



## ارائه روش نوین تعیین تعداد و مکان بهینه اتوریکلوزرها و بهینه سازی آن بر اساس الگوریتم ژنتیک

سیدمهدی مهائی<sup>۲،۱</sup> یاسر ابلاغی<sup>۱،۲</sup> علی بدری<sup>۳</sup>  
sey\_meh2007@yahoo.com yas\_pe2007@yahoo.com Ali\_badr2007@yahoo.com

۱- شرکت بهره برداری نیروی برق آذربایجان

۲- مجتمع آموزشی پژوهشی آذربایجان

۳- شرکت برق منطقه ای آذربایجان

واژه های کلیدی: اتوریکلوزر، بهینه سازی، سیستم توزیع، مدل هزینه، مدل بار

### چکیده:

تابع هدف بر مبنای جمع وزنی شاخص های مربوط به خطاهای دائمی و خطاهای گذرا مدل سازی شده است. البته ضرایب جریمه مربوط به هزینه خرید و نصب اتوریکلوزر نیز لحاظ می شود. جهت بهینه سازی با توجه به ویژگی های مدل حاصله، از الگوریتم ژنتیک استفاده شده است. در پایان، مباحث مطرح شده روی یک فیدر نمونه از شهرستان تبریز پیاده سازی و بعد از تحلیل نتایج، پیشنهاد بهینه جهت نصب اتوریکلوزرها ارائه می گردد.

قابلیت اطمینان برق در سال های اخیر بطور جدی مورد توجه شرکت های برق و مصرف کنندگان قرار گرفته است. از جمله روش های ارتقاء قابلیت اطمینان سیستم، تعیین مکان و تعداد بهینه سویچرها میباشد. تا کنون مدل های مختلفی برای این منظور بر اساس شاخص های SAIFI, SAIDI, CENS استفاده شده است. اما نتایج حاصل از اجرای مدل های موجود نشان می دهند جایابی بهینه بر اساس یک شاخص معین، منجر به تخریب شاخص های دیگر می شود. جهت رفع این مشکل بر خلاف روش های موجود، در این مقاله

## ۱- مقدمه

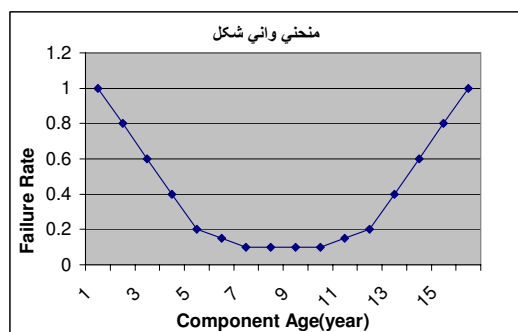
$$F_2(normal) = \sum_{k=1}^{ny} [W_1 SAIFI_K(normal) + W_2 SAIDI_K(normal) + W_3 CENS_K(normal) + W_4 MAIFI_K(Dj)] + N_{SW}(normal) CI_{SW} + N_{SW}(normal) CR_{SW} \quad (2)$$

$$F(D_j) = \frac{F_1(D_j)}{F_2(normal)} \quad (3)$$

Dj : متغیر تعمیم نشان دهنده حالت قراری گیری اتوریکلوزرها  
ny: عمر مفید سیستم  
N<sub>SW</sub>: تعداد اتوریکلوزرها  
CI<sub>SW</sub>: هزینه خرید و نصب هر اتوریکلوزر  
CR<sub>SW</sub>: هزینه تعمیر و نگهداری هر اتوریکلوزر در مدت عمر مفید سیستم

آمارها و گزارشات نشان می دهند که قطعی های گذرا بیشتر از قطعی های دائم اتفاق می افتند. از طرفی نیز بدلیل افزایش حساسیت بارهای الکتریکی در سالیان اخیر، اثرهای زیانبار قطعی های گذرا بیشتر از قطعی های دائم است. به همین علت یکی از شاخص های استفاده شده در تابع هدف بهینه سازی، شاخص MAIFI است که به تعداد برون رفت های گذرا اشاره دارد.

