

تعیین نواحی بهینه به منظور طراحی نیروگاه‌های دیزلی، بادی، بیوماس فتوللتائیک و باتری به صورت مستقل از شبکه برای بار خانگی

فرهاد فرهمند^{۱*}، علی اصغر شجاعی^۲

۱- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی برق، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران، dahraf_farhad@yahoo.com

۲- استادیار، گروه مهندسی برق، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران، shojaei2012@gmail.com

چکیده: امروزه استفاده از انرژی‌های نو به صورت منابع تولید پراکنده در سطح جهان گسترش چشمگیری یافته است. این مقاله با هدف بررسی پارامترهای فنی و اقتصادی یک سیستم ترکیبی دیزلی، بادی، فتووللتائیک، زیست توده و باتری برای یک مصرف کننده بزرگ غیرمستقیم برق در شرق ایران است. به عنوان یک مطالعه موردنی، امکان اجرای یک سیستم هیبریدی برای رفع نیاز بار جامعه مسکونی با ضریب بار ۰/۲۵ مورد بررسی قرار گرفت. طراحی ذکر شده با هدف کاهش هزینه‌های سیستم در طول عمر ۲۰ ساله آن می‌باشد. طراحی نرم افزار هومر به منظور مدل سازی عملکرد سیستم و شناسایی نواحی بهینه آن بر اساس تجزیه و تحلیل فنی، اقتصادی و محیطی مقایسه می‌شود. در انتهای مدل ارائه شده به همراه داده‌های بادسنگی، تابش، قیمت سوخت و هزینه زیست توده مربوط به نواحی شرقی ایران و به کمک نرم افزار هومر شبیه سازی شده است. در انتهایها با مقایسه نتایج بدست آمده می‌توان نتیجه گرفت که با طراحی مناسب منابع تولید پراکنده می‌توان مقدار قابل توجهی از هزینه‌ها را کاهش داده و بهره‌گیری از انرژی‌های تجدید پذیر را اقتصادی نمود.

واژه‌های کلیدی: انرژی‌های تجدید پذیر، انرژی باد، زیست توده، فتووللتائیک، هومر.

می‌شود که مقدار قابل توجه ای را تشکیل می‌دهند. متوسط نرخ رشد سالانه تولید برق در ایران ۵/۷ درصد است که دو برابر نرخ رشد متوسط جهان بوده است. این سرعت رو به افزایش مصرف انرژی در ایران منجر به کاهش صادرات نفت خام و گاز طبیعی برای پاسخگویی به تقاضای داخلی و اثرات شدید بر اقتصاد در حال توسعه کشور دارد. در پایان برنامه چشم انداز ۲۰ ساله (۲۰۲۵-۲۰۰۵) ایران، ۲۰۰۰ مگاوات برق باید از منابع تجدید پذیر غیر آبی با سرمایه‌گذاری ۳ میلیارد دلار توسط دولت و بخش خصوصی تولید کند. علاوه بر این با بهره‌گیری از منابع سوخت‌های فسیلی گستره مانند نفت خام و گاز طبیعی، ایران سرشار از منابع تجدید پذیر مانند باد و انرژی خورشیدی است. ظرفیت اسمی انرژی باد در ایران ۶۰۰۰۰ مگاوات تخمین زده می‌شود که به طور بالقوه می‌تواند ۱۸۰۰۰ مگاوات برق تولید کند

۱- مقدمه

انرژی برق نسبت به سایر انرژی‌ها پیشرفت بیشتری کرده است. نسل برق جهان از ۱۷۵۷۳۳ میلیون مگاوات ساعت در سال ۲۰۰۴ به ۲۳۵۳۶۵ میلیون مگاوات ساعت در سال ۲۰۱۴ با رشد متوسط سالانه ۳ درصد افزایش یافته است [۱]. سهم سوختهای فسیلی، آبی، انرژی‌های تجدیدپذیر آبی غیر هسته ای و (از جمله سلوهای خورشیدی، حرارت خورشیدی، باد، زمین گرمایی و جزر و مد) در تولید برق جهان ۶۸٪، ۱۶.۵٪، ۱۱٪، و ۳٪ می‌باشد [۲]. در سال ۲۰۱۴، تقریباً ۲۷۱.۲ میلیون مگاوات ساعت برق در ایران ایجاد شد، که ۹۴ درصد از منابع سوخت فسیلی بوده که سهم آبی و هسته ای ۵٪ و ۰.۷٪ و مابقی از منابع غیر آبی برای تولید انرژی الکتریکی در ایران استفاده

استفاده قرار می گیرد. سیستم های منفصل از شبکه با ذخیره باتری مورد بررسی قرار گرفتند. سپس مسائل مالی و محیطی موارد مختلف از جمله هزینه برق (COE)، ارزش خالص فعلی (NPV)، نرخ بازده داخلی (IRR)، ذرات قابل احتراق و انتشار گازهای گلخانه ای مورد بحث قرار گرفته است. تاثیرات عدم قطعیت در تقاضای بار و تغییر سالانه در مصرف برق مورد بحث قرار می گیرد.

۲- مدل سازی و شبیه سازی کارکرد سیستم

در این قسمت روابط حاکم بر سیستم مورد مطالعه بررسی خواهند شد. همچنین جهت شبیه سازی سیستم، دوره های یک ساله به بازه های زمانی یک ساعته تقسیم شده اند و شبیه سازی برای بازه یک ساعته اجرا شده است.

