طراحی هوشمند شبکه‌های توزیع در دو سطح ولتاژ

حسن قوجه‌بکلو ساسان سلامتیان

دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده :

طراحی دقیق وبهینه سیستمهای بزرگ توزیع ،جزومسائل بسیارمشکل باتابع پیچیدگی زمان غیر چند جمله‌ای [1] است .همچنین مدلهای دقیق این مسائل مدلهای غیرخطی همراه بامتغیرهای گسسته می‌باشد.

این عوامل باعث شده‌است که حل دقیق وبهینه این سیستمهاازطریق برنامه‌ریزی ریاضی امکان‌پذیر نباشد.دراین مقاله‌تعدادی الگوریتم هوشمند مبنی بریک سری قوانین‌ابتکاری ۲ که توجیه‌تئوری،تجربی‌ومنطقی‌دارند،برای حل زیرمسئله‌های طراحی بهینه سیستم توزیع‌ارائه شده‌است.

درروند طراحی ،به‌ازاءتعدادپستهای مختلف (حداکثربه تعدادمرکزباروحداقل (۱)پست) طراحی بهینه صورت می‌گیرد.درهرمورد،تابع هدف که شامل هزینه‌های سرمایه‌گذاری (متشکل از هزینه‌های احداث پست ها،خطوط فشارمتوسط وخطوط فشار ضعیف)وهزینه‌های‌جاری (متشکل ازهزینه‌های تلفات خطوط فشارمتوسط،تلفات خطوط فشارضعیف ،تلفات مسی و آهنی ترانسفورمرهاوتعمیرات و نگهداری پستها) می‌باشد محاسبه می‌شود.طرح باکمترین میزان تابع هدف بعنوان طرح بهینه معرفی می‌گردد.

واژه‌های کلیدی

سیستمهای‌توزیع ،بهینه‌سازی ،مدلسازی ،هوش مصنوعی ، روشهای ابتکار

---

1. Non polynomial time complexity function 2. Heuristic rules

مقدمه

مراحل وروشهای طراحی سیستمهای توزیع بسته به پراکندگی ونوع بارهابسیارمتنوع می‌باشند.یکی ازمواردنمونه طراحی سیستم توزیع درمجتمعهای صنعتی است .پس ازجانمائی ساختمانهاوتجهیزات اصلی روی پلان معماری محوطه ،مهندسین برق محل ،مقداروضرائب بارها را استخراج کرده وسپس ترکیب مناسبی برای سیستم توزیع انتخاب می‌کنند.این انتخاب براساس ملاحظات ایمنی ،قابلیت اطمینان ، سادگی بهره‌برداری ،افت ولتاژ،نگهداری و تعمیرات ،قابلیت توسعه ،معیارهای اقتصادی وغیره صورت می‌گیرد[۱].

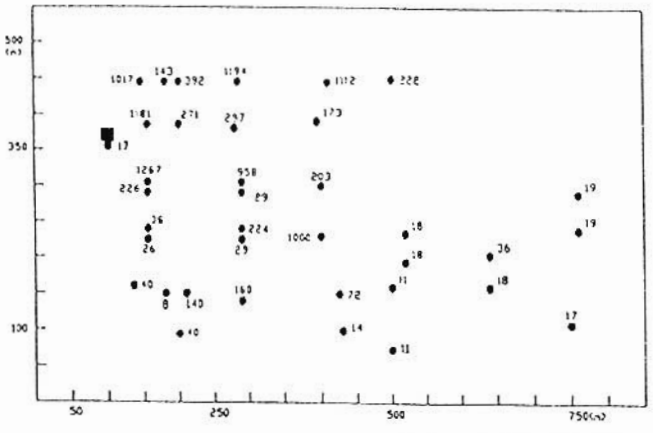
یکی ازترکیبهای معمول که درمحوطه‌های صنعتی ومسکونی کاربردفراوانی دارد،شبکه دو ولتاژه شامل فیدرهای فشارمتوسط حلقوی وفیدرهای فشارضعیف شعاعی‌است .پس از انتخاب ولتاژهای فشار ضعیف وفشارمتوسط وتصمیم‌گیری راجع به سیستم نصب خطوط (هوائی یازیرزمینی)باتوجه به ملاحظات فنی‌اقتصادی طراح بازیرمسئله‌های پایین مواجه‌است.

