
فصل چهارم: شبیه‌سازی و تحلیل نتایج

در حال حاضر، وجود محدود سوخت‌های فسیلی و مسائل زیست‌محیطی در مورد انتشار گازهای گلخانه‌ای به طور مستقیم بر گذر از وسایل نقلیه معمولی به وسایل نقلیه الکتریکی^۱ (EVs) تأثیر گذاشته است. در طول دهه اخیر، تقاضا برای وسایل نقلیه الکتریکی به دلیل کاهش سریع انتشار گازهای آلاینده و هزینه‌های بهره‌برداری در مقایسه با موتورهای احتراق داخلی^۲ (ICE) به طور قابل توجهی افزایش یافته است [۱]. طبق تحقیقات، وسایل نقلیه الکتریکی می‌توانند تا سال ۲۰۳۰ انتشار CO_2 را تا ۲۸ درصد کاهش دهند. با این حال، دو چالش اصلی وجود دارد که می‌تواند جامعه عمومی را هنگام انتقال به خودروهای برقی تحت تأثیر قرار دهد. این چالش‌ها مانند هزینه بالای خودروهای الکتریکی و کمبود امکانات شارژ می‌باشند. انتظار می‌رود که صنایع و دولت‌های مختلف در سراسر جهان تا سال ۲۰۲۷ خودروهای الکتریکی را در بازار با یک رشد بسیار خوبی مواجه کنند [۲]. در این فصل به بررسی تعیین مکان‌یابی و ظرفیت بهینه ایستگاه‌های شارژ EV به منظور کاهش زمان شارژ و تلفات شبکه توزیع با حضور منابع انرژی تجدیدپذیر و برنامه‌های DR می‌باشد. زمانی که مکان بهینه شارژ برای EV انتخاب شود، می‌توان تلفات شبکه را کاهش داد و با اندازه‌گیرهای که در شبکه وجود دارد می‌توان میزان مصرف شارژ و دشارژ خودرو را کنترل کرد بنابراین می‌توان به عنوان یک عنصر بهینه برای شبکه توزیع جهت برنامه‌های پاسخگویی بار در نظر گرفت. با این حال تعیین

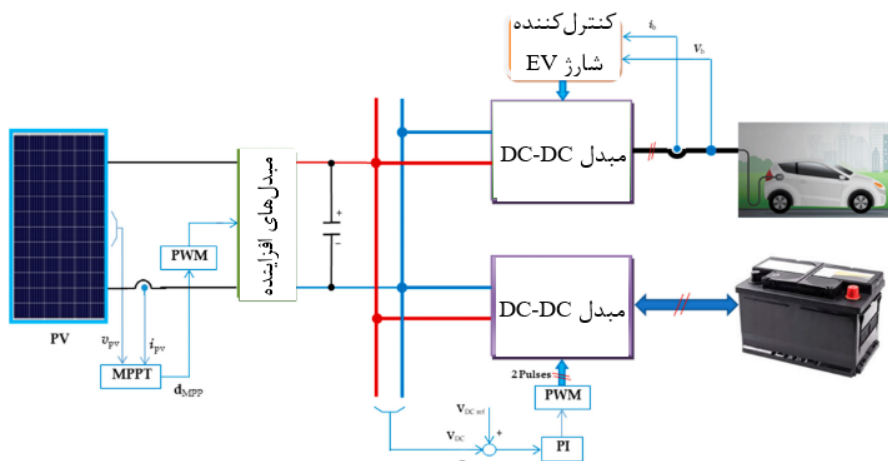
¹ Electric Vehicles

² Internal Combustion Engines

مکان و ظرفیت بهینه برای ایستگاه‌های شارژ باعث کاهش تلفات و تنظیم پیک بار شبکه توزیع نیز می‌گردد.

۲-۴- تحلیل رفتار EVs در ریزشبکه

خودروهای الکتریکی در مدت زمان کوتاهی انرژی زیادی مصرف می‌کنند تا باتری را به طور کامل شارژ کنند. شارژرهای تک فاز EVها عدم تعادل فاز را در شبکه توزیع افزایش می‌دهد که اثرات منفی ناخواسته بر عملکرد شبکه توزیع و بارهای متصل را افزایش می‌دهد. بنابراین استفاده از EVها علاوه بر مزایای که در شبکه توزیع دارند، می‌تواند موجب ناپایداری نیز گردد. استفاده از ایستگاه‌های شارژ نزدیک به EVها می‌تواند تا حدود بالای معایب آنها را کاهش دهد. علاوه بر این موارد، مدیریت انرژی در خودروهای الکتریکی متصل به شبکه بالادست با در نظر گرفتن منابع انرژی دیگر می‌تواند از اصول اساسی برای بهینه کردن شبکه توزیع باشد. شکل (۴-۱) نمایی از اتصال منابع خورشیدی همراه ذخیره‌سازهای انرژی با EVs را نشان می‌دهد.



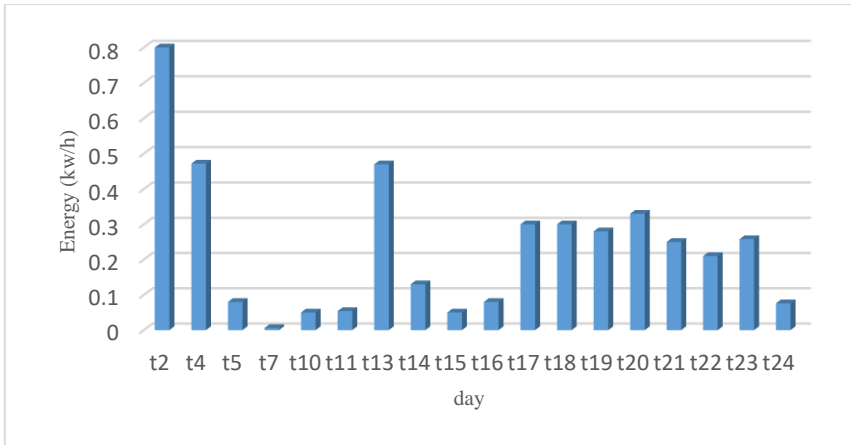
شکل ۴-۱: EVs متصل به باس DC

در این بخش قصد داریم تا هزینه بهره‌برداری شکل (۱-۴) را مورد بررسی قرار دهیم. به عبارتی خروجی عناصر مذکور در شکل (۱-۴) را با در نظر گرفتن تابع هدف کمینه کردن هزینه مورد تحلیل قرار می‌دهیم. روش مورد استفاده برای مدل ارائه شده در شکل (۴-۱)؛ استفاده از الگوریتم MINLP می‌باشد. این مورد (اتصال خودروهای الکتریکی با PVs و ESSs) می‌تواند به عنوان سناریوی اول در بررسی جایابی پارکینگ‌ها مورد بررسی قرار گیرد. جدول (۱-۴) اطلاعات مربوط به شکل (۱-۴) را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۴: اطلاعات EVs های متصل به واحدهای خورشیدی و ESSs

