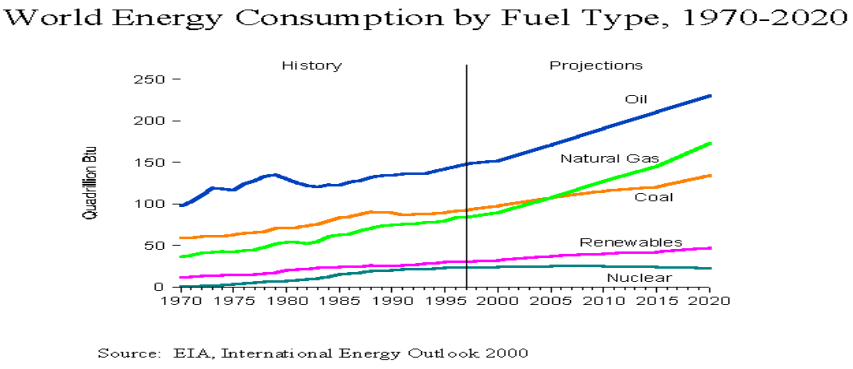
۱- مقدمه

انتظار می‌رود در دو دهه آینده مصرف انرژی رشدی حدود ۵۷٪ داشته باشد(1). شکل ۱ رشد شدید انرژی الکتریکی را در سه دهه گذشته و پیش بینی آن را در دو دهه آینده نشان می دهد. در شکل ۲ مصرف انرژی بر حسب نوع سوخت نمایش داده شده است. همانطور که واضح است، بخش عظیمی از منبع سوخت را سوخت‌های فسیلی(حدود ۸۶٪) تشکیل می دهند.

سوخت‌های فسیلی در کل دنیا به طور مساوی توزیع نشده و اگر برای تولید انرژی به شدت به آن وابسته باشیم، درگیری‌های منطقه ای و بحران‌های شدید را پیش رو خواهیم داشت. علاوه بر این، در طول فرآیند تولید و استفاده از انرژی الکتریکی با فن‌آوری امروز، محیط زیست جهانی در حال آسیب دیدن می‌باشد و محیط زیست بعضی مناطق به شدت آسیب دیده است. بنابراین شناخت منابع دیگر انرژی مهم می‌باشد.



شکل۱ مصرف جهانی انرژی ۲۰۳۵-۱۹۹۰(1)



شکل۲ مصرف جهانی انرژی با تفکیک نوع سوخت(2)

همانطور که مشاهده می‌شود در سال ۲۰۳۵ مصرف انرژی جهانی تقریبا دو برابر سال ۲۰۰۰ خواهد بود. ذخایر نفتی محدود، انتشار آلاینده‌های طبیعی و مساله گرمایش زمین سبب شده تا دولت ها به فکر انرژی‌های تجدید پذیر باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

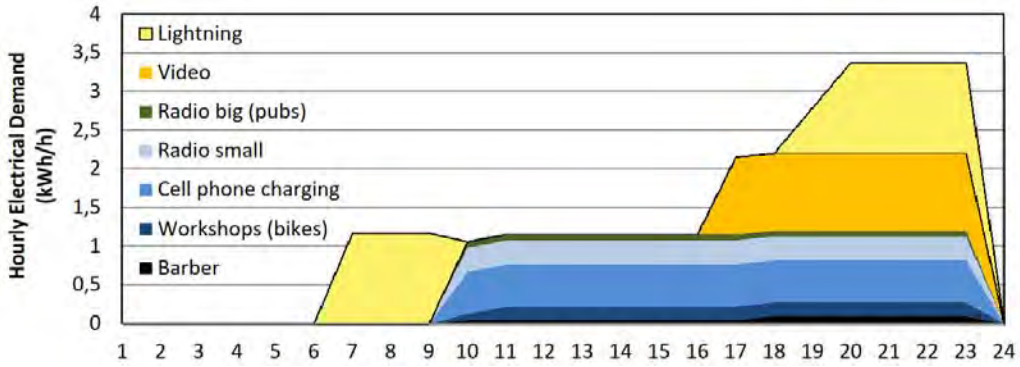
۲- معرفی منطقه مورد نظر و بار مورد مطالعه

در این پایان نامه برای نمونه، روستای پیرحاجات طبس واقع در استان خراسان جنوبی در نظر گرفته شده است. طبق آمار، این روستا دارای ۳۰ خانوار جمعیت می‌باشد اما در واقع تنها حدود ۲۰ خانوار به طور دائم در این روستا حضور دارند. این روستا در فاصله ۱۱۲ کیلومتری از طبس واقع است و از پست بالا دست حدود ۱۲۰ کیلومتر فاصله دارد.

