

جایابی بهینه پست‌های فوق توزیع ۶۳/۲۰ کیلوولت در شرایط توسعه

جواد روحی
استادیار دانشکده فنی مهندسی
دانشگاه مازندران
ایران

برزو یوسفی
کارشناس ارشد - برق قدرت

واژه‌های کلیدی: جایابی بهینه، پست فوق توزیع، فیدر بیست کیلوولت، تابع هزینه، شرایط توسعه

چکیده :

جهت اجرای برنامه به کار گرفته شده است. با مطالعه موردی در حوزه مصرف شهرستان ساری تا آخر سال ۱۳۸۵ میزان حداکثر بار همزمان طبق پیش بینی نسبت به سال ۱۳۷۵ به دو برابر می‌رسد.

برای تأمین نیازها در این حوزه پس از اجرای مراحل برنامه در نهایت تعداد و محل استقرار پست‌های فوق توزیع به صورت بهینه در پنج سال آینده تعیین و جانمایی می‌گردد.

۱- مقدمه

سیستم‌های توزیع انرژی الکتریکی به دلیل تخصیص سرمایه عمده‌ای از صنعت برق به خود، مورد توجه می‌باشد. طراحی سیستم‌های توزیع عموماً بر اساس مینیمم کردن هزینه‌ها یعنی انجام مطالعات اقتصادی در کنار مسائل فنی صورت می‌پذیرد و از طرفی تغذیه سیستم‌های توزیع از طریق پست‌های فوق توزیع انجام می‌شود و انتخاب محل و تعداد این

انتخاب تعداد و محل استقرار پست‌های فوق توزیع در تغذیه سیستم‌های توزیع از اهمیت خاص فنی - اقتصادی برخوردار است. در شرایط توسعه بار از طرفی تعدادی پست فوق توزیع وجود دارد که احیاناً ظرفیت پذیرش بخشی از بار آتی را دارند و یا افزایش ظرفیت آنها می‌تواند راه حلی برای تأمین نیازها باشد و از طرفی مصارف جدید ممکن است احداث پست‌های جدید را توجیه نماید و یا تلفیقی از این راه کارها در نظر گرفته شود. در اینصورت تعداد گزینه‌ها زیاد می‌شود.

روش‌های مختلفی تا کنون جهت طراحی پستها در سیستم‌های فوق توزیع ارائه شده است. در این مقاله پس از بررسی آنها الگوی Integer Programming که به طور همزمان اپتیمم سازی پست‌های فوق توزیع و تغذیه پست‌های توزیع را لحاظ می‌کند برای اجرای برنامه انتخاب گردید و با در نظر گرفتن پست‌های موجود و تطبیق آن در شرایط توسعه یک روش تلفیقی

هزینه‌های پست

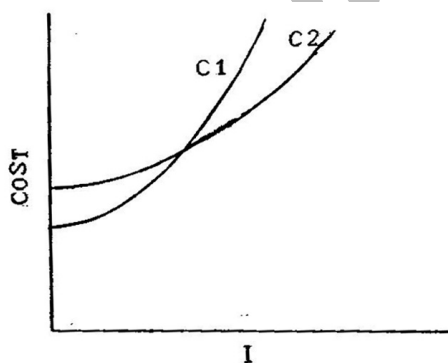
الف) هزینه ثابت پست (هزینه زمین، هزینه ساختمانی پست، هزینه تجهیزات داخل پست، هزینه‌های نصب تجهیزات)
ب) هزینه‌های متغیر پست (هزینه ترانس)

هزینه‌های فیدر

الف) هزینه‌های ثابت فیدر (این هزینه شامل حفاری و نصب شبکه‌های زمینی فشار متوسط و یا احداث شبکه‌های هوایی می‌گردد)
ب) هزینه‌های متغیر فیدر (هزینه هادی‌ها)

هزینه تلفات

این هزینه کلاً متغیر است و معمولاً در مدل‌ها این هزینه‌ها را نیز به هزینه متغیر فیدر اضافه کرده و با توجه به غیر خطی بودن تلفات نسبت به جریان عبوری و رابطه پله‌ای که جریان عبوری با نوع هادی مورد نیاز دارد، رابطه نهایی که بین میزان بار عبوری و هزینه کلی دارد، رابطه‌ای است غیر خطی، که در شکل ۱ نمایان است.



شکل ۱- هزینه تلفات

جهت طراحی و توسعه سیستم‌های فوق توزیع مدل‌های مختلفی وجود دارد که در آنها تعداد پست‌های فوق توزیع و ظرفیت ترانس و حوزه سرویس دهی آنها در نظر گرفته می‌شود. در اینجا از

پست‌ها در نحوه توزیع و طراحی سیستم اهمیت ویژه‌ای دارد [۱].

در این مقاله ابتدا جایابی پست‌های فوق توزیع KV ۶۳/۲۰ با توجه به روند افزایش بار انجام می‌شود و تعداد پست‌های فوق توزیع جهت احداث، با توجه به زمین‌های کاندیدا (دارا بودن شرایط احداث پست) و همچنین در نظر گرفتن محدودیت‌های فنی نظیر افت ولتاژ و ... بررسی می‌شود.