۱-۱- معادلات مربوط به سلول های خورشیدی

ماکریزم توان خروجی سلول خورشیدی (PV) در روز آم و در ساعت آم از رابطه (۱) محاسبه می گردد.

$$P_M^i(t) = N_S N_P \cdot V_{OC}^i(t) I_{SC}^i(t) FF^i(t) \quad (1)$$

$$I_{SC}^i(t) = \left\{ I_{SC,STC} + K_I [T_C^i(t) - 25^\circ C] \right\} \cdot \frac{G^i(t)}{1000} \quad (2)$$

$$V_{OC}^i(t) = V_{OC,STC} - K_V \cdot T_C^i(t) \quad (3)$$

$$T_C^i(t) = T_A^i(t) + \frac{NCOT - 20^\circ C}{800} \cdot G^i(t) \quad (4)$$

که در آن ، N_S و N_P به ترتیب تعداد سلول سری و موازی خورشیدی می باشند. همچنین در معادلات فوق، $V_{OC}^i(t)$ ولتاژ مدار باز (V)، $I_{SC}^i(t)$ جریان اتصال کوتاه (A)، $FF^i(t)$ ضریب انباشتگی، K_I جریان اتصال کوتاه در حالت استاندارد (A)، K_V ضریب دمایی جریان اتصال کوتاه (A/ $^\circ C$)، $T_A^i(t)$ $^\circ C$ تابش برخورد کرده با سطح سلول (w/m²)، $V_{OC}^i(t)$ ولتاژ مدار باز (V)، $V_{OC,STC}$ ولتاژ مدار باز تحت شرایط استاندارد (V)، K_V ضریب دمایی ولتاژ مدار باز (A/ $^\circ C$)، $T_A^i(t)$ دمای محیط ($^\circ C$) و $NCOT$ دمای نامی کارکرد سلول می باشند. تعداد سلول های سری از رابطه (۵) محاسبه می گردد:

$$N_S = \frac{V_{DC}^m}{V_{OC}^m} \quad (5)$$

که در آن V_{DC}^M حداکثر ولتاژ ورودی باتری شارژرها و V_{OC}^M حداکثر ولتاژ مدار باز سلول های خورشیدی است.

۲-۲- معادلات مربوط به واحدهای بادی

با توجه به شکل ۱، توان خروجی از یک واحد بادی وابسته به سرعت وزش باد بوده و از معادله (۶) بدست می آید.

[۱]. ایران در کمربند خورشیدی در جهان واقع شده که ۳۰۰ روز آفتابی در طول یک سال دارد که در دو سوم از سرزمین خود تابش خورشیدی متوسط دریافت و از آن لذت می برد، که ۵.۵-۵.۴ کیلووات ساعت / متر مربع در هر روز تخمین زده می شود [۳]. یک سیستم انرژی هیبریدی به عنوان یک سیستم که در آن تفاوت منابع انرژی ENT (خورشیدی، بادی، آبی، دیزل ژنراتور، و غیره) استفاده می شود تعریف می شود که برای تامین تقاضا انرژی مورد استفاده قرار می گیرد. مهم ترین مزیت سیستم های ترکیبی این است که هنگامی که انواع منابع انرژی با هم استفاده می شوند، قابلیت اطمینان سیستم را بهبود می بخشد. علاوه بر این، کاهش در هزینه های فناوری های انرژی تجدیدپذیر به عنوان یک نتیجه و با شتاب بودن آنها باعث می شود آنها را جذاب تر به سرمایه گذاران معرفی کنیم. ما می توانیم به در در دسترس بودن این انرژی در منطقه ای دور افتاده و روستایی که در آن سایر منابع انرژی مانند برق و شبکه گاز طبیعی در دسترس نیست به عنوان امتیاز دیگری از آنها نام ببریم.

استفاده هومر برای طراحی یک سیستم انرژی هیبریدی برای نواحی شرقی ایران است. آنها امکان سنجی سیستم های مختلف دیزل - مجتمع های مختلف دیزل و شبکه را ارزیابی کردند. [۴] بررسی نیازهای انرژی الکتریکی یک هتل متوسط در جزیره کیش جنوب ایران با استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر باد و خورشید انجام شد. آنها از مدل هومر برای شبیه سازی استفاده کردند و نشان دادند که اقتصادی ترین سیستم دیزلی باتری است اما پیشنهاد کردند که سیستم هیبریدی بادی- دیزل- باتری نسبت به سیستم دیzel باتری برتر است. و در انتشار گاز دی اکسید کربن ۱۴ درصد کمتر منتشر می کند. [۵] از یک کد کامپیوترا نرم افزار متلب برای شبیه سازی و بهینه سازی یک سیستم تولید قدرت هیبریدی حاوی نمونه فنولتائیک، توربین های بادی، زیست توده دیزلی و یک باتری استفاده کرد. تعداد مطلوب نمونه های فنولتائیک، توربین های بادی، زیست توده دیزلی و همچنین باتری های ذخیره شده تعیین و نتایج با نرم افزار هومر تایید شد. اشکال اصلی سیستم های انرژی تجدید پذیر وابستگی بیش از حد این سیستم ها به شرایط محیطی، که با زمان تغییر می کنند می باشد. یکی از این روش ها برای غلبه بر این مشکل ترکیب این منابع انرژی با سیستم های سنتی انرژی با استفاده از نقاط قوت یک منبع انرژی به تعادل نقاط ضعف دیگر انرژی ها می باشد. یک سیستم تولید الکتریسیته خورشیدی با همراه باد با یک ژنراتور دیزل و ذخیره سازی برق و یا اتصال شبکه می تواند چنین منبع برق قابل اعتمادی را فراهم کند. در چنین سیستمی، چالش اصلی این است که اندازه مطلوب و محاسبه اجزای سازنده برای برآوردن تقاضای بار الکتریکی را با حداقل هزینه ها بدست آوریم. این مقاله به مطالعه و امکان سنجی استفاده از یک سیستم تولید برق هیبریدی برای مصرف کننده بزرگ برق در نواحی شرقی ایران است. نرم افزار HOMER Pro برای شبیه سازی و به دست آوردن سازگاری بهینه ترین قطعات برای مطالعه ما مورد

