طراحی سیستم ترکیبی انرژی خانگی به کمک نرم افزار Homer Energy در شهر کاشان

محمد تقی اسفیدانی[۱]، احمد صداقت[۲]

[۱] دانشجوی کارشناسی مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی اصفهان – taghies@gmail.com

[۲] استادیار دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی اصفهان – sedaghat@cc.iut.ac.ir

کلید واژگان– انرژی های تجدید پذیر ، انرژی باد ، انرژی خورشید ، نرم افزار Homer Energy

چکیده – با توجه به رشد روز افزون قیمت حامل های انرژی فسیلی و فناپذیری آنها در آینده نزدیک، لزوم استفاده از انرژی های تجدید پذیر از قبیل باد، خورشید، هیدروژن زمین گرمایی و غیره روز به روز محسوس تر می شود. همچنین با توجه به اینکه هر کدام از این انرژی ها توانایی تولید انرژی به صورت پیوسته را ندارند لذا از ترکیب آنها می توان به صورت پیوسته انرژی تولید نمود. در این مقاله یک مصرف کننده خانگی معمولی در شهر کاشان، جهت امکان سنجی و نیز بهینه سازی اقتصادی برای سیستم ترکیبی انرژی های نو شامل انرژی خورشیدی و انرژی باد به کمک نرم افزارHomer Energy [۱] مورد مطالعه قرار گرفته است و نتیجه بهینه سازی که شامل تعداد اجزا و هزینه اولیه و تعویض می باشد ارائه شده است.

مقدمه

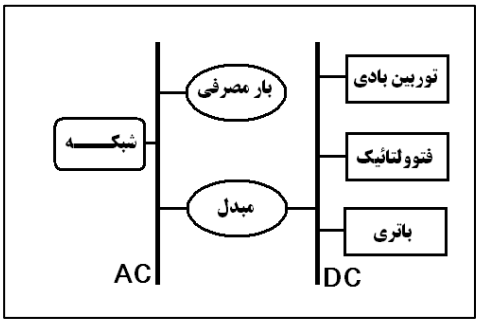
امروزه سیستم ترکیبی تولید انرژی به یکی از امید بخش ترین راه حلها برای مرتفع کردن نیاز برق مناطق مختلف تبدیل شده است. [۲] با توجه به ناپیوسته بودن انرژی تولید شده توسط منابع تجدید پذیر، در عمل ثابت شده ترکیبی از این انرژی های تجدید پذیر میتواند راه حل مناسبی جهت تولید انرژی الکتریسیته در شرایط مختلف جوی باشد. و با ترکیب مناسب این منابع می توان به سیستم تولیدی مقرون به صرفه، پاک و مطمئن رسید. [۳]

امروزه استفاده ازانرژی های هیبریدی به دلیل افزایش قیمت سوخت فسیلی مسئله ای رایج و نو در دنیا محسوب می شود. استفاده از نیروگاه ترکیبی، فناوری است که در چند سال اخیر مورد توجه قرار گرفته است. نیروگاه های هیبریدی ثابت کرده اند که برای کاهش نقص ها و معایب سوخت های فسیلی مفید می باشند، و می توانند انرژی مورد نیاز مناطق دور دست را بدون خسارت به محیط زیست تامین نمایند. از این رو احداث نیروگاه های بادی – خورشیدی می تواند ایده خوبی باشد.

سیستم ترکیبی

یک سیستم ترکیبی اساساً از منابع انرژی تجدیدپذیری که به صورت موازی با منبع انرژی تجدیدناپذیر و واحد ذخیره انرژی کار می کند، تشکیل می شود. شکل (۱) شماتیک کلی نیروگاه ترکیبی را نشان میدهد.

این طرح به منظور کاهش برق مصرفی شبکه می باشد. در این طرح نمی توان به طور کامل از شبکه برق شهری مستقل شد.



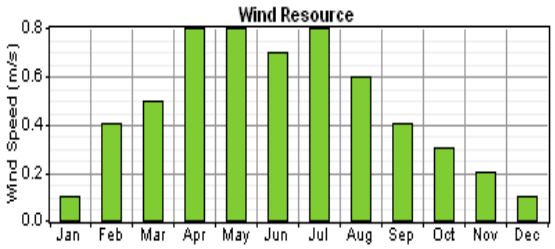
شکل(۱) – شماتیک کلی نیروگاه ترکیبی

انرژی باد

تابش نامساوی خورشید در عرضهای مختلف جغرافیایی به سطح ناهموار زمین باعث تغییر دما و فشار شده ودر نتیجه باد ایجاد می شود. باد از نسیم ملایم گرفته تا طوفان بر اثر اختلاف فشار هوا بین دو منطقه به وجود می آید.

