

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده مهندسی برق و رباتیک

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی برق، گرایش قدرت

بهبود سازی سیستم شارژ خودروهای برقی در یک شبکه ایزوله

شامل منابع تولید پراکنده

نگارنده:

اعظم عبادیان

استاد راهنما:

دکتر احمد دارابی

استاد مشاور:

دکتر امیر حسن نیا خیبری

شهریور ۱۳۹۶

شماره: ۱۵۰۲
تاریخ: ۹۲، ۲، ۱۲

باسمه تعالی



مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۳) صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم / آقای اعظم عبادیان با شماره دانشجویی

۹۳۱۱۶۳۴ رشته مهندسی قدرت گرایش ماشینهای الکتریکی تحت عنوان: بهینه سازی سیستم شارژ

خودروهای برقی در یک شبکه ایزوله شامل منابع تولید پراکنده که در تاریخ ۱۳۹۶/۰۶/۱۲ با حضور هیأت محترم

داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

قبول (با امتیاز ۱۴/۷۱) درجه (خوب) ☐ مردود ☐

نوع تحقیق: نظری ☒ عملی ☐

عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنمای اول	دکتر درابی	استاد	
۲- استاد راهنمای دوم	—	—	—
۳- استاد مشاور	دکتر حسینی	استادیار	
۴- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر حسن امینی	استادیار	
۵- استاد ممتحن اول	دکتر علی دستان	دانشیار	
۶- استاد ممتحن دوم	دکتر سمانی	دانشیار	

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده:

تاریخ و امضاء و مهر دانشکده:

تیسره: در صورتی که کسی مردود شود حداکثر یکبار دیگر (در مدت مجاز تحصیل) می تواند از پایان نامه خود دفاع نماید (دفاع مجدد نباید زودتر از ۴ ماه برگزار شود).

تقدیم به

پدر و مادر فداکار و عزیزم،

که صبورانه عشق، ایمان و مهربانی را به من آموختند و تمام

لحظه‌های عمرم بدرقه نفس کشیدن آن‌هاست...

و

همسر عزیزم

که نشانه لطف الهی در زندگی من است...

تشکر و قدردانی:

در اینجا لازم می‌دانم از تمام اساتید بزرگوار دوره کارشناسی و کارشناسی ارشد که در طول این سال‌ها مرا یاری نموده‌اند تشکر نمایم.

از استاد گرامی جناب آقای دکتر احمد دارابی که راهنمایی اینجانب را در انجام تحقیق و نگارش این پایان نامه تقبل نموده‌اند نهایت تشکر و سپاسگزاری را دارم. همچنین از استاد بزرگوار جناب آقای دکتر امیر حسن نیا خیبری که به عنوان مشاور با انجام راهنمایی‌های خود مرا یاری رسانیده‌اند کمال تشکر را دارم.

تعهد نامه

اینجانب اعظم عبادیان دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق دانشکده برق و رباتیک دانشگاه صنعتی شاهرود، نویسنده پایان نامه با عنوان بهینه سازی سیستم شارژ خودروهای برقی در یک شبکه ایزوله شامل منابع تولید پراکنده، تحت راهنمایی دکتر احمد دارابی متعهد می شوم:

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش های دیگر پژوهش گران، به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب این پایان نامه، تاکنون توسط خود، یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- حقوق معنوی این اثر، به دانشگاه شاهرود متعلق دارد، و مقالات مستخرج با نام “ دانشگاه شاهرود “ یا “Shahrood University” به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آوردن نتایج اصلی پایان نامه تاثیرگذار بوده اند، در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در تمام مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا بافت های آنها) استفاده شده است، ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در تمام مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته (یا استفاده) شده است، اصل رازداری و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

اعظم عبادیان

۱۳۹۶

مالکیت نتایج و حق نشر

- تمام حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی، در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در این پایان نامه بدون ذکر منبع مجاز نمی باشد.

چکیده

امروزه گسترش نیاز به انرژی، محدودیت سوخت‌های فسیلی، آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از سوخت‌های فسیلی، گرم شدن هوا، اثر گلخانه‌ای و ... حرکت به سمت استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر را سرعت بخشیده است، که در میان آن‌ها انرژی باد و خورشید گسترش بیشتری داشته اند. در سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر مانند سیستم فتوولتائیک و توربین‌های بادی به دلیل نداشتن آلودگی و عدم نیاز به سوخت برای تولید انرژی، باید ماکزیمم توان استخراج شود تا از این طریق هزینه بالای بهره‌برداری از آن‌ها تا حدودی جبران شود. روش‌های مختلف ردیابی نقطه توان ماکزیمم (MPPT) در سیستم‌های بادی و فتوولتائیک منجر به استخراج حداکثر توان از آن‌ها می‌شود.

خودروهای برقی می‌توانند از منابع تجدیدپذیر کوچک مانند توربین بادی یا سلول‌های خورشیدی در زمان توقف در پارکینگ تغذیه شده و باتری آن‌ها شارژ شود. در این سیستم مساله اصلی ردیابی توان ماکزیمم از منبع انرژی بادی یا خورشیدی است به‌گونه‌ای که با تامین بیشترین توان از این منابع بتوان شارژ باتری را سرعت بخشید. در این پایان‌نامه تعقیب نقطه بیشینه توان در یک سیستم تولید توان ایزوله برای ایستگاه شارژ خودروهای الکتریکی انجام شده است. در این سیستم تولید توان فرض می‌شود دو منبع انرژی تجدیدپذیر شامل توربین بادی و سلول خورشیدی برای شارژ باتری خودرو در محل پارکینگ موجود است. با استفاده از نرم افزار MATLAB الگوریتم‌های مختلف برای حل مساله بهینه سازی مورد بررسی قرار می‌گیرد. در نهایت با استفاده از نتایج حاصل، بهترین الگوریتم بهینه سازی که پاسخ بهتر و سریعتری برای رسیدن به جواب دارد، به عنوان الگوریتم مناسب انتخاب می‌شود.

کلید واژه‌ها: خودرو الکتریکی، منابع تولید پراکنده، شارژ باتری، ردیابی نقطه توان ماکزیمم.

لیست مقالات

- ۱- اعظم عبادیان، احمد دارابی، امیر حسن نیا خیبری، " بهینه سازی شارژ خودروهای الکتریکی در شبکه مجهز به منابع تولید پراکنده در وضعیت جزیره ای"، پنجمین کنفرانس منطقه‌ای سیرد، ایران، تهران، ۱۳۹۵.

فهرست مطالب

فصل اول : اهمیت موضوع شارژ خودروهای برقی با استفاده از منابع تولید پراکنده

- ۱-۱ تاریخچه ۲
- ۲-۱ اهداف پایان نامه ۳
- ۳-۱ ساختار پایان نامه ۴

فصل دوم: تولیدات پراکنده و شارژ باتری

- ۱-۲ سلولهای خورشیدی ۶
- ۱-۲-۱ معرفی تکنیکهای دنبال کننده حداکثر توان در سیستمهای خورشیدی ۱۲
- ۲-۲ توربین بادی ۱۲
- ۳-۲ انواع خودروهای الکتریکی ۱۴
- ۴-۲ خودروی هیبریدی (PHEV) ۱۵
- ۵-۲ باتریهای مورد استفاده در صنعت خودرو الکتریکی ۱۷
- ۵-۲-۱ عملکرد باتری های لیتیوم یون ۱۷
- ۶-۲ روشهای شارژ باتری خودروی الکتریکی ۱۸

فصل سوم : مروری بر مطالعات پیشین

- ۱-۳ سوابق پژوهشی پیشین ۲۲

فصل چهارم : مدلسازی منابع تولید پراکنده

- ۱-۴ مقدمه ۲۸
- ۲-۴ مشخصه نیروگاههای خورشیدی مبتنی بر ماژول PV ۲۸
- ۳-۴ شرایط بهینگی شارژ خودروهای الکتریکی ۳۱
- ۱-۳-۴ مشخصه نیروگاه خورشیدی ۳۱

فصل پنجم: شبیه سازی سیستم مورد مطالعه

- ۱-۵ مقدمه ۴۰
- ۲-۵ مدل سازی سلول خورشیدی ۴۱
- ۳-۵ مدل توربین بادی ۴۴

۴-۵	مدل باتری.....	۴۶
۵-۵	شبیه سازی سیستم مورد مطالعه.....	۴۹
فصل ششم : الگوریتم های بهینه سازی		
۱-۶	مقدمه.....	۵۸
۲-۶	الگوریتمهای بهینه سازی.....	۵۹
۱-۲-۶	الگوریتم کلونی زنبور عسل یا ABCo.....	۶۰
۲-۲-۶	الگوریتم مورچگان یا ACO.....	۶۱
۳-۲-۶	الگوریتم کرم شب تاب یا FAo.....	۶۲
۴-۲-۶	الگوریتم ژنتیک.....	۶۳
۵-۲-۶	الگوریتم پرندگان یا PSO.....	۶۴
۳-۶	مقایسه الگوریتمهای ردیاب بیشینه توان.....	۶۵
فصل هفتم: نتیجه گیری و پیشنهادات		
۱-۷	نتیجه گیری.....	۶۸
۲-۷	پیشنهادهات.....	۶۹
پیوست (A):.....		۷۶

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۲ مدل کلاسیک آرایه خورشیدی [۴]..... ۷
- شکل ۲-۲ مشخصه I-V سلول خورشیدی [۴]..... ۷
- شکل ۳-۲ مشخصه ولتاژ-جریان سلول فتوولتائیک را در شرایط مختلف دمایی و تابشی [۴]..... ۸
- شکل ۴-۲ مشخصه توان-ولتاژ ماژول فتوولتائیک در شرایط وجود و عدم وجود سایه [۴]..... ۹
- شکل ۵-۲ مشخصه ولتاژ-توان سلول فتوولتائیک و منحنی بارهای اهمی متفاوت [۴]..... ۱۰
- شکل ۶-۲ منحنی توان سلول فتوولتائیک در اثر سطوح تابش مختلف خورشید در یک بار ثابت ۴ اهمی ۱۱
- شکل ۷-۲ بلوک دیاگرام سیستم تبدیل انرژی خورشیدی به الکتریکی [۵]..... ۱۱
- شکل ۸-۲ الف: نوسانات توان باد در تماس با پره های توربین بادی، ب: نوسانات توان خروجی توربین بادی مقیاس بزرگ نشأت گرفته از نوسانات باد [۱۰]..... ۱۴
- شکل ۹-۲ دسته‌بندی خودروهای الکتریکی [۴]..... ۱۵
- شکل ۱۰-۲ جایگاه سوخت خودروهای هیبریدی با استفاده از ماژول فتوولتائیک ۱۶
- شکل ۱۱-۲ مکانیزم دشارژ در یک باتری لیتیوم-یون..... ۱۸
- شکل ۱۲-۲ روش های اتصال خودرو الکتریکی به ایستگاه های شارژ [۳۰]..... ۱۸
- شکل ۱۳-۲ ساختار باس AC جهت شارژ خودروهای الکتریکی [۳۰]..... ۱۹
- شکل ۱۴-۲ ساختار باس DC جهت شارژ خودروهای الکتریکی [۳۱]..... ۲۰
- شکل ۱-۴ آرایش اتصال منابع خورشیدی-بادی به لینک DC در وضعیت جزیره ای و متصل به شبکه [۳۶]..... ۲۹
- شکل ۲-۴ مشخصه توان خروجی-ولتاژ خروجی نیروگاه خورشیدی مبتنی بر PV و با اعمال شرایط سایه ... ۳۱
- شکل ۳-۴ مشخصه سه بعدی ولتاژ-دما-توان فتوولتائیک..... ۳۳
- شکل ۴-۴ مشخصه توان-ولتاژ ماژول فتوولتائیک با اعمال اثر سایه ۳۳
- شکل ۵-۴ مشخصه ولتاژ-دما-توان نیروگاه ترکیبی خورشیدی-بادی همراه با اثر نوسانات توان نیروگاه بادی ۳۶
- شکل ۶-۴ مشخصه ولتاژ-دما-توان نیروگاه ترکیبی خورشیدی-بادی همراه با اثر نوسانات توان نیروگاه بادی و اثر سایه در نیروگاه خورشیدی ۳۸
- شکل ۱-۵ آرایش کلی سیستم شارژ باتری..... ۳۹
- شکل ۲-۵ مدار معادل دقیق سلول خورشیدی..... ۴۰
- شکل ۳-۵ شبیه سازی سیستم فتوولتائیک در نرم افزار MATLAB..... ۴۱
- شکل ۴-۵ مدار معادل سیستم فتوولتائیک..... ۴۱
- شکل ۵-۵ مشخصه ولتاژ-جریان فتوولتائیک..... ۴۲
- شکل ۶-۵ مشخصه توان-ولتاژ فتوولتائیک..... ۴۲
- شکل ۷-۵ شبیه سازی توربین بادی در نرم افزار MATLAB..... ۴۳

شکل ۵-۸ مدلسازی توربین بادی.....	۴۴
شکل ۵-۹ نمودار سرعت زاویه ای بر حسب زمان.....	۴۴
شکل ۵-۱۰ منحنی توان بر حسب سرعت زاویه ای در سرعت بادهای مختلف.....	۴۵
شکل ۵-۱۱ مدل سازی باتری در MATLAB.....	۴۵
شکل ۵-۱۲ مدلسازی باتری.....	۴۶
شکل ۵-۱۳ مشخصه شارژ و دشارژ باتری	۴۷
شکل ۵-۱۴ مشخصه شارژ باتری.....	۴۸
شکل ۵-۱۵ شبیه سازی سیستم مورد مطالعه.....	۴۸
شکل ۵-۱۶ شبیه سازی سلول خورشیدی.....	۴۸
شکل ۵-۱۷ شبیه سازی مدار کنترلی سلول خورشیدی.....	۴۹
شکل ۵-۱۸ شبیه سازی سیستم MPPT برای سلول خورشیدی.....	۴۹
شکل ۵-۱۹ مشخصه توان-ولتاژ سلول خورشیدی در شدت تابش های متفاوت.....	۵۰
شکل ۵-۲۰ منحنی توان سلول خورشیدی در شدت تابش های متفاوت.....	۵۰
شکل ۵-۲۱ مشخصه ولتاژ خروجی سلول خورشیدی.....	۵۱
شکل ۵-۲۲ شبیه سازی توربین بادی به همراه ژنراتور سنکرون.....	۵۱
شکل ۵-۲۳ مشخصه توان-سرعت ژنراتور در توربین بادی.....	۵۲
شکل ۵-۲۴ مشخصه ولتاژ خروجی در توربین بادی.....	۵۲
شکل ۵-۲۵ منحنی ولتاژ در باس DC	۵۳
شکل ۵-۲۶ شبیه سازی باتری به همراه مبدل DC/DC.....	۵۳
شکل ۵-۲۷ شبیه سازی زیر سیستم باتری.....	۵۴
شکل ۵-۲۸ شبیه سازی زیر سیستم کنترل کننده.....	۵۴
شکل ۵-۲۹ مشخصه ولتاژ باتری.....	۵۵
شکل ۵-۳۰ مشخصه SOC باتری.....	۵۵
شکل ۶-۱ همگرایی تابع هدف به پاسخ در الگوریتم کلونی زنبور عسل	۵۹
شکل ۶-۲ همگرایی تابع هدف به پاسخ در الگوریتم کلونی مورچگان	۶۰
شکل ۶-۳ همگرایی تابع هدف به پاسخ در الگوریتم کرم شب تاب	۶۱
شکل ۶-۴ همگرایی تابع هدف به پاسخ در الگوریتم ژنتیک	۶۲
شکل ۶-۵ همگرایی تابع هدف به پاسخ در الگوریتم پرواز پرندگان	۶۴

فهرست جدول‌ها

جدول (۱-۵) مقایسه الگوریتمهای بهینه‌ساز در حل مسئله اخذ بیشترین توان از نیروگاه خورشیدی -

بادی.....۶۵

۱ فصل اول : اهمیت موضوع شارژ خودروهای برقی با استفاده از منابع تولید پراکنده

۱-۱ تاریخچه

بحران پیش آمده در سال ۲۰۰۸ میلادی و تاثیر آن بر صنعت خودروسازی [۱] باعث ایجاد این سوال شد که چه خودروهایی جهت ارائه به بازار مناسبتر است. نهادهای دولتی شرکت‌های کلان اقتصادی که معرفی کننده‌ی سناریوهای بهینه به جامعه هستند، همگی درگیر این موضوع شدند. زمان بسیاری از دوران بنز، ویلهلم میباخ و گوتلیب دایملر که سازنده‌ی نخستین خودروهای سواری بودند می‌گذرد. اگر چه قطعات خودرو به میزان قابل توجهی بهینه شده‌اند اما شرایط و خواسته‌های بشر کنونی، ساختار دیگری را طلب می‌کند. انتشار بیش از حد گازهای گلخانه‌ای توسط کارخانه‌جات و ماشین‌های مکانیکی درون‌سوز موجب تغییرات بی‌سابقه‌ای در آب و هوای کره زمین شده و ذوب شدن یخچال‌های طبیعی قطب شمال و جنوب را در پی گرم شدن متوسط دمای کره‌ی زمین به دنبال داشته است. تخریب تعادل موجود در طبیعت، به مخاطره افتادن حیات گیاهان، جانوران و انسان باعث گردید طرفداران حفاظت از محیط زیست از چند دهه‌ی گذشته تلاش‌های بسیاری برای کاهش آلاینده‌گان زیست محیطی داشته باشند. یکی از فرایندهای این فعالیت‌ها، جایگزینی وسایل نقلیه الکتریکی^۱ (EV) در چیدمان ناوگان حمل و نقل بوده است [۱]. مساله برنامه ریزی شارژ خودروهای الکتریکی در یک شبکه ایزوله شامل منابع تولید پراکنده موضوع پژوهش پیش رو می‌باشد. پیشرفت‌های گسترده صورت پذیرفته در تکنولوژی باتری‌های امروزی، خودروهای الکتریکی را جذاب‌تر و عملیاتی‌تر نموده است. در حقیقت هرچه هزینه و وزن باتری کاهش یابد، گستره استفاده از خودروهای الکتریکی افزایش می‌یابد و این امر صاحبان صنایع و کمپانی‌های مربوط را جهت سرمایه‌گذاری در این نوع خودروها ترغیب می‌نماید. با این وجود یکی از موانع جدی در برابر رواج هر چه بیشتر این دسته از خودروها، مساله فقدان ایستگاه‌های شارژ به صورتی است که در همه جا قابل دسترسی باشند [۲]. به همین دلیل در فصل دوم ابتدا

^۱ Electric Vehicle

به معرفی مختصر انرژی بادی و خورشیدی و روابط مورد استفاده در سیستم‌های فوق پرداخته می‌شود. زیرا این منابع علاوه بر حفظ معیارهای زیست محیطی، قابلیت نصب در جاده و مناطق دور از شبکه را دارند. سپس با معرفی انواع خودروهای الکتریکی به عنوان نسل جدید اتومبیل‌های برقی در سامانه‌ی حمل و نقل شهری، نمایی کلی از ساختمان یک خودروی الکتریکی ارائه می‌گردد. همچنین در این بخش لازم است انواع باتری‌های مورد استفاده در صنعت خودرو الکتریکی نام برده شود. در قالب فصل سوم به شرح سوابق پژوهشی مطرح شده در زمینه موضوع مورد مطالعه در پایان نامه، پرداخته شده است.

۱-۲ اهداف پایان نامه

یکی از چالش‌های عمده برای شارژ خودروهای الکتریکی، کاهش زمان شارژ است. همان طور که مشخص است این هدف می‌تواند با افزایش نرخ انتقال توان انجام شود. روش شارژ سریع در استاندارد اروپایی ماکزیمم مقدار توان (۵۰-۱۰۰ کیلووات) است. باتری‌های مورد استفاده در خودروهای الکتریکی، ذخیره سازهای الکتروشیمیایی هستند که به طور پیوسته شارژ و دشارژ می‌گردند. مزیت اصلی این سیستم ذخیره انرژی، چگالی انرژی بالای آن است. با این وجود مشکل عمده آنها این است که عملکرد و طول عمر آنها بعد از تعداد محدودی چرخه شارژ و دشارژ دچار مشکل می‌شود. از جمله فاکتورهای مهم ارزیابی کیفیت بالای شارژر باتری‌ها بازده شارژ بالا، زمان شارژ کم و شارژ کامل باتری با حفظ ایمنی آن می‌باشد. در میان این فاکتورها، بازده شارژ بالا و زمان شارژ کم برای باتری‌های لیتیوم یون مورد نیاز است. این فاکتورها طول عمر باتری و تلفات ذاتی آن را مشخص می‌کنند و از این نظر مهم می‌باشند. چرخه عمر و ظرفیت باتری‌های قابل شارژ به عوامل مختلفی از جمله روش شارژ، نرخ جریان، دما، تعداد چرخه‌های شارژ و دشارژ و عمق دشارژ بستگی دارد. دمای باتری در طی پروسه شارژ و دشارژ نه تنها برای ایمنی باتری بلکه برای گسترش طول عمر باتری پارامتر اصلی است.

از سویی دیگر وقتی تعداد زیادی از خودروهای الکتریکی به طور همزمان شارژ می‌گردند، مشکلات ناشی از افزایش تقاضای توان پیک در شبکه افزایش می‌یابد. به دلیل رشد زیاد خودروهای الکتریکی این نگرانی وجود دارد که موج عظیمی از تقاضا برای شارژ خودرو در ساعاتی مشخص از شبانه روز به وجود آید. برای کاهش این اثر ایستگاه‌های شارژ هوشمندی برای خودروهای الکتریکی مورد نیاز است که اثر شارژ را در زمان پیک بار بر شبکه تحمیل نکنند. برای این منظور می‌توان مطابق ایده‌ی اصلی این پایان‌نامه از صفحات فتوولتائیک و ترکیب آنها با نیروگاه بادی، جهت بهینه‌سازی سیستم شارژ خودرو الکتریکی در یک شبکه ایزوله استفاده کرد. باتری‌های لیتیوم یون پتانسیل لازم برای افزایش قابلیت اطمینان تولیدات انرژی باد و خورشید را دارند. در مقایسه با سایر باتری‌ها، باتری لیتیوم یون بالاترین تراکم توان را داراست و هزینه آن نیز به سرعت در حال کاهش است. با گسترش بیشتر باتری لیتیوم یون، انرژی خورشید و باد می‌توانند قابلیت اطمینان بیشتری در طول دوره تولید انرژی داشته باشند و در طول دوره عدم تولید از طریق انرژی ذخیره شده در باتری در دسترس باشند. هزینه استفاده از باتری لیتیوم یون در برنامه‌های ذخیره انرژی صنعتی و مسکونی کاهش زیادی خواهد داشت که سبب می‌شود از مصرف برق در ساعات اوج مصرف جلوگیری شود. به این صورت که مصرف کنندگان می‌توانند در این ساعات از برق ذخیره شده که ارزان‌تر است استفاده کنند.

۳-۱ ساختار پایان نامه

ساختار این مطالعه بدین شرح است: تعاریف کلی توربین بادی، فتوولتائیک، باتری‌های مورد استفاده در خودروهای برقی در فصل ۲ تشریح می‌گردد. در فصل ۳ مروری بر کارهای گذشته در زمینه استفاده از روش های مختلف شارژ سریع باتری‌ها پرداخته می‌شود. فصل ۴ مدل سازی منابع تولید پراکنده را بیان می کند و در فصل ۵ شبیه سازی سیستم مورد مطالعه در نرم افزار MATLAB انجام می شود. در فصل ۶ الگوریتم های بهینه ساز در حل مساله مورد نظر معرفی می شود. در پایان نیز نتایج و اهداف حاصل از این مطالعه در فصل ۷ ارائه می‌شود.

