Archive of SID

مجلهٔ علمی- پژوهشی
«مهندسی برق مدرس»
دورهٔ دهم، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۸۹

«یادداشت تحقیقاتی»

الگوریتم ابتکاری اولویت‌بندی طرحهای توسعه شبکه‌های انتقال و فوق‌توزیع

اصغر اکبری فرود[۱]، حسین سیفی[۲*]، محمدرضا گلساز شیرازی[۳]، خدارحم آسیایی[۴]

۱- استادیار دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه سمنان
۲- استاد دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تربیت مدرس
۳- کارشناس ارشد واحد برنامه‌ریزی، شرکت برق منطقه‌ای فارس
٤- مدیر واحد برنامه‌ریزی، شرکت برق منطقه‌ای فارس

***تهران،صندوق پستی ۱۹٤-۱٤۱۱۵**
seifi_ho@modares.ac.ir
(دریافت مقاله: شهریور ۱۳۸۸، پذیرش مقاله: تیر ۱۳۸۹)

چکیده- نتایج مطالعه در زمینهٔ طراحی شبکه‌های انتقال و فوق‌توزیع، ارائهٔ پیشنهادهایی برای ایجاد پست‌های جدید، توسعه برخی از پست‌های موجود و ساخت خطوط جدید است. این طرحها با توجه به نیازهای فنی شبکه و معمولا بدون در نظر گرفتن محدودیت‌های منابع مالی پیشنهاد می‌شود. وجود محدودیت در منابع مالی، یکی از دلایل لزوم رتبه‌بندی طرحهای توسعه شبکه است. در این مقاله الگوریتمی پیشنهاد شده که با در نظر گرفتن معیارهای فنی و اقتصادی، شاخص‌هایی مناسب را برای اولویت‌بندی طرحهای توسعه شبکه‌های انتقال و فوق‌توزیع ارائه می‌کند. این الگوریتم همچنین می‌تواند یکی از نقص‌های روشهای طراحی استاتیک شبکه‌های قدرت را نیز تا حدی برطرف کند. پس از انجام مطالعات استاتیک یا دینامیک توسعه شبکه‌های قدرت، از این الگوریتم به عنوان مکملی برای آنها نیز می‌توان استفاده کرد.

کلیدواژگان: مطالعات توسعه شبکه، توسعه شبکه‌های انتقال و فوق‌توزیع، طراحی استاتیک شبکه، طراحی دینامیک شبکه.

۱- مقدمه

مطالعات توسعه شبکه‌های انتقال و فوق‌توزیع به‌منظور تعیین طرحهای مورد نیاز توسعه شبکه در سالهای آینده انجام می‌شود. این طرحها شامل جایابی پست‌های جدید، توسعه برخی از پست‌های موجود و ساخت خطوط جدید می‌شود. مطالعات طراحی توسعه شبکه‌های قدرت معمولاً

www.SID.ir

Archive of SID

به دو نوع استاتیک و دینامیک تقسیم‌بندی می‌شود [۱] و [۲]. در روش استاتیک، طراحی برای هر سال از یک دوره طراحی، به‌طور مستقل از بقیه سالها انجام می‌شود [۱] ، [۳] و [٤]. در روش دینامیک، طرحهایی که در کل دوره طراحی بهینه باشند، انتخاب می‌شوند لذا در این نوع طراحی، اثر متقابل سالهای دوره طراحی بر یکدیگر در نظر گرفته می‌شود [٥] و [٦]. پیاده‌سازی روشهای دینامیک در سیستم‌های بزرگ و همچنین توانایی آنها در مدل‌سازی ابعاد و نکات مختلف مسأله طراحی، هنوز با محدودیتهای بسیاری روبه‌رو است و تحقیقات در این زمینه ادامه دارد [۷]. برخی از روشهای شبه‌دینامیک نیز توسعه داده شده که با ساده‌سازی‌هایی که در روشهای دینامیک انجام شده، آنها را به مجموعه‌ای از زیر مسأله‌های استاتیک تبدیل کرده است[۸] و [۹]. در سیستم‌های قدرت حتی مطالعات جایابی پست و مطالعات طراحی شبکه‌ها نیز گاهی به‌صورت مجزا از هم انجام می‌شود [۸] و [۱۰]. هدف از مطالعات جایابی پست‌ها، تعیین پست‌های جدید و توسعه برخی از پست‌های موجود بوده و هدف از مطالعات طراحی شبکه، تعیین خطوط جدید مورد نیاز است. در مطالعات توسعه شبکه، به‌دنبال طراحی بهینه‌ای هستیم که قیود فنی را تأمین کند و حداقل هزینه را نیز در بر داشته باشد. در این روشها معمولا سقفی برای هزینه در نظر نمی‌گیرند [۷]،[۸] و [۱۰] مشکلی که ممکن است در زمان اجرای پروژه‌ها پیش آید، محدودیت در منابع مالی است. وجود این محدودیت مانع اجرای برخی پروژه‌ها می‌شود. در چنین مواقعی لازم است طرحها اولویت‌بندی شوند تا طرحهای با اهمیت بیشتر مشخص شود.

در این مقاله الگوریتمی ارائه شده که با در نظر گرفتن معیارهای فنی و اقتصادی، طرحهای توسعه شبکه را رتبه‌بندی می‌کند. اگر مطالعات توسعه شبکه با دو ابزار جایابی پست و طراحی شبکه انجام شده باشد لازم است مشخص شود که کدام پروژه‌ها باید همزمان اجرا گردند، زیرا توسعه یا ساخت برخی پست‌ها باید همزمان با ساخت برخی خطوط انجام شود. در ادامه روشی برای تعیین اولویت این پروژه‌ها – که از این به بعد "پروژه‌های ترکیبی" نامیده می‌شوند – ارائه می‌شود. در الگوریتم پیشنهادی در این مقاله، پروژه‌های ترکیبی تعیین و سپس رتبه‌بندی می‌شوند.

مطالعات توسعه شبکه‌های قدرت معمولا برای چند دوره زمانی متوالی (مثلاً پنج سال متوالی) انجام می‌شود. در روشهای استاتیک، طراحی برای هر دوره زمانی مستقل از بقیه دوره‌ها انجام می‌شود [۱] و [۷]. به‌عنوان مثال در روشهای استاتیک طراحی شبکه، برای دوره اول (مثلا سال اول) که مقدار تولید و بار و همچنین ساختار شبکه مشخص است، تعدادی خطوط جدید پیشنهاد می‌شود. پیشنهاد این خطوط بدون توجه به اهمیت آنها در دوره‌های بعدی زمانی انجام می‌شود. خطوط جدید این دوره، در دوره بعدی جزئی از ساختار شبکه می‌شوند و با بار و تولید دوره دوم، خطوط مورد نیاز این دوره نیز تعیین می‌شود. این کار برای دوره‌های بعدی نیز به همین ترتیب ادامه می‌یابد. با توجه به اینکه طرحهای پیشنهادی هر سال بدون توجه به سالهای دیگر ارائه می‌شود، نتایج با خطا همراه است و این همان نقص موجود در روشهای استاتیک مطالعات توسعه شبکه است [۷]. نکته‌ای که در اینجا قابل توجه است آن است که اهمیت خطوط جدید در هر دوره ممکن است در دوره‌های بعدی تغییر یابد؛ مثلا ممکن است کاهش یابد بنابر این لازم است در اولویت‌بندی پروژه‌های دوره اول به اهمیت آنها در دوره‌های بعدی نیز توجه شود. زیرا باید پروژه‌ای که در

www.SID.ir

Archive of SID

بیشتر دوره‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار است در اولویت بالاتری نسبت به پروژه‌هایی قرار گیرد که فقط در برخی دوره‌ها اهمیت بالایی دارند. در الگوریتم پیشنهادی در این مقاله این نکته مورد توجه قرار گرفته و اولویت‌بندی طرحها با توجه به اهمیت پروژه‌ها در تمامی سالهای طراحی انجام می‌شود. رعایت این نکته در الگوریتم اولویت‌بندی ارائه شده در این مقاله، اندکی از خطای روشهای استاتیک نیز می‌کاهد زیرا پروژه‌هایی که در بیشتر دوره‌ها اهمیت دارند نسبت به بقیه اولویت خواهند یافت.

در ادامه مقاله در بخش ۲ ویژگیها و مزایای الگوریتم پیشنهادی برای اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه و ساخت، در بخش ۳ الگوریتم پیشنهادی، در بخش ٤ نتایج عددی و در بخش ۵ جمع‌بندی ارائه شده است.