شکل ۳ موقعیت جغرافیایی روستای پیرحاجات

۲-۱ بار مورد نیاز جامعه روستایی

بارهایی از قبیل روشنایی، تلویزیون ، رادیو، یخچال و ... وجود دارند که روزانه توسط مردم مورد استفاده قرار می‌گیرند. این بارها به زمان بستگی دارند و بعد از پایان روز کاری و غروب آفتاب به شدت افزایش می یابند. در مطالعه ای که در سال 2007 توسط Buchhoz & Volk [3] برای ۷۸ خانه منفصل از شبکه انجام شد، میزان بار 32 کیلووات ساعت در روز (مطابق شکل ۴) پیش بینی شد که شامل روشنایی، رادیو و ... بود.



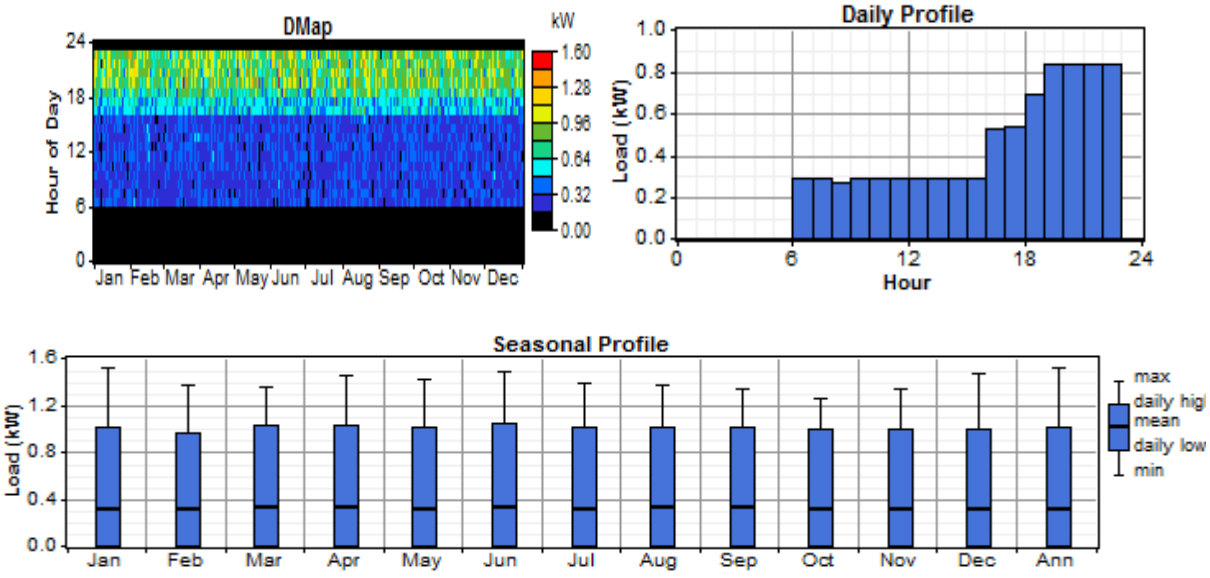
شکل ۴ میزان تقاضای بار برای ۷۸ منزل روستایی و برای طرح منفصل از شبکه

با توجه به روستایی بودن منطقه مورد مطالعه و طرح مشابه سیستم هایبرید منفصل از شبکه، می توان با در نظر گرفتن ضریب 0.25 و تاثیر آن در شکل ۴، شکل ۵ را به عنوان پروفیل بار روستای پیرحاجات در نظر گرفت. میانگین بار برای روستای پیرحاجات 8kwh/d در نظر گرفته شده است. برای نزدیک شدن به شرایط واقعی، می توان ضریب رندوم سازی را در نظر گرفت،

www.SID.ir

Archive of SID

بدین صورت که در این مطالعه ضریب 15% برای هر روز و ضریب 20% برای هر گام زمانی(یک ساعت به یک ساعت) در نظر گرفته شده است. تعریف کردن این ضرایب، پیک بار را از 0.85 کیلووات به 1.51 کیلووات تغییر می دهد.