۲ فصل دوم: تولیدات پراکنده و شارژ باتری

۲-۱ سلول‌های خورشیدی

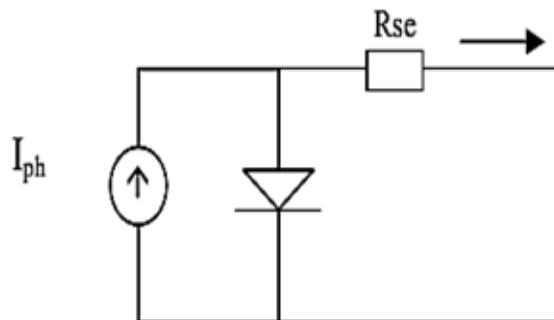
استفاده از سیستم‌های PV برای تولید برق از دهه هفتاد قرن بیستم آغاز شد. انرژی خورشیدی، یکی از انواع انرژی‌های نو می‌باشد که نسبت به سایر منابع انرژی تجدیدپذیر با اطمینان بیشتر و بدون آلودگی، انرژی الکتریکی تولید می‌کند. این انرژی بوسیله ابزاری با نام سلول‌های خورشیدی قابل تبدیل به انرژی الکتریکی می‌باشد. سلول فتوولتائیک در حقیقت یک پیوند p-n است که در یک ماده نیمه رسانای چند لایه ایجاد شده است و در وضعیت تاریکی، مشخصه ولتاژ-جریان آن مشابه با مشخصه نمایی یک دیود می‌باشد. از برخورد نور به سلول فتوولتائیک، حامل‌های انرژی ایجاد می‌شوند که در صورت اتصال کوتاه بودن پایانه‌های آن، جریان الکتریکی جاری می‌شود. تعداد زیادی از سلول‌های فتوولتائیک به یکدیگر متصل می‌گردند و ماژول‌ها، آرایه‌ها و یا پنل‌های خورشیدی را تشکیل می‌دهند [۳]. از آنجا که نور تابیده شده دارای فوتون‌ها با انرژی متفاوت است، تنها آن دسته از فوتون‌ها می‌توانند حامل‌های انرژی تولید کنند که قادر به شکستن پیوند کوالانسی بین الکترون‌های نیمه هادی‌ها باشند. بنابراین با توجه به شکل (۲-۱) مدل کلاسیک پیشنهادی برای سلول فتوولتائیک دارای یک منبع جریان وابسته است که میزان جریان تولیدی آن با تغییرات دما و شدت تابش تغییر می‌کند. در این تصویر دیود بکار رفته به منظور مدل کردن پیوند p-n است. معادله (۲-۱) رابطه بین جریان و ولتاژ سلول (I_{pv} , V_{pv}) را توصیف می‌کند که در آن از مقاومت‌های موازی در مدار معادل سلول خورشیدی (R_p) که مدل کننده جریان نشتی موجود در پیوند p-n است و بستگی به روش ساخت (مونو کریستال، پلی کریستال و ...) دارد، صرف نظر شده است [۴].

$$I_{pv} = I_{ph} - I_o \left[\exp \left(\frac{V_{pv} + R_{se} I_{pv}}{V_{th}} \right) - 1 \right]$$

(۲-۱)

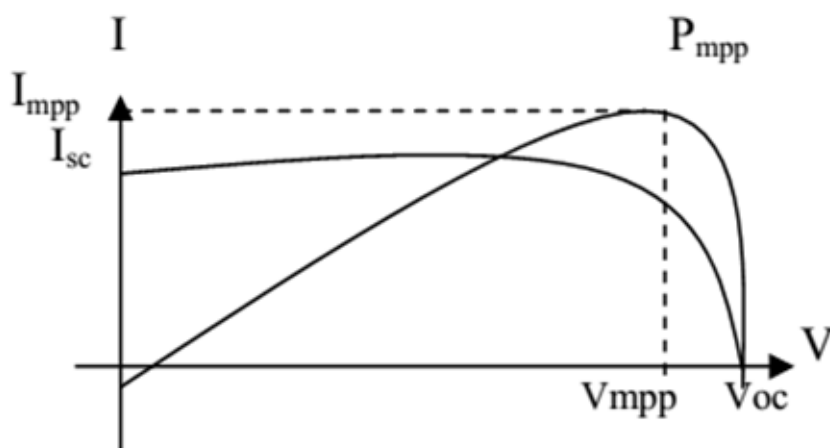
که در رابطه (۲-۱)، I_{ph} جریان تولید شده ناشی از برخورد فوتون‌های نور بر سلول فتوولتائیک، I_o جریان اشباع معکوس آرایه خورشیدی، R_{se} مقاومت سری آرایه فتوولتائیک (مدل کننده مقاومت

محل اتصال پایه فلزی با نیمه هادی، مقاومت بین لایه‌های p و n مقاومت لایه n با شبکه فلزی نازک روی آن و مقاومت شبکه فلزی) و V_{th} ولتاژ حرارتی می‌باشد.



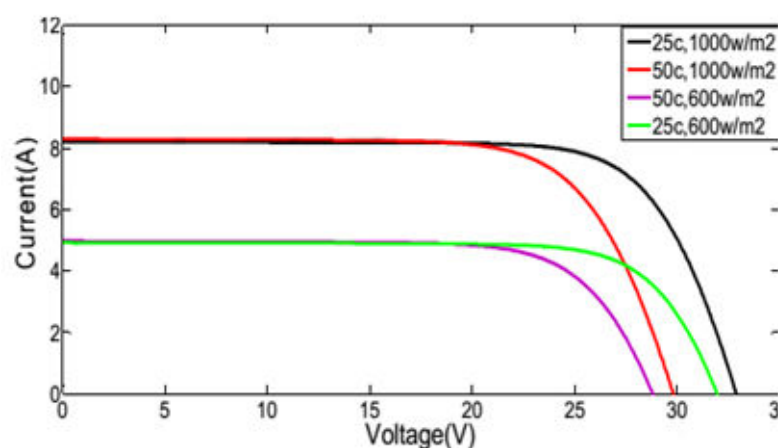
شکل ۱-۲ مدل کلاسیک ارایه خورشیدی [۴]

نقطه کار یک سلول خورشیدی مطابق شکل (۲-۲)، می‌تواند روی هر نقطه از منحنی مشخصه I-V قرار گیرد. دو نقطه مهم موجود بر روی منحنی، ولتاژ مدار باز (V_{oc}) و اتصال کوتاه (I_{sc}) می‌باشند. ولتاژ مدار باز، ماکزیمم ولتاژ در زمانی است که جریان صفر باشد و جریان اتصال کوتاه I_{sc} ، ماکزیمم جریانی است که ولتاژ متناظر با آن صفر باشد. نکته مهم آن است که جریان اتصال کوتاه با شدت نور و ولتاژ مدار باز با لگاریتم شدت نور متناسب است. نمودار P-V در شکل (۲-۲) نشان می‌دهد که یک نقطه منحصر به فرد در مختصات I-V وجود دارد که ماکزیمم توان را تولید می‌کند.



شکل ۲-۲ مشخصه I-V سلول خورشیدی [۴]

با توجه به معادله جریان-ولتاژ خروجی سلول فتوولتائیک می‌توان دریافت که اندازه جریان و ولتاژ خروجی سلول فتوولتائیک با تغییر شرایط محیطی از قبیل دما و میزان شدت تابش تغییر خواهد کرد. شکل (۳-۲) مشخصه ولتاژ-جریان سلول فتوولتائیک را در شرایط مختلف دمایی و تابشی نمایش می‌دهد.

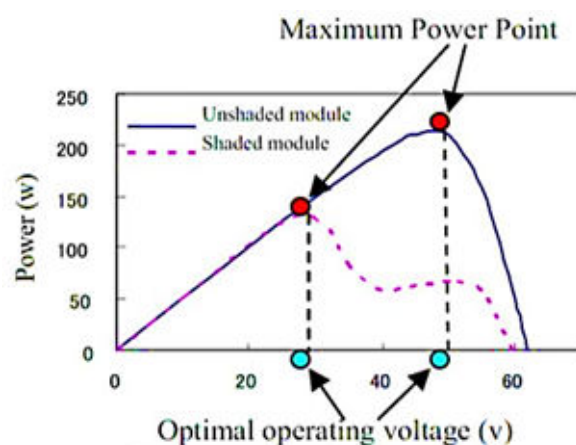


شکل ۳-۲ مشخصه ولتاژ-جریان سلول فتوولتائیک را در شرایط مختلف دمایی و تابشی [۴]

تغییرات غیر خطی ولتاژ و جریان خروجی ماژول‌های PV موجب می‌گردد که بازده پائینی (در حدود ۹ تا ۱۶ درصد) داشته باشند [۵]. تغییرات غیر خطی، در اثر زاویه قرارگیری پنل‌ها، شرایط جوی، میزان تابش، حالات نور خورشید و دما در شرایط مختلف جوی و جریان بار ایجاد می‌گردد. در مورد وضعیت قرارگیری صفحات خورشیدی، باید بیان کرد که بهینه‌سازی این پارامتر وابسته به عوامل مکانیکی و نیازمند هزینه‌های زیادی می‌باشد. یکی از کم هزینه‌ترین و در عین حال مؤثرترین روش‌های دریافت بیشترین توان از صفحات خورشیدی، ردیابی الکتریکی نقطه حداکثر توان می‌باشد که در شرایط جوی مختلف سعی در دریافت بیشترین توان ممکن از سلول را دارد. بنابراین لزوم ردیابی نقطه توان حداکثر مطرح می‌گردد. جهت دستیابی به توان حداکثر از یک ردیاب نقطه توان حداکثر استفاده

می‌گردد. این ردیاب، توان حداکثر ماژول را استخراج و به بار تحویل می‌دهد. با توجه به مشخصه ولتاژ-توان سلول فتوولتائیک، فقط در یک نقطه می‌توان بیشترین توان را از آن دریافت نمود.

شکل (۲-۴) مشخصه توان-ولتاژ ماژول فتوولتائیک را در شرایط وجود و عدم وجود سایه نشان می‌دهد. این سایه‌ها می‌توانند بر اثر ساختمان‌ها، درختان و غیره به وجود آیند.

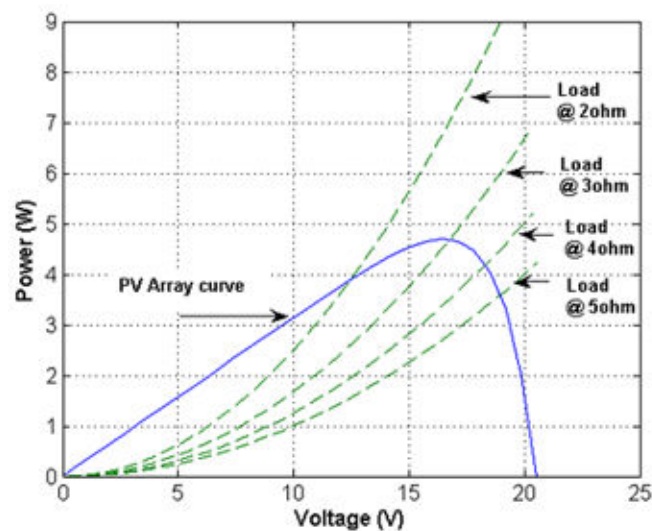


شکل ۲-۴ مشخصه توان-ولتاژ ماژول فتوولتائیک در شرایط وجود و عدم وجود سایه [۴]

در اکثر روش‌های تعقیب نقطه ماکزیمم توان، زمانی که چند نقطه ماکزیمم محلی وجود دارد نقطه ماکزیمم توان سراسری یافت نمی‌شود. اگر تعقیب نقطه ماکزیمم توان به سمت یک نقطه نامناسب همگرا شود، آنگاه توان خروجی آن خیلی کمتر از ماکزیمم توانی است که می‌توان از ماژول فتوولتائیک جذب کرد. بنابراین برای کاهش هزینه‌ها بسیار مهم است که سیستم به سمت نقطه ماکزیمم توان سراسری همگرا شود.

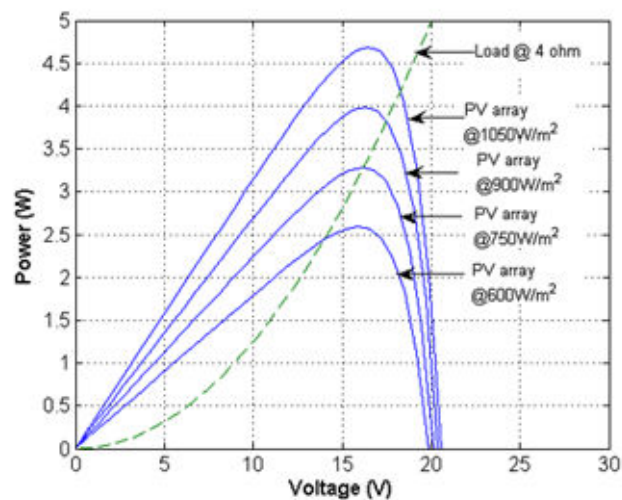
حال چنانچه سلول فتوولتائیک مستقیماً به بار متصل شود تنها در صورتی که اندازه بار برابر با تقسیم ولتاژ بر جریان در نقطه بیشینه توان باشد، بیشترین توان از سلول فتوولتائیک دریافت می‌شود. شکل (۲-۵) نشان می‌دهد که برای یک منحنی ولتاژ-توان مشخص در شرایط استاندارد، تنها در صورتی که بار متصل به آن برابر ۳ اهم باشد، بیشترین توان از سلول فتوولتائیک دریافت می‌گردد. از طرفی چنانچه باری غیر از ۳ اهم مستقیماً به آن وصل شود توان دریافتی از سلول فتوولتائیک بیشینه

نخواهد بود. حال از آنجا که نقطه بیشینه توان مطابق شکل (۲-۶) با تغییر شرایط محیطی تغییر می-کند، لازم است جهت دریافت بیشترین توان، بار متصل به سلول فتوولتائیک نیز متناسب با آن تغییر کند که این امر عملاً امکان‌پذیر نبوده و باری که قرار است توسط سلول فتوولتائیک تغذیه گردد ثابت است. بنابراین استفاده از یک واسطه به گونه‌ای که سلول فتوولتائیک را مجبور به تولید بیشترین توان به ازای بار ثابت و تغییرات محیطی متفاوت کند ضروری است [۶].



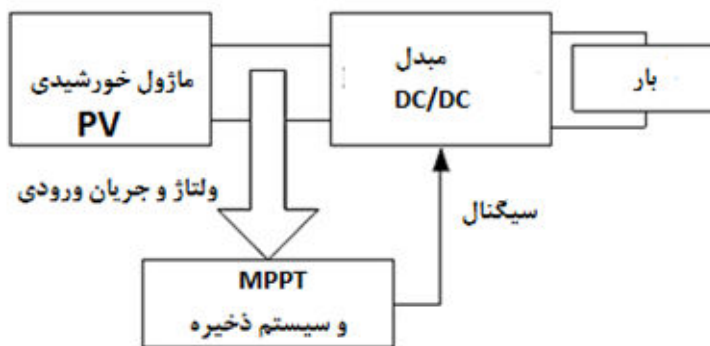
شکل ۲-۵ مشخصه ولتاژ-توان سلول فتوولتائیک و منحنی بارهای اهمی متفاوت [۴]

بلوک دیاگرام سیستم تبدیل انرژی خورشیدی به الکتریکی در شکل (۲-۷) نمایش داده شده است. سیستم شامل پنل PV، مبدل DC/DC، ردیاب نقطه توان ماکزیمم، سیستم ذخیره و یک بار ثابت یا متغیر می‌باشد.



شکل ۶-۲ منحنی توان سلول فتوولتائیک در اثر سطوح تابش مختلف خورشید در یک بار ۴ اهمی

مبدل‌های DC/DC به عنوان واسط بین بار و ماژول PV بوده و ولتاژ DC خروجی از سلول‌های PV را که ممکن است کمتر یا بیشتر از ولتاژ مورد نظر باشد، بصورت تنظیم شده تحویل می‌دهد. به عبارتی این مبدل‌ها موجب کاهش نوسانات توان خروجی سلول خورشیدی می‌شوند. علاوه بر این با کنترل سوئیچینگ این مبدل‌ها به روش‌های مختلف، امکان تطبیق بار برای انتقال توان ماکزیمم فراهم می‌گردد [۷].



شکل ۷-۲ بلوک دیاگرام سیستم تبدیل انرژی خورشیدی به الکتریکی [۵]

۱-۱-۲ معرفی تکنیک‌های دنبال کننده حداکثر توان در سیستم‌های

خورشیدی

همانطور که اشاره شد ردیابی نقطه توان حداکثر (MPPT) آرایه‌های فتوولتائیک یک امر مهم و حیاتی در سیستم‌های PV است. از آنجا که مشخصه ولتاژ-جریان ماژول‌های خورشیدی غیرخطی می‌باشد و دمای محیط و شدت تابش خورشید نیز متغیر است لذا یک سیستم فتوولتائیک سیستمی غیرخطی و متغیر با زمان می‌باشد و در طراحی کنترل کننده آن این نکته حائز اهمیت است. به همین منظور روش‌های MPPT مختلفی ارائه گردیده و در هر روش تلاش بر این بوده است که بر معایب خاص ماژول‌های PV غلبه گردد. از جمله روش‌های موجود می‌توان به انحراف و مشاهده^۱، هدایت افزایشی^۲، ولتاژ ثابت^۳، ولتاژ باز^۴، ولتاژ یا جریان فیدبک^۵، جدول جستجو^۶، منطق فازی^۷، شبکه عصبی^۸ و ... اشاره نمود. انتخاب روش مناسب بستگی به استراتژی کنترل، تعداد متغیرهای کنترل، نوع مدار بکار رفته در سیستم کنترل (آنالوگ یا دیجیتال)، پیچیدگی زمانی جهت ردیابی نقطه توان حداکثر، هزینه پیاده‌سازی و سهولت انجام کار، تعداد سنسورهای مورد نیاز و سرعت همگرایی دارد. علاوه بر این، نوع کاربرد نیز نقش مهمی در انتخاب الگوریتم MPPT دارد [۸ و ۹].

۲-۲ توربین بادی

مطالعه نیروگاه بادی به دلیل رویکرد شبکه‌ها و با توجه به پیچیدگی اتصال این منابع به شبکه

¹ Perturbation and Observation

² Incremental Conductance

³ Constant Voltage

⁴ Open Voltage

⁵ Feedback Voltage (Current) Method

⁶ Look-up Table Technique

⁷ Fuzzy Logic Control

⁸ Neural Network

از اهمیت بالائی برخوردار است. تعیین الزامات موجود در سیستم تبدیل انرژی بادی^۱ (WECS) مهمترین مباحث بهره‌وری از سیستم بادی است [۱۰]. اختلافات موجود در نوسانات باد، تفاوت میزان وزش باد به توربین‌ها، افزایش و کاهش سرعت باد، از عوامل اصلی پیچیدگی اتصال و بهره‌برداری از نیروگاه‌های بادی مقیاس کوچک و بزرگ به حساب می‌آید. عملیات تبدیل انرژی در توربین بادی به این شکل است که سرعت باد مورد نظر طراح، اگر به نرخ مجاز رسید، اجازه‌ی انتقال توان به پره‌های توربین^۲ (از جنس فایبرگلاس^۳ و چوب) را با به چرخش در آوردن آنها بدست می‌آورد. توان باد علاوه بر یک نوسان سینوسی که در نتیجه تغییر سرعت وزش باد در دوره بهره‌برداری شبانه روزی (یا هفتگی و یا فصلی) است، نوساناتی با دامنه‌ی کم به دلیل ارتعاشات دینامیکی پره^۴، چرخش ایرودینامیکی باد^۵، در تماس با پره و همچنین تغییرات ذاتی باد^۶ به وجود می‌آورد. با وجود اینکه گیربکس رابط در انتقال توان بین پره‌ی توربین به ژنراتور مانند یک فیلتر دمپ کننده نوسانات مکانیکی^۷ توان عمل می‌کند، مقداری از این نوسانات که با ثابت زمانی^۸ بالاتر هستند در توان خروجی ژنراتور مشاهده می‌گردند. گفتنی است غالب توربین‌های بادی در حال حاضر به وسیله‌ی گیربکس به ژنراتور متصل هستند. اما نوسانات قدرت باد در توربین‌های بدون گیربکس که در مقیاس‌های کوچک مشاهده می‌گردد، اصلی‌ترین مشکل این نیروگاه‌ها به حساب می‌آید. شکل (۲-۸) که از مقاله مرجع [۱۰] اخذ شده است نمایی از نوسانات باد وزیده شده به توربین بادی و تاثیر آن بر توان خروجی توربین بادی را نمایش می‌دهد.

¹ Wind Energy Conversion Systems (WECS)

² Turbine Blades

³ Fiberglass Wind Turbine

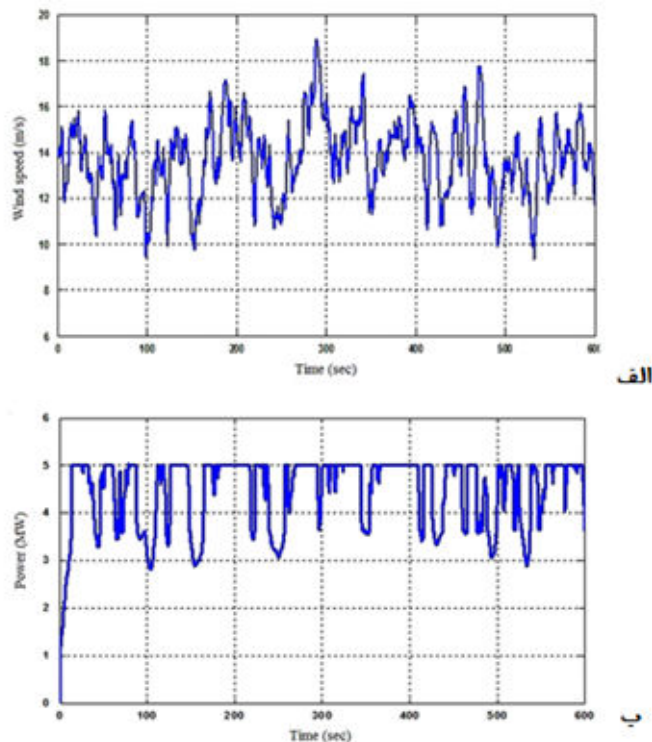
⁴ Dynamic vibrations of blades

⁵ Aerodynamic wind rotation

⁶ Inherent variability of wind

⁷ Mechanical Damping Filter

⁸ constant time



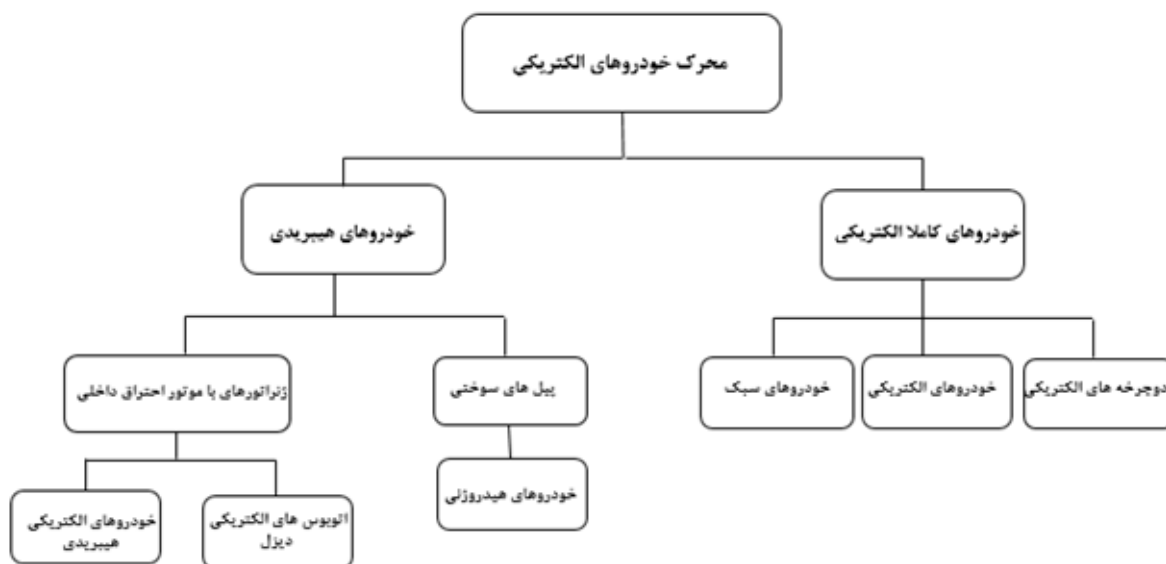
شکل ۲-۸ الف: نوسانات توان باد در تماس با پره های توربین بادی، ب: نوسانات توان خروجی توربین بادی مقیاس بزرگ نشات گرفته از نوسانات باد [۱۰]

۲-۳ انواع خودروهای الکتریکی

در دنیای امروزی تقریباً عملکرد تمام شرکت‌ها وابستگی مستقیم و یا غیرمستقیم به حمل و نقل دارد. کارخانجات خودروساز بخش بسیاری از هزینه‌های خود را برای یافتن جایگزینی مناسب‌تر برای وسایل نقلیه که سازگاری بیشتری با محیط زیست انسان دارد، صرف می‌کنند. در سال‌های اخیر توجه زیادی به جایگزینی مناسب برای موتورهای احتراق داخلی که آلاینده‌ی زیست محیطی زیادی دارد، معطوف شده است. این امر موجب توسعه‌ی خودروهای الکتریکی با محرک باتری الکتریکی، خودروهای هیبریدی^۱ (HEV) یا دوگانه‌سوز و خودروهای پیل سوختی گردیده است. صرفه‌جویی سوخت‌های فسیلی و در دسترس بودن انرژی الکتریکی اهداف ثانویه‌ی دیگری در سوق یافتن ایده‌ای نوین به این عرصه می‌باشد. در مطالعات انجام شده سوخت‌های جایگزین بسیاری برای

^۱ Hybrid Electric Vehicle

راه اندازی موتور محرک خودروهای نسل جدید معرفی و ساخته شده است. در ایران نیز به دلیل منابع طبیعی در دسترس و آلودگی کمتر، CNG به عنوان سوخت دوم خودروهای شهری معرفی گردید. اما در نهایت در حال حاضر، از لحاظ مسائل اقتصادی و پاک بودن، تنها موتورهای الکتریکی، مطرح‌ترین گزینه برای راه اندازی خودروها به حساب می‌آیند. شکل (۲-۹) دسته بندی متداول خودروهای الکتریکی را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۹ دسته‌بندی خودروهای الکتریکی [۴]

۲-۴ خودروی هیبریدی (PHEV)

در فرهنگ لغت واژه‌ی "Hybrid" به معنی ترکیبی از دو عنصر مجزا می‌باشد. اما در صنعت خودروسازی اصطلاحاً به خودروهایی اطلاق می‌شود که دو موتور مجزا یکی موتور بنزینی یا دیزلی و دیگری موتور الکتریکی داشته باشند. با توجه به قیود فنی موجود هنوز نمی‌توان از موتورهای الکتریکی برای راه‌اندازی خودروهای الکتریکی با محرک باتری^۱ (BEV) از حیث فقدان جنبه‌های اقتصادی و توانایی رقابت در بازار خودرو، استفاده نمود. لذا ترکیب موتورهای بنزینی و الکتریکی در طراحی خودروهای هیبریدی شهری مرسوم‌ترین خودروها را معرفی نموده است. خودروهای

^۱ Battery Electric Vehicles

هیبریدی^۱ یا (PHEV) به دلیل مصرف کمتر سوخت‌های فسیلی و جایگزینی هرچه بیش‌تر آن با انرژی الکتریکی و در نتیجه آلاینده‌گی کم‌تر، اهمیت بسیار بالایی در بحث کاهش آلودگی هوا دارند. شکل (۲-۱۰) جایگاه سوخت خودروهای الکتریکی را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود برای تامین انرژی جایگاه سوخت، از ماژول‌های فتوولتائیک استفاده شده است.



