ارایـه روش جدیـد برای جایابی ایسـتگاه‌های شـارژ سـریع خودرو برقی در شبکه توزیع بـا استفاده از الگوریتم ژنتیـک

مهران آزاد/ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی برق قدرت، دانشگاه صنعتی سجاد/m.a@igegroup.ir

محسن قاینی/ استادیار دانشکده برق، دانشگاه صنعتی سجاد/ m_ghayeni@sadjad.ac.ir

چکیده

دراین مقاله روش جدیدی برای جایابی ایسـتگاه‌های شـارژ سـریع خودرو برقی در شبکه توزیع، با درنظرگرفتن پارامترهای قیمت زمین و فاصله محل احداث ایسـتگاه تا پسـت فوق توزیع پیشنهاد گردیده اسـت. در این روش علاوه بر تعیین مکان فیزیکی ایسـتگاه، تعداد واحدهای شـارژ (ظرفیت ایستگاه) در هر ایستگاه نیز مشخص می‌شود. برای انجام این کار بایستی در منطقه جغرافیایی مورد نظر تعدادی نقطه براسـاس تراکم خودروهای برقی موجود در ناحیه جهت احداث ایسـتگاه شارژ کاندید کرد و برای هر کدام از نقاط قیمت هر متر مربع زمین و فاصله تا نزدیک‌ترین پست فوق توزیع را مشخص نمود. سپس با اسـتفاده از الگوریتم پیشـنهادی و با حل یک مساله بهینه‌سازی مشخص می‌شود که، در کدامیک از نقاط کاندید ایستگاه شارژ سریع احداث شود و چه تعداد واحد شارژ نیز در آن ایستگاه نصب گردد. برای پیاده‌سازی روش پیشنهادی از اطلاعات واقعی منطقه وکیل‌آباد مشهد استفاده شده است.

کلمات کلیدی: خودرو برقی، ایستگاه شارژ سریع، جایابی، الگوریتم ژنتیک

۱- مقدمه

تراکم و تجمع تعداد زیادی خودرو در یک منطقه شهری، سبب انتشار گازهای مختلفی چون CO_2 و NOX در هوای اطراف می شود و از طرفی آلودگی صوتی ایجاد شده از سمت موتورهای احتراق درونی مشکلات زیست محیطی فراوانی را ایجاد نموده است. در یک تحقیق صورت گرفته در تهران از سوی یک شرکت ژاپنی به نام JICA در هر روز ۱۱۹۲ تن آلودگی ایجاد می‌گردد که از این میزان ۸۸% مربوط به خودروهاست. این مشکل در کنار محدودیت و قیمت بالای سوخت‌های فسیلی ما را به این مسیر هدایت می‌کند تا تغییر اساسی و مهمی در تمام زیر ساخت‌های حمل و نقل ایجاد کنیم[۱].

با توجه به رشد زیرساخت‌های شبکه برق و دستیابی به منابع جدید انرژی نظیر باد، خورشید، زمین گرمایی و انرژی امواج برای تولید برق، می‌توان انرژی الکتریکی را یکی از بهترین جایگزین‌ها برای سوخت‌های فعلی دانست. با توجه به هزینه‌های بسیار سنگینی که کارخانه‌های بزرگ تولید اتوموبیل در این زمینه انجام داده‌اند این صنعت به سرعت رشد یافته است تا جایی که امروزه خودروهای برقی با بازدهی بسیار بالا و قیمت قابل قبول تولید می‌گردند. بر این اساس پیدایش و رشد روزافزون خودروهای برقی امری لازم و بدیهی خواهد بود. با رشد خودروهای برقی دسترسی به سیستم شارژ این خودروها به یک مساله نوظهور و مهم تبدیل می‌شود. باتری‌های بسیار بزرگ این خودروها طولی در حدود ۱٫۷ متر داشته و گستره ای بین ۵kwh تا ۳۰kwh دارند، بر این اساس خودروهای برقی یک بار بسیار بزرگ برای شبکه برق محسوب می‌شوند[۲].