۲- ویژگیها و مزایای الگوریتم پیشنهادی برای اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه شبکه

با توجه به بزرگ بودن ابعاد مسأله‌های مطالعهٔ توسعه شبکه‌های قدرت، به‌منظور عملی شدن فرایند، این مطالعه به زیر بخش‌هایی تقسیم می‌شود. بخشی از تقسیم‌بندی‌ها بر اساس سطح ولتاژ است. برای مثال مطالعات توسعه شبکه به سه سطح انتقال، فوق‌توزیع و توزیع تقسیم می‌شود. در بخش دیگری از این تقسیم‌بندی، معمولا مطالعات توسعه شبکه به دو زیر بخش مطالعات جایابی پست و طراحی شبکه تقسیم می‌شود. روشهای مطالعه نیز دو گونه است: روشهای استاتیک و روشهای دینامیک. نتایج مطالعه به روشهای دینامیک اغلب دقیقتر است اما همانطور که در مقدمه گفته شد، پیاده‌سازی این روش در سیستمهای واقعی و بزرگ، اغلب کاری دشوار است و لذا آنچه بیشتر مرسوم است استفاده از روشهای استاتیک و یا شبه‌دینامیک است. از روشهای شبه‌دینامیک نیز بیشتر در جایابی پست‌ها استفاده می‌شود. با تقسیم شدن مطالعه توسعه شبکه‌های قدرت به چند بخش، انجام مطالعه عملی می‌شود اما نتایج، از نقطه بهینه مقداری دور می‌شود. به هر حال این روش رایج‌ترین و عملی‌ترین روشی است که در سیستم‌های قدرت اجرا می‌شود.

الگوریتم ارائه شده در این مقاله برای رتبه‌بندی طرحهای توسعه شبکه‌های انتقال و فوق‌توزیع که محصول مطالعات استاتیک یا دینامیک توسعه شبکه هستند، کاربرد دارد. در ادامه ویژگیها و اهمیت این الگوریتم تشریح می‌شود.

- در جایابی پست‌ها و طراحی شبکه، هدف جایابی پست‌ها و تعیین خطوط مورد نیاز با رعایت قیود فنی و با حداقل‌سازی هزینه است. در این مطالعات معمولا محدودیتی برای منابع مالی در نظر گرفته نمی‌شود. اما در زمان اجرا که معمولا چند سال پس از زمان طراحی است، ممکن است برای منابع مالی محدودیت ایجاد شده و مانع اجرای تمامی پروژه‌ها شود. مطالعات توسعه شبکه معمولا برای چند دوره زمانی متوالی انجام می‌شود (مثلا برای پنج سال متوالی). منابع مالی نیز معمولا به صورت سالیانه اختصاص می‌یابد. زمانی که برای منابع مالی محدودیت وجود داشته باشد، باید مشخص شود که طرحهای با اولویت بیشتر در هر دوره کدام است تا در اولویت اجرا قرار گیرند. بنابراین وجود نوعی فهرست حق تقدم برای پروژه‌های پست (توسعه یا ساخت) و خطوط لازم به نظر می‌رسد.
- نکته‌ای که باید به آن توجه شود آن است که نباید فقط معیارهای فنی ملاک اولویت‌بندی باشد بلکه در کنار آنها، عوامل اقتصادی نیز باید مورد توجه قرار گیرد. برای مشخص شدن این موضوع، مثال ساده‌ای ارائه می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

فرض کنید سه خط جدید A، B و C وجود دارند که شاخص اهمیت فنی آنها بر طبق رابطه (۱) باشد (نحوه تعیین شاخص اهمیت فنی خطوط در بخش ۳ تشریح شده است).

$$L_A \succ L_B = L_C \qquad (۱)$$

L_A، L_B و L_C به‌ترتیب شاخص اهمیت فنی خطوط A، B و C است.

فرض می‌شود که مجموع شاخص اهمیت خطوط B وC از خط A بیشتر باشد؛یعنی:

$$L_B + L_C \succ L_A \quad \rightarrow \quad ۲L_B \succ L_A \qquad (۲)$$

همچنین فرض کنید مجموع هزینه دو خط B و C برابر با خط A باشد؛یعنی:

$$C_A\, C_B + C_C = C_A \quad \rightarrow \quad ۲C_B = C_A \qquad (۳)$$

که در آن C_A، C_B و C_C به‌ترتیب هزینه ساخت خطوط A، B و C است.

اگر شاخصی برای اولویت خط i-ام به‌صورت رابطه (٤) تعریف شود، در این‌صورت هر خطی که شاخص کوچکتری دارد، از نظرساخت اولویت دارد:

$$P_i = \frac{C_i}{L_i} \qquad (٤)$$

تقسیم دو طرف رابطه (۲) بر رابطه (۳)، رابطه زیر را نتیجه می‌دهد:

$$\frac{L_A}{C_A} \succ \frac{۲L_B}{۲C_B} \quad \rightarrow \frac{C_B}{L_B} \prec \frac{C_A}{L_A} \qquad (۵)$$

نتیجه‌ای که از رابطه (۵) حاصل می‌شود این است که علی‌رغم این‌که خط A از نظر شاخص فنی بر خط B برتری دارد، اما با در نظر گرفتن عامل هزینه، خط B بر A اولویت می‌یابد. چنین حالتی برای پست‌ها نیز وجود دارد. بنابراین می‌توان گفت که هر پروژه توسعه شبکه – که از نظر فنی مهم‌تر و از نظر اقتصادی کم‌هزینه‌تر باشد – اولویت دارد. در الگوریتم پیشنهادی در این مقاله، شاخص‌های مناسبی برای انواع پروژه‌های توسعه شبکه پیشنهاد شده که دربرگیرنده ملاک‌های فنی و اقتصادی است.

- مطالعات جایابی پست، پروژه‌های توسعه و ساخت پست‌ها و مطالعات طراحی شبکه پروژه‌های ساخت خطوط را تعیین می‌کنند. برخی از پروژه‌های پست وابسته به برخی از پروژه‌های خط است، بدین معنا که ممکن است برای ساخت پستی جدید یا توسعه پستی که موجود است به ساخت یک یا چند خط نیاز داشته باشیم. بنابراین لازم است نخست پروژه‌هایی با عنوان پروژه‌های ترکیبی تعریف شود که در هر یک از آنها، پست جدید یا پست توسعه یافته همراه با حداقل خطوط جدید مورد نیاز قرار گیرد. پروژه‌هایی که جزئی از پروژه ترکیبی باشند باید همزمان اجرا شوند. دو نکته در اینجا مطرح شد اول آنکه پروژه‌های ترکیبی مشخص شوند و دوم آنکه روشی برای تعیین اولویت پروژه‌های ترکیبی مشخص شود. در الگوریتم پیشنهادی در این مقاله، برای هر دو نکته راهکاری ارائه شده است.
- همان‌طور که گفته شد، بیشتر روشهای مطالعه توسعه شبکه، روشهای استاتیک است و خطا در نتایج مطالعات استاتیک نسبت به مطالعات دینامیک بیشتر است. این مشکل در مطالعات طراحی شبکه شدیدتر از مطالعات جایابی پست‌ها است. به‌عنوان مثال ممکن است خطی برای سال اول پیشنهاد شود و در آن سال اهمیت بالایی داشته باشد اما در سالهای بعدی از اهمیت کمتری برخوردار باشد

www.SID.ir

Archive of SID

و به‌عکس. بر همین اساس در الگوریتم رتبه‌بندی پیشنهادی در این مقاله، روشی ارائه شده است که خطای مطالعات استاتیک را کاهش داده و رتبه‌بندی را با دقت بالاتری ارائه می‌کند. در این روش، اولویت‌بندی پروژه‌های سال اول، به‌ازای شرایط سال دوم (بار، تولید و ساختار شبکه) و همین‌طور به‌ازای شرایط سالهای سوم تا آخر مطالعه (مثلا سال پنجم) نیز انجام می‌شود. به هر پروژه در سالهای مختلف ممکن است اولویت‌های متفاوتی تخصیص یابد. مقدار متوسط اولویت‌ها در سالهای مورد مطالعه، به‌عنوان اولویت پروژه در سال اول تعیین می‌شده و به همین ترتیب، اولویت پروژه‌های سال دوم، برابر است با مقدار متوسط اولویت آنها در سالهای دوم تا آخر مطالعه و به همین ترتیب برای سال سوم به بعد.

• مطالعات جایابی پست و مطالعات طراحی شبکه برای هر سال پروژه‌هایی را پیشنهاد می‌دهند اما اگر به دلیل کمبود منابع مالی، تعدادی از پروژه‌ها به سال بعدی موکول شود، با توجه به این که در سال جدید مقدار تولید و بار و همچنین ساختار شبکه با سال قبل متفاوت خواهد بود، لازم است اولویت پروژه‌های انتقال یافته به سال جدید، نسبت به پروژه‌هایی که از قبل برای این سال برنامه‌ریزی شده بود، تعیین شود. در الگوریتم پیشنهادی این نکته به عنوان یک پیشنهاد مطرح شده است.