تعداد باتری های سری شده نیز از رابطه (۱۱) بدست می آیند.
که در آن ، n_B^S تعداد باتری های سری شده و V_B ولتاژ نامی هر یک از باتری ها می باشد.

۴- محاسبات مربوط به هزینه های اولیه و نصب

هزینه اولیه و نصب سیستم تابعی از پارامترهای ذیل است:

$$(C & I) = \frac{TIC \text{ per kW} \times CRF(d, n)}{8760 \text{ hours per year} \times CF} \quad (12)$$

$$CRF(d, n) = \frac{d(1+d)^n}{(1+d)^n - 1} \quad (13)$$

$$CF = \frac{\text{تعداد روزهای سال} \times \text{ساعت کارکرد در روز}}{\text{تعداد ساعت کارکرد در طول سال}} \quad (14)$$

که در آن داریم:

TIC ضریب برگشت سرمایه، d نرخ بهره، n عمر دستگاه،

کل هزینه نصب شده، CF ضریب کارکرد.

۵- انتشار کربن دی اکسید و مالیات بر کربن

انتشار کربن دی اکسید (CO_2) در سیستم های هیبریدی الکتریکی حاصل از تولید برق توسط ژنراتور و مصرف برق شبکه می باشد. برای ژنراتور، انتشار سالانه توسط ضریب فاکتور انتشار توسط کل مصرف سوخت سالانه محاسبه می شود. دریک سیستم متصل به شبکه، انتشار CO_2 توسط ضریب انتشار خالص شبکه (در کیلووات ساعت) توسط ضریب انتشار (در گرم / کیلووات ساعت) مورد ارزیابی قرارمی گیرد [۶]. مالیات بر کربن یک هزینه است که مصرف کنندگان سوخت های فسیلی با آزاد کردن دی اکسید کربن به جو زمین برای آسیب های جدی مواجه می شوند. در ایران هیچ مالیاتی در تولید CO_2 در نظر گرفته نشده است، اما می تواند انگیزه ای برای ایجاد پروژه های تجدید پذیر باشد.

۳- شبیه سازی سیستم و اطلاعات مورد نیاز

هر سیستم انرژی هیبریدی عمدتاً شامل موارد زیر می باشد: ۱- ژنراتورهای انرژی مجاز مانند توربین های بادی و پانل های فتوولتائیک ۲- ژنراتور های انرژی غیر قابل احتراق مانند ژنراتور دیزل، زیست توده ۳- واحد ذخیره انرژی، مبدل قدرت ۴- جریان مستقیم یا غیر مستقیم، ۵- بار و ۶- شبکه (در صورت موجود بودن).

شکل ۲، یک تصویر کلی برای یک سیستم انرژی ترکیبی را طراحی می کند. همچنان سه وظیفه اصلی شبیه سازی، بهینه سازی و تحلیل حساسیت را انجام می دهد. این می تواند عملکرد یک سیستم خاص را در هر ساعت سال به منظور تعیین هزینه فنی و هزینه های عملیاتی آن مدل کند [۶].

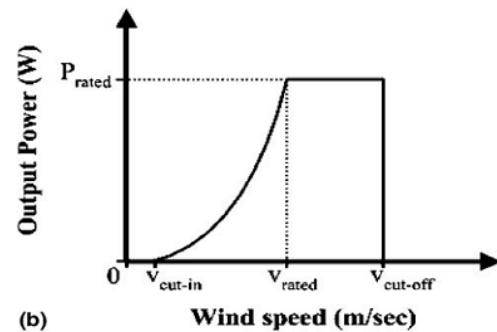
$$P_{WG}^i(t) = P_1 + [V^i(t) - v_1] \cdot \frac{P_2 - P_1}{v_2 - v_1} \quad (6)$$

$$v_1 < V^i(t) < v_2$$

که در آن ، $P_{WG}^i(t)$ توان تحويلی به بانک باتری از توربین بادی در روز t و ساعت t (W) و (P_1, v_1) و (P_2, v_2) (جفت سرعت و توان توربین های بادی می باشند. مقدار سرعت باد نیز وابسته به ارتفاع نصب توربین بوده و از رابطه (۷) بدست می آید.

$$V^i(t, h) = v_{ref}^i(t) \cdot \left(\frac{h}{h_{ref}}\right)^2 \quad (7)$$

که در آن $V^i(t, h)$ سرعت باد در ارتفاع نصب توربین ، $v_{ref}^i(t)$ مقدار سرعت مبدأ و h_{ref} مقدار ارتفاع مبدأ می باشد. a نیز ثابتی به نام قانون توان است که مقدار آن بین $\frac{1}{7}$ تا $\frac{1}{4}$ در نظر گرفته می شود.