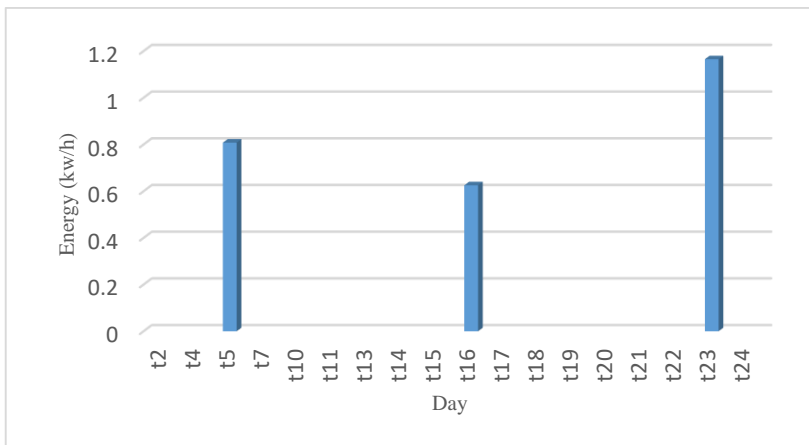
اطلاعات مربوط به PVs	اطلاعات مربوط به ESS	اطلاعات مربوط به EVs
The number of PVs = 3 max Power = 10 kw min power = 0	The number of ESS = 2 max Power = 3 kw min power = 0	The number of EVs = 10 max Power = 1.2 kw min power = 0

بر اساس اطلاعات بالا به بررسی عملکرد خودروهای الکتریکی در شبکه‌ای که حاوی پنل-های خورشیدی و ذخیره‌سازها می‌باشد، با در نظر گرفتن تابع هدف هزینه بهره‌برداری؛ می‌پردازیم. مدلسازی هر کدام از منابع و توابع هدف مختلفی که در این پایان‌نامه مورد تحلیل قرار می‌گیرد؛ در فصل سوم ب‌طور کامل مورد بررسی قرار گرفته است. اولین مورد تحلیل شارژ EVs در سیستم شکل (۲-۴) می‌باشد. شکل (۲-۴) مجموع توان شارژ شده هر ۱۰ خودروی الکتریکی استفاده شده در سناریوی اول را بیان می‌کند.



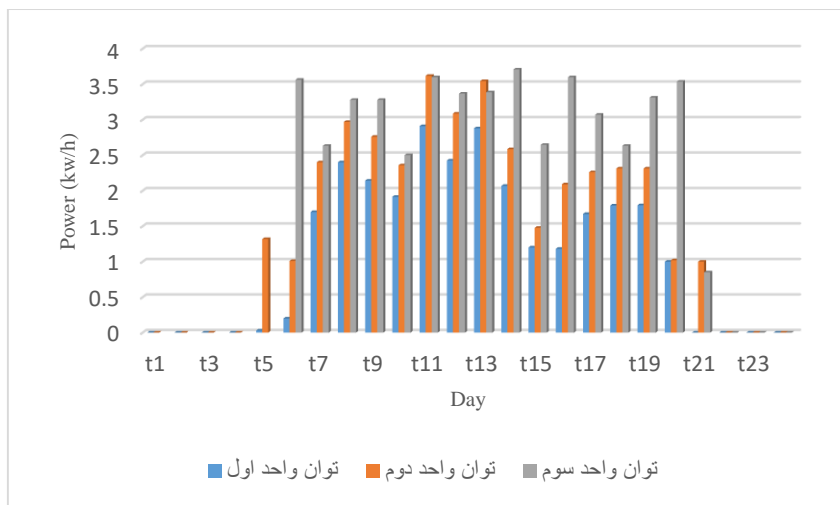
شکل ۴-۲: میزان توان شارژ شده هر ۱۰ خودروی استفاده شده در سناریوی اول

شکل (۲-۴) نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن اطلاعات جدول (۴-۱)؛ عمده میزان تقاضای الکتریکی شبکه توسط ذخیره‌سازها و PVS تامین می‌شود. بنابراین EVs ها در ساعاتی شبانه‌روز، اکثر اوقات در حال شارژ هستند و این نشان‌دهنده تامین توان توسط دو مولفه خورشیدی و سیستم‌های ذخیره انرژی می‌باشد. علاوه بر میزان شارژ، مقدار دشارژ EVs نیز مطابق شکل (۴-۳) نشان داده شده است.



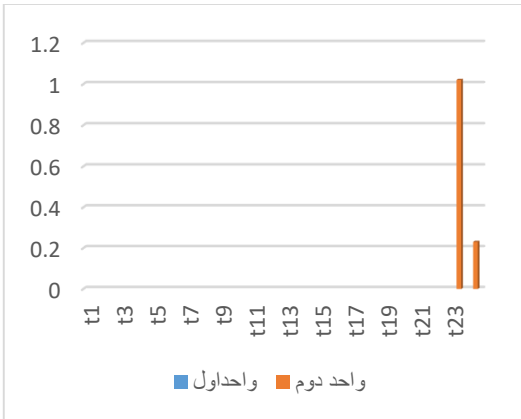
شکل ۴-۳: مجموع توان دشارژ EVs

شکل (۳-۴) نشان می‌دهد که توان تحویلی EVs به شبکه در سه بازه زمانی ۵، ۱۶ و ۲۳ رخ می‌دهد. همچنین مقادیر توان‌های خروجی PVs نیز در شکل (۴-۴) نشان داده شده است.

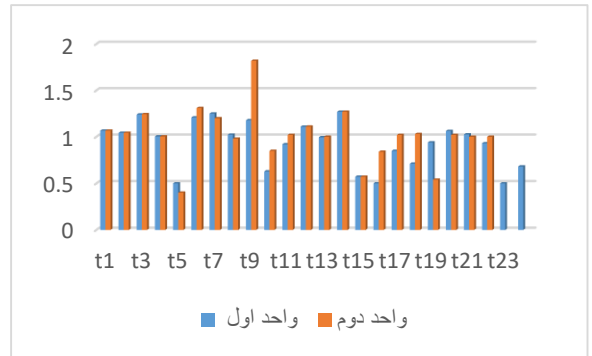


شکل ۴-۴: خروجی PVs در سناریوی اول

خروجی شکل (۴-۴) نشان می‌دهد که توان تولیدی سه واحد PVs در بازه‌های زمانی مختلف به چه صورتی است. همانطور که در شکل (۴-۴) نشان داده شده است توان تولیدی واحد سوم نسبت به دو واحد دیگر در بازه‌های زمانی مختلف بیشتر است. در نهایت میزان شارژ و دشارژ ESSs در سناریوی اول را می‌توان مطابق شکل (۵-۴) نمایش داد.