۳- الگوریتم پیشنهادی برای اولویت‌بندی پروژه‌های توسعهٔ شبکه

الگوریتم اولویت‌بندی پروژه‌های توسعهٔ شبکه به چهار بخش تقسیم می‌شود. در بخش اول، اولویت‌بندی پروژه‌های ساخت پست‌ها و در بخش دوم اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه پست‌ها انجام می‌شود. در بخش سوم، اولویت‌بندی پروژه‌های ساخت خطوط انجام می‌شود. در بخش چهارم ضمن تعیین پروژه‌های ترکیبی، اولویت‌بندی تمامی پروژه‌ها انجام می‌شود.

۳-۱- اولویت‌بندی ساخت پست‌های جدید

برای تعیین اولویت ساخت پست‌های جدید، باید شاخصی تعریف شود که هم دربرگیرنده اهمیت ساخت از دیدگاه فنی و هم دربرگیرنده اهمیت ساخت از دیدگاه اقتصادی باشد. از دیدگاه فنی، هر پستی که میزان بیشتری از بار مورد نیاز در شبکه پایین‌دست را تأمین کند، اولویت بیشتری از نظر ساخت دارد. از دیدگاه اقتصادی، هر پستی که کم‌هزینه‌تر باشد، اولویت بیشتری برای ساخت دارد. لذا شاخصی برای اولویت‌بندی پست‌های جدید پیشنهاد می‌شود که دربرگیرنده این دو نکته باشد. این شاخص به‌صورت زیر نوشته می‌شود:

$$SP_i^k = \frac{C_i}{L_i^k} \qquad (۶)$$

که در آن:

C_i = هزینه ساخت پست i–ام

L_i^k = بار پست i-ام در سال k-ام

SP_i^k = شاخص اولویت پست i-ام در سال k–ام

همان‌گونه که در بخش ۲ گفته شد برای تعیین شاخص نهایی اولویت پست در هر سال، باید مقدار متوسط شاخص اولویت پست در همان سال و سالهای بعدی (تا سال آخر مطالعه) محاسبه شود (رابطه (۷)):

$$FSP_i^k = \frac{\sum_{j=k}^{n} SP_i^j}{n-k+1} \qquad (۷)$$

که در آن:

www.SID.ir

Archive of SID

FSP_i^k = شاخص نهایی اولویت پست i-ام در سال k-ام

n= تعداد سالهای مورد مطالعه

هر پستی که با این شاخص عدد کوچکتری به آن نسبت داده شود، اولویت بالاتری برای ساخت دارد.

در سطح انتقال، غیر از پست‌های بار، پست‌های سوئیچینگ (با یا بدون تبدیل سطح ولتاژ) نیز وجود دارند. برای این پست‌ها، بار ترانسفورماتورهای ۴۰۰/۲۳۰ یا مجموع توان وارد شونده به پست، به‌عنوان بار پست در نظر گرفته می‌شود.

۳-۲- اولویت‌بندی پروژه‌های مربوط به توسعهٔ پست‌ها

برای تعیین اولویت توسعه پست‌های موجود نیز باید شاخصی تعریف شود که هم دربرگیرنده اهمیت توسعه پست از دیدگاه فنی و هم دربرگیرنده اهمیت آن از دیدگاه اقتصادی باشد. پست در صورتی نامزد توسعه خواهد بود که محدودیت حداقل رزرو لازم برای آن پست، رعایت نشده باشد. بنابراین شاخصی که برای تعیین اولویت توسعه پست‌ها تعریف می‌شود به شرح زیر تعیین می‌شود. ابتدا شاخص اولویت توسعه پست در سالی که باید توسعه یابد و در سالهای بعدی با استفاده از رابطه (۸) محاسبه شده و سپس شاخص نهایی اولویت توسعه پست، از مقدار متوسط شاخص‌های حساب شده به صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$EI_i^k = \frac{C_i}{L_i^k - (S_i^b * R)} \qquad (۸)$$

که در آن:

C_i = هزینه توسعهٔ پست i-ام

L_i^k = بار پست i-ام در سال k-ام

EI_i^k = شاخص اولویت توسعهٔ پست i-ام در سال k-ام

S_i^b = ظرفیت پست قبل از توسعه

R= رزرو پست

همان‌گونه که در بخش ۲ گفتیم برای تعیین شاخص نهایی اولویت توسعه پست در هر سال، باید مقدار متوسط شاخص اولویت توسعهٔ پست در همان سال و سالهای بعدی (تا سال آخر مطالعه) محاسبه شود:

$$FEI_i^k = \frac{\sum_{j=k}^{n} EI_i^j}{n-k+1} \qquad (۹)$$

که در آن:

FEI_i^k = شاخص نهایی اولویت پست i-ام در سال k-ام

n= تعداد سالهای مورد مطالعه

هر پستی که با شاخص روابط (۹)، عدد کوچکتری به آن نسبت داده شود، از نظر توسعه، اولویت بالاتری دارد.

۳-۳- اولویت‌بندی ساخت خطوط

برای اولویت‌بندی ساخت خطوط نیز، مانند ساخت و توسعهٔ پست‌ها، باید شاخصی تعریف شود که هم دربرگیرنده ملاحظات فنی و هم دربرگیرنده معیارهای اقتصادی باشد. به‌منظور ملحوظ کردن عوامل فنی در اولویت‌بندی ساخت خطوط، اهمیت هر خط جدید، از سه دیدگاه مورد توجه قرار می‌گیرد:

الف) میزان بارگذاری هر خط در شرایط عادی نسبت به ظرفیت آن؛

ب) میزان بارگذاری هرخط در بدترین تک اغتشاش ممکن در شبکه؛

ج) افزایش باری که بر سایر خطوط شبکه، در صورت ساخته نشدن خط تحمیل می‌شود. اگر به‌دلیل کمبود بودجه، خطی ساخته نشود، این باعث افزایش بارگذاری سایر خطوط شبکه و در نتیجه افزایش تلفات در شبکه

www.SID.ir

Archive of SID

خواهد شد که به نوعی، هزینه شبکه (هزینه بهره‌برداری شبکه) را افزایش می‌دهد.

باید شاخصی بر اساس عوامل بندهای بالا (الف تا ج) تعریف شود که هم دربرگیرنده هر سه عامل باشد و هم اهمیت نسبی آنها را نشان دهد. برای این منظور شاخصی به‌نام "شاخص اهمیت فنی خط"، به شکل رابطه (۱۰) تعریف می‌شود. در این شاخص، بند "الف" (میزان بارگذاری خط در شرایط عادی) و بند "ج" (مجموع افزایش باری که بر سایر خطوط شبکه، در صورت ساخته نشدن خط تحمیل می‌شود)، با اهمیت دو برابر، نسبت به بند "ب" (میزان بارگذاری هرخط در بدترین تک اغتشاش ممکن در شبکه) در نظر گرفته شده است.

$$TI_j^k = ۲*(NL_j^k + NCL_j^k) + LL_j^k \qquad (۱۰)$$

که در آن:

NL_j^k = شاخص اهمیت فنی خط j–ام در سال k–ام

NL_j^k = درصد بارگذاری خط j–ام در سال k–ام در شرایط عادی

NCL_j^k = مجموع افزایش بار سایر خطوط شبکه در سال k–ام که بر اثر ساخته نشدن خط j–ام ایجاد می‌شود

LL_j^k = درصد بارگذاری خط j–ام در سال k-ام در بدترین تک اغتشاش ممکن در شبکه

ابتدا شاخص اولویت ساخت خط در سالی که باید ساخته شود و در سالهای بعدی با استفاده از رابطه (۱۱) محاسبه شده و سپس شاخص نهایی اولویت ساخته خط، از مقدار متوسط شاخص‌های حساب شده به‌دست می‌آید (بر طبق رابطه (۱۲)). همان‌طور که از روابط (۱۱) و (۱۲) مشخص است، در تعریف شاخص اولویت ساخت خط، هر دو معیار فنی و اقتصادی در نظر گرفته شده است:

$$LI_j^k = \frac{C_j}{TI_j^k} \qquad (۱۱)$$

C_j = هزینهٔ ساخت خط j–ام

LI_j^k = شاخص اولویت ساخت خط j–ام در سال k–ام

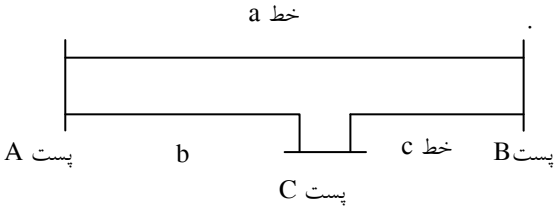
$$FLI_j^k = \frac{\sum_{i=k}^{n} LI_j^i}{n-k+۱} \qquad (۱۲)$$

FLI_j^k = شاخص نهایی اولویت پست j–ام در سال k-ام

n= تعداد سالهای مورد مطالعه

با این شاخص، هر خطی که شاخص کوچکتری دارد، از نظر ساخت دارای اولویت است.