شکل ۱: مشخصه توان بر حسب سرعت وزش باد در واحد بادی

۳-۲- محاسبات مربوط به بانک باتری

با توجه به مشخصات بانک های باتری، بانک مورد استفاده در این مدل تنها به میزان ۸۰٪ مجاز به دشارژ شدن می باشد. این مقدار وابسته به عمق دشارژ بوده که توسط طراح سیستم تعیین می گردد. حداقل ظرفیت مجاز باتری طی فرآیند دشارژ از معادله (۸) بدست می آید.

$$C_{MIN} = (1 - DOD) \cdot C_n \quad (8)$$

در معادله فوق C_{MIN} حداقل ظرفیت مجاز باتری طی دشارژ، DOD حداقل عمق دشارژ و C_n ظرفیت نامی باتری می باشد. مقدار ظرفیت باتری وابسته به زمان بوده و در طول بازه مورد مطالعه مطابق رابطه (۹) تغییر می کند.

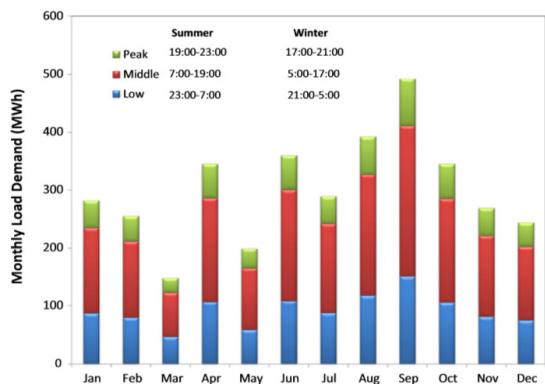
$$C^i(t) = C^i(t-1) + n_B \cdot \frac{P_B^i(t)}{V_{BUS}} \cdot \Delta t \quad (9)$$

$$C^i(24) = C^{i+1}(0) \quad (10)$$

که در روابط فوق $C^i(t)$ و $C^i(t-1)$ به ترتیب ظرفیت در دسترس باتری (Ah) در زمان t و $t-1$ از روز t راندمان N_B باتری، $P_B^i(t)$ توان ورودی/خروجی باتری، V_{BUS} ولتاژ باسبار DC و Δt گام شبیه سازی می باشد.

$$n_B^S = \frac{V_{BUS}}{V_B} \quad (11)$$

۰/۲۵ در نظر گرفتیم. ۱۷:۰۰-۲۱:۰۰ و ۵:۰۰-۱۷:۰۰ می باشد. ضریب بار مورد مطالعه را



شکل ۴: بازده ماهانه تقاضای بار الکتریکی در ساعتهای کم، متوسط و پیک بار

۳-۳- اطلاعات اجزای سیستم

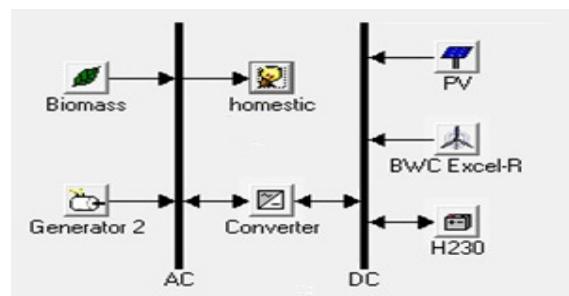
استفاده از دیزل ژنراتور به خصوص در سیستم های مستقل از شبکه برای اطمینان از تداوم عرضه ضروری است. همچنین، واحد ذخیره سازی برای حفظ تعادل تولید برق و مصرف برق استفاده می شود. با این حال، در منطقه با دسترسی به شبکه، ژنراتور دیزل و ذخیره سازی باقی می تواند حذف شود. خصوصیات فنی اجزای سیستم در جدول ۱ آرائه شده است. لازم به ذکر است که در عمل محدودیت های واقعی توسط سرمایه گذاران با توجه به سرمایه گذاری مورد نیاز و هزینه تولید برق، دسترسی به تجهیزات، زمین های مورد نیاز، مشوق های دولتی و مسائل فنی تعیین می شود.

