A national laboratory of the U.S. Department of Energy
Office of Energy Efficiency & Renewable Energy

NREL National Renewable Energy Laboratory

Innovation for Our Energy Future

راهنمای استفاده از هومر

ترجمه وتدوین:

محمد علی مرادی

کارشناس ارشد مهندسی سیستم های انرژی

دانشگاه صنعتی شریف

زمستان ۱۳۹۱

پیشگفتار

از نرم افزار هومر به منظور شبیه سازی و ارزیابی فنی و اقتصادی سیستم های هیبریدی استفاده می شود. این نرم افزار توسط آزمایشگاه ملی انرژی تجدیدپذیر ایالات متحده آمریکا ایجاد شده و توسعه یافته است. نرم افزار HOMER کاربران را قادر می سازد تا گزینه های طراحی متفاوت را بر اساس تکنیکی و اقتصادی مقایسه کنند. همچنین امکان اعمال تغییرات و عدم قطعیت ها را در ورودی ها فراهم می کند. عملکرد یک آرایش خاص سیستم انرژی را برای هر ساعت از سال با تعیین روش های ممکن تأمین انرژی مورد نیاز و هزینه چرخه عمر آن مدل سازی می کند. در فرایند بهینه سازی، تمام آرایش های مختلف تأمین توان برق با توجه به محدودیت ها، جهت دستیابی به اقتصادی ترین حالت برای هزینه چرخه عمر، را جستجو می کند.

جهت مدل سازی یک سیستم شامل سلول های فتوولتائیک و توربین بادی، در نرم افزار هومر باید اطلاعات منبع خورشیدی و میزان سرعت باد منطقه مورد نظر را در برنامه وارد نمود. نرم افزار طبق گام های یک ساعته میزان انرژی منابع تجدیدپذیر را محاسبه می کند و برای بیشتر انواع سیستم های انرژی کوچک، خصوصاً آنهایی که شامل منابع انرژی تجدیدپذیر متناوب هستند، گام های یک ساعته برای تحلیل، مقیاس دقیقی به نظر می رسد. نرم افزار از معادله ارزش خالص فعلی، برای هزینه چرخه عمر استفاده می کند که شامل هزینه های سرمایه گذاری اولیه، هزینه جایگزینی، تعمیرات، سوخت، خرید برق از شبکه، جریمه های ناشی از آلودگی هوا و فروش برق به شبکه است. در محاسبه ارزش خالص فعلی هزینه ها، مثبت و درآمدها منفی در نظر گرفته می شوند.

هزینه ها و درآمدها را با یک نرخ بهره ثابت در طول سال ارزیابی می کنند. در این نوع ارزیابی جهت اثر دادن تورم در محاسبات در انتهای فرآیند تحلیل و بررسی سیستم باید با محاسبه نرخ بهره واقعی که ناشی از تورم است و طبق روابط ویژه ای اعمال کرد(شکل ۴). در فرایند شبیه سازی، تمام حالات ممکن شبیه سازی می شوند و سپس آنها را طبق ارزش خالص هزینه ها مرتب می کند و در نهایت آرایش قابل تحقق توسط کمترین هزینه خالص ارزش فعلی را بعنوان آرایش بهینه معرفی می کند.

محمدعلی مرادی

فهرست

۱- توضیحاتی درباره این راهنما ۱

۱-۱- ویرایش آنلاین این راهنما ۱
۱-۲- بررسی کارهایتان در حین انجام کار ۱

درباره اشارات و یادداشت ها ۱

۲- به هومر خوش آمدید. ۲

۲-۱ – ساختار هومر چگونه است؟ ۲
۲-۲- چگونگی بکارگیری هومر ۲

۳- هومر چگونه کار می کند؟ ۳

هومر بر روی اینترنت ۳

گام۱- مسئله مدنظر را فرموله بندی کنید تا بتواند برای پاسخ تان از هومر کمک بگیرید. ۴

گام دوم- ایجاد یک فایل جدید هومر ۴

گام سوم: ایجاد طرحواره (پیکره بندی) ۵

گام ۴. وارد کردن جزئیات بارها ۷

گام ۵: واردکردن(تغذیه) جزئیات مولفه های سیستم ۸

گام ۶. وارد کردن جزئیات منابع ۱۳

گام ۷: بررسی ورودی ها و تصحیح خطاها ۱۵

گام ۸: بررسی و آزمون نتایج بهینه سازی ۱۹

گام ۹: بهبود طرح سیستم ۲۱

گام ۱۰: فرآیند تحلیل حساسیت متغیرها ۲۴

گام ۱۱: آزمون نتایج تحلیل های حساسیت ۲۶

گام فوق العاده: افزودن فتوولتائیک به سیستم ۲۹

چکیده راهنمای شروع کار با *HOMER* ۳۴

سایر منابع ۳۵

ارتباط با پشتیبانان ۳۶

۱–توضیحاتی درباره این راهنما

در این راهنما، جزئیات بهره برداری از مدل ساز هومر با پیگیری ۱۱ مرحله توضیح داده شده است. با استفاده از مدل سازی هومر، طراحی سیستم های تولید برق و حرارت را بر اساس ملاحضات مد نظر خود انجام خواهید داد. هومر پیکره بندی های مختلف را شبیه سازی کرده و فهرستی از طرح های امکان پذیر (قابل قبول از نظر اقتصادی) سیستم را ایجاد کرده و آنها را بر اساس حداقل هزینه نهایی رتبه بندی می کند. در مرحله نهایی، از هومر برای انجام تحلیل های حساسیت استفاده خواهید کرد. با گذر از هر مرحله این راهنما، آشنایی بیشتری با نرم افزار پیدا خواهید کرد و از تجربه کافی برای بهره برداری از مدل در نیل به اهداف مختلف برخوردار خواهید شد.

۱–۱– ویرایش آنلاین این راهنما

کاربران می توانند ویرایش آنلاین این راهنما را با انتخاب منوی راهنما (*Help*) هومر مشاهده کنند.

۱–۲– بررسی کارهایتان در حین انجام کار

اگرچه راهنما آشکارا ماهیت و ابعاد نرم افزار هومر را در هنگام کاربرد آن به شما نشان می دهد لیکن مطمئن شوید که هر مرحله را به طور کامل انجام داده و همچنین مباحث تئوری مرتبط را از مراجع دیگر به طور کامل مطالعه کرده باشد.

درباره اشارات و یادداشت ها

در این راهنما، اشارات و یادداشت هایی با محتوی اطلاعات تکمیلی برای کمک به درک بهتر .و چگونگی کار با هومر فراهم شده است. یادداشت ها، اطلاعات مهمی هستند که برای فهم بهتر مرحله تمرین و تکمیل آن باید آن را بدقت دنبال کنید. Tip اطلاعات کمکی است که برای کار با هومر در آینده، اطلاعات مفیدی برای شما فراهم می کند، لیکن یادگیری آن برای تکمیل این تمرینات الزامی ندارد.

۲– به هومر خوش آمدید.

۲–۱ – ساختار هومر چگونه است؟

هومر، مدل بهینه سازی میکرو پاور(شبکه خرد)، ارزیابی طرح های سیستم های تولید برق متصل به شبکه یا مستقل از شبکه را در انواع کاربردها ساده و قابل فهم می کند. هنگام طراحی یک سیستم تولید برق، با پیکره بندی های مختلفی از سیستم برخورد می کنید که کار تصمیم گیری برای انتخاب طرح ها را مشکل می سازد.

اینکه چه پارامترهایی در طراحی سیستم حساس بوده و تغییرات آنها سیستم را متغیر می کند؟ چه تعداد و اندازه از هر مؤلفه ای از سیستم باید مورد استفاده قرار بگیرد. تعداد زیاد گزینه های فنآوری و تعمیرات و هزینه های فناوری و دسترسی به منابع انرژی، تصمیم گیری را مشکل تر می کند. الگوریتم های بهینه سازی و تحلیل حساسیت هومر، امکان ارزیابی تمام پیکره بندی های قابل قبول سیستم را تسهیل می کند.

۲–۲– چگونگی بکارگیری هومر

برای استفاده از هومر، مدلی را با ورودی های مختلف خواهید داشت که گزینه های فناوری، هزینه های اجزاء و دسترسی به منابع را در بر می گیرد. از طرف دیگر، هومر نتایج شبیه سازی را در جداول و نمودارهای مختلف نشان می دهد که به مقایسه پیکره بندی های مختلف کمک کرده و بر اساس رتبه بندی های فنی و اقتصادی آنها را مقایسه می کند و امکان استخراج جداول و نمودارها در گزارشات و ارایه ها را فراهم می کند.

هنگامی که می خواهید تأثیر تغییرات عواملی همانند دسترسی به منابع و شرایط اقتصادی بر اثربخشی و کارایی اقتصادی پیکره بندی های سیستم های مختلف را بررسی نمایید از قابلیت تحلیل های حساسیت هومر بهره می گیرند. برای انجام تحلیل های حساسیت لازم است مقادیر تحلیل حساسیت برای دسترسی به منابع و یا هزینه ها را در محیط هومر وارد کنید. هومر پیکره بندی از سیستم را برای تمام مقادیر شبیه سازی می کند. از نتایج تحلیل های حساسیت برای تعیین و شناسایی عواملی که بیشترین تأثیر را بر طراحی و بهره برداری سیستم برق دارند، شناسایی کنید. همچنین هومر از نتایج تحلیل حساسیت برای جواب دادن به معادلات عمومی گزینه های فناوری به منظور برنامه ریزی و تصمیم گیری استفاده کنید.

۳- هومر چگونه کار می کند؟

هومر روش بهره برداری از یک سیستم را با ایجاد معادلات تراز در هر ۸۷۶۰ ساعت از سال شبیه سازی می کند. هومر تقاضای الکتریکی و حرارتی را در هر ساعت که باید توسط سیستم تأمین شود، را فراخوان کرده و جریان انرژی تحویلی و یا دریافتی به/از اجزای سیستم را محاسبه می کند. همچنین هومر برای سیستم های شامل باتری ها یا ژنراتورهای تولید برق از سوخت، تصمیم می گیرد که در چه زمان هایی راه اندازی ژنراتورها اقتصادی بوده، و یا در چه زمان هایی باتری ها را شارژ و یا تخلیه نماید. سپس تصمیم می گیرد که چه پیکره بندی امکان پذیر است یعنی در حالیکه این پیکره بندی تقاضای الکتریکی را تحت شرایط مدنظر کاربر تأمین می کند، هزینه های نصب و بهره برداری از سیستم را در طی عمر پروژه محاسبه می کند. محاسبات هزینه سیستم برای هزینه هایی نظیر سرمایه گذاری، جایگزینی ، بهره برداری و نگهداری، سوخت و بهره انجام می دهد.

بهینه سازی: بعد از شبیه سازی پیکره بندی های ممکن سیستم، هومر فهرستی از پیکره بندی های چیده شده بر اساس خالص هزینه کنونی(بعضی اوقات به هزینه چرخه عمر موسوم است) نشان می دهد که شما می توانید گزینه های مختلف طراحی سیستم را مقایسه کنید.

تحلیل های حساسیت: زمانیکه شما متغیرهای حساسیت را به عنوان ورودی تعریف می کنید، هومر فرایند بهینه سازی را برای هر متغیر حساسیت که تعیین کردید، تکرار می کند. برای نمونه، اگر سرعت باد به عنوان یک متغیر حساسیت تعریف شود، هومر پیکره بندی های سیستم را برای دامنه ای از سرعت های که تعیین کرده اید، شبیه سازی می کند.

هومر بر روی اینترنت

وبسایت هومر به آدرس www.nrel.gov/homer، آخرین اطلاعات مدل را در خود جای داده است که می توان به مثال ها، داده های منابع انرژی و اطلاعات تماس با آفرینندگان نرم افزار دسترسی پیدا کرد.
هم اکنون توسعه نرم افزار از طریق یک شرکت خصوصی به آدرس www.homerenergy.com انجام می شود که در صورت ثبت نام در سایت، امکان دسترسی به ویرایش رایگان نرم افزار و فایل های داده های نمونه وجود دارد، همچنین ویرایش تجاری در سایت قابل دسترسی است.