۱- مشخص‌کردن تعدادپستهای توزیع ۲- جایابی‌پستهای توزیع

۳- چگونگی تخصیص بارهابه پستها ۴-تعیین‌ترتیب‌اتصال‌پستهای‌توزیع‌درحلقه‌فشارمتوسط

۵-تعیین سطح مقطع فیدرها ۶- ظرفیت‌پستهای توزیع

درشکل(۱)مثالی ازپراکندگی ومیزان بارهاقبل ازطراحی سیستم توزیع نشان داده شده‌است .[۱]



شکل(۱): مراکز بار ومحل تغذیه‌اصلی دریک کارخانه شیمیائی

۱-فهرست علائم وشرح آنها:

●^{n} بارمتمرکز (nنشان دهنده قدرت باربرحسب KVA) ■ پست توزیع اصلی

□ پست توزیع فرعی ▬▬ خطوط فشارمتوسط ـــ خطوط فشارضعیف

دراین مقاله طول بین هردوپست یامرکزبار،ازجمع قدرمطلقهای اختلاف مختصات افقی وعمودی ($|\Delta X| + |\Delta Y|$) بدست می‌آید.علت این امرآن است که شبکه خطوط معمولا" بموازات جاده‌هااحداث می‌گردد.جاده ها نیزمعمولا"راستای شرقی - غربی یاشمالی - جنوبی دارند[۲].

بمنظوریافتن طرحهای مناسب درچنین مسائلی دوشیوه‌موجوداست .

الف - انتخاب مدل ریاضی مناسب وحل دقیق (برنامه‌ریزی ریاضی)

ب - مشخص نمودن قوانین طراحی وحل هوشمند

برنامه‌ریزی ریاضی

یک مدل ریاضی نسبتا"ساده ولی تقریبی برای حل این مسئله تهیه شده‌است [۳].دراین روش با تعیین درآیه‌های ماتریس $A(a_{ij})$ مشخص می شودکه کدام بارهاازپست مشترکی تغذیه می شوندعناصر این ماتریس بصورت زیرتعریف شده است .

$$a_{ij} = \begin{cases} ۱ & \text{اگربارj به پست i وصل باشد} \\ ۰ & \text{درغیراینصورت} \end{cases}$$

چون هربارحتما" وفقط به یک پست اتصال می یابد،محدودیت زیربه‌ازاء همه ستونها وجود دارد.

$$\sum_{i=1}^{n} (a_{ij}) = 1 \qquad \forall j$$

$$A(a_{ij}) = \begin{array}{c} \quad load_1 \qquad\qquad load_n \\ sub_1 \begin{bmatrix} a_1 & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \\ sub_n \end{array}$$

هرسطرازماتریس‌متناظربایک‌پست‌وهرستون‌آن‌متناظربایک باراست.اگرتمام‌المانهای یک‌سطربرابرصفرباشندیعنی هیچ باری به‌آن‌پست‌متصل‌نیست‌ودرواقع چنین‌پستی وجودندارد.

باداشتن قدرت ،محل ودسته بندی بارهامی‌توان محل قدرت بهینه‌پستهارانیزتعیین کرد. درادامه حلقه خطوط فشارمتوسط ومشخصات اجزای شبکه توزیع تعیین می گردد.به این صورت مسئله مدل می‌شودولی حل این مدل ویاروشهای مشابه برنامه‌ریزی ریاضی با مشکلاتی بصورت

زیرمواجه است :

اول :بسیاری ازمتغیرهای تصمیم‌گیری دراین مدل ،متغیرهای عددصحیح هستند.دراین صورت تعیین نقطه بهینه بسیارمشکل می‌شود.

دوم : تابع پیچیدگی زمان مسئله متناسب با $n^{(n+1)}$ (n :تعدادمراکزبار)می‌باشد.رشداین تابع برحسب n بسیارسریع است.بعنوان مثال دریک مسئله کوچک‌یامتوسط با۳۶ مرکزبار،به ازاء افزایش فقط یک مرکزبار،زمان حل مسئله بیش ازصدبرابرافزایش می‌یابد.

سوم :کم کردن تقریب باعث پیچیدگی بیش ازحدمسئله وزیادکردن آن باعث فاصله گرفتن از نقطه بهینه می‌گردد.

چهارم : درمدلهای نسبتاً دقیق توابع غیرخطی سهموی ویاقدرمطلق ظاهرمی‌گردندکه یافتن نقطه بهینه رابسیارمشکل می‌کنند.

بااین توضیحات درمی‌یابیم که استفاده ازروشهای ریاضی صرف ،درحل چنین مسائلی کارآیی ندارند. بااعمال ابتکارات وجمع آوری تجربه افراد خبره ،می‌توان طراحی هوشمندی را ترتیب دادکه مستقیماً طرح نزدیک بهینه‌ای راپیشنهادکند.