در ادامه پس از تعیین زمین‌هایی که می‌توان در آنها پست فوق توزیع احداث کرد، مسیریابی خطوط KV ۶۳ و فیدرهای پست‌های توزیع KV ۲۰ انجام می‌گردد و در این راستا تأثیر بهای هر کیلو وات ساعت انرژی به عنوان شاخص مهم در نحوه محاسبات تکیه می‌شود [۲]. برای نمونه مطالعه موردی جایابی بهینه پست‌های فوق توزیع با توجه به رشد بار پیش بینی شده در حوزه شهرستان ساری انجام می‌شود.

در طراحی سیستم‌ها علاوه بر رعایت مشخصات فنی از نظر ظرفیت و افت ولتاژ حداقل کردن هزینه همواره مدنظر می‌باشد. بنابراین ابتدا تابع هزینه‌ها تعریف و سپس روش طراحی شبکه‌های فوق توزیع تعیین و با معرفی الگوریتم برنامه و استفاده از برنامه جهت توسعه نتایج حاصله اعلام می‌گردد.

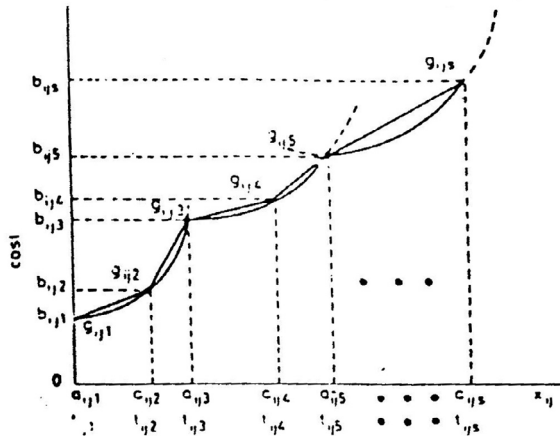
۲- تابع هزینه

در ابتدا باید هزینه تعریف شود تا بتوان روی عناصر آن بحث نمود [۳]. تابع هزینه به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$C = C_f + C_s + C_l$$

که در آن C_f و C_s و C_l به ترتیب هزینه‌های کل مربوط به فیدرهای فشار متوسط و فوق توزیع، پست فوق توزیع و تلفات انرژی سیستم است که هر کدام از هزینه‌های C_f و C_s از هزینه‌های ثابت و متغیر تشکیل شده‌اند. کیفیت کلی فرموله کردن هزینه در ادامه مطالب بحث خواهد شد.

استفاده از متغیرهای a_{ij} نقاط مرزی بین خطوط و متغیر t_{ij} که بین یک و صفر تعریف می‌شوند و با توجه به میزان قدرت مورد نیاز میزان کل هزینه (ثابت و متغیر) مشخص می‌گردد.



شکل ۲ - روش خطی کردن تابع تلفات با استفاده از اتصال چندین نقطه منحنی توسط پاره خطها

تعداد زمین‌های کاندیدا جهت احداث پست

در این زمینه به صورت تجربی فرمولی ارائه گردیده است که تعداد زمین‌های پست جهت انتخاب بهینه را به ما می‌دهد:

$$n_s = \sqrt{\frac{K \times S \times C \times L}{E \times P \times \eta}}$$

که در آن:

n_s = تعداد زمین‌های کاندیدا

S = سطح کل منطقه به هکتار

C = بهای هر متر از هادی مورد استفاده

L = کل بار منطقه به کیلووات

P = قیمت احداث هر واحد پست فوق توزیع

η = ضریب طراحی

E = درصد افت ولتاژ مجازی

K = ضریب ثابت (برای هادی آلومینیوم $K=1.35$)

(برای هادی مسی $K=1.42$)

مدل T. Gonen که یک مدل کامل برنامه ریزی عملیات توزیع است استفاده می‌گردد. در این مدل همزمان مینیمم سازی تعداد پست‌ها و ظرفیت آنها و ترکیب و نوع فیدر مورد نیاز مشخص می‌گردد که در این روش نیز از الگوی Integer Programming استفاده می‌شود.

۳- روش طراحی شبکه‌های فوق توزیع

موارد بهینه سازی در طراحی سیستم توزیع با استفاده از مدل T. Gonen انجام می‌شود و این مدل شامل موارد زیر است [۳]:

۱. انتخاب بهینه مکان، تعداد و ظرفیت پست‌های فوق توزیع
۲. انتخاب بهینه اندازه ترانسفورماتور (با توجه به مقدار بار گذاشته شده روی هر پست که باید احداث شود، مشخص می‌گردد)
۳. انتخاب بهینه تعداد فیدرهای فشار متوسط
۴. انتخاب بهینه نوع هادی
۵. انتخاب بهینه مسیر تغذیه پست‌های توزیع

محاسبه هزینه‌های متغیر فیدرها

همانگونه که قبلاً بیان شد توابع هزینه متغیر فیدرها غیرخطی هستند و استفاده از آنها به صورت خطی نه تنها زمان اجرای برنامه را بسیار کم نموده بلکه در نهایت تأثیر کمی نیز در میزان هزینه بهینه دارد. به این جهت در مدل انتخابی از روش خطی سازی به صورت زیر استفاده شده است.

