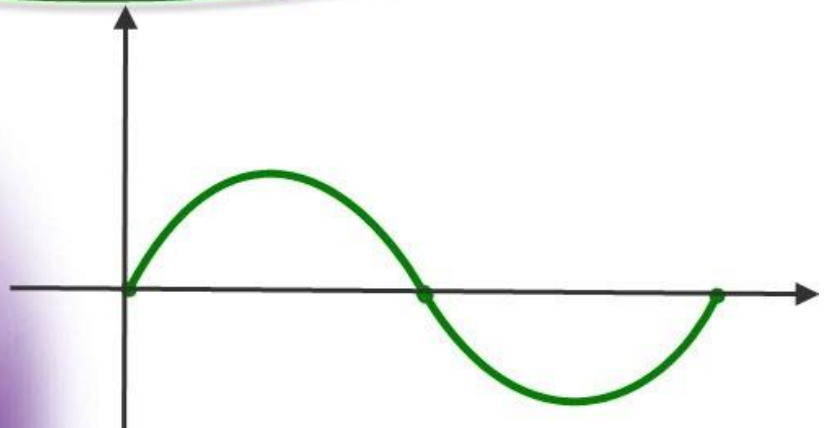


برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

موضوع پروژه:

# بررسی قابلیت اطمینان در سیستمهای قدرت



برای خرید فایل word این پروژه [اینجا کلیک کنید](#).

( شماره پروژه = ۴۶۴ )

پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

## فصل اول: مقدمه ای بر قابلیت اطمینان

### مقدمه

در دهه اخیر، نوآوری‌های تکنولوژیکی و تغییرات اقتصادی و زیست محیطی باعث توجه جدی به سیستم های تولید پراکنده شده است. توسعه و پیشرفت در تکنولوژیهای تولید پراکنده، افزایش تقاضای مشترکان جهت قابلیت اطمینان بشیر در تولید الکتریسیته، بازار برق و توجه جدی به تغییرات زیست محیطی تأثیر بسزایی در ایجاد این تحول داشته اند. در طول دهه گذشته بسیاری از سیستم های قدرت دنیا بصورت سیستم های تجدید ساختار در آمده اند، از این رو پیش بینی می گردد که تولید پراکنده نقش مهمی را در سیستم های قدرت آینده ایفا کند. تحقیقات اخیر در مرکز تحقیقات قدرت الکتریکی (EPRI) نشان می دهد که تا سال ۲۰۱۰، ۲۵٪ تولیدات جدید بصورت سیستم های تولید پراکنده خواهد بود. شبکه های توزیع بصورت شعاعی طراحی می شوند که در آنها هیچ منبع تولید در سمت بار وجود ندارد. بنابراین وجود منابع تولید پراکنده در شبکه توزیع روی توان جاری و شرایط ولتاژ بار و تجهیزات شبکه الکتریکی تأثیر می گذارد و این می تواند روی پارامترهای عملکردی سیستم تأثیر مثبت یا منفی داشته باشد. بطور کلی فواید استفاده از منابع تولید پراکنده شامل موارد ذیل می شود:

- افزایش کیفیت توان
- کاهش تلفات
- آزادسازی ظرفیت توزیع و انتقال

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

• کاهش هزینه توسعه شبکه

• افزایش قابلیت اطمینان شبکه

از آنجاییکه دستیابی به مزایای فوق بصورت مؤثر وابسته به مقدار و مکان نصب منابع تولید پراکنده می باشد، لذا جابجایی و مقدار یابی بهینه منابع تولید پراکنده از اهمیت شایانی برخوردار می باشد و در صورتی که این مهم بدرستی انجام نگیرد، نه تنها مزایای فوق را برآورده نمی سازد بلکه تأثیر منفی بر عملکرد سیستم توزیع خواهد داشت. تاکنون الگوریتمها و روشهای متعددی برای تعیین اندازه و مکان بهینه تولید پراکنده در شبکه توزیع مطرح و ارائه شده است. [1]

با به وجود آمدن صنایع هسته ای که در آنجا تضمین ایمنی و قابلیت اطمینان راکتورهای هسته ای از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است و همچنین در صنایع فرآیندهای پیوسته مانند فولاد و صنایع شیمیایی که هر لحظه توقف آنها بعلت وقوع معایب، می تواند موجب خسارتهای مالی و جانی و آلودگیهای جبران ناپذیر محیط زیست گردد، قابلیت اطمینان مورد توجه بیشتری قرار گرفت.

در مبحث قابلیت اطمینان دو جنبه مطرح است: یکی تحت عنوان خطر که فقط از نظر شدت قابل تقسیم بندی است و دیگری تحت عنوان احتمال خطر که علاوه بر شدت خطر، احتمال وقوع آنرا نیز مورد توجه قرار می دهد. شیوه های ارزیابی قابلیت اطمینان اصولاً بر محور ارزیابی احتمال خطر استوار است و لذا هر دو جنبه ی فوق الذکر به حساب آورده می شود.

#### ۱-۱- اهمیت ارزیابی قابلیت اطمینان در سیستمهای قدرت

شرایط اقتصادی، اجتماعی و سیاسی کنونی حاکم بر عملکرد سیستم های قدرت نسبت به چند

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

دهه پیش تغییرات قابل ملاحظه ای کرده است. در فواصل سالهای ۱۹۴۵ تا اواخر دهه ۶۰ طراحی نیروگاههای تولید انرژی و تجهیزات مربوط به آنها از پایداری نسبتاً زیادی برخوردار بوده است. چرا که تقاضای مصرف پایین بود و نیروگاههای تولید انرژی به راحتی جوابگوی تقاضای مصرف کنندگان بودند. همچنین هزینه های مربوط به تولید و توزیع انرژی الکتریکی نسبتاً ثابت بود. اواخر دهه ۸۰ تورم و افزایش سرسام آور در قیمت نفت باعث صعود ناگهانی هزینه های تولید گردید و نیز افزایش تقاضا برای انرژی الکتریکی پیش بینی آینده سیستم های قدرت را با مشکل مواجه کرده بود. از دیگر سو بروز مشکلات محیط زیستی نیز دست به دست هم دادند تا کشورهای مختلف به فکر استفاده از انرژیهای تجدید شونده بیفتند. در اندک زمانی استفاده از انرژیهای هسته ای، باد و انرژی خورشیدی برای تولید انرژی الکتریکی متداول گشت. ورود این نیروگاههای تولیدی به سیستم های قدرت این سیستم ها را از نظر قابلیت اطمینان و امنیت با مشکلات عدیده ای مواجه ساخت. بنابراین ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم های قدرت اهمیت ویژه ای پیدا کرد و امروزه نیز یکی از فاکتورهای مهم طراحی سیستم های قدرت، قابلیت اطمینان این سیستم ها می باشد.

ارزیابی قابلیت اطمینان در سیستم های قدرت را می توان به دو بخش کلی زیر تقسیم کرد:

- کفایت سیستم

- امنیت سیستم

کفایت سیستم مربوط به وجود تسهیلات و تجهیزات با کارایی بالا در سیستم است که

نیازمندیهای مصرف کنندگان و محدودیتهای عملکرد سیستم را برآورده می کند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

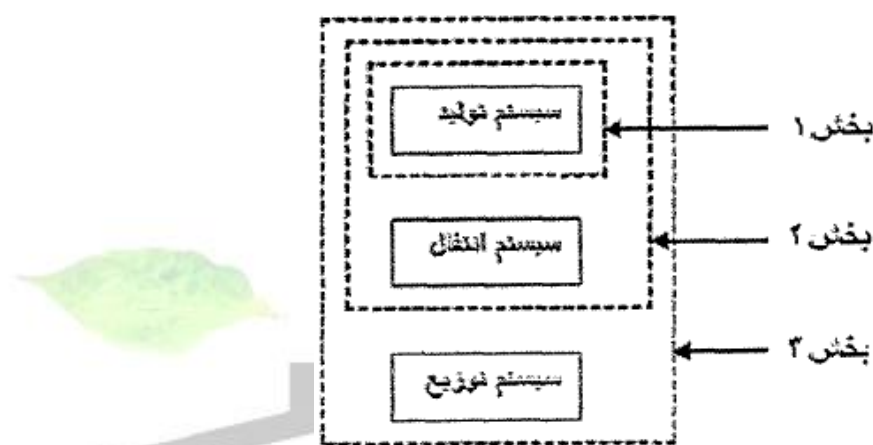
کفایت مربوط به وضعیت استاتیکی سیستم است که شامل اغتشاشات نمی شود.

امنیت سیستم مربوط به توانایی پاسخگویی سیستم به اغتشاشاتی است که در سیستم بروز می

کند. بنابراین امنیت شامل بررسی دینامیکی سیستم می باشد.

تکنیکهای اصلی ارزیابی کفایت را از لحاظ کاربردشان در بخشهای مختلف یک سیستم قدرت می

توان به سه بخش تقسیم کرد. { شکل (۱-۱) }



شکل ۱-۱ ارزیابی قابلیت اطمینان بخش های مختلف یک سیستم قدرت الکتریکی

بخش ۱ شامل ارزیابی قابلیت اطمینان در سیستم های تولید الکتریکی است.

بخش ۲ شامل ارزیابی قابلیت اطمینان در سیستم های تولید و انتقال به صورت همزمان است.

در بخش ۳ نیز قابلیت اطمینان در سیستم های تولید، انتقال و توزیع با هم ارزیابی می شود. [2]

### ۱-۲- اهمیت قابلیت اطمینان در سیستم های توزیع

یکی از اهداف مهم مدیران هر سیستم تهیه محصولات و ارائه خدمات با کیفیت مناسب و با

کمترین هزینه به مصرف کنندگان می باشد. این هدف نیز در سیستم قدرت همواره یکی از

اهداف بزرگ مدیران این سیستم بوده است. بخشهای قابلیت اطمینان نقش مهمی را در رسیدن

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

به این هدف بزرگ ایفا می کند بطوریکه در جهان امروز یکی از مهمترین فعالیتهای طراحی و بهره برداری از سیستمهای قدرت، شناخت قابلیت اطمینان و چگونگی افزایش سطح آن در سیستم می باشد.

قابلیت اطمینان در شبکه توزیع به عنوان آخرین زیر سیستم قدرت که وظیفه نهایی سیستم را که همان توزیع انرژی به مشترکین می باشد ایفا می کنند، دارای اهمیت و جایگاه بسیار مهمی می باشد. از ویژگیهای عمده ی شبکه توزیع که اهمیت بحثهای قابلیت اطمینان را در این بخش نشان می دهد عبارتند از :

- گستردگی و پیچیدگی شبکه های توزیع

- اهمیت بار در شبکه های توزیع

- مصرف کنندگان فراوان

- تأثیرات اجتماعی

- کنش و واکنشهای بین شبکه توزیع و اجتماع

### ۱-۳- بهبود قابلیت اطمینان

برای بهبود قابلیت اطمینان یک سیستم راههای زیادی وجود دارد که از مهمترین آنها به موارد زیر می توان اشاره نمود.

۱. افزایش کیفیت

۲. کاربرد مازاد



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۳. نگهداری تجهیزات یدکی و تعمیرات پیشگیرانه

### ۱-۳-۱- افزایش کیفیت

افزایش کیفیت شامل مواد و اجزاء فیزیکی مورد استفاده در سیستم، کیفیت ساخت، آزمایشات، حمل و نقل، بهره برداری، تجربه نیروی انسانی و همچنین مشخصات محیط کارکرد سیستم می باشد.

### ۱-۳-۲- کاربرد مازاد

کاربرد مازاد شامل دو نوع است که عبارتند از :

#### ۱. فعال

#### ۲. آماده به کار

هر گاه عملی مشترکاً توسط هر یک اجزاء در حال کار تأمین شود و در صورت از کار افتادن یک جزء عملکرد سیستم توسط دیگر اجزاء همچنان ادامه داشته باشد، مازاد از نوع فعال و در صورتیکه جهت تداوم عمل نیاز به وضعیت دهی و به مدار آوردن جزء دیگر باشد، مازاد آماده به کار است.

### ۱-۳-۳- نگهداری قطعات و اجرای تعمیرات پیشگیرانه

با کاربرد قطعات یدکی و جایگزینی دستی آنها با صرف زمان قابل احتساب مدت از کار افتادن به

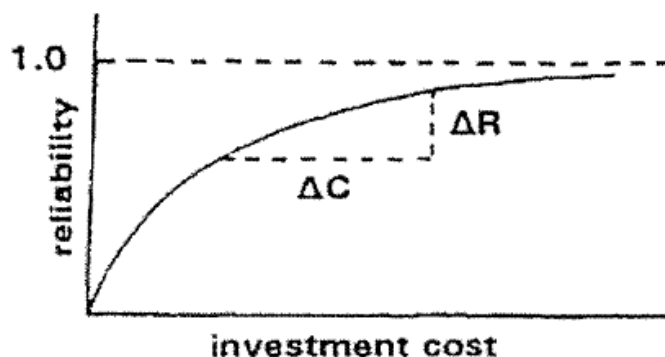


برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مراتب طولانی تر است. تعمیرات پیشگیرانه در دو مرحله باید اجرا شود یکی در زمان از کار افتادگی های مراحل اولیه بهره برداری و دیگری در زمانی که اجزاء به دوره ی پایان عمر مفید خود نزدیک می شوند. لذا تعمیرات پیشگیری مکرراً و در فواصل زمانی که باید بررسی و جایگزینی در صورت نیاز انجام گیرد، پیشنهاد می شود.

#### ۱-۴- بررسی اقتصادی قابلیت اطمینان

هزینه ها و اقتصاد نقش بسیار مهمی را در کاربرد و قابلیت اطمینان یک سیستم ایفا می کند. امروزه افزایش تقاضا برای سطوح بالای قابلیت اطمینان منجر به سرمایه گذاری و صرف هزینه ی بیشتر در سیستمها گردیده است. اینکه سرمایه ی بعدی در کجا و بر روی چه چیزی در سیستم هزینه شود تا قابلیت اطمینان سیستم بیشترین بهبود را یابد. بنابراین قابلیت اطمینان و اقتصاد نقش متحد و عمده ای در فرآیند تصمیم گیری دارند. اولین قدم در این فرآیند تعیین نرخ افزایش هزینه به ازاء افزایش قابلیت اطمینان یک سیستم می باشد که در شکل (۱-۲) روند آن نشان داده شده است.

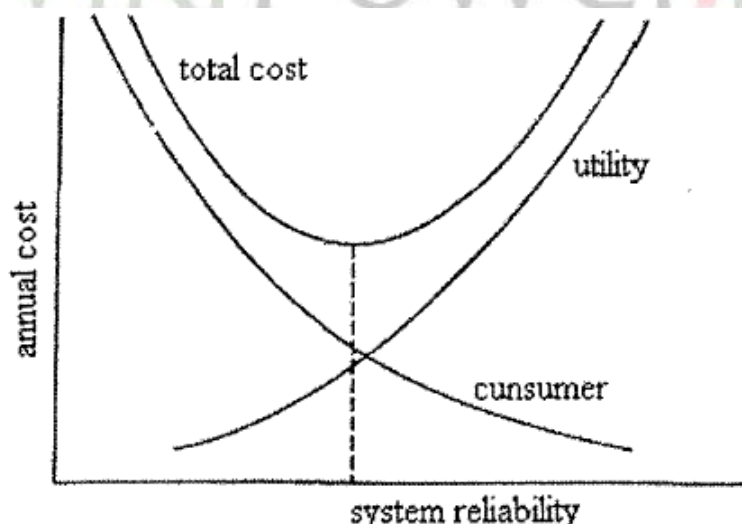


شکل ۱-۲ تغییرات قابلیت اطمینان نسبت به هزینه مصرفی برای افزایش قابلیت اطمینان

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازم

ملاحظه می شود که نسبت  $\Delta C / \Delta R$  با افزایش هزینه سرمایه گذاری به مقدار قابل ملاحظه ای زیاد می شود یعنی بهبود قابلیت اطمینان همواره مستلزم سرمایه گذاری بیشتر است. همچنین بوضوح نشان داده می شود که روند کلی نسبت میان هزینه به قابلیت اطمینان با افزایش سطح قابلیت اطمینان یک روند افزایشی است. به عبارت دیگر با صرف سرمایه گذاری معین در سطوح بالاتری از قابلیت اطمینان، بهبود کمتری در قابلیت اطمینان بدست می آید. [3]

با توجه به توضیحات بخش قبل شاخص  $\Delta C / \Delta R$  منافع تولیدکننده و مصرف کننده را به خوبی منعکس نمی کند. از این رو دو جنبه ی قابلیت اطمینان و اقتصاد را می توان از طریق مقایسه هزینه ی دستیابی به قابلیت معین و ارزشهای حاصل از آن سطح قابلیت اطمینان به شکل منسجم تری ارزیابی کرد. این نوع ارزیابی اقتصادی زمینه اساسی و مهمی را در کاربردهای مهندسی تشکیل می دهد. مفهوم بنیادی در ارزیابی هزینه دستیابی به قابلیت اطمینان در مقابل ارزش حاصله به صورت ساده در شکل (۳-۱) آورده شده است.



شکل ۳-۱ رابطه بین کل هزینه تحمیلی به مصرف کنندگان و شرکت های توزیع انرژی با قابلیت

اطمینان

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

با توجه به این شکل مشخص می شود که قابلیت اطمینان یک سیستم با صرف هزینه افزایش می یابد، از طرفی هزینه های تحمیلی به مصرف کننده به دلیل از کار افتادگی با افزایش قابلیت اطمینان کم می شود. مجموع این دو منحنی، هزینه کلی قابلیت اطمینان است. بنابراین نقطه ی بهینه که بیان کننده سطح قابلیت اطمینان بهینه می باشد، نقطه ی مینیمم این مجموع است. [3]

### ۱-۵- بهینه سازی چند هدفه

در اغلب مسائل بهینه سازی مهندسی، اهدافی وجود دارد که باید بطور همزمان بهینه گردند. در بیشتر حالات این اهداف با یکدیگر در تضاد بوده و به وسیله روشهای بهینه سازی تک هدفه مرسوم قابل حل نمی باشد. لذا در حل اینگونه مسائل از روشهای بهینه سازی چند هدفه استفاده می شود. فرم کلی یک مسأله بهینه سازی چند هدفه به صورت رابطه (۱-۱) است:

$$\min [f_1(x), \dots, f_m(x)]^T$$

$$x \in \Omega \quad (1-1)$$

$$c_j(x) = 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$h_k(x) \leq 0 \quad k = 1, \dots, p$$

که  $x$  بردار تصمیم،  $f_i$  تابع هدف  $i$  ام،  $\Omega$  فضای جواب،  $c_j$  و  $h_k$  به ترتیب قیود مساوی و قیود نامساوی هستند.

در بهینه سازی چند هدفه، مصالحه ای بین چند تابع هدف ایجاد می شود. لذا بر خلاف بهینه سازی تک هدفه بجای یک جواب با مجموعه ای از جوابها سر و کار داریم. در اینجا انتخاب جواب بهینه

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

سازی برای سیستم مورد نظر، از بین این مجموعه جوابها و با توجه به نظر تصمیم گیرنده انجام می شود. روشهای بسیاری برای تولید این مجموعه جوابها وجود دارد. در این قسمت از روش مجموع وزنی استفاده شده است. در این روش تمامی توابع هدف را با ضرایب وزنی مختلفی که به هر کدام اختصاص می دهیم، جمع می نماییم. یعنی مسأله بهینه سازی چند هدفه ما تبدیل به یک مسأله بهینه سازی اسکالر می شود که می توان آن را با الگوریتم های بهینه سازی بدون قید استاندارد حل کرد:

$$\min \sum_{i=1}^k w_i f_i(\bar{x}) \quad (2-1)$$

که  $w_i \geq 0$  ضرایب وزنی هستند که اهمیت نسبی توابع را نشان می دهند. معمولاً باید فرض شود که

$$\sum_{i=1}^k w_i = 1 \quad (3-1)$$

از آنجاییکه نتایج حل یک مدل بهینه سازی با استفاده از (۲-۱) با تغییر ضرایب وزنی، تغییر می کند و چون در مورد نحوه انتخاب این ضرایب اطلاعات کمی وجود دارد، لازم است یک مسأله را با مقادیر مختلفی از  $w_i$  حل نماییم. [1]

#### ۱-۶- زمینه های مطالعاتی قابلیت اطمینان

زمینه های مطالعاتی قابلیت اطمینان را می توان در دو مبحث اصلی زیر بیان داشت که عبارتند از :

الف) شناخت و ارزیابی قابلیت اطمینان یک سیستم

ب) روشهای بهبود قابلیت اطمینان یک سیستم

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

در زمینه ی شناخت قابلیت اطمینان یک سیستم، معمولاً با معرفی برخی شاخصهای قابلیت اطمینان نحوه عملکرد آن سیستم ارزیابی می گردد که به عنوان مثال ارزیابی یک فیدر شبکه توزیع با بررسی متوسط نرخ خاموشی هر مشترک را می توان در نظر گرفت. در زمینه ی بهبود قابلیت اطمینان با توجه به موارد اقتصادی سعی می گردد تا با کمترین هزینه قابلیت اطمینان در حد مطلوب افزایش یابد. به عنوان مثال به اضافه کردن یک جداکننده در فیدر توزیع جهت کم کردن نرخ خاموشی هر مشترک اشاره کرد.

#### ۱-۷- روشهای بهبود قابلیت اطمینان در شبکه های توزیع

شبکه های توزیع عموماً دارای ساختار شعاعی می باشند. این امر سبب می گردد تا در صورت بروز در طول شبکه تمام بار یک فیدر قطع شده و تا زمان رفع عیب این قطعی ادامه پیدا کند. با توجه به عوامل تهدیدی کننده ی شبکه توزیع و ساختار آن انتظار می رود که قابلیت اطمینان این شبکه بسیار پایین باشد ولی با پیش بینی نکاتی در طراحی و استفاده از تجهیزات مناسب می توان قابلیت اطمینان این شبکه را تا مقدار زیادی افزایش داد. [3]

جهت بهبود قابلیت اطمینان سیستمهای توزیع باید فعالیتهای صورت گیرد تا عوامل ایجاد خطر کمتر شده و زمان رفع عیب در شبکه نیز کاهش یابد.

#### ۱-۸- فرم های جمع آوری اطلاعات :

در امر جمع آوری اطلاعات، توجه به این نکته ضروری است که داده های گردآوری شده از سابقه

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

سیستم، بایستی نیازهای روشهای پیشگویی کننده را برآورده نمایند. به این ترتیب که این داده ها بایستی به قدر کافی قابل فهم باشند، بطوری که به کار بردن روشهای مورد نیاز را مطمئناً ممکن سازند. همچنین این داده ها بایستی به قدر کافی محدود باشند، بطوری که هیچگونه اطلاعات غیر ضروری جمع آوری نشده و بنابراین محاسبات آماری بی ربط و اضافی را وارد نساخته، همچنین موجب اتلاف وقت و انرژی آمارگیرندگان نگردد.