شکل ۵ پروفیل بار مورد نیاز روستا

۳- بررسی پتانسیل انرژی های نو در منطقه

۳-۱ انرژی خورشیدی

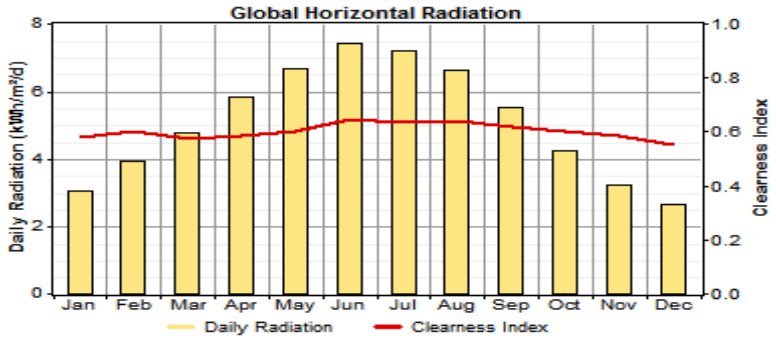
انرژی خورشیدی یکی از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر و از مهم‌ترین آنها می‌باشد. میزان تابش انرژی خورشیدی در نقاط مختلف جهان متغیر بوده و در کمربند خورشیدی زمین بیشترین مقدار را داراست. کشور ایران نیز در نواحی پرتابش واقع است و مطالعات نشان می‌دهد که استفاده از تجهیزات خورشیدی در ایران مناسب بوده و می تواند بخشی از انرژی مورد نیاز کشور را تأمین نماید.

با مطالعات انجام شده توسط DLR آلمان، در مساحتی بیش از ۲۰۰۰ کیلومترمربع، امکان نصب بیش از 60000MW نیروگاه حرارتی خورشیدی وجود دارد. اگر مساحتی معادل ۱۰۰×۱۰۰ کیلومترمربع زمین را به ساخت نیروگاه خورشیدی فتوولتائیک اختصاص دهیم، برق تولیدی آن معادل کل تولید برق کشور در سال ۱۳۸۹ خواهد بود[4].

با توجه به تحقیقات انجام شده، منطقه طبس در منطقه تابشی بسیار خوبی قرار دارد. روستای پیرحاجات در مختصات $34°N$ و $56°E$ واقع شده است. با توجه به مختصات روستای مورد مطالعه می توان میزان تابش خورشید را از چند سایت مرجع دریافت کرد.[10]-[5]. این اطلاعات برای روستای پیرحاجات طبس در شکل ۶ آورده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶ میزان تابش خورشید در یک سال برای روستای پیرحاجات

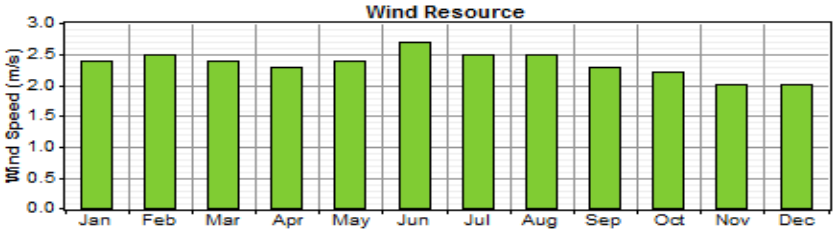
در این مطالعه، آرایه‌های فتوولتائیک مورد استفاده از نوع پلی کریستال و ساخت شرکت آریا سولار می‌باشد که با زاویه ۴۵ درجه نسبت به جنوب قرار داده شده اند.