شارژ این خودروها با روش‌های معمول به زمان زیادی نیاز دارد به طوری که شارژرهای مسکونی زمانی حدود ۱۴ ساعت برای شارژ یک خودرو برقی با باتری های معمولی صرف می کنند[۳].از طرفی اتصال این خودروها در زمان پیک بار به شبکه، جریان ترانس‌های توزیع را از حد نامی آنها بیشتر خواهد کرد. این مساله سبب کاهش عمر مورد انتظار یک ترانس و دیگر اجزاء شبکه خواهد شد[۲].

برای رشد خودروهای برقی در شهرها ایستگاه‌های شارژ سریع یک نیاز مهم به شمار می‌رود تا علاوه بر تامین انرژی خودروها بتواند آرامش خاطری برای شهروندان دارای خودرو برقی به ارمغان آورد. در این ایستگاه‌ها، خودروها با زمانی حدود ۱۰ الی ۱۵ دقیقه شارژ می‌شوند که مدت زمان نسبتا مناسبی برای دارندگان خودروهای برقی محسوب می‌شود[۴]. با توجه به رشد و توسعه خودروهای برقی این خودروها در آینده‌ای نه چندان دور در تمام نقاط شهر دیده خواهند شد همچنین جابجایی این خودروها در مسیرهای درون شهری نیازمند دسترسی آسان به ایستگاه‌های شارژ سریع است.

در سال‌های اخیر پژوهش‌های بسیار زیادی در مساله جایابی صورت گرفته است. مساله جایابی ایستگاه شارژ سریع خودرو برقی را می‌توان از دیدگاه مختلفی بررسی کرد. ازدیدگاه شرکت برق بهترین مکان برای احداث جایگاه شارژ سریع نقطه‌ای است که کمترین فشار را بر شبکه توزیع، ترانس‌های توزیع و خطوط توزیع وارد آورد. توجه به شبکه توزیع در امر جایابی مسایل مختلفی را ایجاد می‌کند از آن جمله می‌توان به پژوهشی اشاره نمود که در آن هدف حداقل کردن تلفات شبکه توزیع در جایابی بهینه ایستگاه شارژ سریع است و بر اساس آن بهترین مکان برای احداث، جایی است که کمترین تلفات را در شبکه توزیع ایجاد کند[۵].در پژوهش دیگری به وجود خودروهای برقی در محل‌های احداث ایستگاه توجه گردیده است بدین نحو که با استفاده از الگوریتم کلونی مورچگان حضور خودروها در مناطق مختلف را پیش‌بینی نموده و در مکان‌هایی که بیشترین احتمال حضور خودرو برقی وجود دارد ایستگاه شارژ سریع احداث می‌گردد[۶].از دیدگاه مالک جایگاه بهترین نقطه برای احداث جایگاه شارژ سریع مکانی است که کمترین هزینه را داشته باشد. هزینه‌های احداث جایگاه شارژ سریع شامل هزینه زمین که مهم‌ترین هزینه برای سرمایه‌گذار است، هزینه تجهیزات ایستگاه شارژ که تقریبا ثابت بوده و به ظرفیت جایگاه بستگی دارد و هزینه اتصال به شبکه، که به فاصله جایگاه از پست یا خطوط توزیع بستگی دارد. در پژوهش دیگری مساله بهینه‌سازی را بر اساس بیشترین سود مالک جایگاه بررسی کرده‌اند، بدین نحو که بهترین مکان احداث ایستگاه جایی

است که هزینه سرمایه‌گذاری کمترین بوده و نرخ فروش برق در حداکثر خود قرار دارد[۷]. در حال حاضر مساله جایابی با دیدگاه های بیان شده مورد بررسی پژوهشگران قرار گرفته است.