اگر منحنی به دست آمده برای سه نوع هادی مختلف در دست باشد مطابق شکل محدوده استفاده از هادی مورد نظر با توجه به میزان بار تعیین و این محدوده به قسمت هایی که تقریباً هزینه‌های شکل خطی شده و غیر خطی برابر است تقسیم بندی می‌گردد (معمولاً بین یک تا سه قسمت). سپس با

تابع هدف

یافتن تعداد، ظرفیت و حوزه بهینه سرویس دهی مستلزم پیدا کردن هزینه احداث و تلفات انرژی در فیدرها و سرمایه گذاری در فیدرهاست. به عبارت دیگر تابع هدف زیر باید مینیمم شود:

$$COST = \sum_{j=1}^M \left[G(S(j)) + \sum_{i=1}^L C(i, j) \right]$$

که در آن:

M = تعداد کل مراکز پست فوق توزیع

L = تعداد کل مراکز پست فوق توزیع

$S(j)$ = تابع پله‌ای متناسب با ظرفیت ترانس‌های

موجود j بر اساس کل بار

$G(S(j))$ = هزینه کل پست فوق توزیع شماره j

بر اساس نوع ترانس قرار گرفته شده و هزینه ساختمان و ...

$C(I, j)$ = هزینه کل سیم کشی (شامل هادی،

تلفات و...) پست توزیع شماره I که به پست فوق

توزیع شماره j اختصاص یافته است.

۴ - الگوریتم برنامه

برنامه جایابی بهینه از سه الگوریتم زیر تشکیل شده

است که به ترتیب اجرا می‌شوند:

الف - تأمین بار از نزدیک ترین پست فوق توزیع

در این قسمت منطقه سرویس دهی تمامی

پست‌های فوق توزیع بر اساس تغذیه بار از نزدیک

ترین پست فوق توزیع خود مشخص می‌گردد [۴].

بدیهی است که تغذیه از نزدیک ترین پست، کمترین

هزینه انتقال را دربر می‌گیرد.

ب - حذف بار اضافی پست‌ها پس از اختصاص

دادن هر بار به نزدیک ترین پست

در مرحله بعدی به سراغ حذف بار اضافی پست‌ها

می‌رویم. در این قسمت اگر تمامی پست‌ها در رنج

خود قرار داشته و هیچ اضافه باری روی پست‌ها نباشد

به مرحله بعدی می‌رویم در غیر اینصورت پست با

بیشترین اضافه بار مشخص می‌گردد. انتقال بار از این

پست به پست‌های دیگر مسلماً اضافه هزینه‌ای به

سیستم تحمیل می‌کند. ابتدا در بین تمامی بارهای این

پست، بارهایی که قابلیت انتقال دارند انتخاب و سپس

با یک جستجوی ساده مشخص می‌شود که کمترین

هزینه اضافی انتقالی بر روی سیستم، در اثر انتقال کدام

بار صورت می‌گیرد.

این بار انتخاب شده و به پست مناسب بعدی انتقال

داده می‌شود. اگر در اثر این انتقال، اضافه بار پست رفع

نشود، کار انتقال بار در مورد بار بعدی در همین پست

ادامه می‌یابد تا اضافه بار آن پست رفع شود.

پس از آن اگر اضافه بار در پست‌ها وجود داشته

باشد پست با بیشترین اضافه بار بعدی انتخاب

می‌گردد و دوباره کار از ابتدا آغاز می‌شود. در غیر

اینصورت به مرحله بعدی می‌رویم.

ج - حذف پست‌های غیر ضروری

مهمترین بخش برنامه و هدف اصلی یعنی انتخاب جایابی

بهینه پست‌ها در این قسمت از برنامه بررسی می‌شود.

پس از برداشتن اضافه بار از پست‌ها، لازم است

بررسی شود که آیا حذف پست از سیستم باعث کاهش

هزینه کل سیستم می‌گردد یا خیر که بررسی همه

حالت‌ها و انواع و اقسام آرایش، شامل تعداد زیادی از

آلترناتیوها می‌گردد و ممکن است مدت‌ها به طول

انجامد [۵].

می‌کنیم که از لحاظ کاربردی نیز معمولاً این حالت مورد نیاز است. در این روش برای تأسیسات موجود، هزینه ثابت را صفر منظور می‌نماییم و پست‌های ساخته شده را حفظ می‌کنیم ولی در صورت تأمین بار از این پست، اضافه هزینه عملیات در نظر گرفته می‌شود. همچنین در صورت استفاده از هادی موجود، هزینه هادی صفر منظور شده ولی هزینه تلفات اضافی ناشی از جریان گذرنده از هادی، در نظر گرفته شده و برنامه را اجرا می‌کنیم.