شکل ۲-۱۰ جایگاه سوخت خودروهای هیبریدی با استفاده از ماژول فتوولتائیک

بدون شک در آینده با معرفی روش‌های جدید ذخیره‌سازی الکتریسیته به تدریج این خودروها، جایگزین خودروهای بنزینی و دیزلی خواهند شد. در خودروهای هیبریدی، موتور بنزینی به دلیل این‌که کوچک‌تر شده است، بهره‌وری بالاتر یا به عبارتی مصرف سوخت آن پایین‌تر از خودروهای یگانه‌سوز است. هنگامی‌که دو خودرو با سرعت یکسان در جاده در حال حرکت باشند و یکی دارای موتور کوچک‌تری نسبت به دیگری باشد، با وجود این‌که هر دو قدرت موتور یکسانی تولید می‌کنند، خودرویی که موتور کوچک‌تری دارد، مصرف سوخت کم‌تری نیز خواهد داشت. یکی دیگر از مزیت‌های خودروهای هیبریدی، قابلیت مهار و بازیابی انرژی جنبشی در ترمزهای آن‌ها است. همان‌طور که می‌دانید، هنگام ترمز کردن، انرژی جنبشی خودرو در ترمزها به صورت گرما هدر می‌رود. در خودروهای هیبریدی، سیستمی طراحی شده است که می‌تواند با دریافت این انرژی از اتلاف آن جلوگیری کرده و آن را به شکل انرژی الکتریکی در باتری خودرو ذخیره کند.

^۱ Plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEV)

با توجه به مزایا و استقبالی که از خودروهای هیبریدی (به عنوان جدیدترین خودروهای الکتریکی) انجام شده است، پیش بینی می‌گردد تا سال ۲۰۳۰ شمار این خودروها به ۷۰ میلیون که شامل ۳۵ درصد کل خودروهای شهری جهان می باشد، برسد [sana]. در ایران نیز وزیر نیرو همزمان با ورود اولین خودروی الکتریکی در خرداد ماه ۱۳۹۳، نوید آماده‌سازی شبکه‌های توزیع در اتصال و بهره‌وری این خودروها در کشورمان برای آینده‌ای نزدیک را خبر دادند.

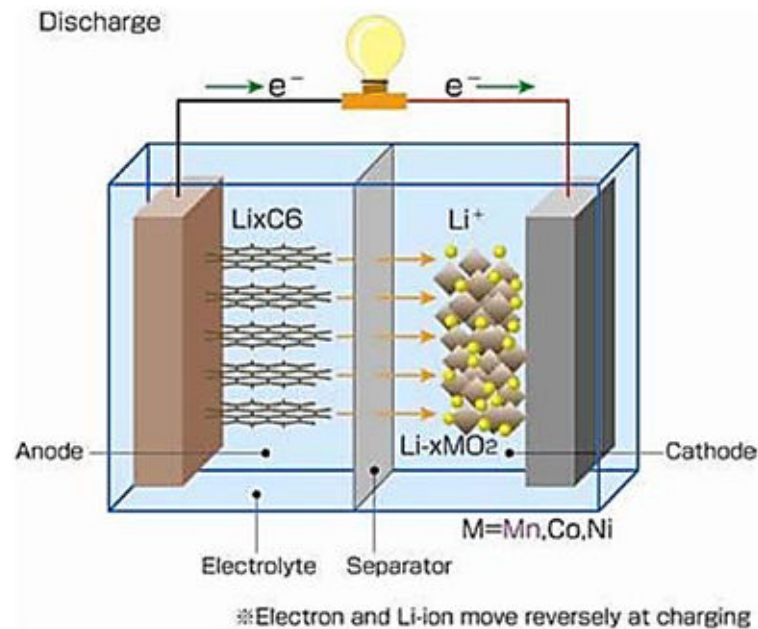
۲-۵ باتری‌های مورد استفاده در صنعت خودرو الکتریکی

باتری یکی از مهمترین بخش‌های یک خودروی الکتریکی است و در انواع مختلف خودروهای الکتریکی متفاوت است. عملکرد باتری توسط پارامترهای آن توصیف می‌گردد. به عنوان مثال ظرفیت باتری به وسیله آمپر-ساعت (Ah) اندازه‌گیری می‌شود که نشان دهنده مقدار شارژ ذخیره شده در باتری است. دو پارامتر مهم دیگر ظرفیت انرژی و ظرفیت توان می‌باشند. ظرفیت انرژی مقدار انرژی ذخیره شده در باتری است که در واحد وات-ساعت اندازه‌گیری می‌شود. در حالیکه ظرفیت توان مقدار توانی است که می‌تواند از باتری استخراج شود. هنگامی که یک باتری در طول زمان استفاده می‌شود ظرفیت انرژی و ظرفیت توان باتری می‌تواند به تدریج کاهش یابند. تعداد چرخه‌های شارژ و دشارژ باتری به عنوان چرخه عمر (چرخه زندگی) تعریف می‌شود. چرخه عمر به فاکتورهای متعددی بستگی دارد. مانند: عمق تخلیه، جریان شارژ، دما و ...

۲-۵-۱ عملکرد باتری های لیتیوم یون

باتری لیتیوم یون یک باتری قابل شارژ است که یون‌های لیتیوم بین کاتد و آند حرکت می‌کنند و الکتریسیته ایجاد می‌شود. در چرخه دشارژ، لیتیوم در آند (ماده‌ای کربنی) یونیزه می‌شود و به سمت الکترولیت ساطع می‌شود. یون‌های لیتیوم از میان یک پلاستیک متخلخل جدا حرکت می‌کنند و وارد حفره‌هایی به کوچکی سائز یک اتم در کاتد می‌شود. در زمان مشابه الکترون‌ها از آند جدا می‌شوند. این جریان الکتریکی به بیرون از مدار الکتریکی رانده می‌شود. در زمان شارژ یون‌های لیتیوم از سمت

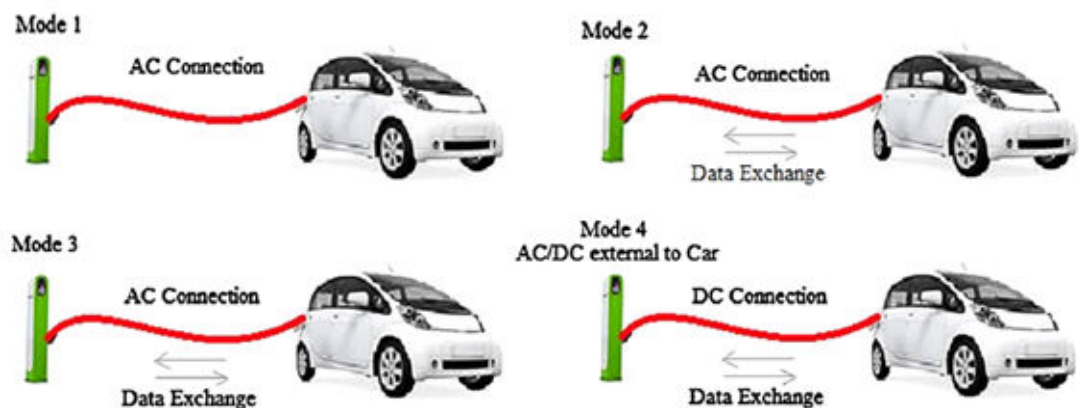
کاتد به آند می‌روند (از میان جداکننده) و چون این واکنش شیمیایی برگشت‌پذیر است باتری می‌تواند تخلیه شود. باتری لیتیوم یون شامل ۴ جزء اصلی است: کاتد، آند، جداکننده و الکترولیت. شکل (۱۱-۲) مکانیزم دشارژ در یک باتری لیتیوم-یون را نمایش می‌دهد [۳۰].



شکل ۱۱-۲ مکانیزم دشارژ در یک باتری لیتیوم-یون

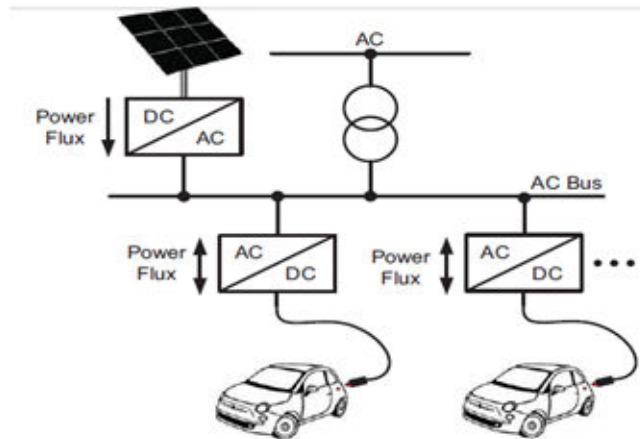
۲-۶ روش‌های شارژ باتری خودروی الکتریکی

سیستم شارژ خودروهای برقی بر اساس استاندارد بین‌المللی IEC 61851-1، ۴ حالت را شامل می‌شود [۳۱]:



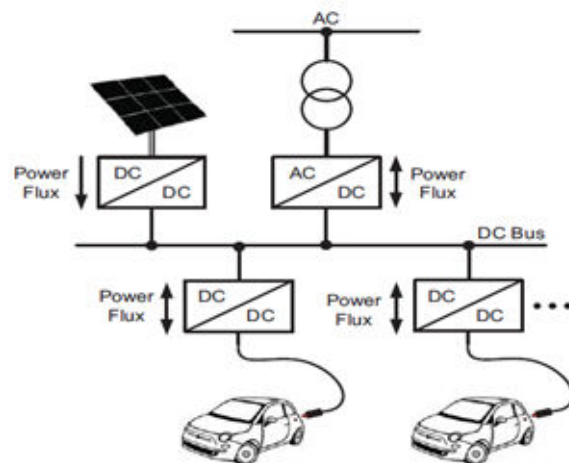
شکل ۱۲-۲ روش‌های اتصال خودرو الکتریکی به ایستگاه‌های شارژ [۳۰]

به طور کلی ساختار شارژ AC که در شکل (۲-۱۲) دیده می‌شود، برای خودروهای الکتریکی بر اساس یک باس AC برای فعال کردن و مدیریت انرژی میان شارژر باتری، سیستم انرژی تجدیدپذیر و شبکه AC است.



شکل ۲-۱۳ ساختار باس AC جهت شارژ خودروهای الکتریکی [۳۰]

در حقیقت سیستم های ذخیره ساز خودروهای الکتریکی نیاز دارند تا در نقطه DC شارژ مجدد شوند و اگر باس AC داشته باشیم ناگزیر از مبدل های با بهره روی پایین AC/DC استفاده می کنیم. همچنین تولیدات منابع تجدیدپذیر در باس DC توزیع می شود و در این مورد نیاز است تا به AC تبدیل شود. تبدیل DC/AC/DC برای منابع تجدیدپذیر تلفات بالایی دارد. برای حل این معضل مطابق شکل (۲-۱۳) از باس DC استفاده می کنند تا تلفات کاهش یابد. استفاده از باس DC راه مناسب تری است تا از منابع انرژی تجدیدپذیر استفاده کنیم. در فصل بعد سوابق پژوهشی مطرح شده در زمینه موضوع مورد مطالعه را بررسی می کنیم.



شکل ۱۴-۲ ساختار باس DC جهت شارژ خودروهای الکتریکی [۳۱]

۳ فصل سوم : مروری بر مطالعات پیشین

۳-۱ سوابق پژوهشی پیشین

خودروهای سبز یا به عبارتی خودروهای با سوخت پاک، خودروهایی هستند که از منابع تولید انرژی غیر فسیلی استفاده نموده و تولید آلودگی آنها یا صفر بوده یا بسیار اندک می‌باشد. برخی از این خودروها از هیدروژن برای تولید انرژی استفاده می‌نمایند. برخی دیگر با استفاده از انرژی الکتریکی تولید شده توسط PV که بر روی بدنه خودرو طراحی شده است، سبب کاهش آلودگی می‌شوند [۳۲]، [۳۳]. نوع متداولی از این خودروها نیز وجود دارد که به کمک شبکه برق شارژ شده و با انرژی ذخیره شده در باتری‌های خود حرکت پاک را به ارمغان آورده‌اند و در آینده‌ای نه چندان دور جایگزین خودروهای معمولی خواهند شد [۳۳]. هدف این پایان‌نامه معطوف به خودروهایی می‌باشد که باتری آنها در یک شبکه ایزوله شامل منابع تولید پراکنده بادی و خورشیدی شارژ می‌شود. مطابق شکل (۲-۹) این خودروها به دو دسته کلی خودروهای الکتریکی^۱ (EV) و خودروهای الکتریکی هیبریدی^۲ (HEV) دسته‌بندی می‌شوند [۴]. چنانچه این خودروها به وسیله شبکه برق شارژ شوند به خودروهای با اتصال الکتریکی (plug-in) مرسوم می‌باشند. بنابراین خودروهای اتصال الکتریکی در دو نوع الکتریکی کامل^۳ (PEV) و الکتریکی ترکیبی (PHEV) ساخته می‌شوند. مرجع [۱۱] به مدیریت استفاده از خودروهای PHEV موازی با هدف بهبود راندمان سوخت و کاهش میزان آلودگی با استفاده از منطق فازی پرداخته است. روش‌های مختلفی برای جایابی بهینه خودروهای الکتریکی ارائه شده است. گستره‌ی وسیعی از فرضیات و روش‌های بهینه‌سازی، از ترکیبات کلاسیکی چون برنامه‌ریزی خطی و غیرخطی تا تحلیل‌های مانند ژنتیک و اجتماع ذرات در تحقیقات مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در این راستا مطالعات انجام‌شده در زمینه سیستم‌های هیبرید متصل به شبکه و مستقل از شبکه مورد بررسی قرار می‌گیرد [۲۶-۲۸]. در مقاله موجود در مرجع [۳۰] تأثیرات PHEVها بر شبکه

¹ Electric Vehicle

² Hybrid Electric Vehicle

³ Plug-in Electric Vehicle

محلی وابسته به تعداد خودروها، تقاضای خودروها و تاثیر این تقاضا بر عرضه و تقاضای انرژی الکتریکی در نظر گرفته شده است. این مقاله با توجه به حجم خودروهای الکتریکی در نظر گرفته شده وارد مباحث مربوط به تاثیر PHEV بر شبکه‌ی بالادست و اثرات رزرو چرخان و مباحث بازار برق نشده است و همچنین قابلیت اطمینان آن را بررسی نکرده است. اثرات بنیادی PHEV ها بر اساس مشخصه‌ی آن‌ها بر روی شبکه توسط جناب Hadley پوشش داده شده است (مقاله موجود در مرجع [۲۹]). در این مرجع مشخصه‌ی PHEV به زیر بخش‌های مشخصه‌ی خودرو، مشخصه‌ی شارژ و زمان شارژ شدن PHEV تقسیم شده است. در مرجع [۲۱] تحلیل تاثیرات مثبت خودرو الکتریکی در عملکرد مثبت واحدهای سیستم و تاثیر الگوی رانندگی و ترافیک بلژیک بر روی شبکه‌ی توزیع مورد مطالعه قرار گرفته است. بخش اصلی این مطالعه بررسی پخش بار شبکه‌ی توزیع در حضور PHEV است. در این مطالعه بیان شده است که PHEV ها به شدت بر روی اصلاح ولتاژ و تلفات شبکه توزیع تاثیر می‌گذارند. اما در این مقاله توانایی توان‌دهی PHEV ها به شبکه و کمک به شبکه‌ی آن‌ها در نظر گرفته نشده است [۲۱]. مشکلات اتصال خودروی الکتریکی به شبکه توزیع معطوف به زمان شارژ و دشارژ PHEV ها و تعداد آنها می‌باشد. جناب Shao و همکاران در مقاله موجود در مرجع [۲۲]، بر روی تاثیرات شارژ PHEV ها بر روی یک فیدر مشترک در شبکه‌ی توزیع Blacksburg 25kVA تحقیق انجام داده‌اند. این شبکه دارای تعدادی خانه و PHEV بوده و دو نوع الگوریتم شارژ و مصرف برای PHEV ها در نظر گرفته شده است. در این مطالعه بر روی برنامه‌ریزی پیشرفته و هوشمند شارژ و مصرف انرژی ذخیره شده در باتری PHEV ها تاکید شده است ولی برای شارژ باتری‌ها زمانی در نظر نگرفته شده است. یکی از مشکلات اساسی دیگر این مطالعه محدود بودن تعداد PHEV و المان‌های آن می‌باشد [۲۲]. این مرجع یک پل میان محاسبات مشارکت امنیت واحدها و تکنولوژی خودروی قابل اتصال به شبکه^۱ (V2G) به جهت حل مسئله امنیت واحدها با هدف مینیمم‌سازی تابع هزینه و

^۱ Vehicle to Grid

آلودگی برقرار شده است، در این مرجع V2G ها بعنوان نیروگاه‌های کوچک قابل اتصال به شبکه در نظر گرفته می‌شود. در مرجع [۲۳] بهینه‌سازی به منظور کاهش هزینه بهره‌برداری شبکه و کاهش آلودگی انجام شده است. این مسئله پیچیده بهینه‌سازی از طریق الگوریتم PSO حل شده است. در این مرجع الگوریتم PSO، جستجوی محلی و جامع را بصورت متعادل انجام داده است بنابراین امکان بهینگی در نقطه محلی و عدم حصول نقطه بهینه جامع کم می‌شود. با توجه به مسئله حل شده واضح است که وارد شدن V2G به شبکه هزینه بهره‌برداری و آلودگی را کاهش می‌دهد و همچنین رزرو و قابلیت اطمینان شبکه را بالا می‌برد [۲۳]. در این مرجع جایابی پارکینگ‌های گسترده به منظور کاهش تلفات در شبکه مورد استفاده قرار گرفته است. در اینجا تابع هدف شامل توان اکتیو و راکتیو است که از طریق الگوریتم ژنتیک بهینه شده است. در محاسبات پخش بار از روش رفت و برگشتی استفاده شده است. همچنین تاثیر تعداد پارکینگ‌ها و نرخ شارژ باتری‌ها در مقاله موجود در مرجع [۲۴] تحقیق شده است. در مرجع [۲۵] جایابی پارکینگ‌های گسترده به منظور کاهش تلفات در شبکه مورد استفاده قرار گرفته است. در اینجا پارکینگ‌های گسترده بعنوان بارهای ثابت در نظر گرفته شده است که از طریق روش‌های عددی بهینه شده است. همچنین سطح ولتاژ نیز در نظر گرفته شده است و تاثیر روش عددی بر کاهش حجم مطالعات و کاهش زمان بهینه‌سازی در این مقاله بررسی شده است [۲۵].

در مرجع [۲۶] نشان داده شده است که شارژ کردن بهینه (بصورت کنترل مرکزی) نسبت به شارژ کردن تصادفی ارزان‌تر است و نفوذپذیری EV سیستم را افزایش می‌دهد. در مرجع [۲۷] شبیه‌سازی برپایه دو سناریو با دو ساختار مختلف اجرا شده است.

۱- زیربنای کامل^۱: قابلیت شارژ خودروها در هر مکانی وجود دارد.

^۱ Perfect Infrastructure

۲- زیربنای معتدل^۱: قابلیت شارژ خودروها تنها در محل‌های خاصی وجود دارد.

هزینه تولید با زیربنای معتدل کمی گران‌تر است (در حد یک در صد). به دلیل افزایش تعداد PHEV ها در سیستم حمل و نقل جهانی و افزایش ظرفیت ذخیره آن‌ها، در مورد استفاده از پارکینگ‌های گسترده شهری از دیدگاه ریاضی توضیح داده شده است. به منظور برنامه‌ریزی زمانی انرژی موجود در PHEV ها از روش PSO استفاده شده است. PSO از اطلاعات قبلی ذخیره شده در سیستم جهت به دست آوردن جواب بهینه استفاده می‌کند. هر تغییری در سیستم به صورت اطلاعات جدید ذخیره می‌گردد و برنامه‌ی بهینه‌سازی دوباره اجرا می‌گردد تا نقطه کار آن تعیین شود. در این مدل قیودی همچون قیمت انرژی، ظرفیت باقی مانده‌ی باتری و زمان باقی مانده جهت شارژ باتری در نظر گرفته شده است. در این مقاله نشان داده شده است که این روش بهینه‌سازی و تعریف مسئله توسط روش PSO سریعتر از روش GA به جواب خواهد رسید و پیاده‌سازی آن نیز راحت‌تر می‌باشد. مشکل اصلی، این است که (به دلیل استفاده از روش PSO) لزوماً رسیدن به جواب، قطعی نخواهد بود و ممکن است مسئله یا بدون جواب باشد و یا در نقطه‌ی اکسترمم نسبی قرار بگیرد [۲۷].

در مرجع [۲۸] مطالعاتی در مورد تاثیر PHEV بر شبکه‌ی توزیع و مدل کردن آن صورت گرفته است. این تاثیرات با استفاده از ترکیب الگوی رانندگی، مشخصه‌ی شارژ، زمان شارژ کردن و تعداد خودروهای الکتریکی انجام گرفته است. در این مقاله مدلی جهت احتمال حضور و دسترسی توان ذخیره شده در این خودروها جهت تزریق به شبکه ارائه شده است و قابلیت اطمینان این موضوع تعیین نشده است [۲۸]. در این مرجع [۲۹] جایابی بهینه نیروگاه‌های بادی دور از شبکه با در نظر گرفتن محدودیت خطوط انتقال واصل بین این نیروگاه‌ها و شبکه نشان داده است. تعیین ظرفیت و جایابی نیروگاه‌های بادی در یک شبکه ۱۴ باسه IEEE، با داشتن اطلاعات سرعت باد و بار یکسال، در

^۱ moderate Infrastructure

تقابل با هزینه خط بهینه شده است، نتایج نشان می‌دهند در برخی از سایت‌ها با توجه به پروفیل باد
احداث خط جدید و در برخی موارد کاستن از توان باد به جای احداث خط جدید مقرون به صرفه
است [۲۹].

۴ فصل چهارم : مدل سازی منابع تولید پراکنده

۴-۱ مقدمه

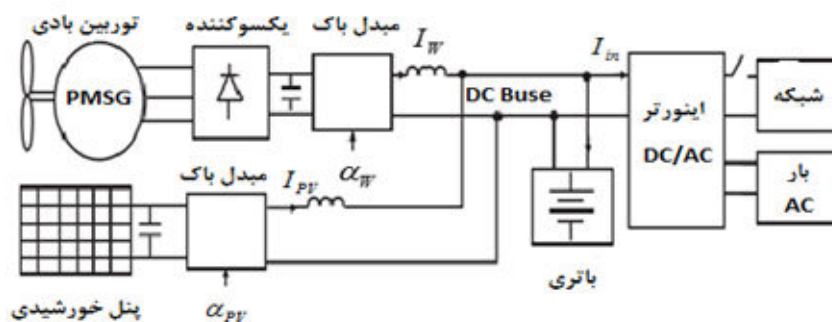
اتصال خودروهای الکتریکی به شبکه علاوه بر مزایایی چون استفاده از توان الکتریکی باتری این خودروها، در پیک‌سای و کاهش هزینه تولید شبکه، معایبی چون ایجاد پدیده‌های گذرا و تحمیل پدیده‌های نامطلوب کیفیت توان در شبکه را دارد. بر این اساس سیاست‌های توسعه خودروهای الکتریکی از آرایش اتصال این خودروها به منابع انرژی مستقل از شبکه (جزیره‌ای) و از نوع تجدیدپذیر حمایت می‌کنند. از طرف دیگر چون در بیشتر ایستگاه‌های شارژ خودروهای الکتریکی (بطور مثال در جاده‌ها) دسترسی به شبکه قدرت وجود ندارد مطالعه ایستگاه‌های شارژ خودروهای الکتریکی مبتنی بر منابع تجدیدپذیر ارزنده می‌باشد.

برای اتصال خودروهای الکتریکی به منابع هیبریدی خورشیدی-بادی در حالت جزیره‌ای تکنیک‌های بسیاری معرفی شده است. با توجه به اینکه منبع خورشیدی و بادی برای ایستگاه شارژ خودروی الکتریکی جزء منابع مقیاس کوچک محسوب می‌گردد، روش مرسوم در خصوص بهره‌برداری از این دو منبع به این ترتیب است که خروجی هر یک از منابع توان الکتریکی خود را به صورت DC تولید نموده و در نهایت توان‌های تولیدی در یک باس DC موسوم به Link DC با یکدیگر جمع می‌گردند [۲۶]. مشخصه Link DC برای کسب بیشترین توان حائز اهمیت بسیاری است. در ادامه با مدل‌سازی و مشخصات خروجی دو منبع تولید پراکنده بادی و خورشیدی و آثار آن بر Link DC بحث می‌گردد.

۴-۲ مشخصه نیروگاه‌های خورشیدی مبتنی بر ماژول PV

همانطور که قبلاً نیز اشاره شد، مشخصه خروجی ماژول فتوولتائیک به دلیل ماهیت غیرخطی تغییرات ولتاژ و جریان خروجی پنل فتوولتائیک می‌باشد و این موضوع خود عامل دور شدن توان خروجی از نقطه بیشینه توان در حالت عملکرد عادی و کاهش بازده این نیروگاه‌ها می‌گردد [۵]. تغییرات غیرخطی مشخصه خروجی سلول‌های خورشیدی، بر اثر زاویه قرارگیری پنل‌ها، شرایط جوی،

میزان تابش، وضعیت تابش خورشید و دمای پنل در شرایط مختلف جوی و توان اخذ شده از نیروگاه، ایجاد می‌گردد. از طرف دیگر تعقیب نقطه بیشینه توان به دلیل هزینه‌های بالای ساخت پنل خورشیدی الزامی است. با وجود هزینه بالای ساخت ماژول‌های کریستالی PV در شرایطی که بهره‌برداری از آنها توام با اخذ توان حداکثری باشد، استفاده از آنها توجیه اقتصادی دارد [۵]. بنابراین لزوم ردیابی نقطه توان حداکثر مطرح و اهمیتی مضاعف می‌یابد. لازم به ذکر است در این پایان‌نامه هدف، اخذ بیشترین توان از محل اتصال دو نیروگاه خورشیدی و بادی است و برای تعیین بهترین الگوریتم ردیاب نقطه بیشینه توان می‌بایست مشخصات فنی هر کدام از منابع تجدیدپذیر را به دقت مطالعه و در مدل‌سازی نیروگاه تلفیقی خورشیدی-بادی نشان داد، تا نتایج بدست آمده از خروجی برنامه کامپیوتری و پژوهش پیش رو مستند و قابل اعتماد باشد. شکل (۴-۱) نمایی از اتصال ذکر شده را که در مرجع [۳۶] ارائه شده است، نمایش می‌دهد. همانطور که در این شکل دیده می‌شود محل ارتباط دو نیروگاه خورشیدی و بادی لینک DC است. گفتنی است خازن متصل به این قسمت وظیفه بهبود ولتاژ DC از نظر کاهش نوسانات ولتاژ را دارد. هر چه ولتاژ در این مرحله مشخصه هموار و به اصطلاح صافتر^۱ داشته باشد، اینورتری که در مرحله بعد نصب شده است، خروجی و شرایط عملکرد بهتر خواهد داشت.