(ب)



(الف)

شکل ۴-۵: توان‌های شارژ و دشارژ ESSs (الف) مقدار دشارژ (ب) مقدار شارژ

شکل (۴-۵) میزان شارژ و دشارژ ESSs در سیستم ارائه شده برای سناریوی اول را نشان می‌دهد. در شکل (۴-۵-ب) میزان توان شارژ واحد دوم ذخیره‌ساز را نشان می‌دهد. به عبارتی در این شکل نشان داده می‌شود که فقط واحد دوم شارژ می‌شود و واحد اول هیچگونه شارژی ندارد و فقط حالت دشارژ را دارد. جدول (۴-۲) هزینه بهره‌برداری واحدهای ذکرشده را نشان می‌دهد.

جدول ۴-۲: هزینه بهره‌برداری EVs

هزینه بهره‌برداری (\$))

PVs	۹۳۳/۰۵۷
ESSs	۱۱۳/۱۶
EVs	۲۳۵/۸۱۵

جدول (۴-۲)، مقادیر هزینه‌های بهره‌برداری هر مولفه استفاده شده در شکل (۴-۱) را نشان می‌دهد. بدین ترتیب به بررسی هزینه بهره‌برداری و تحلیل رفتار واحدهای

خورشیدی، خودروهای الکتریکی و سیستم‌های ذخیره انرژی در شبکه‌ای با بار مشخص؛ پرداختیم. تابع هدف این بخش، کمینه کردن هزینه بهره‌برداری برای شکل (۴-۱) می‌باشد.

۳-۴ - تحلیل رفتار EVs مختلف در شبکه توزیع

در این بخش قصد داریم تا رفتار EVs مختلف از جمله BEVs^۳، PHEV^۴ و EREVs^۵ را در یک ایستگاه شارژ بررسی کرده و میزان شارژ و دشارژ این EVs در شبکه توزیع را مورد ارزیابی قرار دهیم. تابع هدف این بخش، هزینه‌های بهره‌برداری EVs می‌باشد. جدول (۳-۴) اطلاعات EVs استفاده‌شده در این بخش را نشان می‌دهد.

جدول ۳-۴: اطلاعات مربوط به EVs مختلف

	شماره EV	راندمان	ظرفیت	ضریب شارژ	SOC هر EV وقتی پارکینگ را ترک می‌کند
اطلاعات مربوط به BEVs	۱۰-۱	٪ ۹۰	۸/۷	۳	۱
اطلاعات مربوط به PHEV	۱۵-۱۱	٪ ۹۰	۸/۲	۳	۱
اطلاعات مربوط به EREVs	۲۰-۱۶	٪ ۹۰	۱۶/۹	۶	۱

براساس اطلاعات بالا به تحلیل رفتار EVs متصل به شبکه بالادست می‌پردازیم. مجموعه تعداد خودروهای استفاده‌شده در این شبیه‌سازی ۲۰ خودرو می‌باشد. مقدار شارژ و دشارژ

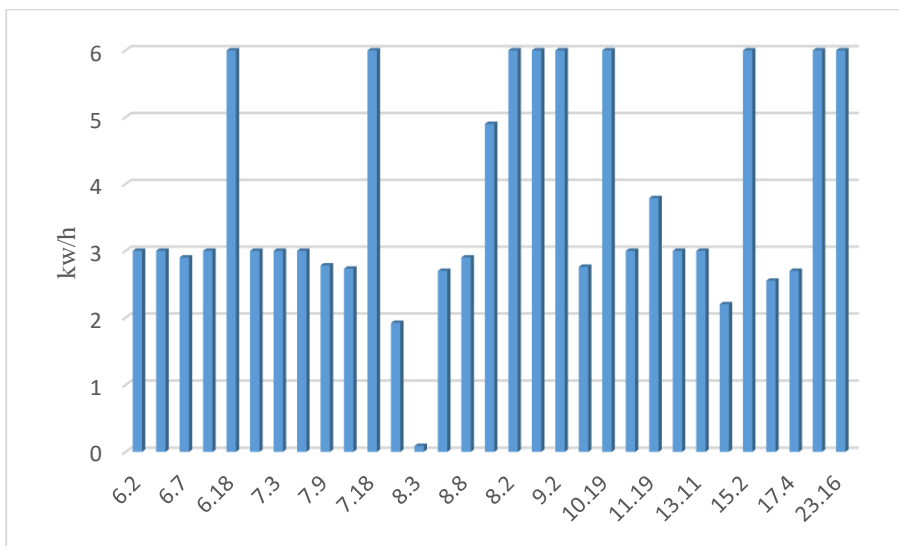
³ Battery Electric Vehicle

⁴ Plug-in hybrid electric vehicle

⁵ Extended Range Electric Vehicle

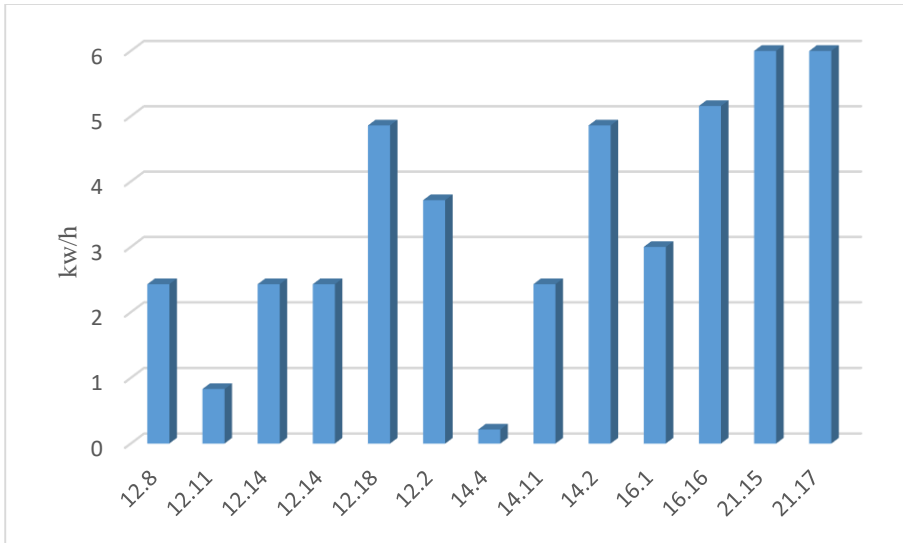
هر EV در بازه زمانی ۲۴ ساعته را می‌توان برای این ۲۰ خودرو به صورت شکل (۴-۶)

نشان داد.