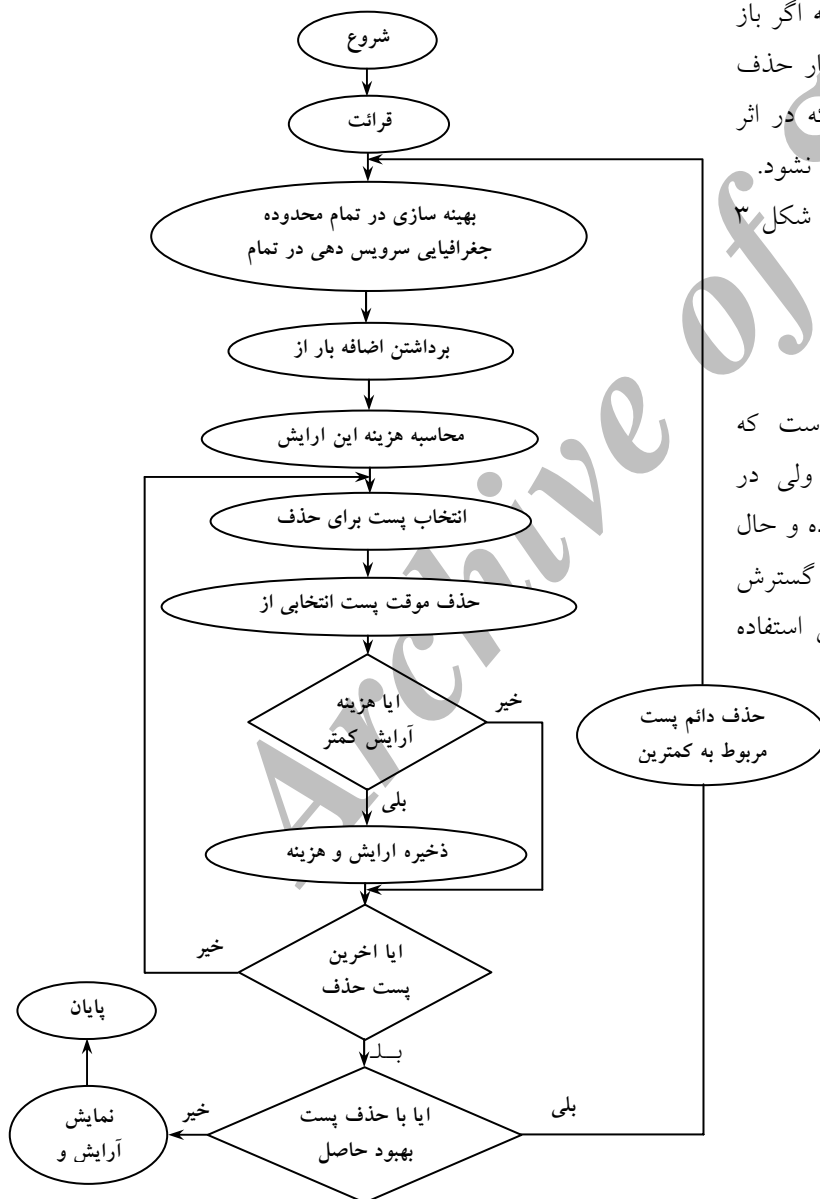
روش حذف پست در این برنامه به این ترتیب است که ابتدا هزینه کلی سیستم بدون حذف پست محاسبه و ذخیره می‌گردد، این هزینه با هزینه‌ای که سیستم در اثر حذف هر یک از پست‌ها پیدا می‌کند مقایسه می‌شود. اگر یکی از این حالات با پست حذف شده کمترین هزینه را داشته باشد پستی که در آن حالت حذف شده بود به طور دائم حذف می‌گردد و گرنه کار حذف پست پایان می‌یابد.

اگر پستی به طور دائم حذف شد، برای تک تک پست‌های باقیمانده عمل بالا تکرار می‌شود که اگر باز هم کاهش هزینه در اثر حذف حاصل شد کار حذف ادامه یابد. این عمل تا زمانی ادامه می‌یابد که در اثر حذف پست هیچگونه کاهش هزینه‌ای مشاهده نشود.

الگوریتم و فلوچارت نهایی به صورت شکل ۳ می‌باشد.

۵- استفاده از برنامه جهت توسعه

روش ارائه شده مربوط به حالتی است که منطقه‌ای فاقد تأسیسات برق رسانی باشد ولی در شرایطی که منطقه دارای شبکه برق رسانی بوده و حال برای توسعه و تأمین مشترکین جدید نیاز به گسترش شبکه‌های برق رسانی باشیم از روش تلفیقی استفاده



شکل ۳ - الگوریتم و فلوچارت نهایی

مطالعه موردی: جایابی بهینه پست‌های فوق

توزیع برای شهرستان ساری

مرکز مصرف شهرستان ساری دارای بارهای عمده کشاورزی، خانگی و صنعتی می‌باشد [۶]. با مطالعه اجمالی روی پست‌های فوق توزیع موجود این مرکز و مصارف آنها در حال حاضر و همچنین برآورد بار در پنج سال آینده (۸۵-۱۳۸۰)، راه‌حلهای مناسب جهت توسعه پست‌های فوق توزیع و جایابی بهینه این پست‌ها بررسی می‌شود.

برآورد بار در سال‌های آینده

برآورد بار با استفاده از روش جزء به جزء انجام شده است که بر اساس این روش، با استفاده از اطلاعات شرکت برق منطقه‌ای در مورد روند مصرف هر یک از مؤلفه‌های عمده مصرف (روستایی، کشاورزی، شهری و صنعتی) طبق ضوابط پیش‌بینی، روند هر مقوله مصرف برای هر دهستان برآورد شده و با جمع‌بندی این مصارف و احتساب ضرایب همزمانی مناسب بین انواع بار و دهستان‌های مختلف، بار مورد نیاز هر مرکز مصرف به دست آمده است.