گردش زمین به دور خود نیز بر جهت باد تاثیر میگذارد. سطح زمین مقداری از انرژی گرمایی تابش خورشید را جذب می کند و مقداری را به جو بر می گرداند. هر اندازه پرتوهای خورشید نسبت به سطح زمین عمودی تر باشد، میزان جذب انرژی زمین بیشتر خواهد بود. بنابراین مقدار انرژی ایی که در منطقه استوایی جذب می شود، نسبت به قطب ها بیشتر است. این انرژی، هوای منطقه استوایی را گرم و سبک و فشار آن را کم می کند. بنابراین هوای گرم و سبک بالا می رود و در سطح زمین منطقه ای کم فشار ایجاد می کند.

انرژی باد طبیعتی نوسانی و متناوب داشته و وزش دائمی ندارد. از انرژی باد جهت تولید الکتریسیته و نیز پمپاژ آب از چاه و رودخانه ها، آرد کردن غلات، گرمایش خانه و مواردی نظیر اینها می توان استفاده کرد.[۴] متوسط سرعت باد در شهر کاشان در ماههای مختلف در شکل (۲) نمایش داده شده است.[۵]

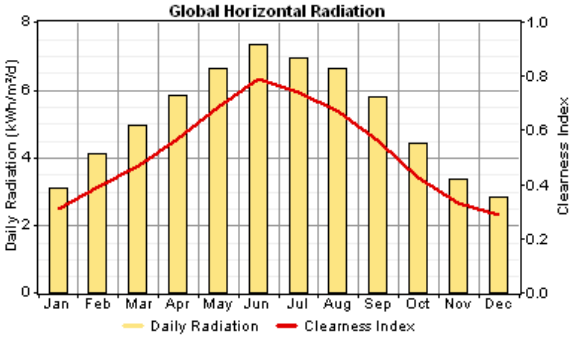


شکل(۲) – سرعت باد در ماههای مختلف سال ۲۰۱۲.[۵]

انرژی خورشیدی

خورشید منبع عظیم انرژی بلکه سر آغاز حیات و منشا تمام انرژی های دیگر است. در هر ثانیه ۲/۴ میلیون تن از جرم آن به انرژی تبدیل میشود. این کره نورانی را میتوان به عنوان منبع عظیم انرژی به حساب آورد. خورشید از گازهایی نظیر هیدروژن، هلیوم و ۶۳ عنصر دیگر که مهمترین آنها اکسیژن، کربن، نئون و نیتروژن است تشکیل شده است.

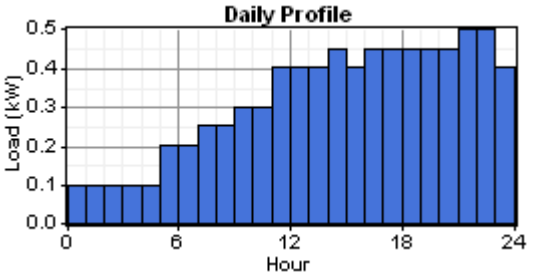
سهم زمین در دریافت انرژی از خورشید میزان کمی از کل تابش آن می باشد. حتی سوخت های فسیلی ذخیره شده در زمین، انرژی های باد، آبشار، امواج دریاها و بسیاری موارد دیگر از جمله نتایج همین انرژی دریافتی زمین از خورشید می باشد. انرژی خورشید به طور مستقیم یا غیر مستقیم می تواند به دیگر اشکال انرژی همانند گرما و الکتریسیته تبدیل شود.[۶] در شکل (۳) میزان تابش خورشید در ماههای مختلف سال در شهر کاشان نشان داده شده است.[۵]



شکل(۳) – میزان تابش خورشید در ماههای مختلف سال ۲۰۱۲.[۵]

بار مصرفی

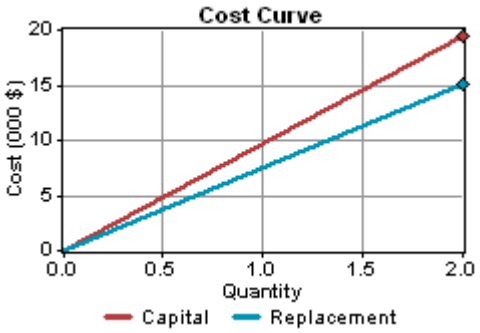
میانگین میزان بار مصرفی در ۱۰ روز پر مصرف یک خانواده ۵ نفره در کاشان در ساعات مختلف با ضریب اطمینان ۱/۲ ، در نظر گرفته شده است. که منحنی آن در شکل(۴) مشخص شده است. تامین چنین باری توسط یک سیستم انرژی ترکیبی به تنها و مستقل از شبکه، در فضای شهری غیر عملی است. به همین دلیل می بایست در مواقع نیاز از شبکه تغذیه نمود.