خطوط دومداره، یک‌جا و به‌عنوان یک خط در نظر گرفته می‌شوند. نکته مهم دیگری که باید در اولویت‌بندی خطوط فوق‌توزیع در نظر گرفته شود، ساخت خطوطی است که به‌صورت دومداره ساخته شده و یکی از خطوط در پست سومی (پست میان‌راهی) وارد – خارج می‌شود. به‌عنوان مثال به شکل (۱) توجه کنید. احتمالا شاخص اولویت‌بندی خطوط a، b و c یکسان نخواهد بود. زیرا این خط یک خط دومداره است و بنابراین کل پروژه باید در یک زمان اجرا شود، لذا لازم است برای این پروژه (که ظاهراً از سه خط مجزا تشکیل شده)، یک اولویت تعیین شود. برای تعیین اولویت این پروژه، ابتدا باید شاخص اهمیت فنی این پروژه تعیین شود. اولویت ساخت این پروژه از رابطه (۱۳) محاسبه می‌شود:



شکل ۱ خط دومداره‌ای که یکی از خطوط در پست میان‌راهی وارد – خارج می‌شود

www.SID.ir

Archive of SID

$$FLI^{k}_{abc} = \frac{FLI^{k}_{a} * LE_a + FLI^{k}_{b} * LE_b + FLI^{k}_{c} * LE_c}{LE_a + LE_b + LE_c} \quad (۱۳)$$

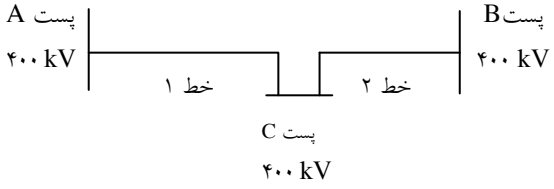
که در آن:

FLI^{k}_{abc} = شاخص اولویت خط دومداره‌ای که در پست سوم وارد – خارج می‌شود (خطوط a، b و c)

LE_a، LE_b و LE_c به‌ترتیب طول خطوط a، b و c

در مواقعی که یک خط تک‌مداره نیز در پست میان‌راهی وارد– خارج می‌شود، این درست است (شکل ۲). دقت شود که در سطح انتقال پست میان‌راهی به سطح ولتاژ دیگری از انتقال متصل نباشد، به‌عنوان مثال در شکل (۲) پست C به سطح ولتاژ ۲۳۰ کیلوولت متصل نباشد

.



شکل ۲ خط تک‌مداره‌ای که در پست میان‌راهی وارد– خارج شده است

۳-٤- اولویت‌بندی همزمان پروژه‌های توسعهٔ شبکه

در بخش‌های ۳-۱ تا ۳-۳ الگوریتمی برای اولویت‌بندی انواع پروژه‌های توسعهٔ شبکه (ساخت پست‌های جدید، توسعه پست‌های موجود و احداث خطوط) پیشنهاد شد. تا اینجا، این الگوریتم می‌تواندانواع پروژه‌های توسعه شبکه را – مستقل از هم – اولویت‌بندی کند. در این بخش، الگوریتم اولویت‌بندی انواع پروژه‌های توسعهٔ شبکه، به‌گونه‌ای توسعه داده می‌شود که بتواند انواع پروژه‌های توسعه شبکه را به‌طور همزمان در یک سطح از شبکه (مثلا فوق‌توزیع)، اولویت‌بندی کند. این بدان معنا است که مشخص می‌شود که برای مثال کدام خط یا پست، بر سایر پروژهای توسعهٔ شبکه (اعم بر پست یا خط)، اولویت دارد.

الگوریتم اولویت‌بندی پروژه‌های انتقال، با الگوریتم اولویت‌بندی پروژه‌های فوق‌توزیع، تا اندازه‌ای متفاوت است.

الگوریتم اولویت‌بندی، به‌منظور اولویت‌بندی همزمان انواع پروژه‌های توسعه شبکه در سطح انتقال یا فوق‌توزیع، به‌ترتیب شامل مراحل زیر است:

أ. ترکیب اولویت‌بندی پروژه‌های ساخت پست‌های جدید و پروژه‌های توسعه پست‌های موجود. برای این منظور، پروژه‌های ساخت پست‌های جدید و پروژه‌های توسعهٔ پست‌های موجود با همان شاخصی که در بند "الف" و "ب" اولویت‌بندی شده، نسبت به هم بار دیگر اولویت‌بندی می‌شوند.

ب. نرمالیزه کردن شاخص اولویت‌بندی ترکیب پروژه‌های ساخت پست‌های جدید و پروژه‌های توسعهٔ پست‌های موجود، نسبت به بزرگترین مقدار آن.

ج.نرمالیزه کردن شاخص اولویت‌بندی ساخت خطوط، نسبت به بزرگترین مقدار آن.

د. تعیین "پروژه‌های ترکیبی".

هر "پروژه ترکیبی" شامل یک پروژه پست (ساخت یا توسعه) و حداقل خطوط جدید متصل به آن می‌شود. برای تعیین پروژه ترکیبی در سطح فوق‌توزیع به روش زیر عمل می‌شود.

برای تغذیه هر پست فوق‌توزیع باید حداقل دو خط فوق‌توزیع به آن متصل باشد، بنابراین اگر دو خط موجود به یک پست متصل باشد، در پروژه ترکیبی آن پست، هیچ خط جدیدی درنظر گرفته نمی‌شود. اما اگر یک خط موجود به پست مورد نظر متصل باشد، اولین خط فوق‌توزیع جدید با اولویت بالاتر متصل به آن، در پروژه

www.SID.ir

Archive of SID

ترکیبی پست مزبور در نظر گرفته می‌شود. همچنین اگر هیچ خط موجودی به پست مورد نظر متصل نباشد، دو خط جدید متصل به آن پست – که اولویت بالاتری دارند – جزو پروژه ترکیبی آن پست در نظر گرفته می‌شوند. بنابراین هر پروژه پست فوق‌توزیع (ساخت یا توسعه)، یک پروژه ترکیبی را تشکیل می‌دهد که ممکن است با توجه به ساختار طراحی شده شبکه، در زیرمجموعه آن پروژه ترکیبی، صفر، یک یا دو خط فوق‌توزیع جدید، عضویت داشته باشند. هر خط جدیدی که به پروژه‌های ترکیبی منتقل می‌شود، از مجموعه خطوط رتبه‌بندی شده حذف می‌شود. تعدادی از خطوط جدید باقی می‌مانند که در هیچ پروژه ترکیبیی عضویت ندارند.

برای تعیین پروژه ترکیبی در سطح انتقال به روش زیر عمل می‌شود.

برای تغذیه هر پست انتقال، اگر پست دارای یک سطح ولتاژ از انتقال است (مثلا فقط دارای سطح ولتاژ ٤٠٠ کیلولت)، مشابه فوق‌توزیع عمل می‌شود و باید حداقل دو خط انتقال به آن متصل باشد. بنابراین اگر دو خط موجود به پست متصل باشد، در پروژه ترکیبی آن پست، هیچ خط جدیدی درنظر گرفته نمی‌شود. اما اگر خط موجود به پست مورد نظر متصل باشد، اولین خط انتقال جدید با اولویت بالاتر متصل به آن، در پروژه ترکیبی پست مزبور در نظر گرفته می‌شود. همچنین اگر هیچ خط موجودی به پست مورد نظر متصل نباشد، دو خط جدید متصل به آن پست – که اولویت بالاتری دارند – جزو پروژه ترکیبی آن پست در نظر گرفته می‌شوند. اما اگر پست انتقال دارای دو سطح ولتاژ باشد، اتصال حداقل یک خط از هر سطح ولتاژ به پست مزبور الزامی است. بنابراین، اگر هر یک از این دو خط، موجود نباشد، اولین خط جدید با اولویت بالاتر متصل به این پست، در پروژه ترکیبی پست مزبور در نظر گرفته می‌شود.