بطور اجمال، این داده ها بایستی پاسخگوی فاکتورهائی که بر قابلیت اطمینان سیستم تأثیر می گذارند، باشند و بتوان با استفاده از آنها، کلیه داده های ورودی مورد نیاز روشهای مدل سازی و آنالیز قابلیت اطمینان را بدست آورد. به این منظور قبل از تهیه فرمهای جمع آوری اطلاعات لازم است که با روشهای مدل سازی و آنالیز مناسب سیستمهای توزیع مورد نظر، آشنایی کافی به عمل آید.

در تهیه فرمهای جمع آوری اطلاعات قابلیت اطمینان تلاش بر این بوده است که داده های جمع آوری شده به کمک این فرمها، کلیه شرایط فوق را تأمین نمایند. به تعدادی از نکات عمده که در تهیه این فرمها به منظور جمع آوری اطلاعات دقیق و معتبر، در نظر گرفته شده اند، در ذیل اشاره می شود:

۱- با استفاده از داده های جمع آوری شده بایستی بتوان، کلیه پارامترهای قابلیت اطمینان را برای تمامی مدهای خطا، برای کلیه کلاسهای المان که در شبکه های توزیع بکار می روند، محاسبه نمود. به همین دلیل پرسشهایی که درباره اطلاعات قطع المان ها در سیستم طرح گردیده اند، به گونه ای هستند، که با پاسخگویی به این پرسشها کلیه اطلاعات لازم برای

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

پردازش پارامترهای متناظر این خطاها جمع آوری گردد.

۲- با توجه به اینکه هدف از تهیه این فرمها، جمع آوری اطلاعات و محاسبه پارامترهای مورد نیاز به منظور مطالعات شایستگی سیستم می باشد، لازم است داده های خطای ناشی از تأثیر اغتشاشات خارجی بر سیستم، تشخیص داده شده و حذف شوند. به همین دلیل و به منظور جدا سازی این داده ها، پرسشهایی در زمینه عوامل ایجاد خطا در این فرمها منظور گردیده اند.

۳- پارامترهای قابلیت اطمینان تحت تأثیر شرایط جوی تغییر می کنند. این مسئله در مورد پارامترهای قابلیت اطمینان سیستم در یک ناحیه خاص، در شرایط نرمال و شرایط نامساعد جوی نیز برقرار می باشد. به همین دلیل معمولاً با جدا سازی اطلاعات مربوط به خروج المان ها در شرایط جوی نرمال ناحیه مورد نظر، از اطلاعات مشابه مربوط به شرایط نامساعد جوی، می توان پارامترهای قابلیت اطمینان را برای هر یک از شرایط جوی یاد شده، بطور جداگانه محاسبه نمود. به همین دلیل و به منظور تفکیک این اطلاعات از یکدیگر پرسشهایی در زمینه جوی در زمان وقوع خطا، مطرح شده اند.

۴- با توجه به اینکه داده های جمع آوری شده در طول عمر مفید نامی المان ها مورد نظر، معتبر می باشند، پرسشهایی در زمینه تاریخ آخرین تعمیرات دوره ای و تاریخ نصب المان یاد شده، در این فرمها گنجانیده شده است.

در تهیه فرمهای جمع آوری اطلاعات کوشش بر این بوده است که علاوه بر گویا و جامع بودن پرسشهایی که به منظور دریافت اطلاعات طرح گردیده اند، این پرسشها حتی المقدور به



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

صورت چند جوابه مطرح شده باشند تا اپراتورها و تعمیر کاران، بدون نیاز به نوشتن توضیحات، قادر به تعیین پاسخ مورد نظر باشند. بکار بردن چنین روشی علاوه بر تسهیل امر پر کردن فرمها، خواندن اطلاعات از فرمهای جمع آوری شده را نیز، بسیار سریع تر و راحت تر می سازد.[4]



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

### « گزارشی وقوع خطا در شبکه توزیع »

صفحه ۱

شماره:		شرکت توزیع برق استان:		شرکت برق منطقه‌ای:	
<b>« اطلاعات مربوط به وقوع خرابی و قطع برق »</b>					
منطقه:		پست فوق توزیع:		فیدر فشار متوسط:	
پست فشار ضعیف:		پست توزیع:		فیدر فشار ضعیف:	
تعداد کل مشترکین بر برق شده:			نوع		
توان نامی کل مشترکین بر برق شده:			مشترک		
شهری <input type="checkbox"/> روستایی <input type="checkbox"/>		شهری <input type="checkbox"/> روستایی <input type="checkbox"/>		صنعتی <input type="checkbox"/>	
تاریخ آخرین تعمیرات دوره‌ای		تاریخ وقوع قطع		خرابی المان، منجر به وقوع اتصال کوتاه	
سال		سال		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	
ماه		ماه		وقوع اتصال کوتاه	
روز		روز		اتمام تعمیرات دوره‌ای	
ساعت		دقیقه		خرابی المان، منجر به وقوع اتصال کوتاه	
خط ورودی پست		کلید قدرت لایت		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	
سکسیونر		ترانس قدرت		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	
C1		P1		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	
کات اوت فیوز		فیوز		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	
کابل قدرت - طول: . . . . .		کابل زمین - طول: . . . . .		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	
سایر / ناشناخته		سایر / ناشناخته		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	
خط هوایی - طول: . . . . .		کابل زمینی - طول: . . . . .		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	
ترکیب خط هوایی و کابل		سایر / ناشناخته		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	
سکسیونر		سر کابل		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	
ترانس قدرت		کات اوت فیوز		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	
کلید اتوماتیک		خازن		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	
خط هوایی - طول: . . . . .		کابل زمینی - طول: . . . . .		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	
کابل هوایی - طول: . . . . .		ترکیب خط و کابل		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	
فیوز		سایر / ناشناخته		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	
ولتاژ المان (کیلوولت)		۱۳۲۰		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	
مشخصات المان		تپه: . . . . .		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	
وضعیت هوا		سازنده: . . . . .		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	
وضعیت باد		سال نصب: . . . . .		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	
درجه حرارت		باران شدید <input type="checkbox"/>		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	
عامل		طوفان توام با صاعقه <input type="checkbox"/>		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	
رعدوبرق <input type="checkbox"/>		عادی <input type="checkbox"/>		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	
طوفان <input type="checkbox"/>		شدید <input type="checkbox"/>		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	
حیوانات <input type="checkbox"/>		زیر ۲۵ - درجه <input type="checkbox"/>		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	
افشانه بار <input type="checkbox"/>		۲۵ - تا ۴۰ درجه <input type="checkbox"/>		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	
درختان <input type="checkbox"/>		بالای ۴۰ - درجه <input type="checkbox"/>		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	
آتش سوزی <input type="checkbox"/>		خطای انسانی <input type="checkbox"/>		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	
خطای تجمیرات <input type="checkbox"/>		خطای انسانی <input type="checkbox"/>		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	
سایر <input type="checkbox"/>		خطای تجمیرات <input type="checkbox"/>		خرابی المان، بدون وقوع اتصال کوتاه	



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

فصل دوم: روابط حاکم بر قابلیت اطمینان و روشهای ارزیابی آن

۲-۱- مقدمه ای بر احتمال و متغیرهای تصادفی

اگر  $T$  یک متغیر تصادفی پیوسته باشد و  $f(t)$  تابع چگالی احتمال آن باشد. احتمال اینکه متغیر

تصادفی پیوسته  $T$  در فاصله  $a$ ،  $b$  به صورت زیر تعریف می شود.

$$P(a < T < b) = \int_a^b f(t) dt \quad (1-2)$$

همچنین احتمال اینکه تصادفی پیوسته  $T$  کمتر یا مساوی  $a$  باشد. از رابطه ی زیر بدست می

آید:

$$F(T) = P(T \leq a) = \int_{-\infty}^a f(t) dt \quad (2-2)$$

$F(t)$  را تابع توزیع  $T$  گویند.

امید ریاضی متغیر تصادفی  $T$  نیز به صورت زیر تعریف می شود.

$$E(T) = \int_0^{\infty} t \cdot f(t) dt \quad (3-2)$$

۲-۲- تعریف ها و مفاهیم قابلیت اطمینان

قابلیت اطمینان یک وسیله یا یک سیستم عبارتست از « احتمال اینکه آن وسیله یا سیستم

تحت شرایط معینی در مدت زمان معین  $t$ ، عملکرد موفقیت آمیزی داشته باشد و دچار خرابی

نشود».

این تعریف شامل چهار بخش اصلی است که عبارتند از :

۱- احتمال

۲- عملکرد رضایت بخش

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۳- زمان معین

۴- کار معین

این بخش احتمال با یک عدد بیان می شود که همان شاخص ارزیابی قابلیت اطمینان می باشد. اما در ارزیابی سه بخش دیگر که همگی پارامترهای مهندسی هستند، تئوری احتمال هیچگونه کمکی نمی کند.

تعیین معیارهای عملکرد رضایت بخش یک مسئله مهندسی است که بستگی به نوع سیستم و مصرف کننده دارد. از کار افتادگی در یک سیستم ممکن است به شکلهای مختلفی بروز کند که اعم آنها عبارتند از:

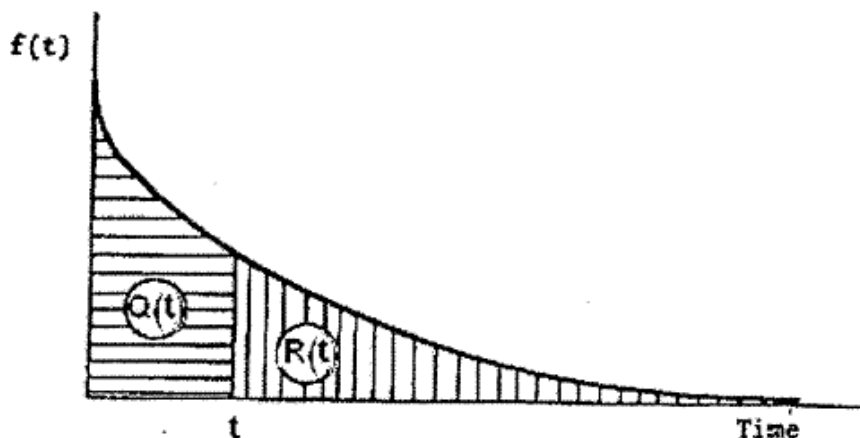
- از کار افتادگی فاجعه آمیز

- از کار افتادگی عمده

- تنزل مشخصات از یک حدود معین

بنابراین ارتباط بین اطمینان و عدم قابلیت اطمینان را می توان به صورت شماتیک در شکل (۱-۲)

نمایش داد. [5]



شکل ۱-۲ ارتباط بین قابلیت اطمینان و عدم قابلیت اطمینان یک سیستم

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

فرض می کنیم که از آزمایش N قطعه ی کاملاً مشابه یک سیستم در زمان t، نتایج زیر را بدست آوریم.

$$N_s(t) = \text{تعداد قطعات سالم در زمان } t$$

$$N_f(t) = \text{تعداد قطعات معیوب در زمان } t$$

$$N_o = \text{تعداد کل قطعات}$$

در هر لحظه ی t، قابلیت اطمینان R(t) از رابطه ی زیر بدست می آید:

$$R(t) = \frac{N_s(t)}{N_o} = \frac{N_o - N_f(t)}{N_o} = 1 - \frac{N_f(t)}{N_o} \quad (۴-۲)$$

بنابراین روابط زیر را داریم:

$$\frac{dR(t)}{dt} = -\frac{1}{N_o} \frac{dN_f(t)}{dt} \quad (۵-۲)$$

در حالت حدی که  $dt \rightarrow 0$  می توان نوشت.

$$\frac{dR(t)}{dt} = -\frac{1}{N_o} \cdot \frac{dN_f(t)}{dt} = -f(t) \quad (۶-۲)$$

که f(t) تابع چگالی احتمال خرابی سیستم است.

فرض می کنیم که  $\lambda(t)$  نرخ خرابی سیستم است که به صورت زیر تعریف می شود.

$$\lambda(t) = \frac{dN_f(t)}{dt} \cdot \frac{1}{N_s} \quad (۷-۲)$$

و

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = -\frac{dR(t)}{R(t) \cdot dt} \quad (۸-۲)$$

بنابراین با استفاده از روابط (۶-۲) و (۸-۲) و ساده سازی آنها رابطه ی کلی زیر را داریم.

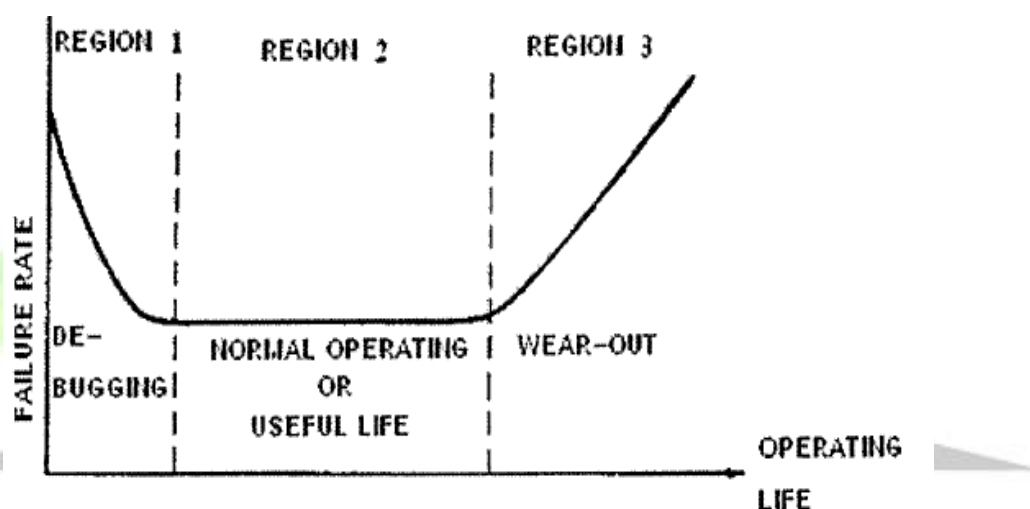
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$R(T) = e^{-\int_0^T \lambda(t) dt} \quad (9-2)$$

### ۳-۲- شاخصهای اصلی مورد استفاده در ارزیابی قابلیت اطمینان

تغییرات نرخ خرابی نسبت به زمان قطعات الکتریکی،  $\lambda(t)$ ، دارای یک منحنی مطابق شکل (۲-۲)-

(۲) می باشد که به سه ناحیه تقسیم شده است.



شکل ۲-۲ منحنی تغییرات نرخ خرابی قطعات الکتریکی نسبت به عمر قطعه

ناحیه ی اول را « پریرود رفع اشکال یا رفع نقص » می نامند. در این ناحیه، نرخ خرابی یک تابع

کاهشی نسبت به طول عمر مفید وسیله است. خطاهایی که در این پریرود رخ می دهد ناشی از

طراحی و ساخت نادرست قطعه است.

ناحیه ی دوم را « پریرود عمر مفید یا حالت عملکرد نرمال » می نامند. در این ناحیه بروز خطا کاملاً

تصادفی است و نرخ خرابی نسبت به زمان تقریباً مقدار ثابتی دارد.

ناحیه ی سوم را « پریرود کهنگی یا فرسودگی » می نامند. در این ناحیه به علت فرسودگی سیستم،

نرخ خرابی به شدت افزایش می یابد که در این حالت باید سیستم فرسوده را با یک سیستم نو



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

تعویض نمود.

با توجه به اینکه ناحیه ی مورد بحث در بررسی قابلیت اطمینان، پریود عمر مفید و سیله است لذا می توان در این ناحیه  $\lambda(t)$  را ثابت فرض کرد.

$$\begin{aligned}\lambda(t) &= \lambda \\ R(t) &= e^{-\lambda t}\end{aligned}\quad (10-2)$$

بنابراین داریم:

$$f(t) = -\frac{dR(t)}{dt} = \lambda e^{-\lambda t} \quad (11-2)$$

با توجه به تئوری احتمالات و در نظر گرفتن اینکه تابع چگالی احتمال خرابی سیستم برابر با  $\lambda e^{-\lambda t}$  است احتمال اینکه در فاصله ی زمانی  $t$  خطایی در سیستم رخ دهد، به صورت زیر بدست

می آید:

$$Q(t) = \int_0^t \lambda e^{-\lambda t} dt = 1 - e^{-\lambda t} \quad (12-2)$$

با استفاده از روابط (10-2) و (12-2) به رابطه بدیهی زیر می رسم:

$$R(t) = 1 - Q(t) \quad (13-2)$$

در سیستمهای غیر قابل تعمیر،  $\frac{1}{\lambda}$  متوسط طول عمر سیستم است و در سیستمهای قابل تعمیر  $\frac{1}{\lambda}$

متوسط زمان تا خرابی سیستم است که آن را با  $m$  یا  $MTTF$  نشان می دهند.

در سیستمهای قابل تعمیر، متوسط زمان تا تعمیر را با  $r$  یا  $MTTR$  نشان می دهند.

همچنین:

$$MTTF = m = \frac{1}{\mu} \quad (14-2)$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

که  $\mu$  نرخ تعمیرات نام دارد. بنابراین متوسط زمان بین دو خرابی را می توان به صورت زیر

تعریف کرد:

$$MTTBF = MTTF + MTTR = T = m + r = \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\mu} \quad (15-2)$$

دسترس پذیری سیستم به صورت زیر تعریف می شود:

« دسترس پذیری سیستم عبارتست از احتمال اینکه سیستم در هر لحظه از زمان سالم باشد، وقتی

که تحت شرایط معینی کار می کند». دسترس پذیری را با  $A$  و عدم دسترس را با  $U$  نشان می

دهند و برای آنها روابط زیر را داریم:

$$A = \frac{m}{T} = \frac{m}{m+r} = \frac{\mu}{\lambda + \mu} \quad (16-2)$$

$$U = \frac{r}{T} = \frac{r}{m+r} = \frac{\lambda}{\lambda + \mu} \quad (17-2)$$

پس شاخصهای اصلی قابلیت اطمینان  $U, r, \lambda$  هستند که به شاخصهای اجزاء یا نقاط بار در سیستمهای توزیع الکتریکی معروف هستند.

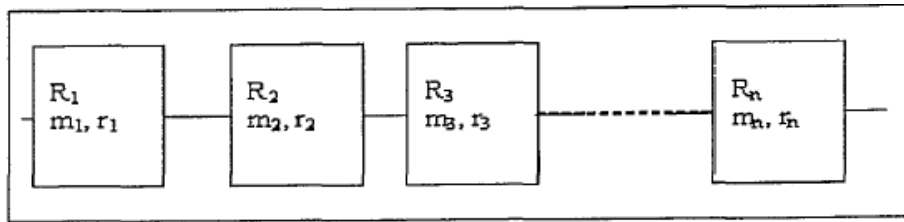
#### ۲-۴- قابلیت اطمینان سیستمهای سری

سیستمی را که شامل  $n$  جزء است در نظر بگیرید، این سیستم را سری گویند اگر خرابی هر جزء

آن باعث خراب شدن کل سیستم شود. بنابراین شرط سالم بودن یک سیستم سری با  $n$  جزء این

است که تمامی  $n$  جزء آن سالم باشند. شکل (۲-۳) یک سیستم سری را نشان می دهد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۲-۳ دیاگرام یک سیستم سری با  $n$  عضو

اگر هر عنصر  $i$  سیستم سری دارای قابلیت اطمینان  $R_i$ ، نرخ خرابی  $\lambda_i$ ، متوسط زمان خرابی  $r_i$  و قابلیت پذیری  $A_i$  باشد، قابلیت اطمینان کل سیستم از رابطه ی زیر بدست می آید.

$$R_s(t) = \prod_{i=1}^n R_i(t) \quad (18-2)$$

اگر عناصر سیستم مستقل از زمان باشند:

$$R_s = \prod_{i=1}^n R_i \quad (19-2)$$

از آنجا که  $0 \leq R_i \leq 1$  می توان نتیجه گرفت که با افزایش تعداد عناصر سیستم سری، قابلیت اطمینان آن کاهش می یابد و داریم:

$$R_s \leq \min \{R_i, i=1,2,\dots,n\} \quad (20-2)$$

برای بدست آوردن نرخ خرابی و متوسط زمان خرابی (زمان تعمیر برای سیستمهای قابل تعمیر)

در یک سیستم سری ابتدا سیستمی را با ۲ عنصر در نظر می گیریم

قابلیت دسترس پذیری این سیستم از رابطه ی زیر بدست می آید

$$A_s = A_1 \cdot A_2 \quad (21-2)$$

که  $A_2, A_1$  به ترتیب قابلیت دسترس پذیری عناصر ۲ و ۱ از سیستم هستند.

$$A_1 = \frac{m_1}{m_1 + r_1} \quad (22-2)$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$A_2 = \frac{m_2}{m_1 + r_2} \quad (23-2)$$

با استفاده از روابط (۲۱-۲) تا (۲۳-۲) می توان نوشت:

$$A_s = \frac{m_1 m_2}{(m_1 + r_1)(m_2 + r_2)} = \frac{m_s}{m_s + r_s} \quad (24-2)$$

فرکانس خطای سیستم برابر است با فرکانس خطای عنصر ۱ در حالیکه عنصر ۲ سالم است به علاوه فرکانس خطای عنصر ۲ در حالیکه عنصر ۱ سالم است.

$$f_s = f_1 \cdot A_2 + f_2 \cdot A_1 \quad (25-2)$$

از روابط قبلی داریم:

$$f_1 = \frac{1}{m_1 + r_1} \quad (26-2)$$

$$f_2 = \frac{1}{m_2 + r_2} \quad (27-2)$$

$$f_s = \frac{m_2}{(m_1 + r_1)(m_2 + r_2)} + \frac{m_1}{(m_2 + r_2)(m_1 + r_1)} \quad (28-2)$$

از طرفی با توجه رابطه (۲۴-۲) داریم:

$$A_s = m_s \cdot f_s \quad (29-2)$$

با استفاده از روابط (۲۱-۲) و (۲۸-۲) نتیجه می شود

$$(30-2)$$

$$\Rightarrow \lambda_s = \lambda_1 + \lambda_2 \quad (31-2)$$

همچنین می توان نوشت:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$r_2 = \frac{\lambda_1 r_1 + \lambda_2 r_2 + \lambda_1 r_1 \lambda_2 r_2}{\lambda_1 + \lambda_2} \quad (۳۲-۲)$$

با توجه به اینکه  $\lambda_1 r_1 \lambda_2 r_2$  از نظر عددی بسیار کوچک است، با تقریب بسیار خوبی رابطه ی زیر را داریم:

$$r_s = \frac{\lambda_1 r_1 + \lambda_2 r_2}{\lambda_s} \quad (۳۳-۲)$$

عدم دسترس پذیری از رابطه ی زیر بدست می آید:

$$U_s = r_1 \lambda_1 + r_2 \lambda_2 \quad (۳۴-۲)$$

با تعمیم روابط (۳۲-۲) تا (۳۴-۲) برای یک سیستم n عنصری سری می توان روابط زیر را نتیجه گرفت:

$$\lambda_s = \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad (۳۵-۲)$$

$$U_s = \sum_{i=1}^n \lambda_i r_i \quad (۳۶-۲)$$

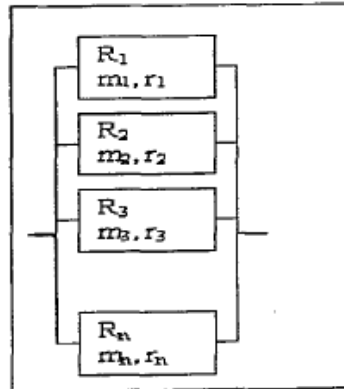
$$r_s = \frac{U_s}{\lambda_s} \quad (۳۷-۲)$$

## ۲-۵- شاخصهای قابلیت اطمینان سیستم های موازی

یک سیستم n عنصری را موازی گویند هر گاه خراب شدن تمام عناصر باعث خرابی سیستم شود یعنی شرط سالم بودن یک سیستم موازی این است که حداقل یکی از عناصر آن سالم باشد. به عنوان مثال دو ترانسفورماتور موازی که هر کدام با نصف ظرفیت کار می کنند و بار الکتریکی مورد نیاز یک منطقه را فراهم می کنند، در صورت بروز عیب در یکی از آنها بار انرژی مورد نیاز

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

مصرف کنندگان از طریق ترانسفورماتور دیگر تأمین می شود. شکل (۲-۴) یک سیستم موازی را نشان می دهد.