۳-۲ انرژی باد

برای اینکه بتوان از منابع باد موجود جهت تولید برق استفاده نمود، وجود اطلاعات باد قابل اعتماد در خصوص پتانسیل باد منطقهٔ مورد نظر جهت احداث نیروگاه بادی ضروری است. در ایران با توجه به وجود مناطق بادخیز، بستر مناسبی جهت گسترش بهره برداری از توربین‌های بادی فراهم می‌باشد. یکی از مهم‌ترین پروژه‌های انجام شده در زمینه انرژی بادی تهیه اطلس بادی کشور بوده است که پروژه مذکور در سازمان انرژی‌های نو ایران صورت گرفته و به عنوان یکی از پروژه‌های ملی در صنعت انرژی باد محسوب می گردد. طبق اطلس بادی تهیه شده و بر اساس اطلاعات دریافتی از ۶۰ ایستگاه و در مناطق مختلف کشور، میزان ظرفیت اسمی سایت ها در حدود ۶۰۰۰۰ مگاوات می‌باشد. بر پایه پیش بینی‌های صورت گرفته، میزان انرژی قابل استحصال بادی کشور از لحاظ اقتصادی بالغ بر ۱۸۰۰۰ مگاوات تخمین زده می‌شود که موید پتانسیل قابل توجه کشور در زمینه احداث نیروگاههای بادی و همچنین اقتصادی بودن سرمایه گذاری در صنعت انرژی بادی می‌باشد.

در انجام پروژه پتانسیل سنجی بادی در ایران شرکت لامایر آلمان نیز به عنوان مشاور همکاری داشته است و بر اساس مطالعات شرکت مذکور پتانسیل بادی قابل استحصال در کشور در حدود ۱۰۰ هزار مگاوات برآورد گردیده است.

با توجه به اطلس ارائه شده در سامانه انرژی‌های نو ایران (سانا) برای منطقه مورد مطالعه، سرعت باد بطور میانگین سالانه، 2.349m/s در نظر گرفته شده است. همچنین مقدار 4m/s نیز برای تحلیل حساسیت به کار برده شده است.



شکل ۷ سرعت باد در منطقه مورد مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

۴- نتایج شبیه سازی

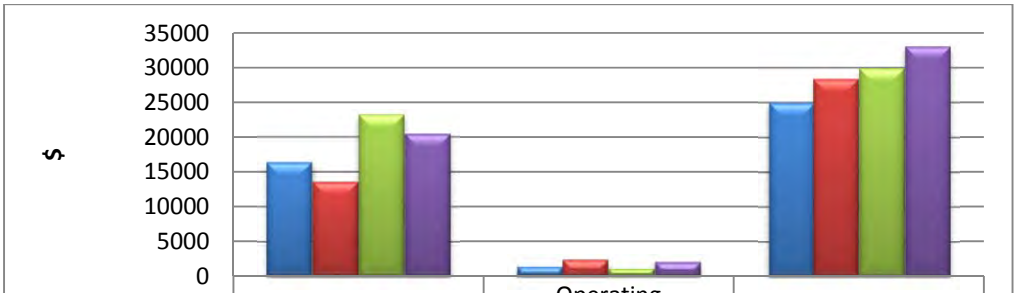
۴-۱ مفروضات

چند عامل وجود دارد که بر نتایج شبه‌سازی تاثیر می‌گذارد. در این بخش به توضیح هر یک از آن‌ها خواهیم پرداخت.

- گام زمانی شبیه سازی، مقدار زمان استفاده شده برای شبیه‌سازی در هر گام زمانی، ۶۰ دقیقه فرض شده است. البته گام زمانی کوچکتر نتایج دقیق‌تری می دهد اما زمان شبیه سازی را بسیار افزایش می‌دهد.
- طول عمر پروژه ۱۰ سال تعریف شده است. طول عمر پروژه بر روی دو خروجی بسیار مهم تاثیر می گذارد، هزینه خالص کل و هزینه طبقه بندی شده انرژی(COE).
- هزینه‌های اولیه ثابت سیستم 5900$ تعریف شده است، که شامل حمل و نقل تجهیزات و راه اندازی می‌شود. هزینه ها با توجه به مقالات دیگر که در سال ۲۰۱۲ ارائه شده اند، استنباط شده[11].
- هزینه‌های تعمیر و نگهداری سیستم‌هایبرید 840$/year تعریف شده است[11].
- حداکثر کمبود ظرفیت سالانه، یک معیار اندازه گیری قابلیت اطمینان سیستم برای پاسخگویی به میزان تقاضا است که 10% تنظیم شده است. این مقدار، اطمینان بسیار بیشتری از شبکه برق رسانی دارد که کمبود ظرفیت سالانه ای حدود 40% دارد. هیچ جریمه مالی برای کمبود ظرفیت سالانه در نظر گرفته نشده است.