بنابراین، هر پروژه پست انتقال (ساخت یا توسعه)، تشکیل نوعی پروژه ترکیبی را می‌دهد که ممکن است با توجه به ساختار طراحی شده شبکه، در زیرمجموعه آن پروژه ترکیبی،تعداد صفر، یک یا دو خط انتقال جدید عضویت داشته باشند. هر خط جدیدی که به پروژه‌های ترکیبی منتقل می‌شود، از مجموعه خطوط رتبه‌بندی شده حذف می‌شود. تعدادی از خطوط جدید باقی می‌مانند که در هیچ پروژه ترکیبی عضویت ندارند.

ه. برای هر پروژه ترکیبی، نوعی شاخص اولویت نسبت داده می‌شود. این شاخص، از مجموع شاخص نرمالیزه شده پروژه‌های زیرمجموعه هر پروژه ترکیبی حاصل می‌شود.

و. جدولی از پروژه‌های ترکیبی و خطوط باقیمانده تشکیل می‌شود. در این جدول، پروژه‌های ترکیبی و خطوط باقیمانده، بر اساس شاخص اولویت‌بندی تخصیص یافته، رتبه‌بندی می‌شوند. هر پروژه از این جدول که اولویت بالاتری دارد، از نظر ساخت اولویت دارد.

٤- نتایج عددی

با استفاده از الگوریتم پیشنهادی در این مقاله، پروژه‌های تعیین شده در مطالعات توسعهٔ شبکه انتقال و فوق‌توزیع برق منطقه‌ای فارس – که برای دوره سه ساله (١٣٨٦ تا ١٣٨٨) انجام شده – اولویت‌بندی شده است. بخشی از نتایج این اولویت‌بندی (اولویت‌بندی پروژه‌های سطح انتقال)، در این قسمت ارائه می‌شود. لازم است توضیح دهیم که تعداد پروژه‌های سطح فوق‌توزیع بسیار بیشتر از پروژه‌های سطح انتقال است و آوردن آنها در این مقاله امکان‌پذیر نیست.

www.SID.ir

Archive of SID

برای انجام مطالعات جایابی و توسعهٔ پست‌های شبکه انتقال و فوق‌توزیع برق منطقه‌ای فارس، از نرم‌افزار SEP [٤] و برای تعیین خطوط جدید شبکهٔ انتقال و فوق‌توزیع از نرم‌افزار NEP [٨] استفاده شده است. نتایج این مطالعات در جدول‌های (١) تا (٣) ارائه شده است. در جدول (١) اطلاعات پست‌های جدید مورد نیاز و در جدول (٢) اطلاعات توسعه پست‌ها و در جدول (٣) اطلاعات خطوط جدید مورد نیاز آورده شده است. پروژه‌های ساخت و توسعهٔ پست‌ها و همچنین ساخت خطوط جدید، به‌صورت جداگانه با استفاده از توضیحات بندهای ٣-١ تا ٣-٣ اولویت‌بندی شده و نتایج در همان جدول‌های (١) تا (٣) ارائه شده است.

در شکل (٣) شبکه انتقال برق منطقه‌ای فارس همراه با طرحهای جدید طراحی شده و در شکل (٤) شبکه فوق‌توزیع همراه با طرحهای جدید نشان داده شده است.

جدول ١ اولویت‌بندی پروژه‌های ساخت پست‌های انتقال در برق منطقه‌ای فارس از سال ١٣٨٦ تا ١٣٨٩

سال اجرای پروژه	اولویت ساخت	نام پست	نسبت تبدیل	ظرفیت	بار در سال اجرای پروژه	هزینه	بار/هزینه
سال اول	١	توربین ٢٣٠	٢٣٠.۶۶	٢×١۶٠	١۶۴/۵٧	٩٨٨۴	۶٠/٠۵٩۵۵
	٢	سعدی ٤٠٠	۴٠٠.٢٣٠	٢×٣١۵	٢۴۵/٧	١۶۶٩۵	۶٧/٩۴٨٧٢
سال دوم	١	سرجد ٤٠٠	۴٠٠.۶۶	٢×٢٠٠	١۵٢	١٢٧١۵	٨٣/۶۵١٣٢
	٢	برازجان ٢	٢٣٠.۶۶	٢×١۶٠	١١٢/٨	٩٨٨۴	٨٧/۶٢۴١١
سال سوم	١	خورموج ٤٠٠	۴٠٠.١٣٢	٢×٢٠٠	١٣٨	١٣١٣۵	٩۵/١٨١١۶
	٢	لامرد ٤٠٠	۴٠٠.١٣٢	٢×٢٠٠	١٣٠	١٣١٣۵	١٠١/٠٣٨۵

جدول ٢ اولویت‌بندی پروژه‌های توسعهٔ پست‌های انتقال در برق منطقه‌ای فارس از سال ١٣٨٦ تا ١٣٨٩

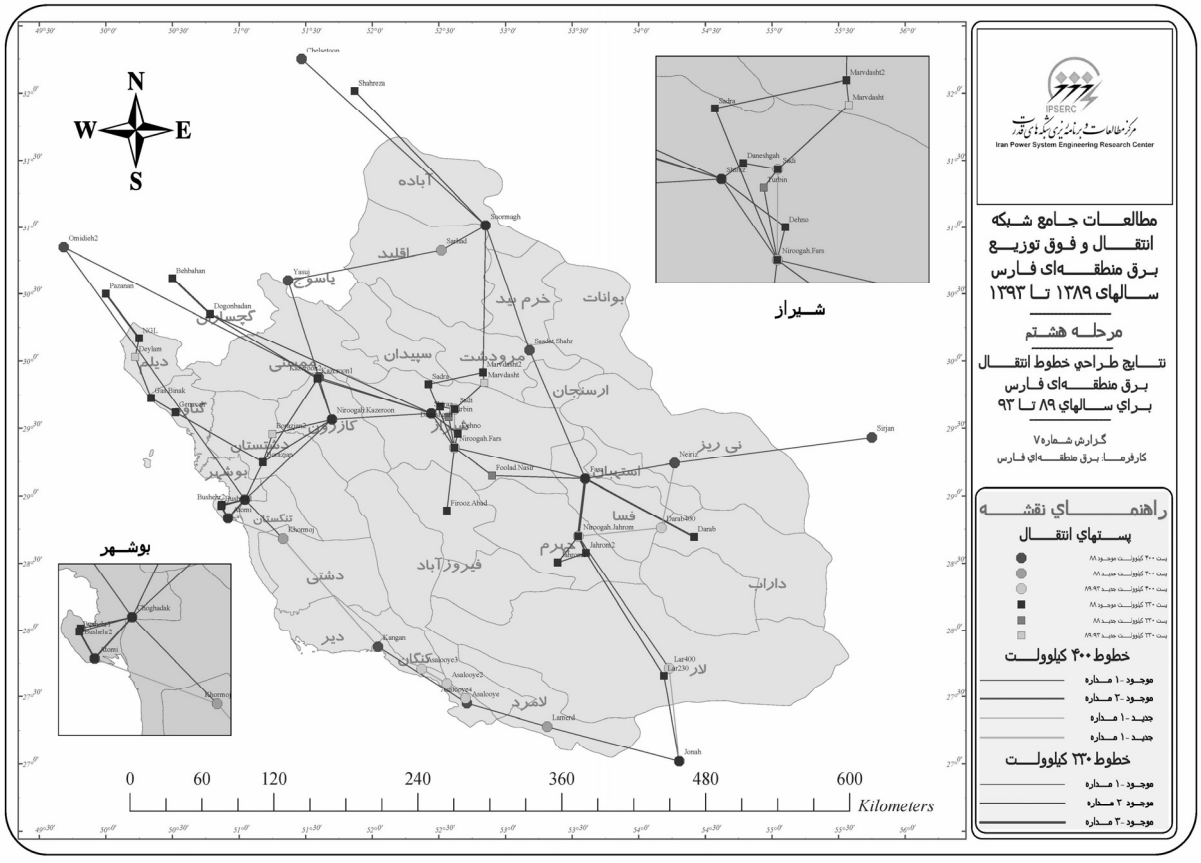
سال اجرایپروژه	اولویت توسعه	نام پست	نسبت تبدیل	ظرفیت قبل از توسعه (MVA)	بار مجاز پست قبل از توسعه با ۵٠ درصد بارگذاری (MVA)	ظرفیت پس از توسعه(MVA)	بار در سال اجرای پروژه(MVA)	هزینهٔ توسعه (میلیون تومان)	شاخص اولویت
سال اول	١	کازرون ١	٢٣٠.۶۶	٢×۵٠	۵٠	٢×٨٠	٨٧/٣٩	٧١٣	١٩/٠٧
	٢	داراب	٢٣٠.۶۶	٢×١٢۵	١٢۵	٢×١۶٠	١٨۶/٩٨	١۵٣٠	٢۴/۶٩
	٣	گناوه	٢٣٠.۶۶	٢×٨٠	٨٠	٢×١۶٠	١٩١/٠٧	۵۵٨۴	۵٠/٢٧
	۴	بوشهر ١	٢٣٠.۶۶	٢×٨٠	٨٠	٢×١۶٠	١۵٢/٠۶	۵١٧٨	٧١/٨۵
	۵	فسا	۴٠٠.۶۶	٢×١۵٠	١۵٠	٢×٢۵٠	٢٢٣/٩٠	۵۵۵٠	٧۵/١٠
سال دوم	١	دانشگاه	٢٣٠.۶۶	٢×١٢۵	١٢۵	٢×٢٠٠	٢٠۵/۴٠	٧١٠٠	٨٨/٣١
	٢	بوشهر ٢	٢٣٠.۶۶	٢×٨٠	٨٠	٢×١۶٠	١۵٢/١٠	٧٢۵٠	١٠٠/۵۶
	٣	سورمق	٢٣٠.۶۶	٢×١٢۵	١٢۵	٢×١۶٠	١۶٣/۵٢	۶۶۴٠	١٧٢/٣٨
سال سوم	١	عسلویه	۴٠٠.١٣٢	١×۵٠٠	٢۵٠	٢×۵٠٠	٢٩٨/۵٠	٩٠٠٠	١٨۵/۵٧
	٢	جهرم	٢٣٠.۶۶	٢×١٢۵	١٢۵	٢×١۶٠	١۵٧/۴١	۶١٠٠	١٨٨/٢٣
	٣	نیروگاه کازرون	٢٣٠.۶۶	١×١٢۵	۶٢/۵	٢×١٢۵	٧٩/١٠	۴٧٧۶	٢٨٧/٧١
	۴	فیروز آباد	٢٣٠.۶۶	٢×١٢۵	١٢۵	٢×١۶٠	١٢٨/٧٧	٨۴٩٠	٢٢۵٣/١٨
	۵	کنگان	۴٠٠.١٣٢	١×۵٠٠	٢۵٠	٢×۵٠٠	١۵۶/۴٠	٩٠٠٠	٣٢٩۶/١۵