با استفاده از ضرایب بار در سالهای آماری و پیش‌بینی روند ضریب بار طی سالهای مورد مطالعه، انرژی مورد نیاز با استفاده از ارقام نهایی تعیین و حداکثر بار برآورد شده و به تفکیک مراکز مصرف برای سالهای آینده ارائه گردیده است (از ارقام برآورد برنامه چهارم توسعه اقتصادی اجتماعی جمهوری اسلامی ۸۸-۱۳۸۳ در این مقاله استفاده شده است).

رشد بار

حوزه فعالیت شرکت برق منطقه‌ای مازندران به ۳ ناحیه و ۱۶ مرکز مصرف تقسیم شده، سپس مصرف کنندگان مختلف شامل کشاورزی، مصارف بزرگ، روستایی و شهری به طور جداگانه بررسی گردیده و قدرت مورد نیاز آنها تا سال ۱۳۸۸ برآورد شده است.

با توجه به حداکثر قدرت مورد نیاز همزمان هر مرکز مصرف و لحاظ نمودن ضریب بار، انرژی مورد نیاز مراکز مصرف (انرژی تحویل به شبکه) طی سالهای مورد مطالعه برآورد شده است. در جدول ۱ برآورد حداکثر بار مورد نیاز این مرکز مصرف در سالهای ۸۸-۱۳۷۵ منعکس گردیده است.

با توجه به جدول شماره ۱ در فاصله زمانی ده ساله ۸۵-۱۳۷۵ رشد بار همزمان حدود ۱۰۰ درصد بوده و میزان حداکثر بار همزمان در این فاصله دو برابر میشود بنابراین ظرفیت پستهای فوق توزیع طبق روند موجود بایستی به دو برابر افزایش یابد. در حال حاضر مرکز مصرف ساری از ۸ پست فوق توزیع: ساری یک، ساری دو (شهید افاقیان)، ساری سه (شهید نیک مهر)، اسلام آباد، کمپکت صنایع آموزشی، کیاسر، کمپکت زیم آور و کمپکت تاکام تشکیل شده است که در مجموع دارای ۴۷ فیدر خروجی می‌باشند.

جدول ۱ - برآورد حداکثر بار مورد نیاز شهرستان ساری

مصارف به MW

سال	مصارف شهری	مصارف روستایی		مصارف بزرگ		جمع بار مصرفی		ضریب همزمانی
		کشاورزی	خانگی	قراردادی	درخواستی	همزمان	غیرهمزمان	
۱۳۷۵	۴۰/۴	۲/۶	۴۱/۵	۲۰	۰/۴	۱۰۶/۳	۹۹/۹	۹۴
۱۳۷۶	۴۲/۸	۲/۵	۴۳/۱	۴۸	۱/۱	۱۳۷/۶	۱۱۸/۳	۸۶
۱۳۷۷	۴۶/۴	۱/۹	۴۵/۷	۵۳/۴	۱/۵	۱۴۸/۹	۱۳۲/۵	۸۹
۱۳۷۸	۴۹/۲	۲/۹	۵۳/۳	۵۸/۱	۲/۳	۱۶۵/۸	۱۵۴/۲	۹۳
۱۳۷۹	۵۳/۱	۳/۱	۵۵	۵۸/۱	۲/۳	۱۷۱/۶	۱۵۹/۶	۹۳
۱۳۸۰	۵۷/۴	۳/۳	۵۶/۹	۵۸/۱	۲/۳	۱۷۸	۱۶۵/۵	۹۳
۱۳۸۱	۶۰/۸	۳/۵	۵۹	۶۳	۴/۷	۱۹۱	۱۷۷/۷	۹۳
۱۳۸۲	۶۴/۵	۳/۷	۶۱	۶۳	۴/۷	۱۹۶/۹	۱۸۳/۱	۹۳
۱۳۸۳	۶۷/۷	۳/۹	۶۲/۹	۶۳	۴/۷	۲۰۲/۲	۱۸۸	۹۳
۱۳۸۵	۷۳/۵	۴/۲	۶۹/۲	۶۵/۲	۵/۸	۲۱۷/۹	۲۰۲	۹۳

روشهای مختلفی تا کنون جهت طراحی و توسعه سیستم‌های فوق توزیع ارائه شده است. در این مقاله پس از بررسی آنها از مدل T. Gonen که به طور همزمان اپتیمم سازی پست‌های فوق توزیع و تغذیه پست‌های توزیع را لحاظ می‌کند به دلیل جامعیت برای اجرای برنامه انتخاب و با تطبیق آن در شرایط توسعه و پست‌های موجود یک روش تلفیقی به کار گرفته شده است.

با مطالعه موردی در حوزه مصرف شهرستان ساری جهت پاسخگویی به نیازها تا آخر سال ۱۳۸۵ میزان حداکثر بار همزمان طبق پیش بینی انجام شده در این حوزه نسبت به سال ۱۳۷۵ به دو برابر می‌رسد و پس از اجرای مراحل برنامه در نهایت تعداد و محل استقرار پست‌های فوق توزیع به صورت بهینه در پنج سال آینده تعیین و جانمایی می‌گردد.