شاخص های SAIFI، SAIDI، CENS نیز از دسته شاخص های مربوط به قطعی های دائم سیستم می باشد. قطعی های دائم شبکه به نرخ خطای خود شبکه و نرخ خطای اتوریکلوزر وابسته است. تحقیقات نشان می دهد نرخ خطای اتوریکلوزر ها با تغییر سنشان تغییر می کند این تغییرات مطابق شکل (۱) بصورت وانی شکل می باشد [۴].



شکل (۱) منحنی وانی شکل

از جمله شاخص های مطرح مربوط به قطعی های دائم، شاخص های SAIFI، SAIDI، CENS و شاخص های مربوط به قطعی های گذرا شاخص MAIFI می باشند. بدیهی است که شاخص های SAIFI، SAIDI، MAIFI، مربوط به فاکتور رضایتمندی مشترکین و شاخص CENS مربوط به فاکتور اقتصادی و مطلوب شرکت توزیع می باشد. لذا بسته به وضعیت شبکه احتمال دارد تعیین مکان و تعداد بهینه سویچرها با توجه به مدل های موجود، بر اساس شاخص CENS منجر به تخریب شاخص های مربوط به رضایت مشترکین شود. از سوی دیگر استفاده از مدل انحصاری مبتنی بر شاخص های SAIDI، SAIFI، MAIFI، نیز مطلوب شرکت توزیع نمی باشد. لذا جهت رفع مشکل فوق از جمع وزنی کلیه شاخص های فوق و ضرایب جریمه مربوط به هزینه خرید و نصب اتوریکلوزرها استفاده گردیده است. جهت دقیق تر شدن نتایج و کاهش هزینه های مربوط به کسب اطلاعات، بار پست ها براساس استنتاج فازی، تخمین بار و هزینه انرژی بتفکیک نوع تعرفه برای پست های توزیع بر آورد شده است. نهایتاً روش حاضر بر اساس الگوریتم ژنتیک برنامه ریزی و مطالعات عددی و مقایسات مورد لزوم انجام می شود.

## ۲- مدل سازی ریاضی

تاکنون مدل های مختلفی جهت جایابی بهینه سویچرها بر اساس شاخص های قابلیت اطمینان ارائه شده است. در مرجع [۱] از شاخص CENS و در مرجع [۲] از معیار جدید هزینه صرفه جویی و در مرجع [۳] از شاخص های SAIDI، SAIFI، CENS بطور جداگانه استفاده شده است. نتایج حاصل از مطالعات موردی با شاخص های جداگانه نشان می دهد که احتمال دارد جایابی بهینه بر اساس یک شاخص معین منجر به تخریب شاخص های دیگر شود. لذا در این مقاله از جمع وزنی کلیه شاخص های مورد توجه شرکت توزیع برای جایابی بهینه اتوریکلوزرها استفاده می شود. که این تابع در رابطه زیر آورده شده است.

$$F_1(D_j) = \sum_{k=1}^{ny} [W_1 SAIFI_K(D_j) + W_2 SAIDI_K(D_j) + W_3 CENS_K(D_j) + W_4 MAIFI_K(D_j)] + N_{SW}(D_j) CI_{SW} + N_{SW}(D_j) CR_{SW} \quad (1)$$

$$W_4 MAIFI(Dj) = [\mu \text{cost} MAIFI(Dj) \times \text{cost} MAIFI_0].$$

$$[8760 \sum Pi - ENS(Dj)]$$

(۹)

$\mu \text{cost} SAIFI(Dj)$ : ضریب هزینه هر کیلووات ساعت

انرژی مصرفی در صورتی که  $SAIFI_{sys}$  برابر با  $SAIFI(Dj)$  شود (بر اساس قرارداد منعقد شده).