روش هوشمند ابتکاری

حل مسائل خاص که درشرایط عادی توسط متخصصین فن مربوطه صورت می‌گیردیکی از زمینه‌های تحقیقاتی هوش مصنوعی است .اساس آگاهی این سیستمهارامعمولاً"تجربه ویا ابتکار تشکیل می‌دهند.

سیستمهایی که اساس آگاهی آنهاراتجربه تشکیل می‌دهد ، سیستمهای خبره و سیستمهایی که اساس آگاهی آنهاراابتکاراتی مبتنی برمنطقهای ریاضی وتجربه تشکیل می‌دهند می‌توان سیستمهای هوشمندابتکاری نام برد.دراین تحقیق باردیگرنشان داده شده‌است که استفاده ازاین روشهادرمواجهه بامسائل مشکل می‌تواندبسیارمفیدباشد.

درروش ابتکاری پیشنهادی این مقاله ، درچندمرحله که هریک متناظرباتعدادمشخصی پست فشار ضعیف می‌باشد،بارهادسته‌بندی شده وطراحی کامل صورت می‌گیرد.بامقایسه میزان تابع هدف درهریک ازاین طرحها،طرح نزدیک بهینه‌ای انتخاب می‌گردد.بدین منظور در مرحله نخست ،درمحل همه مراکز بار یک پست قرارمی‌گیرد.دراین صورت درسیستم توزیع از حداکثرتعدادپست ممکن (برابر تعداد مراکزبار)استفاده می‌شودوهمه دسته های بارمتصل به هر پست تک عضوی هستند

ودسته های باردرسایرمراحل از تغییردسته‌بندی درمرحله قبل بدست می‌آید.این تغییرات طوری انجام می‌گیردکه هزینه هرمرحله به سمت مقدارکمینه میل کند. درمرحله آخرازحداقل تعدادپست فشارضعیف (درصورت امکان یک پست)استفاده می‌شود.

درشکل (۲) روندنمای کلی پیشنهادی نشان داده شده‌است .

قبل ازاینکه به شرح الگوریتمهای پیشنهادی بپردازیم ذکردونکته به منظورتعیین معیارهای تصمیم‌گیری وتوجیه روشهای ابتکاری لازم است .

نکته(۱):هزینه‌احداث هرخط فشارضعیف متناسب‌باشاخص SL^2 درنظرگرفته شده‌است. (Lطول خط ،S توان ظاهری بارمتصل به خط). این شاخص برای خطوطی که برحسب افت ولتاژ سایز می‌شوند دارای توجیه ریاضی می‌باشد[۳]. البته درمواردی که خطوط کوتاهتر برحسب حداکثرجریان مجاز یا محدودیتهای مکانیکی سایزشونداین شاخص تقریبی است .

نکته (۲):هزینه احداث هرخط فشارمتوسط متناسب باشاخص L (طول خط)درنظرگرفته شده است . علت این است که یکی ازعوامل اصلی تعیین سطح مقطع خطوط فشارمتوسط ، تحمل جریان اتصال کوتاه درمدت مشخص است وجریان اتصال کوتاه سه فاز متقارن دریک شبکه توزیع درنقاط متفاوت،اختلاف زیادی ندارد،لذامقطع‌این خطوط نیزدریک شبکه ،ازتنوع زیادی برخوردارنیست .

درالگوریتم پیشنهادی ازشاخصهای فوق جهت تعیین مسیررسیدن به نقطه بهینه استفاده شده است . درحالی که همواره تابع هدف براساس روشهاوهزینه های دقیق محاسبه می گردد.