در این مثال با توجه به پارامترهای انتخاب پست، ۸ پست جدید پیشنهاد شده و با در نظر گرفتن ۸ پست

مقایسه بار موجود و رشد بار در سالهای آتی

با نگاهی اجمالی به ظرفیت ۸ پست فوق توزیع که مقدار کل آن بالغ بر ۱۶۰ MW می‌باشد ملاحظه می‌شود با توجه به رشد بار حتی برای سال ۱۳۸۰ با پیش بینی بار همزمان ۱۶۵/۵ MW کافی نبوده است و مسلماً تا سال ۱۳۸۵ نیاز به ظرفیت اضافی خواهد بود. ارقام فوق حاکی از آن است که در وضع موجود با کمبود انرژی مواجه بوده و میزان خاموشی‌ها در مرداد و شهریور سالهای ۸۰ و ۸۱ مؤید این مسئله می‌باشد [۷].

در شرایط توسعه بار از طرفی تعدادی پست فوق توزیع موجود است که احیاناً ظرفیت پذیرش بخشی از بار آتی را دارند و یا افزایش ظرفیت آنها می‌تواند راه حلی برای تأمین نیاز باشد و از طرفی مصارف جدید ممکن است احداث پست‌های جدید را توجیه نماید و یا تلفیقی از این راه کارها در نظر گرفته شود. در اینصورت تعداد گزینه‌ها زیاد می‌شود.

جدول ۳ - خروجی برنامه بر اساس الگوریتم نهایی

شماره پست	ظرفیت اولیه (MW)	بار نامی (MW)	ظرفیت آزاد (MW)
ساری ۱	۳۲	۳۰/۷	۱/۳
ساری ۲	۲۸	۲۷	۰/۳
ساری ۳	۱۸	۱۷/۶	۰/۴
اسلام آباد	۲۲	۲۱/۲	۰/۸
صنایع آموزشی	۰	۰	۰
کیاسر	۰	۰	۰
زیم آور	۱۱	۱۰/۸	۰/۲
تاکام	۰	۰	۰
پیشنهادی ۱	۱۰	۹/۵	۰/۵
پیشنهادی ۲	۱۵	۱۴/۸	۰/۲
پیشنهادی ۳	۵	۴/۷	۰/۳
پیشنهادی ۴	۱۰	۹	۱
پیشنهادی ۵	۰	۰	۰
پیشنهادی ۶	۰	۰	۰
پیشنهادی ۷	۱۵	۱۴/۶	۰/۴
پیشنهادی ۸	۱۵	۱۵	۰

در شکل ۵ بارهای مصرفی به نزدیک ترین پست فوق توزیع اختصاص یافته اند.

در شکل ۶ جانمایی پست های فوق توزیع با حذف پست هایی که جمع بار نامی آنها صفر است نشان داده شده است.

فوق توزیع که از قبل وجود داشته است جایابی بهینه مورد بررسی قرار می گیرد.

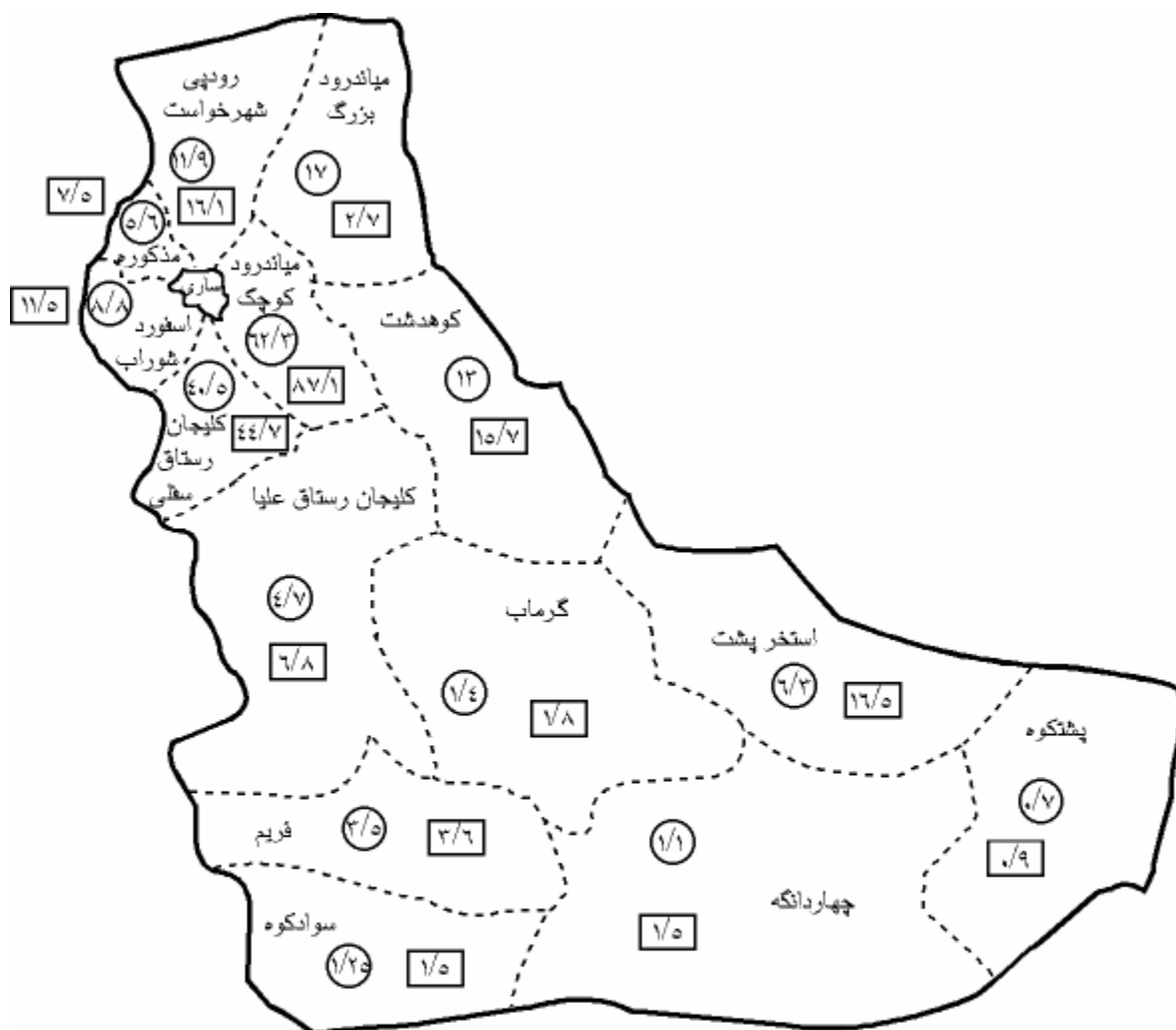
در جدول ۲ خروجی برنامه بر اساس الگوریتم اول که صرفاً بارهای مصرفی به نزدیکترین پست اختصاص می یابد نشان داده شده است.