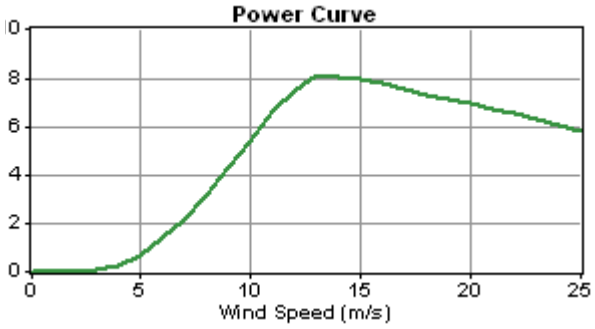
شکل(۴) – میزان بار مصرفی در ساعات مختلف شبانه روز

توربین بادی

توربین بکار رفته در این طرح برای مصارف خانگی می باشد. توان این توربین 7.5kW و هزینه هر واحد و نیز هزینه های تعویض و تعمیر و نگهداری سالیانه به ترتیب 19400$ ، 1500$ و 75$ می باشد. (شکل۵)



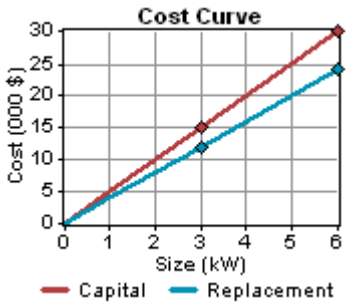
شکل(۵) – الف) منحنی هزینه توربین بادی



شکل(۵) – ب) منحنی توان توربین بادی در سرعت های مختلف

پنل های خورشیدی

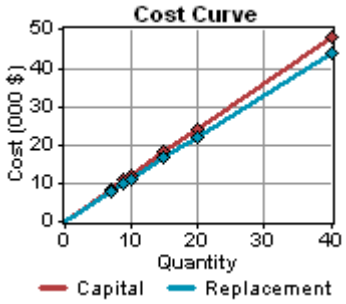
هزینه نصب پنل های خورشیدی میتواند از 6$ تا 10$ به ازای هر وات تغییر کند.[۷-۸] برای این مطالعه هزینه نصب و تعویض برای سیستم 1kW به ترتیب 5000$ و 4000$ و همچنین هزینه نگهداری سالیانه 20$ می باشد. طول عمر این پنل ها معمولاً بین ۲۰ تا ۲۵ سال می باشد.(شکل ۶)



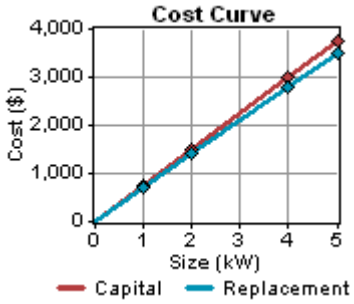
شکل(۶) – منحنی هزینه پنل خورشیدی

باتری

به منظور ذخیره انرژی الکتریکی تولیدی به وسیله توربین بادی و سلول های خورشیدی از باتری استفاده می شود. هزینه اولیه و تعویض هر باتری در این طرح به ترتیب 1250$ و 1100$ میباشد.(شکل ۷)



شکل(۷) – منحنی هزینه باتری



شکل(۸) – منحنی هزینه مبدل

مبدل

جهت برقراری ارتباط لازم بین مصرف AC و تولید DC مبدل الکترونیک لازم است. برای سیستم 1kW هزینه نصب و تعویض مبدل به ترتیب 750$ و 700$ در نظر گرفته شده است.(شکل ۸) عمر این واحد حدود ۲۰ سال می باشد.