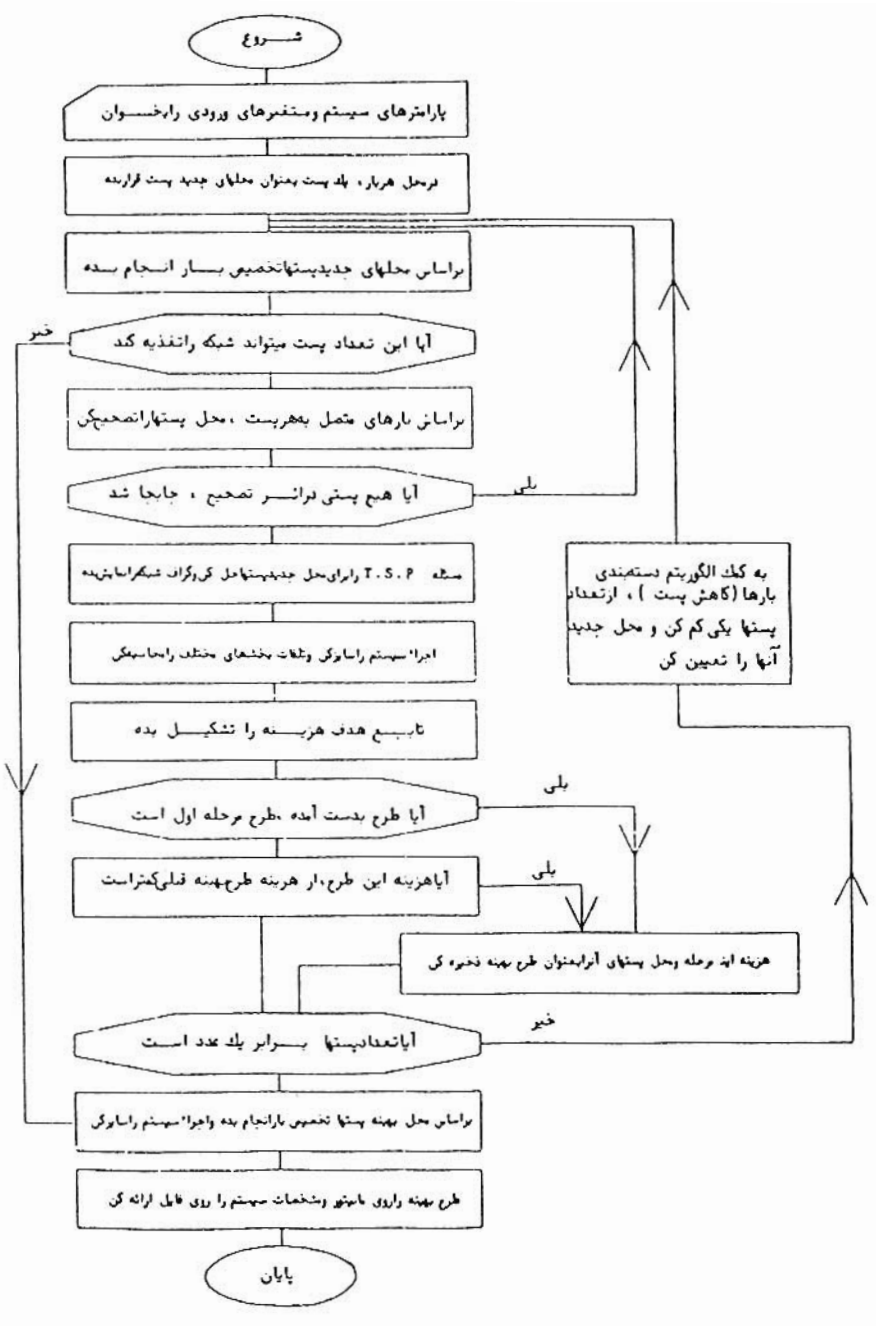
الگوریتم دسته‌بندی بارها:

درمرحله‌نخست درسیستم‌توزیع‌ازحداکثرتعدادپست‌ممکن(برابرتعدادبارها)استفاده می‌شود.

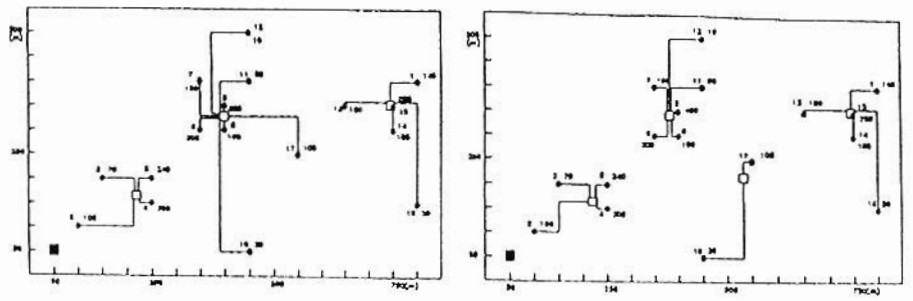
محل هرپست دراین حالت دقیقا"درمجاورت یکی‌ازبارهامی‌باشدوتنهاوظیفه‌تغذیه آن بار را بعهده دارد.