گام۱– مسئله مدنظر را فرموله بندی کنید تا بتواند برای پاسخ تان از هومر کمک بگیرید.

نرم افزار هومر امکان پاسخگویی به پرسش های زیادی درباره طراحی سیستم های تولید برق کوچک را دارد. لازم است قبل از کارکردن با هومر، دید روشنی از مسئله (مسئله ای که قرار است با هومر حل شود) داشته باشید. نمونه هایی از مسائلی که هومر می تواند پاسخگوی آنها باشد عبارتند از:

- آیا افزودن یک توربین بادی به دیزل ژنراتوری در سیستم من سودمند است؟
- درچه قیمت هایی از سوخت دیزل، بهره گیری از فتوولتائیک اقتصادی است؟
- آیا نصب یک میکروتوربین جهت تولید برق و حرارت در تأسیسات متصل به شبکه متعلق به من اقتصادی است یا نه؟

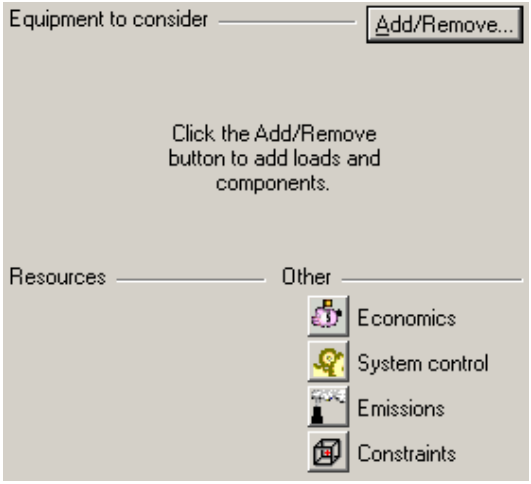
در اینگونه تمرینات، فرض را بر این می گیریم که معمولاً برای تأمین برق در مناطق دورافتاده، از دیزل ژنراتور استفاده می کنند و ما می خواهیم از هومر برای یافتن اندازه و افزودن یک توربین بادی به یک طرح سیستم دیزلی(دیزلی تنها) بهره برداری کنیم..

گام دوم– ایجاد یک فایل جدید هومر

مک فایل هومر محتوی تمام اطلاعات درباره گزینه های فناوری، هزینه های اجزای، دسترسی به منابع مورد نیاز برای تجزیه و تحلیل طرح های تولید برق است. همچنین فایل هومر نتایج تمامی محاسبات را در خود جای داده است که شامل فرآیند های بهینه سازی و تحلیل های حساسیت می باشد. نام فایل هومر با فرمت *hmr*. نمایش داده می شود برای نمونه می توان به *WindpsDiesel.hmr* اشاره کرد. در هنگام آغاز کار با هومر، بعد از مشاهده فایل اخیراً ذخیره شده، آنرا باز کنید.

در صورتیکه هومر نتواند فایل را پیدا کند، یک پنجره خالی نمایش می دهد. برای این تمرین یک فایل جدید هومر باز کنید.

۱. بر روی فایل جدید(*New File*) کلید کرده، فایل را انتخاب کنید. هومر یک طرحواره بلانک(تهی) را بر روی پنجره اصلی نمایش می دهد.



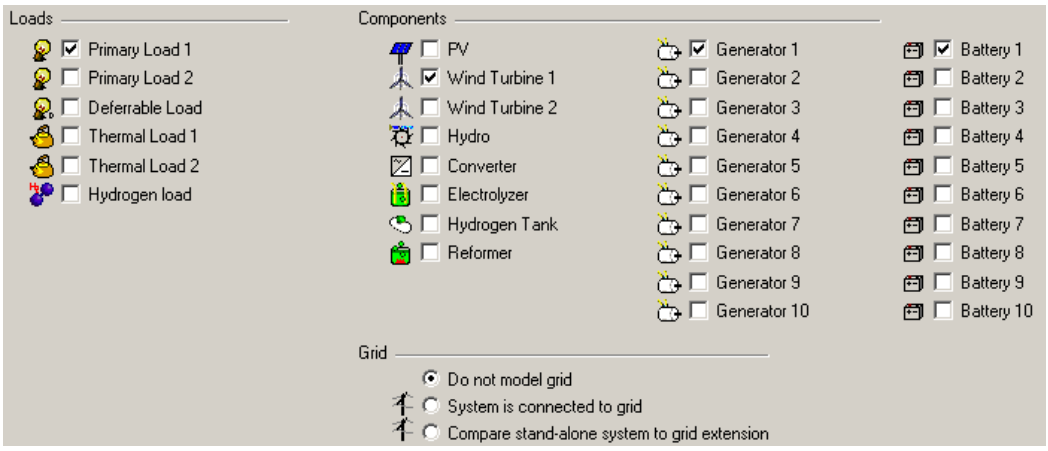
اشاره: همچنین کاربر می تواند فایل موجود هومر را با کلیک کردن بر روی فایل باز کند.

گام سوم: ایجاد طرحواره (پیکره بندی)

هومر گزینه های مختلف فنآوری چندگانه را به منظور طراحی یک سیستم تولید برق مقایسه می کند. طرحواره تمام گزینه های فناوری که شما قصد ملاحظه آنها را دارید، نشان می دهد(شایان ذکر است که گزینه ها یک طرحواره جزئی از پیکره بندی سیستم نیست.) با ساختن طرحواره اطلاعاتی در مورد اجزای سیستم به هومر می دهید. ممکن است طرحواره در برگیرنده یک مجموعه از اجزا ء(زیرسیستم ها) باشد که الزاماً به یک جواب بهینه منجر نمی شود.

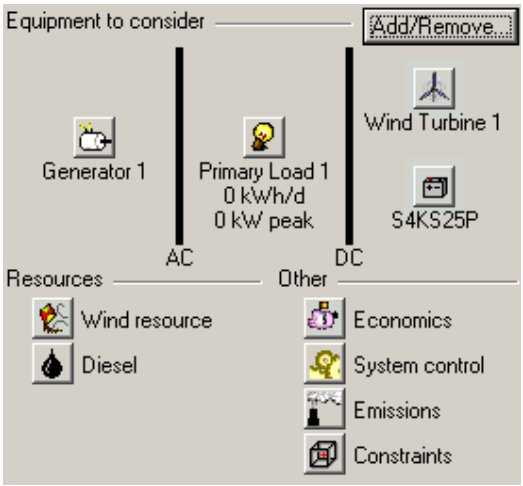
در این تمرین، هومر سیستم هایی را شبیه سازی می کند که شامل ترکیبی از توربین بادی و دیزل ژنراتور باشد که برای پاسخ به پرسش است که "چه تغییراتی در میانگین سرعت باد و قیمت سوخت بر امکانپذیری افزودن یک توربین بادی بر طرح یک سیستم دیزلی منفرد تأثیر منفی می گذارد؟

۱.به منظور یافتن اجزای مد نظر بر روی قسمت *Add/Remove* Add/Remove... کلیک کنید. هومر تمامی اجزای ممکن را در پنجره *Add/Remove* نشان می دهد.
۲. جعبه انتخاب *Primary Load* را انتخاب کنید.
۳. توربین بادی ۱، ژنراتور ۱ و باتری را نیز انتخاب نمایید.
۴. برای بازگشت به پنجره اصلی بر روی *ok* کلیک کنید.



اشاره: هر طراحی سیستم باید شامل حداقل یکی از انواع بار اصلی(نمایانگر تقاضای برق)، بار موقت و یـا متصل با شبکه باشد. هومر دگمه هایی را بر روی طرحواره نشان می دهد که نمایانگر بار و اجزاء(تـوربین بادی، دیزل ژنراتور و باتری) می باشند.

دربخش منابع (مستقیماً زیر طرحواره) دگمه هـایی را بـرای منـابعی کـه هـر مؤلفـه ای از سیـستم استفاده خواهند کرد، به صورت خودکار در نظر می گیرد. در این مورد دگمه هایی برای باد و دیـزل در بخش منابع طرحواره نشان داده شده است.



گام ۴. وارد کردن جزئیات بارها

قبل از آغاز شبیه سازی ها باید جزئیات بارها در هومر تغذیه شوند. بار ورودی بیانگر تقاضای برق است که سیستم باید تأمین نماید. این بخش چگونگی تغذیه یک فایل بار نمونه را نشان می دهد.

۱- بر روی *Primary Load* ۱ در طرحواره جهت باز شدن صفحه ورود بارها کلیک نمایید.

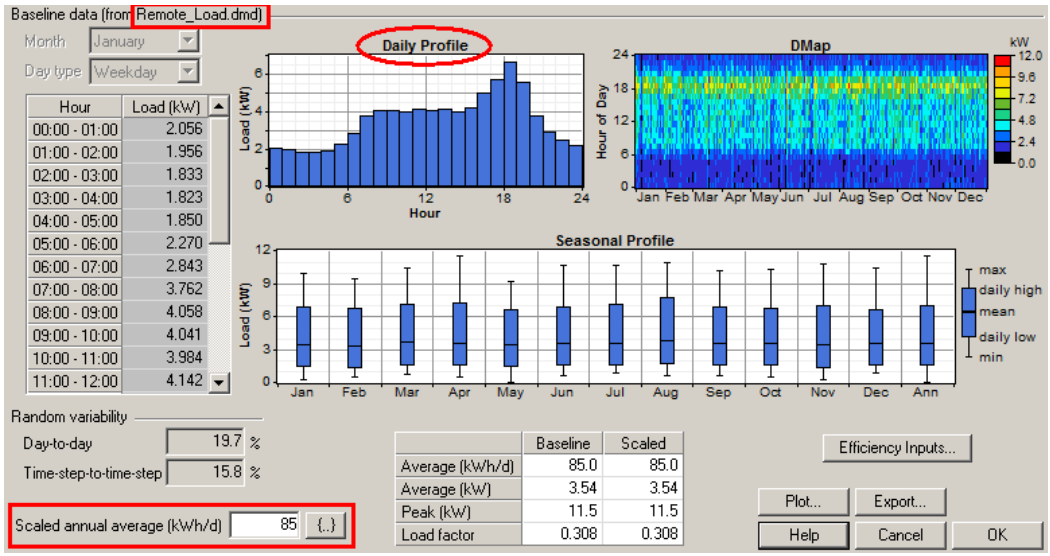
۲- بار ریموت را به عنوان برچسب این بار تایپ کنید.

۳- *AC* را به عنوان نوع بار انتخاب کنید.

۴- فایل داده ساعتی ورودی را انتخاب کرده و سپس *Import File* را برای باز کردن و تغذیه فایل بار نمونه *Remote_Load.dmb* کلیک کنید.

اشاره: این فایل نمونه در همان دایرکتوری برنامه هومر(*Homer.exe*) در زیر دایرکتوری موسوم به فایل داده های نمونه قرار دارد.

هومر پروفیل بار روزانه را در جداول و نمودارهایی به شکل زیر نمایش می دهد.

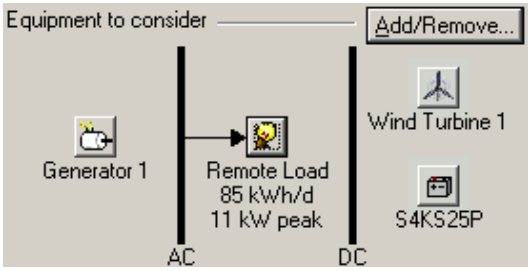


Hour	Load (kW)
00:00 - 01:00	2.056
01:00 - 02:00	1.956
02:00 - 03:00	1.833
03:00 - 04:00	1.823
04:00 - 05:00	1.850
05:00 - 06:00	2.270
06:00 - 07:00	2.843
07:00 - 08:00	3.762
08:00 - 09:00	4.058
09:00 - 10:00	4.041
10:00 - 11:00	3.984
11:00 - 12:00	4.142

اشاره: همچنین شما می توانید یک پروفیل بار را با وارد کردن ۲۴ مقدار در جدول پروفیل بار ایجاد کنید.

۵- بر روی *ok* کلیک کرده و به پنجره اصلی بازگردید.

توجه داشته باشد که بر روی طرحواره، دگمه بار به باس *AC* متصل می باشد و جهت جریان انرژی را بدرستی نشان دهد. همچنین شایان ذکر است که برچسب تایپ شده "*Remote Load*" در طرحواره همواره با میانگین و پیک تقاضا آشکار می شود.