$\text{cost} SAIFI_0$ : هزینه هر کیلووات ساعت انرژی مصرفی در

صورتی که  $SAIFI_{sys}$  برابر با  $SAIFI(Dj)$  شود (بر اساس قرارداد منعقد شده).

ns: تعداد پست های توزیع

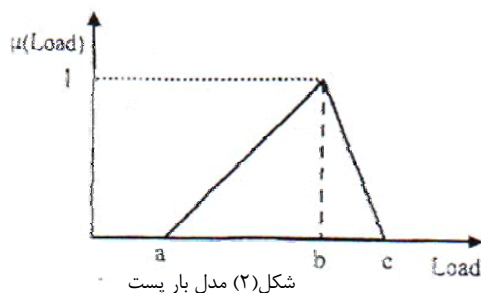
Pi: توان متوسط پست توزیع iام

ENS(Dj): انرژی توزیع نشده سیستم

البته روابط (۷)، (۸) و (۹) وابسته سن اتوریکلوزرها می باشد که با انتقال این روابط به رابطه (۳) لحاظ می شود.

### ۳- مدل سازی بار

بار پست های توزیع یکی از پارامترهای بسیار مهم در مکان یابی سوپرچر ها به حساب می آیند. چرا که رابطه مستقیمی با میزان انرژی فروخته نشده سیستم دارد. با توجه به عدم نصب لوازم اندازه گیری روی پست های توزیع معمولاً آنچه به عنوان اطلاعات اولیه مربوط به بار سیستم در دسترس است محدود به مقادیری است که به وسیله اپراتور در فواصل زمانی در پست های توزیع ثبت می گردد به همین دلیل معمولاً روش های تقریبی در بیان میزان بار سیستم به کار گرفته می شود. در روش های نوین با توجه به این که بار پست های توزیع برای هر منطقه، فصل، نوع بار، نوع روز (تعطیل و غیر تعطیل) پروفیل مشابهی دارند با اندازه گیری های محدود یک ساعتی برای هر حالت منحنی بار پست های توزیع حاصل می شود. آنگاه به دلیل جابه جایی زمانی میزان توان هر پست توزیع بصورت یک عدد فازی مثلثی بصورت شکل (۲) مدل می شود [۱].



در حقیقت اتوریکلوزرهای تازه نصب شده بدلایلی از جمله احتمال وقوع خطا در ساخت، آسیب دیدن به هنگام حمل و سدمه دیدن بدلیل نصب نامناسب نرخ خطای بالایی دارند. لذا نرخ خطای دائمی سیستم بصورت زیر مدل می شود [۲،۵].

$$\lambda_{i_{sys}}(Dj) = \lambda_{i_{sys}}(Dj, life) \quad (۴)$$

$$\lambda_{i_{sys}}(Dj) = \lambda_{i_{NET}}(Dj) + \lambda_{i_{SW}}(Dj, life) \quad (۵)$$

$$\lambda_{i_{NET}}(Dj) = L_{ui}(Dj) \lambda_{NET} \quad (۶)$$

$\lambda_{i_{sys}}$ : نرخ وقوع خطای دائمی سیستم در سگشن iام

Life: متغیر نشان دهنده سن اتوریکلوزر

$\lambda_{i_{NET}}$ : مقدار تاثیر نرخ وقوع خطای دائمی شبکه در نرخ خطای سگشن iام

$\lambda_{i_{SW}}$ : مقدار تاثیر نرخ وقوع خطای دائمی اتوریکلوزرها در نرخ خطای سگشن iام

$L_{ui}$ : مجموع طول سگشن هایی که وقوع خطا در آنها منجر به خاموشی در سگشن iام می شود

$\lambda_{NET}$ : نرخ وقوع خطای دائمی شبکه به ازای واحد طول

ضرایب وزنی  $W_4, W_3, W_2, W_1$  در کشورهای مختلف مفهومی متفاوت دارند. در کشورهای در حال توسعه که سیستم برق رسانی در اختیار و انحصار دولت می باشد، معمولاً مقادیر  $W_4, W_2, W_1$  که ضرایب وزنی فاکتورهای مربوط به رضایت مشترکین می باشد کمتر انتخاب می گردد ولی  $W_3$  که ضرایب مربوط به فاکتور اقتصادی است بیشتر انتخاب می شود بطوریکه شرط زیر بر آورده شود.