جدول ۱: مشخصات فنی اجزای سیستم

مولفه	
۱۵ الیتر در هر ساعت ۱۰-۲-۱	صرف گازوئیل در بار نامی ضریب تغییرات
DC مونوکریستال که نوع درصد ۸۰	جنس پنل میزان تمیزی پنل ها
استراکچر ۳۰ درجه	زاویه شیب پنل
حداقل بار درصد ۳۰	حداقل بار
۰.۷۵ لیتر در ساعت / کیلو وات	منحنی سوخت
NG8-10KW-VPC کتر ۱۵	نوع توربین ارتفاع روتور تا سطح زمین
۱۲ اولت ژله ای ۱۲۰ آمپر ساعت از هیتاکوزان ۹۰٪	نوع یاتری سازگاری مبدل

۴-۳- داده های مالی

جدول ۲ هزینه های اجزای سیستم را نشان می دهد. براساس برنامه آزاد سازی قیمت انرژی در ایران، برنامه قیمت حامل های انرژی باید به ۷۵ درصد از قیمت صادرات خود برسد به این معنی که برق و گاز قیمت نفت تبدیل ۷/۵ L/کیلووات ساعت و ۲۴ €/MWh بود. علاوه بر این،

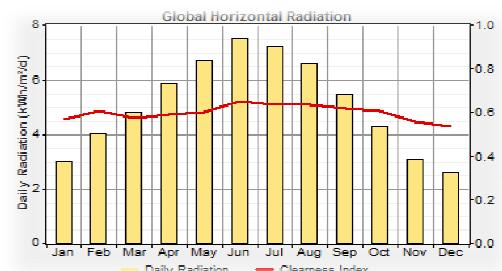


شکل ۲: سیستم تولید برق ترکیبی مورد استفاده

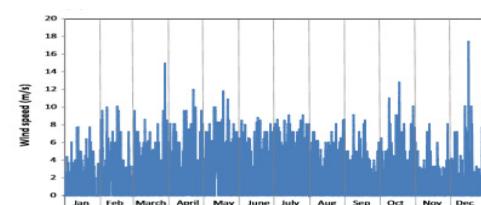
همه نیاز به چهار نوع داده ورودی از جمله اطلاعات آب و هوا، داده بار، داده های اجزای سیستم، و داده های مالی به عنوان شرح زیر است:

۳-۱- اطلاعات هواشناسی

شهر بیرونی در ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۲ درجه و ۵۳ دقیقه عرض جغرافیایی و در ارتفاع ۱۴۷۰ متری از سطح دریا قرار گرفته است. داده های الگوی خورشیدی و باد برای بیرونی به ترتیب در شکل ۳ (الف) و (ب) ارائه شده است:



شکل ۳ (الف): میزان تابش خورشید

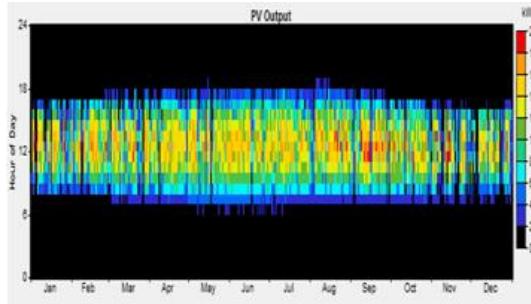


شکل ۳ (ب): سرعت باد در نواحی شرقی

۴-۲- اطلاعات بار مورد مطالعه

با توجه به صورت حساب های برق مورد مطالعه، تقاضای کل بار ۳۶۱۸ مگاوات ساعت با میانگین روزانه ۹۹۱۱ کیلووات ساعت، تقاضای پیک بار ۷۲۵ کیلو وات و تقاضای بار اولیه ۱۸۶ کیلو وات است. شکل ۴، تقاضای بار ماهانه برق را در ساعت کم، متوسط و حداکثر بار نشان می دهد. ساعتهای کم، متوسط و پیک در تابستان ساعت ۷:۰۰-۲۳:۰۰، ۷:۰۰-۲۳:۰۰ و در زمستان ساعت ۲۱:۰۰-۰۵:۰۰

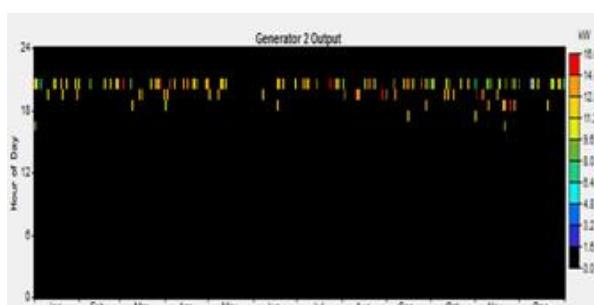
خواهند داشت که درینجا سلول های خورشیدی وسپس توربین های بادی به این صورت عمل می کنند. مشخص است که هزینه های سرمایه گذاری ادوات الکترونیک قدرت مثل اینورتر کانورتر با توجه به هزینه های بالای آن نسبت به سایر ادوات بیشتر است.



شکل ۶: خروجی پنل های فتوولتائیک

٤-٢- خروجی، ژنراتور بیوماس و ژنراتور دیزل

این حالت ژنراتور بیوماس بین ساعت ۱۲ تا ۲۰ با توجه به پیک بار بیشترین مقدار تولید را داشته و در بقیه ساعات خاموش است دلیل آن این است که تولید بیوماس نیاز به اپراتور داشته و ممکن است از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نباشد البته سایر پارامترهای فنی و اقتصادی هم در عملکرد بیوماس تاثیر گذار است. در این سناریو ژنراتور دیزل با توجه به هزینه‌های بالای تعمیر و نگهداری و البته سرمایه‌گذاری اولیه (در این مقاله) و همچنین از نظر زیست محیطی (که نرم افزار هومر برای آن حساس است) تولیدی اندکی داشته و در ساعات کمی از