گام ۵: واردکردن(تغذیه) جزئیات مولفه های سیستم

ورودی های اجزا<، گزینه های فناوری، هزینه های اجزاء ، اندازه و تعداد هر مولفه را نشان می دهند که هومر برای شبیه سازی استفاده خواهد کرد. این بخش چگونگی ورود داده های فنی و اقتصادی برای دیزل ژنراتور، تورین بادی و باتری را نشان خواهد داد. در این تمرین هزینه های ممکن است شرایط واقعی بازار را منعکس نکرده باشند.

۱. بر روی دیزل ژنراتور ۱ در طرحواره کلیک کرده و پنجره ورود داده ها مشاهده کنید.
۲. در جدول هزینه ها، مقادیر زیر را وارد نمایید:
   - ✓ اندازه: ۱
   - ✓ سرمایه گذاری اولیه(*Capital Cost*): ۱۵۰۰ دلار
   - ✓ جایگزینی(*Replacement Cost*): ۱۲۰۰ دلار
   - ✓ هزینه تعمیرات و نگهداری و بهره برداری(*O&M*): ۰,۰۵ دلار

Costs

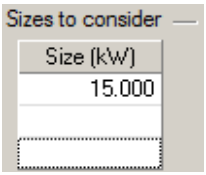
Size (kW)	Capital ($)	Replacement ($)	O&M ($/hr)
1.000	1500	1200	0.050

شایان ذکر است که منظور از هزینه های *O&M* همان هزینه های نگهداری و بهره برداری است. هزینه های تعمیرات و بهره برداری ژنراتورها شامل هزینه های سوخت نیست، چراکه هومر هزینه های سوخت را جداگانه محاسبه می نماید.

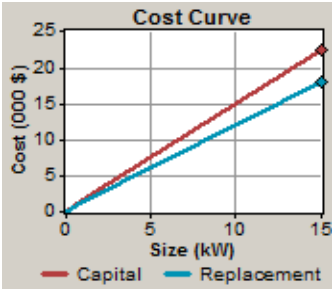
این داده ها به هومر اطلاع می دهد که هزینه اولیه نصب و راه اندازی دیزل ژنراتور ۱۵۰۰ دلار بر کیلووات ساعت است، در صورتیکه هزینه جایگزینی دیزل ژنراتور ۱۲۰۰ دلار بر کیلووات خواهد بود. هزینه تعمیرات و نگهداری نیز ۰٫۰۵ دلار بر ساعت خواهد شد. قابل ذکر است که هومر منحنی هزینه را بر اساس مقادیر ورودی کاربر ترسیم می کند.

اشاره: در این مثال، منحنی هزینه خطی است. هومر فرض می کند که هزینه و اندازه ژنراتور ارتباط خطی دارند یعنی هزینه اولیه را اندازی دیزل ژنراتور ۱ کیلووات، ۱۵۰۰ دلار، ۲ کیلوواتی ۳۰۰۰دلار، ۳ کیلوواتی ۴۵۰۰ دلار و الی آخر می باشد. امکان تعریف منحنی هزینه غیر خطی با لحاظ کردن تنزیل کمیت ها و اقتصاد در مقیاس در محیط هومر وجود دارد. یعنی امکان وارد کردن هر نوع منحنی هزینه وجود دارد. در صورتیکه کاربر مقادیر را در جدول وارد کند، هومر به صورت خودکار یک سطح خالی در انتهای جدول ایجاد می کند. تا اینکه در صورت نیاز کاربر داده های اضافی را وارد نماید.

۳. در جدول اندازه ها(*Size to Consider Tables*) ارقام ۰ و ۱ را پاک کرده و ۱۵ را اضافه نمایید. برای حذف رقم، بر روی عدد کلیک کرده و *Cut* را از منوی باز شده انتخاب کنید. مقادیر درج شده در جدول اندازه ها به متغیرهای بهینه سازی موسومند.



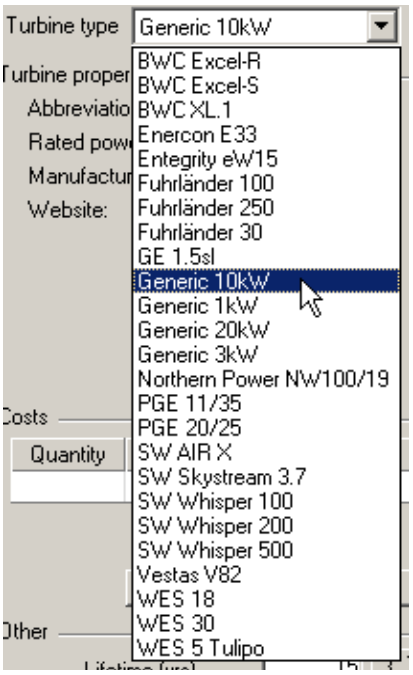
یادداشت: هومر به صورت خودکار ۰ و هر اندازه دیگری که شما در جدول هزینه ها وارد کرده اید، به جدول اندازه ها اضافه می کند. شما می توانید این مقادیر را در جدول اندازه ها حذف کنید، در صورتیکه قصد دارید هومر سیستم را با این اندازه های اجزاء شبیه سازی نکند یا اینکه اگر شما خواستید که هومر در اندازه های دیگری شبیه سازی کند، می توانید ارقام را به جدول اضافه یا کم نماید.



هومر سیستم را با یک ژنراتور ۱۵ کیلوواتی شبیه سازی خواهد کرد. توجه کنید که در منحنی هزینه، هومر متغیرهای بهینه سازی را به عنوان الماس هایی(*Diamonds*) نشان می دهد.

هومر از مقادیر جدول هزینه برای محاسبات هزینه های سیستم استفاده می کند که بخشی از فرآیند شبیه سازی برای تعیین میزان سهم هزینه نصب، بهره برداری و تعمیرات و نگهداری دیزل ژنراتور در کل هزینه های سیستم تولید برق است. متغیرهای بهینه سازی این پیغام را به هومر می دهند که چه مقدار از ظرفیت دیزل ژنراتور در پیکره بندی های مختلف سیستم مورد بهره برداری قرار خواهد گرفت.

۴. برای برگشت به پنجره اصلی بر روی *Ok* کلیک کنید.
۵. جهت باز شدن پنجره ورودی های توربین بادی بر روی ۱*Wind Turbine* در طرحواره کلیک کنید.
۶. در فهرست توربین، جهت انتخاب یک توربین بادی ۱۰ کیلوواتی بر روی توربین نوع *Generic* ۱۰*kw* کلیک کنید. هومر منحنی توان توربین جنریک را نشان می دهد. توجه کنید که توان اسمی این توربین ۱۰کیلووات جریان مستقیم است.



۷. در جدول هزینه ها، مقادیر زیر را وارد کنید:

- ✓ کمیت: ۱
- ✓ هزینه های سرمایه گذاری: ۳۰۰۰۰ دلار
- ✓ هزینه های جایگزینی: ۲۵۰۰۰ دلار
- ✓ هزینه های $O\&M$: ۵۰۰ دلار
- ✓ بنابراین هزینه های هر کیلووات توربین حدود ۳۰۰۰ دلار خواهد بود. هومر بصورت خودکار ارقام ۰ و ۱ را در جدول اندازه ها لحاظ خواهد کرد.

Costs

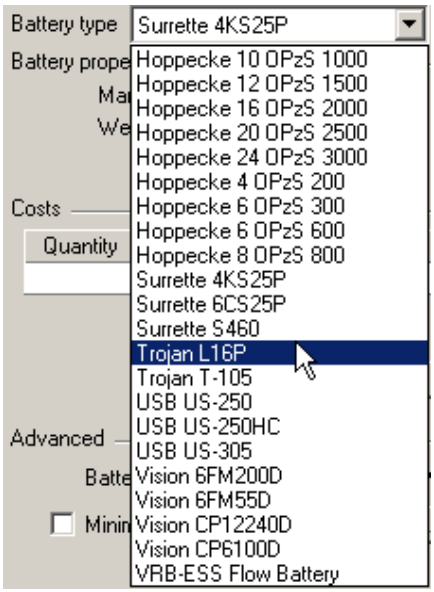
Quantity	Capital ($)	Replacement ($)	O&M ($/yr)
1	30000	25000	500

یادآوری: هزینه تعمیرات و نگهداری این توربین بادی به صورت دلار بر سال تعریف شده است. در صورتیکه برای ژنراتور به صورت دلار بر ساعت در نظر گرفته شده بود.

۸. بر روی OK کلیک کرده و به پنجره اصلی بر گردید.

۹. بر روی باتری در طرحواره برای باز شدن پنجره ورودی های آن کلیک کنید.

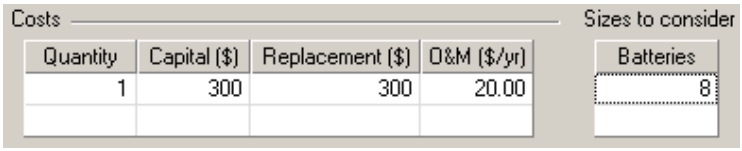
۱۰. در فهرست انواع باتری ها، جهت انتخاب باتری مـدل *L۱۶P* (تروجـان) بـر روی *Trojan L۱۶P* کلیک کنید. هومر ویژگی های باتری را نشان می دهد.



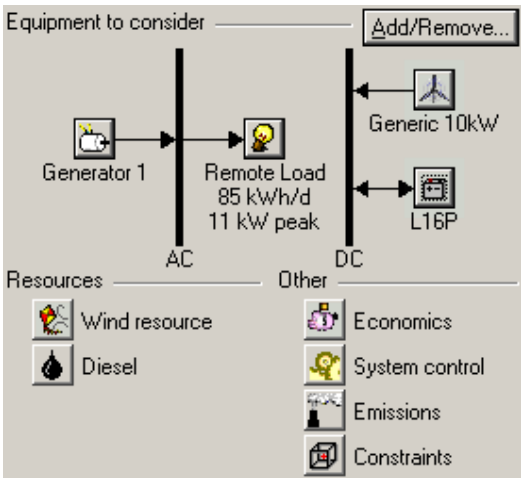
۱۱. در جدول هزینه ها، مقادیر زیر را وارد کنید:

- ✓ کمیت(*Quantity*): ۱
- ✓ هزینه سرمایه گذاری: ۳۰۰ دلار
- ✓ هزینه جایگزینی: ۳۰۰ دلار
- ✓ هزینه *O&M*: ۲۰ دلار بر سال

۱۲. در جدول اندازه ها، اعداد ۰ و ۱ را حذف کرده و ۸ را اضافه نمایید.



۱۳. بر روی *Ok* کلیک کرده و به پنجره اصلی برگردید. تا این هنگام، اطلاعـات اجـزاء را وارد کـرده اید. بنابراین طرحواره، باید به صورت شکل زیر به نظر آید.



گام ۶. وارد کردن جزئیات منابع

ورودی های منابع دسترسی به شدت تابش باد، برق آبی و سوخت در هر ساعت از سال بیان می کند. برای منابع خورشید، باد، برق آبی می توانید داده های ورودی را از طریق فایل های ی با فرمت مناسب وارد کرده و یا از هومر برای ایجاد داده های ساعتی از طریق تغذیه مقادیر میانگین ماهانه استفاده کنید.