$$W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = 1$$

اما در کشورهای در حال توسعه یافته که بازار برق در اختیار شرکت های رقابتی قرار دارد ضرائب وزنی وابسته به تابع هزینه هر kWh انرژی مصرفی ما بین عرضه کننده و مصرف کننده می باشد. این تابع معمولاً وابسته به شاخص های SAIDI، SAIFI، MAIFI می باشد که نحوه محاسبه آن در زیر آورده شده است.

$$W_1 SAIFI(Dj) = [\mu \text{cost} SAIFI(Dj) \times \text{cost} SAIFI_0].$$

$$[8760 \sum Pi - ENS(Dj)]$$

(۷)

$$W_2 SAIDI(Dj) = [\mu \text{cost} SAIDI(Dj) \times \text{cost} SAIDI_0].$$

$$[8760 \sum Pi - ENS(Dj)]$$

(۸)

مقاله مدل جدیدی که نسبت به کلیه مدل های تقریبی قبلی ارجحیت دارد بصورت زیر پیشنهاد می شود.

$$CE_i = AIC_i(res).P_i(res) + AIC_i(com).P_i(com) + AIC_i(ind).P_i(ind) + AIC_i(agr).P_i(agr) + AIC_i(gen).P_i(gen) \quad (13)$$

در این رابطه  $AIC_i(res)$ ،  $AIC_i(com)$ ،  $AIC_i(ind)$ ،  $AIC_i(agr)$ ،  $AIC_i(gen)$  به ترتیب هزینه خاموشی یک Kwh بارهای خانگی، تجاری، صنعتی، کشاورزی و عمومی است. همچنین  $P_i(res)$ ،  $P_i(ind)$ ،  $P_i(com)$ ،  $P_i(agr)$ ،  $P_i(gen)$  درصد هر یک از بارهای خانگی، تجاری، صنعتی، کشاورزی و عمومی در پست توزیع  $i$  ام است.

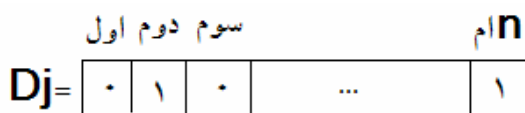
### ۵- الگوریتم مناسب جهت بهینه سازی

با توجه به غیر خطی و گسسته بودن تابع هدف و ویژگی روش های موجود از الگوریتم ژنتیک جهت بهینه سازی استفاده می شود. در هنگام استفاده از الگوریتم ژنتیک برای یافتن پیکربندی بهینه بر مبنای شاخص های قابلیت اطمینان مهم ترین مساله این است که آیا می توان روشی را برای تولید پیکربندی های شعاعی مختلف یک سیستم توزیع ارائه کرد بطوریکه:

اولاً: این روش بتواند تمام آرایش های شعاعی یک سیستم را تولید کند.

ثانیاً: اتوریکلوورهای موازی و سری از هم متمایز گردند.

در این مقاله مطابق با روش مرجع [۸]، حالات مختلف تعداد و مکان اتوریکلوورها روی یک فیدر با استفاده از رشته های باینری مانند شکل (۳) کد بندی شده است که تعداد ژن ها تعداد سکشن را نشان می دهند. صفر بودن ژن نشانگر عدم وجود اتوریکلوور و یک بودن آن نشانگر وجود اتوریکلوور در محل مربوطه است.



شکل (۳) کد بندی حالات مختلف اتوریکلوورها

شماره گذاری سکشن ها از محل تغذیه فیدر آغاز می شود و جهت محاسبات پارامترهای شاخص های قابلیت اطمینان هر سکشن، ناحیه حفاظتی اتوریکلوور مفروض، بصورت ماتریس بعنوان ورودی به نرم افزار طراحی شده ارائه می گردد. آنگاه

$$\tilde{I}_{si,h} = I_{f,h} \left( \frac{\tilde{I}_{si,h}^{-tc}}{\sum_{i=1}^{ns} \tilde{I}_{si,h}^{-tc}} \right) \quad (10)$$