۴-۲ بررسی سیستم‌های هایبرید

نتایج حاصل از شبیه‌سازی در ادامه بیان شده است. نمودار ۱ مقایسه‌ای بین هزینه‌های مربوط به چهار سیستم پیشنهادی برای بار ۸ کیلووات می‌باشد. رتبه‌بندی چهار سیستم پیشنهاد شده برحسب هزینه نهایی چرخه عمر پروژه می باشد که بیانگر هزینه تمام شده در ده سال تعریف شده برای طول عمر پروژه می باشد.



	Initial Capital($)	Operating Cost($/yr)	Total NPC
PV+DSL	16373	1397	24955
DSL	13573	2413	28399
PV+Wind+DSL	23223	1093	29941
Wind+DSL	20423	2060	33080

نمودار۱ مقایسه ای بین هزینه‌های مربوط به چهار سیستم پیشنهادی برای بار ۸ کیلووات

کمترین هزینه نهایی چرخه طول عمر پروژه یا به عبارتی همان هزینه کلی پروژه مربوط به ترکیب فتوولتائیک و دیزل می‌باشد

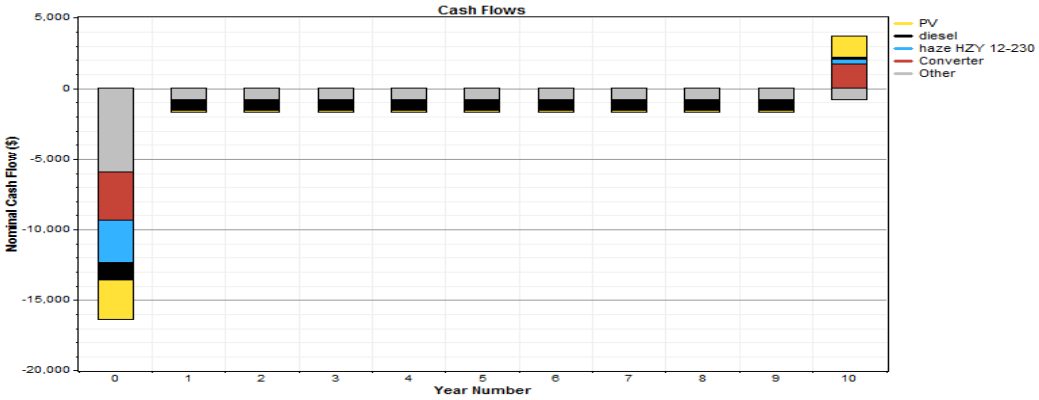
www.SID.ir

Archive of SID

که در ادامه به تشریح این ترکیب سیستم هایبرید، خواهیم پرداخت.