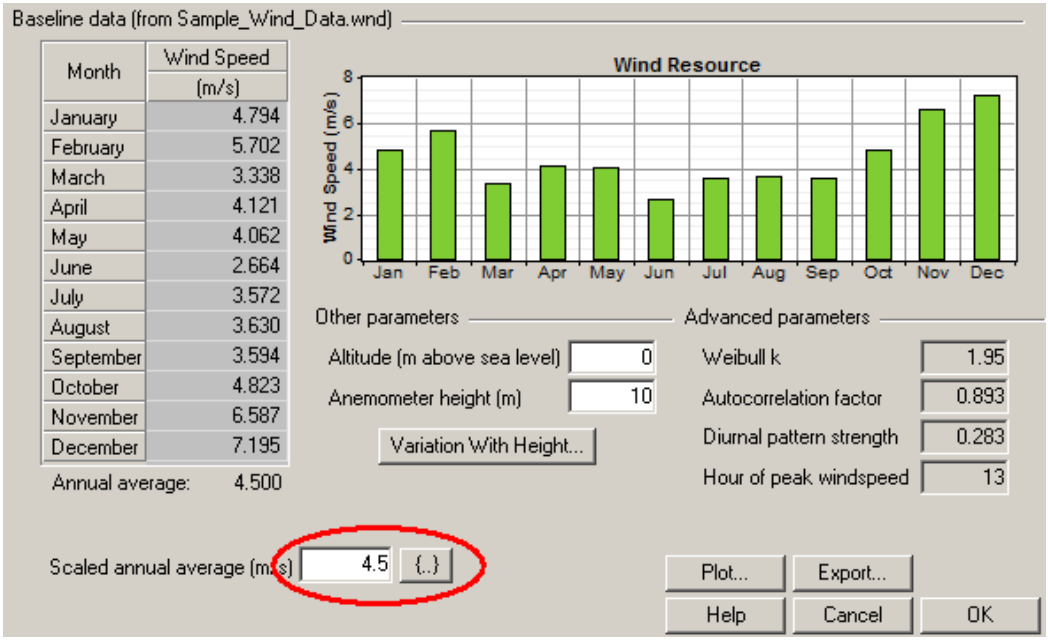
این بخش چگونگی تعریف ورودی های منابع را برای باد و سوخت را شرح می دهد که هومر منابع موردنیاز برای دو زیرسیستم را شبیه سازی خواهد کرد. این دو زیر سیستم توربین بادی و ژنراتور هستند.

۱. بر روی منبع باد جهت باز شدن پنجره های ورودی منابع کلیک کنید.

۲. فایل داده ساعتی ورودی را انتخاب کنید، سپس بر روی *Import File* کلیک کرده و فایل *Sample_Wind_Data.wnd* را انتخاب کنید.

اشاره: هومر می تواند سرعت های ساعتی باد را برای تمامی سال از مقادیر متوسط ۱۲ ماه، مقدار ضریب ویبل(*Weiball*)، *k* و سایر پارامترها محاسبه می کند. برای اطلاعات بیشتر *Help* را ببینید.

داده های خط مبنا مجموعه ای از ۸۷۶۰ داده سرعت بادی است که منابع باد را برای یک سال منفرد شرح می دهد. به مقادیر میانگین سالانه خط مبنا (در انتهای جدول سرعت باد) و مقادیر میانگین سالانه سنجشی(*Scaled*) توجه ویژه نمایید.



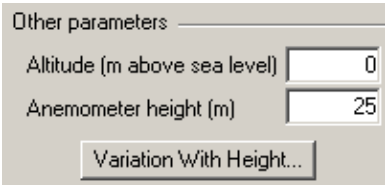
هومر از داده ها ی سنجشی(*Scaled*) برای شبیه سازی استفاده می کند. همچنین از این داده ها برای انجام تحلیل های حساسیت بر روی دسترسی به منابع استفاده می کند. برای ایجاد داده های نرمال شده، هومر یک ضریب مقیاس بندی را با تقسیم میانگین سنجشی سالانه بر میانگین سالانه خط مبنا و ضریب هر مقدار خط مبنا در این ضریب تعیین می کند. به صورت پیشفرض، میانگین سنجشی معادل با میانگین خط مبنا تنظیم می شود. شما می توانید به منظور آزمودن تأثیر سرعت های بالاتر و یا پایین تر بر امکان پذیری طرح های سیستم، میانگین سالانه سنجشی را تغییر دهید.

یادداشت: هومر مقدار میانگین سالانه سنجشی معادل با صفر را اینطور تفسیر می کند که منابع در دسترس نیستند. در این تمرین میانگین سالانه سنجشی همان میانگین سالانه است، بنابراین هومر از داده های خط مبنا برای شبیه سازی بهره می گیرد.

در این تمرین، میانگین سالانه سنجشی همان میانگین سالانه است، پس هومر از داده های خط مبنا برای شبیه سازی ها استفاده می کند.

در گام دهم؛ متغیرهای حساسیت را اضافه خواهید کرد. همچنین چگونگی بهره برداری از میانگین سالانه سنجشی جهت ارزیابی اثرات تغییرات سرعت باد بر طرح بهینه سیستم شرح داده خواهد شد.

۲- متغیر *Anemometer height(m)* را بر روی ۲۵ متر تنظیم کنید. این عدد بیانگر این است که داده های سرعت باد در ارتفاع ۲۵ متر از سطح زمین اندازه گیری شده اند.



۳- بر روی *OK* کلیک کرده و به پنجره اصلی برگردید.
۴- جهت باز شدن پنجره ورودی های دیزلی (در قسمت منابع) بر روی دیزل کلیک کنید.
۵- قیمت دیزل را ۰,۴ دلار بر لیتر قرار دهید.

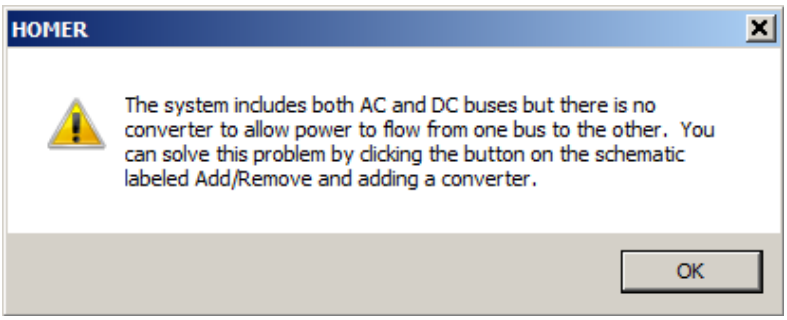
۶- بر روی *OK* کلیک کرده و به پنجره اصلی برگردید.

گام ۷: بررسی ورودی ها و تصحیح خطاها

هومر اغلب داده های ورودی را به منظور بررسی مطابقت آنها با مشخصات سیستم بررسی می کند. چنانچه هومر تطابق داده های ورودی را تأیید نکند، پیغام های هشدار و خطا در پنجره اصلی ظاهر می شود.

در این مثال، پیغامی مبنی برای افزودن یک کانورتور جهت تبدیل جریان متناوب *AC* به جریان *DC* (رکتیفایر) و *DC* به *Ac* (اینورتر) یا هر دو نمایش داده شده است.

۱. برای مشاهده جزئیات بیشتر بر روی پیغام هشدار کلیک کنید.

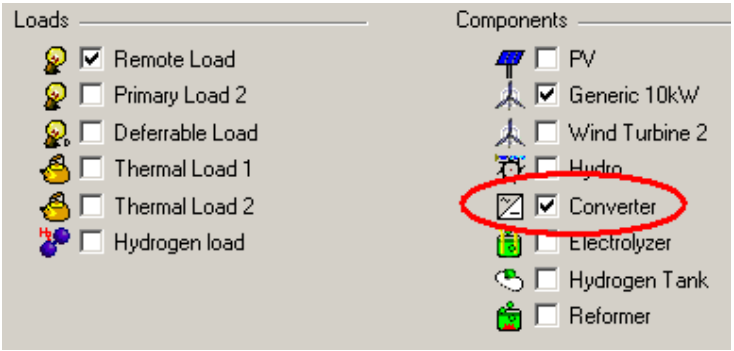


هشدار به کاربر اطلاع می دهد که مشکل فنی در یک یا چند ورودی وجود دارد. این مشکلات ممکن است از اجرای هومر ممانعت نکنند، لیکن نشان می دهند که یک مشکلی در طراحی سیستم وجود دارد.

می توان مشاهده کرد که در طرحواره سیستم هیچگونه فلشی بین باس *DC* و بار وجود ندارد. به این معنا که جریان *DC* حاصل از توربین بادی، قادر به تأمین بار *DC* نخواهد بود. پیغام هشدار پیشنهاد می کند که افزودن کانورتر به طرح سیستم می تواند این مسئله را تصحیح کند.

اشاره: مشکل فوق الذکر از اجرای شبیه سازی هومر جلوگیری خواهد کرد.

۲. برای افزودن کانورتر به طرحواره سیستم رفته و بر روی گزینه *Add/Remove* کلیک کرده و جعبه انتخاب (*Check Box*) کانورتر را علامت زده و بر روی *OK* کلیک کنید.



۳. برای باز شدن پنجره های ورودی کانورتور بر روی علامت کانورتر( ) کلیک کنید.

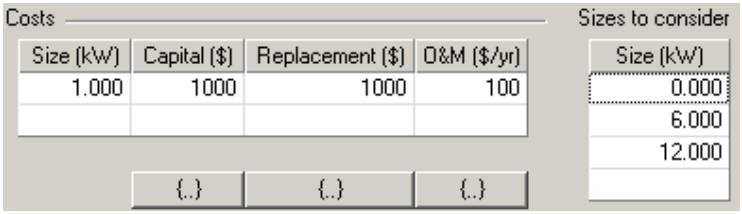
۴. در جدول هزینه ها ، مقادیر زیر را وارد کنید:

- ✓ اندازه : ۱
- ✓ سرمایه گذاری اولیه: ۱۰۰۰دلار

- ✓ هزینه جایگزینی: ۱۰۰۰دلار
- ✓ هزینه نگهداری و بهره برداری: ۱۰۰ دلار بر سال

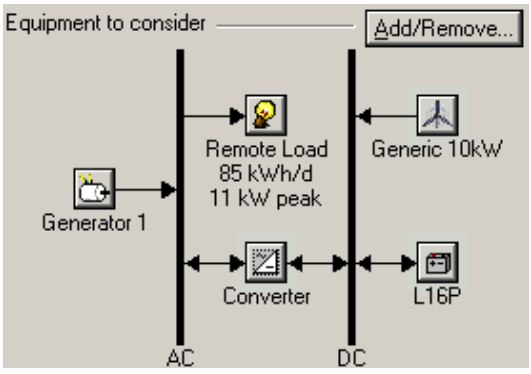
داده های فوق به هومر می گویند که هزینه نصب یا جایگزینی هر کـانورتور در سیـستم ۱۰۰۰ دلار بر کیلووات است و هزینه نگهداری و بهره برداری آن نیر حدود ۱۰۰ دلار بر کیلووات بـر سـال مـی باشد.

۵. در جدول اندازه ها، مقدار ۱ را پاک کرده و ارقام ۶ و ۱۲ را به جدول اضافه کنید.



این عملیات به هومر می گوید که در هنگام شبیه سازی طراحی سیستم، اندازه کانورتور را از میـان اندازه های ۰، ۶ کیلووات و ۱۲ کیلووات انتخاب کند. از آنجـا کـه بـار پیـک نمـایش یافتـه بـر روی سیستم ۱۱,۵ کیلووات است حدس میزنیم که یک کـانورتور ۱۲ کیلـووات در هـر زمانیکـه تـوربین بادی اغلب بار را تأمین می کند، قادر به تأمین بار خواهد بود. تعیین کانورتور ۶ کیلووات این امکـان را به ما می دهد که بفهمیم آیا بهره گیری از یک کانورتور کوچکتر و ارزانتر یک گزینـه طراحـی بـه صرفه تر است یا نه؟

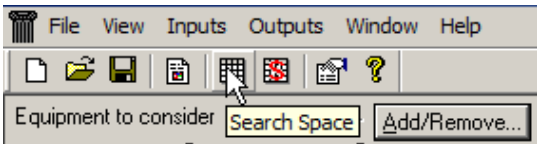
۶. بر روی *Ok* کلیک کرده و به پنجره اصلی برگردید.



اکنون هومر سیستمی را در نظر می گیرد که برق را از توربین بادی *DC* به بار *AC* تبدیل کرده و تحویل می دهد.

اشاره: توجه کنید که کارکرد کانورتور هم به عنوان اینورتور (تبدیل از *DC* به *AC*) و هم رکتیفایر(از *AC* به *DC*) است. این موضوع تأثیری بر نتایج تحلیل های سیستمی که تنها یک اینورتور نیاز دارد، نخواهد گذاشت. به هر حال شما می توانید مولفه رکتیفایر-اینورتور را باز باز کردن پنجره ورودی ها و تنظیم ظرفیت مربوط به اینورتور با عدد صفر انجام دهید.