و رابطه ریاضی مدل بار فازی مطابق رابطه زیر است [۶].

$$\mu(\tilde{I}_{si,h}) = \begin{cases} 0 \rightarrow \tilde{I}_{si,h} < a \\ \frac{\tilde{I}_{si,h} - a}{b - a} \rightarrow a < \tilde{I}_{si,h} < b \\ \frac{c - \tilde{I}_{si,h}}{c - b} \rightarrow b < \tilde{I}_{si,h} < c \\ 0 \rightarrow c < \tilde{I}_{si,h} \end{cases} \quad (11)$$

$\tilde{I}_{si,h}$ : جریان بار پست  $i$  ام در ساعت  $h$  (عدد فازی)

a: حد کمینه احتمال وقوع جریان بار پست  $i$  ام در ساعت  $h$

b: بیشترین احتمال وقوع جریان بار پست  $i$  ام در ساعت  $h$

c: حد بیشینه احتمال وقوع جریان بار پست  $i$  ام در ساعت  $h$

$I_{f,h}$ : جریان بار ابتدای فیدر در ساعت  $h$

$\tilde{I}_{si,h}^{-tc}$ : جریان بار پست  $i$  ام در ساعت  $h$  روی منحنی بار (عدد فازی)

ns: تعداد پست های موجود روی فیدر

$\mu(\tilde{I}_{si,h})$ : ضریب مدل بار

در این مقاله با روش COA مقادیر فازی حاصل دفازه می شوند. آنگاه با استفاده از مقادیر دفازه مقدار متوسط بار پست توزیع نام طبق رابطه (۱۲) محاسبه می شود [۶].

$$I_{si,h} = \frac{\sum_{j=1}^3 \mu(I_{si,h}^j) \cdot I_{si,h}^j}{\sum_{j=1}^3 \mu(I_{si,h}^j)} \quad (12)$$

البته جهت تبدیل جریان به توان، با توجه به بار پست ها، ضریب توان هر پست بطور جداگانه تعیین می گردد.

### ۴- مدل هزینه بار پست های توزیع

با توجه به تفاوت قیمت انرژی الکتریکی بارهای خانگی، تجاری، کشاورزی، صنعتی و عمومی لازم است که در هر پست توزیع مقدار هر کدام از آنها مشخص گردیده و با لحاظ قیمت های متفاوت هزینه کل بار پست محاسبه شود در این

به بهبود شاخص های مربوط به رضایت مشترکین SAIDI، SAIFI، MAIFI، شده است.

جدول (۱) نتایج حاصل از اجرای الگوریتم روی فیدر واقعی

مکان اتوریکلوزر	CENS	SAIFI	SAIDI	MAIFI	درصد وزنی
مکان فعلی	۱	۱	۱	۱	۱
	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰
مکان بهینه	۱/۰۲۱	۰/۸۲۵	۰/۸۴۲	۰/۷۶۱	۰/۸۷۸
	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷
	۶۹	۶۹	۶۹	۶۹	۶۹

نتایج حاصل از اجرای الگوریتم بر اساس تابع پیشنهادی مطابق جدول (۱) ارائه شده است. مشاهده می شود که تغییر مکان اتوریکلوزرها از مکان جدید بهینه منجر به کاهش مقدار تابع شده است.