شکل ۲-۴ دیاگرام یک سیستم موازی با n عضو

طبق تعریف فوق، عدم قابلیت اطمینان یک سیستم موازی از رابطه ی زیر بدست می آید:

$$Q_p(t) = \prod_{i=1}^n Q_i \quad (۳۸-۲)$$

که  $Q_i$  عدم قابلیت اطمینان عنصر  $i$ ام است.

$$R_p = 1 - \prod_{i=1}^n Q_i = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - R_i) \quad (۳۹-۲)$$

که در آن  $R_i$  قابلیت اطمینان عنصر  $i$ ام است.

برای بدست آوردن شاخصهای قابلیت اطمینان یک سیستم موازی، ابتدا یک سیستم موازی شامل

دو عنصر را در نظر می گیریم. عدم قابلیت دسترسی سیستم از رابطه ی زیر بدست می آید.

$$U_p = U_1 \cdot U_2 \quad (۴۰-۲)$$

که  $U_2, U_1$  به ترتیب عدم دسترسی پذیر عناصر ۲ و ۱ هستند.

$$U_1 = \frac{r_1}{m_1 + r_1} \quad (۴۱-۲)$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$U_2 = \frac{r_2}{m_2 + r_2} \quad (۴۲-۲)$$

با استفاده از روابط فوق می توان نوشت:

$$U_p = \frac{r_1 r_2}{(m_1 + r_1)(m_2 + r_2)} \quad (۴۳-۲)$$

فرکانس خطای سیستم برابر است با فرکانس خطای عنصر ۱ در صورتی که عنصر ۲ خراب است به علاوه فرکانس خطای سیستم ۲ در صورتی که سیستم ۱ خراب است.

یعنی

$$f_p = f_1 U_2 + f_2 U_1 \quad (۴۴-۲)$$

$$f_1 = \frac{1}{m_1 + r_1} \quad (۴۵-۲)$$

$$f_2 = \frac{1}{m_2 + r_2} \quad (۴۶-۲)$$

با استفاده از روابط بالا می توان نوشت:

$$f_p = \frac{r_2}{(m_1 + r_1)(m_2 + r_2)} + \frac{r_1}{(m_1 + r_1)(m_2 + r_2)} \quad (۴۷-۲)$$

$$U_p = r_p \lambda_p \quad (۴۸-۲)$$

بنابراین نتیجه می شود که :

$$r_p = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} \quad (۴۹-۲)$$

$$m_p = \frac{1 + \lambda_1 r_1 + \lambda_2 r_2}{\lambda_1 \lambda_2 (r_1 + r_2)} \quad (۵۰-۲)$$

اگر  $\lambda_1 r_1 \leq 1$  و  $\lambda_2 r_2 \leq 1$  در اینصورت :



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$m_p = \frac{1}{\lambda_1 \lambda_2 (r_1 + r_2)} \quad (51-2)$$

$$r_p = \lambda_1 \lambda_2 (r_1 + r_2) \quad (52-2)$$

## ۲-۶- بررسی تأثیر تعمیرات بر قابلیت اطمینان

سیستمهای توزیع انرژی الکتریکی شامل اجزاء مختلفی نظیر خطوط، ترانسفورماتورها، مدار شکن ها، کلیدها و فیوزهای زیادی است. از آنجا که خرابیهای احتمالی هر کدام از این اجزاء می تواند موجب وقفه در توزیع انرژی الکتریکی شود، بررسی و بازبینی مداوم آنها می تواند تا حد زیادی از این خرابیها جلوگیری کند. به همین جهت ضروری است که عناصر این سیستم قبل از خرابی کامل با برنامه ریزی مشخص تعمیر شوند. تعمیر و نگهداری را می توان به دو دسته ی مهم زیر تقسیم کرد:

۱- تعمیر پیشگیرانه

۲- تعمیر تصحیح کننده

تعمیر پیشگیرانه به منظور نگهداشتن سیستم در وضعیتی که برای برآورده کردن نیاز قابلیت اطمینان و کارایی بالا لازم است، انجام می شود این هدف با چک کردن عملکرد تمام سیستمها، تمیز کردن، تنظیم و کالیبره نمودن، تعویض قطعات در شرف فرسودگی، و تعمیر قطعات یدکی و موازی برآورده می شود. یکی از مزایای این نوع تعمیرات، افزایش زمان تا خرابی اجزاء سیستم می باشد که باعث افزایش قابلیت اطمینان می گردد.

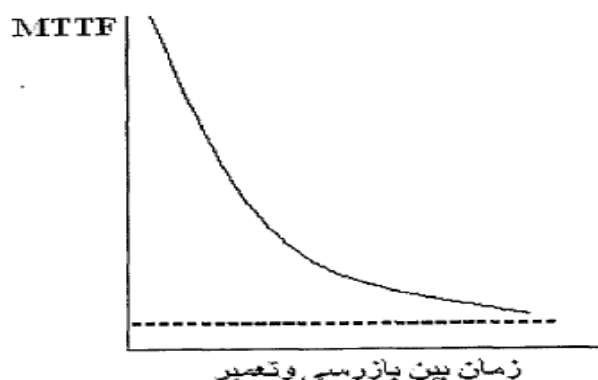
تعمیر تصحیح کننده زمانی که سیستم در حال کار، خراب یا معیوب شود لازم می گردد و هدف از آن اعاده ی سیستم در کوتاهترین زمان ممکن پس از بروز خرابی است. این عمل با تعمیر

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

عنصر معیوب و یا تعویض آن انجام می شود.

در تعمیرات پیشگیرانه هر چه زمان بین دو دوره ی تعمیر و بازرسی بیشتر باشد، زمان تا خرابی

اجزاء افزایش کمتری دارد. شکل (۲-۵) گویای این مطلب است. [6]



شکل ۲-۵ تغییرات زمان تا خرابی نسبت به فاصله بین دو بازرسی

یک سیستم موازی شامل دو عنصر را در نظر بگیرید. برای بررسی تعمیرات در قابلیت اطمینان

محدودیت کلی زیر را همواره باید در نظر داشت:

« اگر خارج شدن یک عنصر از مدار، باعث خرابی سیستم شود آن عنصر برای تعمیر از مدار

خارج نمی شود.»

برای این سیستم اگر تعمیرات را در نظر نگیریم، شاخصهای قابلیت اطمینان به صورت زیر

بدست می آیند.

$$\lambda_p = (\lambda_1 \lambda_2 r_1 + \lambda_2 \lambda_1 r_2) / 8760 \quad (۵۳-۲)$$

$$r_p = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} \quad (۵۴-۲)$$

$$U_p = \lambda_p r_p = (\lambda_1 \lambda_2 r_1 r_2) / 8760 \quad (۵۵-۲)$$

که  $\lambda_i$  و  $r_i$  به ترتیب زمان متوسط تعمیر و نرخ خرابی در سال هستند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

اگر بخواهیم نقش تعمیرات دوره ای را در نظر بگیریم اصل کلی زیر بر این سیستم حاکم است:  
سیستم خراب می شود اگر عنصر ۱ برای تعمیر از مدار خارج باشد و در طول مدت تعمیر  
عنصر ۱، خطایی در عنصر ۲ رخ دهد. به علاوه عنصر ۲ برای تعمیر از مدار خارج باشد و در طول  
مدت زمان تعمیر عنصر ۲، عنصر ۱ خراب شود.

پس داریم:

$$\lambda_{pm} = [\lambda_1''(\lambda_1 r_1'') + \lambda_2''(\lambda_2 r_2'')] / 8760 \quad (56-2)$$

که رابطه ی فوق  $\lambda_i''$  نرخ خارج شدن برای تعمیرات عنصر  $i$  و  $r_i''$  زمان تعمیرات عنصر خارج شده  
از مدار است.

همچنین داریم:

$$U_{pm} = \lambda_1''(\lambda_2 r_1'') \frac{r_1' r_2''}{r_1'' + r_2} + \lambda_2''(\lambda_1 r_2'') \frac{r_1 r_2''}{r_1 + r_2''} \quad (57-2)$$

$$r_{pm} = \frac{U_{pm}}{\lambda_{pm}} \quad (58-2)$$

حال شاخصهای اساسی کل سیستم را می توان از روابط زیر بدست آورد:

$$\lambda = \lambda_p + \lambda_{pm} \quad (59-2)$$

$$r = \frac{\lambda_p r_p + \lambda_{pm} r_{pm}}{\lambda} \quad (60-2)$$

$$U = U_p + U_{pm} \quad (61-2)$$

این روابط را می توان برای یک سیستم با  $n$  عنصر تعمیم داد. [7]-[9]

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

## ۲-۷- تأثیر شرایط محیطی در قابلیت اطمینان

ساختار سیستم های توزیع انرژی الکتریکی به گونه ای است که اکثر قسمتها و تجهیزات آن در فضای باز و در معرض شرایط جوی قرار دارد. شرایط آب هوایی نامساعد، طوفان، سیل و رعد و برق باعث افزایش بروز خطا در سیستم توزیع و کاهش قابلیت اطمینان آن می گردد. برای بررسی تأثیر شرایط جوی بر قابلیت اطمینان، یک سیستم ۲ عضوی موازی را در نظر بگیرید. شرایط جوی نیز به دو حالت شرایط عادی و شرایط غیرعادی تقسیم می شود. خراب شدن این سیستم با توجه به شرایط جوی به ۴ طریق امکان پذیر است.

۱. خطای اول در شرایط عادی و خطای دوم نیز در شرایط عادی اتفاق بیفتد.

۲. خطای اول در شرایط عادی و خطای دوم در شرایط غیرعادی رخ دهد.

۳. خطای اول در شرایط غیرعادی و خطای دوم در شرایط عادی پیش آید.

۴. خطای اول در شرایط غیرعادی و خطای دوم نیز در شرایط غیرعادی رخ دهد.

بسته به اینکه در شرایط غیرعادی تعمیرات را بتوان انجام داد یا تعمیرات امکان پذیر نباشد دو حالت زیر برای سیستم به وجود می آید.

الف - در شرایط غیرعادی نمی توان تعمیرات را انجام داد.

ارزیابی شاخصهای قابلیت اطمینان برای این حالت به صورت زیر است.

در کلیه روابط زیر:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$\lambda_i$  نرخ خرابی در سال در شرایط جوی عادی عنصر  $i$ ،  $\lambda'_i$  نرخ خرابی در سال در شرایط جوی

غیرعادی عنصر  $i$ ،  $r_i$  زمان تعمیر در شرایط جوی عادی عنصر  $i$  می باشد. همچنین  $N$  مدت زمان

دوره ی شرایط عادی در یک سال و  $S$  مدت زمان شرایط غیرعادی در یک سال است.

۱- هر دو خطا در وضعیت عادی رخ دهد.

$$\lambda_a = \frac{N}{N+S} \left[ \lambda_1 \left(1 - \frac{r_1}{N}\right) (\lambda_2 r_1) + \lambda_2 \left(1 - \frac{r_2}{N}\right) (\lambda_1 r_2) \right] / 8760 \quad (62-2)$$

چون  $r_1 \ll N_1$  و  $r_2 \ll N_2$  بنابراین رابطه ی بالا به صورت ساده ی زیر در می آید.

$$\lambda_a = \frac{N}{N+S} \left[ \lambda_1 \lambda_2 (r_1 + r_2) \left(1 - \frac{r_1}{N}\right) \right] / 8760 \quad (63-2)$$

۲- خطای اول در شرایط عادی و خطای دوم در شرایط غیرعادی رخ دهد.

$$\lambda_b = \frac{N}{N+S} \left[ \lambda_1 \left(\frac{r_1}{N}\right) (\lambda'_2 S) + \lambda_2 \left(\frac{r_2}{N}\right) (\lambda'_1 S) \right] / 8760 \quad (64-2)$$

۳- خطای اول در شرایط غیرعادی و خطای دوم در شرایط عادی رخ دهد.

$$\lambda_c = \frac{S}{N+S} [\lambda'_1 (S \lambda'_2) + \lambda'_2 (S \lambda'_1)] / 8760 \quad (65-2)$$

۴- خطای اول در شرایط غیرعادی و خطای دوم نیز در شرایط غیرعادی رخ دهد.

$$\lambda_d = \frac{S}{N+S} [\lambda'_1 (1 - S \lambda'_2) (\lambda_2 r_1) + \lambda'_2 (1 - S \lambda'_1) (\lambda_1 r_2)] / 8760 \quad (66-2)$$

با توجه به اینکه  $S \lambda'_1 \ll 1$  و  $S \lambda'_2 \ll 1$  داریم:

$$\lambda_d = \frac{S}{N+S} [\lambda'_1 \lambda_2 r_1 + \lambda'_2 \lambda_1 r_2] / 8760 \quad (67-2)$$

شاخصهای کلی سیستم از روابط زیر بدست می آیند: [3],[10],[11]

$$\lambda_p = \lambda_a + \lambda_b + \lambda_c + \lambda_d \quad (68-2)$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$U_p = (\lambda_a + \lambda_c) \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} + (\lambda_b + \lambda_d) \left( \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_1} + S \right) \quad (۶۹-۲)$$

$$r_p = \frac{U_p}{\lambda_p} \quad (۷۰-۲)$$

ب - در شرایط جوی غیرعادی بتوان تعمیرات را انجام داد.

$$\lambda_a = \frac{N}{N+S} [\lambda_1 \lambda_2 (r_1 + r_2)] / 8760 \quad (۷۱-۲)$$

$$\lambda_d = \frac{N}{N+S} \left[ \lambda_1 \left( \frac{r_1}{N} \right) \lambda'_2 \left( \frac{S r_1}{S+r_1} \right) + \lambda_2 \left( \frac{r_2}{N} \right) \left( \lambda'_1 \frac{S r_2}{S+r_2} \right) \right] / 8760 \quad (۷۲-۲)$$

$$\lambda_c = \frac{S}{N+S} \left[ \lambda'_1 \left( \lambda_2 \frac{N r_1}{N+r_1} \right) + \lambda'_2 \left( \lambda_1 \frac{N r_2}{N+r_2} \right) \right] / 8760 \quad (۷۳-۲)$$

چون  $r_1 \ll N$  و  $r_2 \ll N$  پس:

$$\lambda_c = \frac{S}{N+S} [\lambda'_1 \lambda_2 r_1 + \lambda'_2 \lambda_1 r_2] / 8760 \quad (۷۴-۲)$$

$$\lambda_d = \frac{S}{N+S} \left[ \lambda'_1 \left( \lambda'_2 \frac{S r_1}{S+r_1} \right) + \lambda'_2 \left( \lambda'_1 \frac{S r_2}{S+r_2} \right) \right] / 8760 \quad (۷۵-۲)$$

شاخصهای کلی سیستم از روابط زیر بدست می آیند:

$$\lambda_p = \lambda_a + \lambda_b + \lambda_c + \lambda_d \quad (۷۶-۲)$$

$$r_p = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} \quad (۷۷-۲)$$

$$U_p = \lambda_p \cdot r_p \quad (۷۸-۲)$$

۸-۲- تأثیر خطاهای گذرا و پایدار در ارزیابی قابلیت اطمینان

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

خطاهایی که در دستگاههای مختلف رخ می دهند به دو دسته ماندگار و گذرا تقسیم می شوند. خطاهای ماندگار خطاهایی هستند که در اثر بروز آنها، دستگاه نیاز به تعمیر و یا تعویض دارد. خطای گذرا لحظه ای بوده و در شرایط خاصی رخ می دهند مانند بروز قوس بر اثر اضافه ولتاژ ناشی از صاعقه که یک اتصال کوتاه لحظه ای را به وجود می آورد و با وصل مجدد کلیدها می توان مدار را دوباره برقرار کرد.

در ارزیابی قابلیت اطمینان، خطاهای ماندگار و گذرا را به صورت زیر می توان مورد بررسی قرار داد.

### ۲-۸-۱- خطای گذرا یا موقت با خطای ماندگار

این حالت فقط برای شبکه با عناصر موازی معنا دارد. در این حالت جهت محاسبه شاخصهای قابلیت اطمینان از روابط زیر می توان استفاده کرد:

$$\lambda_{pt} = [\lambda_{11}(\lambda_{21}r_{11}) + \lambda_{21}(\lambda_{11}r_{12}) + \lambda_{22}(\lambda_{12}r_{22}) + \lambda_{12}(\lambda_{22}r_{21})] / 8760 \quad (79-2)$$

$$U_{pt} = [\lambda_{11}\lambda_{21}r_{11}r_{12} + \lambda_{12}\lambda_{22}r_{12}r_{21}] / 8760 \quad (80-2)$$

$$r_{pt} = \frac{U_{pt}}{\lambda_{pt}} \quad (81-2)$$

در روابط فوق  $\lambda_{ii}$  نرخ خطای گذرای عنصر  $i$ ام و  $r_{ii}$  مدت زمان تعویض یا وصل مجدد عنصر  $i$ ام است.

### ۲-۸-۲- خطای گذرا با تعمیرات دوره ای

در این حالت می توان روابط زیر را به کار برد: [11],[12]



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$\lambda_{im} = [\lambda_1''(\lambda_{r2}r_1'') + \lambda_2''(\lambda_{r1}r_2'')] / 8760 \quad (82-2)$$

$$U_{im} = \left[ \lambda_1''(\lambda_{r2}r_1'') \frac{r_1''r_2''}{r_1'' + r_2''} + \lambda_2''(\lambda_{r1}r_2'') \frac{r_1r_2''}{r_1 + r_2''} \right] / 8760 \quad (83-2)$$

$$r_{im} = \frac{U_{im}}{\lambda_{im}} \quad (84-2)$$

### ۳-۱-۲- نقش خطایهای فعال در ارزیابی قابلیت اطمینان

خطاهایی را که منجر به عملکرد سیستمهای حفاظتی دستگاها یا کلیدها می گردند، خطای فعال می نامند. این نوع خطا را می توان با جداسازی، تعمیر و یا تعویض عنصر معیوب برطرف کرد. [3]

### ۳-۱-۳-۱- خطای فعال با خطای ماندگار

در این حالت شاخصهای قابلیت اطمینان به صورت زیر محاسبه می گردند

$$\lambda_{ap} = [\lambda_1^a(\lambda_2S_1) + \lambda_2(\lambda_1^a r_2)] / 8760 \quad (85-2)$$

$$r_{ap} = \frac{S_1 r_2}{S_1 + r_2} \quad (86-2)$$

اگر  $S_1 \ll r_2$

$$\lambda_{ap} = \lambda_1^a \lambda_2 r_2 / 8760 \quad (87-2)$$

و

$$r_{ap} = S_1 \quad (88-2)$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

## ۲-۱-۳-۲ - خطای فعال با تعمیرات دوره ای

برای این حالت روابط زیر را داریم:

$$\lambda_{am} = [\lambda_2''(\lambda_1^a r_2'')] / 8760 \quad (۸۹-۲)$$

$$r_{am} = \frac{S_1 r_2''}{S_1 + r_2''} \quad (۹۰-۲)$$

اگر  $S_1 \ll r_2''$  باشد آنگاه

$$r_{am} = S_1 \quad (۹۱-۲)$$

با توجه به آنچه تاکنون گفته شد در حالت کلی شاخصهای قابلیت اطمینان را می توان از روابط

زیر بدست آورد:

$$\lambda = \lambda_p + \lambda_{pm} + \lambda_{pt} + \lambda_{im} + \lambda_{ap} + \lambda_{am} \quad (۹۲-۲)$$

$$U = \lambda_p \cdot r_p + \lambda_{pm} \cdot r_{pm} + \lambda_{pt} \cdot r_{pt} + \lambda_{im} \cdot r_{im} + \lambda_{ap} \cdot r_{ap} + \lambda_{am} \cdot r_{am} \quad (۹۳-۲)$$

$$r = \frac{U}{\lambda} \quad (۹۴-۲)$$

## ۲-۹-۲ - روشهای ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم های توزیع

تکنیکهای مورد استفاده در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت را می توان به دو دسته مهم

زیر تقسیم بندی کرد:

- روشهای تحلیلی

- روشهای شبیه سازی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## ۲-۹-۱- روشهای تحلیلی

روشهای تحلیلی سیستم مورد مطالعه را به وسیله روابط ریاضی مدل می کنند و با استفاده از راه حل های تحلیلی صرف، قابلیت اطمینان آن را ارزیابی می کنند. روابط ریاضی واقعی توصیف کننده سیستم ممکن است بسیار پیچیده باشند و در سیستمهای بزرگ نیازمند تخمین های اولیه هستند. بنابراین از روشهای تخمینی، می توان برای ساده کردن این روابط استفاده کرد.