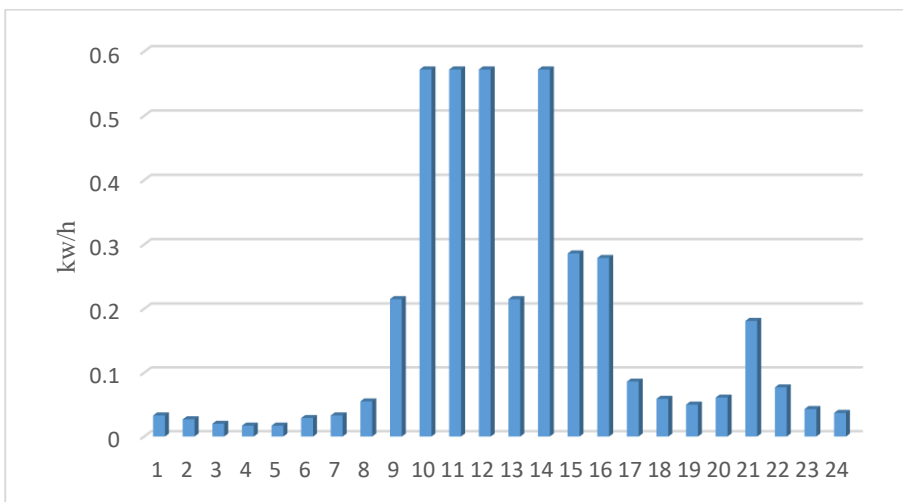
شکل ۴-۶: میزان شارژ مجموع ۲۰ خودروی متصل به شبکه بالادست

شکل (۴-۶) نشان می‌دهد که مثلاً در ساعت ۶ و خودروی الکتریکی ۲ که از نوع BEV می‌باشد، مقدار حدود ۳ کیلووات ساعت انرژی را شارژ می‌کند. یا در ساعت ۶ و خودروی ۱۸ که از نوع EREV می‌باشد، حدود ۶ کیلووات ساعت انرژی را شارژ می‌کند. شکل (۴-۶) نشان داده شده، مقدار شارژ تمامی ۲۰ خودروی استفاده شده که شامل هر سه نوع EV مختلف ذکر شده در جدول (۴-۳) می‌باشد. مقدار دشارژ مجموع خودروها نیز در شکل (۴-۷) نشان داده شده است.



شکل ۴-۷: میزان دشارژ مجموع ۲۰ خودروی متصل به شبکه بالادست

شکل (۴-۷) مقدار دشارژ برای مجموع ۲۰ خودروی الکتریکی را نشان می‌دهد. برای مثال در ساعت ۱۲، خودروی ۸ که از نوع BEV می‌باشد، مقدار ۲/۵ کیلووات ساعت دشارژ را انجام می‌دهد. شکل (۴-۸) میزان تبادل توان EVs با شبکه بالادست را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۸: تبادل توان با شبکه بالادست توسط مجموع EVs

مجموع ۲۰ خودروی الکتریکی مدل شده در شبکه، مطابق شکل (۴-۸) با شبکه بالادست تبادل توان را انجام می‌دهند. بدین ترتیب تاثیر EVs مختلف در تبادل توان با شبکه‌های بالادست نشان داده شد.

۴-۴ - تحلیل رفتار EVs در شبکه ۳۳ باسه

در این بخش قصد داریم تا به بررسی رفتار EVs به همراه منابع تجدیدپذیر همچون واحدهای فتوولتائیک و ذخیره‌سازهای انرژی بپردازیم. منابع ذکر شده در این بخش به شبکه ۳۳ باسه متصل هستند. اطلاعات شبکه ۳۳ باسه در جدول (۴-۴) آورده شده است.

جدول ۴-۴ اطلاعات شبکه ۳۳ باسه

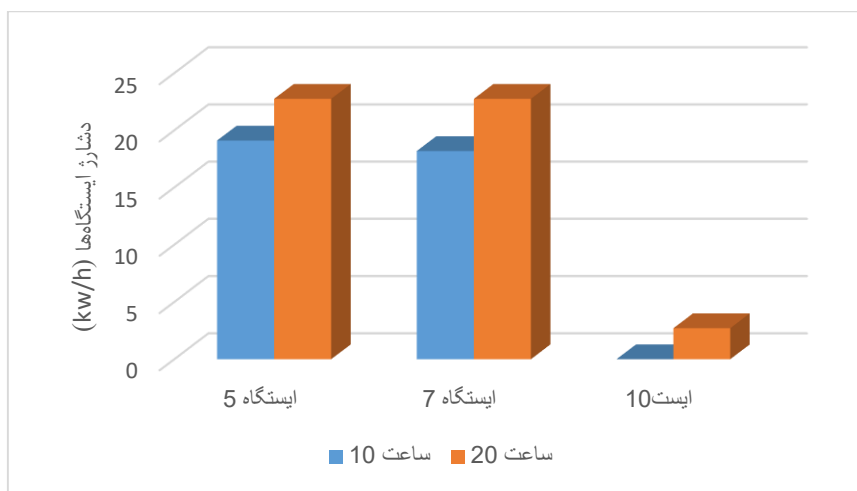
شماره	خطوط بین باس‌ها	مقاومت خط	راکتانس خط
۱	۲-۱	۰/۰۹۲۲	۰/۰۴۷۰
۲	۳-۲	۰/۴۹۳۰	۰/۲۵۱۱
۳	۴-۳	۰/۳۶۶۰	۰/۱۸۶۴
۴	۵-۴	۰/۳۸۱۱	۰/۱۹۴۱
۵	۶-۵	۰/۸۱۹۰	۰/۷۰۷۰
۶	۷-۶	۰/۱۸۷۲	۰/۶۱۸۸
۷	۸-۷	۰/۷۱۱۴	۰/۲۳۵۱
۸	۹-۸	۱/۰۳۰۰	۰/۷۴۰۰
۹	۱۰-۹	۱/۰۴۴۰	۰/۷۴۰۰
۱۰	۱۱-۱۰	۰/۱۹۶۶	۰/۰۶۵۰
۱۱	۱۲-۱۱	۰/۳۷۴۴	۰/۱۲۳۸
۱۲	۱۳-۱۲	۱/۴۶۸۰	۱/۱۵۵۰
۱۳	۱۴-۱۳	۰/۵۴۱۶	۰/۷۱۲۹
۱۴	۱۵-۱۴	۰/۵۹۱۰	۰/۵۲۶۰
۱۵	۱۶-۱۵	۰/۷۴۶۳	۰/۵۴۵۰
۱۶	۱۷-۱۶	۱/۲۸۹۰	۱/۷۲۱۰
۱۷	۱۸-۱۷	۰/۷۳۲۰	۰/۵۷۴۰