۷. در جعبه ابزار پنجره اصلی بر روی فضای جستجو( ) کلیک کرده و متغیرهای بهینه سازی را مرور نمایید.



جدول چکیده فضای جستجو تمام متغیرهای بهینه سازی(اندازه های تصمیم گیری) را نمایش می دهد که در پنجره ورودی هر جزء سیستم وارد شده اند. شما می توانید اندازه های تصمیم گیری را برای اجزای مختلف در سیستم اضافه یا حذف نمایید.

	G10 (Quantity)	Label (kW)	L16P (Quantity)	Converter (kW)
1	0	15.00	8	0.00
2	1			6.00
3				12.00

در جدول این مثال، سربرگ *G۱۰* نمایانگر توربین بادی *kilowatt* ۱۰ *Generic* است. *Label* نیز ژنراتور ۱ را نشان می دهد.

یادداشت: هومر طرح های سیستم را برای تمامی ترکیبات موجود در جدول چکیده فضای جستجو شبیه سازی می کند. در این مثال، هومر طرح هایی را شبیه سازی خواهد کرد که شامل ۲ توربین بادی (*G۱۰*)، ۱ دیزل ژنراتور (*Gen* ۱)، ۱ باتری، و ۳ ظرفیت کانورتور است که جمعاً ۲*۱*۱*۳=۶ خواهد بود.

۸. بر روی *Ok* کلیک کرده و به پنجره اصلی برگردید.

۸. بر روی *Save*( ) کلیک کرده و کارتان را با نام *Wind_Diesel.hmr* ذخیره کنید.

گام ۸: بررسی و آزمون نتایج بهینه سازی

هومر پیکره بندی های مختلف سیستم را با تمام ترکیبات از اجزائی که در ورودی های زیرسیستم مشخص کرده اید، شبیه سازی می کند. از طرف دیگر هومر تمام پیکره بندی های امکان ناپذیر(*Infeasible*) را از میان نتایج جدا کرده و نادیده می گیرد که در واقع این پیکره بندی ها قادر به تأمین مناسب بار تحت محدودیت های دسترسی به منابع انرژی و سایر محدودیت های تعیین شده توسط کاربر نیستند. برای بررسی نتایج مراحل زیر را دنبال کنید:

۱. برای شروع شبیه سازی بر روی دگمه محاسبه(Calculate) کلیک کنید. در هنگام اجرای هومر، شاخص پیشرفت، مقدار زمان باقیمانده تا خاتمه شبیه سازی را به طور تقریبی نشان می دهد (در این مثال، زمان اجرا تقریباً یک ثانیه است که برای مشاهده شاخص پیشرفت زمان کوتاهی است.)
۲. بعد از خاتمه اجرای شبیه سازی، بر روی نتایج بهینه سازی کلیک کنید و همچنین برای مشاهده تمام پیکره بندی های امکانپذیر سیستم بر روی *Overall* کلیک نمایید.

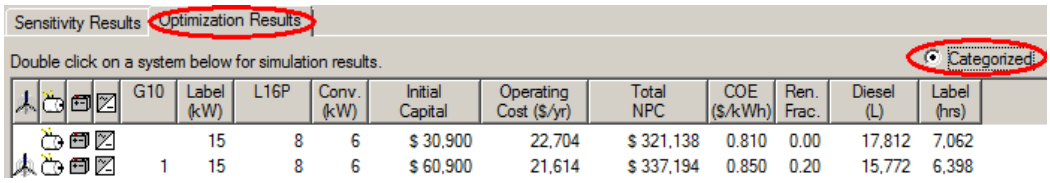
Sensitivity Results | Optimization Results

Double click on a system below for simulation results. ○ Categorized ◉ Overall

G10	Label (kW)	L16P	Conv. (kW)	Initial Capital	Operating Cost ($/yr)	Total NPC	COE ($/kWh)	Ren. Frac.	Diesel (L)	Label (hrs)
	15	8	6	$ 30,900	22,704	$ 321,138	0.810	0.00	17,812	7,062
	15	8	12	$ 36,900	23,459	$ 336,785	0.849	0.00	17,808	7,060
1	15	8	6	$ 60,900	21,614	$ 337,194	0.850	0.20	15,772	6,398
1	15	8	12	$ 66,900	22,342	$ 352,502	0.889	0.21	15,738	6,383

در جدول کلی نتایج شبیه سازی، هومر فهرستی از پیکره بندی های سیستم را نشان می دهد که امکانپذیر هستند. این پیکره بندی ها به ترتیب از بالا به پایین و از اقتصادی ترین پیکره بندی تا طرح های کمتر اقتصادی فهرست شده اند. اثربخشی هزینه یک پیکره بندی سیستم بر اساس خالص هزینه فعلی می باشد که سربرگ آن با نام *Total NPC* نمایش یافته است. در این مثال، یک پیکره بندی شامل دیزل /باتری ( ) بر سایر سیستم های توربین بادی( ) غلبه کرده است.

۳. برای مشاهده یک جدول از طرح های سیستم فهرست شده، بر روی برگه نتایج بهینه سازی کلیک کرده و سپس گزینه *Categorized* را کلیک نمایید. در جدول نتایج بهینه سازی رسته بندی شده، هومر تنها به صرفه ترین طرح (پیکره بندی) هر طراحی از سیستم را نمایش می دهد.


Sensitivity Results | Optimization Results

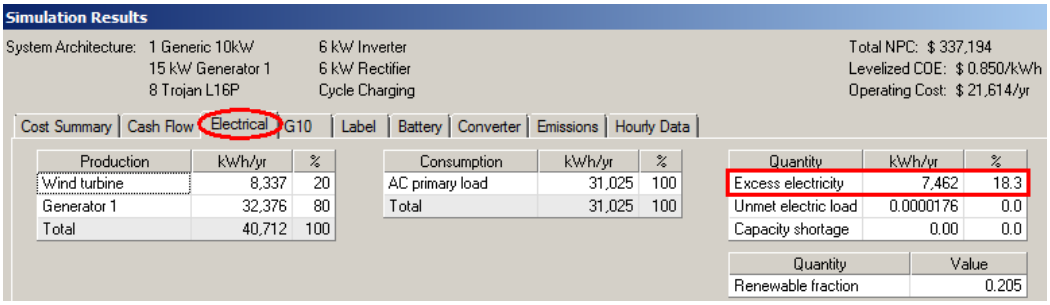
Double click on a system below for simulation results. Categorized

	G10	Label (kW)	L16P	Conv. (kW)	Initial Capital	Operating Cost ($/yr)	Total NPC	COE ($/kWh)	Ren. Frac.	Diesel (L)	Label (hrs)
		15	8	6	$ 30,900	22,704	$ 321,138	0.810	0.00	17,812	7,062
	1	15	8	6	$ 60,900	21,614	$ 337,194	0.850	0.20	15,772	6,398

۴. برای مشاهده جزئیات اقتصادی ترین طرح بادی/دیزلی/کانورتور بر روی سطر دوم جدول نتایج بهینه سازی دابل کلیک کنید.

در پنجره نتایج شبیه سازی، می توانید جزئیات فنی و اقتصادی در مورد هر پیکره بندی از سیستم شبیه سازی شده هومر را مشاهده کنید.

در این مثال بر روی برگه الکتریکی کلیک کرده و مشاهده کنید که ۱۸ درصد از کل انرژی تولید شده سیستم برق اضافی می باشد. بدین معنی که این برق توسط سیستم تولید شده ولی مصرف نمی شود و در نهایت هدر می رود. بنابراین لازم است که یک باتری به طرح اضافه شود تا این میزان برق اضافی توسط سیستم مصرف شود.


Simulation Results

System Architecture: 1 Generic 10kW, 15 kW Generator 1, 8 Trojan L16P; 6 kW Inverter, 6 kW Rectifier, Cycle Charging

Total NPC: $ 337,194
Levelized COE: $ 0.850/kWh
Operating Cost: $ 21,614/yr

Cost Summary | Cash Flow | Electrical | G10 | Label | Battery | Converter | Emissions | Hourly Data

Production	kWh/yr	%
Wind turbine	8,337	20
Generator 1	32,376	80
Total	40,712	100

Consumption	kWh/yr	%
AC primary load	31,025	100
Total	31,025	100

Quantity	kWh/yr	%
Excess electricity	7,462	18.3
Unmet electric load	0.0000176	0.0
Capacity shortage	0.00	0.0

Quantity	Value
Renewable fraction	0.205

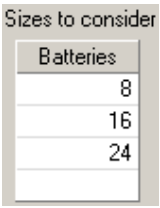
۵. برای برگشت به پنجره اصلی بر روی *Close* کلیک کنید.

۶. در منوی *File*، *Save As* را انتخاب کرده و فایل را به صورت *Exess_Eenergy.hmr* ذخیره نمایید.

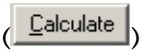
گام ۹: بهبود طرح سیستم

در این بخش چگونگی استفاده از نتایج بهینه سازی برای بهبود طراحی سیستم را یاد خواهید گرفت. در این مثال، خواهید دید که افزودن باتری ها به طرح سیستم، مقدار انرژی اضافی تولید شده توسط سیستم را کاهش خواهد داد. بدین منظور مراحل زیر را پیگیری کنید:

۱. بر روی علامت باتری باتری نوع $L16^{0}$ جهت باز شدن پنجره ورودی ها کلیک کنید.
۲. در جدول اندازه های تصمیم گیری، دو مقدار ۱۶ و ۲۴ را اضافه کنید. هومر سیستم را با اندازه های ۸، ۱۶ و ۲۴ باتری شبیه سازی می کند.



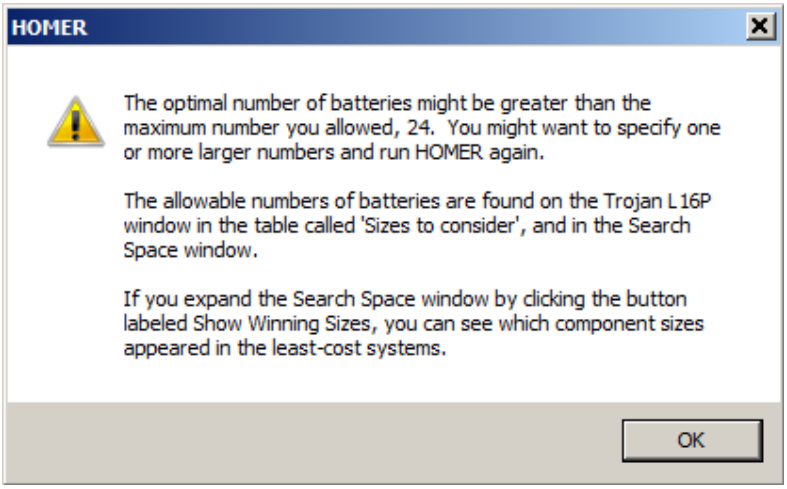
۳. بر روی OK کلیک کرده و به پنجره اصلی برگردید. هومر پیغامی هشداری در انتهای پنجره اصلی نمایش می دهد که با اینکار یادآوری می کند که اطلاعات موجود در جدول نتایج تغییرات جدید انجام گرفته را منعکس نمی کند.

۴. برای آغاز فرآیند بهینه سازی دگمه محاسبه (

) را فشار دهید. با اختتام شبیه سازی، هومر نتایج جدید را در جداول نتایج نمایش می دهد و همچنین پیغام هشداری زیر را در انتهای پنجره اصلی نمایش می دهد.

۵. با کلیک کردن بر روی پیغام هشدار، به فضای جستجوی اندازه های باتری خواهید رفت.

هومر با نمایش یک پیغام پیشنهاد می دهد که شما باید تعداد بیشتری باتری در جدول اندازه ها وارد نمایید. از آنجا که مطمئن نیستیم به طور دقیق چند تا باتری باید اضافه شود بهتر است دامنه ای از تعداد مختلف باتری ها اضافه شود.



۶. برای بازگشت به پنجره اصلی بر روی *OK* کلیک کنید.

۷. در جعبه ابزار پنجره اصلی، جهت باز شدن جدول چکیده فضای جستجو کلیک کنید.

۸. مقادیر ۳۲، ۴۰، ۴۸ و ۵۶ را برای تعداد باتری ها اضافه کنید.