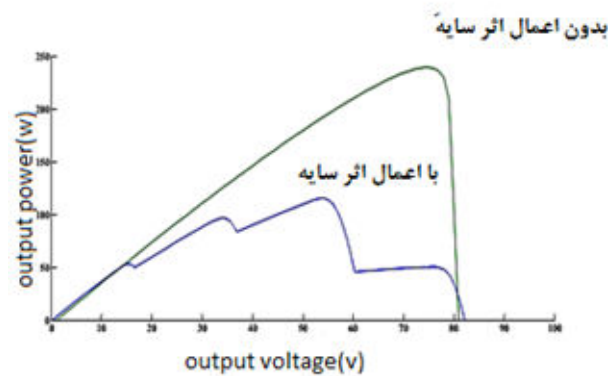


شکل ۴-۱ آرایش اتصال منابع خورشیدی-بادی به لینک DC در وضعیت جزیره‌ای و متصل به شبکه [۳۶]

^۱ Smooth

جهت دستیابی به توان حداکثر در یک ماژول فتوولتائیک، باید از یک ردیاب نقطه توان حداکثر استفاده گردد. این ردیاب، توان حداکثر ماژول را استخراج و به بار تحویل می‌دهد. با توجه به مشخصه ولتاژ-توان سلول فتوولتائیک، فقط در یک نقطه می‌توان بیشترین توان را از آن دریافت نمود. گفتنی است این نقطه وابستگی زیادی نیز به مشخصه و جریان بار دارد. شکل (۴-۲) مشخصه توان-ولتاژ ماژول فتوولتائیک را که از مرجع [۱۳] اقتباس شده است، در شرایط وجود و عدم وجود سایه نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که هر پنل خورشیدی از مجموعه سلول‌های خورشیدی که با هم به صورت سری و موازی قرار گرفته‌اند، تشکیل می‌شود. در صورتی که یکی از سلول‌ها در معرض تابش اشعه انرژی‌دار قرار نگیرد و یا اینکه میزان تابش اشعه به آن کاهش یابد، جریان خروجی از آن سلول خاص کاهش می‌یابد و این محدودیت جریان، جریان سلول‌های سری شده با آن سلول را کاهش می‌دهد. یعنی عملاً با مشاهده سایه توسط یک سلول، محدودیت تولید و یا کاهش میزان جریان تولیدی در چند سلول یک پنل خورشیدی اتفاق می‌افتد و این موضوع عملاً موجب کاهش بازده پنل خورشیدی می‌گردد.

بر این اساس است که عدم وجود سایه بر سلول‌های فتوولتائیک اهمیت می‌یابد. اثر سایه می‌تواند بر اثر ساختمان‌ها، درختان، آلودگی‌های محیطی، سایه ابر و غیره به وجود آید. بنابراین از مشخصه‌های ذاتی نیروگاه‌های خورشیدی مبتنی بر ماژول PV مشخصه $W-V$ یا توان خروجی به ولتاژ خروجی می‌باشد که در شکل (۴-۲) به همراه اثر سایه نشان داده شده است. به کمک این تصویر می‌توان دید چگونه اثر سایه، توان کل پنل خورشیدی را کاهش و تحت تاثیر خود قرار می‌دهد. لازم به ذکر است قله‌های کوچک‌تر هر یک به دلیل اثر سایه بر سلول‌های مختلف یک پنل خورشیدی به وجود می‌آید. همچنین تعقیب نقطه حداکثر توان در شرایطی که پنل خورشیدی اثر سایه را تجربه می‌کند، دشوارتر می‌گردد.



شکل ۲-۴ مشخصه توان خروجی-ولتاژ خروجی نیروگاه خورشیدی مبتنی بر PV و با اعمال شرایط سایه

۳-۴ شرایط بهینگی شارژ خودروهای الکتریکی

۱-۳-۴ مشخصه نیروگاه خورشیدی

همان طور که در بخش قبل نیز ذکر شد، در مدل سازی نیروگاه تلفیقی خورشیدی-بادی اعمال مشخصه ذاتی هر یک از منابع بسیار مهم می باشد و دقت در این خصوص ارزش مطالعه پیش رو را نشان می دهد. در مدل سازی انجام شده پنل خورشیدی برای دستیابی به یک برازش دقیق تر از منحنی p-v یک تابع چند جمله ای از مرتبه چهار در نظر می گیریم: [۱۵]

$$P_{PV} = P_1 V_{PV}^4 + P_2 V_{PV}^3 + P_3 V_{PV}^2 + P_4 V_{PV} + P_5 \quad (۱-۴)$$

که در آن مشخصه $P - T_C$ از روابط زیر حاصل می شود. [۱۵]

$$P_1 = 5.75 * 10^{-7} T_C^2 - 2.3 * 10^{-5} T_C - 2.08 * 10^{-3} \quad (۲-۴)$$

$$P_2 = -4 * 10^{-5} T_C^2 + 1.17 * 10^{-3} T_C + 0.101 \quad (۳-۴)$$

$$P_3 = 7.25 * 10^{-4} T_C^2 - 1.26 * 10^{-2} T_C - 1.9 \quad (۴-۴)$$

$$P_4 = -4.08*10^{-3}T_C^2 + 2.37*10^{-2}T_C + 19.35 \quad (۵-۴)$$

$$P_5 = 4.18*10^{-3}T_C^2 + 3.4*10^{-2}T_C - 12.4 \quad (۶-۴)$$

شکل (۳-۴) نمایی از نتیجه خروجی مشخصه پنل خورشیدی که تغییرات دمائی از ۰ الی ۲۵ درجه سانتی‌گراد و دامنه ولتاژی از ۰ الی ۱۰۰ ولت DC را تجربه می‌کند را نشان می‌دهد. در حقیقت برای تعقیب نقطه بیشینه توان در پنل خورشیدی باید این مشخصه، به برنامه کامپیوتری بهینه‌سازی یا ردیاب بیشینه توان داده شود. در این قسمت باید ذکر کرد، مشخصه ترسیمی در شکل (۳-۴) هنوز خام می‌باشد و باید آثار دیگر نیروگاه تلفیقی خورشیدی-بادی به آن افزوده شود تا شکل واقعی به خود بگیرد. در ادامه این آثار گام به گام به مدل افزوده می‌گردد.

تابع در نظر گرفته شده برای رسیدن به این هدف بر اساس معادلات اقباس شده از مرجع [۱۵] به صورت زیر تعریف می‌شود:

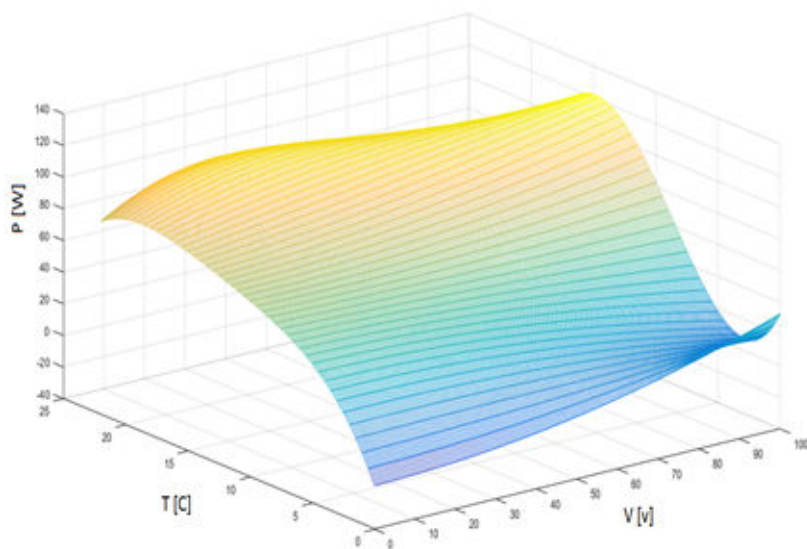
$$(۶-۴)$$

$$f = (5.75*10^{-7}T_C^2 - 2.3*10^{-5}T_C - 2.08*10^{-3}) \times V^4 + (-4*10^{-5}T_C^2 + 1.17*10^{-3}T_C + 0.101) \times V^3 + (7.25*10^{-4}T_C^2 - 1.26*10^{-2}T_C - 1.9) \times V^2 + (-4.08*10^{-3}T_C^2 + 2.37*10^{-2}T_C + 19.35) \times V + (4.18*10^{-3}T_C^2 + 3.4*10^{-2}T_C - 12.4)$$

با استفاده از معادله (۶-۴) مشخصه سه بعدی ولتاژ-دما-توان فتوولتائیک به صورت شکل (۴-۴)

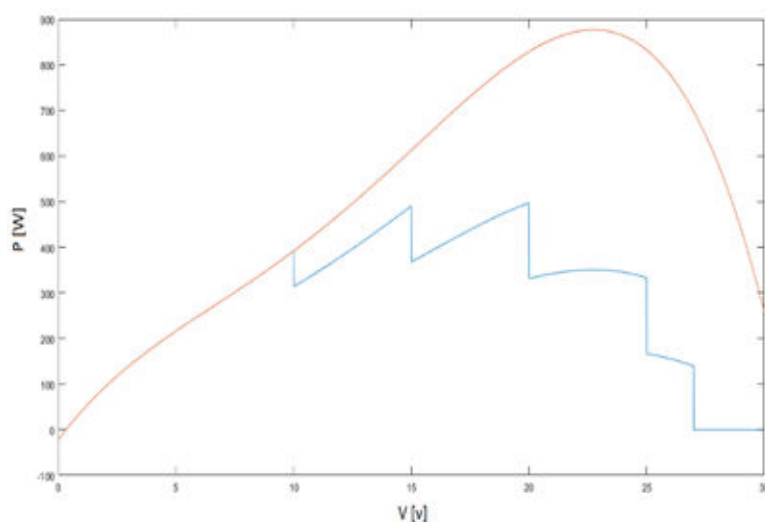
(۳) ترسیم می‌شود:

برای مدل‌سازی دقیق نیروگاه خورشیدی می‌بایست اثر سایه (قبلاً اشاره شد) نیز در مدل‌سازی دیده شود. لذا در این مطالعه اثر سایه نیز مطابق شکل (۴-۴) در نظر گرفته شده است.



شکل ۳-۴ مشخصه سه بعدی ولتاژ-دما-توان فتوولتائیک

همان طور که قبلاً نیز ذکر شد، در شکل (۴-۴) مشاهده می‌شود در اثر افزودن سایه به سلول-های پنل خورشیدی، کاهش قابل توجه در توان خروجی تولیدی آن دیده می‌شود و این عامل به این معنی است که اعمال سایه به یک و یا چند سلول، عملاً چندین سلول سری شده با آنها را درگیر می-کند و در نهایت پنل خورشیدی از بازده نهایی خود فاصله می‌گیرد. لازم به ذکر است شدت سایه (که گاهی اوقات موجب می‌شود جریان تولیدی سلول به نزدیک صفر برسد) نیز سهم زیادی در کاهش توان پنل دارد که در اینجا، پیرامون آن توضیحی داده نخواهد شد.



شکل ۴-۴ مشخصه توان-ولتاژ ماژول فتوولتائیک با اعمال اثر سایه

۲-۳-۴ مشخصه نیروگاه بادی

تا به اینجا آثار پنل خورشیدی به صورت کامل به مدل نیروگاه خورشیدی-بادی افزوده شد. در این بخش برای بررسی اثر نیروگاه بادی بر لینک DC این نیروگاه نیز اضافه خواهد شد. چرا که قرار است در وضعیت جزیره‌ای نیروگاه خورشیدی-بادی برای شارژ باتری خودروهای الکتریکی بیشترین توان یا MPPT را تعقیب نماید. لینک DC بخشی از نیروگاه خورشیدی-بادی است که کنترل‌کننده مربوط به اخذ نقطه بیشینه توان نیروگاه، از این نقطه فیدبک خود را اخذ می‌نماید. به عبارتی کنترل کلیدهای الکترونیک قدرت (تولید کننده پالس‌های گیت IGBT ها موسوم به مودولاسیون PWM) موجود در اینورتر تک‌فاز و یا سه‌فاز و زمان استمرار عملکرد کلید^۱ در مبدل DC به a_w و a_{pv} در شکل (۴-۱)، نقاطی هستند که کنترل‌کننده نیروگاه خورشیدی-بادی عملیات کنترلی خود را بر روی آنها انجام می‌دهد و از مباحثی است که در این پایان‌نامه به دلیل بسیار مبسوط بودن بحث، صحبت نمی‌شود. مطابق شکل (۴-۱) در یک نیروگاه خورشیدی-بادی ابتدا توربین‌های بادی و پنل-های خورشیدی انرژی خود را به ترتیب از خورشید و باد دریافت می‌کنند. سپس این انرژی به جریان مستقیم تبدیل می‌شود (نیروگاه خورشیدی مستقیماً و نیروگاه بادی با کمک یک یکسوکننده جریان DC به ما می‌دهد) و پس از آن به کمک دو عنصر واسط زیر انرژی تولیدی به خودروی الکتریکی تزریق می‌گردد:

۱- اینورتر سه‌فاز (برای تزریق توان به شبکه انتقال یا توزیع) و یا اینورتر تک‌فاز (برای تزریق توان به شبکه خانگی یا مصارف کوچک) عملیات تولید سیگنال AC از ورودی DC خود، کنترل فرکانس و کنترل ولتاژ را برعهده می‌گیرد.

۲- چارپا یا مبدل DC به DC نیز وظیفه تامین جریان از منابع بادی و خورشیدی با کنترلی که بر a_w و a_{pv} برعهده می‌گیرد.

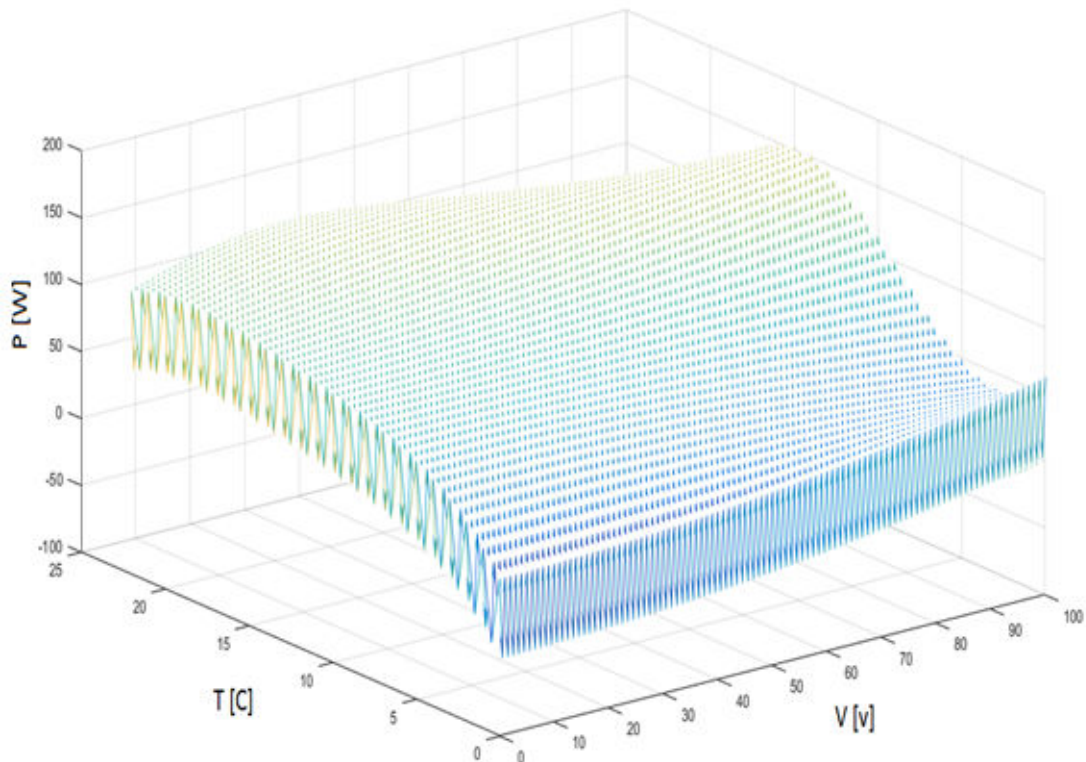
^۱ Duty Cycle

دو کنترل‌کننده ذکر شده بر اساس فیدبکی که از تعقیب‌کننده پیشینه توان (در این پژوهش هدف قرار داده شده است) دریافت می‌کنند، عمل می‌کنند.

اثر شاخص توربین بادی بر مجموعه نیروگاهی خورشیدی-بادی را می‌توان نوسانات انرژی باد ذکر کرد. این نوسانات، نوسانات توان خروجی توربین بادی را موجب می‌گردد. در اینجا لازم است خاطر نشان شود، هر چه مقیاس توربین بادی کوچکتر باشد، اثر نوسانات توان به دلیل کوچک بودن جرم آلات دوران‌کننده و اینرسی چرخشی روتور، گیربکس و پره به مراتب بیشتر خواهد بود. در این مطالعه چون هدف تامین انرژی برای یک ایستگاه شارژ خودروی الکتریکی به صورت جزیره‌ای می‌باشد، ناگزیر توربین یا توربین‌های بادی مستقر مقیاس کوچک خواهند بود و بر این اساس منبع انرژی خورشیدی-بادی نوسانات شدیدتری از انرژی باد را مشاهده خواهد نمود. این نوسانات اثر پراهمیتی بر دامنه ولتاژ لینک DC می‌گذارد. شکل (۴-۵) اثر این نوسانات دینامیکی توان باد بر سطح ولتاژ لینک DC در مدل‌سازی پژوهش پیش‌رو را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است در این تصویر اثر نیروگاه خورشیدی که در بخش قبل بحث گردید (البته بدون اثر سایه) نیز مشاهده می‌گردد.

برای در نظر گرفتن اثر توربین بادی با توجه به مرجع [۱۰] و شکل ۲-۸ تابع زیر را که یک تابع با تغییرات نوسانی است و اثرات نوسان باد را به خوبی نشان می‌دهد در نظر می‌گیریم:

$$f = 15 \times (\cos 2\pi * T_c) \times 2 \times (\cos 2\pi * V) \quad (۴-۷)$$



شکل ۴-۵ مشخصه ولتاژ-دما-توان نیروگاه ترکیبی خورشیدی-بادی همراه با اثر نوسانات توان نیروگاه بادی

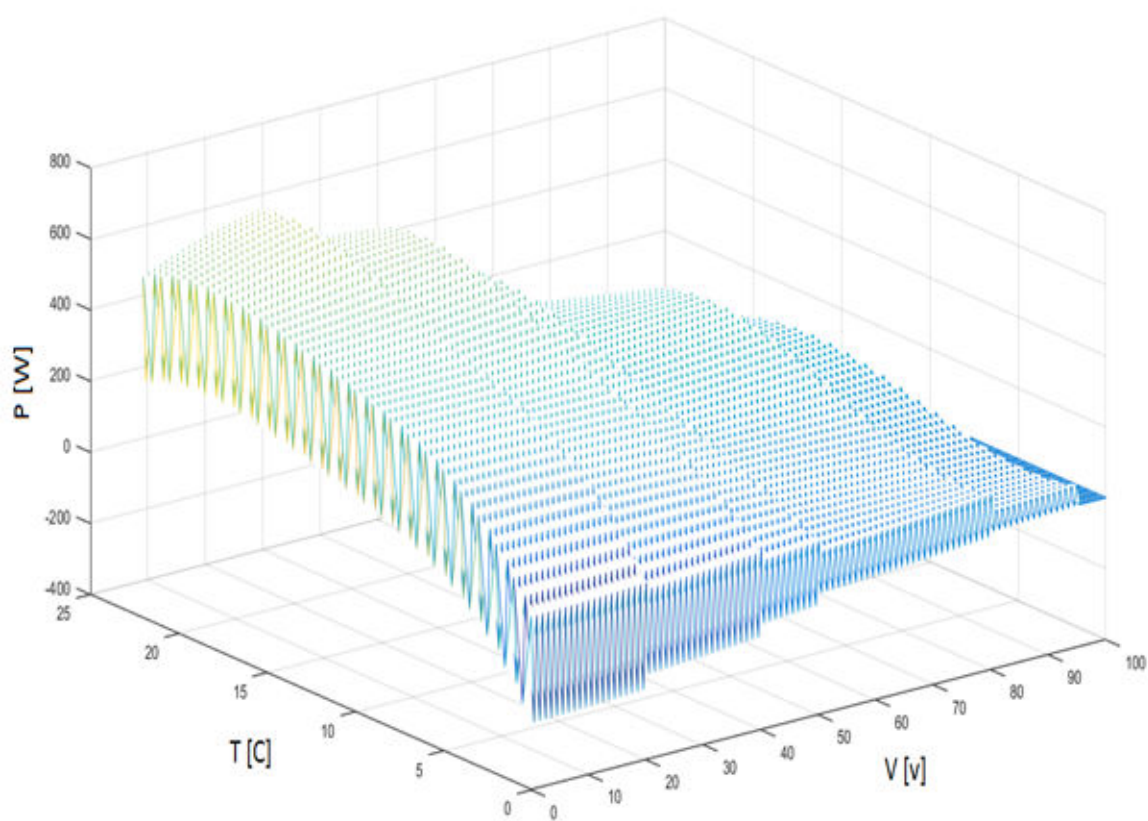
گفتنی است شرط اخذ بیشترین توان از لینک DC مشترک بین نیروگاه خورشیدی و بادی، منوط به اعمال مشخصات ذاتی دو نیروگاه بر آن است. در این مرحله با تضمین صحت تابع خروجی نیروگاه خورشیدی-بادی بحث یافتن نقطه بیشینه توان معنا پیدا می‌کند. شکل (۴-۶) مدل نهایی و تابع خروجی نیروگاه ترکیبی خورشیدی-بادی با اعمال اثر نوسانات باد و سایه در مازول‌های خورشیدی را نشان می‌دهد.