طبیعی است که دراین حالت بعلت تعدادزیادی ترانسفورمرها،هزینه کل احداث پستهاو شبکه فشارمتوسط بسیارزیادوهزینه احداث شبکه فشارضعیف بسیارکم است .درهریک از مراحل بعدی دو گروه ازبارهاانتخاب می شوند.باادغام این دوگروه باردریکدیگر،گروه بزرگتری تشکیل می گردد و در ازاء آن ازتعدادگروههایک عددکاسته می شود.برای انتخاب مناسبترین دوگروه بارادغام شونده از

شاخص اقتصادی استفاده می گردد.باتوجه به نکته (۱) ثابت می شودکه افزایش هزینه مربوط به خطوط فشارضعیف درهنگام ادغام دوپست ،متناسب با شاخص $\frac{S1.S2}{S1+S2}L^2$ است [۳].دراین رابطه (L) فاصله دوپست موردنظرو S1 وS2 قدرت آنها می‌باشد.درهرمرحله این شاخص برای دوبه دوی گروههامحاسبه می‌شود.این شاخص به تنهایی متناسب‌باتغییرکل هزینه‌نیست ولیکن علیرغم سادگی ، دریافتن مسیر بهینه حذف پست بسیار کارسازتر ازمدلهای پیچیده می‌باشد.درشکل (۳)نمونه‌ای از دسته‌بندی وادغام دسته‌های بار آمده‌است .



شکل(۲) روند نمای طراحی هوشمندسیستمهای توزیع دردو سطح ولتاژ



الف) دسته‌بندی بارها به چهار گروه ب) دسته‌بندی بارها به هرسه گروه

شکل (۳)نمونه‌ای ازادغام گروههای باربرای یک سایت کوچک صنعتی رانشان می‌دهد.

الگوریتم تخصیص بارهابه پستها:

کم هزینه‌ترین حالت تخصیصی بارمربوط به موقعی‌است که هرباربه نزدیکترین پست مجاور خود متصل می شود.ولی دربرخی ازپروژه هاپستهادارای محدودیت‌هایی هستندکه نمی‌توانند تمام بارهای مجاورخودراتغذیه کنندبنابراین می‌توان بارهاراالویت‌بندی کرده و آنهارابه ترتیب الویت به مناسبترین پستی که قابلیت پذیرش آن بارراداشته باشداختصاص داد بطور منطقی اگربراری به نزدیکترین پست مجاورخودوصل نشد،سعی می‌کنیم آن رابه نزدیکترین پست ازمابین بقیه پستها وصل کنیم وبه همین ترتیب جستجودربین پستهاادامه می‌یابد تا هربارالکتریکی درنهایت به یک پست متصل شود.براین اساس درروش پیشنهادی بارها براساس شاخص $S(L_2^2 - L_1^2)$ به ترتیب نزولی اولویت بندی می شود.دراینجا(S)توان ظاهری بارو L_1 فاصله بارتانزدیکترین پست و L_2 فاصله بار تانزدیکترین پست بعدی است . شاخص $S(L_2^2-L_1^2)$ متناسب با اضافه هزینه‌ای است که درصورت اشباع بودن نزدیکترین پست بایستی به سیستم اعمال شودتابابه نزدیکترین پست بعدی وصل گردد.بدین ترتیب سعی شده است آن دسته ازبارهائی که درصورت وصل نشدن به نزدیکترین پست ، ایجاد هزینه‌اضافی زیادی می‌کنند،دراولویت تخصیص بارقرارگیرنددرشکل ۳ نمونه تخصیص بار باوجود محدودیت ظرفیت پستهانشان داده شده‌است .

الگوریتم تصحیح محل پست :

پس‌ازمشخص شدن بارهای متصل به‌هرپست‌بایستی مناسبترین محل برای احداث پست تعیین گردد .ثابت می شودکه چنانچه هرپست درمرکزثقل بارهای مربوطه قرارگیردآنگاه شاخص $\sum S_i L_i^2$ کمینه می‌گردد[۳].این شاخص متناسب باجمع‌هزینه احداث خطوط فشار ضعیف متصل به هرپست می باشد.این قضیه برای حالتی که طول بین باروپست ازرابطه ($|\Delta X| + |\Delta Y|$) محاسبه‌می‌شودنیزصادق‌است

[۳].همانگونه که‌درشکل (۳)نیزملاحظه‌می‌گردد،هرپست در مرکز ثقل بارهای مربوطه قرارگرفته است .مختصات مرکزثقل بارهاازرابطه روبروبدست می‌آید.