	G10 (Quantity)	Label (kW)	L16P (Quantity)	Converter (kW)
1	0	15.00	8	0.00
2	1		16	6.00
3			24	12.00
4			32	
5			40	
6			48	
7			56	
8				

اشاره: همچنین می توانید این مقادیر را به جدول اندازه ها در پنجره ورودی باتری ها اضافه نمایید.

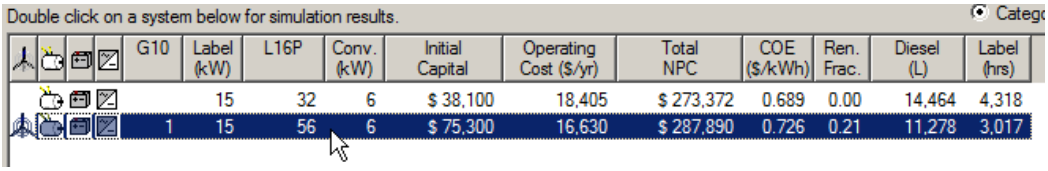
۹. برای برگشت به پنجره اصلی بر روی *OK* کلیک کنید.

۱۰. به منظور آغاز شبیه سازی بر روی دگمه محاسبات Calculate کلیک کنید.

بعد از خاتمه فرآیند شبیه سازی، هومر نتایج جدیدی را برای سیستم نمایش می دهد که شامل تعداد باتری های است که جدیداً به جدول بهینه سازی افزوده شده است. بعد از اجرای این مرحله، دیگر هومر پیغام خطایی (هشداری) نمایش نمی دهد.

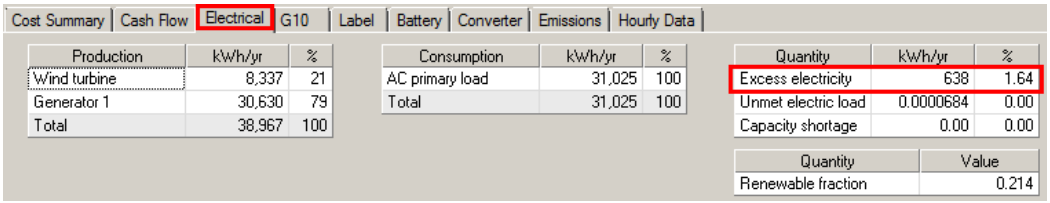
در ادامه می توانید در ستون باتری جدول نتایج بهینه سازی طبقه بندی شده ($L16P$) مشاهده نمایید، به صرفه ترین پیکره بندی سیستم دارای ۳۲ باتری می باشد.

۱۱. در جدول نتایج شبیه سازی طبقه بندی شده، جهت باز شدن پنجره نتایج شبیه سازی بر روی سیستم بادی/دیزلی/باتری دابل کلیک نمایید(سطر دوم).


Double click on a system below for simulation results.

G10	Label (kW)	L16P	Conv. (kW)	Initial Capital	Operating Cost ($/yr)	Total NPC	COE ($/kWh)	Ren. Frac.	Diesel (L)	Label (hrs)
	15	32	6	$ 38,100	18,405	$ 273,372	0.689	0.00	14,464	4,318
1	15	56	6	$ 75,300	16,630	$ 287,890	0.726	0.21	11,278	3,017

همانطور که از شکل زیر پیداست، مقدار انرژی الکتریکی اضافی تولید شده در پیکره بندی بهینه سیستم بادی/دیزلی/باتری به طرز شگفت آوری کاسته شده و از ۱۸ درصد به ۱,۶ درصد رسیده است.


Cost Summary | Cash Flow | Electrical | G10 | Label | Battery | Converter | Emissions | Hourly Data

Production	kWh/yr	%
Wind turbine	8,337	21
Generator 1	30,630	79
Total	38,967	100

Consumption	kWh/yr	%
AC primary load	31,025	100
Total	31,025	100

Quantity	kWh/yr	%
Excess electricity	638	1.64
Unmet electric load	0.0000684	0.00
Capacity shortage	0.00	0.00

Quantity	Value
Renewable fraction	0.214

۱۲. در منوی فایل، *Save As* را انتخاب کرده و فایل را بصورت *Reduced_Exess* ذخیره نمایید. به این ترتیب، هومر با افزودن باتری ها جهت ذخیره انرژی اضافه، جهت بهبود سیستم ما را یاری می رساند.

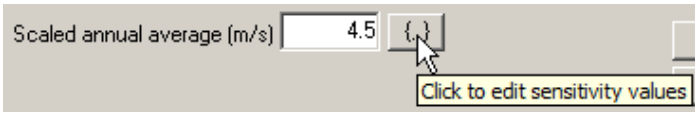
در پاسخ این پرسش که تحت چه شرایطی همچنان بهره گیری از توربین بادی در سیستم اقتصادی خواهد بود؟ از فرآیند تحلیل حساسیت در محیط هومر استفاده خواهد شد.

گام ۱۰: فرآیند تحلیل حساسیت متغیرها

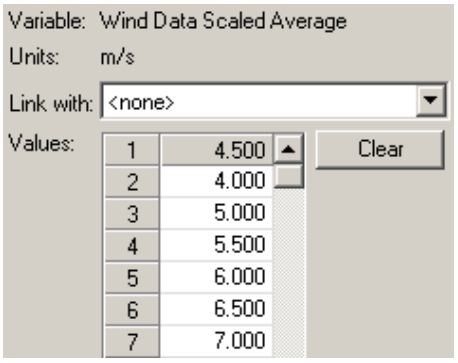
در گام پنجم، یاد گرفتید که هومر از داده های مقیاس بندی(سنجشی) شده برای شبیه سازی استفاده می کند. این بخش چگونگی تغذیه مقادیر حساسیت را برای هر دو پارامتر میانگین سالانه سنجشی سرعت باد و قیمت دیزل را ، جهت انجام تحلیل حساسیت برای این متغیرها نشان می دهد. تحلیل های حساسیت این امکان را می دهد که چگونه تغییرات در میانگین سالانه سرعت باد و قیمت دیزل بر طراحی سیستم اثر می گذارد.

روش دیگر بیان این است که تحلیل ها به شما نشان خواهد داد که چه دامنه ای از سرعت باد و قیمت دیزل، همچنان بهره گیری از توربین بادی در سیستم اقتصادی و امکان پذیر خواهد بود.

۱. برای باز شدن پنجره ورودی های منابع باد، بر روی منبع باد کلیک کنید.
۲. بر روی دگمه حساسیت سنجی {..} میانگین سالانه سنجشی، جهت باز شدن پنجره ورودی های حساسیت کلیک کنید.



۳. مقادیر ۴، ۵، ۵,۵، ۶، ۶,۵ و ۷ را در جدول حساسیت سنجی سرعت باد وارد کنید. توجه نمایید که مقدار مبنا ۴,۵ هم اکنون در سطر یک بوده و قابل تغییر نمی باشد.



مقادیر حساسیت سنجی به هومر می گویند که هر پیکره بندی سیستم با استفاده از ۷ مجموعه داده های سرعت باد انجام دهد.

۴. بر روی *OK* کلیک کرده و به پنجره ورودی های منابع باد برگردید. توجه کنید که تعداد متغیرهای تحلیل حساسیت بین دو براکت بر روی دگمه تحلیل حساسیت پدیدار خواهد شد.

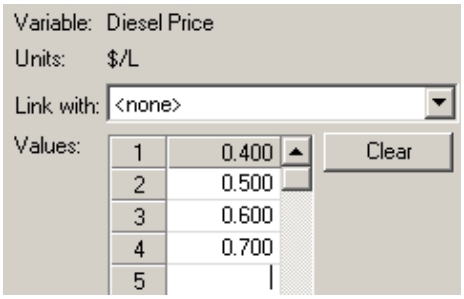
۵. بر روی *ok* کلیک کرده و به پنجره اصلی برگردید.

۶. جهت باز شدن پنجره ورودی های دیزل در بخش منابع بر روی دیزل( )کلیک کنید.

۷. جهت باز شدن پنجره ورودی های حساسیت بر روی دگمه حساسیت های قیمت کلیک کنید.

۸.

۹. مقادیر ۰,۵، ۰,۶، و ۰,۷ را در جدول حساسیت های قیمت دیزل واردکنید.



هومر هر پیکره بندی را برای تمامی مقادیر قیمت دیزل و سرعت باد در جدول حساسیت ها شبیه سازی می کند.

۱۰. برای بازگشت به پنجره ورودی های دیزل بر روی *OK* کلیک کرده، و سپس برای برگشت به پنجره اصلی بر روی *OK* کلیک کنید.

گام ۱۱: آزمون نتایج تحلیل های حساسیت

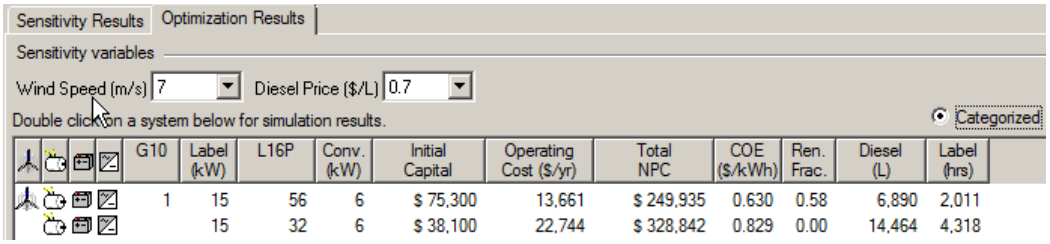
هومر نتایج تحلیل های حساسیت را در نمودارها و جداول نمایش می دهد. این بخش چگونگی مشاده و تفسیر نتایج حساسیت را جهت تعیین امکان پذیر بودن یک سیستم بادی/ دیزلی نسبت به سیستم دیزلی تنها شرح خواهد داد.

۱. جهت شروع شبیه سازی بر روی دگمه محاسبه(Calculate) کلیک نمایید. میله پیشرفت شبیه سازی زمان برآوردی باقی مانده تا تکمیل فرایند بهینه سازی و شبیه سازی را نمایش می دهد.

۲.

اشاره: با کلیک کردن بر روی دگمه *Stop* امکان توقف فرایند شبیه سازی در هر زمانی میسر است.

۳. بر روی برگه نتایج بهینه سازی کلیک کرده و جهت نمایش جدول طرح های سیستم ذخیره شده بر روی *Categorized* کلیک کنید.

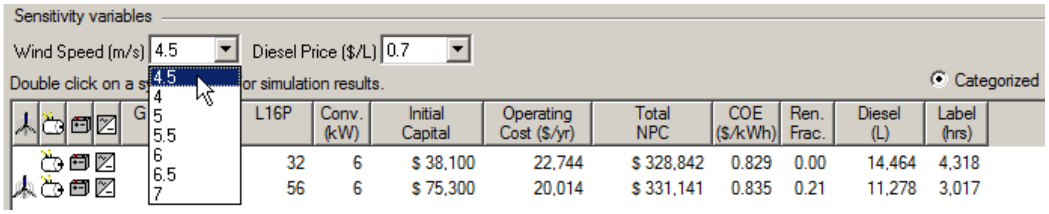


G10	Label (kW)	L16P	Conv. (kW)	Initial Capital	Operating Cost ($/yr)	Total NPC	COE ($/kWh)	Ren. Frac.	Diesel (L)	Label (hrs)
1	15	56	6	$ 75,300	13,661	$ 249,935	0.630	0.58	6,890	2,011
	15	32	6	$ 38,100	22,744	$ 328,842	0.829	0.00	14,464	4,318

اکنون هومر متغیرهای تحلیل حساسیت سرعت باد و قیمت دیزل را در جعبه های بالای جدول نتایج طبقه بندی شده نمایش می دهد. می توان از نتایج مشاهده کرد هنگامی که میانگین سرعت سالانه باد ۷ متر بر ثانیه و قیمت دیزل نیز ۰,۷ دلار بر لیتر باشد، طرح بادی/ دیزلی/ باتری نوع بهینه سیستم است. به این معنا که انتخاب این سیستم با اندازه های بهینه نسبت به تمامی سیستم های دیگر به صرفه تر است.