روشهای تحلیلی معمولاً برای ارزیابی مقادیر میانگین شاخصهای قابلیت اطمینان نقاط بار و سیستم به کار می روند. مقادیر میانگین بسیار کاربردی و مفیدند و شاخصهای اصلی کیفیت سیستم در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستمهای توزیع هستند. ولی این مقادیر میانگین اطلاعاتی در مورد تغییرات شاخصها ارائه نمی کنند. به همین دلیل از توزیعهای احتمال استفاده می شود. توزیعهای احتمال تغییر شاخصها را به خوبی نشان داده و اطلاعات مهمی از پیامدهای تأثیرگذار و مهم که به صورت مکرر در سیستم اتفاق می افتند، فراهم می کنند. اگر فقط از مقادیر میانگین استفاده شود، این پیامدها ممکن است نادیده گرفته شوند. همچنین توزیعهای احتمال شاخصهای قابلیت اطمینان می توانند در تحلیل های هزینه / ارزش قابلیت اطمینان برای مصرف کننده های صنعتی دارای فرآیندهای حساس و بحرانی یا مصرف کنندگان تجاری دارای توابع هزینه غیرخطی، بسیار مهم باشد.

از روشهای تحلیلی مورد استفاده برای ارزیابی قابلیت اطمینان سیستمهای توزیع به موارد زیر می توان اشاره کرد:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

Markov Chain	الف) روش حلقه های مارکوف
Minimal Cut Set	ب) روش مجموعه انقطاع مینیمم
Fault Trees Analysis	ج) روش تحلیل درختی خطا
Connection Matrix	د) روش ماتریس اتصال

در ادامه به معرفی اجمالی روش فرآیندهای مارکوف پرداخته می شود. [6],[5],[19]-[13]

روشهای تحلیلی ارزیابی قابلیت اطمینان که در بخش قبل به آنها اشاره شد، عموماً توانایی اعمال کردن تعمیرات دوره ای یا دیگر پیچیدگی های سیستم ها را در بررسی قابلیت اطمینان ندارند و به همین دلیل باید به روشهای دیگر متوسل شد. یکی از روشهای تحلیلی که در طول چند دهه گذشته، مورد توجه زیادی قرار گرفته و توانسته است محدودیتهای فوق را تا حد زیادی مدافع نماید، روش حلقه های مارکوف می باشد.

حلقه های مارکوف توسط ساندلر در سال ۱۹۶۰ برای ارزیابی قابلیت اطمینان به کار گرفته شد. و امروزه نیز یکی از متداول ترین روشهای تحلیلی ارزیابی قابلیت اطمینان می باشد.

این روش می تواند در سیستمهای تصادفی گسسته یا پیوسته نسبت به زمان یا مکان مورد استفاده قرار گیرد. در حالت خاص ارزیابی قابلیت اطمینان، مکان به عنوان یک پارامتر فقط گسسته در نظر گرفته می شود، ولی زمان می تواند به دو صورت پیوسته یا گسسته مورد بررسی قرار گیرد. مشخصه فرآیند مارکوفی این است که بدون حافظه است. یعنی حالتهای آینده سیستم به گذشته سیستم هیچگونه وابستگی ندارد و فقط به زمان حال سیستم بستگی دارد. اگر احتمال انتقال حالت، ثابت باشد، فرآیند مارکوف ثابت یا پایا نامیده می شود.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

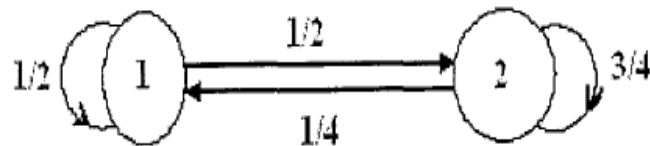
در صورتی که احتمال انتقال حالت، تابعی از زمان یا تعدادی از پله های گسسته باشد، فرآیند مارکوف ثابت نیست و اصطلاحاً فرآیند غیرمارکوفی نامیده می شود.

در حالت کلی فرآیندهای مارکوف را به دو دسته اصلی زیر می توان تقسیم نمود:

- فرآیندهای مارکوف گسسته
- فرآیندهای مارکوف پیوسته

۲-۹-۱-۱- فرآیند مارکوف گسسته

مفهوم اصلی مدل کردن مارکوف را با در نظر گرفتن یک سیستم ساده که در شکل (۲-۶) نشان داده شده است، می توان توصیف نمود. این سیستم در دو حالت ۱ و ۲ عمل می کند. احتمال باقی ماندن در هر حالت، ترک هر حالت یا انتقال از یک حالت به حالت دیگر در یک دوره زمانی در شکل (۲-۶) نشان داده شده است.



شکل ۲-۶ نمودار انتقال حالت های یک سیستم ساده

با فرض اینکه سیستم ابتدا در حالت ۱ قرار دارد و با در نظر گرفتن فاصله زمانی اول، این سیستم با احتمال  $1/2$  در حالت ۱ باقی می ماند و با احتمال  $1/2$  می تواند به حالت ۲ منتقل شود. در فاصله زمانی دوم سیستم با احتمال  $3/4$  در حالت ۲ باقی می ماند و با احتمال  $1/4$  به حالت ۱ منتقل می شود. ضمن اینکه احتمال ترک حالت ۱ و یا ماندن در حالت ۱ نیز  $1/2$  است. احتمال

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

اشغال هر یک از حالات پس از تعداد محدودی فاصله زمانی در جدول (۱-۲) آورده شده است.

time	Probability of stay in place 1	Probability of stay in place 2
1	0.5	0.5
2	0.375	0.625
3	0.3437	0.6563
4	0.336	0.664

جدول ۱-۲ احتمال اشغال هر یک از حالات ۱ و ۲ پس از هر فاصله زمانی

بنابراین در دراز مدت، سیستم با احتمال ۰/۶۶۶ در حالت ۲ و با احتمال ۰/۳۳۴ در حالت ۱ به کار خود ادامه می دهد.

انتقال از یک حالت به حالت دیگر در یک فاصله زمانی می تواند با ماتریس P به صورت زیر توصیف شود:

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} \\ P_{21} & P_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{4} & \frac{3}{4} \end{bmatrix} \quad (95-2)$$

که  $p_{ij}$  احتمال انتقال از حالت  $i$  به  $j$  است.

بعد از دو فاصله زمانی ماتریس انتقال به صورت زیر در می آید:

$$P^2 = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} \\ P_{21} & P_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} \\ P_{21} & P_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{3}{8} & \frac{5}{8} \\ \frac{5}{6} & \frac{11}{16} \end{bmatrix} \quad (96-2)$$

اگر فرض کنیم که سیستم ابتدا در حالت ۱ باشد، در اینصورت:

$$P(0) = [1 \quad 0] \quad (97-2)$$

بدیهی است که پس از  $n$  فاصله زمانی:

$$p^{(n)} = p(0)p^n \quad (98-2)$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بردار احتمال حدی  $\alpha$  را به صورت زیر تعریف می کنیم:

$$\alpha = [P_1 P_2] \quad (۹۹-۲)$$

که

$$\alpha P = \alpha \quad (۱۰۰-۲)$$

یعنی

$$[P_1 P_2] P^2 = \begin{bmatrix} P_{11} P_{12} \\ P_{21} P_{22} \end{bmatrix} = [P_1 P_2] \quad (۱۰۱-۲)$$

با جایگذاری در روابط بالا و ساده سازی آنها و توجه به اینکه مجموع احتمالات حالات مختلف

واحد است، داریم:

$$P_1 = 0.333 \quad \text{و} \quad P_2 = 0.666$$

۲-۹-۱-۲- فرآیند مارکوف پیوسته

مسائل قابلیت اطمینان، معمولاً در سیستمهایی که نسبت به مکان گسسته و نسبت به زمان پیوسته

هستند، مورد توجه قرار می گیرند.

اگر یک سیستم یا یک قطعه دارای تابع چگالی احتمال خرابی نمایی باشد، در این صورت احتمال

خرابی آن در یک فاصله زمانی ثابت است. از آنجا که سیستم قدرت، یک سیستم قابل تعمیر می

باشد، برای توصیف فرآیند مارکوف پیوسته یک قطعه قابل تعمیر را که نرخ های خرابی و تعمیر

آن به صورت توزیع نمایی است، در نظر می گیریم:

تعریف می کنیم:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$P_0(t)$  = احتمال اینکه قطعه در زمان  $t$  عملکرد صحیح داشته باشد.

$P_1(t)$  = احتمال اینکه قطعه در زمان  $t$  معیوب باشد.

$\lambda$  = نرخ خراب شدن

$\mu$  = نرخ تعمیر

فاصله زمانی  $dt$  را به گونه ای انتخاب می کنیم که احتمال اینکه دو یا چند اتفاق در این فاصله

زمانی رخ دهد، ناچیز باشد، بنابراین:

$$P_0(t+dt) = P_0(t)(1-\lambda dt) + P_1(t)(\mu dt) \quad (102-2)$$

$$P_1(t+dt) = P_1(t)(1-\lambda dt) + P_0(t)(\lambda dt) \quad (103-2)$$

برای معادلات بالا داریم:

$$\frac{P_0(t+dt) - P_0(t)}{dt} = -\lambda P_0(t) + \mu P_1(t) \quad (104-2)$$

بنابراین اگر  $dt \rightarrow 0$

$$P_0'(t) = \lambda P_0(t) + \mu P_1(t) \quad (105-2)$$

به صورت مشابه برای معادله (103-2) داریم:

$$P_1'(t) = \lambda P_0(t) - \mu P_1(t) \quad (106-2)$$

معادلات (105-2) و (106-2) به فرم ماتریسی زیر قابل بیانند:

$$[P_0'(t) P_1'(t)] = [P_0(t) P_1(t)] \begin{bmatrix} -\lambda & \lambda \\ \mu & -\mu \end{bmatrix} \quad (107-2)$$

معادلات (107-2) معادلات دیفرانسیلی خطی هستند که با حل آنها به روابط زیر می رسیم:

$$P_0(t) = \frac{\mu}{\lambda + \mu} + \frac{e^{-(\lambda + \mu)t}}{\lambda + \mu} [\lambda P_0(0) - \mu P_1(0)] \quad (108-2)$$



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$P_1(t) = \frac{\lambda}{\lambda + \mu} + \frac{e^{-(\lambda + \mu)t}}{\lambda + \mu} [\mu P_1(0) - \lambda P_0(0)] \quad (109-2)$$

اگر فرض کنیم که سیستم در وضعیت اولیه در حالت عملکرد صحیح قرار داشته باشد، یعنی

$$P_0(0) = 1 \quad \text{و} \quad P_1(0) = 0$$

آنگاه روابط زیر را خواهیم داشت:

$$P_0(t) = \frac{\mu}{\lambda + \mu} + \frac{\lambda e^{-(\lambda + \mu)t}}{\lambda + \mu} \quad (110-2)$$

$$P_1(t) = \frac{\lambda}{\lambda + \mu} - \frac{\lambda e^{-(\lambda + \mu)t}}{\lambda + \mu} \quad (111-2)$$

اگر  $t \rightarrow \infty$  آنگاه احتمالات حدی زیر را خواهیم داشت:

$$P_0 = P_0(\infty) = \frac{\mu}{\lambda + \mu} = \frac{m}{m + r} \quad (112-2)$$

$$P_1 = P_1(\infty) = \frac{\lambda}{\mu + \lambda} = \frac{r}{m + r} \quad (113-2)$$

در سیستمهای پیچیده تر بدست آوردن عبارات وابسته به زمان مشکل تر می گردد.

الگوریتم استفاده از این روش را می توان به صورت زیر خلاصه کرد:

۱- مشخص نمودن تمام حالت‌های ممکن سیستم

۲- مشخص نمودن امکان انتقال بین این حالات و تعیین مقادیر عددی این انتقال

۳- تعیین ماتریس انتقال حالتها

۴- استفاده از روش معادلات دیفرانسیل برای حل و به دست آوردن معادلات احتمال حالتها

۵- مشخص نمودن حالت‌های عملکرد صحیح یا عملکرد غلط سیستم

۶- ترکیب احتمالات حالت‌هایی از سیستم که منجر به عملکرد صحیح سیستم یا عملکرد غلط

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

سیستم می شوند.

۷- استفاده از حالت های جذب برای بدست آوردن معادلات دیفرانسیل تغییر یافته برای

بدست آوردن قابلیت اطمینان و MTTF سیستم

### ۲-۹-۲- روش های شبیه سازی

در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم های قدرتی که زیاد بزرگ نیستند و وضعیت های پیچیده و مختلف سیستم مورد ملاحظه قرار نمی گیرند و همچنین احتمال خرابی اجزاء سیستم بسیار کوچک است، استفاده از روش های تحلیلی بسیار کار آمد و مفید است و خطای محاسبات نیز بسیار کوچک است. ولی در سیستم هایی که وضعیت های مختلف آن سیستمها باید مورد ملاحظه قرار گیرند. و همچنین تعداد اتفاقاتی که در سیستم رخ می دهند زیاد است، روشهای شبیه سازی بر روش های تحلیلی برتری دارند. یکی از روش های بسیار متداول شبیه سازی، روش شبیه سازی مونت کارلو می باشد که در قسمت بعد اصول کلی این روش شرح داده می شود.

### ۲-۹-۲-۱- شبیه سازی مونت کارلو

الگوی رفتاری  $n$  سیستم یکسان در حالت واقعی از جهات گوناگونی نظیر تعداد خرابی ها، زمان تا خرابی و زمان های مرمت و بازیابی کاملاً متفاوت است. دلیل آن ماهیت تصادفی این پارامترهاست. شبیه سازی زمانی متوالی فرآیندها می تواند برای پیش بینی رفتار واقعی الگوها در زمان شبیه سازی مورد استفاده قرار گیرد تا توزیع های احتمال پارامترهای مختلف قابلیت اطمینان بدست آید و مقادیر میانگین این پارامترها تخمین زده و محاسبه شود.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

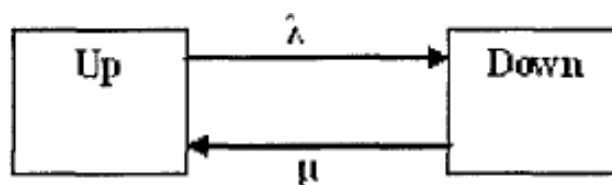
در شبیه سازی ترتیب زمانی مونت کارلو یک تاریخچه مصنوعی که زمان های عملکرد صحیح و غلط اجزاء سیستم را نشان دهد، با استفاده از تولید کننده های اعداد تصادفی و توزیع های احتمال پارامترهای خرابی و بازیابی هر جزء تولید می شود.

سپس سیکل های عملکرد — بازیابی سیستم از تاریخچه های تولید شده قطعات، با استفاده از روابط بین حالات قطعه و سیستم بدست می آید. شاخص های قابلیت اطمینان و توزیع های احتمال آنها از تاریخچه مصنوعی سیستم بدست می آید.

#### ۲-۹-۲-۲- کاربرد شبیه سازی مونت کارلو در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم های توزیع

یکی از مراحل ضروری در شبیه سازی ترتیب زمانی این است که تاریخچه مصنوعی عملکرد بازیابی قطعات مربوطه تولید شود. این تاریخچه های مصنوعی بستگی به مدل های عملکرد و بازیابی سیستم و پارامترهای قابلیت اطمینان اجزاء سیستم دارد.

سیستم توزیع شامل خطوط انتقال (قسمت های اصلی و جانبی هر خط)، ترانسفورماتور، سوئیچ های قطع کننده، فیوزها، بریکرها و منابع تغذیه جایگزین است. خطوط انتقال و ترانسفورماتور را می توان با دو حالت عملکرد نشان داده شده در شکل (۲-۷) توصیف کرد. طول زمانی که قطعه در حالت عملکرد صحیح باقی می ماند، زمان تا خرابی، TTF، نامیده می شود و زمانی که طول می کشد تا قطعه معیوب مرمت و وارد سیستم شود، زمان تعمیر یا TTR نام دارد.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

شکل ۲-۷ دیاگرام فضای حالت یک سیستم دو حالت

پارامترهای TTF و TTR متغیرهای تصادفی هستند و ممکن است توزیع های احتمال متفاوتی داشته باشند. توزیع های احتمالی که اغلب موارد برای شبیه سازی این زمانها مورد استفاده قرار می گیرند، عبارتند از: توزیع نمایی، گاما، نرمال، پواسون و لگاریتمی نرمال. خرابی های اجزاء ممکن است روی یک یا چند نقطه بار تأثیر داشته باشند. مشکل ترین مسئله در شبیه سازی یافتن تأثیرات خرابی های یک قطعه بر نقاط بار و تعیین تاریخچه های عملکرد و بازیابی اجزاء سیستم است که بستگی به ساختار شبکه، حفاظت سیستم و شیوه نگهداری و تعمیر شبکه دارد. برای ساده تر شدن شبیه سازی، یک شبکه شعاعی پیچیده می تواند به فیدر اصلی (فیدری که به کلیدهای پست متصل است) و فیدرهای جانبی یا فرعی (فیدرهایی که از فیدر یا فیدرهای فرعی دیگر منشعب شده اند) تقسیم بندی شود. روند کلی تعیین نقاط بار معیوب شده و تاریخچه عملکرد صحیح و بازیابی یک سیستم توزیع شامل مراحل زیر است:

- تعیین نوع و محل قطعه معیوب، تعداد قطعات معیوب شده و تعداد فیدرهای جانبی معیوب شده متصل به قطعه معیوب
- تعیین نقاط بار متأثر از خرابی که متصل به فیدر معیوب هستند و مشخص نمودن مدت خرابی این نقاط بار طبق ساختار سیستم و حفاظت شبکه
- تعیین آن دسته از فیدرهای فرعی که به فیدر معیوب متصل هستند و به دست آوردن مدت خرابی نقاط بار متصل به این فیدرهای فرعی
- تکرار مراحل ۲ و ۳ تا جایی که کلیه فیدرهای فرعی متصل به فیدر معیوب شناسایی و

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ارزیابی شوند.

- تعیین فیدرهای بالاتر از فیدر معیوب و بررسی تأثیرات ناشی از این خرابی روی فیدرهای

بالاتر

- تکرار مرحله های ۲ تا ۵ تا جایی که تمام فیدرهای اصلی بررسی شوند.

شاخص های ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع را می توان به شاخص های نقاط بار و

شاخص های سیستم تقسیم بندی نمود. شاخص های نقار بار که در بخش های قبل به تفصیل

شرح داده شده اند  $r, \lambda$  و  $U$  می باشند. شاخص های سیستم نیز در فصل ۳ مورد بررسی کامل

قرار خواهند گرفت. [20]-[26]



۲-۹-۲-۳- الگوریتم شبیه سازی مونت کارلو

الگوریتم مورد استفاده برای ارزیابی شاخص های قابلیت اطمینان سیستم های توزیع با استفاده از

روش شبیه سازی ترتیب زمانی شامل مراحل زیر است:

۱- تولید یک عدد تصادفی برای هر قطعه و تبدیل آن به TTF قطعه مربوطه مطابق توزیع

احتمال پارامتر آن قطعه

۲- تعیین کمترین مقدار TTF برای قطعه مورد نظر

۳- تولید یک عدد تصادفی و تبدیل آن به زمان تعمیر (RT) قطعه ای که کمترین TTF را دارد

مطابق با توزیع احتمال زمان تعمیر قطعه مورد نظر

۴- تولید یک عدد تصادفی دیگر و تبدیل این عدد به زمان کلید زنی (ST) مطابق با توزیع

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

احتمال زمان کلید زنی اگر این عمل امکان پذیر باشد.

۵- استفاده از روش های تئوری قابلیت اطمینان برای تعیین خرابی های نقاط بار و ضبط زمان

قطعی هر خرابی در نقاط بار

۶- تولید یک عدد تصادفی جدید برای قطعه معیوب شده و تبدیل آن به یک TTF جدید و

برگشت به مرحله ۲ اگر زمان شبیه سازی کمتر از یک سال باشد. اگر زمان شبیه سازی

بزرگتر از یک سال است، رفتن به مرحله ۹

۷- محاسبه تعداد و مدت خرابی برای هر نقطه بار در هر سال

۸- محاسبه مقادیر میانگین نرخ خرابی و مدت خرابی نقاط بار برای سالهای نمونه برداری

۹- محاسبه شاخص های سیستم و ضبط این شاخص ها برای هر سال

۱۰- محاسبه مقادیر میانگین این شاخص های سیستم

۱۱- برگشت به مرحله ۲ اگر زمان شبیه سازی کمتر از کل سالهای مشخص شده شبیه سازی

است. در غیر این صورت نتایج به عنوان خروجی الگوریتم بیان می شود. [26]-[20]

۲-۹-۲-۴- پیشینه کاربرد روش مونت کارلو در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم های توزیع

استفاده از روش شبیه سازی مونت کارلو برای ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم های توزیع

انرژی الکتریکی به حدود یک دهه قبل بر می گردد. این روش ابتدا توسط Billinton در

دانشگاه ساسکاچوان کانادا برای سیستم تست قابلیت اطمینان که توسط IEEE طراحی شد و

اصطلاحاً (IEEE-RTS) نامیده می شود، به کار رفت و نتایج قابل قبولی در مقایسه با روش های

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

تحلیلی به بار آورد. در سال های بعد با گسترده تر شدن سیستمهای توزیع، Wang و Goel مقالات متعددی را در زمینه کاربرد روش شبیه سازی مونت کارلو در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم های توزیع منتشر نموده اند. در بیشتر این کارهای پژوهشی توزیع های احتمال نرخ خرابی قطعات و همچنین نرخ تعمیر و بازیابی آنها به صورت نمایی یا نرمال در نظر گرفته شده اند. [20]-[26]

### ۲-۹-۳- مزایا و معایب روش های تحلیلی و شبیه سازی مونت کارلو

استفاده از هر کدام از روش های تحلیلی یا شبیه سازی مونت کارلو در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم های توزیع مزایا و معایبی دارد که مهمترین آنها به قرار زیر است:

- مدت زمان حل مسأله با استفاده از روش های تحلیلی نسبتاً کوتاه است. در حالی که روش های شبیه سازی زمان زیادی را برای رسیدن به جواب معقول لازم دارند. هر چند این مسأله امروزه با وجود کامپیوترهای مدرن اهمیت چندانی ندارد و تا حدود زیادی برطرف شده است.
- روش های تحلیلی همیشه نتایج عددی یک سیستم با داده های ورودی های مشخص به دست می آورند در حالیکه نتایج حاصل از روش شبیه سازی، بستگی به تولیدکننده اعداد تصادفی و تعداد شبیه سازی ها دارد.
- مدل مورد استفاده در روش تحلیلی یک مدل ساده شده از سیستم است که در بعضی مواقع با سیستم تفاوت فاحشی دارد. در صورتی که در روش شبیه سازی هر مشخصه

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

سیستم با هر گونه اهمیتی می تواند در حل مسأله مورد ملاحظه قرار گیرد.