در شکل (۴-۶)، مشخصه نهایی ولتاژ-دما-توان نیروگاه ترکیبی خورشیدی-بادی در لینک DC می‌باشد. همانطور که قبلاً نیز ذکر گردید، این مشخصه اهمیت بسیاری در تعیین الگوریتم برتر در ردیابی بیشینه توان نیروگاه خورشیدی-بادی دارد. لازم به ذکر است نوسانات باد ماهیت تصادفی داشته و بر این اساس معمولاً برای مطالعات بهره‌برداری، دینامیکی و حفاظت نیروگاه بادی از تابع تصادفی در مدل‌سازی توربین بادی استفاده می‌شود. در این مطالعه با توجه به اینکه می‌بایست

الگوریتم‌های بهینه‌ساز در استخراج نقطه بیشینه توان مقایسه شوند و موفق‌ترین الگوریتم معرفی گردد، لازم است مشخصه نوسانات نیروگاه بادی فرمی ثابت به خود داشته باشد. چرا که اگر از تابع تصادفی و احتمالی برای نمایش تولید نیروگاه بادی استفاده شود، الگوریتم‌های بهینه‌ساز دارای ورودی‌های غیر یکسان خواهند بود و معیار مقایسه از بین خواهد رفت. شکل (۴-۶) اثر یکنواخت نوسانات توان نیروگاه بادی بر مشخصه خروجی نیروگاه خورشیدی-بادی در این پژوهش را به روشنی نشان می‌دهد. این تابع جهت بررسی الگوریتم‌های نقطه بیشینه توان در ادامه مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین با توجه به معادلات ۴-۶ و ۴-۷ تابع نهایی در لینک DC به صورت به صورت زیر خواهد بود:

$$f = (5.75 * 10^{-7} T_c^2 - 2.3 * 10^{-5} T_c - 2.08 * 10^{-3}) \times V^4 + (-4 * 10^{-5} T_c^2 + 1.17 * 10^{-3} T_c + 0.101) \times V^3 + (7.25 * 10^{-4} T_c^2 - 1.26 * 10^{-2} * T_c - 1.9) \times V^2 + (-4.08 * 10^{-3} T_c^2 + 2.37 * 10^{-2} T_c + 19.35) \times V + (4.18 * 10^{-3} T_c^2 + 3.4 * 10^{-2} T_c - 12.4 + 15 \times (\cos 2\pi * T_c) \times 2 \times (\cos 2\pi * V)) \quad (۴-۸)$$

مشخصه ولتاژ-دما-توان نیروگاه ترکیبی خورشیدی-بادی با اعمال اثر نوسانات توان نیروگاه بادی و اثر سایه در نیروگاه خورشیدی به صورت زیر در می‌آید:

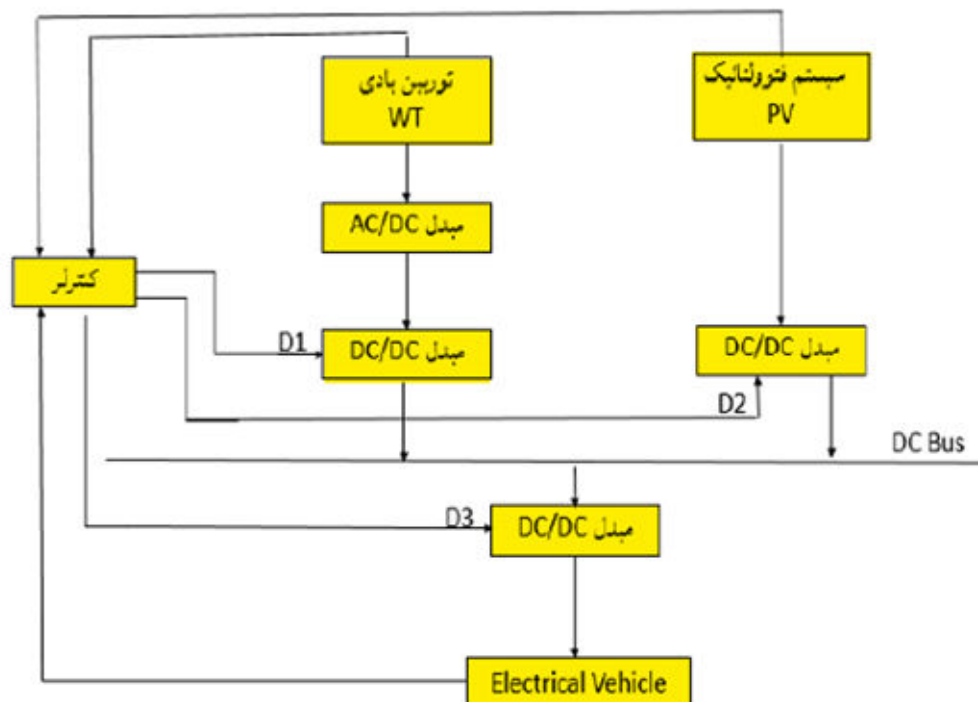


شکل ۴-۶ مشخصه ولتاژ-دما-توان نیروگاه ترکیبی خورشیدی-بادی همراه اثر نوسانات توان نیروگاه بادی و اثر سایه در نیروگاه خورشیدی

۵ فصل پنجم: شبیه سازی سیستم مورد مطالعه

۵-۱ مقدمه

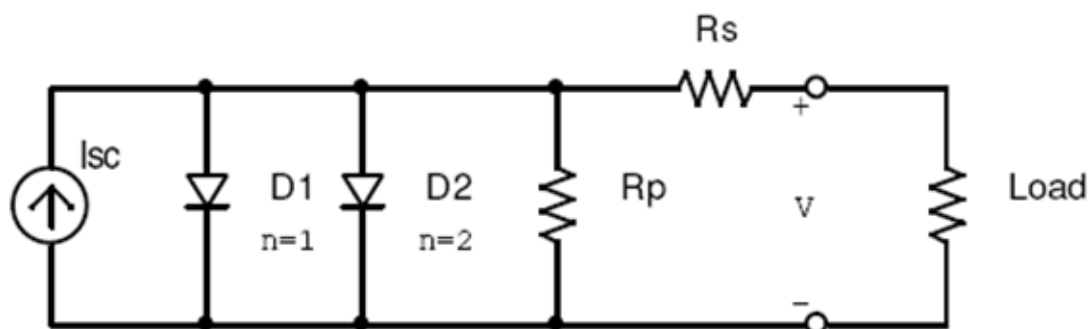
برای اتصال خودروهای الکتریکی به منابع هیبریدی خورشیدی-بادی در حالت جزیره‌ای تکنیک‌های بسیاری معرفی شده است. با توجه به اینکه منبع خورشیدی و بادی برای ایستگاه شارژ خودروی الکتریکی جزء منابع مقیاس کوچک محسوب می‌گردد، روش مرسوم در خصوص بهره‌برداری از این دو منبع به این ترتیب است که خروجی هر یک از منابع توان الکتریکی خود را به صورت DC تولید نموده و در نهایت توان‌های تولیدی در یک باس DC موسوم به Link DC با یکدیگر جمع می‌گردند [۲۶]. مشخصه Link DC برای کسب بیشترین توان حائز اهمیت بسیاری است. در ادامه با مدل-سازی و مشخصات خروجی دو منبع تولید پراکنده بادی و خورشیدی و آثار آن بر Link DC بحث می‌گردد. برای این منظور سیستمی به شکل مقابل در نظر می‌گیریم و آن را شبیه‌سازی می‌کنیم. در این سیستم که شامل توربین بادی، سلول خورشیدی، شارژر و باتری است هر قسمت را به طور جداگانه معرفی و معادلات و نمودارهای آنان را بررسی می‌کنیم.



شکل ۵-۱ آرایش کلی سیستم شارژ باتری با استفاده از PV, WT

۵-۲ مدل سازی سلول خورشیدی

استفاده از مدار الکتریکی معادل برای سلول خورشیدی دسترسی به مشخصه های آن را امکان پذیر می کند. در این روش، مدل مداری در محیط SIMULINK نرم افزار MATLAB پیاده سازی شده است. مدل مداری دقیق سلول خورشیدی به صورت زیر است.

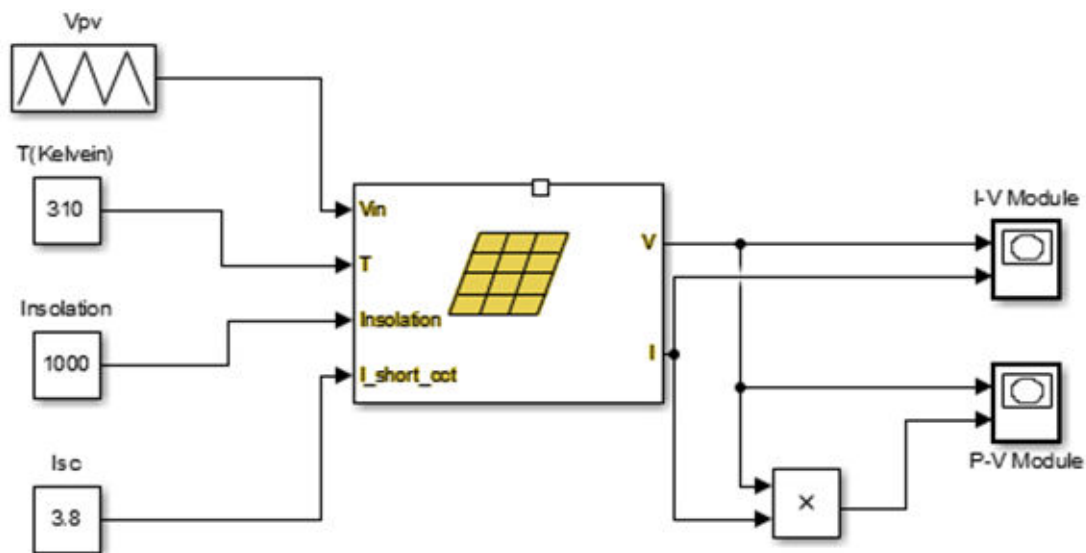


شکل ۵-۲ مدار معادل دقیق سلول خورشیدی

بر اساس مدار معادل سلول خورشیدی معادله ولتاژ بر حسب جریان آن به صورت زیر نوشته می شود.

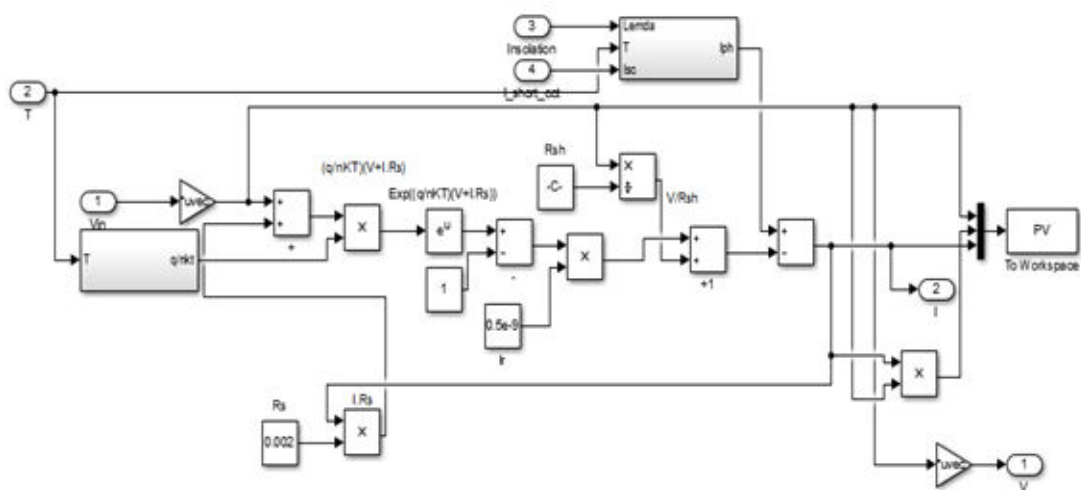
$$I = I_{SC} - I_0 \left(e^{\frac{q(V + IR_s)}{nKT}} \right) - \frac{V + IR_s}{R_p} \quad (۱-۵)$$

با توجه به معادلات سلول خورشیدی می توانیم آن را به صورت زیر در محیط SIMULINK مدل کنیم.



شکل ۳-۵ شبیه سازی سیستم فتوولتائیک در محیط نرم افزار MATLAB

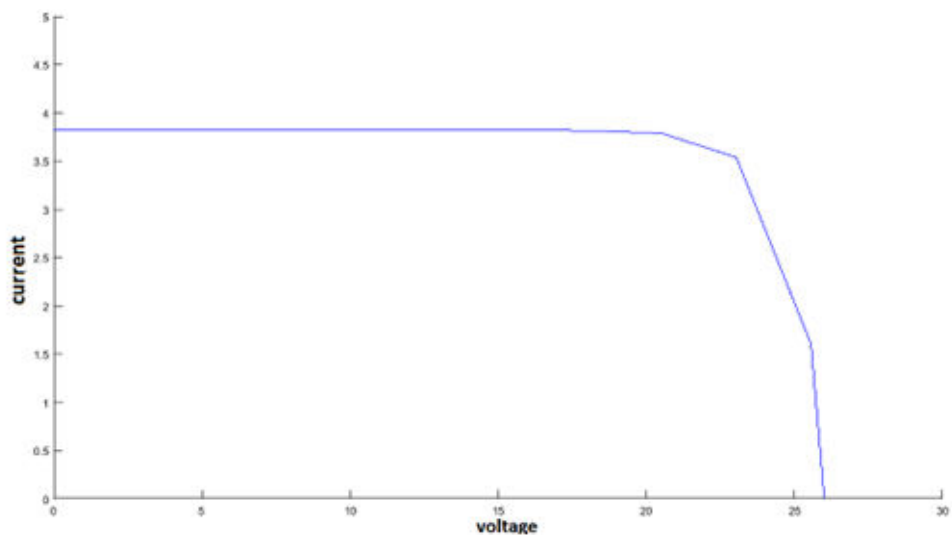
در شبیه سازی شکل (۳-۵) زیر سیستم سلول خورشیدی به صورت زیر مدل می شود.



شکل ۴-۵ مدار معادل سیستم فتوولتائیک

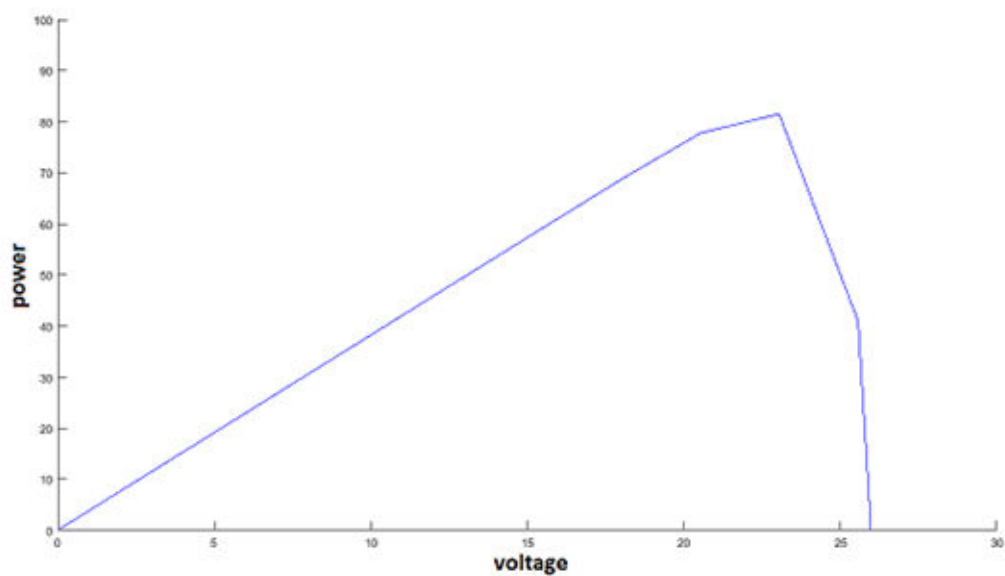
بنابراین منحنی جریان بر حسب ولتاژ سلول خورشیدی برای شدت تابش ۱۰۰۰ و دمای ۲۱۰

درجه کلوین به شکل زیر است:



شکل ۵-۵ مشخصه ولتاژ بر حسب جریان سیستم فتوولتائیک

و منحنی توان بر حسب ولتاژ به صورت زیر است. همانطور که از شکل پیداست مقدار توان در هر لحظه از ضرب ولتاژ در جریان محاسبه می شود و در یک ولتاژ خاص بیشترین توان ممکن از سلول خورشیدی دریافت می شود.



شکل ۵-۶ مشخصه توان بر حسب ولتاژ سیستم فتوولتائیک

۳-۵ مدل توربین بادی

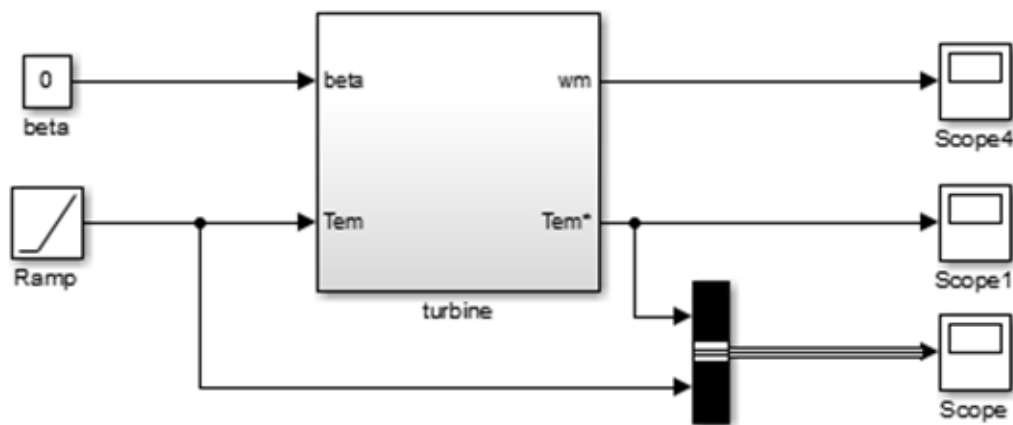
توان مکانیکی در دسترس برای توربین بادی سرعت متغیر از طریق رابطه زیر محاسبه می شود.

$$P_w = \frac{1}{2} * C_p * \rho * A_r * V_w^3 \quad (۲-۵)$$

که در آن C_p ضریب توان ، A_r سطح مقطع پره های رتور ، ρ چگالی هوا ، V_w سرعت باد است. همچنین گشتاور به صورت زیر تعریف می شود.

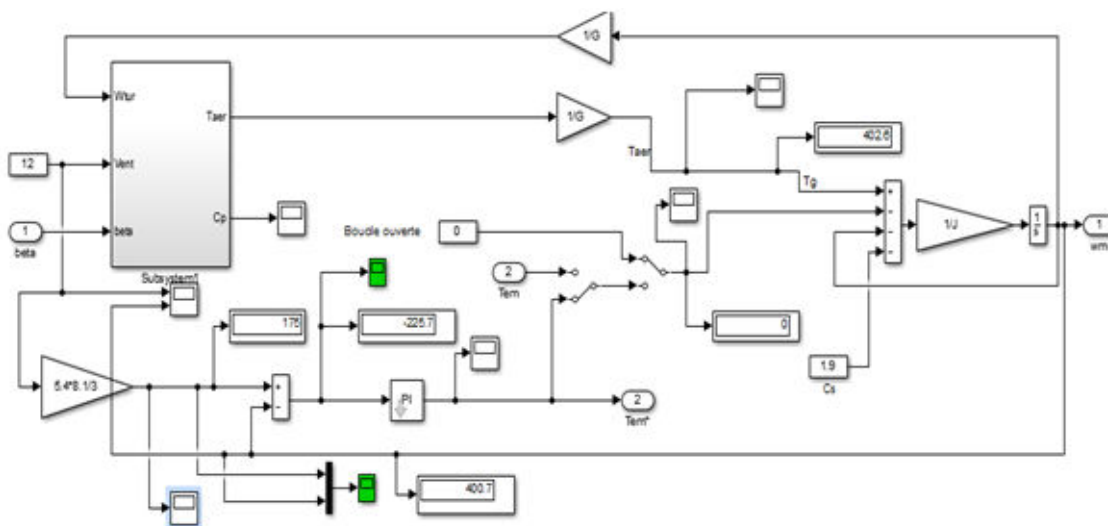
$$T_{aer} = \frac{P_w}{\omega_w} \quad (۳-۵)$$

بنابراین برای مدلسازی توربین بادی با در نظر گرفتن سرعت باد ثابت ۱۲ متر بر ثانیه در محیط SIMULINK به صورت زیر عمل می کنیم.



شکل ۷-۵ شبیه سازی سیستم توربین بادی در محیط نرم افزار MATLAB

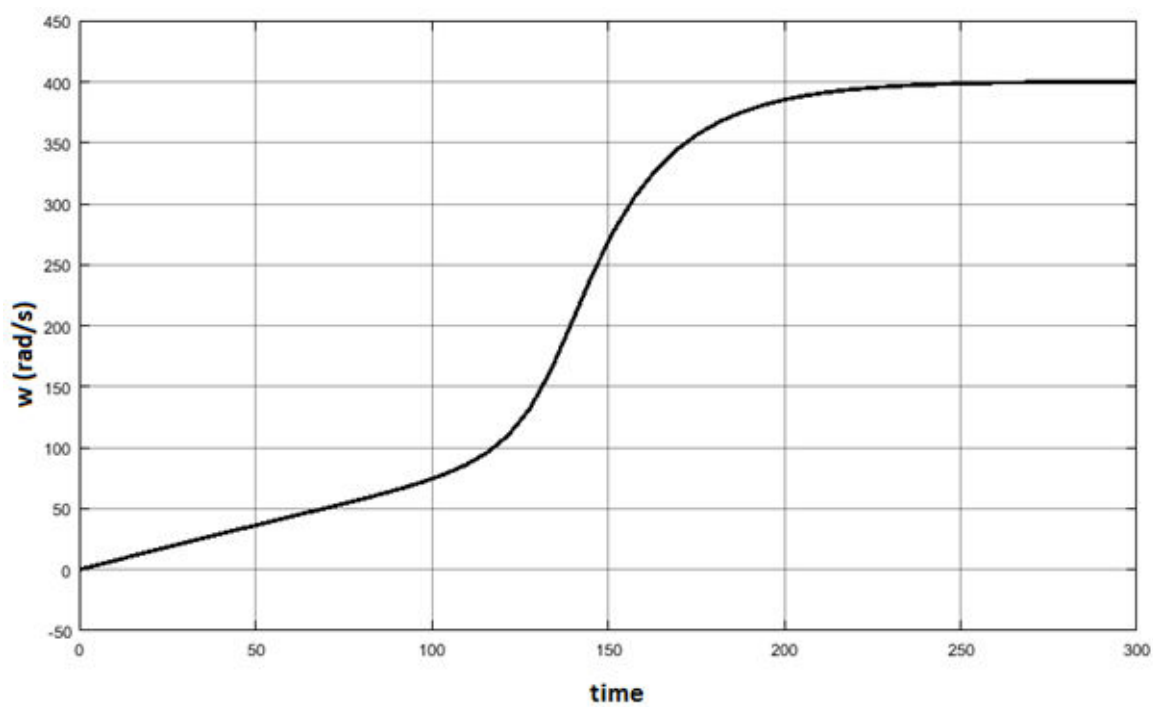
در مدلسازی توربین بادی زیر سیستم توربین بادی به صورت زیر است:



شکل ۵-۸ مدلسازی توربین بادی

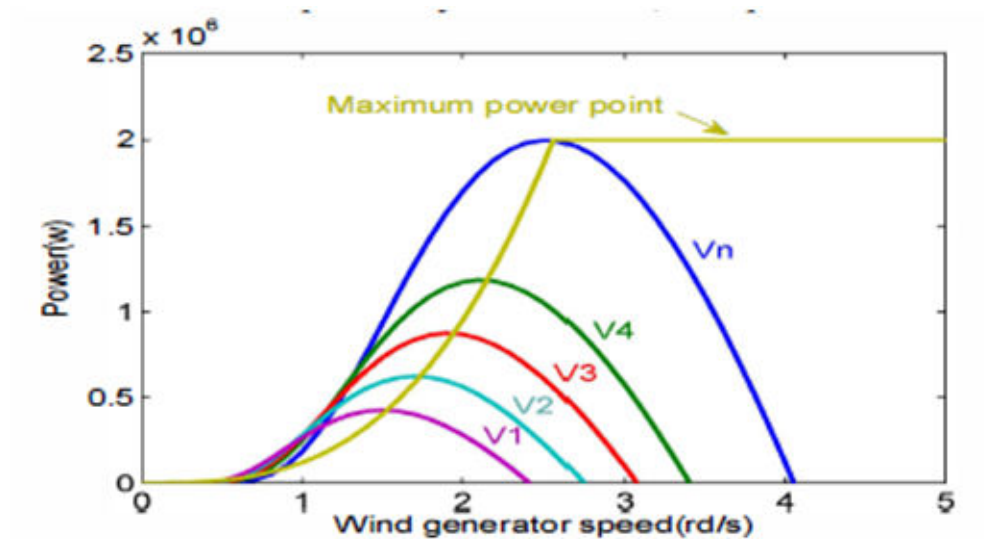
با توجه به مدلسازی توربین بادی نمودار سرعت زاویه ای بر حسب زمان به صورت شکل زیر

است.



شکل ۵-۹ نمودار سرعت زاویه ای بر حسب زمان

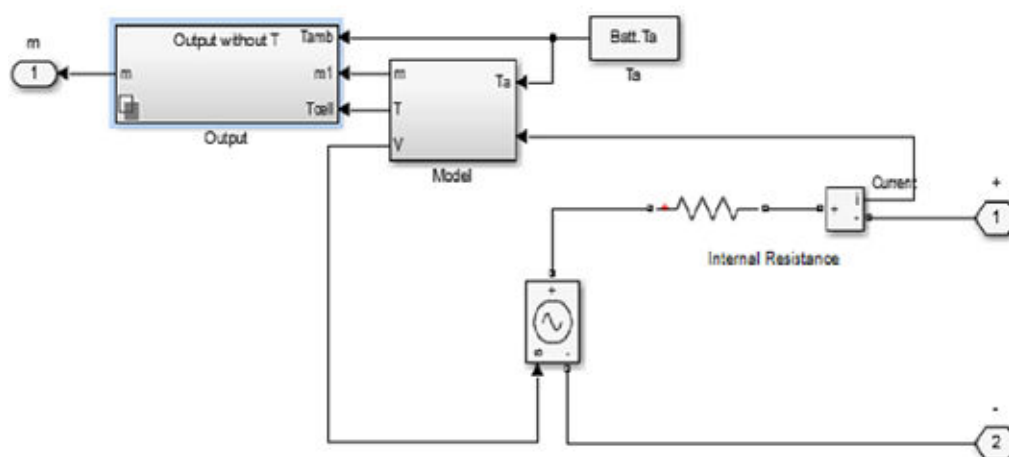
بنابراین منحنی توان بر حسب سرعت ژنراتور در سرعت های مختلف به صورت شکل زیر حاصل می شود.



شکل ۵-۱۰ منحنی توان بر حسب سرعت زاویه ای در سرعت های مختلف [۴۰]

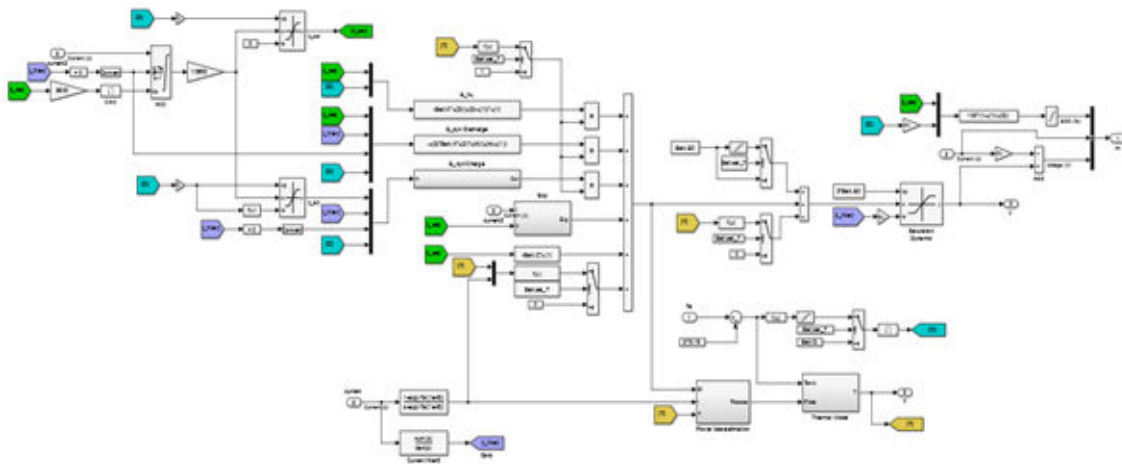
۴-۵ مدل باتری

مدل باتری را با استفاده از مدار زیر شبیه سازی می کنیم:



شکل ۵-۱۱ مدل سازی باتری در محیط نرم افزار MATLAB

در مدل‌سازی باتری، زیر سیستم خروجی به شکل زیر مدل می شود.