شما می توانید چگونگی اثر بخشی تغییرات در میانگین سرعت سالانه باد و قیمت دیزل بر نوع سیستم بهینه را از طریق انتخاب سرعت های مختلف باد و قیمت های مختلف دیزل بررسی نمایید.

برای نمونه، در صورتیکه قیمت دیزل ۰,۷ دلار بر لیتر بوده و میانگین سالانه سرعت باد ۴,۵ متر بر ثانیه یا پایین تر باشد سیستم های شامل توربین بادی بهینه نمی باشند.

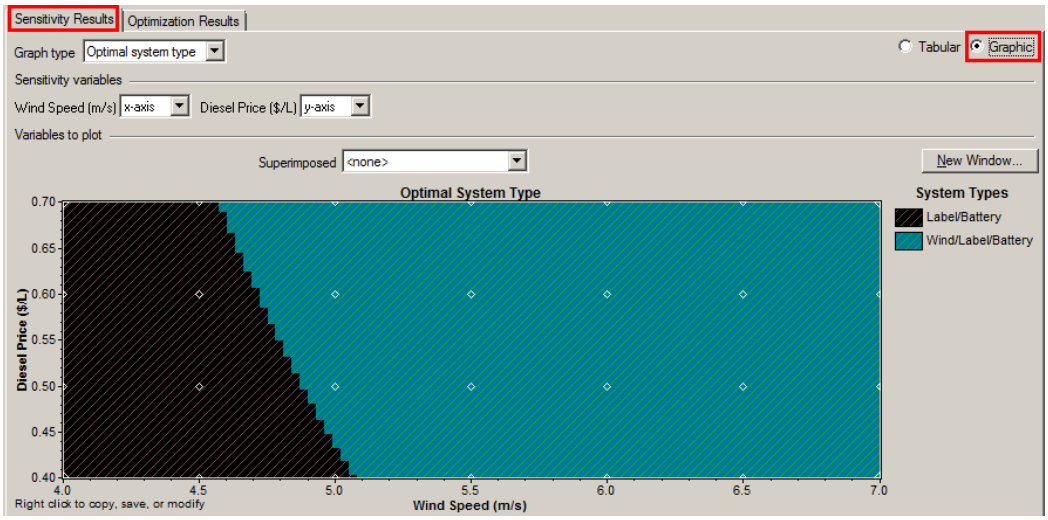


همچنین هومر نتایج شبیه سازی ها را در نمودارها نشان می دهد که روش مفیدی برای بازبینی نتایج است.

۴. برگه نتایج تحلیل حساسیت کلیک کرده و برای نمایش جدول طرح های ذخیره شده بر روی *Graphic* کلیک کنید. انتخاب های زیر را انجام داده و یا تأیید نمایید:

الف: در فهرست سرعت باد، محور x را انتخاب کنید. در فهرست قیمت دیزل، محور y را انتخاب کنید.

ب: نوع بهینه سیستم را در فهرست اصلی انتخاب کنید. در فهرست *Superimpose* <*None*> را انتخاب کنید.



در نمودار نوع بهینه سیستم (*OST*) شما می توانید به صورت همزمان نتایج را برای تمامی سرعت های باد و قیمت دیزل که وارد کرده اید، ببینید. نمودار نشان می دهد که طرح بهینه سیستم هم به قیمت سوخت و هم به سرعت میانگین باد بستگی دارد.

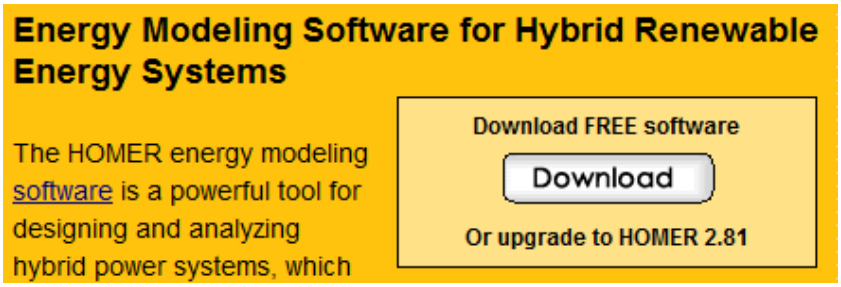
هومر نتایج شبیه سازی و بهینه سازی را در گستره ای از جداول و اشکال نمایش می دهد. مقداری وقت بگذار تا با اینگونه جداول و نمودارها بیشتر آشنا شوید.

۵. در منوی فایل، *Save As* را انتخاب کرده و فایل را به صورت *Wind_Diesel_sens.hmr* ذخیره نمایید.

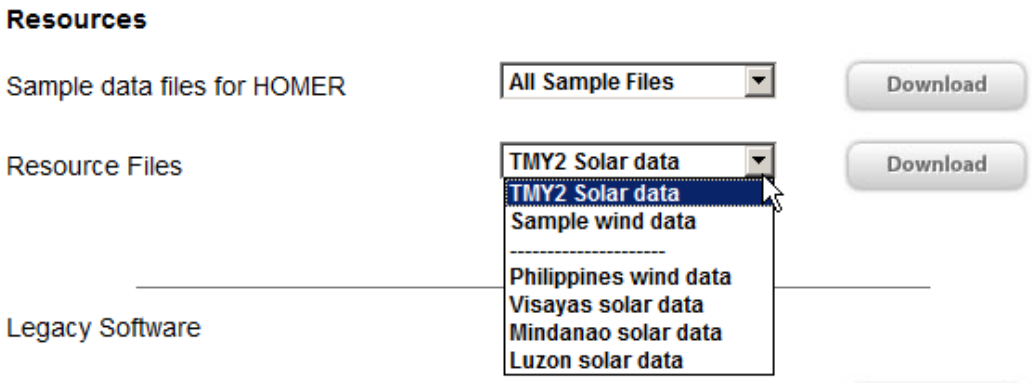
گام فوق العاده: افزودن فتوولتائیک به سیستم

هومر می تواند فتوولتائیک (PV)، پیل های سوختی، زیست توده و سایر منابع انرژی را با یا بدون یک اتصال به شبکه شبیه سازی نماید. در این گام اضافی، PV را به مثال بادی – دیزلی اضافه خواهیم کرد. هومر می تواند تولید فتوولتائیک را تحت شرایط محلی برآورد نماید، همانطور که تولید توربین بادی را از طریق منحنی توان و شرایط محلی برآورد نماید. گام نخست، دانلود کردن برخی داده های نمونه برای استفاده در هومر می باشد.

۱. به آدر www.homerenergy رفته و بر روی دگمه دانلود در همان صفحه اصلی کلیک کنید.



۲. اگر تاکنون در سایت ثبت نام نکرده اید، با وارد کردن آدرس پست الکترونیکی و یک گذر واژه ثبت نام نمایید. بعد از ورود به سایت، داده های نمونه تابش خورشیدی با فرمت *TMY*۲ را دانلود کنید. توجه کنید که مجموعه داده های نمونه ای دیگر و مثال های دیگر قابل دسترسی باشند.



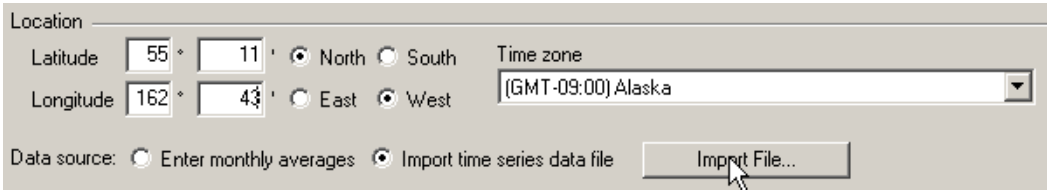
۳. فایل *AK Cold Bay. sol* را از آرشیو فایل فشرده (*ZIP*) با نـام *TMY۲_Solar_Data.ZIP* را باز کنید. اکنون داده های *Cold Bay Solar* را در مثال بـاد- خورشـید- دیـزل اسـتفاده خواهیم کرد. بدین منظور لازم است اقدامات زیر انجام گیرد:

۱. فنایـل *Wind_Diesel.hmr* ذخیـره شـده در گـام ۸ را بـاز کنیـد، و سـپس آنـرا بـا نـام *Wind_Diesel_PV.hmr* ذخیره نمایید.

۲. از دگمه *add/remove* Add/Remove... بـرای افـزودن یـک مؤلفـه جدیـد *PV* از طرحـواره استفاده کنید.

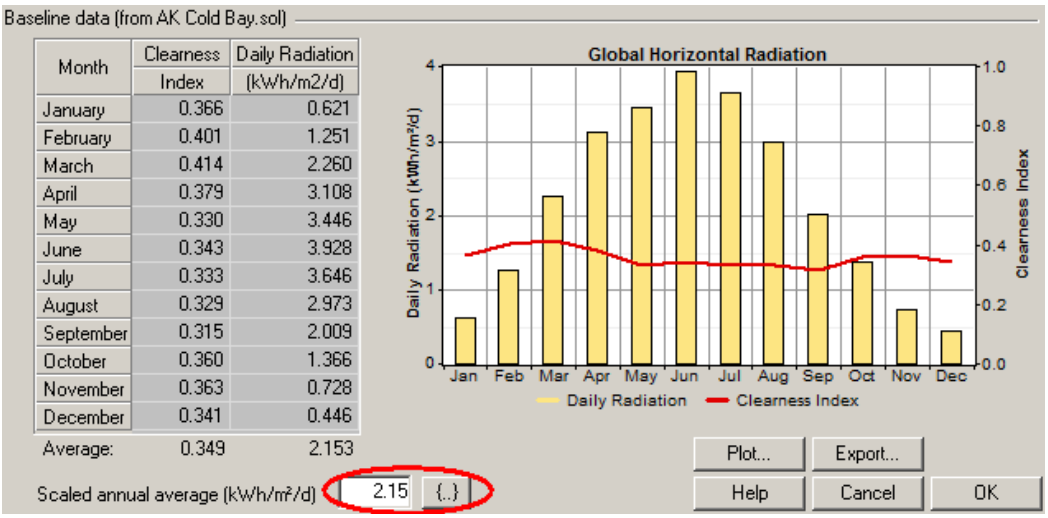
۳. دگمه های جدید برای *PV* و منبع خورشیدی در طرحواره ظاهر خواهد شد.

۴. نخست بر روی دگمه منابع خورشـیدی کلیـک کـرده و داده هـای ورودی زیـر را وارد کنید:



Alaska Time Zone, ۵۵° ۱۱" *North*, ۱۶۲° ۴۳" *West* و در ادامه نیـز داده سـری زمـانی *AK Cold Bay. Sol* را مطابق شکل بالا وارد کنید.

۵. میانگین سالانه شدت تابش سنجشی ۲,۱۵ کیلووات ساعت بر متر مربع بر روز است. توجـه کنیـد کـه تـابش روزانـه در مـاه هـای تابـستان بـالاترین مقـدار بـوده، لـیکن شـاخص ابرناکی(*Clearness*) اندکی در فصل زمستان بالاتر است. این نمودار را با نمـودار منبـع بـاد در صفحه ۱۵ مقایسه کنید که بیانگر تولید بالاتر انرژی باد در ماه های زمستان است.



۶. بر روی *OK* کلیک کرده و به پنجره اصلی برگردید، سپس بر روی دگمه *PV* کلیک نمایید.

۷. در جدول اطلاعات مربوط به هزینه *PV* مقادیر زیر را وارد کنید:

✓ در جدول اندازه های تصمیم گیری به ترتیب اندازه های *kw* ۱، *kw* ۲ و *kw* ۳ را وارد کنید.