- روش شبیه سازی می توانند محدوده و سیعی از پارامترهای خروجی نظیر تمام توابع چگالی احتمال لحظه ای سیستم و اجزاء را فراهم کنند، در صورتی که خروجی های حاصل از روش های تحلیلی محدود به مقادیر میانگین هستند.

### فصل سوم: ارزیابی قابلیت اطمینان در سیستم‌های توزیع انرژی الکتریکی

مقدمه:

قابلیت اطمینان در سیستم‌های توزیع تا چند دهه پیش اهمیت چندانی نداشت چرا که نیروگاه‌های تولید انرژی به راحتی جوابگوی تقاضا بودند. با افزایش تقاضا و بیشتر شدن تعداد مصرف کنندگان و نیز اهمیت تداوم در برق رسانی به مشترکین، می بایستی به این مسأله اهمیت بیشتری داده می شد.

#### ۳-۱- اهمیت بررسی قابلیت اطمینان در سیستم‌های توزیع انرژی الکتریکی

بررسی عیبهای مشتریان نشان می داد که سهم عمده عدم دسترسی به منبع تغذیه مربوطه به خرابی سیستم‌های توزیع بوده است. برای پی بردن به این موضوع آمار مربوط به توزیع خرابی در



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

سیستم‌های قدرت کشور انگلستان در جدول (۱-۳) آورده شده است.

محل عیب	متوسط زمان عدم دسترسی بازاء هر مشترک درسال(دقیقه)	متوسط درصد عدم دسترسی بازاء هر مشترک درسال
تولید و انتقال	0.5	0.5
۱۳۲ کیلو ولت	2.3	2.4
۶۶ و ۳۳ کیلو ولت	8	8.3
۳۳ و ۱۱ کیلو ولت	58.8	60.7
فشار ضعیف	11.5	11.9
مشترکین	15.7	16.2
مجموع	96.8	100

جدول ۱-۳ آمار مربوط به توزیع خرابی در سیستم های قدرت کشور انگلستان

همانگونه که در جدول فوق مشاهده می شود، بیش از ۸۸٪ خرابی در سیستم، در قسمت شبکه های توزیع اتفاق افتاده است. همچنین رشد صنایع حساس باعث شده است که تقاضا برای انرژی با قابلیت اطمینان بیشتر شده و حساسیت مصرف کنندگان نسبت به قطعی های انرژی الکتریکی بسیار زیاد شود. همه ی این موارد سبب گردیده که متخصصین این صنعت، قابلیت اطمینان سیستم‌های توزیع را مورد توجه قرار دهند و با بررسی آن، نقاط ضعف شبکه های توزیع را شناسایی و سعی در برطرف کردن آنها نمایند.

نکات متفاوتی را در بررسی قابلیت سیستم‌های توزیع باید در نظر گرفت که مهمترین آنها هزینه می باشد. عامل دوم ایجاد هماهنگی لازم در قابلیت اطمینان سیستم‌های تولید و انتقال با قابلیت اطمینان شبکه های توزیع می باشد. نکته ی دیگری که در شبکه های توزیع باید مورد توجه قرار گیرد آن است که در سال های اخیر با اهمیت یافتن کیفیت توان، به ویژه برای بارهای حساس، مفهوم قابلیت اطمینان سیستم تغییر یافته است. به عنوان مثال قطع بار لحظه ای به دلیل عملکرد

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر اسایت و به همراه فونت های لازم

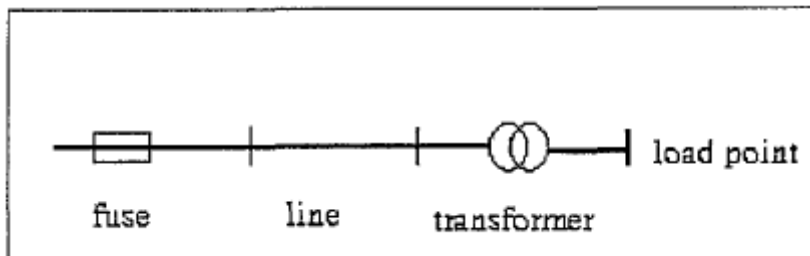
یک باز بست برای رفع عیب در سیستم تا چند سال پیش یک قطعی کم اهمیت به شمار می رفت، ولی امروزه همین قطعی کوچک می تواند به یک ویرانی بزرگ تبدیل گردد. زیرا در پی آن فرآیندهای صنعتی متوقف شده و سیستم های بزرگ دچار وقفه می شوند.

### ۳-۲- اجزاء و قسمت‌های عمومی سیستم توزیع

استفاده از روش های تحلیلی برای ارزیابی قابلیت اطمینان کل سیستم توزیع به علت پیچیدگی سیستم و محدوده و وسیع عملکرد اجزاء بسیار مشکل است. بنابراین روش های عمومی تر که به ساده سازی بیشتر بیانجامد، کاربردی ترند. در این روش ها ابتدا شبکه توزیع به قسمت‌های عمومی تر و ساده تر تبدیل می شود، تا مراحل محاسبه قابلیت اطمینان ساده تر شود.

### ۳-۲-۱- سکشن فرعی

توزیع کننده های جانبی از قسمت‌های مهم در یک سیستم توزیع هستند. توزیع کننده های جانبی مختلف بستگی به ساختار و مدل‌های عملکرد آنها وجود دارد و عموماً می توانند به صورت شکل (۳-۱) نشان داده شوند، که شامل اجزاء پایه، ترانسفورماتور، خط انتقال و فیوز می باشند.

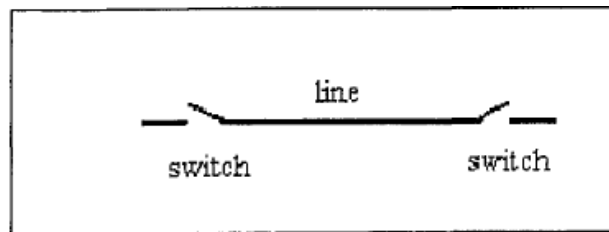


شکل ۳-۱-۳ دیاگرام توزیع کننده فرعی انرژی الکتریکی و اجزای آن

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

### ۳-۲-۲- سکشن اصلی

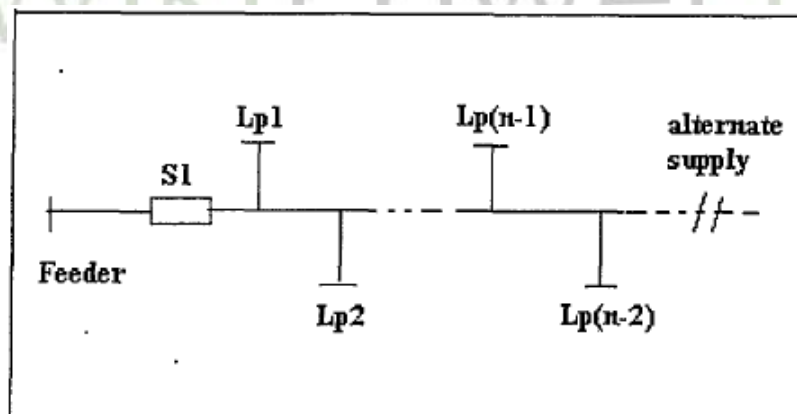
سکشن اصلی نشان داده شده در شکل (۲-۳) برای معرفی یک قسمت اصلی در یک فیدر اصلی مورد استفاده قرار می گیرد. یک سکشن اصلی شامل کلیدهای جداکننده و یک خط انتقال است.



شکل ۲-۳ دیاگرام سکشن اصلی در سیستم توزیع

### ۳-۲-۳- فیدر عمومی

یک فیدر عمومی یک سیستم توزیع کننده ساده شامل سکشن اصلی، سکشن فرعی، اجزاء سری و نقاط بار می باشد که در شکل (۳-۳) نشان داده شده است.



شکل ۳-۳ دیگرام یک فیدر عمومی در سیستم توزیع

### ۳-۳- شاخصهای قابلیت اطمینان در سیستمهای توزیع انرژی الکتریکی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

شاخصهای قابلیت اطمینان که در فصلهای قبل به توصیف و شرح آنها پرداخته شد، عموماً مربوط به عناصر سیستم و نهایتاً مربوط به نقاط بار سیستم می باشند. علاوه بر این شاخصها، شاخصهای دیگری برای ارزیابی قابلیت اطمینان در سیستمهای توزیع مورد استفاده قرار می گیرند.

در کشور ایالات متحده برای محاسبه شاخصهای قابلیت اطمینان در سیستمهای توزیع، دو روش عمده وجود دارد. بسیاری از شرکتها این شاخصها را بر اساس تعداد مصرف کنندگان در هر خرابی و مدت بازیافت محاسبه می کنند. در روش دیگر این شاخصها بر اساس مقدار بار از دست رفته تعیین می شوند. در این روش مقدار واقعی بار از دست رفته مورد توجه نیست بلکه مقدار پیشینه بار در هر یک از بخشهای سیستم، اساس محاسبات قابلیت اطمینان می باشد. شرکتی که از مقدار بار از دست رفته به عنوان مبنای شاخصها بهره می گیرند، نتایج خویش را به عنوان یک هسته مادر برای سیستم شاخصهای مرتبط با مصرف کنندگان به کار می گیرند، و امروزه پایگاه داده های آنها به گستردگی شرکتی دیگر نمی باشد.

شاخصهای قابلیت اطمینان از سوی گروههای مختلف مانند IEEE (انجمن مهندسی برق و الکترونیک)، EEI (انجمن برق ادیسون)، EPRI (مؤسسه پژوهشی توان الکتریکی) و CEA (سازمان برق کانادا) در دو نوع شاخصهای مصرف کننده و شاخصهای بار به صورت زیر تعریف شده اند. [29]-[27],[12]

۳-۳-۱ - شاخصهای مرتبط با مصرف کنندگان

الف - شاخص بسامد متوسط قطعی های سیستم SAIFI

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

(تعداد قطعی) × (تعداد مصرف کنندگان قطع شده)

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i \cdot N_i}{\sum N} = \text{-----} \quad (1-3)$$

کل تعداد مصرف کنندگان

(ب) شاخص متوسط زمان قطعی های سیستم SAIDI

برای این شاخص رابطه زیر را داریم:

(تعداد مشترکین قطع شده) × (زمان خاموشی)

$$SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^N U_i \cdot N_i}{\sum_{i=1}^N N_i} = \text{-----} \quad (2-3)$$

کل تعداد مصرف کنندگان

(ج) شاخص فرکانس متوسط قطعی های مصرف کنندگان CAIFI

رابطه زیر شاخص فوق را به صورت رابطه ریاضی بیان می کند:

$$CAIFI = \frac{\text{مجموع مشترکین قطع شده}}{\text{تعداد کل مصرف کنندگان تحت تأثیر قرار گرفته قطع شده}} = \text{-----} \quad (3-3)$$

(د) شاخص زمان متوسط قطعی های مصرف کنندگان CAIDI

این شاخص به صورت زیر بیان می شود:

مجموع زمانهای قطع مشترکین

$$CAIDI = \frac{\sum U_i \cdot N_i}{\sum \lambda_i \cdot N_i} = \text{-----} \quad (4-3)$$

تعداد کل قطعیهای مصرف کنندگان

(ه) شاخص متوسط در دسترس بودن سیستم ASAI

تعداد ساعات در دسترس بودن برای مصرف کنندگان

$$ASAI = \frac{\sum N_i \cdot 8760 - \sum U_i \cdot N_i}{\sum N_i \cdot 8760} = \text{-----} \quad (5-3)$$

تعداد ساعات مورد نیاز مصرف کنندگان

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

(و) شاخص متوسط در دسترس نبودن سیستم ASUI

تعداد ساعات در دسترس نبودن برای مصرف کنندگان

$$ASUI = \frac{\sum U_i \cdot N_i}{\sum N_i \cdot 8760} = \frac{\text{تعداد ساعات مورد نیاز مصرف کنندگان}}{\text{تعداد ساعات در دسترس نبودن برای مصرف کنندگان}} \quad (۶-۳)$$

با توجه به تعریف ASAI و ASUI رابطه زیر بین این دو شاخص برقرار است:

$$ASUI = 1 - ASAI \quad (۷-۳)$$

(ز) شاخص زمان میانگین برای بازیابی توان ATPII

رابطه زیر معرف این شاخص است:

$$ATPII = \frac{\text{مجموع مدت زمان قطع}}{\text{تعداد قطع بار}} \quad (۸-۳)$$

(ح) دقایق بی باری مصرف کنندگان در هر قطع بار CMPII

برای این شاخص رابطه زیر را داریم:

$$CMPII = \frac{\text{مجموع دقایق بی باری مصرف کنندگان در هر دوره}}{\text{تعداد قطع بار}} \quad (۹-۳)$$

۳-۲-۳- شاخصهای بار

شاخصهایی که بار اساس تعریف آنها را تشکیل می دهد، توسط PEA (شرکت برق پنسیلوانیا) با

روابط زیر تعریف شده اند:

پیک بار به هنگام قطع آن مبنای این شاخصها را تشکیل می دهد و از آنجا که پایگاه داده های این

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شرکتها محدود است و اطلاعات لازم را در اختیار ندارند، نمی توانند شاخصها را با توجه به تعداد

مصرف کنندگانی که بار آنها قطع شده است، محاسبه کنند.

شاخصهای مرتبط با بار عبارتند از:

الف) شاخص زمان قطع بار میانگین سیستم ASIDI

این شاخص با رابطه زیر تعریف می شود:

$$ASIDI = \frac{\text{دقایق قطع بار KVA} \times \text{قطع شده}}{\text{KVA کل تأمین شده}} \quad (10-3)$$

ب) شاخص فرکانس قطع بار میانگین سیستم ASIFI

$$ASIFI = \frac{\text{مجموع KVA قطع شده}}{\text{KVA کل تأمین شده}} \quad (11-3)$$

ج) شاخص زمان قطع بار میانگین مدار ACIDI

$$ACIDI = \frac{\text{دقایق قطع بار KVA} \times \text{قطع شده ی مدار}}{\text{KVA کل تأمین شده}} \quad (12-3)$$

د) شاخص فرکانس قطع بار میانگین مدار ACIFI

$$ACIFI = \frac{\text{مجموع KVA قطع شده مدار}}{\text{KVA کل تأمین شده مداری}} \quad (13-3)$$

ه) کل انرژی تغذیه نشده توسط سیستم ENS

$$ENS = \sum_{i=1}^N L_{ai} \cdot U_i \quad (14-3)$$

و) شاخص متوسط انرژی توزیع نشده سیستم AENS

$$AENS = \frac{\text{کل انرژی توزیع نشده}}{\text{تعداد کل مشترکین}} \quad (15-3)$$

در پیش بینی قابلیت اطمینان سیستمهای توزیع ، شاخصهای مربوط به بار و مصرف کنندگان بسیار

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

مفید و مهم هستند. علاوه بر این، این شاخصها در بررسی کارآیی سیستم به دلایل زیر مفیدند:

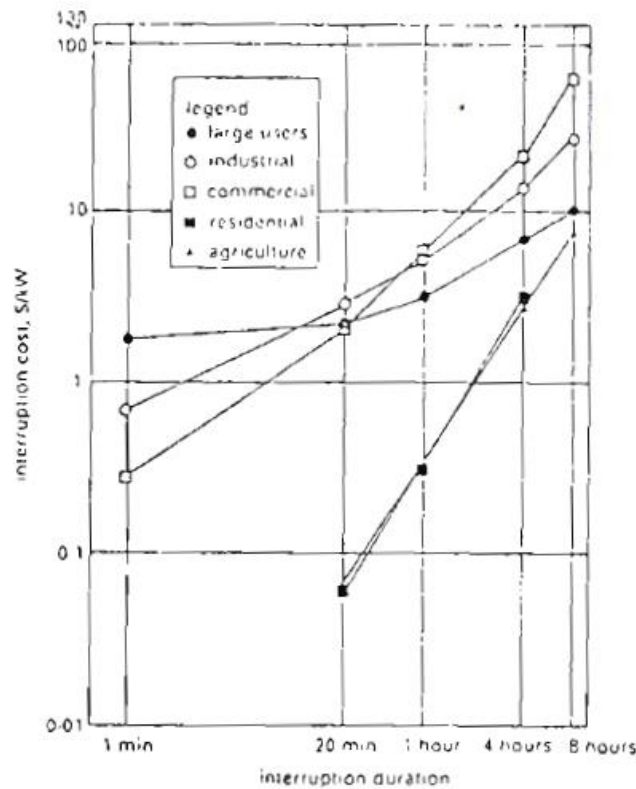
- پایداری به مرور زمان تغییر می کند و لذا می توان مناطق ضعیف را مشخص و نسبت به تقویت آنها اقدام نمود.
- شاخصهای پایداری موجود به عنوان راهنمایی برای مقادیر قابل قبول قابلیت اطمینان سیستم در آینده مورد استفاده قرار می گیرند.
- این شاخصها ما را قادر می سازند که پیش بینی های قبلی را با مقادیر واقعی بهره برداری مقایسه کنیم. [30]

### ۳-۴- محاسبه عملی شاخص های توزیع:

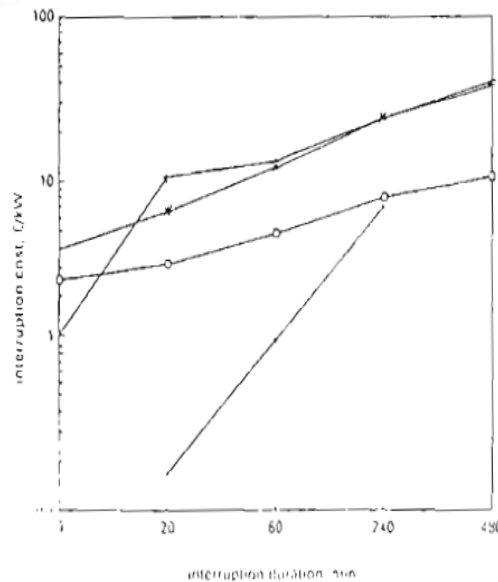
جهت محاسبه تعداد فیدر ۲۰ کیلوولت شهرستان سنندج که شهری بوده و بار آنها را عمدتاً بار خانگی و ندرتاً تجاری تشکیل می دهد انتخاب گردید. با توجه به آنکه در طول سالیان گذشته هیچگونه آمار مدونی از وقوع خطا شامل مدت و محل مشخص آن در طول فیدر و محل تعمیرات انجام شده احتمالی موجود نبود لذا قطعیها و تعمیرات ثبت شده در ایستگاههای ۶۳ کیلوولت مبنای کار قرار گرفت. از جانب دیگر با توجه به آنکه موارد افزایش یافته قابلیت اطمینان نظیر نصب فیوز در سر شاخه های فرعی، سکسیونرهای جداساز و یا تغذیه از دو سو یا اصلاً



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



شکل ۳-۴ الف



شکل ۳-۴ ب

موجود نبوده و یا قلیل می باشد پس کلاً از وجود این چنین مواردی صرف نظر و فیدر به صورت یکپارچه فرض شده است. یعنی هر خروجی سیستم اثرات مشابهی را بر کلیه مشترکین روی آن

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

فیدر به جای خواهد گذاشت.

با بررسیهای بعمل آمده کلیه خروجی های سیستم در بخشهای مربوط از دفاتر پستهای فوق توزیع در فرمهای مربوطه گردآوری و دسته بندی شدند.

۳-۴-۱ محاسبه تعداد مشترکین روی فیدر:

یکی از مشکلات موجود که شاید بتوان آن را به کل شبکه توزیع کشور تعمیم داد مشخص نبودن تعداد مشترکین روی هر فیدر می باشد. لذا برای یافتن به طرق ذیل اقدام شد:

الف - با توجه با نسبت انرژی تحویلی هر فیدر و سهم آن از کل انرژی شهرستان تعداد مشترکین آن فیدر با توجه به موجود بودن تعداد کل مشترکین شهر بدست آمد.

ب - جهت اطمینان از صحت محاسبات فوق الذکر بوسیله محاسبه نسبت میانگین بار هر فیدر در ساعات مشخص به میانگین بار کل هر شهر در همین ساعات و تکرار در موارد متعدد بطور تقریبی تعداد مشترکین با توجه به موجود بودن تعداد کل مشترکین شهر بدست آمد. با تقریب مناسب نتایج در دو حالت فوق مشابهت داشته است.

۳-۴-۲ محاسبه شاخص های پایه ای  $\lambda$  و  $r$  و  $U$ :

جهت محاسبه این شاخص ها از فرمول های مدل پیوسته به صورت زیر استفاده شد:

$$\lambda = \frac{\text{طول مدت زمان عملکرد}}{\text{تعداد خطا در مدت زمان معین}}$$

$$r = US / \lambda S$$

$$U = (\text{unavailability}) = \lambda r$$

و نهایتاً جهت امکان مقایسه نرخ خطا با تقسیم آن بر طول هر فیدر به صورت نرخ خطا بر کیلومتر و بر سال درآمد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

با تأثیر داده سال های ۷۱ و ۷۲ و با اخذ میانگین از کلیه فیدرهای فوق داشتیم.

$$\lambda = 10.9 \quad f/\text{Km}/\text{Year} \quad U = 58.4 \text{ hr}/\text{Year} \quad r = 0.64 \text{ hr}$$

نتایج کلی در جدول (۲-۳) مندرج می باشد.