در این مقاله با رویکردی نوین مساله جایابی ایستگاه شارژ سریع خودرو برقی به‌صورت الگوریتم دو مرحله‌ای تعریف می‌شود. مرحله اول یافتن نقاط کاندید اولیه با توجه به پارامترهای قیمت زمین و فاصله از پست فوق توزیع می‌باشد. در مرحله دوم از بین نقاط کاندید اولیه مکان ایستگاه‌ها تعیین می‌شود. از مشخصات بارز این الگوریتم تعیین مکان فیزیکی ایستگاه با استفاده از الگوریتم ژنتیک و ظرفیت آن (تعداد واحد شارژ) می‌باشد. با توجه به تعداد واحد شارژ می‌توان مساحت زمین مورد نیاز را هم مشخص کرد. در این مساله نقاطی را به عنوان کاندید اولیه مشخص می‌کنیم، برای این نقاط تعداد واحدهای شارژ خودرو برقی را بدست می‌آوریم که عددی مشخص خواهد بود. سپس با استفاده از تعداد واحدهای شارژ می‌توان تعداد ایستگاه‌های مورد نیاز را تعیین کرد. پس از آن با استفاده از روش پیشنهادی و بهره‌گیری از الگوریتم ژنتیک مکان هر ایستگاه مشخص می‌گردد. برای رسیدن به اهداف فوق ادامه مقاله به‌صورت زیر تدوین می‌گردد.

در بخش دوم توضیحات و تعاریفی پیرامون ایستگاه شارژ سریع ارایه می‌گردد. در بخش سوم الگوریتم پیشنهادی برای حل مساله جایابی را توضیح خواهیم داد. در بخش چهارم با عنوان نتایج شبیه‌سازی الگوریتم پیشنهادی را برای یک منطقه نمونه در شهر مشهد اجرا کرده و نتایج آن را ارایه می‌کنیم. در پایان نتیجه‌گیری و جمع‌بندی بحث را عنوان می‌کنیم.

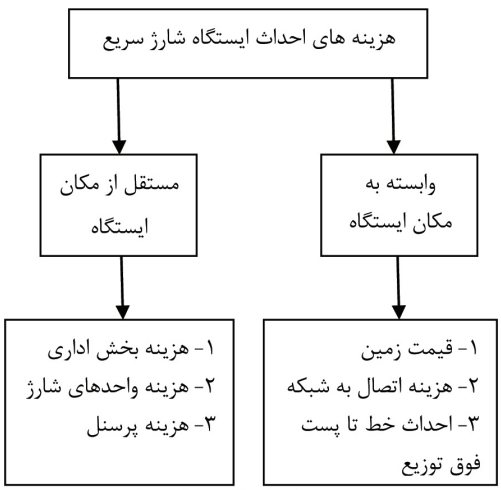
۲-ایستگاه‌های‌شارژسریع خودروهای برقی

هر ایستگاه شارژ سریع خودرو برقی شامل بخش‌هایی نظیر زمین مورد نیاز جهت احداث، بنای بخش اداری، واحدهای شارژ سریع و تاسیسات اتصال به شبکه می‌باشد. در شکل زیر هزینه‌های احداث ایستگاه شارژ سریع ارایه شده است.

با توجه به ظرفیت محدود کنتورهای خانگی نمی‌توانیم یک خودرو برقی با ظرفیت باتری معمول را شارژ سریع نماییم زیرا جریان مصرفی بسیار بیشتر از ظرفیت کنتور خانگی است بنابراین شارژ سریع باید در قالب ایستگاه‌های عمومی شارژ مطرح گردد[۲].

فضای مورد نیاز جهت احداث یک ایستگاه شارژ در کلان شهرها با توجه به تعداد واحدهای شارژ متفاوت است اما می‌توان گفت به‌طور رایج برای بخش اداری جایگاه مساحت مشخصی و به ازای هر واحد نیز به متراژ معلومی فضا مورد نیاز است. جایگاه شارژ سریع خودرو برقی می‌تواند مانند جایگاه‌های سوخت فسیلی از یک تا چندین واحد شارژ داشته باشد. با توجه به مصرف بالای ایستگاه‌های شارژ سریع