شکل ۵-۱۲ مدل‌سازی باتری

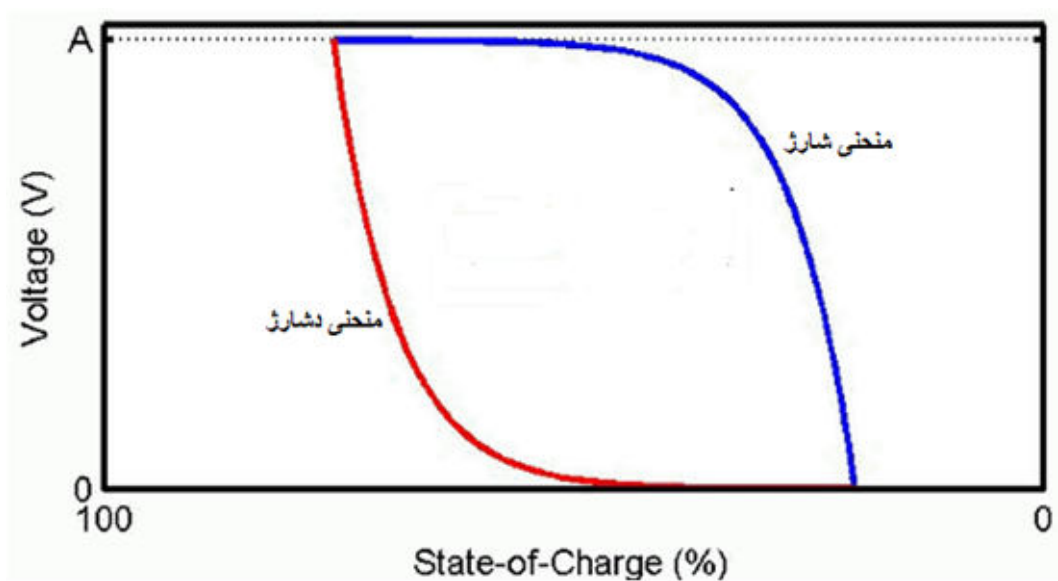
معادلات شارژ و دشارژ باتری به صورت زیر تعریف می شود.

$$f_1(it, i^*, i) = E_0 - K \frac{Q}{Q - it} i^* - K \frac{Q}{Q - it} it + A \exp(-B \cdot it) \quad \text{مدل دشارژ (۴-۵)}$$

$$f_2(it, i^*, i) = E_0 - K \frac{Q}{it + 0.1Q} i^* - K \frac{Q}{Q - it} it + A \exp(-B \cdot it) \quad \text{مدل شارژ (۵-۵)}$$

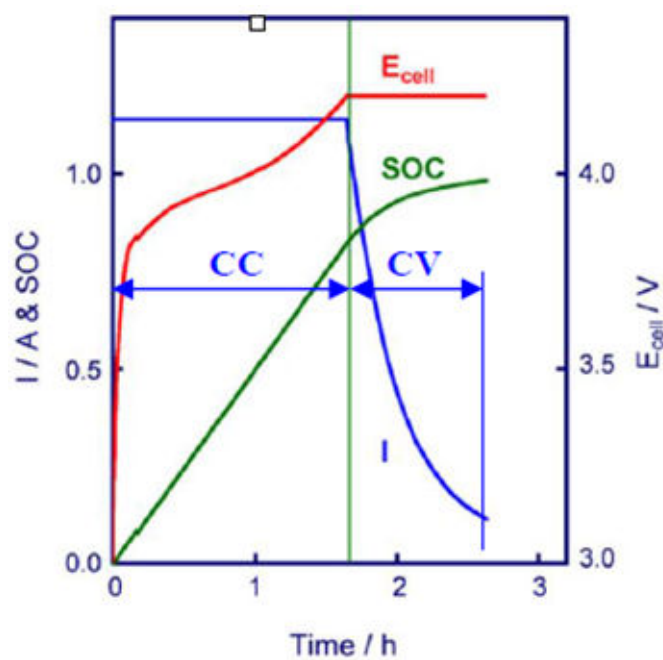
که در آن E_0 ولتاژ ثابت، K مقاومت قطبش، Q ماکزیمم ظرفیت باتری، it ظرفیت استخراج شده و B ظرفیت نمایی باتری است.

بر اساس معادلات شارژ و دشارژ باتری منحنی ولتاژ بر حسب SOC به صورت زیر حاصل می شود.



شکل ۵-۱۳ مشخصه شارژ و دشارژ باتری بر حسب SOC [۴۱]

تغییرات ولتاژ، جریان و SOC در زمان شارژ باتری به صورت زیر تغییر می کند.

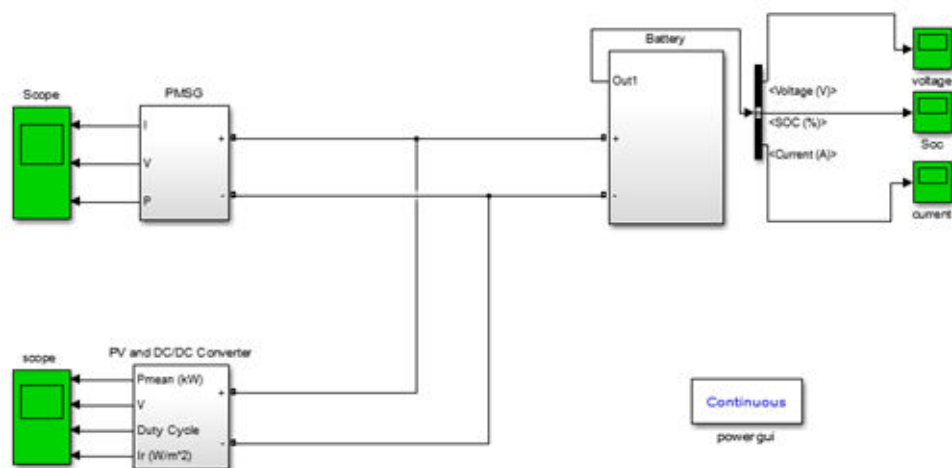


شکل ۵-۱۴ مشخصه شارژ باتری (تغییرات ولتاژ، جریان و SOC) [۴۱]

۵-۵ شبیه سازی سیستم مورد مطالعه

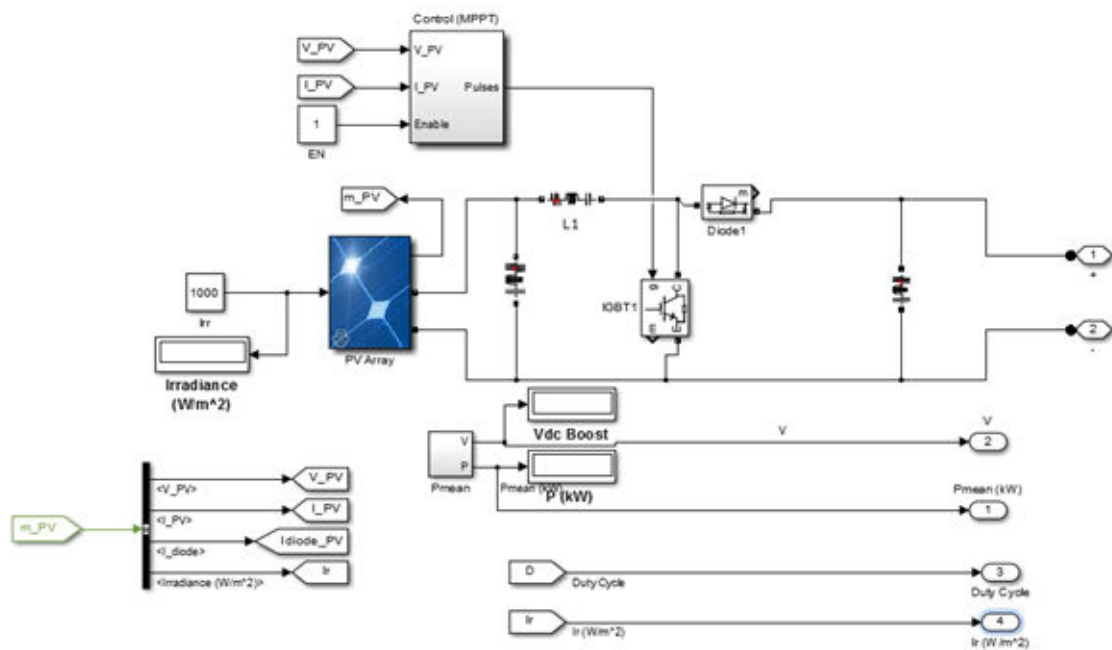
سیستم شبیه سازی شده شامل توربین بادی، سلول خورشیدی و باتری در محیط سیمولینک

به صورت زیر مدل می شود:



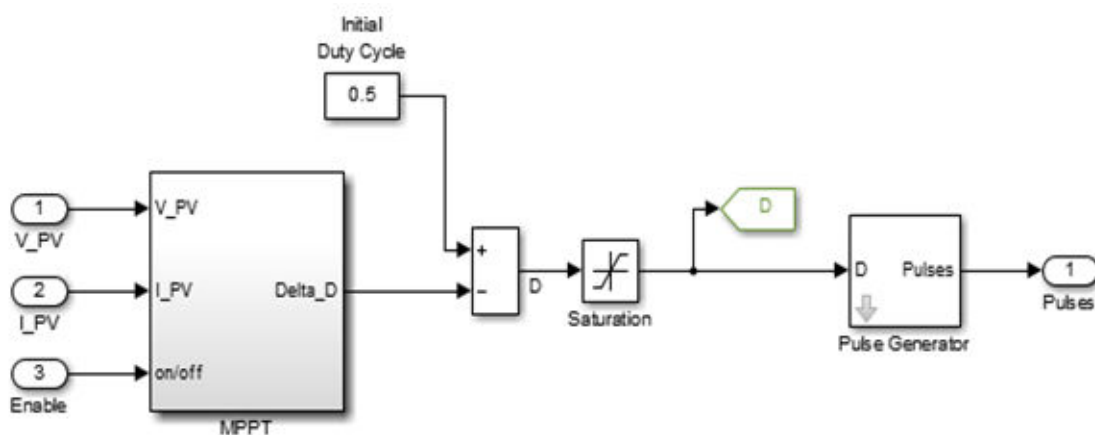
شکل ۵-۱۵ شبیه سازی سیستم مورد مطالعه

در این سیستم، زیر سیستم سلول خورشیدی به صورت زیر خواهد بود:



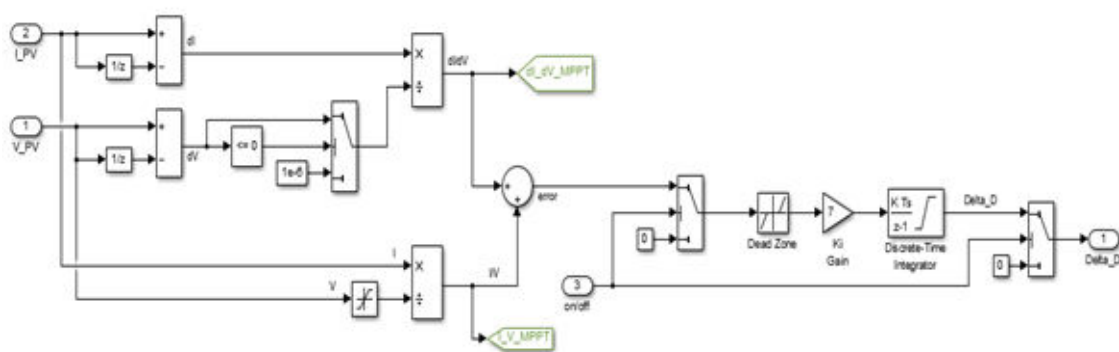
شکل ۵-۱۶ شبیه سازی سلول خورشیدی

در شبیه سازی سلول خورشیدی مدار کنترلی به صورت شکل زیر مدلسازی می شود:



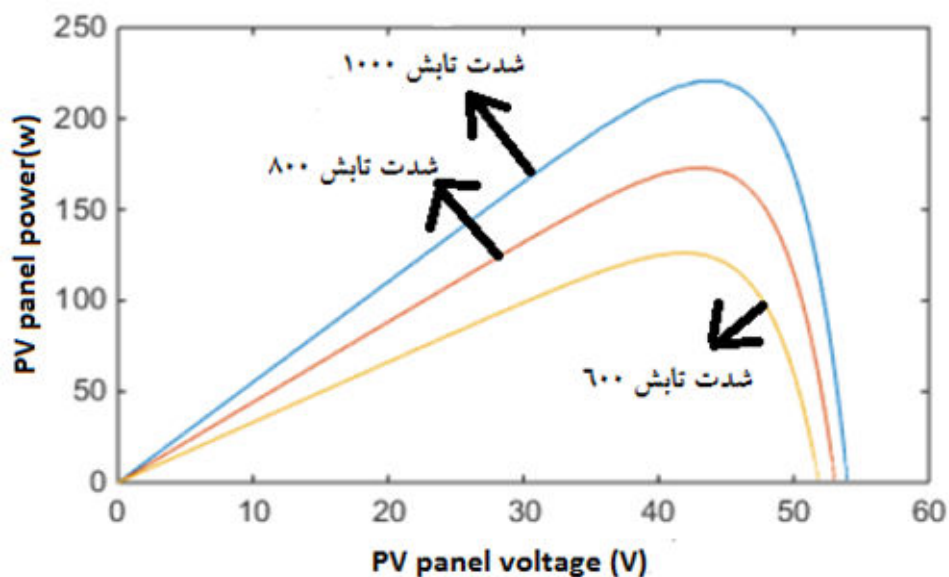
شکل ۵-۱۷ شبیه سازی مدار کنترلی سلول خورشیدی

بنابراین برای دریافت حداکثر توان از سلول خورشیدی زیر سیستم MPPT به شکل زیر است:



شکل ۵-۱۸ شبیه سازی سیستم MPPT برای سلول خورشیدی

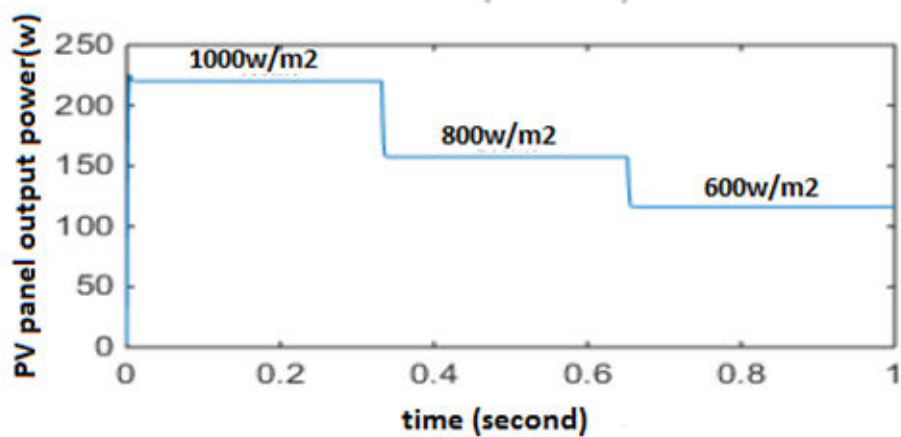
استفاده از MPPT دز سلول خورشیدی سبب جذب حداکثر توان از آن می شود. با تغییر شدت تابش منحنی توان بر حسب ولتاژ برای یک سلول خورشیدی تغییر می کند اما توانی که به وسیله MPPT از آن دریافت می شود به مقدار حداکثر نزدیک است. منحنی تغییرات توان بر حسب ولتاژ با تغییرات شدت تابش در سلول خورشیدی به شکل زیر است:



شکل ۵-۱۹ مشخصه توان-ولتاژ سلول خورشیدی در شدت تابش های متفاوت

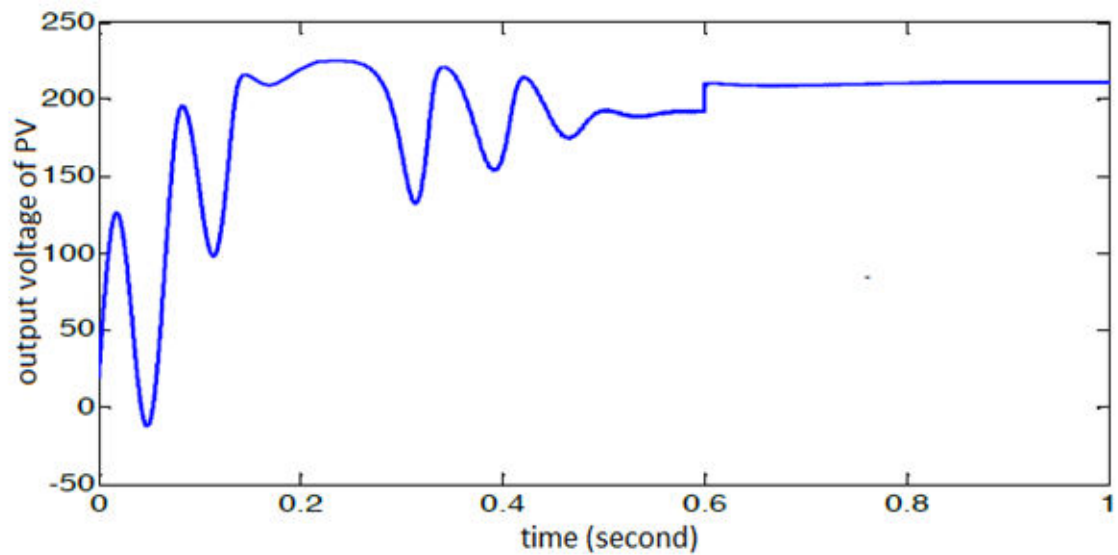
بنابراین می توان تغییرات توان در شدت تابش های متفاوت سلول خورشیدی را به صورت زیر نشان

داد:



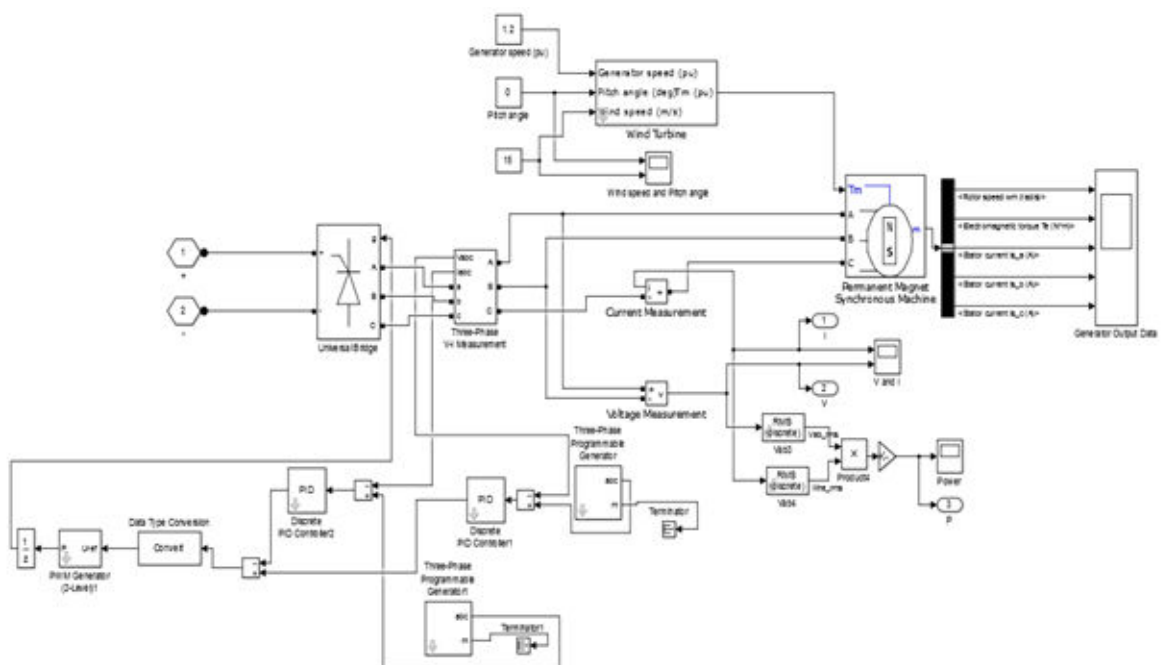
شکل ۵-۲۰ منحنی توان-زمان سلول خورشیدی در شدت تابش متفاوت

مشخصه ولتاژ خروجی در سلول فتوولتائیک به شکل زیر است:



شکل ۵-۲۱ مشخصه ولتاژ خروجی سلول خورشیدی

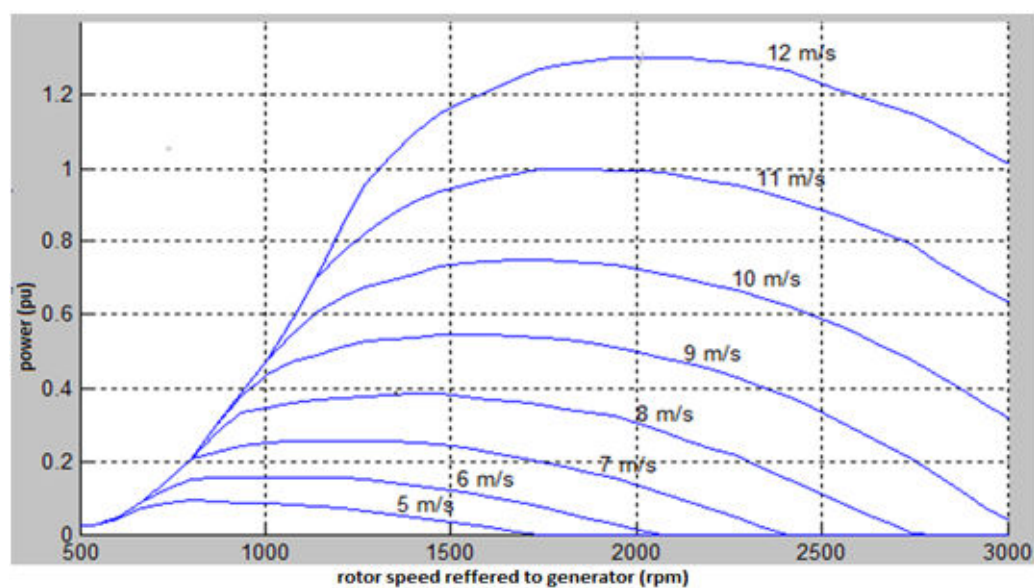
در شبیه سازی سیستم مورد مطالعه می توانیم زیر سیستم توربین بادی به همراه ژنراتور سنکرون را به شکل زیر مدل سازی کنیم:



شکل ۵-۲۲ شبیه سازی توربین بادی به همراه ژنراتور سنکرون

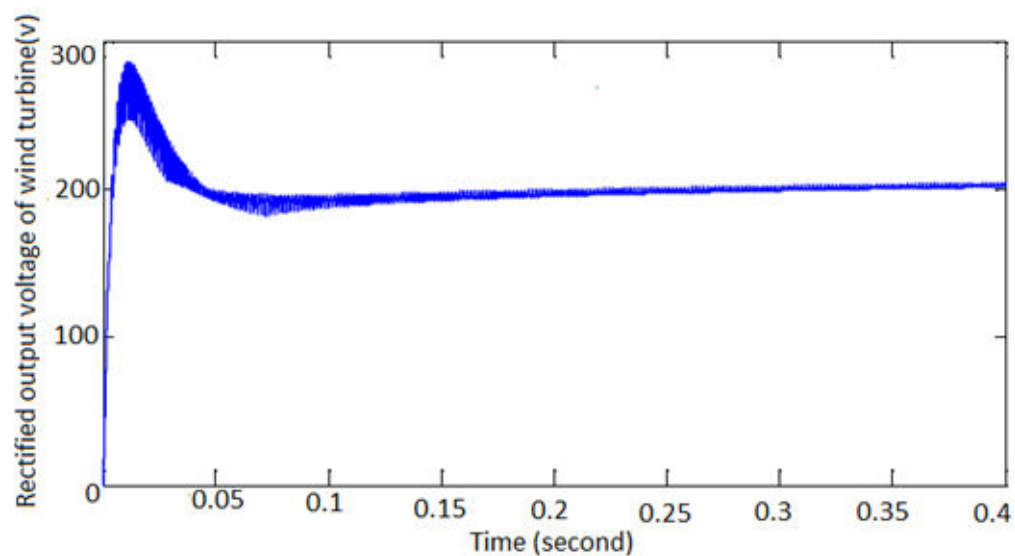
براساس منحنی توان بر حسب سرعت توربین بادی می دانیم که با تغییر سرعت باد منحنی توان

تغییر خواهد کرد. استفاده از MPPT در توربین بادی سبب می شود با تغییرات سرعت بتوانیم ماکزیمم توان را از توربین بادی استخراج کنیم مشخصه توربین بادی به شکل زیر است:



شکل ۵-۲۳ مشخصه توان-سرعت ژنراتور در توربین بادی

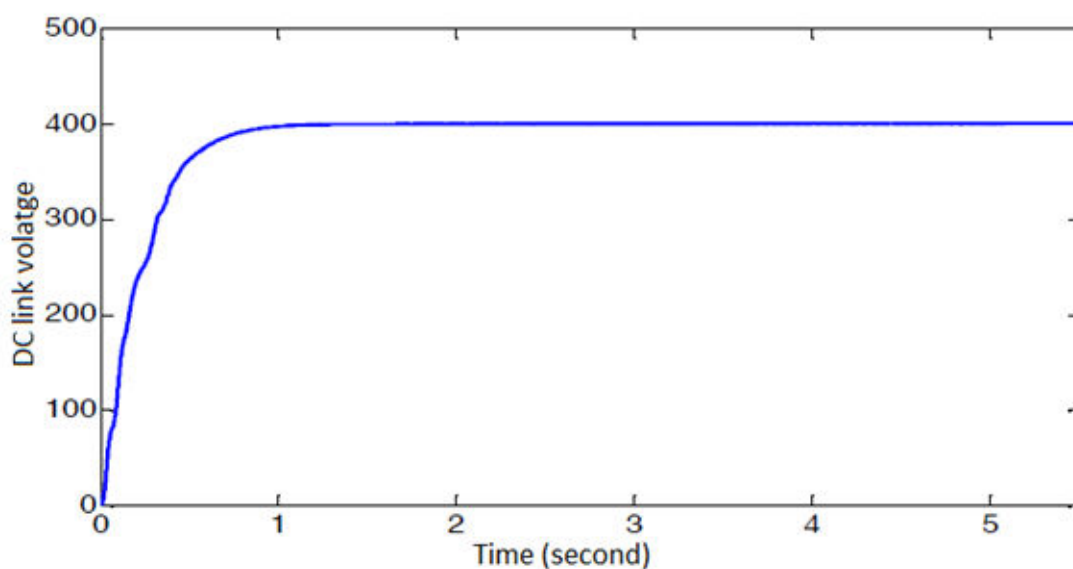
ولتاژ خروجی از توربین بادی به شکل زیر است:



شکل ۵-۲۴ مشخصه ولتاژ خروجی توربین بادی

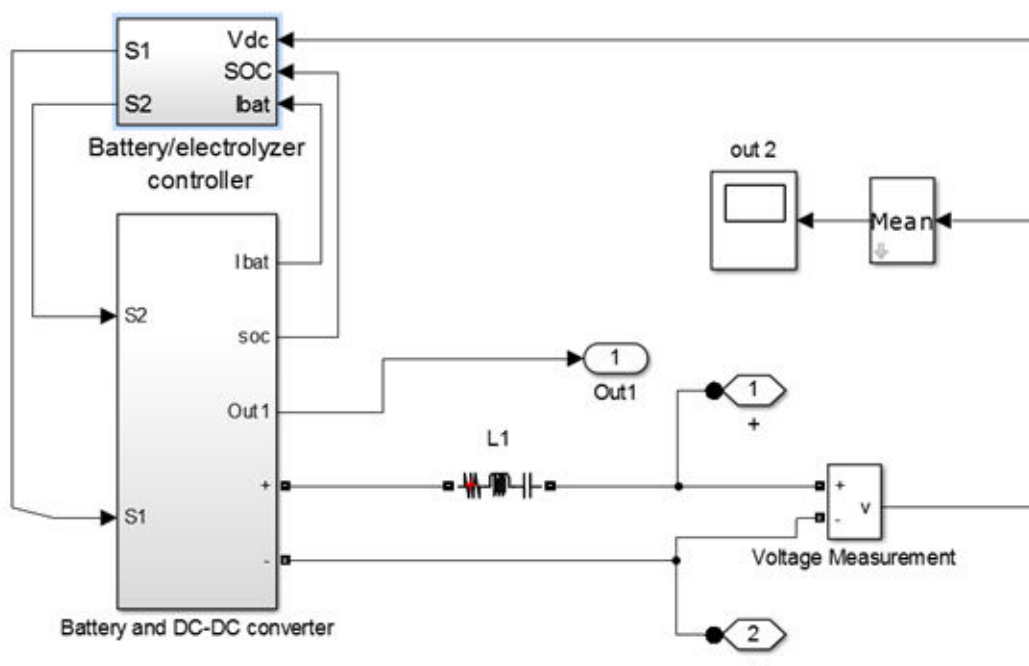
با دریافت حداکثر توان از توربین بادی و سلول خورشیدی با استفاده از MPPT توان در باس DC

بهینه خواهد. نمودار ولتاژ در باس DC به شکل زیر است:



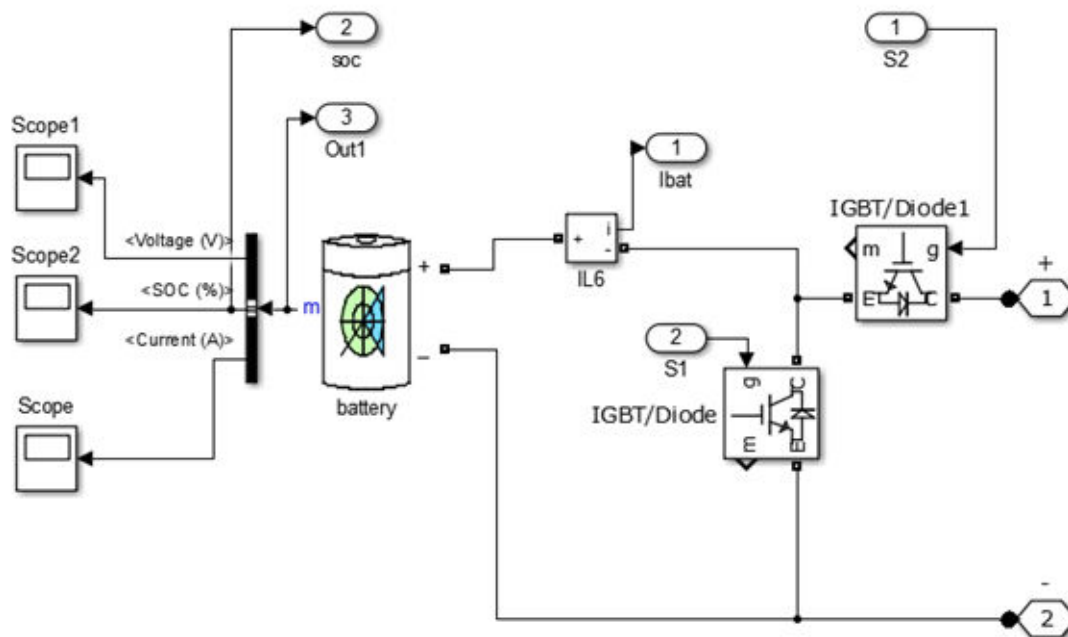
شکل ۵-۲۵ منحنی ولتاژ در باس DC

بر این اساس مدل سازی باتری و مبدل DC/DC را به صورت شکل زیر انجام می دهیم:



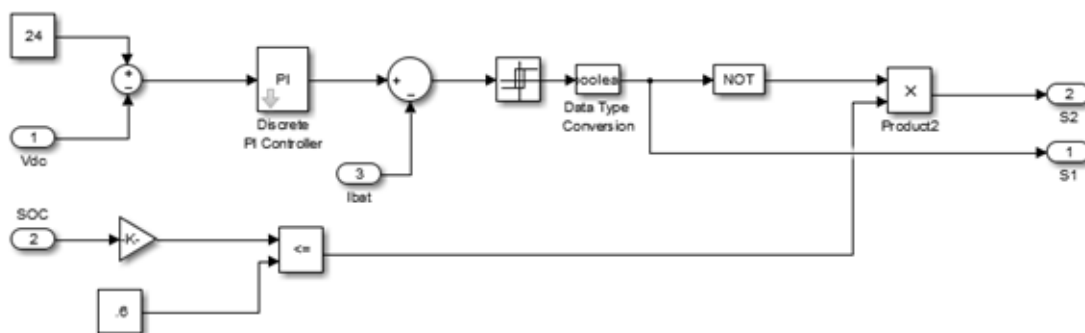
شکل ۵-۲۶ شبیه سازی باتری به همراه مبدل DC/DC متصل به آن

زیر سیستم باتری به همراه مبدل DC/DC به صورت زیر مدل می شود:



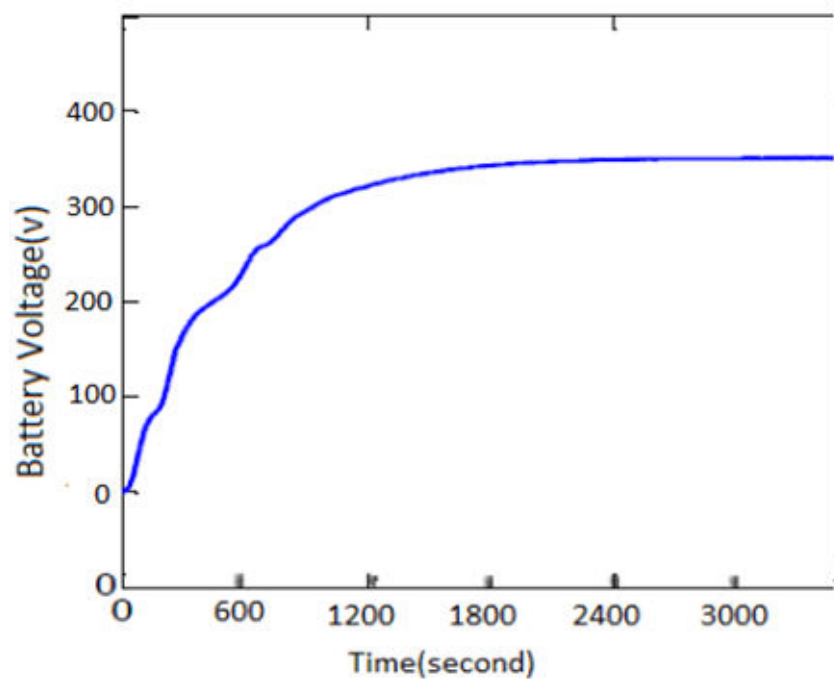
شکل ۵-۲۷ شبیه سازی زیر سیستم باتری

و زیر سیستم کنترل کننده برای تولید فرمان گیت در باتری به صورت شکل زیر مدل می شود:



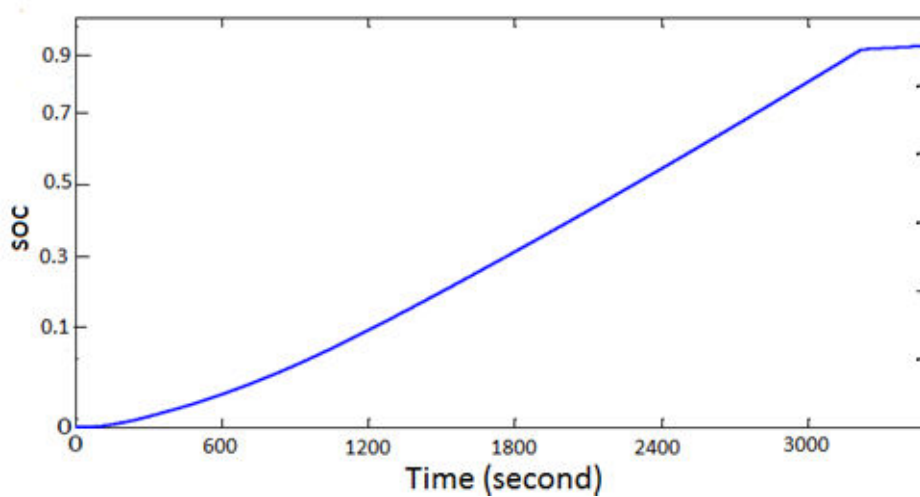
شکل ۵-۲۸ شبیه سازی زیر سیستم کنترل کننده مبدل DC/DC

بر اساس شبیه سازی انجام شده ما می توانیم حداکثر توان را از سلول خورشیدی و توربین بادی در شرایط مختلف تغییر شدت تابش و تغییر سرعت باد در طول شبانه روز را داشته باشیم. بر این اساس باتری در زمان کمتری شارژ می شود و منحنی تغییرات آن به شکل زیر است:



شکل ۵-۲۹ مشخصه ولتاژ باتری

تغییرات SOC باتری در زمان شارژ شدن به صورت زیر خواهد بود:



شکل ۵-۳۰ مشخصه SOC باتری

با توجه مشخصه تغییرات ولتاژ و SOC در باتری، با استفاده از MPPT توان ماکزیمم در هر لحظه از منابع تجدید پذیر در سیستم مورد مطالعه دریافت می شود و این سیستم باتری را در مدت زمان کمتری شارژ خواهد کرد.

۶ فصل ششم : الگوریتم های بهینه سازی

۶-۱ مقدمه

استفاده از خودروهای الکتریکی در سطح جهانی و همچنین ایران از عوامل مهم ارتقاء بهداشت و کاهش آلودگی‌ها زیست محیطی در شهرهای کلان می‌باشد. استفاده از خودروی الکتریکی در شهرهای پر جمعیت علاوه بر اینکه دود آگروز خودروهای با موتور احتراقی را به بیرون از شهر منتقل می‌کند به دلیل کوچک بودن حجم موتور الکتریکی و آلودگی صوتی کمتر عامل کوچک شدن خودرو و همچنین کاهش ترافیک و سر و صدا می‌گردد. هر چند در فن آوری‌های تولید باتری‌های با زمان تخلیه زیاد هنوز مطالعات ادامه دارد. اما در حال حاضر خودروهای الکتریکی توانسته‌اند خود را به عنوان وسیله حمل بین شهری نیز معرفی نمایند. ساخت ایستگاه‌های شارژ خودروی الکتریکی با بهره‌گیری از منابع انرژی نو و تجدیدپذیر این صنعت نو پا را که حافظ محیط زیست است، به شدت در سطح جهانی معرفی و مطرح نموده است. به طوری که شرکت‌های خودرو سازی مطرح همه ساله بخش وسیعی از سرمایه‌های خود را برای ارتقاء کیفیت و رفع مشکلات خودروهای الکتریکی بکار می‌گیرند. برای خودروی الکتریکی که فقط در سطح شهری بهره‌برداری می‌شوند، چندان ایستگاه شارژ و خصوصاً ایستگاه شارژ مبتنی بر منابع تجدیدپذیر اهمیت نمی‌یابد. اگر از این خودرو در مسافت‌های زیاد بین شهری استفاده شود، نیاز است برای هر ایستگاه، پست و انشعابی از شرکت‌های توزیع و یا انتقال برای تامین توان الکتریکی مورد نیاز اخذ گردد. در این شرایط با توجه به اینکه خودروهای الکتریکی حال حاضر امکان طی نمودن مسافت‌های زیاد با باتری‌های کنونی را ندارند ناگزیر مجبور به احداث ایستگاه‌های شارژ و پست‌های فشارقوی متعدد بین شهری هستیم. در این شرایط با توجه به این مسئله و ماهیت سازگاری خودروهای الکتریکی با محیط زیست، ایده احداث ایستگاه‌های شارژ متعدد با استفاده از بر منابع تجدیدپذیر مطرح گردید. با مطرح شدن این ایده شرکت‌های سازنده خودروی الکتریکی علاقمندی بیشتری به تولید این خودرو به دلیل یافتن توجیه اقتصادی و رقابتی‌تر شدن آن در بازار خودرو، یافتند. در این مطالعه که با هدف افزایش کارایی خودروی الکتریکی و با عنوان "بهینه سازی سیستم شارژ خودروهای برقی در یک شبکه ایزوله شامل منابع تولید پراکنده"

مطرح گردیده است، در فصول قبل معرفی خودروهای الکتریکی و باتری‌های مورد استفاده در آن، ساختار الکتریکی ایستگاه شارژ خودروی الکتریکی، تک تک عناصر دخیل در آن، خصوصیت‌های دو منبع تجدیدپذیر بادی و خورشیدی مطرح گردید. همچنین در فصل چهارم، خصوصیات لینک DC و تابع آن که برگرفته از مشخصات ذاتی دو منبع بادی و خورشیدی بود، ارائه گردید. در این فصل تصمیم بر آن است نحوه یافتن نقطه بهینه برای تولید انرژی از این نیروگاه، موسوم به MPPT توسط الگوریتم‌های مختلف بررسی و ارائه گردد. گفتنی است مقایسه الگوریتم‌های مختلف در مسئله تعریف شده در این مطالعه کمک بسیاری در ارتقاء کارایی ایستگاه‌های شارژ خودروی الکتریکی خواهد داشت.

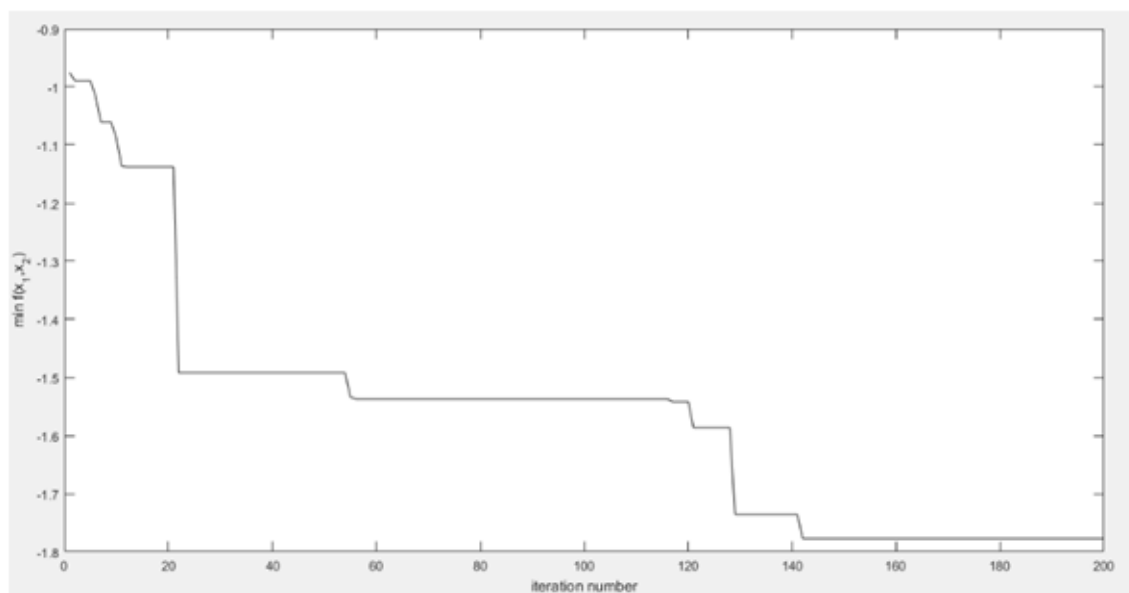
۶-۲ الگوریتم‌های بهینه‌سازی

در این قسمت تصمیم بر آن است که نقطه اکسترمم تابع تعریف شده در این مطالعه به کمک الگوریتم‌های بهینه‌ساز کلونی زنبور عسل، کلونی مورچگان، کرم شبتاب، ژنتیک و پرواز پرندگان جستجو گردد. لذا برای آشنایی بیشتر، در ادامه این الگوریتم‌ها معرفی می‌گردند و سپس کدهای نوشته شده‌ی هر کدام در پیوست مربوطه گنجانده می‌شود. مبنای الگوریتم‌های مقایسه شده در این مطالعه بر مبنای تابع احتمال است و برای مقایسه‌ای که در انتهای این فصل انجام شده است، هر کدام از الگوریتم‌ها ده بار اجرا و نتایج آن ثبت شده است. اجرای مکرر الگوریتم‌ها دقت مطالعه را بالا می‌برد. در هر بخش یکی از تصاویر رویه رسیدن تابع هدف به پاسخ، برای نمایش عملکرد الگوریتم قرار داده شده است. تابع هدف در نظر گرفته شده برای حل مساله بهینه‌سازی بر اساس مراجع [۱۰] و [۱۵] به صورت زیر خواهد بود:

$$f = (5.75 * 10^{-7} T_c^2 - 2.3 * 10^{-5} T_c - 2.08 * 10^{-3}) \times V^4 + (-4 * 10^{-5} T_c^2 + 1.17 * 10^{-3} T_c + 0.101) \times V^3 + (7.25 * 10^{-4} T_c^2 - 1.26 * 10^{-2} * T_c - 1.9) \times V^2 + (-4.08 * 10^{-3} T_c^2 + 2.37 * 10^{-2} T_c + 19.35) \times V + (4.18 * 10^{-3} T_c^2 + 3.4 * 10^{-2} T_c - 12.4 + 15 \times (\cos 2\pi * T_c) \times 2 \times (\cos 2\pi * V)) \quad (1-5)$$

۱-۲-۶ الگوریتم کلونی زنبور عسل یا ABCo1

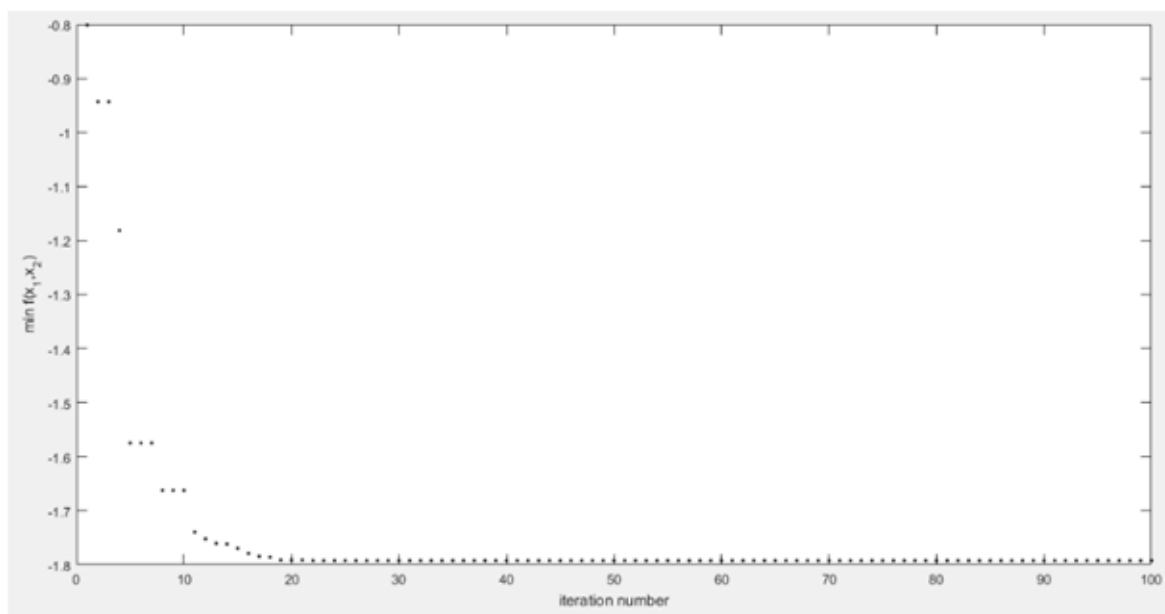
سیستم سازمانی زنبورها بر اساس یک سری قوائد ساده حشرات بنا شده است. روند تولید نکتار (شهد) در نوع خود یک فرایند ساماندهی شده پیشرفته محسوب می‌شود. هر زنبور ترجیح می‌دهد که راه قبلی زنبور هم کندوی خود را دنبال کند تا اینکه خود به دنبال گل جدید بگردد. هر کندوی زنبور عسل دارای مکانی معروف به سالن رقص است که در آنجا زنبورها با انجام حرکتی خاص، هم کندویی‌های خود را راضی می‌کنند تا راه آنها را برای رسیدن به گل‌ها برگزینند. مکانیزم انتخاب نوع رقص هنوز شناخته شده نیست ولی تا به امروز مشخص شده است که این امر بیشتر مربوط به کیفیت نکتار پیدا شده توسط زنبور رقص است. در حل مسئله این مطالعه تعداد متغیرهای مستقل دو عدد در نظر گرفته شده است و برای بهینه‌سازی آن به روش الگوریتم کلونی زنبور از ۳۰ عدد زنبور استفاده شده است.



شکل ۱-۶۶ همگرایی تابع هدف به پاسخ در الگوریتم کلونی زنبور عسل

۲-۲-۶ الگوریتم مورچگان یا ACO

الگوریتم دومی که در این مطالعه استفاده گردید، الگوریتم کلونی مورچه یا مورچگان است. در این الگوریتم، منبعی که ACO^1 از آن الهام گرفته شده، رفتار مورچه‌های واقعی است. این رفتار مورچه‌ها را قادر می‌سازد تا کوتاهترین مسیر بین منبع غذا و لانه‌شان را بیابند. مورچه‌ها در حین طی مسیر بین منبع غذایی و لانه، ماده‌ای به نام فرومون آزاد می‌کنند و وقتی می‌خواهند مسیری را برای رفتن انتخاب کنند، مسیری را انتخاب می‌کنند که با فرومون قوی‌تر و غلیظ‌تر علامت‌گذاری شده است. در نتیجه با گذشته زمان مورچه‌ها از مسیر با غلظت فرومون بیشتر عبور خواهند کرد که این مسیر کوتاه‌ترین و بهینه‌ترین مسیر می‌باشد. در این مسئله برای یافتن مسیر بهینه از ۵۰ مورچه استفاده شده است.



شکل ۲-۶ همگرایی تابع هدف به پاسخ در الگوریتم کلونی مورچگان

¹ - Ant Colony Optimization

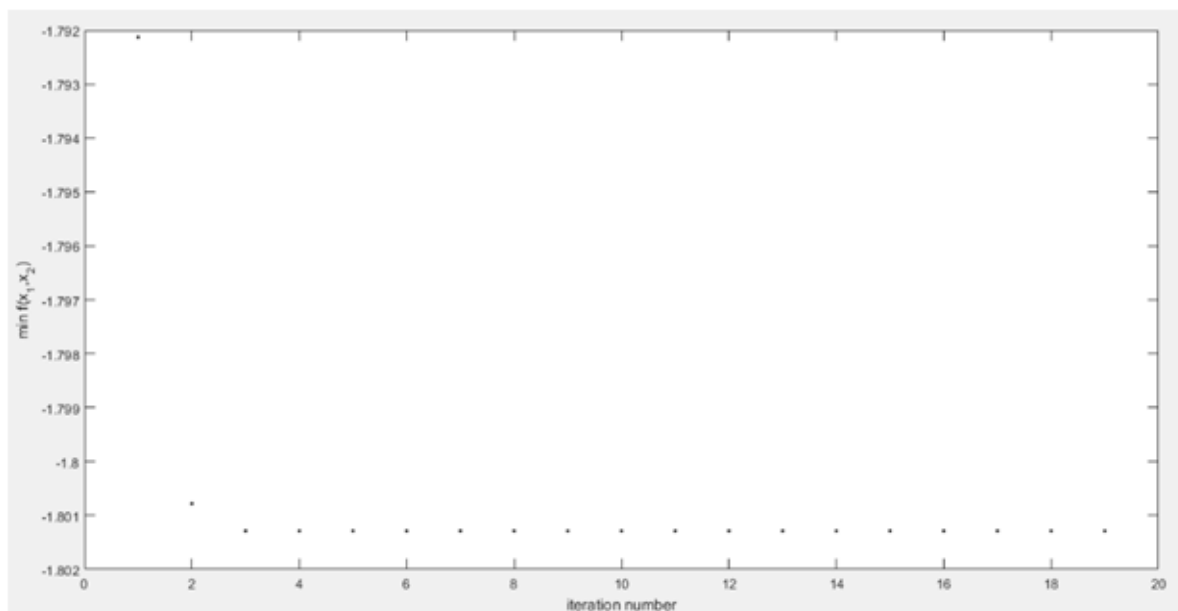
۳-۲-۶ الگوریتم کرم شب تاب یا FAo1

کرم‌های شب تاب در طبیعت به طور دسته جمعی زندگی می‌کنند و همواره کرم کم نورتر به سمت کرم پرنورتر حرکت می‌کند. پرنور بودن کرم نشان‌دهنده موقعیت بهتر یا بهینه‌تر در جمعیت کرم‌های شب تاب می‌باشد. در مسئله موجود در این پژوهش طبق سه فرض زیر از الگوریتم کرم شب تاب جهت بهینه‌سازی استفاده شده است:

۱- تعداد ۴۰ عدد کرم شب تاب در فضای مسئله وجود دارد و همه کرم‌ها از یک جنس هستند.