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳ اولویت پروژه‌های خطوط انتقال در برق منطقه‌ای فارس از سال ۱۳۸٦ تا ۱۳۸۹

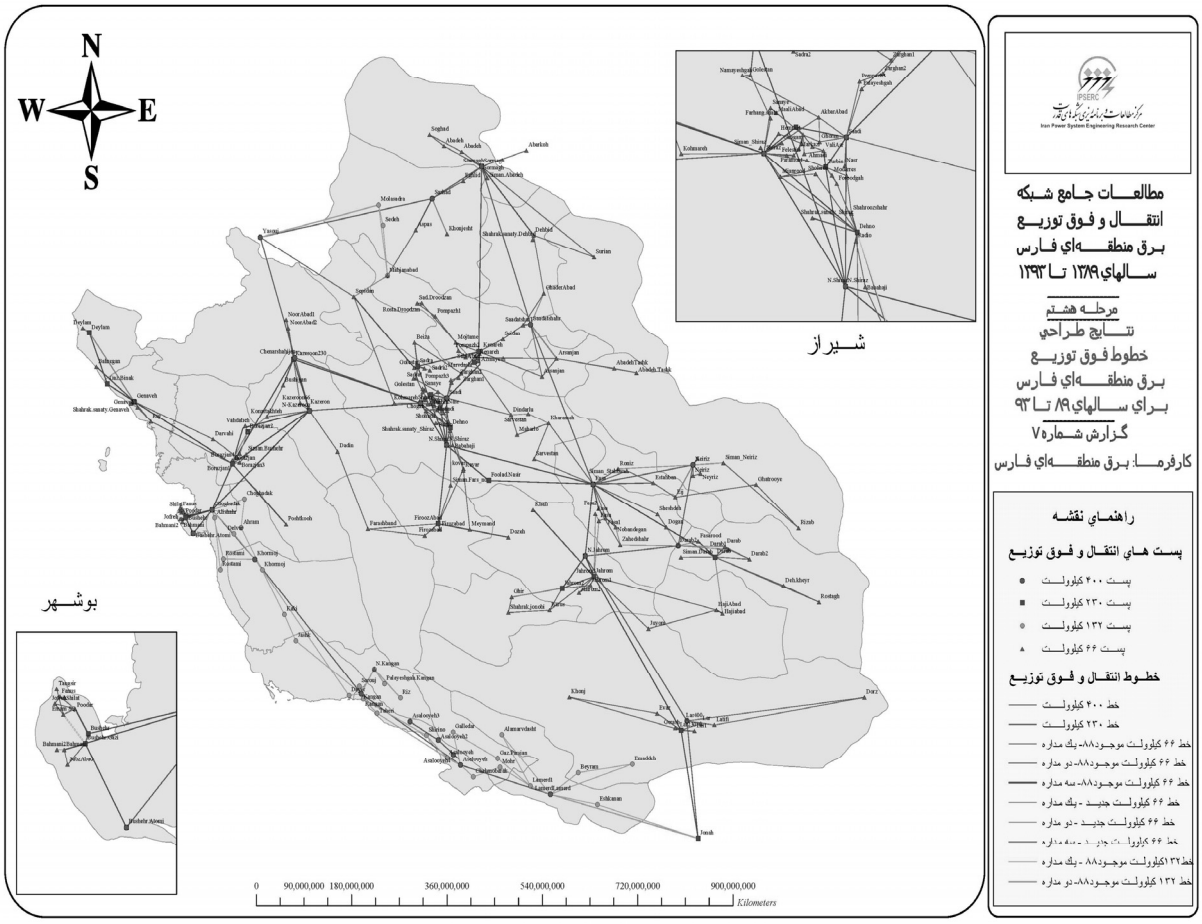
سال اجرای پروژه	اولویت ساخت	شین ابتدای پروژه	شین انتهای پروژه	تعداد مدار	شاخص اهمیت فنی پروژه ساخت خط	طول (کیلومتر)	هزینه (میلیون تومان)	شاخص اولویت	شاخص نرمالیزه شده اولویت
سال اول	۱	Sadi ۲۳۰	Turbin ۲۳۰	۲	۳۴۲/۰۸	۱۰	۱۲۰۰	۳/۵۱	۰/۰۱۵
	۲	Sadi ۲۳۰	J-SDI۲	۱	۴۶۴/۲۷	۳۰	۲۸۲۰	۶/۰۷	۰/۰۲۵
	۳	Sadi ۴۰۰	N-Fars ۴۰۰	۱	۷۱۳/۰۱	۳۶	۴۸۶۰	۶/۸۲	۰/۰۲۸
	۴	NGL	Gas Binak	۱	۲۳۰/۵۲	۵۰	۴۷۰۰	۲۰/۳۹	۰/۰۸۵
	۵	Kangan ۴۰۰	N-Asal	۱	۳۰۲/۷۶	۵۵	۷۴۲۵	۲۴/۵۲	۰/۱۰۲
	۶	N-Kazeron ۴۰۰	Shiraz ۴۰۰	۱	۲۹۳/۵۶	۱۰۰	۱۳۵۰۰	۴۵/۹۹	۰/۱۹۱
سال دوم	۱	Sadi ۲۳۰	Univ۲۳۰	۱	۴۲۲/۹۹	۱۵	۱۴۴۰	۳/۴۰	۰/۰۱۴
	۲	Univ ۲۳۰	J-SDR۲	۱	۴۱۴/۰۰	۲۵	۲۳۵۰	۵/۶۸	۰/۰۲۴
	۳	Fasa ۴۰۰	J-NJH۴	۱	۳۷۳/۸۰	۵۰	۶۷۵۰	۱۸/۰۶	۰/۰۷۵
	۴	Fasa ۴۰۰	Sormgh۴۰۰	۱	۶۳۹/۱۰	۲۳۰	۳۱۰۵۰	۴۸/۵۸	۰/۲۰۲
	۵	Sormgh ۴۰۰	CHLST۴	۱	۵۱۰/۴۴	۲۰۰	۲۷۰۰۰	۵۲/۹۰	۰/۲۲۰
	۶	YASUJ۴	Sormgh۴۰۰	۱	۳۶۲/۹۲	۱۵۰	۲۰۲۵۰	۵۵/۸۰	۰/۲۳۲
سال سوم	۱	N-Asal	Asal ۴۰۰	۱	۹۹۴/۰۷	۳۵	۴۷۲۵	۴/۷۵	۰/۰۲۰
	۲	Asal ۴۰۰	JONAH۴	۱	۸۰۳/۱۸	۱۷۵	۲۳۶۲۵	۲۹/۴۱	۰/۱۲۲
	۳	JONAH۴	J-NJH۴	۱	۳۹۸/۱۱	۳۲۵	۴۳۸۷۵	۱۱۰/۲۱	۰/۴۵۷
	۴	Chenar ۴۰۰	YASUJ۴	۱	۶۱/۶۳	۱۱۰	۱۴۸۵۰	۲۴۰/۹۴	۱/۰۰۰



شکل ۳ شبکه انتقال برق منطقه‌ای فارس همراه با طرحهای جدید

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤ شبکه فوق‌توزیع برق منطقه‌ای فارس همراه با طرحهای جدید

بر طبق بند "الف" از بخش ۳-٤ لازم است که پروژه‌های ساخت و توسعه پست‌ها (جدول‌های (۱) و (۲) با یکدیگر ترکیب شده و اولویت‌بندی تکرار شود. نتایج در جدول (٤) ارائه شده است.