$$xsub = \frac{\sum S_i x_i}{\sum x_i} \quad , \quad ysub = \frac{\sum S_i y_i}{\sum y_i}$$

الگوریتم تشکیل حلقه فشارمتوسط :

تعیین ترتیب پستهادرحلقه فشارمتوسط شبیه مسئله معروف فروشندهٔ دوره‌گرد T.S.T می‌باشد. تابع زمانی حل این مسئله یک تابع غیرچندجمله ای می باشد[۵].بنابراین روشهای برنامه ریزی ریاضی دربدست آوردن مسیربهینه کارآیی خوبی ندارد.درمراجع استفاده از شبکه‌های عصبی [۴].وراه حلهای ابتکاری [۵].برای حل این مسئله پیشنهادشده است .راه حل ابتکاری جدیداین مقاله بصورت زیراست (شکل ۴).

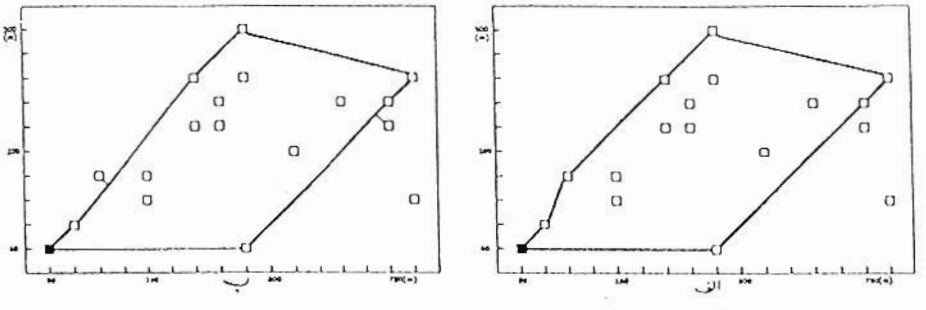
الف)یک حلقه متشکل ازچهارپست‌مختلف‌باحداقل وحداکثرمختصات طولی وعرضی تشکیل داده‌می‌شود.

ب)ازبین پستهای خارج ازحلقه ،نزدیکترین پست به حلقه واردمی شود.[۳]

پ)مناسبترین محل برای واردکردن پست جدیدبه حلقه انتخاب می شود[۳]

ت)دراطراف پست جدیدبابررسی ترتیبهای مختلف پنج پست ،شامل پست جدیدودوپست قبل ودوپست بعدازان ،ترتیبی باکوتاهترین طول که ایجادحلقه متقاطع نیزنکندبعنوان حلقه مناسبترانتخاب می شود.

درادامه آنقدرمراحل ب وپ وت تکرارمی شود،تاهمه پستهابه حلقه واردگردند.



شکل (۴) : مراحل تشکیل حلقهٔ فشار متوسط باهفده‌پست

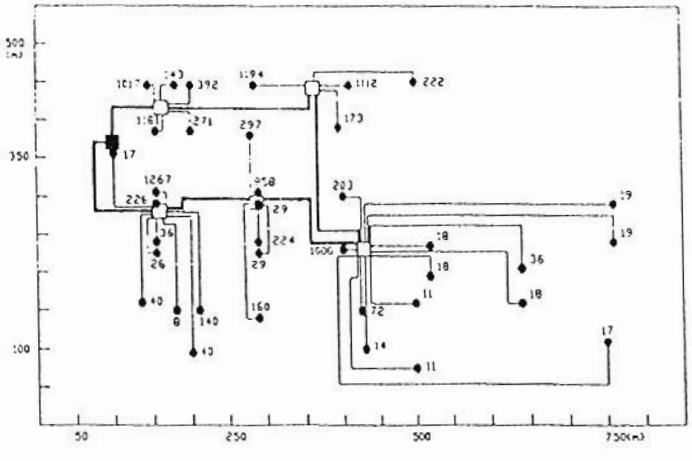
الف) حلقه شامل هفت پست است وپست هشتم بایستی انتخاب شود.

ب) پست هشتم (نزدیکترین پست به حلقه انتخاب شده) وبه حلقه وارد میگردد.