جدول ۲ - خروجی برنامه بر اساس الگوریتم اولیه

شماره پست	ظرفیت اولیه (MW)	بار نامی (MW)	ظرفیت آزاد (MW)
ساری ۱	۳۲	۲۵	۷
ساری ۲	۲۸	۲۵	۳
ساری ۳	۱۸	۱۰	۸
اسلام آباد	۲۲	۱۰	۱۲
صنایع آموزشی	۴	۳	۱
کیاسر	۴	۳/۸	۰/۲
زیم آور	۱۱	۱۳/۵	-۲/۵
تاکام	۳	۴	-۱
پیشنهادی ۱	۱۰	۱۳	-۳
پیشنهادی ۲	۱۵	۱۳	۲
پیشنهادی ۳	۵	۴/۵	۰/۵
پیشنهادی ۴	۱۰	۸/۵	۱/۵
پیشنهادی ۵	۱۰	۸/۷	۱/۳
پیشنهادی ۶	۱۰	۷	۳
پیشنهادی ۷	۱۵	۱۴/۶	۰/۴
پیشنهادی ۸	۱۵	۱۳	۲

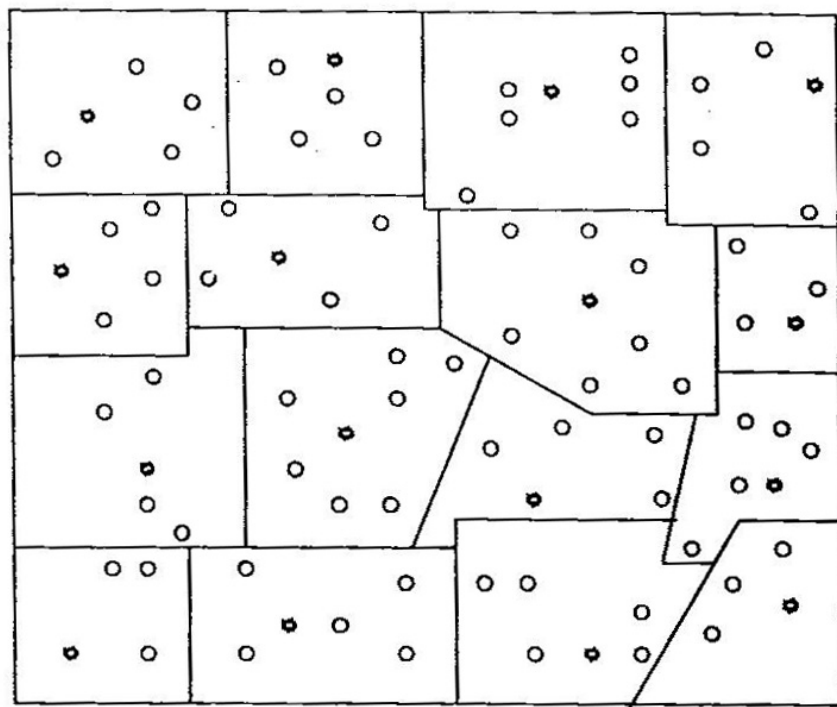
توجه: در جدول ۲ پست هایی که ظرفیت آزاد آنها منفی است، دارای اضافه بار می باشند.

در جدول ۳ خروجی برنامه بر اساس الگوریتم نهایی نشان داده شده است و پست های با ظرفیت صفر به مفهوم حذف این پست ها می باشد.