میانگین مدت خروج (hr)		مدت عدم دسترسی (hr)		نرخ خطا f/yr/km		نرخ خطا f/yr		طول فیدر Km		شماره فیدر
۷۲	۷۱	۷۲	۷۱	۷۲	۷۱	۷۲	۷۱	۷۲	۷۱	
۰/۸	۰/۸	۶۰/۸	۹۲/۸	۵/۲	۸/۷	۷۶	۱۱۶	۱۳/۵	۱۳/۲	۱-۱
۰/۶	۰/۸	۳۹/۶	۱۰۰/۸	۵	۹/۸	۶۶	۱۲۶	۱۳/۲	۱۳/۸	۱-۲
۰/۴	۰/۳	۳۸	۳۰/۳	۱/۲	۱/۳۵	۹۵	۱۰۱	۷۸	۷۴/۴	۱-۳
۰/۳	۰/۶	۳۸/۳	۵۶/۴	۷/۷	۹/۸	۹۴	۱۰۹	۱۲/۲	۱۱/۱	۱-۴
۰/۸	۰/۵	۴۸	۷۲/۵	۹/۶	۲۴/۱	۶۰	۱۴۵	۶/۲۵	۶	۲-۱
۰/۵	۰/۸	۲۶	۵۳/۶	۱۶/۳۵	۲۲/۳	۵۲	۶۷	۳/۳	۳	۲-۲
۱/۲	۰/۷	۷۸	۶۷/۹	۷/۷	۱۲/۴	۶۵	۹۷	۸/۳۵	۷/۸	۲-۳
۰/۷	۰/۵	۵۹/۵	۸۳	۱۰/۷	۲۲/۷	۸۵	۱۶۶	۷/۹	۷/۳	۲-۴

جدول ۲-۳

محاسبه شاخص های عمومی:

از آنجائی که در شبکه توزیع سندج با توجه به توضیحات قبلی محاسبه تعداد مشترک تحت

تأثیر هر خروج قرار گرفته برابر کل مشترکین می باشد. بدیهی است که شاخصهای CAIFI،

SAIFI و همچنین SAIDI، CAIDI مساوی می باشند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

AENS		ASUI		ASAI		CAIDI		SAIDI		CAIFI		SAIFI		شماره فیدر
۷۲	۷۱	۷۲	۷۱	۷۲	۷۱	۷۲	۷۱	۷۲	۷۱	۷۲	۷۱	۷۲	۷۱	
۱۷۰	۳۸۲	-۰.۰۵۳۵۲	-۰.۰۹۳۹۱	-۰.۹۹۶۶۸	-۰.۹۹۰۷۵۹	۳۸۱۳	۳۸۵۷	۳۸۱۳	۳۸۵۷	۷۶	۱۱۶	۷۶	۱۱۶	۱-۱
۳۳/۱	۳۸/۵	-۰.۰۰۴۱۶۱	-۰.۰۰۷۵۷۷	-۰.۹۹۵۸۳۹	-۰.۹۹۹۳۳۳	۳۱۸۷	۵۶۵۴	۳۱۸۷	۵۶۵۴	۶۶	۱۲۶	۶۶	۱۲۶	۱-۲
۱۷/۷	۳۵/۵	-۰.۰۰۵۳۱۵	-۰.۰۰۶۸۳۶	-۰.۹۹۷۷۵۵	-۰.۹۹۳۱۶۶	۳۳۳۱	۳۵۸۳	۳۳۳۱	۳۵۸۳	۹۵	۱۰۹	۹۵	۱۰۹	۱-۳
۳۳/۳	۳۶/۶	-۰.۰۰۴۳۹۹	-۰.۰۰۷۷۷۶	-۰.۹۹۵۷۳۱	-۰.۹۹۲۳۵۶	۳۳۹۹	۳۰۷۱	۳۳۹۹	۳۰۷۱	۹۴	۱۰۹	۹۴	۱۰۹	۱-۴
۸/۱	۳۱/۴	-۰.۰۰۴۳۶۰	-۰.۰۰۸۳۳۹	-۰.۹۹۵۱۴۰	-۰.۹۹۱۱۶۱	۳۵۰۰	۳۳۳۰	۳۵۰۰	۳۳۳۰	۶۰	۱۴۵	۶۰	۱۴۵	۲-۱
۱۷/۷	۳۱/۷	-۰.۰۰۳۵۷۰	-۰.۰۰۵۳۵۱	-۰.۹۹۶۴۲۰	-۰.۹۹۴۶۹۹	۱۸۷۲	۳۸۱۳	۱۸۷۲	۳۸۱۳	۵۲	۶۷	۵۲	۶۷	۲-۲
۳۱/۱	۵۱/۶	-۰.۰۰۵۱۴۰	-۰.۰۰۸۰۱۲	-۰.۹۹۲۷۶۰	-۰.۹۹۱۱۸۸	۳۷۵۳	۳۳۱۱	۳۷۵۳	۳۳۱۱	۶۵	۹۷	۶۵	۹۷	۲-۳
۳۶/۴	۸۰/۵	-۰.۰۰۵۰۴۰	-۰.۰۰۱۳۶۹	-۰.۹۹۹۹۲۰	-۰.۹۸۷۳۵۹	۳۶۶۰	۳۶۶۴	۳۶۶۰	۳۶۶۴	۸۵	۱۶۶	۸۵	۱۶۶	۲-۴
۳۰/۳	۳۲/۷	-۰.۰۰۴۷۱۸	-۰.۰۰۸۶۰۳	-۰.۹۹۵۳۸۲	-۰.۹۹۱۳۶۷	۳۷۷۸	۳۵۲۲	۳۷۷۸	۳۵۲۲	۷۳	۱۱۶	۷۳	۱۱۶	میانگین

جدول ۳-۳

و نتایج محاسبه برخی از این پارامترها در کشور کانادا جهت مقایسه در جدول (۳-۴) مشاهده

می گردد.

	1984	1985
SAIFI	2.73	2.48
SAIDI	4.63	4.11
CAIDI	1.81	1.66
ASAI	0.999437	0.999531

جدول ۴-۳

نتیجه:

از آنجائی که استخراج شاخصهای قابلیت اطمینان که در واقع نشانگر وضعیت شبکه توزیع می

باشد بسیار ضروری است و از جانب دیگر متکی بر داده های سالیان گذشته می باشد تا پس

از استخراج شاخصهای مطمئن بتوان بوسیله ریاضیات احتمالات قابلیت اطمینان را برای

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

سالهای آینده پیش بینی نمود و یا حتی در صورت استفاده از طرق مختلف ارتقاء سطح قابلیت اطمینان به سهولت بتوان نحوه اثر گذاری هر مورد را محاسبه نمود، پیشنهاد می شود حتی الامکان موارد زیر در شرکتهای توزیع بکار گرفته شود:

۱- مکانیزمی جهت ثبت اطلاعات اعم از انواع خروجی و نقصان در سیستم، تعیین محل وقوع هر کدام از آنها، اقدامات به عمل آمده در هر مورد، و مدت زمان انجام این اقدامات، ایجاد گردد.

۲- حتی الامکان در پیش بینی بانک اطلاعاتی شبکه توزیع و یا سیستمهای کد گذاری ترتیبی اتخاذ شود تا هر مشترک کدی مبتنی بر فیدر تغذیه کننده دریافت تا به سهولت بتوان تعداد مشترکین روی هر فیدر را در صورت محاسبات در حوزه هر فیدر بدست آورد.

۳- ترتیبی اتخاذ شود تا اقدامات لازم در این زمینه در قالب هسته های مشخص و یا شرح وظایف بخشهای برنامه ریزی شرکتهای قرار گیرد و گزارش شاخصهای مربوطه در آمار فعالیتهای هر شرکت منعکس گردد. [31]

### ۳-۵- ارزیابی اقتصادی قابلیت اطمینان سیستمهای توزیع

بار شد مصرف و سایل و تجهیزات الکترونیکی، به وجود آمدن صنایع بسیار حساس و افزایش میزان سرمایه گذاری ها در کارخانجات، زیانهای وارد آمده بر مصرف کنندگان که ناشی از قطعیهای موقت یا دائم انرژی الکتریکی می باشد، افزایش سرسام آوری داشته است. همچنین عدم مصرف انرژی الکتریکی تولید شده باعث اتلاف هزینه های زیادی در سیستمهای قدرت می گردد. بنابراین بررسی خسارتهای تحمیلی به مصرف کنندگان که از قابلیت اطمینان پایین سیستم

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

توزیع ناشی می شود، ضروری به نظر می رسد. لذا شرکتهای توزیع انرژی الکتریکی شاخصهایی برای ارزیابی قابلیت اطمینان تعریف کرده اند که در ادامه به بررسی آنها پرداخته می شود. [32]- [37]

### ۳-۵-۱- طبقه بندی مصرف کنندگان

در طبقه بندی استاندارد برای ارزیابی هزینه ها، مصرف کنندگان شبکه توزیع به بخشهای مختلف زیر تقسیم می شوند:

- مصرف کنندگان بزرگ
- مصرف کنندگان صنعتی
- مصرف کنندگان تجاری
- مصرف کنندگان کشاورزی
- مصرف کنندگان مسکونی
- مصرف کنندگان اداری و سازمانی
- مصرف کنندگان دولتی

### ۳-۵-۲- توابع خسارت مصرف کنندگان بخشهای مختلف

از آنجا که هزینه ی یک قطعی یا وقفه در انرژی الکتریکی برای مصرف کنندگان بخشهای مختلف، به نوع مصرف کننده و مدت زمان وقفه بستگی دارد، با تحمیل گزارشهای دریافتی از مصرف کنندگان و شرکتهای توزیع می توان توابع خسارت مصرف کنندگان بخشهای مختلف

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

(SCDF) را بدست آورد که در ارزیابی اقتصادی قابلیت اطمینان اهمیت ویژه ای دارند. جدول (۳-)

(۵) یک نمونه از این توابع را که مربوط به مصرف کنندگان شبکه توزیع کشور کانادا می باشد،

نشان می دهد.

SCDF (\$/KWh)			
Interruption duration	Residential	Commercial	Industrial
2 sec	0.0000	0.232	0.782
1 min	0.0000	1.63	1.87
20 min	0.0241	4.83	2.67
1 hr	0.141	13.0	5.65
2 hr	0.756	27.3	10.0
4 hr	1.57	65.7	20.6
8 hr	3.46	106	38.1

جدول ۳-۵ توابع خسارت مصرف کنندگان مختلف یک سیستم نمونه

جدول (۳-۵) هزینه های وقفه در انرژی الکتریکی را برای ۵ مدت زمان گسسته در مصرف

کننده های مختلف نشان می دهد. برای مدت زمانهای قطعی که بین مقادیر نشان داده شده در

جدول (۳-۵) قرار دارند، می توان از لگاریتم اختلاف زمانها استفاده کرد. به عبارت دیگر این

توابع توزیع لگاریتمی دارند. همچنین اگر مدت زمان وقفه بیش از ۸ ساعت باشد، شیب تابع

هزینه ها در زمانهای بیش از ۸ ساعت برابر شیب این تابع در فواصل بین ۴ و ۸ ساعت

است. [32]-[37]

۳-۵-۳- شاخصهای اقتصادی قابلیت اطمینان سیستمهای توزیع

۳-۵-۳-۱- شاخص انرژی فراهم نشده

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

اگر  $L_i$  بار میانگین نقطه بار  $i$  باشد و  $U_i$  مدت زمان وقفه ناشی از پیشامد  $j$  باشد، در این صورت برای نقطه بار  $i$  رابطه ی زیر را داریم:

$$EENS_i = \sum_{j=1}^{N_e} L_i U_j \quad (16-3)$$

بنابراین برای کل سیستم که دارای  $N$  نقطه بار می باشد و  $N_e$  وقفه را تجربه کند، شاخص EENS از رابطه ی زیر بدست می آید:

$$EENS = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{N_e} L_i U_j \quad (17-3)$$

### ۳-۵-۳- شاخص هزینه ی قطعی انرژی الکتریکی

با توجه به SCDF سیستم، ابتدا هزینه ی قطعی هر کیلو وات انرژی در مصرف کننده برای هر پیشامد تعیین می شود.

$$C_{ij} = f(r_{ij}) \quad (18-3)$$

که  $f(r_{ij})$  تابع SCDF است و  $r_{ij}$  زمان میانگین تعمیر و بازیابی نقطه بار  $i$  ناشی از وقفه ی  $j$  می باشد.

برای نقطه بار  $i$  شاخص مورد نظر به صورت زیر بدست می آید:

$$ECOST_i = \sum_{j=1}^{N_e} c_{ij} L_i \lambda_{ij} = L_i \sum_{j=1}^{N_e} c_{ij} \lambda_{ij} \quad (19-3)$$

که در آن  $N_e$  تعداد پیشامدها در نقطه بار  $i$  و  $\lambda_{ij}$  نرخ خرابی در نقطه بار  $i$  است.

بنابراین برای کل یک سیستم که دارای نقطه بار می باشد شاخص از رابطه ی زیر بدست می آید:



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$ECOST = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{Ne} c_{ij} L_i \lambda_{ij} \quad (20-3)$$

۳-۵-۳-۳- نرخ برآورد انرژی قطع شده

نرخ برآورد قطع شده برای هر بخش از مصرف کنندگان را می توان از نسبت هزینه ی وقفه ی انرژی تغذیه نشده بدست آورد.

برای نقطه بار  $i$  رابطه ی زیر معرف مقدار IEAR است.

$$IEAR_i = \frac{ECOST_i}{EENS_i} = \frac{\sum_{i=1}^{Ne} c_{ij} \lambda_{ij}}{\sum_{j=1}^{Ne} r_{ij} \lambda_{ij}} \quad (21-3)$$

همانطور که از رابطه ی (۳-۶) دیده می شود، نرخ برآورد انرژی قطع شده در هر نقطه بار به مقدار بار میانگین آن نقطه بار، بستگی ندارد.

بنابراین برای کل یک سیستم که دارای  $N$  نقطه بار می باشد، شاخص IEAR از رابطه ی زیر بدست می آید:

$$IEAR = \frac{ECOST}{EENS} = \frac{\sum_{i=1}^N L_i \sum_{j=1}^{Ne} c_{ij} \lambda_{ij}}{\sum_{i=1}^N L_i \sum_{j=1}^{Ne} r_{ij} \lambda_{ij}} \quad (22-3)$$

شاخص IEAR یک فاکتور مهم و اساسی است که سرمایه های از دست رفته ی مصرف کنندگان را

که مربوط به هر واحد انرژی تغذیه نشده توسط شرکت برق است، نشان میدهد. [37]-[32]

۳-۶- بهبود قابلیت اطمینان سیستمهای توزیع

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

همانطور که در فصل اول اشاره شد، راههای بهسازی قابلیت اطمینان در سیستمهای توزیع را می

توان به دو دسته کلی زیر تقسیم نمود:

- کم کردن عوامل ایجاد خطا در کل شبکه
- کاهش زمان رفع عیب در شبکه

۳-۶-۱- کم کردن عوامل ایجاد خطا در کل شبکه

برای کم کردن عوامل ایجاد خطا در شبکه می توان از کلیدهای جداکننده، تجهیزات سازگار با

محیط و قطع کننده های مدار استفاده نمود یا در مکانهای بحرانی شبکه، نقاط مانور ایجاد نمود که

در ادامه به بررسی آن می پردازیم. [44]-[38]

۳-۶-۲- نصب جداکننده در شبکه

نصب جداکننده در فیدرها سبب می گردد تا زمان بازیابی قسمتی از شبکه کمتر شود و بدین

ترتیب برخی از شاخصهای قابلیت اطمینان بهبود یابند.

مسأله اساسی در نصب جداکننده ها بر روی فیدرها، تعیین محل و تعداد بهینه جداکننده ها است

که می توان در این زمینه از روش های آزمایش و خطا یا روشهای هوشمند بهره گرفت.

۳-۶-۳- ایجاد نقاط مانور در شبکه

غربالی کردن شبکه توزیع سبب می گردد تا بتوان یک بار را از نقاط مختلف تغذیه نمود که باعث

کاهش چشمگیر زمان خاموشی و انرژی تغذیه نشده می گردد. در شبکه هایی که به صورت

حلقوی طراحی نشده اند و نیز در نقاطی که به قابلیت اطمینان بالا نیاز است، می توان از

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ژنراتورهای پراکنده استفاده نمود تا امکان تغذیه از دو نقطه فراهم شود. این کار اصطلاحاً ایجاد نقطه مانور نامیده می شود. ضمن اینکه باید پایداری دینامیکی را مد نظر داشت.

### ۳-۶-۴- کاهش زمان رفع عیب در شبکه

برای کاهش زمان رفع عیب در شبکه، راههای زیادی وجود دارد. از جمله این روشها می توان به تقویت شبکه با تجهیزات یدکی و اتوماسیون شبکه اشاره نمود. استفاده از قطعات یدکی بستگی به نوع قطعه، قیمت قطعه و کاربرد قطعه در سیستم دارد.

### ۳-۶-۵- اتوماسیون شبکه توزیع

تغییرات جدید در سیستمهای قدرت و بازار رقابتی باعث شده است که شرکتهای توزیع به تمایلات مصرف کنندگان انرژی الکتریکی حساسیت بیشتری نشان دهند. همچنین ظهور بارهای حساس جدید نظیر مراکز اطلاعات تجاری، فراهم کنندگان سرویسهای اینترنتی و صنایع فرآیندهای حساس که متقاضی انرژی مداوم و با کیفیت و قابلیت اطمینان بالا هستند، سبب سرمایه گذاری های زیاد شرکتهای برق در زمینه بهبود کیفیت و قابلیت اطمینان گشته است. یکی از راههای مهم افزایش قابلیت اطمینان در سیستمهای قدرت، اتوماسیون بخشهای مختلف شبکه اعم از تولید، توزیع و انتقال می باشد. رشد سریع وسایل و تجهیزات الکتریکی میکروپروسسوری و تجهیزات مخابراتی پیشرفته، امکان حفاظت، کنترل، مانیتورینگ و اتوماسیون شبکه را با هزینه های کم فراهم نموده است.

اتوماسیون شبکه توزیع را می توان به صورت مانیتورینگ، حفاظت و کنترل عملکرد سویچها

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

بطور اتوماتیک از طریق تجهیزات الکترونیکی هوشمند تعریف نمود که باعث بازیابی بهتر سیستم پس از بروز خطاها می شود و زمان برگشت سیستم به حالت عملکرد نرمال را کاهش می دهد. [38]-[44]

### ۳-۶-۵-۱- فواید اتوماسیون شبکه توزیع

- کاهش هزینه های نگهداری و حفاظت سیستم
- کاهش تلفات سیستم
- بهبود قابلیت اطمینان
- کیفیت بهتر انرژی الکتریکی

اتوماسیون شبکه توزیع را می توان به سه دسته زیر تقسیم کرد:

- اتوماسیون ترانسفورمرها در پست
- اتوماسیون فیدرها
- اتوماسیون تجهیزات مصرف کنندگان

در این پژوهش به بررسی اتوماسیون فیدرها و نقش آن در بهبود قابلیت اطمینان سیستمها پرداخته می شود.

### ۳-۶-۵-۲- اتوماسیون فیدرها

اتوماسیون فیدرها از نقطه نظر قابلیت اطمینان بسیار مهم است و عموماً شامل کلیدزنی اتوماتیک

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

فیدرها، جداسازی قسمت معیوب شبکه و اعاده اتوماتیک سیستم می باشد. با بررسی اتوماسیونهای مختلف در سیستمهای توزیع و ارزیابی سودمندی آنها، بهترین روش در اتوماسیون سیستمهای توزیع، کلیدزنی اتوماتیک است که توسط اکثر شرکتها انجام می شود.

کلیدزنی اتوماتیک یک فرآیند پیوسته و ترتیبی در اعاده سیستم تغذیه می باشد. به عبارت دیگر وقتی که خطایی در فیدر رخ می دهد و باعث قطعی انرژی الکتریکی می گردد، فرآیند ترتیبی ارزیابی سیستم شامل شناسایی خطا، جایابی خطا، جداسازی قسمت معیوب و اعاده سیستم است که چهار مرحله فوق می تواند با نصب سوییچهای اتوماتیک هوشمند انجام شود.

فواید ناشی از کلیدهای اتوماتیک این است که زمان قطعی ناشی از هر خطا در سیستم را می توان از ۶۰ تا ۹۰ دقیقه به چند ثانیه کاهش داد. همچنین در هزینه های عملکرد سیستم نظیر بازرسی خطا توسط پرسنل یا انجام عمل کلیدزنی دستی، صرفه جویی می شود. در سیستم اتوماتیک تخمین زده می شود که زمان قطعی بار مصرف کنندگان به ۲۵٪ حالت معمولی برسد.

پرسش اساسی جهت ماکزیمم کردن فواید ناشی از کلیدزنی اتوماتیک و به حداقل رساندن هزینه های سرمایه گذاری پایه برای اتوماتیک نمودن سوییچها، این است که تعداد مینیمم سوییچهای اتوماتیک نصب شده در فیدرها و محل بهینه نصب این سوییچها تعیین شود. امروزه شرکت های توزیع در جستجوی راه حلهای این پرسش و دستیابی به فواید و مزایای بیشتر برای رضایت مصرف کنندگان می باشند. [44]-[38]

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

#### فصل ۴: مطالعات سیستم و حفاظت شبکه های توزیع

امروزه رشد سریع شرکتهای توزیع، هزینه های سرسام آور نگهداری و حفاظت شبکه به شیوه های سنتی و اهمیت جلب رضایت مشتریان از یک سو و پیشرفت سریع تکنولوژی سخت افزار، توسعه نرم افزارهای کاربردی، به وجود آمدن نرم افزار رابط انسان و ماشین با قابلیت های تمام گرافیکی و امکان استفاده از بسترهای مخابراتی در شبکه های کامپیوتری و پایانه های سیستم سبب هموارتر شدن زمینه برای بستری به نام سیستم های اتوماسیون شبکه های توزیع شده است که نقش مهمی در بهبود پارامترهای قابلیت اطمینان می تواند داشته باشد. در این بین اتوماسیون شبکه های توزیع زمینی تأثیری مضاعف در بهبود پارامترهای قابلیت اطمینان خواهد داشت.

#### ۴-۱- مقدمه ای بر اتوماسیون شبکه های توزیع

اتوماسیون شبکه های توزیع در واقع الگو برداری از اتوماسیون نیروگاهها و خطوط انتقال بوده است. بر خلاف نیروگاهها و خطوط انتقال که استفاده از اتوماسیون در آنها امری ضروری و گاه اجتناب ناپذیر می نمود، ولی در بخش توزیع اندیشه های بنیادین اتوماسیون شبکه های توزیع سست بود. گرچه طرحهای مطالعاتی از سال ۱۹۶۰ میلادی در کشورهای صنعتی عملاً شروع این

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مهم را نوید می داد اما تا سالیان متمادی این امر به منزله یک فن آوری تجملی نمود داشت. امروزه با ظهور قالبها، سخت افزار و نرم افزارهای ویژه راه برای انجام این مهم بازتر شده است. تا آنجا که با وجود پراکندگی توابع بخش توزیع و تراکم زیاد گره ها در آن، تکنولوژی کارآمد و به روزی جهت کنترل و مونیتورینگ کل شبکه توزیع فراهم شده است.

اتوماسیون شبکه های توزیع زمینی برای تمامی بخشهای سیستم قدرت، حتی بخش تولید و انتقال به عنوان پیش تازان بحث اتوماسیون، به عنوان یک تکنولوژی نو ظهور مطرح می باشد که با استقرار آن گامی بزرگ در حل بسیاری از مشکلات صنعتی و حتی زیست محیطی (به لحاظ برتریهای زیست محیطی شبکه های زمینی نسبت به شبکه های هوایی) برداشته خواهد شد.