محاسبه تابع هدف :

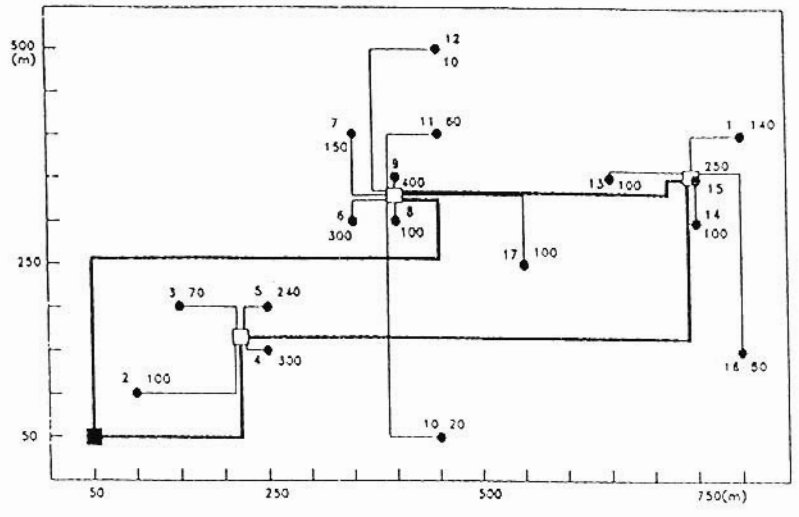
پس ازتکـمیل گـراف شـبکه ،اجـزاءاصـلی شـامل خـطوط فشـارضعیف وفشـارمتوسط و ترانسفورمرهای توزیع ،هریک باتوجه به ملاحظات وضرائب مـربوطه سـایزمی گـردند[۳].سـپس تلفات متغیرخطوط وپستهاتهمچنین تلفات آهنی پستهاباتوجه به ساعات کارکردسیستم در هر شبانه روزمحاسبه شده وارزش معادل حال آنهادرطول عمرسیستم محاسبه می کـردد[۷].هـزینه جـاری نگهداری ازپستهاکه ازمدلی ساده متناسب باتعدادپست محاسبه شده نیزتبدیل به حـال مـی‌گردد. ازجمع هزینه های مربوط به سرمایه گذاری ،تلفات ونگهداری ،تابع هدف تشکیل می‌گردد.

مطالعه نمونه: درشکل (۵)طرح بهینه نظیرشکل (۱)آورده شده است .بادقت دراین شکـل مشاهده می شودکه پستهای فرعی جذب بارهای پرمصرف شده اندوبارهای کم مصرف ممکن است ازپستهافاصله زیادی داشته باشد(دراین مثال این فاصله به نزدیک ۵۰۰ مترمی رسد). تأثیرمحاسبه طول بصورت($|\Delta X| + |\Delta Y|$) درشکل مشهوداست .

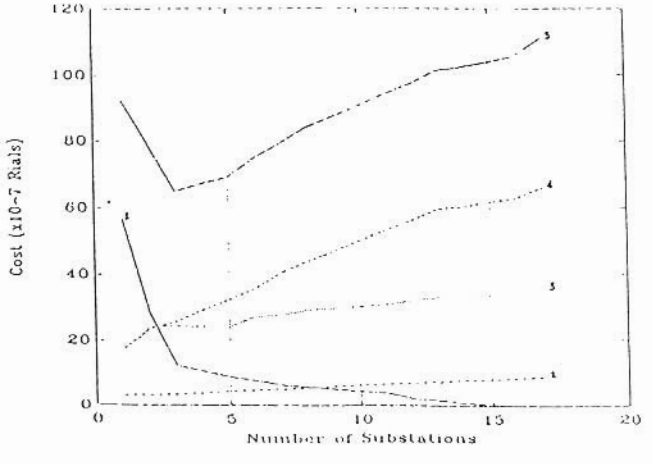


شکل (۵):طرح بهینه سیستم توزیع یک کارخانه شیمیایی طرح بهینه ۱۲٪ ازطرح نظری کم هزینه است .
طرح نظری شامل ۱۱ پست توزیع بوده است .

درنمونه موردمطالعه دیگرکه شامل ۱۶ مرکزباربوده است طرح بهینه بازاء۳ پست بدست می‌آید (شکل ۶). درشکل (۷)منحنی هزینه‌های مختلف برحسب تعدادپستهاترسیم شده‌است . همانگونه که درشکل مشهوداست باکاهش تعدادپست ،هزینه‌های احداث خطوط فشارضعیف کاهش ومابقی هزینه‌هاافزایش می‌یابد.هزینه کل دریک نقطه میانی (متناظرباسه پست)کمینه شده است .



شکل (۶):طرح نزدیک بهینه نمونه موردمطالعه شماره (۲)باسه پست فرعی .



شکل (۷):منحنی هزینه‌های مختلف برحسب تعدادپست فرعی درنمونه موردمطالعه شماره(۲).