باید این ایستگاه‌ها را به شبکه برق توزیع فشار متوسط و پست‌های فوق توزیع متصل و تغذیه کرد بنابراین هر چه ایستگاه شارژ به پست فوق توزیع نزدیک‌تر باشد علاوه بر کاهش هزینه اتصال، تلفات در شبکه نیز کاهش پیدا می‌کند. مهم‌ترین مساله در احداث یک ایستگاه شارژ سریع خودرو برقی مشخص کردن مکان مناسب برای احداث و راه اندازی جایگاه است. بحث مکان‌یابی ایستگاه شارژ را می‌توان از چند منظر مورد بررسی قرار داد. نخست از دید شرکت برق به مساله جایابی می‌نگریم. از نظر شرکت برق بهترین مکان برای احداث یک جایگاه شارژ سریع باید ویژگی‌هایی داشته باشد از قبیل این که، به‌گونه‌ای مکان‌یابی شود تا کم‌ترین تلفات در شبکه توزیع رخ دهد. کم‌ترین توسعه در شبکه توزیع از نظر افزودن خط، فیدر اختصاصی و یا ترانس را داشته باشیم. از طرفی بتوان به‌راحتی ایستگاه را به شبکه متصل نمود. از دید مالک جایگاه باید مکانی برگزیده شود که در آن هزینه‌ها کمترین مقدار را داشته باشد، هزینه‌هایی نظیر قیمت زمین، هزینه اتصال به شبکه، هزینه واحدهای شارژ و تعمیر و نگهداری. از طرفی مالکان خودروهای برقی می‌خواهند جایگاه شارژ سریع در دسترس‌ترین نقطه قرار داشته باشد از این رو باید ایستگاه در مکانی احداث گردد که بیشترین تراکم خودرو برقی در آن وجود دارد. عموما ایستگاه‌های شارژ سریع با توجه به تراکم خودروهای برقی ظرفیتی (تعداد واحدهای شارژ) کم و یا زیاد دارند.این تعداد با توجه به وضعیت شبکه موجود و مساحت زمین در دسترس و نیازسنجی صورت گرفته بر اساس تراکم خودروهای برقی موجود مشخص می‌گردد. از جمله تفاوت‌های بارز این پژوهش با پژوهش‌های دیگر این است که الگوریتم خاص پیشنهادی علاوه بر تعیین مکان احداث ایستگاه شارژ سریع ظرفیت ایستگاه (تعداد واحدهای‌شارژ) را نیز مشخص می‌کند.



شکل ۱: هزینه‌های احداث جایگاه شارژ سریع

۳- الگوریتم پیشنهادی برای جایابی ایستگاه های شارژ سریع خودرو برقی

در این بخش از مقاله الگوریتم پیشنهادی و نحوه انجام کار ارایه می‌گردد که فلوچارت آن در شکل (۲) آمده است. در گام نخست باید پیش فرض صحیحی از تعداد خودروهای برقی یک شهر یا ناحیه بدست آوریم. از آنجایی که در حال حاضر خودرو برقی در کشور نداریم برای هر شهر فرض می کنیم مقدار α٪ از کل خودروهای موجود برقی هستند. اگر فرض کنیم هر واحد شارژ در طول یک شبانه روز به تعداد β خودرو برقی سرویس‌دهی انجام می‌دهد تعداد واحدهای شارژی که برای یک منطقه نیاز داریم به‌صورت زیر محاسبه می‌گردد :

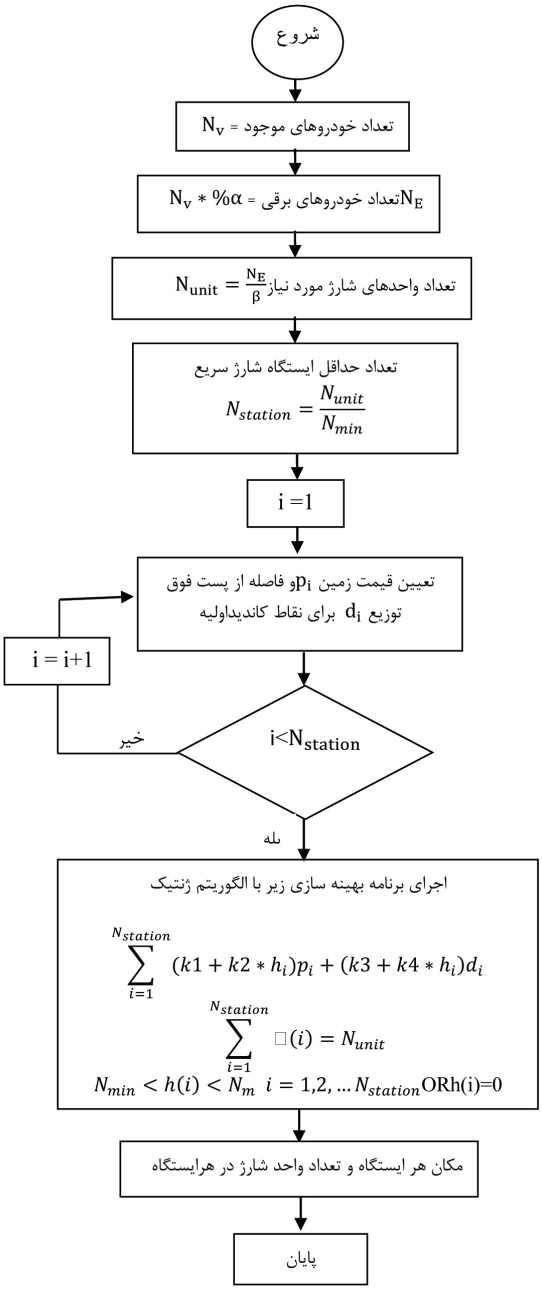
$$N_{unit} = \frac{N_v * \%\alpha}{\beta} \qquad (۱)$$