۱۸	۱۹-۲	۰/۱۶۴۰	۰/۱۵۶۵
۱۹	۲۰-۱۹	۱/۵۰۴۲	۱/۳۵۵۴
۲۰	۲۱-۲۰	۰/۴۰۹۵	۰/۴۷۸۴
۲۱	۲۲-۲۱	۰/۷۰۸۹	۰/۹۳۷۳
۲۲	۲۳-۲۲	۰/۴۵۱۲	۰/۳۰۸۳
۲۳	۲۴-۲۳	۰/۸۹۸۰	۰/۷۰۹۱
۲۴	۲۵-۲۴	۰/۸۹۶۰	۰/۷۰۱۱
۲۵	۲۶-۲۵	۰/۲۰۳۰	۰/۱۰۳۴
۲۶	۲۷-۲۶	۰/۲۸۴۲	۰/۱۴۴۷
۲۷	۲۸-۲۷	۱/۰۵۹۰	۰/۹۳۳۷
۲۸	۲۹-۲۸	۰/۸۰۴۲	۰/۷۰۰۶
۲۹	۳۰-۲۹	۰/۵۰۷۵	۰/۲۵۸۵
۳۰	۳۱-۳۰	۰/۹۷۴۴	۰/۹۶۳۰
۳۱	۳۲-۳۱	۰/۳۱۰۵	۰/۳۶۱۹
۳۲	۳۳-۳۲	۰/۳۴۱۰	۰/۵۳۰۲

براساس اطلاعات سیستم ۳۳ باسه؛ تاثیر ایستگاه‌های شارژ EVs بر تلفات و مقادیر شارژ و دشارژ وسایل نقلیه الکتریکی، پرداخته می‌شود. در این بخش دو سناریو مورد بررسی قرار می‌گیرد. سناریوی اول، ایستگاه‌های شارژ به باس‌های ۵، ۷ و ۱۰ متصل است. در این حالت تاثیر این ایستگاه‌های شارژ بر مدت زمان شارژ و دشارژ EVs و همچنین میزان تلفات شبکه و پروفیل ولتاژ بررسی می‌شود. در ادامه این بخش و در سناریوی دوم، مکان نصب ایستگاه‌های شارژ روی باس‌های ۱۵، ۲۰ و ۳۲ قرار می‌گیرد و مجدداً موارد بالا (تلفات، پروفیل ولتاژ و زمان‌بندی شارژ و دشارژ EVs) بررسی می‌شود.

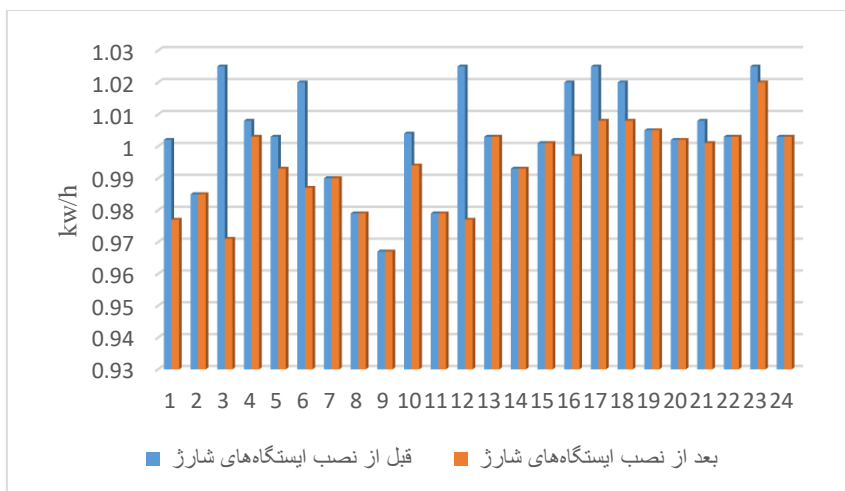
۴-۳-۱ سناریوی اول

در سناریوی اول، ایستگاه‌های شارژ به باس‌های ۵، ۷ و ۱۰ متصل است. در این صورت تلفات و میزان شارژ و دشارژ کلی ایستگاه‌های شارژ EV مورد بررسی قرار می‌گیرد. تحلیل میزان شارژ و دشارژ ایستگاه‌های شارژ EV برای دو بازه زمانی ساعت ۱۰ صبح و ۸ شب بررسی می‌شود. شکل (۹-۴) میزان شارژ ایستگاه‌های نصب‌شده در باس‌های ۵، ۷ و ۱۰ را نشان می‌دهد.



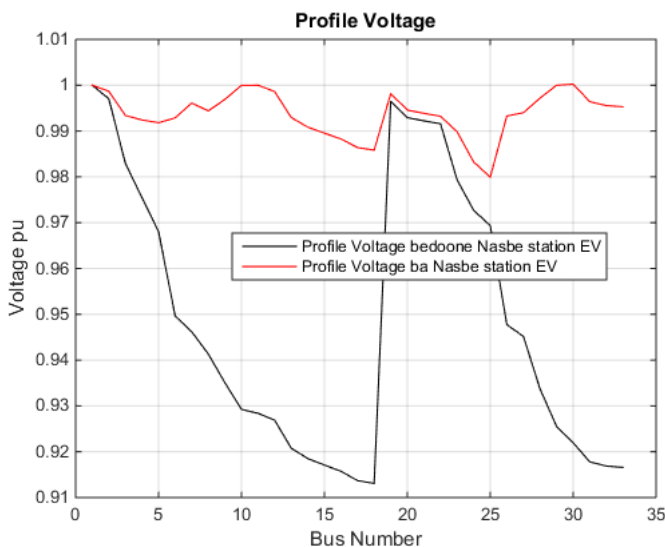
شکل ۹-۴: میزان دشارژ ایستگاه‌های نصب‌شده در شبکه ۳۳ باسه برای دو ساعت مختلف

شکل (۹-۴) میزان دشارژ ایستگاه‌های شارژ را نشان می‌دهد. بدین ترتیب ایستگاه‌های شارژ نصب‌شده در ساعت‌های ۱۰ صبح و ۲۰ شب می‌توانند با ظرفیت نشان داده‌شده، دشارژ را برای EVs انجام دهند. مقدار شارژ این ایستگاه‌ها صفر می‌باشد. میزان تلفات قبل و بعد از نصب ایستگاه‌های شارژ در باس‌های مختلف را می‌توان به صورت شکل (۹-۴) (۱۰) نشان داد. مقدار تلفات برای بازه زمانی ۲۴ ساعت نشان داده شده است.