در حال حاضر کاهش زمان تشخیص و تعمیر در کابلها در دو بخش ۱- تشخیص محل عیب و ۲- سرعت بخشی به تعمیر محل عیب پیگیری می شود. در بخش تشخیص محل عیب که موضوع این بخش است با استفاده سیستمهای اتوماسیون و انواع سخت افزارها و سیستم های مخابراتی، با شتابی چشمگیر به سوی کاهش زمان گام خواهیم برداشت. در بخش سرعت بخشی به تعمیر نیز با ابداع سر کابل و مفصلهایی همچون Cold Shedding که در عرض چند دقیقه قابلیت ایجاد یک اتصال قابل اطمینان را دارند موضوع با شتاب از سوی شرکت های تولیدکننده پیگیری می شود.

#### ۲-۴ اتوماسیون شبکه های توزیع زمینی (کابلی)

امروزه تعیین اتوماتیک محل عیب کابل های زمینی و مخابره آن به مرکز کنترل برای بازگردانی منابع قدرت با سرعت زیاد به وضعیت عادی و هدایت پرسنل جهت تعمیرات از نیازهای اساسی شرکت های توزیع می باشد. همچون سایر سیستم های اتوماسیون توزیع بایستی دارای اجزاء ذیل

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

باشد:

- ۱- تجهیزات فرمان پذیر از راه دور
  - ۲- قابلیت مانیتورینگ شبکه و میتترینگ پارامترهای اساسی شبکه به صورت لحظه ای
  - ۳- کنترل تجهیزات فرمان پذیر به صورت اتوماتیک و کنترل دستی
  - ۴- هماهنگی و فرمان به تجهیزات فوق الذکر بصورت برنامه ریزی شده
  - ۵- شبکه مخابراتی برای ارتباط و انتقال اطلاعات و فرمانها و یا اینترفیس ها
  - ۶- شبیه سازی پاسخ سیستم برای مدیریت شبکه، بار و حفاظت
- در بحث اتوماسیون شبکه های توزیع زمینی می توان قابلیت های مختلفی را در نظر گرفت.
- ۱- قابلیت یافتن محل عیب و پروسه مکمل آن (که شرح آن در ادامه خواهد آمد)
  - ۲- قابلیت مانیتورینگ پارامترهای اساسی مرتبط با کابل همچون درجه دمای کابل، میزان شارژ خازنی آن، سطح روغن در سرکابلها (این قابلیت برای کابل های روغنی است) و ...
- ۳-۴- روش های تعیین محل عیب کابل
- برای تعیین محل عیب کابل دستگاهها و روش های مختلفی وجود دارد که می توان آنها را به سه دسته تقسیم کرد:

- ۱- روش کلاسیک (پلهای اندازه گیری)
  - ۲- روش نیمه مدرن (رفلکسیون موج ضربه ای و بوبین اندوکتیو)
  - ۳- روش مدرن (ترانسیمیتری)
- برای ایجاد دید مناسب به روش های تعیین محل عیب کابلها، این روشها در جدول (۴-۱) مورد



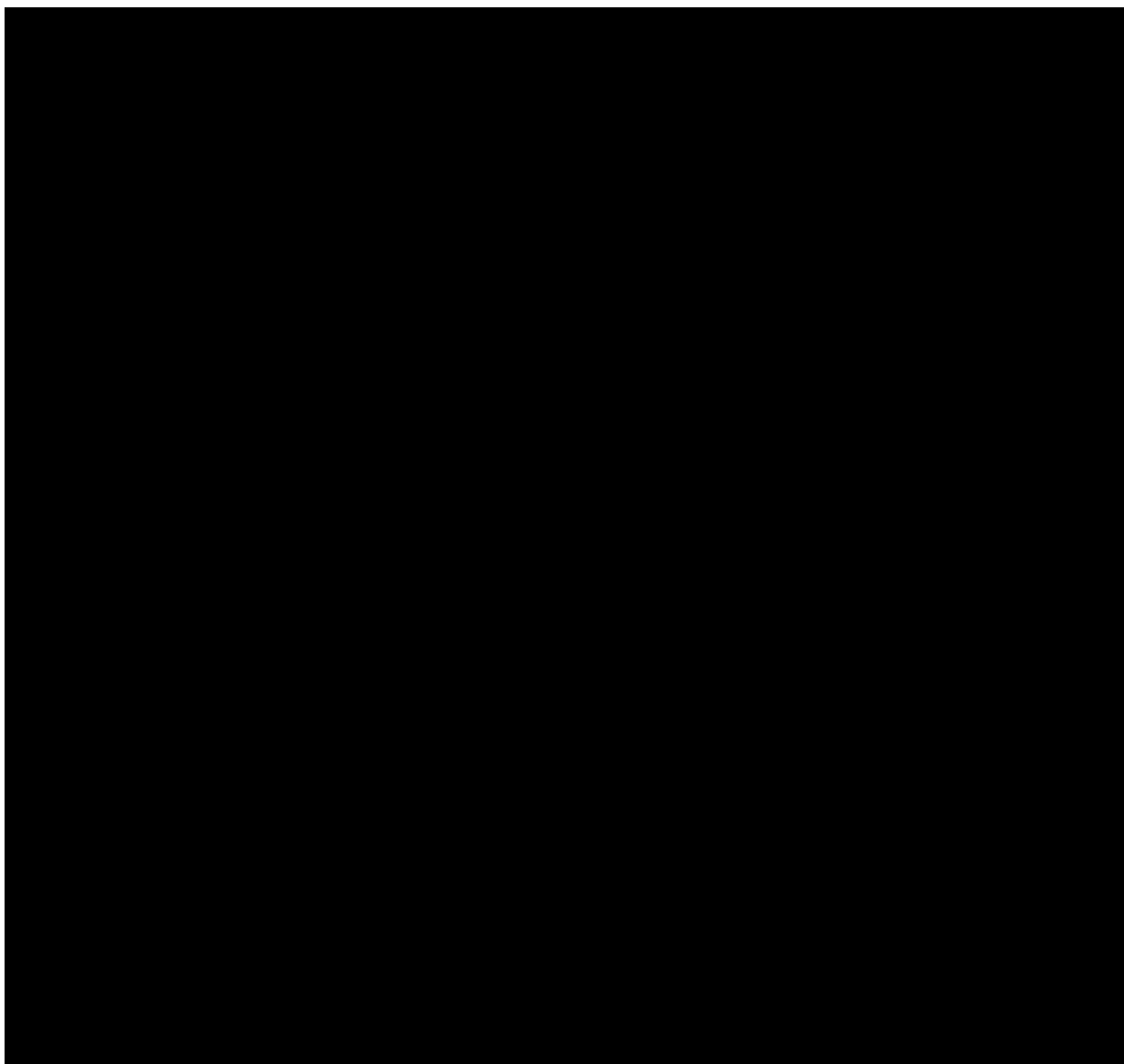
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مقایسه قرار گرفته اند.

معایب و محدودیتها	مزایا و موارد کاربرد	نام متد	روش
در کابل‌های با طول نسبتاً زیاد انجام این روش تقریباً غیر ممکن است دقت کم	روش تقریبی خوبی است و با تجهیزات عادی می توان آنرا انجام داد ارزان قیمت است	سنجش ولتاژ دو سر کابل	روش کلاسیک (پلهای اندازه گیری)
نیاز به محاسبات زیادی دارد در کابل‌های با طول نسبتاً زیاد کاربرد این روش بسیار مشکل است	روش علمی خوبی است	روش Graf	
فقط در شبکه های پارالل کابلی کاربرد دارد و برای سایر موارد مقرون به صرفه نیست	روش سریع و تقریبی خوبی است برای شبکه های پارالل کابلی بسیار مناسب است	روش کابل برابر	
بایستی در مسیر کابل سیم فرعی نباشد نیاز به جهت سنج دارد نیاز به تجربه بالایی دارد روش بسیار سختی است	هزینه بسیار کم	روش Warmbach	
در صورتیکه مقاومت اتصالی زمین کابل خیلی بزرگ است به تنهایی جوابگو نیست	در جاهاییکه مقاومت اتصال زمین کابل زیاد است و نمی توان از پلهای ساده استفاده نمود از این روش استفاده می کنند.	روش پل فشار قوی	
روش مخربی است و به کابل آسیب می رساند	در مواقعی که حتی پل فشار قوی هم نتوانست به دلیل مقاومت اتصال زمین زیاد کابل عمل کند، به کار می رود.	روش پل فشار قوی با کابل سوزی	
این طریقه فقط برای کابل‌هایی که طول آنها تا ۵ کیلومتر است جوابگوست	روش تقریبی خوبی است	سنجش کاپاسیته با پل وین	
نیاز به محاسبات زیاد دارد در طولها و کابل‌های مختلف دقت کافی را ندارد.	روش تقریبی خوبی است	سنجش کاپاسیته با گالوانومتر بالستیکی	
بستگی به تشخیص موفق دستگاه در	در شناخت عیوب سری کابل بسیار موفق	استفاده از خاصیت انعکاس	نیمه مدرن

جدول ۴-۱ روش های تعیین محل عیب کابل

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



جدول ۴-۱ روش های تعیین محل عیب کابل

۴-۴ یافتن محل عیب کابلها بوسیله سیستمهای اتوماسیون

در این سیستم از یک سری سنسورهای ارت فالت که در نقاط مناسب در طول فیدر کابلی و یک گیرنده در پست اصلی قرار گرفته است، ترانس‌میترها با گیرنده از کابل اصلی به عنوان واسطه استفاده می‌کنند. برای بهبود قابلیت اطمینان تمام سیستم، ترانس‌میترها به طور منحصر به فرد

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

کدگذاری شده اند تا گیرنده هر کدام از آنها را تشخیص دهد. این عمل یک روش حفاظتی مهم برای جلوگیری از عیب یابی اشتباه کابل می باشد. بدین ترتیب با داشتن گزارشات مختلف مربوط به حالت عادی کابل و زمان عیب دار بودن آن استراتژیهای بهره برداری و تعمیراتی تبیین می شود.

#### ۱- استراتژی بهره برداری در حالت سلامت کابل:

در این استراتژی سعی می شود با مطالعه گزارشات تغییرات مورد نیاز جهت تداوم سلامت کابل را بوجود آورد که این تغییرات به طور مثال می تواند تغییر در میزان جریان عبوری از کابل از طریق انجام مانور در شبکه لینک مجاور باشد یا تدوین برنامه جهت سرویس و یا تغییر در مسیر کابل و یا هر امکان بهره برداری دیگر باشد.

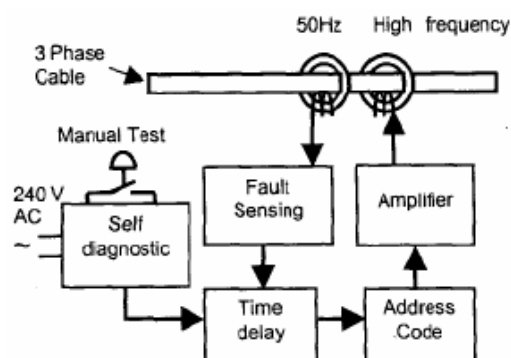
#### ۲- استراتژی بهره برداری و عملیاتی در حالت عیب بر روی کابل:

الف - در حالت سنتی موجود: مهندسان بای هر پست را به نوبت بازمینی کنند تا بتوانند سکشن معیوب احتمالی را قبل از بازگرداندن پستهای سالم به شبکه تشخیص دهند. این کار باعث اتلاف وقت و هم سطح بالایی از تجربه و مهارت و شناخت کامل مهندسان از شبکه موجود را می طلبد. در این روش اکثراً محل های عیب به طور اشتباه تشخیص داده می شود. در بدترین حالت، روی ناحیه ی عیب مجدداً کلیدزنی می شود. گرچه به ندرت، ولی این عمل باعث ایجاد مسائل جدی برای برخی مشترکان صنعتی که پروسه تولید حساسی دارند می شود.

ب - در حالت اتوماسیون: در طرح اتوماسیون جدید کابلها، ترانسمیتهارتر فالت را تشخیص می دهند. هر ترانسمیتر یک آدرس منحصر به فرد دارد و این آدرس ها را به یک گیرنده به صورت

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

پیامهای دیجیتالی مخابره می کند.



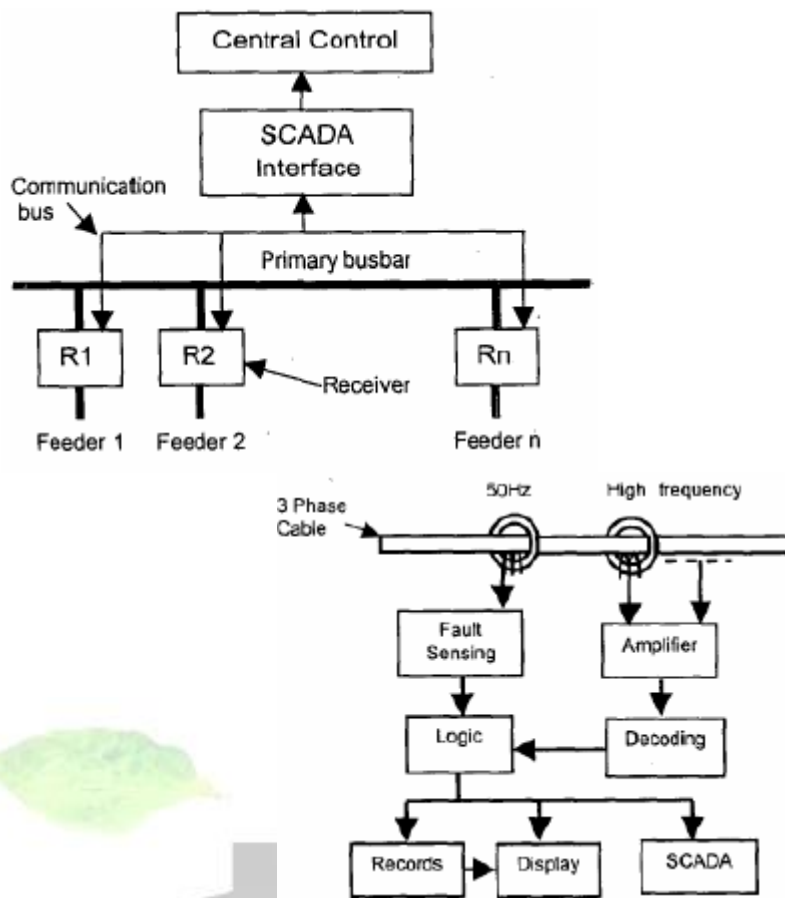
شکل ۴-۱ مربوط به ترانسمیتر

ترانسمیترها در دو حالت متفاوت کار می کنند، از سال سیگنالهای خط معیوب و خط فعال. در هر دو حالت با سیگنال کدگذاری شده در طول کابل با استفاده از تکنیک شیفت فرکانسی (FSK) این امر تحقق می یابد. 0 با یک فرکانس بالا و 1 با یک فرکانس دیگر شناخته می شود. گیرنده نزدیک یا روی کلید در پست اصلی قرار دارد. یک وسیله الکترونیکی سیگنالهای وراده را پردازش می کند.

پیغامهای عبوری می توانند از سیستم SCADA به مرکز کنترل مخابره شوند.

اتصال با SCADA یک امتیاز مهم دارد و آن این است که تمام عملکردها به صورت کنترل از راه دور بدست آمده و بنا بر این مهندسان فوراً می توانند پستهای سالم را شناسایی کنند و این روش باعث صرفه جویی زیاد در وقت برای بازگردانی تغذیه سیستم می شود.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



شکل ۳-۴ شبکه مخابراتی پست

شکل ۲-۴ مربوط به گیرنده

با توجه به اینکه معمول ترین عیب در مدارهای کابلی، عیب ارت فالت می باشد، همچنین این نوع عیب در گسترش بسیاری از عیبهای چند فازی در چند پریود بعدی قابل رؤیت است. در طول مدت عیب، ترانسمیترها وقتی جریان عیب را احساس می کنند فعال می شوند. پس از رفع عیب بواسطه عمل کلید در پست اصلی، این ترانسمیترها سیگنالهای کد گذاری شده دیجیتالی را به گیرنده در پست اصلی می فرستند. با باز شدن کلید سیگنال از خط معیوب می گذرد. برای جلوگیری از ریسک، پیغام خط معیوب از دو یا چند ترانسمیتر دنباله ای و انتقال هر کد در فواصل زمانی جدا از هم بجای سیگنال سنکرون در عمل رفع عیب استفاده می شود.

ترانسمیتر محلی در پست اصلی عیب را مانند سایر ترانسمیترها آشکار کرده و با یک کنتاکت

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

START به گیرنده، مرحله عیب یابی را آغاز می کند. گیرنده پس از دیکد کردن سری کدهای وارده از ترانسمیترها، محل عیب را با استفاده از لیست داخلی ذخیره شده در وسیله عیب یابی استنباط می کند. این عیب یابی سپس به مرکز کنترل بواسطه سیستم SCADA منتقل می شود.

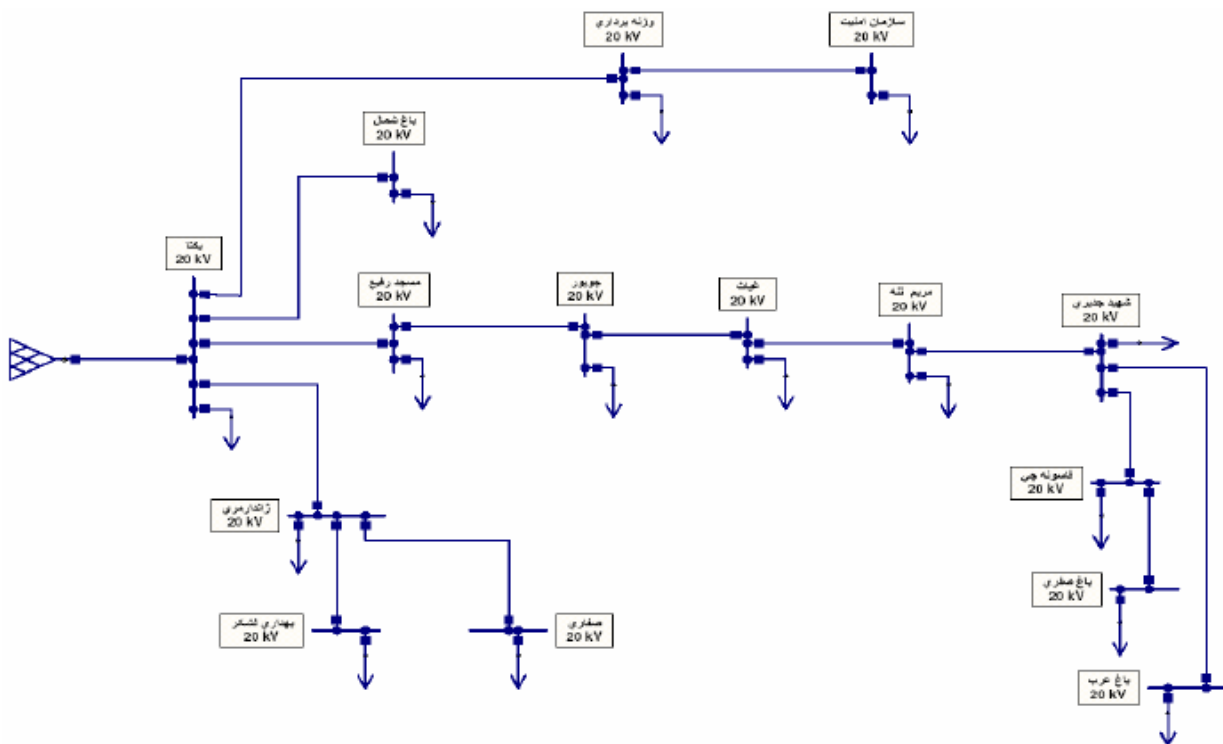
#### ۴-۵- اعمال اتوماسیون بر روی فیدر نمونه و استخراج نتایج

به منظور بررسی مزایا و نتایج اجرای اتوماسیون در شبکه های توزیع، یک نمونه واقعی در شبکه برق تبریز شبیه سازی شده است.

شبکه مورد مطالعه شامل 20KV تغذیه شده از فیدر شماره ۵ امور برق روشنایی تبریز می باشد، که تمامی خطوط آن بصورت کابلی است. دیاگرام تک خطی این شبکه در شکل (۴-۴) آورده شده است.

برای مطالعه سیستم از نظر قابلیت اطمینان اطلاعات دقیقی از شبکه مورد نیاز است که این اطلاعات از امور برق روشنایی تبریز دریافت شده که قسمتی از آن در جدول (۴-۱) آورده شده است. کابل های به کار رفته در این شبکه همگی از نوع روغنی می باشد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۴-۴ دیاگرام تک خطی شبکه مورد مطالعه

جهت شبیه سازی شبکه از دیدگاه قابلیت اطمینان لازم است نرخ خرابی و متوسط زمان تعمیر المانهای آن در مدل شبیه سازی شده وارد شود. البته بدیهی است که منظور از متوسط زمان تعمیر با توجه به تعریف آن مدت زمان قطع برق به ازاء هر خطا است، و در واقع زمان وقوع خطا تا برق دار شدن مجدد مشترکین می باشد. در واقع بخش عمده این مدت زمان مربوط به

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

امکان رینگ با فیدرهای دیگر	مشخصات کابل نصب شده		توان ناسی (kVA)	نام پست قبلی	نام پست
	طول (متر)	عمر تقریبی (سال)			
	۷۸۰	۳۰	۸۰۰	فیدر ۵ فوق توزیع روشنایی	یکتا
x	۷۰	۳۰	۶۳۰	یکتا	باغ شمال
	۴۰۰	۱۰	۶۳۰	یکتا	وزنه برداری
	۱۵۰	۱۰	۶۳۰	وزنه برداری	سازمان امنیت
	۳۹۰	۲۰	۱۰۰۰	یکتا	مسجد رفیع
	۳۰۰	۲۰	۸۰۰	مسجد رفیع	چوپور
	۲۵۰	۲۰	۸۰۰	چوپور	غیاث
x	۶۱۰	۲۰	۱۰۰۰	غیاث	مریم ننه
	۴۲۰	۲۰	۸۰۰	مریم ننه	شهید جدیری
	۳۷۰	۲۰	۸۰۰	شهید جدیری	فاسونیه چی
	۳۵۰	۲۰	۶۳۰	فاسونیه چی	باغ صفری
x	۴۷۰	۲۰	۸۰۰	شهید جدیری	باغ عرب
	۷۵۰	۳۰	۶۳۰	یکتا	ژاندارمری
x	۳۲۰	۳۰	۶۳۰	ژاندارمری	صفاری
x	۶۹۰	۳۰	۸۰۰	ژاندارمری	بهداری لشکر

جدول ۴-۲ مشخصات شبکه مورد مطالعه

عیب یابی می باشد. چرا که با توجه به وجود امکان مانور در شبکه پس از عیب یابی قسمت عمده ناحیه بی برق شده برقرار می شود. از این رو انتظار می رود با استفاده از اتوماسیون و کاهش زمان عیب یابی زمان خاموشی در نتیجه انرژی فروخته نشده کاهش یابد. در این مطالعه متوسط زمان خاموشی برای سیستم سنتی حدود ۵ ساعت و برای سیستم با اجرای اتوماسیون ۲ ساعت کمتر از این مدت زمان یعنی ۳ ساعت در نظر گرفته شده است. نرخ خطا نیز بر اساس عمر کابلهای موجود مطابق جدول (۴-۲) از ۰/۰۵ تا ۰/۲ در نظر گرفته شده است.