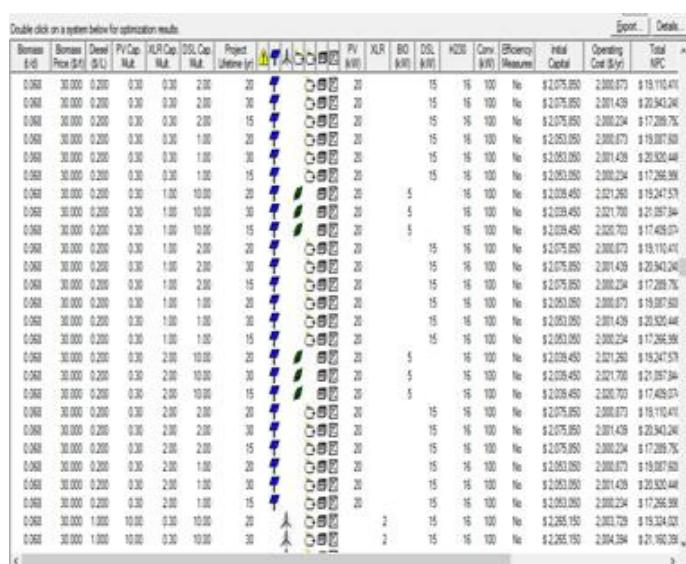
شکا، ۷: خ و ح، سوما مس (الف)-خ و ح، نز اته، دنزا (ب)

با توجه به سیاست های انگیزشی دولت، قیمت فروش برق به شبکه حدود $0.2 \text{ kWh}/\$$ برای باد و $0.3 \text{ kWh}/\$$ برای تولید برق خورشیدی است [۳]. طول عمر پروژه و نرخ بهره واقعی ۲۰ سال و ۱۰٪ است.

جدول ۲: مشخصات نوع و هزینه اجزای سیستم

مولفه	عمر مفید	هزینه اولیه	هزینه جایگزینی	هزینه نگهداری
دبیل زنارتور	۱۵۰۰۰	۱۵۲۰۰	هزینه اولیه	(کیلووات/دلار)
پنل فتوولتائیک	۱۵۰۰۰	۱۶۵۰۰	هزینه جایگزینی	(کیلووات/دلار)
زیست نوده	۱۵۰۰۰	۱۸۴۰۰	هزینه نگهداری	(کیلووات/دلار)
توربین بادی	۳۰۰۰۰	۲۲۵۰۰	۱۸۴۰۰	هزینه اولیه
باتری	۳۰۰۰۰	۱۵۰	۱۶۵۰۰	هزینه جایگزینی
مبدل	۳۰۰۰۰	۴۲۵۰	۱۵۲۰۰	هزینه نگهداری

۴- روند شبیه سازی



شکل ۵: نتایج کلی شبیه سازی

۱-۴- خروجی، پنل های فتوولتائیک

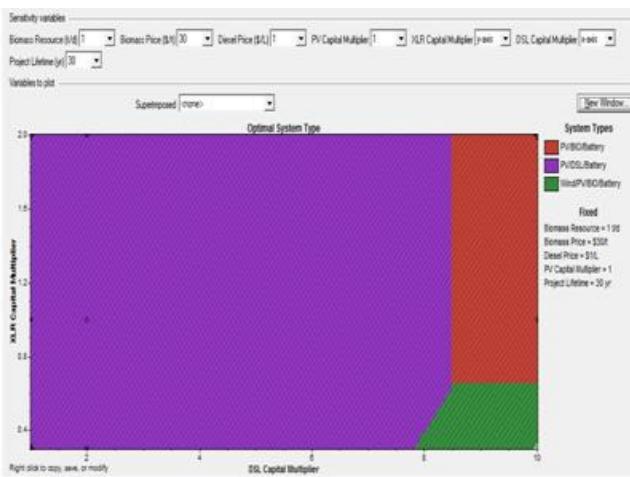
همانطور که در شکل ۶ مشخص است سلوهای خورشیدی بین ساعت ۱۰ تا ۱۴ بیشترین تولید را داشته و در ماههای زانویه، فوریه، مارس و مخصوصاً نوامبر بیشترین مقدار تولید را در همین ساعات داشته است. با توجه به نتایج شبیه سازی و همانطور که در شکل Uمشخص است سلوهای فتوولتائیک نقش زیادی در تأمین بار دارند البته از آنجایی که ظرفیت این سلوهای در این تحقیق محدود استخبار شده با توجه به نوع بار ممکن است تغییراتی در میزان تولید آن ایجاد شود اما از آنجایی که در این تحقیق میزان بار کم بوده و تعداد منابع تولیدی زیاد است بنابراین از نظر کمبود تولید مشکلی ایجاد نمی شود و منابع به صفت از نظر اقتصادی بسته بودند.

دیزل ژنراتور، بیومس و عمر باتری که قیمت واقعی فعلی این تجهیزات می باشد در نظر گرفته شده است. در شرایط و قیمت های حال حاضر بهترین گزینه برای تامین برق مشترکین خانگی با منحنی بار مورد بررسی، استفاده از نیروگاه ترکیبی فتوولتائیک، باتری و دیزل می باشد.