#### ۱۰- نتیجه گیری

تاکنون مدل ها و روش های مختلفی جهت تعیین تعداد و محل بهینه سویچرها بر اساس شاخص های مختلف قابلیت اطمینان ارائه شده است. نتایج حاصل از اجرای مدل های موجود نشان می دهد، جایابی بهینه بر اساس یک شاخص معین، احتمال دارد منجر به تخریب شاخص های دیگر شود. لذا در این مقاله بر خلاف روش های موجود از جمع وزن دهی شاخص های مربوط به خطاهای دائمی و گذرا و ضرایب جریمه هزینه های خرید و نصب اتوریکلوزر استفاده شده است. بار پست ها بر روش اندازه گیری محدود که اطلاعات بسیار دقیقی در پی دارد، مدل سازی شده اند. این منجر به کاهش زمان و هزینه اجرای پروژه می شود. همچنین با لحاظ هزینه یک kWh انرژی برای تعرفه های مختلف به تفکیک نوع تعرفه، هزینه انرژی برای پست های توزیع برآورده گردیده و منجر به نتایج واقعی شده است. با توجه به ویژگی غیر خطی و گسسته بودن تابع مناسب ترین الگوریتم بهینه سازی، الگوریتم ژنتیک، انتخاب شده است. برنامه ریزی این نرم افزار طوری انجام یافته که بتواند حالات سری و موازی را از هم تشخیص دهد. نتایج حاصل از مطالعات موردی نشان می دهد که تعداد بهینه اتوریکلوزرها همان دو عدد موجود فعلی می باشد اما با تغییر مکان اتوریکلوزرها به مکان های جدید بهینه با تغییر جزئی شاخص CENS علاوه بر بهبود تابع هدف، شاخص های SAIDI، SAIFI، MAIFI، نیز بهبود یافته اند.

نرم افزار با مقایسه ناحیه های حفاظتی اتوریکلوزر های مفروض، بصورت دودو سری یا موازی بودن آنها را مشخص می دهد.

#### ۶- مطالعه موردی روی یک شبکه نمونه واقعی از

##### شهرستان تبریز

جهت اثبات کارایی عملی تابع پیشنهادی یک شبکه نمونه واقعی تبریز انتخاب و مطالعات موردی روی شبکه موردی روی شبکه مورد نظر انجام شده است. این شبکه مطابق شکل (۴) دارای چهار نقطه Tie Switch می باشد. نقطه TS1 بعنوان نقطه تغذیه اصلی و نقاط TS2، TS3 و TS4 بعنوان نقاط تغذیه فرعی می باشند. طبق اطلاعات حاصله از شرکت توزیع خطاهای گذرای حادث شده روی فیدر مورد نظر بیشتر از خطاهای دائمی می باشد [۹]. لذا با توجه به تعداد آنها ضریب W4 که مربوط به شاخص تعداد خطاهای گذرا بازای یک مشترک می باشد، متناسب با تعداد آنها بیشتر از ضریب W1، W2، W3 انتخاب می گردد.

$$W1 = W2 = W3 = \left( \frac{\text{تعداد خطاهای ماندگار}}{\text{تعداد خطاهای گذرا}} \right) W4 = \left( \frac{74}{81} \right) W4 \quad (14)$$

$$W1 + W2 + W3 + W4 = 1 \quad (15)$$

با ادغام دو رابطه فوق مقادیر ضرایب وزنی بصورت زیر حاصل می شود.

$$W1 = W2 = W3 = 0/244224$$

نتایج حاصل از مدل سازی بار و هزینه انرژی پست های توزیع موجود روی فیدر مطابق مدل های ارائه شده در جداول (۲) و (۳) آورده شده است.

#### ۹- تحلیل نتایج

با توجه به اینکه در تابع مورد نظر ضرایب جریمه مربوط به هزینه های خرید و نصب اتوریکلوزر قابل توجه می باشد. لذا بهینه سازی تابع، منجر به کاهش تعداد بهینه اتوریکلوزرها می گردد. بطوریکه تعداد بهینه اتوریکلوزرها با تعداد موجود فعلی روی فیدر یکسان می باشد. اما با توجه به اینکه شرکت توزیع تبریز در مکان یابی آنها تنها از شاخص CENS استفاده کرده مکان بهینه اتوریکلوزرها با بهینه سازی تابع پیشنهادی متفاوت از مکان های فعلی می باشد. که این تغییر مکان منجر

[5]. Lakervi,E and Holmes,EJ, "Electricity Distribution Network Desing", 2<sup>th</sup> Edition, London Peter Peregrinus,1995.

[6]. Jie Wan, "Load Estimation in Radial Electric Distribution Networks Using Limited Measurments", IEEE International Symposium on Circuits and Systems, pp.517-520, May 23-31, 2000.