شکل ۴-۱۰: تلفات شبکه ۳۳ قبل و بعد از نصب ایستگاه‌های شارژ

همانطور که در شکل (۴-۱۰) نشان داده شده است، حضور ایستگاه‌های شارژ می‌تواند موجب کاهش تلفات الکتریکی شبکه شود. این بدان معناست که نصب ایستگاه‌های شارژ EVs می‌تواند آزادی عمل بیشتری برای صاحبان خودروهای الکتریکی در انتخاب مکان شارژ و حتی دشارژ در شبکه ۳۳ باسه، داشته باشد. همین مورد، در یک محیط بازار رقابتی انرژی می‌تواند موجب کاهش تلفات شود. همچنین شکل (۴-۱۱) دامنه ولتاژ با حضور ایستگاه‌های شارژ را نشان می‌دهد.

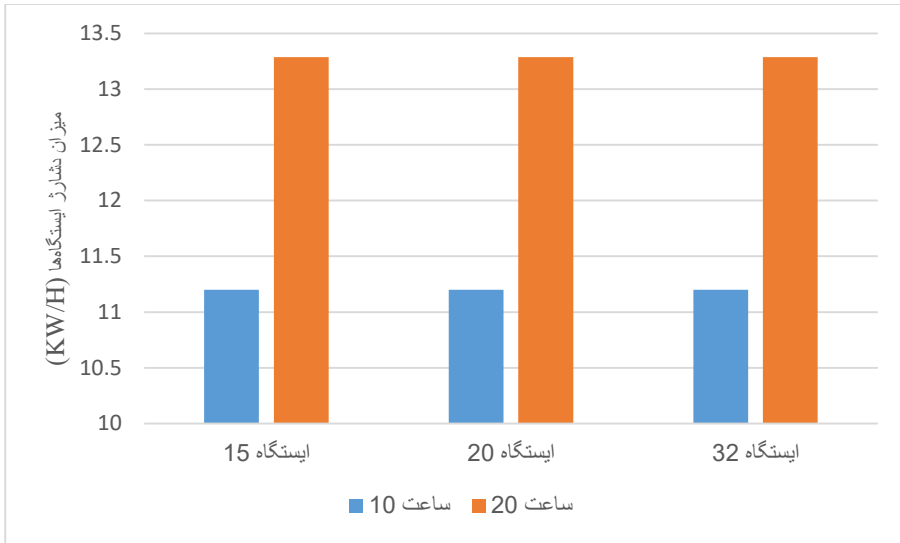


شکل ۴-۱۱: دامنه ولتاژ برای شبکه ۳۳ باسه در سناریوی اول

همانطور که نشان داده شده است، نصب ایستگاه‌های شارژ EVs در شبکه ۳۳ باسه، موجب بهبود پروفیل ولتاژ می‌شوند. در ادامه سناریوی دوم را بررسی می‌کنیم.

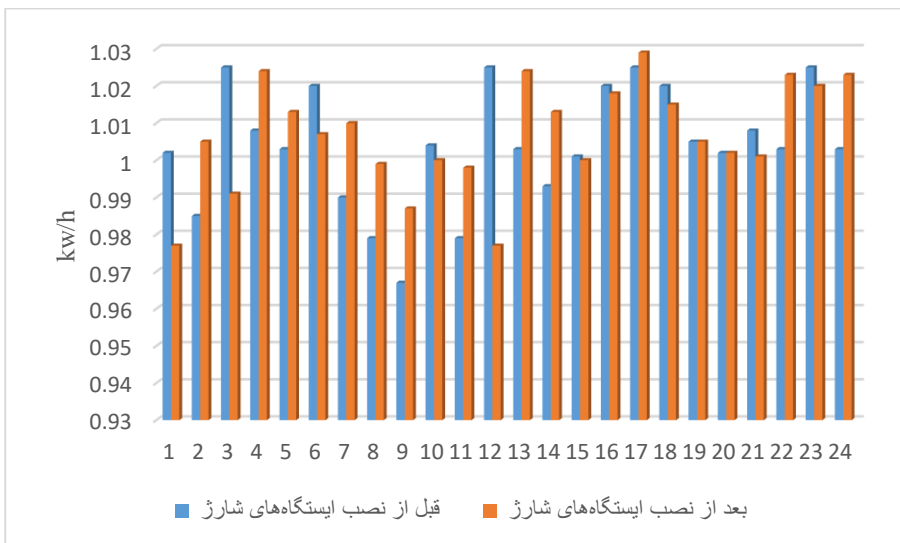
۲-۳-۴ سناریوی دوم

در این سناریو قصد داریم تا مکان ایستگاه‌های شارژ را روی باس‌های ۱۵، ۲۰ و ۳۲ قرار دهیم و مجدداً مقادیر تلفات، دامنه ولتاژ و مقدار دشارژ ایستگاه‌های شارژ برای مجموع EVs موجود در شبکه را بیان می‌کند. هدف اصلی در این بخش تاثیر جایابی ایستگاه‌های شارژ بر میزان شارژ و دشارژ EVs و همچنین مقدار تلفات شبکه ۳۳ باسه است. شکل (۴-۱۲) مقدار دشارژ ایستگاه‌های شارژ در دو بازه زمانی مختلف ساعت ۱۰ صبح و ۲۰ شب نشان می‌دهد.



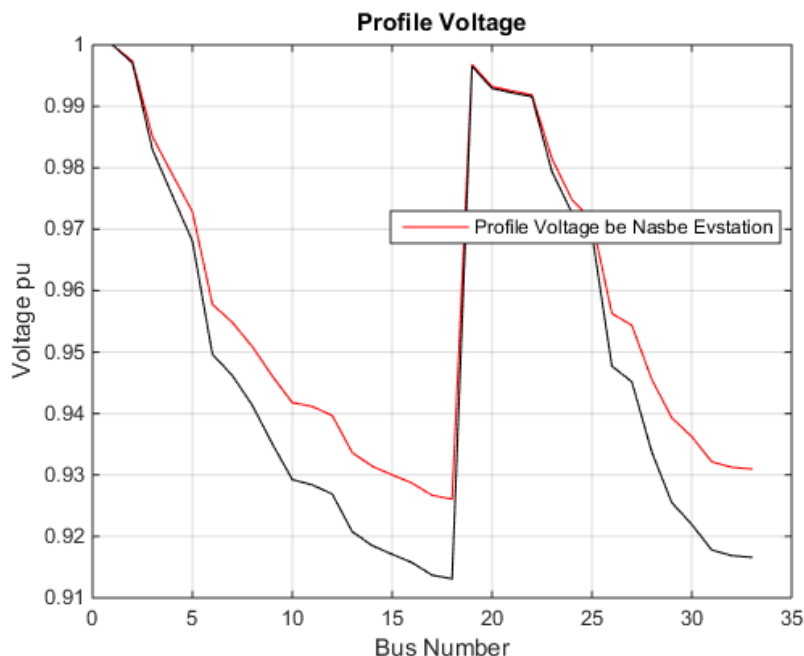
شکل ۴-۱۲: میزان دشارژ ایستگاه‌های نصب‌شده در شبکه ۳۳ باسه برای دو ساعت مختلف

مقدار شارژ ایستگاه‌های EVs نیز برابر صفر باشد. همچنین مقادیر تلفات و نیز دامنه ولتاژ به ترتیب در شکل‌های (۴-۱۳) و (۴-۱۴) می‌باشد.