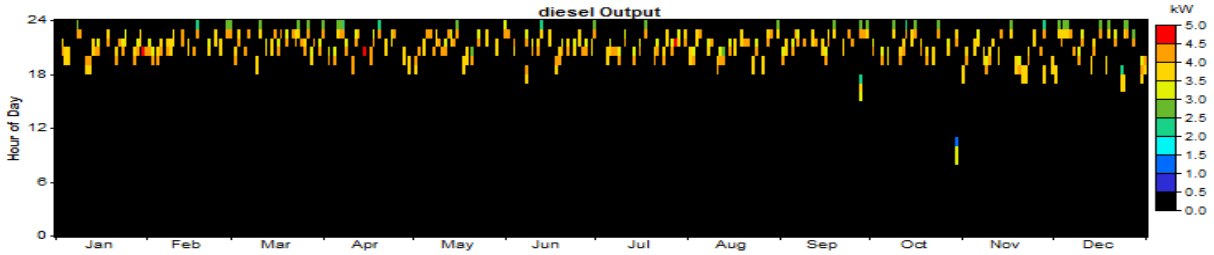
با توجه به میزان تابش خوبی که در منطقه شرق ایران داریم، انتظار داشتیم که پنل خورشیدی حتما در چیدمان سیستم حضور داشته باشد، همانطور که در نمودار ۱ نمایش داده شده است، بهترین ترکیب سیستم برای بار ۸ کیلووات شامل پنل ۱,۱ کیلووات، دیزل ژنراتور ۵ کیلووات و ۴ باتری و کانورتر ۳,۳ کیلووات می‌باشد.

هزینه اولیه این ترکیب 16373$، هزینه نگهداری 1379$/yr، هزینه چرخه عمر پروژه 24955$ و در نهایت هزینه انرژی 1.391$/kwh می‌باشد. شکل ۸ جریان هزینه‌های مربوط به اجزای سیستم را در طی ۱۰ سال طول عمر پروژه نمایش می دهد.



شکل ۸ جریان هزینه‌های مربوط به اجزای سیستم در طی ۱۰ سال طول عمر پروژه

در این ترکیب دیزل ژنراتور ۴۱۹ ساعت در سال کار می‌کند و ۲۳۰ بار در سال استارت می خورد. طی این دوره کاری ۵۶۱ لیتر دیزل مصرف می‌شود. این دیزل ژنراتور ۱۵۷۲ کیلوات ساعت در هر سال تولید الکتریسیته دارد و میانگین بازده الکتریکی آن ۲۸,۵٪ می‌باشد. شکل ۹ سیکل کاری دیزل ژنراتور را نمایش می دهد.

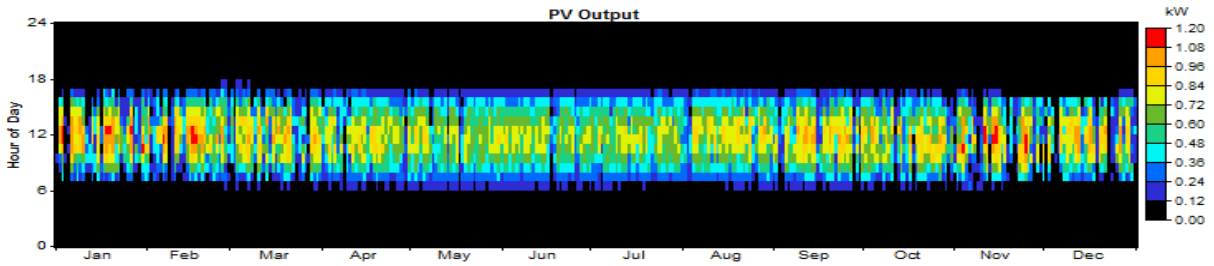


شکل ۹ سیکل کاری دیزل ژنراتور برای بار ۸ کیلووات

همانطور که ذکر شد، در ترکیب بهینه برای این بار، پنل خورشیدی نیز حضور دارد. ظرفیت مجاز پنل ۱,۱ کیلووات بود که میانگین خروجی آن ۰,۲۱ کیلوات و همچنین ۴,۹۴ کیلووات ساعت در روز بوده است. همچنین تولید کل آن ۱۸۰۱ کیلووات ساعت در سال بوده. شکل ۱۰ خروجی پنل را در ماه‌های مختلف سال نمایش می دهد.