۲- جذابیت هر کرم متناسب با شدت روشنایی آن کرم است.

۳- شدت روشنایی هر کرم مشخص‌کننده مقدار تابع هدف مسأله می‌باشد.



شکل ۳-۶ همگرایی تابع هدف به پاسخ در الگوریتم کرم شب تاب

¹ Firefly Algorithm Optimization

۴-۲-۶ الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک، الگوریتم جستجوی مستقیم و تصادفی برای بهینه‌سازی و جستجو است که براساس اصول علم ژنتیک و انتخاب طبیعی پایه‌ریزی شده است. در الگوریتم ژنتیک گروهی از موجودات زنده مصنوعی به وجود می‌آیند و در شرایطی رشد و نمو می‌کنند که هدف کلی آن بیشینه کردن شایستگی کل جمعیت یا کمینه کردن یک تابع هدف است. علم ژنتیک، علمی است که درباره چگونگی وراثت و انتقال صفحات بیولوژیکی از نسلی به نسل بعد صحبت می‌کند. عامل اصلی انتقال صفحات بیولوژیکی در موجودات زنده کروموزوم‌ها و همچنین ژن‌ها می‌باشد و نحوه عملکرد آنها به گونه‌ای است که در نهایت ژن‌ها و کروموزوم‌های برتر و قوی مانده و ژن‌های ضعیف‌تر از بین می‌روند. به عبارت دیگر نتیجه عملیات متقابل ژن‌ها و کروموزوم‌ها باقی ماندن موجودات اصلح و برتر می‌باشد که در حل مسئله بهینه‌سازی به معنی نزدیک شدن تابع هدف به پاسخ بهینه‌تر است.

در این پژوهش تعداد کروموزوم‌ها منتشر شده در ناحیه حل، ۵۰ عدد در نظر گرفته شده است.

هر کروموزوم را شامل ۲ ژن در نظر گرفته شده است که مشخصات نقطه بهینه را معلوم می‌کنند.



شکل ۴-۶۶ همگرایی تابع هدف به پاسخ در الگوریتم ژنتیک

۵-۲-۶ الگوریتم پرندگان یا PSO

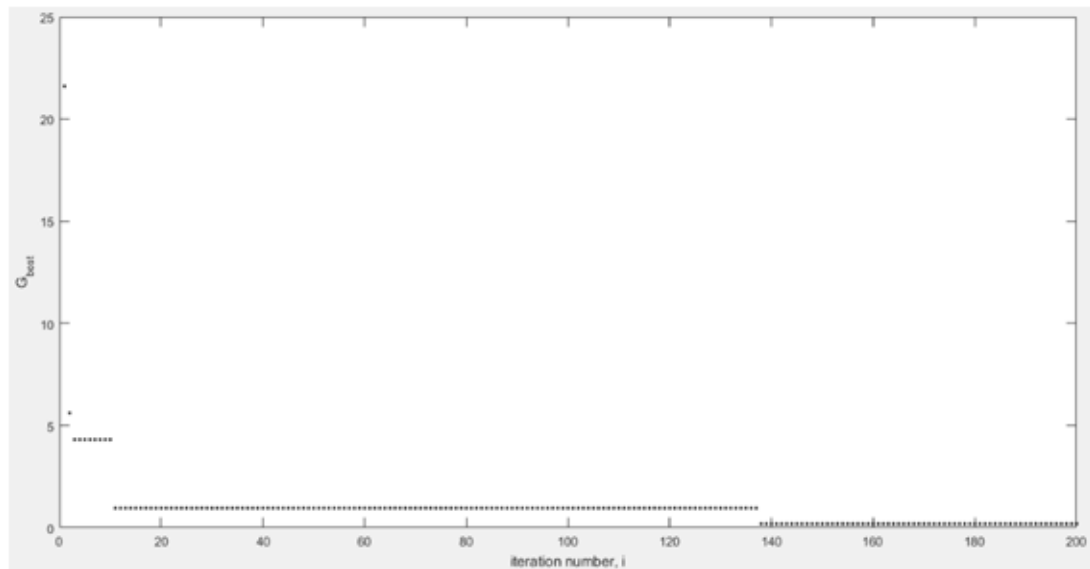
الگوریتم^۱ PSO یک الگوریتم جستجوی اجتماعی است که از روی رفتار اجتماعی دسته‌های پرندگان مدل شده است. در ابتدا این الگوریتم به منظور کشف الگوهای حاکم بر پرواز همزمان پرندگان و تغییر ناگهانی مسیر آنها و تغییر شکل بهینه‌ی دسته به کار گرفته شد. در PSO، ذرات^۲ در فضای جستجو جاری می‌شوند. تغییر مکان ذرات در فضای جستجو تحت تأثیر تجربه و دانش خودشان و همسایگانشان است. بنابراین موقعیت دیگر توده^۳ ذرات، روی چگونگی جستجوی یک ذره اثر می‌گذارد. در این مطالعه نتیجه‌ی مدل‌سازی این رفتار اجتماعی با ۲۰ قطعه پرنده که در طول حل مسئله ثابت می‌باشد، فرایند جستجویی است که ذرات را به سمت نواحی موفق هدایت می‌کند. ذرات از یکدیگر می‌آموزند و بر مبنای دانش بدست آمده به سمت بهترین همسایگان خود می‌روند. اساس کار PSO بر این اصل استوار است که در هر لحظه هر ذره مکان خود را در فضای جستجو با توجه به

^۱ -Particle Swarm Optimization

^۲ -Particle

^۳ -Swarm

بهترین مکانی که تاکنون در آن قرار گرفته است و بهترین مکانی که در کل همسایگی اش وجود دارد، تنظیم می‌کند. توضیح کامل و بیشتر جزئیات هر یک از الگوریتم‌ها خارج از حوصله و هدف مطالعه پیش‌رو می‌باشد، لذا در ادامه نتیجه‌گیری‌های اخذ شده از پژوهش ارائه می‌گردد.



شکل ۵-۶ همگرایی تابع هدف به پاسخ در الگوریتم پرواز پرندگان

۳-۶ مقایسه الگوریتم‌های ردیاب بیشینه توان

امروزه با توجه به بحران ناشی از افزایش گرمای جهانی، سیاست‌های استفاده از سوخت‌های فسیلی کم رنگ شده است. خودروهای الکتریکی که در مدیریت جدید، جایگزین خودروهای با سوخت فسیلی (خودروهای درون‌سوز احتراقی) در امور حمل و نقل شده‌اند، که نمونه‌ای روشن از تغییر الگوی مصرف محسوب می‌شود. مدیریت شارژ خودروهای الکتریکی در شبکه الکتریکی مجزا از شبکه شهری (در حالت جزیره‌ای) با توجه به اینکه این خودروها جزء عناصر پرمصرف شبکه محسوب می‌شود، لزوم برنامه‌ریزی بهینه برای استفاده از این وسیله‌ی نقلیه و ایستگاه‌های شارژ آن را بیش از پیش احراز می‌دارد. در این مطالعه با توجه به پیچیدگی‌های موجود در مسئله بهینه‌سازی شارژ خودروهای برقی، مدیریت شارژ خودروی الکتریکی در شرایط حضور منابع تولیدپراکنده بادی و خورشیدی مطالعه

گردید. همچنین در این مطالعه با استخراج مشخصه لینک DC مرتبط کننده نیروگاه خورشیدی-بادی الگوریتم‌های بهینه‌ساز براساس جدول (۵-۱) جهت بهینه‌سازی تولید ایستگاه شارژ، مقایسه شده‌اند. براساس این جدول مشاهده می‌گردد به ترتیب الگوریتم‌های بهینه‌ساز کرم شب تاب، ژنتیک، پرواز پرندگان و مورچگان سرعت خوبی در تحویل جواب بهینه داشته‌اند. لختی و کندی الگوریتم کلونی زنبور موجب گردیده است این الگوریتم در نقاط بهینه محلی که اتفاقاً در تابع هدف مسئله این پژوهش به دلیل اینکه نوسانات توان نیروگاه بادی بسیار زیاد است کمتر گیر افتاده و احتمال واگرایی و یا پاسخ اشتباه این الگوریتم بسیار کاهش می‌یابد. اما در حل این مسئله سرعت تعقیب نقطه حداکثر توان نیز اهمیت دارد. لذا در این شرایط با توجه به اینکه مشخصه‌های همگرایی به پاسخ، افتادن در دام مینیمم‌های محلی، سرعت و دقت الگوریتم مورچگان در استخراج نقطه بیشینه توان نیروگاه ترکیبی خورشیدی-بادی نصب شده بر ایستگاه شارژ خودروهای الکتریکی بهتر بوده است، این الگوریتم برای کاربرد مذکور مناسب دیده می‌شود.

جدول (۶-۱) مقایسه الگوریتم‌های بهینه‌ساز در حل مسئله اخذ بیشترین توان از نیروگاه خورشیدی -

بادی

نام الگوریتم	تعداد تکرار	سرعت همگرایی	احتمال واگرایی	احتمال گیرافتادن در مینیمم‌های محلی	دقت پاسخ
کلونی زنبور عسل (ABCo)	۱۴۲	بد یا کند	خیلی کم	کم	خوب
کلونی مورچه (ACo)	۱۰	خوب یا سریع	کم	کم	خوب
کرم شب تاب (FAo)	۲	عالی یا بسیار سریع	زیاد	کم	خوب
ژنتیک (GAo)	۴	عالی یا بسیار سریع	بسیار زیاد	زیاد	بد
پرواز پرندگان (PSo)	۱۰	خوب یا سریع	زیاد	کم	بد

۷ فصل هفتم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۷-۱ نتیجه‌گیری

در این مطالعه براساس ضرورت موجود در توسعه منابع انرژی تجدیدپذیر و این موضوع که هزینه‌های اولیه احداث نیروگاه‌های خورشیدی مبتنی بر صفحات PV، بالا می‌باشد، مطالعات بهینه‌سازی منابع توان فتوولتائیک ضرورت خود را نشان می‌دهد. مسئله بهینه‌سازی در این پژوهش به جهت اخذ توان ماکسیمم برای یک ایستگاه تغذیه خودروهای الکتریکی که انرژی خود را از منبع توان ترکیبی خورشیدی-بادی تامین می‌کند، استوار شده است. گفتنی است اخذ توان ماکزیمم برای ایستگاه شارژ خودروهای الکتریکی به معنی:

۱- اقتصادی‌تر کردن تولید ایستگاه شارژ خودروهای الکتریکی

۲- فراگیری بیشتر خودروهای الکتریکی به دلیل حل مسئله و بهره‌وری بیشتر ایستگاه‌های شارژ خودروهای الکتریکی

۳- کاهش زمان وقفه خودرو در ایستگاه و تامین توان لازم برای شارژ سریعتر باتری خودروهای الکتریکی

۴- اجتناب از احداث نیروگاه‌های کوچک (که اغلب گازی می‌باشند) جهت تامین ایستگاه‌های شارژ خودروهای الکتریکی

شرط بهینگی در برنامه‌ریزی شارژ خودروهای الکتریکی، از منبع توان ترکیبی خورشیدی-بادی شناخت دقیق مشخصات ذاتی این منبع می‌باشد که براساس آن می‌توان بهترین الگوی بهینه‌سازی را تعیین نمود. گفتنی است اهمیت بیشتر مسئله پیش‌رو براساس این موضوع است که اغلب ایستگاه‌های شارژ خودروهای الکتریکی به صورت جزیره‌ای، دقیقاً مانند ایستگاه‌های بین شهری مستقل از شبکه کار می‌کنند. لذا شرایط شارژ خودرو، تابعی از شرایط عملکرد منبع توان تجدیدپذیر خورشیدی-بادی، تامین کننده توان ایستگاه خواهد بود. سه مشخصه مهم منبع توان خورشیدی-بادی موجود در ایستگاه شارژ خودروهای الکتریکی عبارتند از:

۱- نوسانات توان نیروگاه بادی که عامل نوسانی شدن لینک DC نیروگاه ترکیبی خورشیدی- بادی می‌گردد.

۲- وابسته بودن توان نیروگاه خورشیدی (مبتنی بر ماژول PV) به دما و ولتاژ خروجی آن.

۳- اثر سایه‌ای که آلودگی و پدیده‌های طبیعی بر توان نیروگاه خورشیدی تحمیل می‌کنند.

براساس موارد ذکر شده مطالعه این آثار و دخیل نمودن آنها در تابع هدف مسئله تضمین کننده استخراج پاسخ بهینه از نیروگاه خورشیدی-بادی نصب شده بر ایستگاه‌های شارژ خودروهای الکتریکی می‌باشد. در این پژوهش همانطور که در جدول (۵-۱) نیز درج گردید، مشاهده می‌شود که بهترین الگوریتم جهت حل مسئله تعریف شده الگوریتم کلونی مورچگان بود. این الگوریتم توانست با حفظ دقت و عدم واگرایی تقریباً با ده مرحله تکرار تابع هدف تعریف شده به پاسخ بسیار خوبی برسد. با توجه به اینکه در مسئله تعریف شده حل سریع مزیت اصلی الگوریتم می‌باشد، می‌توان برای سرعت بخشی حل این مسئله از ترکیب دو الگوریتم استفاده نمود که در قسمت بعد پیشنهاد می‌گردد.

۷-۲ پیشنهادات

در این مطالعه مطابق جدول ۵-۱ دیده می‌شود که دو الگوریتم ژنتیک و کرم شب‌تاب سرعت-های فوق العاده‌ای در حل مسئله تعریف شده در این مطالعه دارند. گفتنی است با توجه به اینکه ابعاد تابع هدف مسئله تعریف شده سه بعد دارد، تکرارهای حل مسئله از حیث زمان به دلیل درگیر نمودن سیستم کنترلی اهمیت می‌یابد. تعداد تکرارهای کمتر در این بحث می‌تواند فاکتوری بر تضمین صحت عملکرد الگوریتم باشد. همچنین چون در هر مرحله تکرار سیستم کنترل نیز برای اعمال جواب بهینه به سیستم درگیر می‌گردد کارایی سیستم کند می‌شود. از این حیث تعداد تکرارها اهمیت می‌یابد. به این ترتیب در این قسمت از پایان‌نامه به عنوان پیشنهاد ترکیب دو الگوریتم در حل مسئله مطرح می‌شود.

در الگوریتم کرم شب‌تاب احتمال واگرایی در تکرارهای زیاد، بالا می‌رود. لذا پیشنهاد می‌گردد

این مسئله را با الگوریتم ترکیبی کرم شب‌تاب و کلونی مورچه حل کنیم. به این ترتیب که در مرحله اول، تابع هدف به الگوریتم کرم شب‌تاب برای یک مرحله تکرار واگذار گردد. سپس پس از این مرحله، اطمینان داریم بسیار به پاسخ نزدیک شده‌ایم و برای اینکه در مینیمم محلی گرفتار نشویم، بهتر است ادامه حل را به الگوریتم مورچگان واگذار کنیم. اجرای این برنامه بر روی کنترل‌کننده‌ی واقعی دشواری‌هایی دارد که پیشنهاد این مطالعه می‌باشد.

- [1] G. Maggetto and J. Van Mierlo (2000) "Electric and electric hybrid vehicle technology: a survey," in Electric, Hybrid and Fuel Cell Vehicles ,No. 2000/050), IEE Seminar, pp. 1-111.
- [2] J. M. Miller (2006) "Hybrid electric vehicle propulsion system architectures of the e-CVT type," IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 21, pp. 756-767.
- [3] Parul Gaur, Yajvender Pal Verma, Preeti Singh (2015)"Maximum Power Point Tracking Algorithms for Photovoltaic Applications: A Comparative Study", IEEE Conference Publications, pp. 1-5.
- [4] G. M. S. Azevedo, M. C. Cavalcanti, K. C. Oliveira, F. A. S. Neves and Z. D. Lins, (2008) "Evaluation of Maximum Power Point Tracking Methods for Grid Connected Photovoltaic Systems", IEEE Conference Publications, pp. 1456-1462.
- [5] Jing Hu, Jiancheng Zhang and Hongbo Wu (2009) "A Novel MPPT Control Algorithm Based on Numerical Calculation for PV Generation Systems", IEEE Conference Publications, pp. 2103-2107.
- [6] Emil Jimenez-Brea*, Andres Salazar-Llinasy, Eduardo Ortiz-Riverazand Jesus Gonzalez-Llorente,(2010) "A Maximum Power Point Tracker Implementation for Photovoltaic Cells Using Dynamic Optimal Voltage Tracking",IEEE Conference Publication, pp 2161-2165.
- [7] Sudha Bansal, Lalit Mohan Saini, Dheeraj Joshi,(2012) "Design of a DC-DC Converter for Photovoltaic Solar system", IEEE Conference Publication, pp 1-5.
- [8] Bidyadhar Subudhi, Raseswari Pradhan, (2013) "A Comparative Study on Maximum Power Point Tracking Techniques for Photovoltaic Power Systems", IEEE Transactions on Sustainable Energy, vol. 4, no. 1, pp. 89-98.

- [9] Mostafa Jalalian Ebrahimi,(2015) “General Overview of Maximum Power Point Tracking Methods for Photovoltaic Power Generation Systems”, 30th Power System Conference - Tehran, Iran.
- [10] M. Jannati, S.H. Hosseini, B. Vahidi, Guo-Jie Li, (2014)"A survey on energy storage resources configurations in order to propose an optimum configuration for smoothing fluctuations of future large wind power plants", ELSEVIER, Journal of Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 29, pp. 158–172.
- [11] Masoud Aliakbar Golkar, Amin Hajizadeh, (2006)“Power Management Strategy for Parallel Hybrid Electric Vehicles”, the 2nd Joint International Conference on “Sustainable Energy and Environment, Bangkok, Thailand.
- [12] H. Moghbelli, et al.,(2006) “New Generation of Passenger Vehicles: FCV or HEV” in Industrial Technology, IEEE International Conference on Industrial Technology, pp. 452-459.
- [13] C. C. Chan,(2007) “The State of the Art of Electric, Hybrid, and Fuel Cell Vehicles,” Proceedings of the IEEE, vol. 95, no. 4, pp. 704-718.
- [14] R. Pratt et al.,(2007) “Potential impacts of high penetration of plug-in hybrid vehicles on the US power grid,” in Pacific Northwest National Laboratory, DOE/EERE PHEV Stakeholder Workshop.
- [15] A Mohammad, A Amim, K Sopian, (2010)“An improved indirect maximum power point tracking method for standalone photovoltaic system”, IEE’s proceedings of the 9th WSEAS international conference on applications of electrical engineering, pages 56-62.
- [16] Robert. B.Schaainker, (2010)“Compressed Air Energy Storage”, Electric Power Research Institute.
- [17] Z. A. Styczynski; P. Lombardi; R. Seethapathy; M. Piekutowski; C. Ohler; B. Roberts; S. C. Verma. (2009) “Electric Energy Storage and its Tasks in The

Integration of Wide –Scale renewable resource” CIGRE/IEEE PES Joint Symposium Integration of Wide-Scale Renewable Resources Into the Power Delivery System, pp. 1-11.

- [18] The U.S. Department of Energy’s Report,(2008) “The smart grid: an introduction”. Office of Electricity Delivery and Energy Renewability.
- [19] A.Ipackchi , F.albuyeh, (2009)“Grid of future”, IEEE Power Energy, vol. 7, no.4 ,pp. 52-56.
- [20] J.A.Momoh, (2009)”Smart grid design for efficient and flexible power network operation and control”, IEEE Power Syst.conf. expos. PSCE.
- [21] H.A. Khan, Z. Xu, H. Iu and V. sreeram,(2009) “Review of Technologies and Implementation Strategies in the Area of Smart Grid”, IEEE Power Eng. Conf.
- [22] Y.M.Atwa and E.F.El-Saadeany, (2009) “reliability evaluation for distribution system with renewable distributed generation during islanded mode of operation”,IEEE Trans.Power Syst, vol. 24,no. 2,pp. 572-581.
- [23] S.M.Amin, (2008)”For the good of the grid”, IEEE Power Energy. pp. 48-59.
- [24] S.Rahman, (2009)”Smart grid expectations”, IEEE Power Energy Mag., pp. 84-85.
- [25] R.E.Brown, (2008) “Impact of smart grid on distribution system design”, IEEE Power Energy Soc. Gen. Meet. – conf. Del. Of Elect. Energy in the 21st century.
- [26] G.Mauri, D.Moneta, and C. Bettoni, (2009) ”Energy conservation and smart grids: new challenge for multimetering infrastructures”, IEEE Bucharest Power Tech. Conf.

- [27] S. Brune, S.Lamonaca, M.L. Scala, G. Rotondo and U. Stecchi, (2009) "Load control through smart-metering on distribution networks", IEEE Bucharest Power Tech. Conf.
- [28] Rocky Mountain Power, (2009) "Electric Service Schedule no. 114, State of UTAH", P.S.C.U., no 47.
- [29] Worldwide survey of network-driven demand –side management projects, DC 06 ETSA Utilities Air Conditioner Direct Load Control Program, Australia, 2008.
- [30] M. Lowe and et-all, (2010)"Lithium-ion Batteries for Electric Vehicles", The U.S Value Chain.
- [31] Standard, Electric vehicle conductive charging system, Part 1: General requirements, (IEC 61851-1:2001).
- [32] C. C. Chan and Y. S. Wong, (2004)"Electric vehicles charge forward," Power and Energy Magazine, IEEE, vol. 2, pp. 24-33.
- [33] W. R. Young, Jr.,(1994) "Electric vehicles of yesterday carry us into tomorrow," in Southcon/94. Conference Record, pp. 14-16.
- [34] M. Ehsani ,et al., (2007) "Hybrid Electric Vehicles: Architecture and Motor Drives," Proceedings of the IEEE, vol. 95, pp. 719-728.
- [35] E. W. C. Lo, (2009) "Review on the configurations of hybrid electric vehicles," in Power Electronics Systems and Applications, 2009. PESA 2009. 3rd International Conference on, pp. 1-4.
- [36] Peng Liu, Xuefeng Bai, Wei Zhang, Wenxiao Wei, Ruiye Liu, Zhizhong Guo (2015) 'Diffusion Model of PEV Charging Load and Its Application on ACE Correction.

- [37] A.Chauhan (2014)‘ MPPT CONTROL PV CHARGING SYSTEM FOR LEAD ACID BATTERY’ Department of Electrical Engineering National Institute of Technology, Rourkela, Orissa.
- [38] Adam Richard Sparacino (2012)‘DESIGN AND SIMULATION OF A DC ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATION INTERCONNECTED WITH A MVDC NETWORK’ University of Pittsburgh.
- [39] M. Longo, D. Zaninelli, M. Longo; D. Zaninelli; A. Triviño (2015) ‘Feasibility of Independent Photovoltaic System as main energy provider in Charging Stations for EVs in Spain and Italy’ IEEE 15th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), pp. 525-530.
- [40] Youssef Errami, ohamed Benchagra, Mohamed Hilal, Mohamed Maaroufi ,(2012)” Control Strategy for PMSG Wind Farm Based on MPPT and Direct Power Control" IEEE ,978-1-4673
- [41] D. Anseán, V.M. Garcíab, M. González, J.C. Viera, J.C. Antón, C. Blanco , (2015) “Efficient fast-charging strategies for Li-ion batteries” EVS28 International Electric Vehicle Symposium and Exhibition , EVS28 KINTEX, Korea, May 3-6

پیوست:

پیوست (A):

جدول A-۱. مشخصه دما به توان سلول خورشیدی [۱۵]

$T_{cell} (C)$	P1	P2	P3	P4	P5
20	-.0023	.1161	-1.8715	18.1767	-10.0084
25	-.0023	.1131	-1.7743	17.3987	-8.9289
30	-.0022	.1079	-1.6372	16.3890	-7.6014
35	-.0022	.1007	-1.4638	15.1743	-6.0640
40	-.0021	.0917	-1.2582	13.7867	-4.360

Abstract

Now days need of energy developing, decreasing of fossil fuel, environmental pollution that their source is fossil fuel, heating weather, greenhouse effect and so on has increased the speed of using renewable energies that among them photovoltaic(PV) energy and wind energy have developed more than others. In the renewable energy system like PV system and wind turbine system because of having any pollution and don't need of fuel for producing energy, maximum power should be extracted because by this method the high cost of using them approximately will be paid. Different maximum power point tracking (MPPT) in the wind system and PV system extract maximum power from them.

Electric vehicle can be charged by small renewable source like wind turbines or PV in the time of stopping in the parking and their battery will be charged. In this system the major issue is maximum power point tracking from wind energy source or sun energy source in away that providing the most power from these source that could increase the charging of battery. In this these searching maximum power point in a producing power isolated system for charging of electric vehicle station has been done. In this producing power system is being supposed there are two source of renewable energy including wind turbine and PV for charging electric vehicle battery in the parking. By using MATLAB software different algorithm for solving optimization problem will be checked. At the end by using the result the best optimization algorithm that has a better and faster response for achieving the answer will be selected as suitable algorithm.

Keyword:

Electric Vehicle, Distributed Generation, Battery Charging, Maximum Power Point Tracking.



Shahrood University of Technology

Faculty of Electrical Engineering

MSc Thesis

**Optimization of charging an electric vehicle system in an
isolated network containing distributed generation Resources**

Azam Ebadian

Supervisor:

Dr. Ahmad Darabi

Advisor:

Dr. Amir Hasannia

September 2017