شکل ۴-۱۳: تلفات قبل و بعد از نصب ایستگاه‌های شارژ

شکل (۴-۱۳) نشان می‌دهد که جابجایی نادرست ایستگاه‌های می‌تواند موجب افزایش تلفات در شبکه نیز گردد. مطابق نتیجه به دست آمده در برخی باس‌ها، میزان تلفات افزایش یافته است. دامنه ولتاژ نیز در شکل (۴-۱۴) آورده شده است.



شکل ۴-۱۴: پروفیل بار با حضور ایستگاه‌های شارژ

همانطور که در شکل (۴-۱۴) نشان داده شده است، پروفیل ولتاژ به نسبت سناریوی اول بهبود کمتری داشته است.

۴-۵- تحلیل پاسخگویی و ردیابی بار در کاهش تلفات

یکی از مواردی که در دهه‌های گذشته بسیار مورد توجه قرار گرفته است، پاسخگویی بار و به دنبال آن کاهش پیک بار و در نهایت کاهش تلفات شبکه می‌باشد. تحویل برق به مصرف‌کنندگان و مشاغل مختلف در دوره‌های اوج پیک بار یک چالش مداوم برای

شرکت‌های برق است. اکثر شرکت‌های برق در حال حاضر برنامه‌های پاسخگویی به تقاضا را دارند که از نرخ‌های مبتنی بر زمان یا سایر مشوق‌های مالی برای تشویق مصرف‌کنندگان به کاهش یا تغییر مصرف برق در دوره‌های اوج تقاضا در شبکه برق استفاده می‌کنند. خودروهای الکتریکی می‌توانند نقشی کلیدی در میزان ظرفیت پاسخگویی به تقاضا داشته باشند و قبلاً در یک برنامه آزمایشی که شرکت PG & E⁶ که خلاصه شده پس‌فیک گس اند الکترونیک می‌باشد، شرکت انرژی آمریکایی است، که در زمینه تولید، انتقال و توزیع برق، همچنین توزیع و انتقال گاز طبیعی فعالیت می‌نماید، نزدیک به ۱۰۰ خودروی BWM در منطقه خلیج سانفرانسیسکو، مؤثر واقع شده‌اند [مرجع خودرو]. در این بخش به منظور تحلیل رفتار خودروهای الکتریکی با در نظر گرفتن استراتژی DR، از ۱۰ خودروی الکتریکی استفاده شده است. هدف این بخش بررسی میزان پاسخگویی بار با در نظر گرفتن رفتار EVs متصل به شبکه است. در این بخش علاوه بر بررسی پاسخگویی بار با حضور EVs، بحث ترکیب‌بند بار یا به عبارتی ردیابی بار نیز بررسی می‌شود. شکل (۴-۱۵) مقدار بار جدید در شبکه با در نظر گرفتن استراتژی DR و حضور EVs در شبکه است.

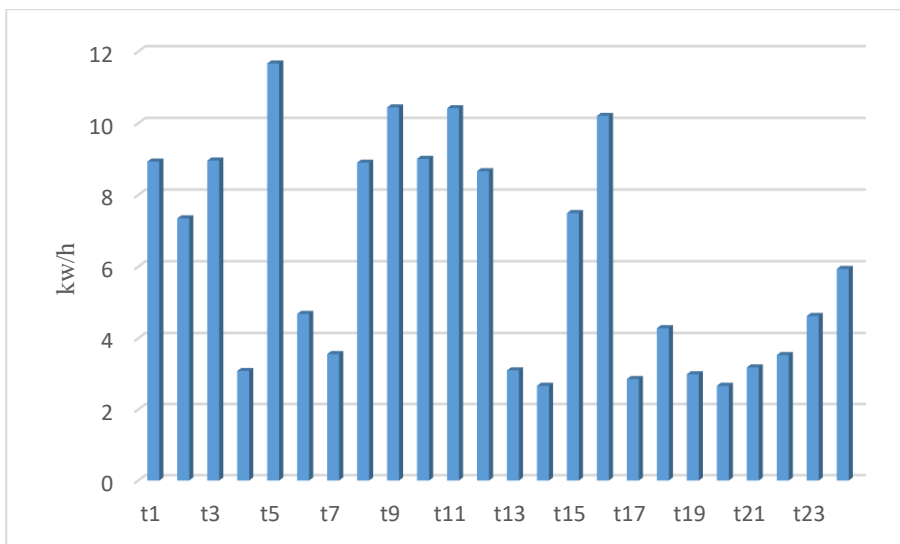
شکل ۴-۱۵: میزان بار جدید در شبکه

همچنین شکل (۴-۱۶)، شبکه تست مورد مطالعه برای بررسی پاسخگویی بار با حضور EVs، ESSs و واحدهای خورشیدی را نشان می‌دهد.

شکل ۴-۱۶: شبکه آزمایشی با حضور برنامه‌های DR

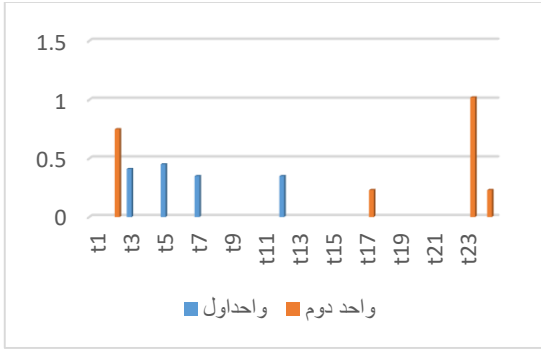
⁶ Pacific Gas and Electric Company

براساس میزان باری که در شبکه وجود دارد، میزان پاسخگویی بار برابر شکل (۴-۱۷) می‌باشد.