N_{unit}: تعداد واحدهای شارژ سریع مورد نیاز در ناحیه

N_v: تعدادکل خودروهای موجود در ناحیه

α : درصد خودروهای برقی

β : تعداد خودرویی که توسط یک واحد شارژ می‌شود.



شکل ۲: فلوچارت روش پیشنهادی

۳-۱- تعیین نقاط کاندید اولیه

برای تعیین تعداد نقاط اولیه با توجه به این که در هر ایستگاه شارژ باید تعداد حداقلی برای واحدهای شارژ در نظر بگیریم،لذا تعداد حداکثر ایستگاه‌های شارژ و نقاط کاندید اولیه از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$N_{station} = \frac{N_{unit}}{N_{min}} \qquad (۲)$$

$N_{station}$: حداکثر تعداد ایستگاه شارژسریع و نقاط کاندید اولیه در ناحیه

N_{unit}: تعداد واحدهای شارژ سریع مورد نیاز در ناحیه

N_{min}: حداقل واحد شارژ در هر ایستگاه

با توجه به تعداد ایستگاه شارژ بدست آمده از مرحله قبل و در نظر گرفتن سه پارامتر میزان تراکم خودروهای برقی، فاصله ایستگاه از پست فوق‌توزیع، قیمت و وجود زمین، نقاط اولیه پیشنهادی را بر روی نقشه جغرافیایی مشخص می‌کنیم. از آنجایی که این کار با توجه به شناخت فرهنگی و اجتماعی از منطقه صورت می‌پذیرد و همچنین قیمت زمین و فاصله از پست در نظر گرفته شده است بنابراین مرحله اول الگوریتم را پیش برده‌ایم.

۳-۲- الگوریتم بهینه‌سازی

پس از تعیین نقاط کاندید، برای هر نقطه دو پارامتر قیمت هر متر مربع زمین(p) و فاصله از نزدیک‌ترین پست فوق توزیع بر حسب کیلومتر (d) را مشخص می‌کنیم. فرض بر این است که هر ایستگاه شارژرا می‌خواهیم به یک فیدر اختصاصی در پست فوق توزیع متصل و راه‌اندازی کنیم. تابع هدف بهینه‌سازی طوری در نظر گرفته شده است که ایستگاه در جایی احداث شود که، کم‌ترین قیمت زمین و نزدیک‌ترین فاصله از پست فوق توزیع را دارد. برای سادگی کار مساحت مورد نیاز برای ایستگاه را به‌صورت یک تابع درجه یک در نظر گرفته‌ایم که شامل یک بخش ثابت(k_1) و یک بخش وابسته به تعداد واحدهای شارژ(k_2) می‌باشد.