۱ـ هزینه خطوط فشارضعیف ۲ـ هزینه های جاری ۳ـ هزینه خطوط فشارمتوسط ۴ـهزینه احداث پست ۵ـهزینه کل

جمع بندی:

درجدول (۱) ضمیمه مقایسه برخی ازروشهای مختلف طراحی سیستم توزیع باروش پیشنهادی این مقاله صورت گرفته است [۶]. دراین جدول مدلهاوروشهای مختلف ازنقطه نظرهای متفاوتی دسته بندی شده‌اند.

بطورخلاصه درروش پیشنهادی ،طرح موردنظربرای یک دوره زمانی بادرنظرگرفتن محدودیتها و ملاحظات زیربدست می‌آید:

۱ـ قوانین کرشف ۲ـ شعاعی بودن فیدرهای فشارضعیف ۳- حلقوی بودن فیدرهای فشارمتوسط ۴ـ حداکثر افت ولتاژمجاز ۵ـ حداکثرظرفیت پست ۶ـ حداکثرمجازجریان اتصال کوتاه خطوط فشارمتوسط درخلال یک ثانیه ۷ـ اندازه‌های استانداردساخت فیدرهاوترانسفورمرها.

همچنین طرح بهینه ازتغییرعوامل زیربدست می‌آید:

۱ - تعدادپستها۲ـ محل پستها۳ـ تخصیص بارهابه پستها۴ـ ترکیب فیدرها۵ـ ظرفیت ترانسفورمرها۶ـ سطح مقطع هادیها.

مراجع

[1] "IEEE Recommended Practice for Electric Power Distribtuion for IndustrialPlants" ANZY/IEEE Std 141-1986.

[2] Crawford, D.M.,Holt,Jr.:"A Mathematical Optimization Technique for Locating & Sizing Distribution Substation,...", IEEE Trans. PAS, Vol. PAS - 94, No.2, March/April 1975.

[۳]سلامتیان ،ساسان :«طراحی هوشمند،شبکه‌های توزیع دردوسطح ولتاژ»دانشگاه صنعتی اصفهان ، دانشکده برق وکامپیوتر،۱۳۷۳ پایان نامه .

[4] Hopfield, J.J.,Tank D.W.:"Neural Computation of Decisions in Optimization Problems", Biological Cybernetics, 52, 1985

[5] -Garey M.R.,Johnson D.S.:"Computers & Intractibility, A Guide to The Theory of NP - Completeness", U.S.A, Freeman 1979.

[6] Gonen, T, Ramirez - Rosado, I.J.: "Review of Distribution System Planning Models, A Model for Optimal Multistage Planning:, IEE Proceedings, Vol. 133, Pt.C, No.7, November 1986.

[۷]حیدری ،ق :«ارزش تلفات الکتریکی درشبکه‌های انتقال توزیع نیرو»،تهران ،هشتمین کنفرانس بین‌المللی برق آبانماه ۱۳۷۳ .

جدول (۱) مقایسه روشهای ارائه شده مختلف برنامه‌ریزی در طراحی سیستمهای توزیع توسط محققین

نام محققین	سال انتشار	دوره زمانی مورد بررسی																				روشهای ریاضی		الگوریتمهای حاصل	ملاحظات
		پخش مطلق	پخش معلق																					سطحی	
معظم	۱۹۷۳	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	جهت سادگی، با بیکر، تنگ سازیا
Wall & Thompson	۱۹۸۱	بلی		بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی		استفاده از مدل سنتی مبه سازه
ب ه Sa	۱۹۸۲	بلی	بلی		بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی		
Gross & Temo	۱۹۸۲	بلی	بلی			بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی		
Hinds & Brandon	۱۹۸۷	بلی	بلی				بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی		
Peng ب ه	۱۹۸۳	بلی					بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی		
Bilich	۱۹۸۵	بلی	بلی				بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی		
Ismail	۱۹۷۲																								
Ismail	۱۹۷۲																								
ب ه Sadat	۱۹۸۲																								
ب ه Sadat	۱۹۸۲																								
Goodwin & Hsu	۱۹۸۲																								
Oconnor ب ه	۱۹۸۳	بلی	بلی																						
اکبری نژاد	۱۹۸۳	بلی	بلی																						
عبدالرحیم	۱۹۸۵	بلی																							
Ohara & Shinozuka	۱۹۸۶	بلی	بلی																						
Chen & Hsu	۱۹۸۰	بلی	بلی																						