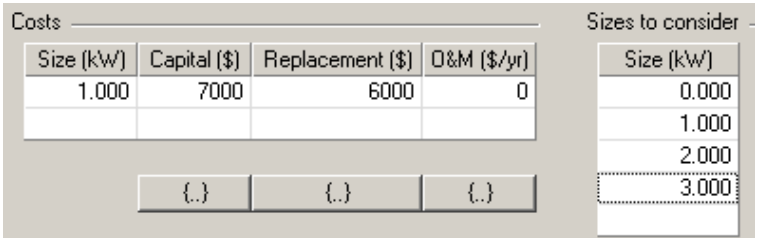
سایر مقادیر ورودی نیز در ادامه آورده شده است:

✓ هزینه سرمایه گذاری: ۷۰۰۰ دلار

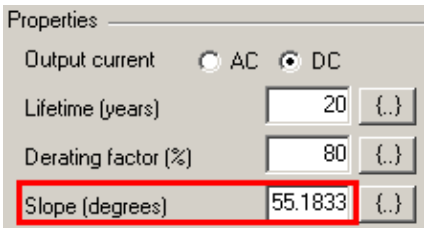
✓ هزینه جالیگزینی: ۶۰۰۰ دلار

✓ هزینه نگهداری و بهره برداری: ۰ دلار

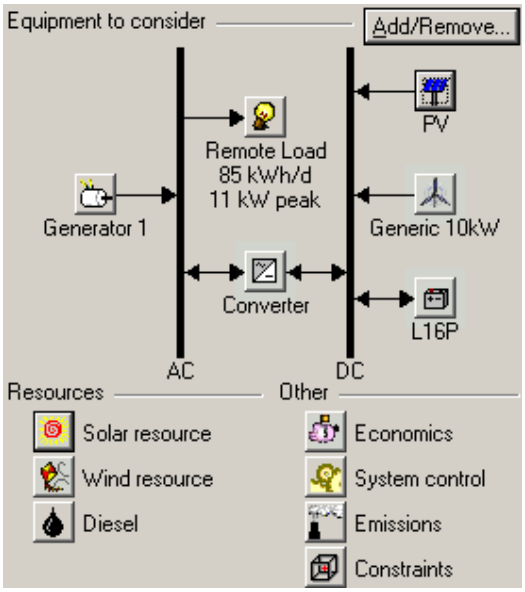
✓



۸. توجه کنید که هومر شیب آرایش صفحات *PV* را از داده های منابع خورشیدی استخراج کرده و در برگه مخصوص(شکل زیر) وارد می کند. این یکی از دلایل تغذیه داده های منابع خورشیدی قبل از داده های *PV* می باشد.



۹. با کلیک کردن بر روی *OK* به پنجره اصلی برگردید. طرحواره منابع خورشیدی و *PV* را نشان می دهد که البته هیچگونه پیغامی مبنی بر محاسبه مجدد نتایج ظاهر نشده است.



۱۰. بر روی دگمه محاسبات(Calculate) کلیک کنید. مشاهده می کنید که *PV* می تواند از توربین بادی در قیمت ۰,۴ دلار بر لیتر دیزل بهینه تر باشد چراکه اندازه *PV* حداقل ۱ کیلووات نسبت به اندازه ۱۰ کیلووات توربین بادی است.

۱۱.

Double click on a system below for simulation results. Categorized

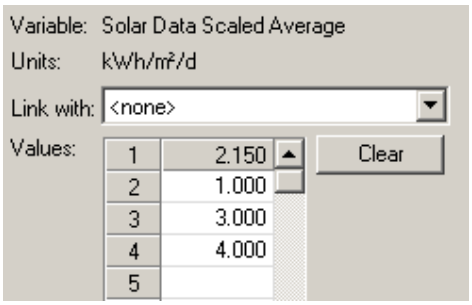
	PV (kW)	G10	Label (kW)	L16P	Conv. (kW)	Initial Capital	Operating Cost ($/yr)	Total NPC	COE ($/kWh)	Ren. Frac.	Diesel (L)	Label (hrs)
			15	8	6	$ 30,900	22,704	$ 321,138	0.810	0.00	17,812	7,062
	1		15	8	6	$ 37,900	22,688	$ 327,934	0.827	0.02	17,664	7,084
		1	15	8	6	$ 60,900	21,614	$ 337,194	0.850	0.20	15,772	6,398
	1	1	15	8	6	$ 67,900	21,532	$ 343,147	0.865	0.22	15,602	6,366

۱. پروژه را ذخیره کرده ، سپس آن را با اسم *Wind_Diesel._Pv_sens.hmr* ذخیره نمایید.

۲. در صفحه ورودی های منابع بادی، ۷ مقدار تحلیل حساسیت شامل ۴، ۴,۵، ۵، ۵,۵، ۶، ۶,۵ و ۷ متر بر ثانیه را واردکنید که در گام ۱۰ استفاده شده است.

۳. ۴ مقدار تحلیل حساسیت شامل ۰,۴، ۰,۵، ۰,۶ و ۰,۷ دلار بر لیتر را برای دیزل وارد کنید که در گام ۱۰ استفاده شده است.

۴. ۴ مقدار تحلیل حساسیت شامل ارقام ۱، ۲,۱۵، ۳ و ۴ کیلووات ساعت بر مترمربع بر سال را برای منابع خورشیدی واردکنید(مطابق شکل زیر)



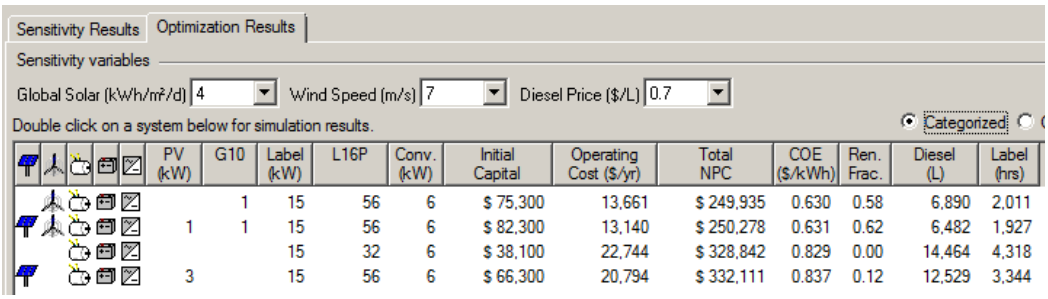
۵. بر روی دگمه فضای جستجو کلیک کرده و اندازه بیشتری از باتری ها شامل مقادیر ۱۶، ۲۴، ۳۲ ، ۴۰، ۴۸ و ۵۶ را در جدول تصمیم گیری وارد نمایید (شکل زیر را ببینید).

	PV Array (kW)	G10 (Quantity)	Label (kW)	L16P (Quantity)	Converter (kW)
1	0.000	0	15.00	8	0.00
2	1.000	1		16	6.00
3	2.000			24	12.00
4	3.000			32	
5				40	
6				48	
7				56	

۶. بر روی *OK* کلیک کرده و به پنجره اصلی بازگردید و پروژه را ذخیره نمایید.

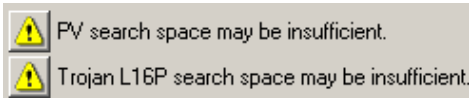
۷. بر روی دگمه محاسبه (Calculate) کلیک کنید. ممکن است تا انتهای محاسبات چند دقیقه طول بکشد.

۸. همانطور که از نتایج پیداست، در قیمت های بالاتر دیزل، توربین های بادی با اندازه بزرگتر از فتوولتائیک بهینه تر هستند چرا که اندازه فتوولتائیک به ۳ کیلووات محدود شده است.



PV (kW)	G10	Label (kW)	L16P	Conv. (kW)	Initial Capital	Operating Cost ($/yr)	Total NPC	COE ($/kWh)	Ren. Frac.	Diesel (L)	Label (hrs)
	1	15	56	6	$ 75,300	13,661	$ 249,935	0.630	0.58	6,890	2,011
1	1	15	56	6	$ 82,300	13,140	$ 250,278	0.631	0.62	6,482	1,927
		15	32	6	$ 38,100	22,744	$ 328,842	0.829	0.00	14,464	4,318
3		15	56	6	$ 66,300	20,794	$ 332,111	0.837	0.12	12,529	3,344

۹. به هرحال پیغام های هشداری مبنی بر افزایش ظرفیت فتوولتائیک و باتری در فضای جستجو، خواهید دید.



۱۰. واحدهای باتری و PV بیشتری به جدول تصمیم گیری (فضای جستجو) افزوده و محاسبات را دوبار تکرار نمایید.

چکیده راهنمای شروع کار با *HOMER*

این بخش برخی نکات کلیدی را در ارتباط با هومر و هنگام انجام مدل سازی یادآوری نموده است:

- برای بهره گیری از هومر، ورودی ها (اطلاعات بارها، اجزاء، زیرسیستم ها و منابع) را گردآوریف پردازش و در سیستم وارد نمایید، بعد از این مرحله هومر محاسبات را انجام داده و نتایج را نمایش می دهد. شما نتایج را در جداول و نمودارهای مختلف مشاهده خواهید کرد.
- بهره برداری از هومر یک فرایند تکراری است. شما می توانید با یک برآورد اولیه از مقادیر داده ها شروع کرده، نتایج را بررسی کرده و به تبع آن برآوردهایتان را بهبود دهید. با تکرار مداوم فرآیند، در نهایت به یک مقادیر قابل قبول از ورودی ها دسترسی پیدا خواهید کرد.
- از هومر برای شبیه سازی یک سیستم تولید برق، بهینه سازی گزینه های طراحی اقتصادی تر، یا جهت اجرای یک تحلیل حساسیت بر روی عواملی نظیر دسترسی به منابع و هزینه های سیستم استفاده کنید.
- هومر یک مدل شبیه سازی ساعتی است. هومر اجزای سیستم، منابع انرژی دسترس پذیر و بارهای ساعتی را در طول سال مدل سازی می کند. جریانات انرژی و هزینه های ثابت در طول یک ساعت مشخص ثابت هستند. هومر می تواند داده های ساعتی منابع انرژی را

ازطریق میانگین ماهانه که کاربر در جداول وارد کرده است، ایجاد نماید. از طرف دیگر امکان تغذیه داده های ورودی ساعتی ازطریق ایجاد داده های ساعتی اندازه گیری شده در فایل هایی با فرمت مناسب وجود دارد.

- اصولاً هومر یک مدل اقتصادی است. از هومر می توان برای قیاس چینش های گوناگون اندازه ها و تعداد اجزاء (زیرسیستم ها)، جستجوی چگونگی اثربخشی تغییرات دسترسی به منابع و هزینه های سیستم بر هزینه نصب و بهره برداری طرح های مختلف سیستم استفاده کرد. برخی از محدودیت های فنی نیز مهم هستند که می توان به سطح ولتاژ، عملکرد اجزاء در بازه های زمانی کمتر از ساعت، پیچیدگی راهبردهای دیسپاچینگ دیزل ژنراتور در ورای اهداف مدل های اقتصادی نظیر هومر قراردارند. ابزار طراحی *NREL* برای سیستم های برقی با نام *Hybrid II* (هیبرید ۲) می تواند اینگونه محدودیت های فنی را شبیه سازی کند و برای جستجوی پارامترهای بیشتری از گزینه های مشخص شده توسط هومر مفید باشد.

سایر منابع

برای آموزش هومر به آدرس وبسایت زیر مراجعه کنید:

http://www.homerenergy.com/training.htm
l

برای تعامل با سایر کاربران هومر و طرح پرسش ها می توانید در انجمن کاربران هومر در سایت زیر عضو شوید:

http://homerusersgroup.ning.com

همچنین دانستنی های مفیدی در مورد هومر از سایت زیر قابل دستیابی است:

http://support.homerenergy.com

ارتباط با پشتیبانان

نرم افزار هومر بدون هیچگونه هزینه توسط *HOMER Energy* ارایه می شود. اگرچه این نرم افـزار به یک مجوز *Exclusi*۳ از طرقف آزمایشگاه ملی انرژی های تجدیدپذیر نیاز دارد.

مسئولین و طراحان هومر عبارتند از:

Peter Lilienthal, PhD HOMER Energy
peter.lilienthal@homerenergy.com
Paul Gilman HOMER Energy
paul.gilman@homerenergy.com
HOMER Energy ۲۳۳٤ *Broadway, Suite B Boulder, CO,* ۸۰۳۰٤ *USA* +۱-۷۲۰-٥٦٥-٤٠٤٦
http://www.homerenergy.com

Tom Lambert, P.Eng. Mistaya Engineering Inc.
tomlambert@mistaya.ca
http://www.mistaya.ca
National Renewable Energy Laboratory ۱٦۱۷ *Cole Boulevard Golden, CO* ۸۰٤۰۱ *USA*
http://www.nrel.gov