$$S = k1+k2*h_i \qquad (۳)$$

S :مساحت زمین مورد نیاز برای ایستگاه

K_1: مساحت زمین مورد نیاز برای بخش اداری

K_2 : مساحت زمین مورد نیاز به ازای هر واحد شارژ

h_i : تعداد واحدهای شارژ سریع در ایستگاه i ام

بخش دوم هزینه مربوط به تامین مصرف برق ایستگاه می‌باشد که به‌صورت تابع درجه اول تعریف می‌کنیم. این تابع دو بخش دارد که پارامتر k_3 به مصرف داخلی ایستگاه مربوط شده و پارامتر k_4 به تعداد واحد شارژ وابسته است، هر چه مصرف داخلی و تعداد واحدهای شارژ بیشتر باشد هزینه اتصال به شبکه نیز افزایش می‌یابد.

$$E = k3+k4*h_i \qquad (۴)$$

E : تابع هزینه تامین مصرف برق ایستگاه شارژ سریع

k_3 : پارامتر مشخص‌کننده مصرف برق جایگاه

K_4 : پارامتر مشخص‌کننده مصرف برق هر واحد شارژ

تابع هدف مساله جایابی به‌صورت جمع هزینه روابط (۳) و (۴) تعریف می‌گردد که برای کل ایستگاه‌ها به‌صورت رابطه (۵) تعریف می‌شود:

$$\sum_{i=1}^{N_{station}} S * p_i + E * d_i \qquad (۵)$$

$N_{station}$: تعداد ایستگاه‌های شارژ سریع کاندید شده

P_i: قیمت هر متر مربع زمین

d_i: فاصله ایستگاه شارژ از نزدیک‌ترین پست فوق توزیع

مجموع تعداد واحدهای شارژی که به ایستگاه‌ها اختصاص داده می‌شود باید با تعداد واحدهایی که در ناحیه مورد نیاز بوده است برابر باشد. از طرفی تعداد واحد شارژ در هر ایستگاه نمی‌تواند از یک مقدار حداقلی کمتر باشد زیرا با توجه به هزینه‌های ثابت هر ایستگاه مقرون به‌صرفه نیست. تعداد واحدهای شارژ می تواند مقدار صفر را داشته باشد بدین مفهوم که در این نقطه نباید ایستگاه شارژ احداث کرد. از این‌رو قیود مساله به فرم زیر خواهد بود:

$$\sum_{i=1}^{n} h(i) = N_{unit} \qquad (۶)$$

$$h(i)=0 \text{ یا } N_{min} < h(i) < N_{max} \qquad (۷)$$

در این مرحله می بایست با توجه به اطلاعات ورودی، مساله بهینه‌سازی که به ترتیب بالا تعریف کرده‌ایم را با نرم افزار متلب و الگوریتم ژنتیک حل نماییم.

۳-۳- حل مساله با الگوریتم ژنتیک

برای حل مساله با استفاده از الگوریتم ژنتیک از جعبه ابزار بهینه‌سازی نرم افزار متلب استفاده شده است. در این جعبه ابزار نوع راه حل را GA انتخاب کرده و مقادیر زیر را برای آن وارد می‌کنیم.

جمعیت(population size) را مقدار ۲۰۰۰ نفر در نظر می‌گیریم. مقدار نخبه‌گرایی (elite count) را روی ۱۰۰۰ تنظیم می‌کنیم. مقدار نسل (generation) را ۲۰۰۰ قرار می‌دهیم. خروجی برنامه متلب تعداد h(i) نقطه است که به هر کدام از این نقاط عددی بین حداقل الی حداکثر تعداد واحد شارژ در هر ایستگاه و یا صفر اختصاص داده شده است. نقاطی که در خروجی برنامه مقدار صفر دارند بدین معناست که، در این نقاط با توجه به تابع هزینه احداث ایستگاه مقرون به‌صرفه نیست و نباید ایستگاه شارژ سریع احداث گردد، در نقاط دیگر با توجه به تعداد واحدهای شارژکه در خروجی برنامه آمده است مساحت زمین نیز مشخص می‌گردد.