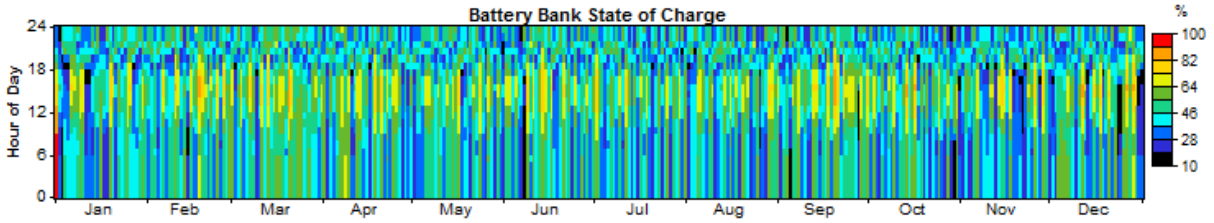
www.SID.ir

Archive of SID



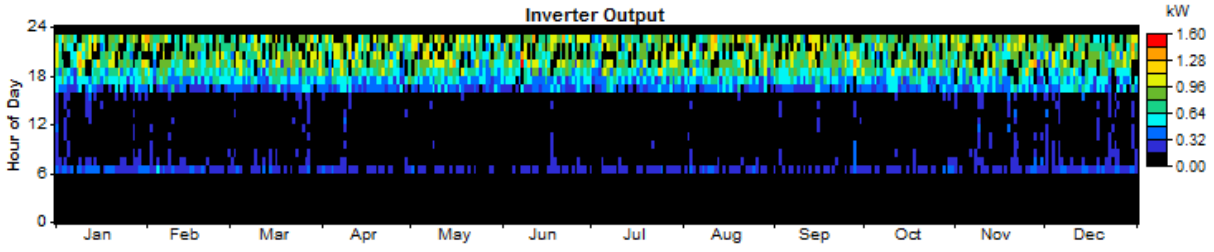
شکل ۱۰ خروجی فتوولتائیک برای بار ۸ کیلووات

یکی دیگر از اجزایی که در ترکیب بهینه برای بار ۸ کیلووات استفاده شده است، باتری می‌باشد. برای بار ۸ کیلووات به ۴ باتری نیاز است. ظرفیت نامی این بانک باتری ۱۱ کیلووات ساعت و ظرفیت نامی مورد قابل استفاده ۹,۹۴ کیلوات ساعت می‌باشد. میزان انرژی ورودی به بانک باتری ۱۹۶۴ کیلووات ساعت در سال و میزان انرژی خروجی ۱۶۹۸ کیلووات ساعت در سال می‌باشد. همچنین میزان تلفات ۲۵۹ کیلووات ساعت در سال است. انتظار می‌رود این بانک باتری ۱۱,۲ سال عمر کند. شکل ۱۱ وضعیت شارژ و دشارژ باتری را در ماه‌های مختلف نشان می دهد.



شکل ۱۱ وضعیت شارژ باتری در بار ۸ کیلووات

برای بار ۸ کیلووات یک اینورتر ۳,۳ کیلووات که میزان کارکرد آن ۳۲۴۹ ساعت در سال است، مورد نیاز می‌باشد. انرژی ورودی به اینورتر ۱۶۹۸ کیلووات ساعت در سال و انرژی خروجی ۱۶۱۳ کیلووات ساعت در سال می‌باشد و حدود ۸۵ کیلووات ساعت در سال، تلفات دارد. شکل ۱۲ خروجی اینورتر را نمایش می دهد.



شکل ۱۲ خروجی اینورتر برای بار ۸ کیلووات

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲ میزان آلودگی تولید شده توسط سیستم پیشنهادی در بار ۸ کیلووات

آلاینده	میزان آلودگی (kg/yr)	
	سیستم PV +DSL	سیستم فقط دیزل
دی اکسید کربن	۱۴۷۶	۳۴۲۳
مونوکسید کربن	۳,۶۴	۸,۴۵
هیدروکربن‌های سوخته نشده	۰,۴۰۴	۰,۹۳۶
ذرات معلق	۰,۲۷۵	۰,۶۳۷
سولفور دی اکسید	۲,۹۷	۶,۸۷
اکسیدهای نیتروژن	۳۲,۵	۷۵,۴

۶- نتیجه گیری

استفاده از انرژی‌های نو هر چند در تمامی مناطقی که پتانسیل خوبی داشته باشند امکان‌پذیر است اما به علت جدید بودن این تکنولوژی همواره چالش‌هایی نیز وجود دارد. به عنوان مثال منابع انرژی باد و خورشید همواره ثابت نیستند و برای این تکنولوژی نیاز به اینورتر و بانک باتری می‌باشد که سبب افزایش هزینه‌ها می‌شود.