[۷]. دانشگاه تربیت مدرس، گزارش شماره ۳، «مکانیابی

بهینه سکسیونرها و نقاط مانور در فیدرهای مورد مطالعه».

[۸]. لیلا ظفری و صادق جمالی، «تجدید پیکربندی سیستم

های توزیع بر مبنای شاخص های قابلیت اطمینان»، بیست و

دومین کنفرانس بین المللی برق، آبان ۱۳۸۶.

[۹]. بولتن آماری مربوط به فیدر پنج والی، شرکت توزیع

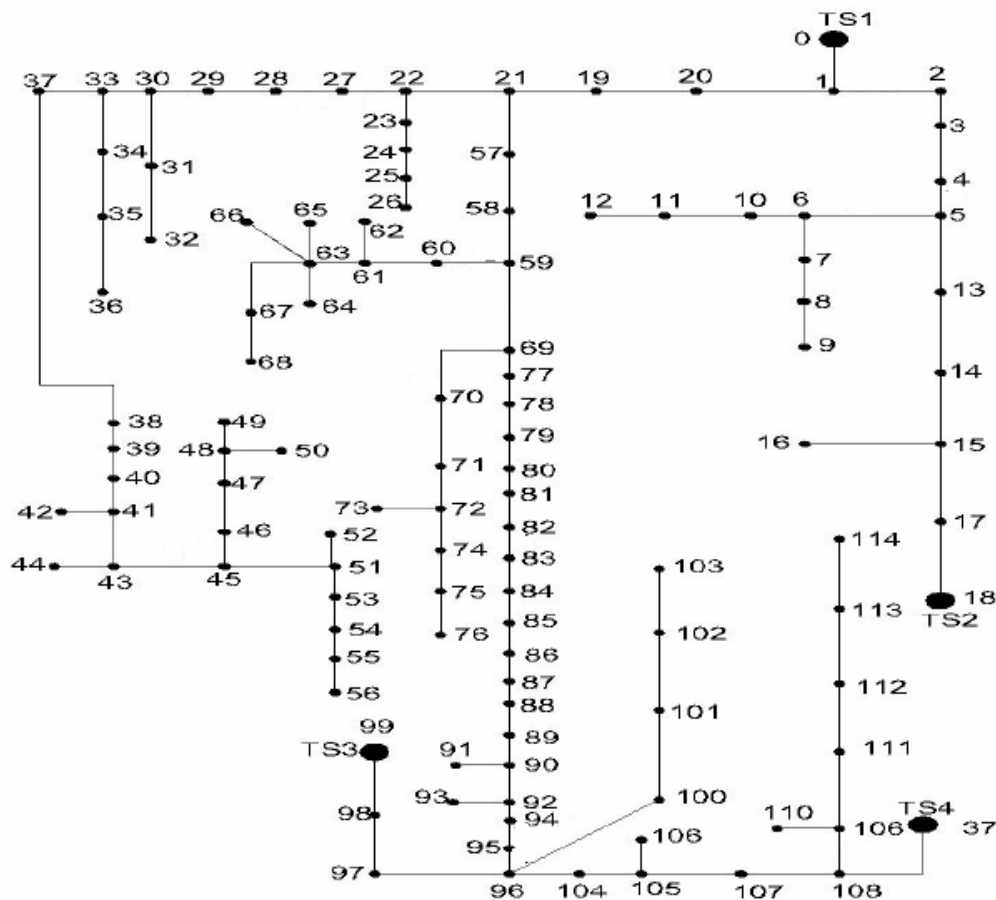
نیروی برق تبریز

[1]. R.Billinton and S. Jonnavithula, "Optimal Switching Device Placement in Radial Distribution System", IEEE Transaction on Power Delivery. Vol.11,No.3, pp. 1646-1651,July 1996.

[2]. R.E.Brown, "Electric Power Distribution Reliability", Marcel Dekker, Inc,New York, Basel< 2002.

[3]. Ying He Goran Andersson and Ron N.Allan, " Optimum Location and Number of Determining Automatic Switching Devices in Distribution System", IEEE Power Tech'99 Conference, Budapest, Hungary, Aug 29-Sept 2, 1999.