X=Dsl capital multiplier

Y= xlr capital multiplier

$$\begin{cases} pv + Dsl + battery & y \geq 0.309; 1.04 < x < 8.43 \\ pv + Bio + battery & y \geq 0.649; 8.43 < x < 10 \\ wind + pv + Bio + battery & y \leq 0.649; 7.89 < x < 10 \end{cases}$$



شکل ۹: تاثیرات قیمت سرمایه گذاری دیزل نسبت به توربین بادی

۳-۵- تاثیر تغییر قیمت بیوماس نسبت به قیمت دیزل:

با توجه به شکل ۱۰ قیمت های مربوط به توربین های بادی ، پنل های خورشیدی، دیزل ژنراتور، بیوماس و عمر باتری که قیمت واقعی فعلی این تجهیزات می باشد در نظر گرفته شده است. در شرایط و قیمت های حال حاضر بهترین گزینه برای تامین برق مشترکین خانگی با منحنی بار مورد بررسی، استفاده از نیروگاه ترکیبی فتوولتائیک، باتری، دیزل می باشد.

X=Biomass price

Y=Dsl capital multiplier

$$\begin{cases} Pv + Bio + Battery & y \leq 8.43; 30 \leq x \leq 40 \\ Pv + Dsl + Battery & y \geq 8.43; 30 \leq x \leq 40 \end{cases}$$

۵- تحلیل نتایج شبیه سازی

با توجه به نتایج حاصل از شبیه سازی با استفاده از بار مورد مطالعه و هزینه ها و شبکه مورد استفاده، نیروگاههای ترکیبی که به منظور تقاضای بار مناسب تر می باشد بررسی و تحلیل شده که به شرح زیر می باشد:

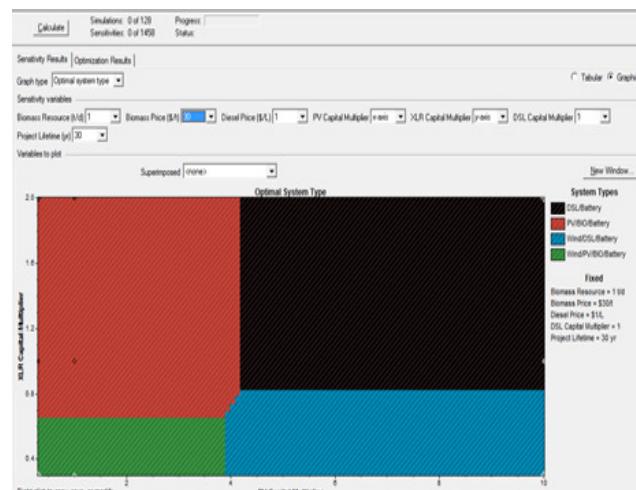
۱- تاثیر تغییر قیمت سرمایه گذاری پنل خورشیدی نسبت به توربین بادی:

با توجه به شکل ۸ که در آن قیمت های مربوط به توربین های بادی ، پنل های خورشیدی، دیزل ژنراتور، بیوماس و عمر باتری که قیمت واقعی فعلی این تجهیزات می باشد در نظر گرفته شده است. در شرایط و قیمت های حال حاضر بهترین گزینه برای تامین برق مشترکین خانگی با منحنی بار مورد بررسی، استفاده از نیروگاه ترکیبی فتوولتائیک، باتری، زیست توده می باشد.

X=PV capital multiplier

Y= xlr capital multiplier

$$\begin{cases} wind+ pv+ Bio+ battery & y \leq +0.004x + 37.07; 0.34 < x < 3.84 \\ pv+ Bio+ battery & y \geq +0.004x + 37.07; 0.34 < x < 4.23 \\ wind+ Dsl+ battery & y \leq 0.81; 3.84 < x < 10 \\ Dsl+ battery & y \geq 0.81; 4.23 < x \leq 10 \end{cases}$$



شکل ۸: تاثیرات قیمت پنل خورشیدی نسبت به توربین بادی

۲- تاثیر تغییر قیمت سرمایه گذاری دیزل نسبت به توربین بادی:

در شکل ۹ قیمت های مربوط به توربین های بادی، پنل های خورشیدی،

روزمه

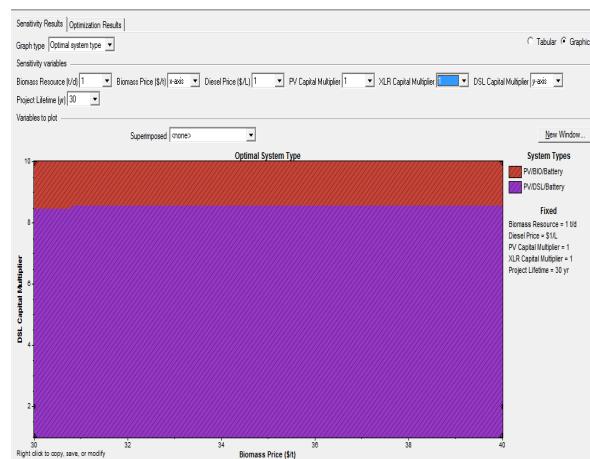


فرهاد رفهمند در مشهد متولد شده است (۱۳۶۹). تحصیلات دانشگاهی خود را در مقطع کارشناسی مهندسی برق- قدرت از دانشگاه آزاد اسلامی (۱۳۹۲)، کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت در دانشگاه آزاد اسلامی (۱۳۹۵) و از سال ۱۳۹۵ مشغول تحصیل مقطع دکتری مهندسی برق- قدرت در گروه مهندسی برق دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور می باشد.. فعالیت های پژوهشی و علاقه مندی ایشان در زمینه کیفیت توان، ادوات استفاده از تولیدات پراکنده مبتنی بر انرژی های تجدید پذیر می باشد.