بر طبق توضیحات بند "د"، در این مرحله لازم است "پروژه‌های ترکیبی" تعیین شوند. نتایج اعمال این بند و همچنین بند "ه" از الگوریتم پیشنهادی، درجدول (۵) آورده شده است.

در جدول (٦) نتایج نهایی اولویت‌بندی پروژه‌های توسعهٔ شبکه انتقال شمال انواع پروژه‌های مورد نیاز، درج شده است. در این جدول به ازای هر سال مطالعه، پروژه‌ها اولویت‌بندی شده است.

۵- جمع‌بندی

در این مقاله روشی ابتکاری برای اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه و ساخت شبکه‌های قدرت ارائه شد. در این الگوریتم، هم پروژه‌های توسعه و ساخت پست‌ها و هم طرحهای ساخت خطوط، همزمان با یکدیگر درنظر گرفته شده است. وجود محدودیت در منابع مالی، یکی از دلایل لزوم رتبه‌بندی طرحهای توسعهٔ شبکه است. در الگوریتم پیشنهاد شده در این مقاله، با استفاده از معیارهای فنی و

www.SID.ir

Archive of SID

اقتصادی شاخص‌هایی مناسب برای اولویت‌بندی طرحهای توسعه شبکه‌های انتقال و فوق‌توزیع ارائه شده است. این الگوریتم می‌تواند یکی از نقص‌های روشهای طراحی استاتیک شبکه‌های قدرت را نیز تا اندازه‌ای برطرف سازد. از این الگوریتم پس از مطالعات استاتیک یا دینامیک توسعهٔ شبکه‌های قدرت و به‌عنوان مکملی برای آنها نیز می‌توان استفاده کرد. این الگوریتم در مطالعهٔ جامع شبکهٔ انتقال و فوق توزیع فارس استفاده شده است.

جدول ٤ اولویت ساخت پست‌های جدید و توسعهٔ پست‌های موجود در سطح انتقال از سال ۱۳۸٦ تا ۱۳۸۹

سال اجرای پروژه	اولویت ساخت و توسعه	نام پست	نسبت تبدیل	ظرفیت در سال ۱۳۸۵	ظرفیت در سال ۱۳۸۹	شاخص اولویت‌بندی (بار/هزینه)	شاخص نرمالیزه شده اولویت‌بندی
سال اول	۱	کازرون ۱	۲۳۰/۶۶	۲×۵۰	۲×۸۰	۱۹/۰۷	۰/۰۷
	۲	داراب	۲۳۰/۶۶	۲×۱۲۵	۲×۱۶۰	۲۴/۶۹	۰/۰۹
	۳	گناوه	۲۳۰/۶۶	۲×۸۰	۲×۱۶۰	۵۰/۲۷	۰/۱۷
	۴	توربین ۲۳۰	۲۳۰/۶۶	۰	۲×۱۶۰	۶۰/۰۶	۰/۲۱
	۵	سعدی ٤۰۰	۴۰۰/۲۳۰	۰	۲×۳۱۵	۶۷/۹۵	۰/۲۴
	۶	بوشهر ۱	۲۳۰/۶۶	۲×۸۰	۲×۱۶۰	۷۱/۸۵	۰/۲۵
	۷	فسا	۴۰۰/۶۶	۲×۱۵۰	۲×۲۵۰	۷۵/۱۰	۰/۲۶
سال دوم	۱	سرحد ٤۰۰	۴۰۰/۶۶	۰	۲×۲۰۰	۸۳/۶۵	۰/۲۹
	۲	برازجان ۲	۲۳۰/۶۶	۰	۲×۱۶۰	۸۷/۶۲	۰/۳۰
	۳	دانشگاه	۲۳۰/۶۶	۲×۱۲۵	۲×۲۰۰	۸۸/۳۱	۰/۳۱
	۴	بوشهر ۲	۲۳۰/۶۶	۲×۸۰	۲×۱۶۰	۱۰۰/۵۶	۰/۳۵
	۵	سورمق	۲۳۰/۶۶	۲×۱۲۵	۲×۱۶۰	۱۷۲/۳۸	۰/۶۰
سال سوم	۱	خورموج ٤۰۰	۴۰۰/۱۳۲	۰	۲×۲۰۰	۹۵/۱۸	۰/۳۳
	۲	لامرد ٤۰۰	۴۰۰/۱۳۲	۰	۲×۲۰۰	۱۰۱/۰۴	۰/۳۵
	۳	عسلویه	۴۰۰/۱۳۲	۱×۵۰۰	۲×۵۰۰	۱۸۵/۵۷	۰/۶۵
	۴	جهرم	۲۳۰/۶۶	۲×۱۲۵	۲×۱۶۰	۱۸۸/۲۳	۰/۶۵
	۵	نیروگاه کازرون	۲۳۰/۶۶	۱×۱۲۵	۲×۱۲۵	۲۸۷/۷۱	۱/۰۰
	۶	فیروز آباد	۲۳۰/۶۶	۲×۱۲۵	۲×۱۶۰	۲۲۵۳/۱۸	۷/۸۳
	۷	کنگان	۴۰۰/۱۳۲	۱×۵۰۰	۲×۵۰۰	-۹۶/۱۵	۸/۲

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵ اطلاعات پروژه‌های ترکیبی

سال اجرای پروژه	ردیف	نام پست	ظرفیت در سال ۱۳۸۵	ظرفیت در سال ۱۳۸۹	شاخص اولویت نرمالیزه شده پست	خط جدید اول که لازم است در زمان ساخت یا توسعه پست، ساخته شود.			خط جدید دوم که لازم است در زمان ساخت یا توسعهٔ پست، ساخت شود.			جمع شاخص پست با خطوط آن
						ابتدا پست	انتها پست	شاخص نرمالیزه شده اولویت خط	ابتدا پست	انتها پست	شاخص نرمالیزه شدهٔ اولویت خط	
سال اول	۱	کازرون ۱	۲×۵۰	۲×۸۰	۰/۰۷							۰/۰۷
	۲	داراب	۲×۱۲۵	۲×۱۶۰	۰/۰۹							۰/۰۹
	۳	گناوه	۲×۸۰	۲×۱۶۰	۰/۱۷							۰/۱۷
	۴	توربین ۲۳۰	۰	۲×۱۶۰	۰/۲۱	Sadi ۲۳۰	Turbin ۲۳۰	۰/۰۲				۰/۲۳
	۵	بوشهر ۱	۲×۸۰	۲×۱۶۰	۰/۲۵							۰/۲۵
	۶	فسا	۲×۱۵۰	۲×۲۵۰	۰/۲۶							۰/۲۶
	۷	سعدی ٤۰۰	۰	۲×۳۱۵	۰/۲۴	Sadi ۴۰۰	N-Fars ۴۰۰	۰/۰۳				۰/۲۷
سال دوم	۱	برازجان ۲	۰	۲×۱۶۰	۰/۳۰							۰/۳۰
	۲	دانشگاه	۲×۱۲۵	۲×۲۰۰	۰/۳۱	Univ۲۳۰	Sadi ۲۳۰	۰/۰۱	Univ۲۳۰	J-SDR۲	۰/۰۲۴	۰/۳۵
	۳	بوشهر ۲	۲×۸۰	۲×۱۶۰	۰/۳۵							۰/۳۵
	۴	سرحد٤۰۰	۰	۲×۲۰۰	۰/۲۹	Yasuj ۴۰۰	Sormgh ۴۰۰	۰/۲۳				۰/۵۲
	۵	سورمق	۲×۱۲۵	۲×۱۶۰	۰/۶۰							۰/۶۰
سال سوم	۱	خورموج٤۰۰	۰	۲×۲۰۰	۰/۳۳							۰/۳۳
	۲	لامرد ٤۰۰	۰	۲×۲۰۰	۰/۳۵	Asal ۴۰۰	Jonah ۴۰۰	۰/۱۲				۰/۴۷
	۳	جهرم	۲×۱۲۵	۲×۱۶۰	۰/۶۵							۰/۶۵
	۴	عسلویه	۱×۵۰۰	۲×۵۰۰	۰/۶۵	Asal ۴۰۰	N-Asal	۰/۰۲				۰/۶۷
	۵	نیروگاه کازرون	۱×۱۲۵	۲×۱۲۵	۱/۰۰							۱/۰۰
	۶	فیروز آباد	۲×۱۲۵	۲×۱۶۰	۷/۸۳							۷/۸۳
	۷	کنگان*	۱×۵۰۰	۲×۵۰۰	-۰/۳۳							۸/۲