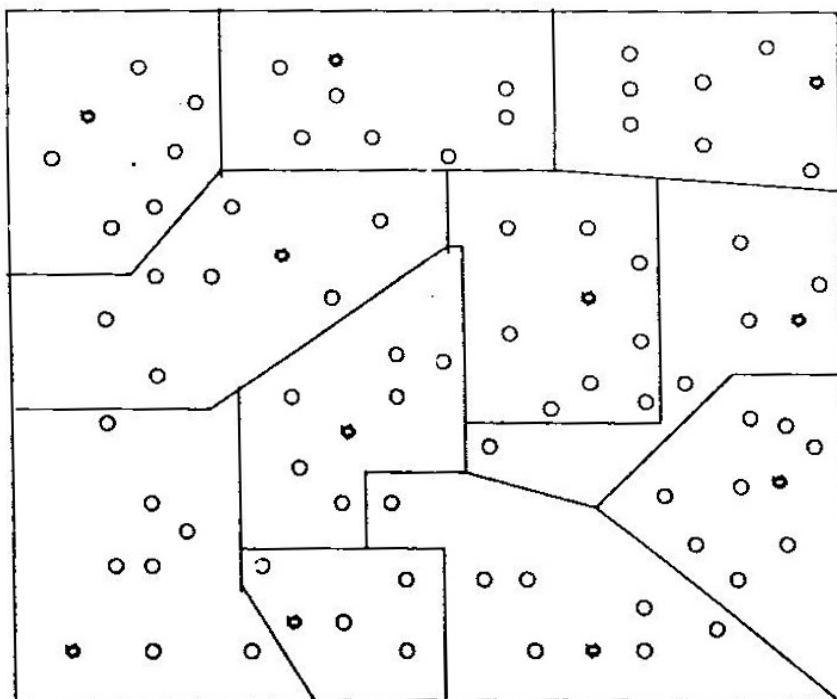


○ حداکثر بار به مگاوات در سال ۸۰

□ حداکثر بار به مگاوات در سال ۸۵



شکل ۵ - بارهای مصرفی به نزدیک ترین پست های فوق توزیع اختصاص یافته اند (مجموع پست های قبلی و پیشنهادی)



شکل ۶ - جانمایی پست های فوق توزیع با حذف پست هایی که جمع بار نامی آنها صفر است

۶- نتیجه گیری

با مطالعه موردی جهت تأمین افزایش مصرف بارهای آتی در حوزه شهرستان ساری، افزایش ظرفیت و ایجاد پست‌های فوق توزیع ضروری است.

در سیستم موجود تعداد هشت پست فوق توزیع KV ۶۳/۲۰ در حال بهره برداری می‌باشد که با توجه به روند رشد ده ساله ۸۵-۱۳۷۵ و دو برابر شدن بار همزمان در این دوره هشت پست جدید اضافه و کاندیدا می‌شود. با روش تلفیقی پیشنهادی که از الگوی Integer Programming و مدل T. Gonen در طراحی پست‌های فوق توزیع استفاده شده است و با تأکید بر مسائل بهره برداری، جایابی بهینه در حوزه مذکور مورد بررسی قرار گرفت. پس از اجرای سه مرحله برنامه در نهایت می‌توان گفت که تعدادی از پست‌های قبلی به دلیل مشخص نبودن دقیق محل رشد بار جایگاه مناسبی ندارند و صرفاً به دلیل نزدیکی به چند مرکز عمده مصرف در مکان‌های مذکور احداث شده‌اند.

در برنامه پیشنهادی که بر اساس هزینه‌های ثابت مانند احداث و تجهیزات و هزینه‌های متغیر مانند تلفات انرژی انجام شده است هشت پست موجود قبلی ملحوظ و تعداد شش پست جدید برای یک دوره پنج ساله جانمایی شده است تا با احداث آنها ظرفیت پست‌های فوق توزیع در حالت اپتیمم قرار گیرد. بدیهی است برای اجرای دقیق برنامه و استفاده کاربردی از آن لحاظ کردن مشخصات فنی کامل و اطلاعات ریزتر سیستم فوق توزیع و توزیع منطقه ضروری می‌باشد.

۷- منابع

- [1] Hesham K. Tamraz and Victor H. Quintana, Distributing system expansion planning model, 1990
- [2] C. J. Baldwin, F. Montmeat, P. Shortley and R. Benson, Techniques for the simulation of subtransmission and distribution system expansion, proc IEEE P. ICA Conf., 1989
- [3] T. Gonen and B. L. Foot, Distribution system planing using mixed-integer programming, IEEE proc No2, march 1981
- [4] D. L. Wall, G. L. Thampson and J. F. D. Northeote. Green, An optimization model for planning radial distribution networks, IEEE Trans., Pas. 98, 1989
- [5] K. ara, T. Satoh, H. Kuwaabara, K. Aoki, M. Kitagawa and T. Ishigara, Distribution system expansion planning by multi-stage branch exchange, IEEE Trans., PWRS-7, 1992

- [۶] جایابی بهینه پست های فوق توزیع مطالعه موردی شهرستان ساری، پایان‌نامه کارشناسی ارشد برق قدرت، دانشکده فنی مهندسی دانشگاه مازندران، برزو یوسفی، استاد راهنما دکتر جواد روحی، دیماه ۱۳۸۱
- [۷] وزارت نیرو، معاونت برنامه ریزی دفتر مطالعات بار و انرژی، برآورد حداکثر بار و انرژی مورد نیاز شرکت برق منطقه‌ای مازندران تا سال ۱۳۸۸، لادن هاشمی، زمستان ۱۳۷۸