علی اصغر شجاعی تحصیلات دانشگاهی خود را در مقطع کارشناسی مهندسی برق- قدرت از دانشگاه آزاد اسلامی (۱۳۸۵)، کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت در دانشگاه صنعتی دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی مالزی (۱۳۹۲) سپری کرده است. همپنین ایشان از سال ۱۳۸۸ به مدت چهار سال به عنوان محقق در مرکز پژوهشی هوش مصنوعی و رباتیک دانشگاه صنعتی مالزی مشغول به فعالیت بودند. ایشان از سال ۱۳۹۴ تاکنون استادیار گروه مهندسی برق دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور می باشد. فعالیت های پژوهشی مورد علاقه ایشان پایداری و قابلیت اطمینان سیستم های قدرت و کنترل کننده های مبتنی بر شبکه های عصبی می باشد.



علی اصغر شجاعی تحصیلات دانشگاهی خود را در مقطع کارشناسی مهندسی برق- قدرت از دانشگاه آزاد اسلامی (۱۳۸۵)، کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت در دانشگاه صنعتی دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی مالزی (۱۳۹۲) سپری کرده است. همپنین ایشان از سال ۱۳۸۸ به مدت چهار سال به عنوان محقق در مرکز پژوهشی هوش مصنوعی و رباتیک دانشگاه صنعتی مالزی مشغول به فعالیت بودند. ایشان از سال ۱۳۹۴ تاکنون استادیار گروه مهندسی برق دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور می باشد. فعالیت های پژوهشی مورد علاقه ایشان پایداری و قابلیت اطمینان سیستم های قدرت و کنترل کننده های مبتنی بر شبکه های عصبی می باشد.



شکل ۱۰: تاثیرات قیمت بیوماس نسبت به هزینه های دیزل

۶- نتیجه گیری

در این مقاله سعی شده است تا یک سیستم انرژی ترکیبی برای برآورده ساختن نیاز مصرف کننده برق در بیرون از ایران طراحی شود. تعدادی از تنظیمات خارج از شبکه و بر روی شبکه ژنراتور دیزل، توربین بادی، پانل فتوولتائیک، زیست توده و ذخیره سازی باتری مورد بررسی قرار گرفت. به شرح زیر می توان نتیجه گرفت:

- نتایج بدست آمده نشان می دهد که اندازه بابی بهینه در طراحی سیستم های هیبرید تأثیر به سزایی در کاهش هزینه ها و اقتصادی نمودن طرح دارد.

از نتایج مشخص است که برای بارهای خانگی با توجه به وجود پیک بار در ساعتی که تولید خورشیدی نیست یا کمتر است از نیروگاه بیومس مقرر به صرفه است هر چند سایر پارامترهای فنی و اقتصادی بایستی مد نظر قرار گیرد.

- مالیات بر انتشار کربن می تواند یک سیاست مناسب برای تشویق سرمایه گذاری در پروژه های بزرگ انرژی تجدید پذیر باشد.

مراجع

- [۱] بررسی آماری از انرژی جهانی توسط شرکت نفت بریتانیا. ۲۰۱۴، به آدرس اینترنتی: <http://www.bp.com/statisticalreview#BPstats>
- [۲] آذانس بین المللی انرژی، به آدرس اینترنتی <http://www.iea.org/statistics>
- [۳] سازمان انرژی های تجدید پذیر ایران(suna)، تهران، ایران، به آدرس اینترنتی: <http://research.suna.org.ir/en/home>
- [۴] Prasetyaningsari I, Setiawan A, Setiawan AA. Design optimization of solar powered aeration system for fish pond in Sleman Regency, Yogyakarta by HOMER software. Energy Proc 2013;32:90–8.
- [۵] Kumar US, Manoharan PS. Economic analysis of hybrid power systems (PV/ diesel) in different climatic zones of Tamil Nadu. Energy Convers Manage 2014;80:469–76.
- [۶] راهنمای هومر به آدرس اینترنتی: <<http://www.homerenergy.com/pdf/HOMERHelpManual.pdf>>

Determination of optimal areas for the design of diesel, wind, biomass and photovoltaic networks independent of the network for domestic load

Abstract: Nowadays, the use of new energies as scattered sources of production has increased dramatically throughout the world. This paper aims to study the technical and economic parameters of a diesel, wind, photovoltaic, biomass and battery system for a large indirect electricity user In eastern Iran. As a case study, the feasibility of implementing a hybrid system to meet the needs of the population of the residential community with a load factor of 0.25 was investigated. The design is intended to reduce system costs over its 20-year life span. Homer software design in order to Modeling the system's performance and identifying its optimal areas is based on technical, economic, and environmental analysis. At the end, the proposed model, along with the anomaly, radiation, fuel prices and cost of biomass related to the eastern parts of Iran, has been simulated with the help of Homer software. Finally, by comparing the results obtained, it can be concluded that with the proper design of resources Dispersal production can reduce a significant amount of costs and make economic use of renewable energy.

Key words: Renewable Energy, Wind Energy, Biomass, Photovoltaic, Homer.