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦ اولویت پروژه‌های شبکه انتقال برق منطقه‌ای فارس از سال ۱۳۸٦ تا ۱۳۸۹

سال اجرای پروژه	اولویت پروژه	نوع پروژه	نام پست (در صورتی که پروژه از نوع ساخت یا توسعه پست یا از نوع ترکیبی یا خط باشد)	-	ظرفیت در سال ۸۵ (در صورتی که پروژه از نوع ساخت یا توسعهٔ پست یا از نوع ترکیبی با خط باشد)	ظرفیت در سال ۱۳۸۹ (در صورتی که پروژه از نوع ساخت یا توسعهٔ پست یا از نوع ترکیبی یا خط باشد)	اطلاعات خط اول در صورتی که پروژه از نوع ساخت خط و پست (پروژه ترکیبی) باشد		اطلاعات خط دوم درصورتی که پروژه از نوع ساخت خط و پست (پروژه ترکیبی) باشد		شاخص اولویت پروژه
			نام پست ابتدا (در صورتی که پروژه از نوع ساخت خط باشد)	نام پست انتها (در صورتیکه پروژه از نوع ساخت خط باشد)	طول خط بر حسب کیلومتر(در صورتی که پروژه از نوع ساخت خط باشد)	تعداد مدار (در صورتی که پروژه از نوع ساخت خط باشد)	نام پست ابتدا	نام پست انتها	نام پست ابتدا	نام پست انتها	
			-	-	-	-	-	-	-	-	
سال اول	۱	a	Sadi 230	J-SDI2	۳۰	۱	-	-	-	-	۰/۰۲۵
	۲	b	کازرون ۱	-	۲×۵۰	۲×۸۰	-	-	-	-	۰/۰۷
	۳	a	NGL	Gas Binak	۵۰	۱	-	-	-	-	۰/۰۸۵
	۴	b	داراب	-	۲×۱۲۵	۲×۱۶۰	-	-	-	-	۰/۰۹
	۵	a	Kangan 400	N-Asal	۵۵	۱	-	-	-	-	۰/۱۰۲
	۶	b	گناوه	-	۲×۸۰	۲×۱۶۰	-	-	-	-	۰/۱۷
	۷	a	N-Kazron 400	Shiraz 400	۱۰۰	۱	-	-	-	-	۰/۱۹۱
	۸	c	توربین ۲۳۰	-	۰	۲×۱۶۰	Sadi 230	Turbin 230	-	-	۰/۲۳
	۹	b	بوشهر ۱	-	۲×۸۰	۲×۱۶۰	-	-	-	-	۰/۲۵
	۱۰	b	فسا	-	۲×۱۵۰	۲×۲۵۰	-	-	-	-	۰/۲۶
	۱۱	c	سعدی۴۰۰	-	۰	۲×۳۱۵	Sadi 400	N-Fars 400	-	-	۰/۲۷
سال دوم	۱	a	Fasa 400	J-NJH4	۵۰	۱	-	-	-	-	۰/۰۷۵
	۲	a	Fasa 400	Sormgh400	۲۳۰	۱	-	-	-	-	۰/۲۰۲
	۳	a	Sormgh 400	CHLST4	۲۰۰	۱	-	-	-	-	۰/۲۲۰
	۴	e	برازجان ۲	-	۰	۲×۱۶۰	-	-	-	-	۰/۳
	۵	d	دانشگاه	-	۲×۱۲۵	۲×۲۰۰	Univ230	Sadi 230	Univ230	۲ت‌آت-ب	۰/۳۵
	۶	b	بوشهر ۲	-	۲×۸۰	۲×۱۶۰	-	-	-	-	۰/۳۵
	۷	c	سرحد ۴۰۰	-	۰	۲×۲۰۰	Yasuj 400	Sormgh 400	-	-	۰/۵۲
	۸	b	سورمق	-	۲×۱۲۵	۲×۱۶۰	-	-	-	-	۰/۶
سال سوم	۱	e	خورموج ۴۰۰	-	۰	۲×۲۰۰	-	-	-	-	۰/۳۳
	۲	a	JONAH4	J-NJH4	۳۲۵	۱	-	-	-	-	۰/۴۵۷
	۳	c	لامرد ۴۰۰	-	۰	۲×۲۰۰	Asal 400	Jonah 400	-	-	۰/۴۷
	۴	b	جهرم	-	۲×۱۲۵	۲×۱۶۰	-	-	-	-	۰/۶۵
	۵	d	عسلویه	-	۱×۵۰۰	۲×۵۰۰	Asal 400	N-Asal	-	-	۰/۶۷
	۶	b	نیروگاه کازرون	-	۱×۱۲۵	۲×۱۲۵	-	-	-	-	۱
	۷	a	Chenar 400	YASUJ4	۱۱۰	۱	-	-	-	-	۱/۰۰۰
	۸	b	فیروز آباد	-	۲×۱۲۵	۲×۱۶۰	-	-	-	-	۷/۸۳
	۹	b	کنگان	-	۱×۵۰۰	۲×۵۰۰	-	-	-	-	۸/۲

*نوع a: ساخت خط نوع b: توسعهٔ پست نوع c: ساخت پست و خط نوع d: توسعهٔ پست و ساخت خط نوع e : ساخت پست

www.SID.ir

Archive of SID

٦- منابع

[1] G. Latorre, A. Ramos, I. J. Pérez-Arriaga, J. F. Alonso, and A. Sáiz,"PERLA: A Static Model for Long-term Transmission Planning -Modeling Options and Suitability Analysis" (in Spanish), in Proc. 2nd Spanish-Portuguese Conf. Elect. Eng., July 1991.

[2] A. Escobar, R. A. Gallego, and R. L. Romero, "Static and Dynamic Transmission Planning in Competitive Environments" (in Spanish), in Proc. Int. Conf. Electr. Power ("Jornadas Internacionales de Energía Eléctrica"), Bogotá, Colombia, Oct. 2001.

[3] G. Latorre, I. J. Pérez-Arriaga, A. Ramos, and J. Román, "A Static Model for Long-Term Transmission Planning" (in Spanish), in Proc. 1st Spanish-Portuguese Conf. Elect. Eng., July 1990.

[4] M. S. Sepasian, H. Seifi, A. Akbari Foroud, S. H. Hosseini, and E. M. Kabir, "A New Approach for Substation Expansion Planning", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 21, No 2, May 2006

[5] K. J. Kim, Y. M. Park, and K. Y. Lee, "Optimal Long Term Transmission Expansion Planning Based on Maximum Principle," IEEE Trans. Power Syst., Vol. 3, pp. 1494–1501, Nov. 1988.

[6] S. L. Haffner,A. Garcia, A. Monticelli, and R. Romero, "Dynamic Power Transmisión Expansion Planning Considering Multiple Stages" (in Portuguese), in Proc. XV SNPTEE, pp. 1-6.

[7] Gerardo Latorre, Rubén Darío Cruz, Student Member, IEEE, Jorge Mauricio Areiza, and Andrés, "Classification of Publications and Models on Transmission Expansion Planning Villegas", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 18, No. 2, May 2003

[8] H. Seifi, M.S. Sepasian, H. Haghighat, A. Akbari Foroud, G.R. Yousefi and S. Rae "Multi-voltage Approach to Long-term Network Expansion Planning", IET Gener. Transm. Distrib., 2007, 1, (5), pp. 826–835.

[9] S. Binato and G. C. Oliveira, "A Heuristic Procedure to Cope with Multi-year Transmission Expansion Planning," in Proc. EEE/KTH

www.SID.ir

Archive of SID

Stockholm Power Tech. Conf., Stockholm, Sweden, Jun. 1995.

[10] K. Yahar, and G. Oron, “Optimal Location of Electrical Substation in Regional Energy Supply Systems”, IEEE Transactions on Power Systems, 1996, pp 307-310.

www.SID.ir