[4]. R.Billinton, R.N.Allan, "Reliability Evaluation of Engineering Systems", Plenum Publishing (New york),1983.



شکل(۴) دیاگرام تک خطی فیدر پنج والی تبریز

جدول (۲) نتایج مدل سازی بارهای فیدر پنج والی تبریز

Bus. No	Pi kVA	Bus.No	Pi kVA	Bus.No	Pi kVA	Bus.No	Pi kVA
1	119.6	31	161.2	61	0	91	354.2
2	36.4	32	208.1	62	175.2	92	0
3	20.7	33	0	63	71.4	93	328.7
4	108.4	34	169.2	64	35.2	94	185.2
5	0	35	100.7	65	11.3	95	166.4
6	0	36	115.4	66	10.7	96	0
7	42.5	37	20.8	67	47.2	97	277.6
8	200.4	38	221.5	68	27.7	98	195.2
9	110.2	39	195.6	69	0	99	0
10	35.1	40	11.8	70	154.6	100	198.7
11	181.3	41	0	71	66.8	101	144.5
12	48.3	42	8.7	72	0	102	87.2
13	21.7	43	200.4	73	11.7	103	221.4
14	143.2	44	156.5	74	47.8	104	44.8
15	205.0	45	205.9	75	44.4	105	0
16	116.9	46	121.7	76	18.9	106	342.5
17	12.5	47	85.2	77	217.5	107	687.2
18	0	48	0	78	198.5	108	26.4
19	71.8	49	48.2	79	685.0	109	0
20	152.3	50	5.8	80	305.1	110	288.5
21	0	51	0	81	155.2	111	365.2
22	0	52	115.0	82	275.0	112	356.4
23	62.5	53	100.00	83	205.6	113	299.2
24	105.4	54	154.2	84	21.8	114	245.0
25	55.0	55	15.8	85	277.5	115	0
26	285.1	56	100.7	86	571.455.2		
27	118.4	57	87.6	87	44.9		
28	121.7	58	142.4	88	167.2		
29	100.5	59	0	89	173.8		
30	176.9	60	184.5	90	0		

جدول (۳) نتایج مدل سازی هزینه انرژی بارهای فیدر پنج والی تبریز

Bus. No	Ci (Rial/KWh)	Bus. No	Ci (Rial/KWh)	Bus. No	Ci (Rial/KWh)	Bus. No	Ci (Rial/KWh)
1	110.2	31	112.2	61	0	91	112.3
2	105.5	32	152.2	62	124.7	92	0
3	120.4	33	0	63	128.3	93	125.5
4	11.2	34	105.6	64	125.2	94	125.3
5	0	35	115.4	65	136.5	95	125.3
6	0	36	128.4	66	139.5	96	0
7	102.2	37	136.4	67	147.2	97	136.6
8	115.6	38	135.2	68	141.2	98	147.2
9	125.3	39	147.2	69	0	99	0
10	147.2	40	114.8	70	121.3	100	115.2
11	117.3	41	0	71	121.3	101	147.2
12	115.2	42	105.69	72	0	102	152.1
13	136.5	43	114.2	73	105.4	103	147.2
14	141.2	44	119.3	74	115.2	104	136.6
15	154.7	45	130.5	75	126.4	105	0
16	121.2	46	149.9	76	112.3	106	115.2
17	120.2	47	150.4	77	119.6	107	126.3
18	0	48	0	78	114.2	108	147.2
19	115.6	49	151.2	79	114.2	109	0
20	114.3	50	126.8	80	105.6	110	136.6
21	0	51	0	81	136.4	111	105.2
22	0	52	116.6	82	136.8	112	136.6
23	124.2	53	149.5	83	136.8	113	125.2
24	131.2	54	141.2	84	125.0	114	147.2
25	105.3	55	136.8	85	125.0	115	0
26	147.2	56	137.2	86	136.4		
27	152.3	57	121.3	87	130.7		
28	106.2	58	125.2	88	130.7		
29	147.6	59	0	89	112.4		
30	142.3	60	115.6	90	0		