۴- نتایج شبیه سازی

الگوریتم پیشنهادی برای ناحیه ۵ شرکت توزیع مشهد (منطقه وکیل‌آباد) اجرا شده است. بر این اساس با توجه به آمارها در حال حاضر در شهر مشهد حدود یک میلیون و سیصد هزار خودرو وجود دارد. با فرض این که تنها یک درصد (α=٪۱) از این خودروها برقی باشند ۱۳۰۰۰ خودرو برقی خواهیم داشت. با توجه به شناختی که از وضعیت اجتماعی منطقه مذکور داریم می‌توان فرض کرد، از این تعداد خودرو ٪۲۵ در ناحیه ۵ شرکت توزیع مشهد و منطقه وکیل‌آباد حضور دارند که معادل ۳۲۵۰ عدد می‌باشد.

با فرض این که به ازای هر ۵۰ خودرو برقی نیاز به یک واحد شارژ (β=۵۰) داریم از این‌رو برای این منطقه نمونه باید ۶۵ واحد شارژ پیش‌بینی کرد. تعداد نقاط کاندیدی که باید مشخص کنیم با در نظر گرفتن حداقل ۳ واحد شارژ در هر ایستگاه، معادل ۲۲ نقطه می باشد. بر روی نقشه جغرافیایی با توجه به شناختی که از منطقه داریم زمین مناسب از نظر ابعاد، وجود زمین مورد نیاز، قیمت و پوشش‌دهی کل ناحیه، پیش‌بینی تراکم خودروهای موجود در نقاط کاندید و فاصله از پست فوق توزیع، ۲۲ نقطه کاندید اولیه را انتخاب می‌کنیم. برای

این نقاط کاندید قیمت زمین بر حسب میلیون تومان به ازای هر متر مربع و فاصله از پست فوق توزیع بر حسب کیلومتر به‌صورت جدول (۱) استخراج شده است.

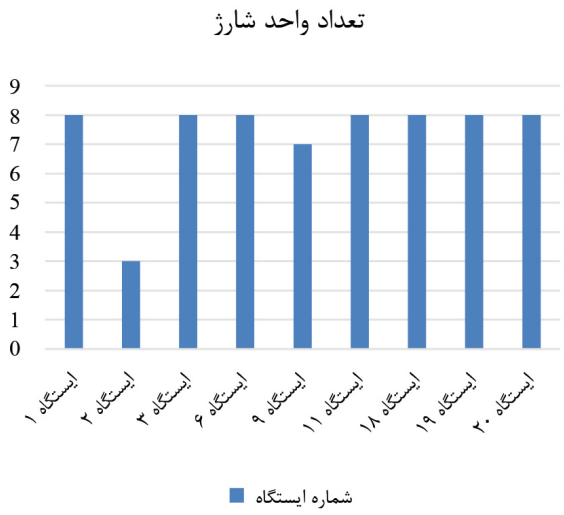
جدول ۱: اطلاعات نقاط کاندید اولیه

ردیف	مکان ایستگاه	قیمت زمین (میلیون تومان به ازای هر متر مربع)	فاصله از پست (کیلومتر)
۱	رازی	۲	۰,۸۸
۲	میدان بینش	۲,۴	۱,۳
۳	پاچنار	۱,۹	۲,۴
۴	میدان صیاد	۲,۶	۱,۲
۵	صدف	۲,۹	۱,۱
۶	انتهای جلال آل احمد	۲	۲,۳
۷	میدان معلم	۳,۵	۱,۸۷
۸	ابتدای امامت	۴	۲,۲
۹	انتهای هاشمیه	۲,۵	۰,۸۸
۱۰	ابتدای باهنر	۵,۵	۱,۵۴
۱۱	ذکریا	۲	۱,۵۴
۱۲	فلکه پارک	۳,۵	۲,۲
۱۳	هنرستان	۴	۱,۶۵
۱۴	گلشن	۵	۱,۲۱
۱۵	میدان سلمان	۳	۷,۷
۱۶	بلوار رضوی	۲,۵	۲,۴۲
۱۷	شهرک شادیلون	۲,۱	۱,۶۵
۱۸	بلوار نماز	۱,۵	۳,۷۴
۱۹	تقاطع کاوه و نماز	۱,۲	۳,۱۹
۲۰	شهرک آزادگان	۱,۷	۱,۵۴
۲۱	شهرک هاشمیه	۱,۵	۳,۲
۲۲	انتهای لادن	۲	۱,۹۸