بهینه سازی

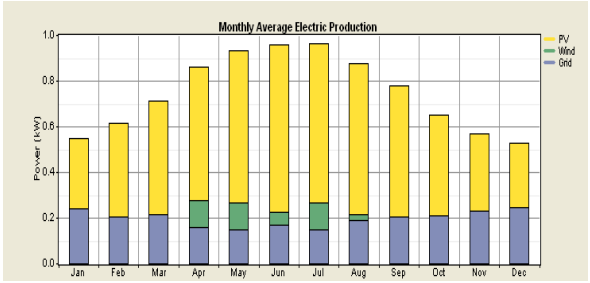
نرم افزار Homer Energy پس از بررسی اقتصادی حالتهای مختلف ممکن، در نهایت آرایش بهینه ای برای سیستم هیبریدی پیشنهاد می کند. در شکل (۹) آرایش های های مختلف بررسی شده نشان داده شده است.

	PV (kW)	XLR	S4KS25P	Conv. (kW)	Grid (kW)	Initial Capital
	3	2	7	1	1000	$ 43,550
	3	2	7	2	1000	$ 44,300
	3	2	7	4	1000	$ 45,800
	3	2	9	1	1000	$ 45,950
	3	2	7	5	1000	$ 46,550
	3	2	9	2	1000	$ 46,700
	3	2	10	1	1000	$ 47,150
	3	2	10	2	1000	$ 47,900
	3	2	9	4	1000	$ 48,200
	3	2	9	5	1000	$ 48,950
	3	2	10	4	1000	$ 49,400
	3	2	10	5	1000	$ 50,150

شکل(۹) – بهینه سازی نیروگاه ترکیبی توسط نرم افزار homer

آنالیز هیبریدی در طول سال

پس از آنالیز سیستم هیبریدی در نرم افزار Homer Energy در نهایت نیروگاه شامل ۲ توربین بادی، ۳ پنل فتوولتائیک و۷ باتری خواهد بود. در شکل (۱۰) ترکیب تولید برق در ماههای مختلف نشان داده شده است. همانطور که در شکل دیده می شود در ماههای میانی سال به علت تابش زیاد خورشید و وزش باد ، انرژی های نو سهمی قابل توجه در تولید برق دارند.



شکل (۱۰)– ترکیب تولید برق در ماههای مختلف سال

سهم هر یک از منابع انرژی در تولید برق سالیانه به صورت جدول شماره (۱) می باشد.

منبع تولید برق	KWh/yr	درصد
سیستم خورشیدی	۴۵۲۷	۶۹
توربین بادی	۳۲۱	۵
شبکه برق	۱۷۲۹	۲۶
مجموع	۶۵۷۷	۱۰۰

جدول (۱) – سهم هر منبع در تولید برق

نتیجه گیری

با توجه به اینکه بهای برق در ایران نسبت به متوسط قیمت جهانی بسیار پائین می باشد، برای شهروندان سرمایه گذاری در زمینه انرژی های نو جهت تامین انرژی الکتریسیته چندان منفعت اقتصادی ندارد، اگر چه سرشار از منافع زیست محیطی می باشد. ولی با توجه به موقعیت مناسب شهر کاشان به منظور بهره گیری از انرژی های تجدید پذیر باد و خورشید، انتظار میرود با سرمایه گذاری بخش دولتی و فرهنگ سازی به منظور استفاده از این منابع لایزال الهی، انرژی الکتریسیته مورد نیاز این شهر توسط پاکترین منابع موجود در طبیعت تامین گردد.

مراجع

[1] Homer Energy, [accessed 2012], http://www.homerenergy.com/.

[2] Francois Giraund, and Zyiad M.Salameh,"Steady state performance of a grid-connected rooftop hybrid wind photovoltaic power system with battery storage", IEEE transactions on energy conversion, vol. 16, NO. 1, March 2001

[3] Lingfeng Wang and Chanan Singh, "PSO Based Multi-Criteria Optimum Design of A Grid- Connected Hybrid Power System With Multiple Renewable Sources of Energy", Proceedings of the 2007 IEEE Swarm Intelligence Symposium (SIS 2007).

[۴] شیخ احمدی، امین، بهره گیری از انرژی های تجدید پذیر برای تولید انرژی الکتریسیته – دانشکده فنی تهران جنوب، پایان نامه کارشناسی

[5] Natural Resources Canada, RETScreen Software Suite, [accessed 2012], http://www.retscreen.net/ang/home.php.

[۶] انرژی خورشیدی، دانشنامه آزاد ویکی پدیا http://fa.wikipedia.org/

[7] Cotrell J. Modeling the feasibility of using fuel cells and hydrogen internal combustion engines in remote renewable energy systems. National Renewable Energy Laboratory. URL: http://www.osti.gov/bridge

[8] Siemens Solar Panels, BULLNET, Unit D, Henfield Business Park, Henfield, Sussex, BN5 9SL.URL:http://www.siemenssolar.co.uk/index.htm