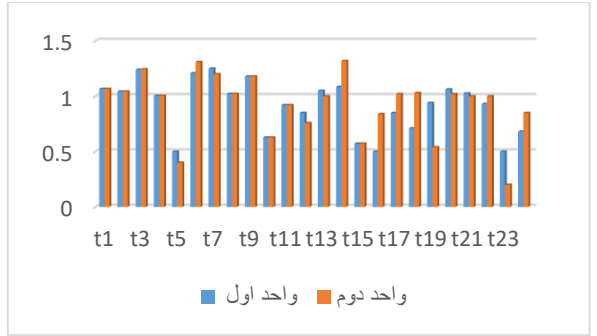


شکل ۴-۱۷: میزان پاسخگویی بار با در نظر گرفتن EVs در شبکه توزیع

شکل (۴-۱۷) نشان می‌دهد که پاسخگویی بار مبتنی بر تشویق در بازه زمانی ۲۴ ساعته چه صورتی است. این شکیان می‌کند که مصرف‌کنندگان در بازه‌های زمانی مختلف به چه میزان توان الکتریکی مصرفی خود را کاهش داده‌اند. لازم به ذکر است که پاسخگویی بار استفاده شده مبتنی بر تشویق است. به عبارتی مصرف‌کنندگان با کاهش مصرف توان خود، توسط شرکت‌های توزیع مشمول پاداش‌های می‌شوند. در این حالت رفتار ذخیره-سازهای انرژی مطابق شکل (۴-۱۸) می‌باشد.

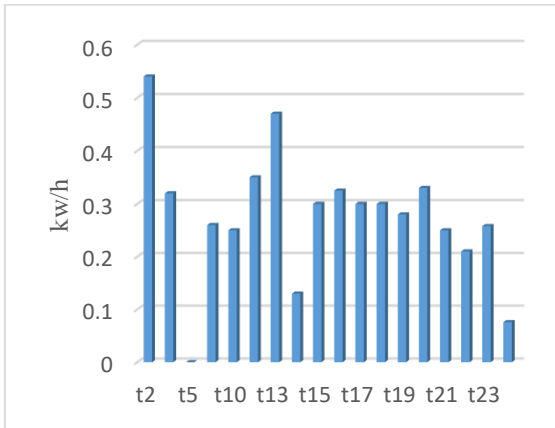


(ب)

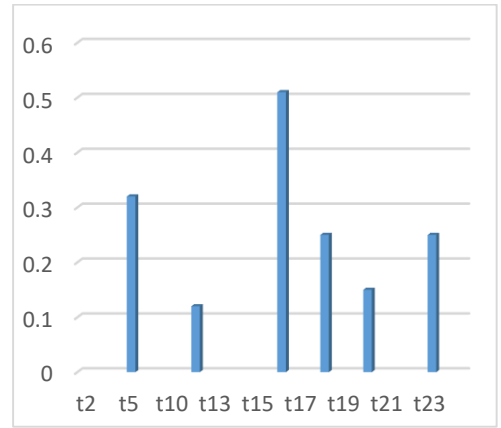


(الف)

شکل ۴-۱۸: رفتار ذخیره‌سازهای انرژی با در نظر گرفتن DR الف) دشارژ (ب) شارژ شکل (۴-۱۸) نشان می‌دهد که برنامه‌های پاسخگویی بار موجب می‌شود که ذخیره‌سازهای انرژی به منظور تامین بار الکتریکی در ساعات‌های شبانه روز، دشارژ بیشتری داشته باشند. همچنین رفتار EVs در این حالت را می‌توان مطابق شکل (۴-۱۹) نشان داد.



(ب)

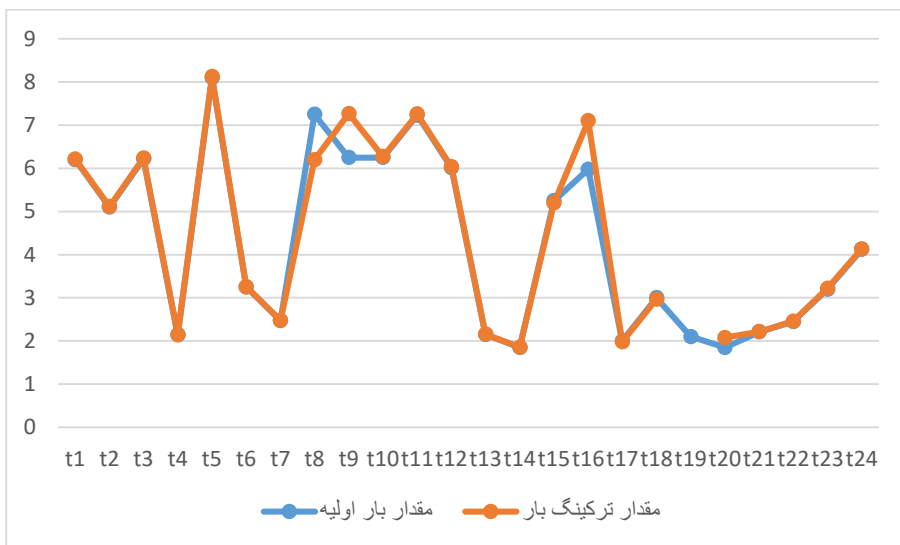


(الف)

شکل ۴-۱۹: رفتار EVs با در نظر گرفتن DR الف) دشارژ (ب) شارژ

زمانی که استراتژی DR را در نظر می‌گیریم و مدلسازی‌های آن را انجام می‌دهیم، نشان داده می‌شود که شارژ EVs افزایش پیدا می‌کند. دشارژ این عناصر الکتریکی به نسبت ذخیره‌سازها کاهش می‌یابد.

همانطور که در ابتدا این بخش در مورد ردیابی بار صحبت شد، نیاز به یک مدیریت جامع ریزشبکه است. هدف مدیریت جامع، بهینه‌سازی و کنترل بهره‌برداری ریزشبکه و همچنین رابط بین تمام عناصر ریزشبکه است. این طرح مدیریت همچنین مسئول ارائه استراتژی کنترل بهینه برنامه‌های DR مبتنی بر مدیریت توان در سطح ریزشبکه برای تامین حداکثر بار پیک ممکن است. شکل (۴-۲۰) ردیابی بار را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۲۰: ردیابی بهینه بار مرجع

شکل (۴-۲۰)، نشان می‌دهد که توان خروجی بهینه در هر بازه زمانی با توان مرجع دینامیکی با حداقل خطا مطابقت دارد. همانطور که در این شکل نشان داده شده است، میزان ردیابی بار به دلیل حضور منابع مختلف و همچنین استراتژی DR در حالت حداقلی

قرار دارد. از مزایای این ردیابی حداقلی بار می‌توان به صرفه‌جویی در هزینه‌ها، توان خروجی بهینه‌تر منابع موجود در شبکه و در نهایت تلفات کمتر را شامل می‌شود.

۴-۶- تحلیل روش جدید برای مکان‌یابی ایستگاه‌های شارژ به منظور کاهش تلفات و بهبود پیک بار