در این مقاله پارامترهای تابع هدف مساله بهینه‌سازی به فرم زیر فرض شده است:

$K_1=90m^2$
$K_2=20m^2$
$K_3=2$
$K_4=1.2$

در این حالت مجموع تعداد کل واحدهای شارژ در ناحیه باید برابر ۶۵ باشد و از طرفی تعداد حداقل ۳ واحد شارژ و حداکثر ۸ واحد شارژ در هر ایستگاه را برای قیدهای شبیه‌سازی در نظر گرفته‌ایم.
خروجی برنامه با توجه به فاصله از پست و قیمت زمین مشخص می‌گردد. در نقاطی که فاصله از پست زیاد بوده و قیمت زمین هم بالا بوده است الگوریتم به طور صحیحی عدد صفر را به تعداد واحدهای شارژ آن ایستگاه اختصاص داده است بدین مفهوم که در این نقطه نباید ایستگاه شارژ سریع احداث کرد. از طرفی در نقاط نزدیک به پست با قیمت پایین زمین ایستگاهی با حداکثر ظرفیت یعنی هشت واحد خواهیم داشت.
در نقاط متوسط قیمت با فاصله از پست نه چندان زیاد هم تعداد بین ۳ تا ۸ واحد اختصاص داده شده است. شکل شماره (۳) ایستگاه‌ها و تعداد واحد شارژ اختصاص یافته به هر ایستگاه را نشان می‌دهد. برای ایستگاه شماره یک که قیمت زمین هر متر مربع دو میلیون تومان بوده و ۰,۸۸ کیلومتر از نزدیک‌ترین پست فوق توزیع فاصله دارد ۸ واحد شارژ در نظر گرفته شده است همین طور برای ایستگاه شماره ۲ که قیمت هر متر مربع زمین ۲,۴ میلیون تومان و فاصله از نزدیک ترین پست فوق‌توزیع ۱,۳ کیلومتر بوده است مقدار ۳ واحد شارژ در نظر گرفته شده است. هر چه قیمت زمین و فاصله از پست در منطقه‌ای افزایش یابد ایستگاه‌هایی با اندازه کوچک‌تر و ظرفیت کمتر خواهیم داشت و هر چه قیمت زمین کمتر بوده و فاصله به پست نزدیک‌تر شده است تعداد حداکثر واحد شارژ اختصاص می‌یابد.



شکل ۳: تعداد واحد شارژ در هر ایستگاه

۵- نتیجه گیری

با توجه به رشد خودروهای برقی شارژسریع این خودروها برای مالکان،اهمیت بسیار زیادی دارد و ضرورت احداث ایستگاه های شارژ سریع احساس می گردد. یکی از مباحث مهم در این زمینه تعیین مکان و ظرفیت ایستگاه‌ها در ناحیه مورد نظر است. از آنجایی که احداث یک ایستگاه شارژ سریع به پارامترهای مختلفی نظیر قیمت زمین، فاصله از پست، تراکم این خودروها، وضعیت شبکه توزیع و فوق توزیع بستگی دارد از این‌رو مکان یابی ایستگاه های شارژ سریع یک ضرورت انکار ناپذیر است. با توجه به داده هایی نظیر تعداد خودروهای برقی، مکان فیزیکی مالکان خودرو، وضعیت اجتماعی مناطق مختلف شهری، مکان دقیق پست‌های فوق‌توزیع و قیمت زمین در نواحی مختلف به راحتی می توان ایستگاه‌های شارژ سریع خودرو برقی را مکان یابی کرد. در این مقاله با الگوریتم دو مرحله‌ای، ابتدا نقاط کاندید برای احداث ایستگاه شارژ سریع را تعیین کردیم و پس از آن علاوه بر مشخص کردن مکان احداث ایستگاه شارژ ظرفیت آن (تعداد واحدهای شارژ) را نیز مشخص نمودیم. نتایج نشان می‌دهد که این الگوریتم به خوبی می تواند دو پارامتر قیمت زمین و فاصله از پست فوق توزیع را پوشش دهد. در این الگوریتم با توجه به ظرفیت

ادامه در صفحه ۳۴