وجود فتوولتائیک در سیستم باعث می‌شود که میزان آلودگی به میزان قابل توجهی کاهش یابد که این امر سبب ارتقای سطح سلامتی در بلند مدت می‌شود. همچنین آموزش نیروی بومی جهت تعمیر و نگهداری از سیستم فتوولتائیک منجر به ارتقای سطح فنی اهالی و همچنین ایجاد فرصت‌های شغلی جدید در منطقه می‌شود.

مراجع

1- System for the AnalysisofGlobalEnergyMarkets2013,EIA, http://www.eia.doe.gov/iea.
2- International Energy Outlook 2005,Energy Information Administration (EIA), http://www.eia.doe.gov/iea.
3- Buchholz, T., Da Silva, I., Volk, T. & Tennigkeit, T., 2007. Economics of a Gasification Based Mini Grid - A Case Study of a 10 kW Unit in Uganda. Proceedings of the Industrial and Commercial Use of Energy Conference, Cape Town, South Africa, 29-30 May 2007: 125-129.
4- http://www.suna.org.ir/fa/sun/potential
5- http://rredc.nrel.gov/solar/old_data/nsrdb/tmy2/
6- rredc.nrel.gov/solar/old_data/nsrdb/1991-2005/tmy3/
7- eosweb.larc.nasa.gov/sse/
8- www.csir.co.za/environmentek/sarerd
9- www.csir.co.za/environmentek/sarerd
10- http://wrdc-mgo.nrel.gov/
11- SharedSolar, 2012. Discussion on Ruhiira site and SharedSolar operations with Jonathan Carbajal of SharedSolar. [phone conversation] (Personal communication, 11 June 2012).

www.SID.ir

Archive of SID

ضمیمه ۱: اطلاعات ورودی به نرم‌افزار هومر

نوع ورودی	نام ورودی	واحد	ارزش	توضیحات
دیزل ژنراتور	سایز	KW	5	
	هزینه اولیه	$	1200	Evopower SDG6500SS 5 kW Diesel Generator
	هزینه جایگزینی	$	1200	Evopower SDG6500SS 5 kW Diesel Generator
	هزینه نگهداری	$/hr	0.05	Technician: $0.35/hr * 5% = $0.02/hr + $0.03/hr parts
	طول عمر	میزان ساعات کارکرد	15000	Assuming regular service every 100-1000 hours
	حداقل بازده	درصدی از توان نامی	20%	Minimum 1000 W load
باتری	مدل		Haze HZY 12-230	2 batteries per string (24V bus), HAZE HZY 12-200
	هزینه اولیه	$	$760	
	هزینه جایگزینی	$	$760	
	هزینه نگهداری	$	$0.00	Cells are claimed to be "maintenance-free"
اینورتر	سایز	kW	3.3	Inverter can operate simulatneously with an AC generator
	هزینه اولیه	$	$3,433	
	هزینه جایگزینی	$	$3,433	
	هزینه نگهداری	$/yr	$0	No maintenance
	طول عمر	yrs	20	5 year warranty included, up to 25 years available
	بازده			Stated efficiency
فتوولتائیک	سایز		1.1 kW	1.1 kW = €1920 = $2630
	هزینه اولیه	$	$2,800	
	هزینه جایگزینی	$	$2,800	Same as capital cost (complete replacement)
	هزینه نگهداری	$/yr	$150	No maintenance, costs to check components once/month
	جریان خروجی		AC	Cost includes inverter to AC bus
	طول عمر	yrs	25	Suntech Data Sheet
توربین باد	مدل توربین		BWC XL.1	1 kW turbine, 24V DC
	هزینه اولیه	$	$6,850	BWC XL.1-24 turbine, guyed tubular tower
	هزینه جایگزینی	$	$6,850	Cost of turbine alone
	هزینه نگهداری	$/yr	$100	
	طول عمر	yrs	30	October 1, 2011 Interview with President of Berkey Windpower
	ارتفاع هاب	m	24	Standard size tower for this model

www.SID.ir