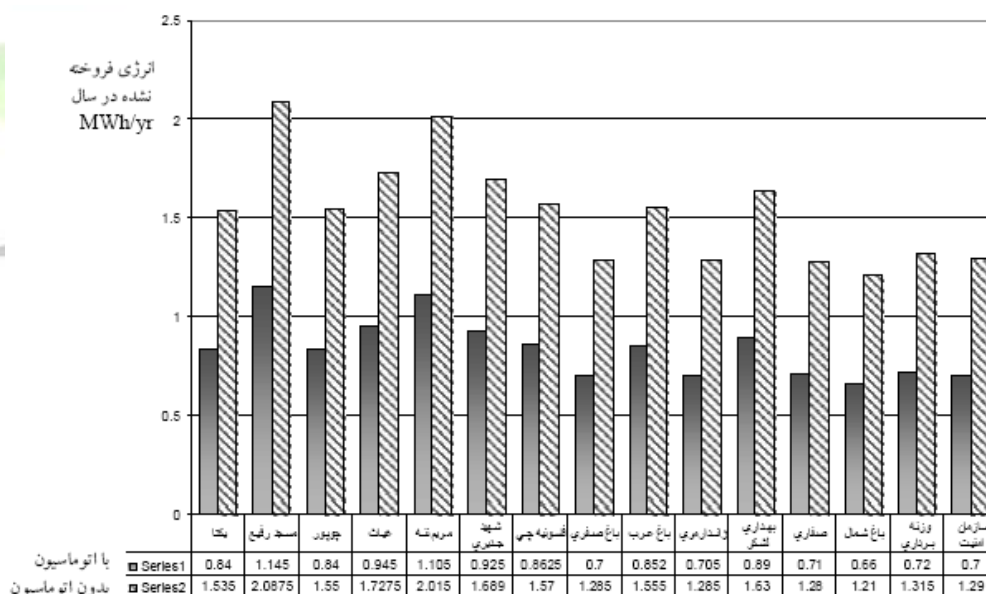


برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

نتایج شبیه سازی در جدول و نمودار آورده شده است. چنانکه مشاهده می شود با توجه به یکسان گرفتن وضعیت وقوع حوادث متوسط تعداد خاموشی در سال تغییری نکرده است. با این حال اجرای اتوماسیون تأثیر بسزایی در کاهش میزان انرژی فروخته نشده و متوسط زمان خاموشی به عنوان شاخصهای قابلیت اطمینان دارد. [45]

متوسط زمان خاموشی در سال	متوسط تعداد خاموشی در سال	انرژی فروخته نشده فیدر	
۵/۰۱	۰/۹۶	۲۳/۰۲	بدون اتوماسیون
۲/۷۴	۰/۹۶	۱۲/۶۲	با اتوماسیون

جدول ۳-۴ نتایج شبیه سازی (تأثیر اتوماسیون بر شاخص های قابلیت اطمینان)



شکل ۴-۵ جدول ۳-۴ نتایج شبیه سازی (تأثیر اتوماسیون در انرژی فروخته نشده)

### نتیجه گیری

اتوماسیون از راههای افزایش قابلیت اطمینان شبکه های توزیع به شمار می رود. این امر با کاهش زمان عیب یابی محقق می شود. با توجه به زمان بر و مشکل بودن عیب یابی در شبکه های زمینی،

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

اتوماسیون این شبکه ها می تواند تأثیر بیشتری بر قابلیت اطمینان داشته باشد. با توجه به پیشرفتهای حاصله در سیستمهای عیب یابی و ارتباطی، اجرای اتوماسیون در این شبکه ها قابل اجرا شده است. در این قسمت بر اساس نتایج شبیه سازی یک شبکه واقعی کارایی اتوماسیون در افزایش قابلیت اطمینان شبکه های توزیع زمینی نشان داده شده است. [45]



فصل پنجم: نتایج و بحث

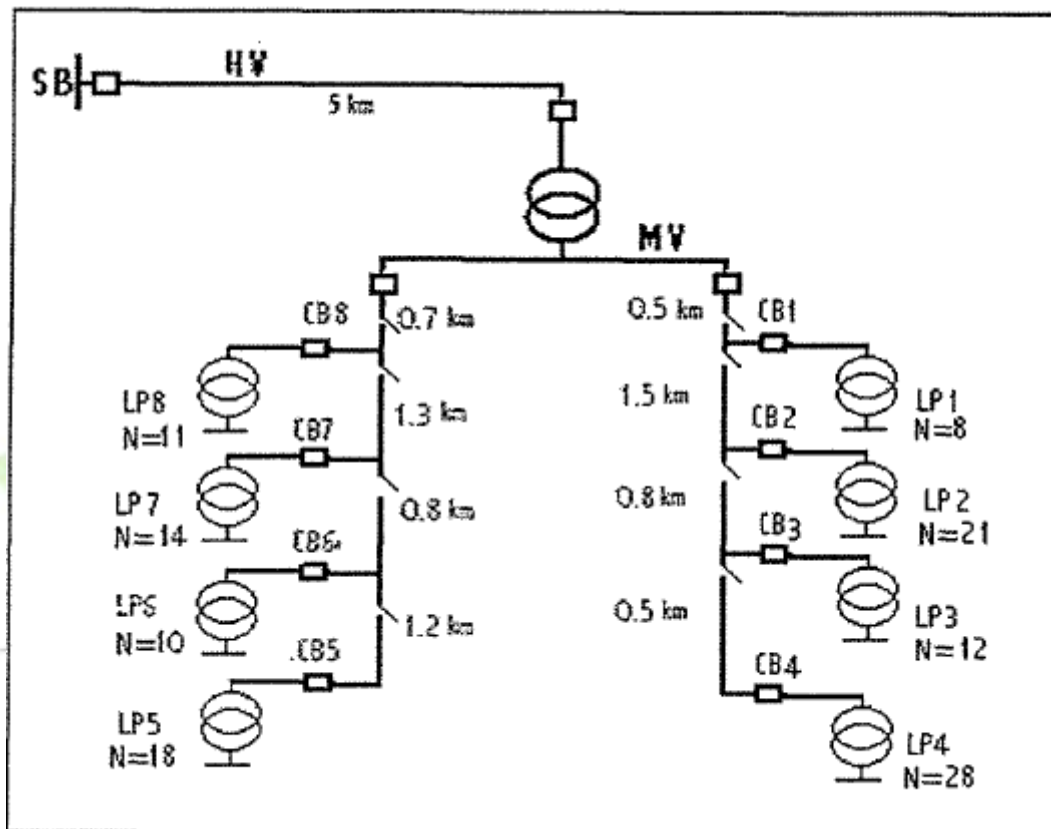
۵-۱-۱- ارزیابی قابلیت اطمینان سیستمهای توزیع نمونه

۵-۱-۱- سیستم توزیع نمونه ۱

یک سیستم توزیع ساده را که در شکل (۵-۱) نشان داده شده است، در نظر بگیرید. مشخصات

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

اجزای تشکیل دهنده آن در جدول (۱-۵) آورده شده است. توابع خسارت مصرف کنندگان و مدل بار میانگین سیستم نیز در جداول (۲-۵) و (۳-۵) نشان داده شده است. همچنین تعداد مصرف کننده های هر نقطه بار در شکل با N نشان داده شده اند.



شکل ۱-۵ شبکه توزیع نمونه ۱

جزء تشکیل دهنده سیستم	نرخ خرابی $\lambda$ (f/year)	زمان بازیابی r(h)
خط فوق توزیع	0.06/km	0.5
ترانسفورماتور فوق توزیع	0.001	4.0
فیدر اصلی	0.198/km	1.5
بریکر	0.002	5
ترانسفورماتور توزیع	0.05	3.0

جدول ۱-۵ مشخصات سیستم توزیع نمونه ۱

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

SCDF(\$/kW)						
sector	momentary	1 min	30 min	1 h	4 h	8 h
residential	-----	0.00	0.15	0.54	3.72	8.65
commercial	0.99	1.02	3.89	10.65	39.04	78.65
industrial	6.15	7.47	14.27	25.26	72.22	120.11

جدول ۵-۲ توابع خسارت ناشی از بروز وقفه در انرژی الکتریکی مصرف کنندگان مختلف در

### سیستم ۱

Load point	sector	Capacity (KW)	Load point	sector	Capacity (KW)
LP1	Res.	30	LP5	Res.	65
	Comm.	125		Comm.	200
	Ind.	100		Ind.	800
LP2	Res.	40	LP6	Res.	40
	Comm.	142		Comm.	80
	Ind.	275		Ind.	360
LP3	Res.	35	LP7	Res.	72
	Comm.	150		Comm.	115
	Ind.	750		Ind.	300
LP4	Res.	60	LP8	Res.	50
	Comm.	150		Comm.	40
	Ind.	550		Ind.	150

جدول ۵-۳ مقدار بار میانگین مصرف کننده های مختلف در هر نقطه بار سیستم ۱

برای ارزیابی قابلیت اطمینان این سیستم دو حالت زیر را در نظر می گیریم:

حالت A: سیستم بریکرهای CB1 تا CB8 را ندارد.

حالت B: سیستم مجهز به بریکرهای CB1 تا CB8 می باشد.

با استفاده از روشهای تحلیلی و تئوری قابلیت اطمینان، شاخصهای نقاط بار و سیستم در دو حالت

A و B و با در نظر گرفتن اینکه بریکرها عملکرد صحیحی داشته باشند یا دچار نقص شوند،

محاسبه شده اند. نتایج محاسبات در جداول (۵-۴) و (۵-۵) آورده شده اند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

حالت	شاخص	LP1	LP2	LP3	LP4	LP5	LP6	LP7	LP8
A	$\lambda$	1.149	1.357	1.506	1.556	1.695	1.645	1.357	1.149
	r	1.324	1.406	1.466	1.515	1.513	1.469	1.406	1.324
	U	1.522	1.909	2.208	2.358	2.566	2.416	1.909	1.522
B	$\lambda$	1.149	1.307	1.406	1.406	1.545	1.545	1.307	1.149
	r	1.324	1.345	1.357	1.357	1.369	1.369	1.345	1.324
	U	1.522	1.759	1.908	1.908	2.116	2.116	1.759	1.522

جدول ۴-۵ شاخص های قابلیت اطمینان نقاط بار سیستم توزیع نمونه ا با بریکر های مطمئن

حالت	شاخص	LP1	LP2	LP3	LP4	LP5	LP6	LP7	LP8
A	$\lambda$	1.149	1.357	1.506	1.556	1.695	1.645	1.357	1.149
	r	1.324	1.406	1.466	1.515	1.513	1.469	1.406	1.324
	U	1.522	1.909	2.208	2.358	2.566	2.416	1.909	1.522
B	$\lambda$	1.151	1.311	1.412	1.414	1.553	1.551	1.311	1.151
	r	1.331	1.356	1.372	1.377	1.388	1.383	1.356	1.331
	U	1.532	1.779	1.938	1.948	2.156	2.146	1.779	1.532

جدول ۵-۵ شاخص های قابلیت اطمینان نقاط بار سیستم توزیع نمونه ا با در نظر گرفتن احتمال

نقص در بریکر ها

شاخصهای قابلیت اطمینان سیستم فوق نیز محاسبه شده اند که می توان آنها را در جدول (۵-۶)

مشاهده نمود.

حالت	SAIFI (In/Cus.yr)	SAIDI (hr/Cus.yr)	CAIDI (hr/Cus.In)	ASAI	ASUI	ENS (KWh)	AENS (KWh/cus)	
بریکرهای مطمئن	A	1.4587	2.1199	1.4533	0.99976	0.00024	10305	84.469
بریکرهای نامطمئن	B	1.3697	1.8531	1.353	0.99979	0.00021	8917.9	73.098
بریکرهای مطمئن	A	1.4587	2.1199	1.4533	0.99976	0.00024	10305	84.469
بریکرهای نامطمئن	B	1.3753	1.8809	1.3676	0.99979	0.00021	9057.2	74.239

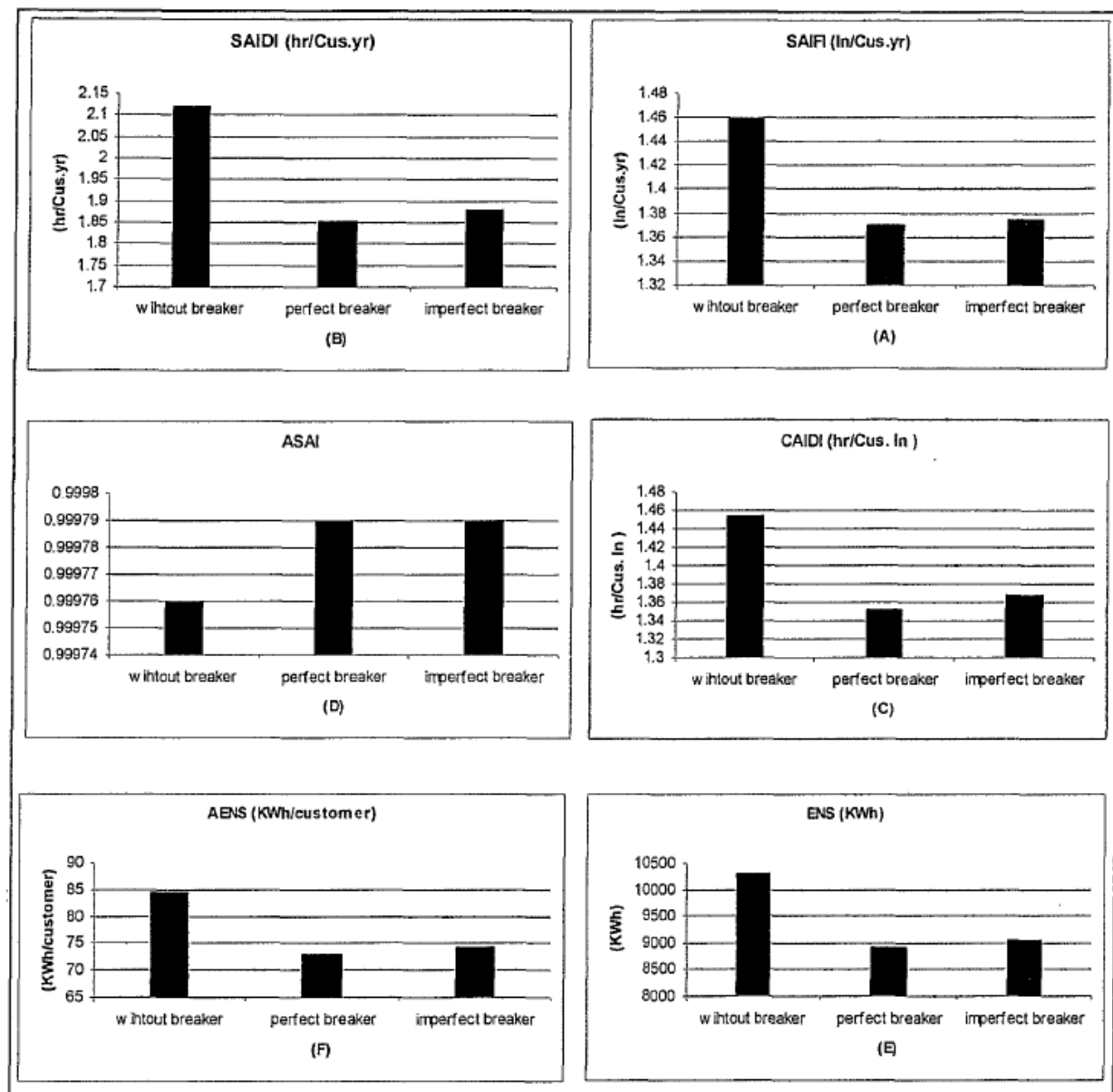
جدول ۶-۵ شاخص های قابلیت اطمینان سیستم توزیع نمونه ا

همچنین شاخصهای اقتصادی قابلیت اطمینان سیستم فوق نیز در جدول (۷-۵) آورده شده اند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

	حالت	EENS (KWh)	ECOST (\$)	IEAR (\$/KWh)
بریکرهای مطمئن	A	10305	165560	16.065
	B	8917.9	145840	16.354
بریکرهای نامطمئن	A	10305	165560	16.065
	B	9057.2	147770	16.315

جدول ۵-۷ شاخص های اقتصادی قابلیت اطمینان سیستم توزیع نمونه ۱



شکل ۵-۲ نمودار شاخص های سیستم در سه حالت مختلف

شکل (۵-۲) نمودار شاخصهای سیستم را نشان می دهد. با توجه به نتایج و شکل‌های مربوطه در



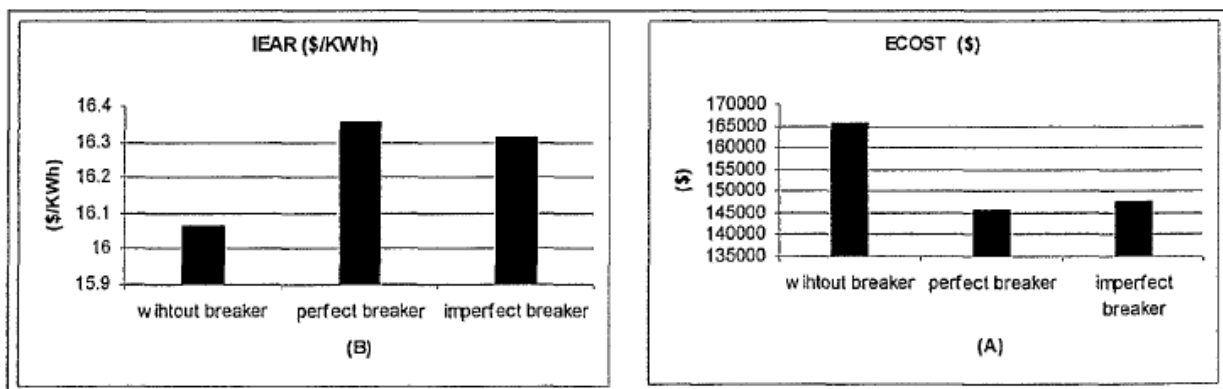
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

می یابیم که نصب بریکرها در شبکه، (حتی اگر بریکرها عملکرد صددرصد صحیحی نداشته

باشند) باعث بهبود قابل توجهی در شاخصها و در نتیجه بهبود قابلیت اطمینان شبکه می شود.

همچنین مقادیر شاخصهای اقتصادی سیستم با نصب بریکرها، کاهش چشمگیری دارند که در

شکل (۵-۳) کاملاً مشهود است. [46]



شکل ۵-۳ نمودار شاخص های اقتصادی سیستم در سه حالت مختلف

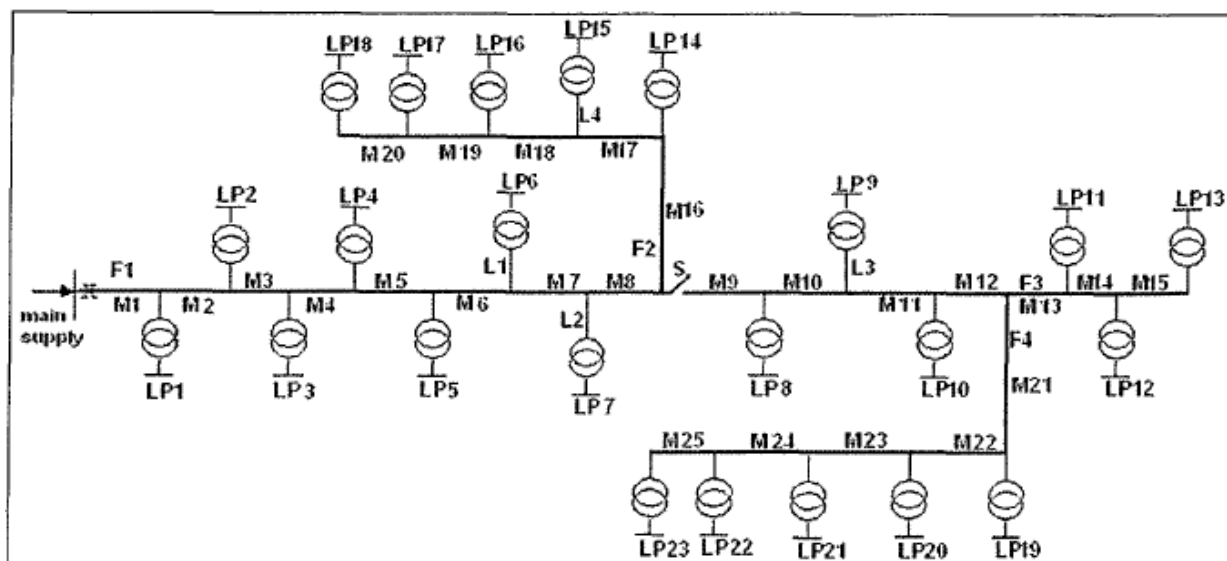
WikiPower.ir

۵-۱-۲- سیستم توزیع نمونه ۱۱

مشخصات سیستم توزیع نمونه ۱۱ که نمای شماتیک آن در شکل (۵-۴) نشان داده شده است، در

جداول (۵-۸) تا (۵-۱۰) آورده شده است.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۴-۵ دیاگرام تک خطی سیستم توزیع نمونه II

Line section	Failure rate (Occ/year)	Line section	Failure rate (Occ/year)
M1	0.1820	M16	0.2080
M2	0.1625	M17	0.1040
M3	0.1040	M18	0.1820
M4	0.0585	M19	0.1625
M5	0.1040	M20	0.2080
M6	0.1625	M21	0.1820
M7	0.1040	M22	0.1625
M8	0.0585	M23	0.1040
M9	0.2080	M24	0.2080
M10	0.1820	M25	0.1820
M11	0.2275	L1	0.0390
M12	0.1040	L2	0.04875
M13	0.1820	L3	0.0390
M14	0.2080	L4	0.0520
M15	0.1625	L5	0.04875

جدول ۵-۸ مقادیر پارامتر های سیستم توزیع نمونه II



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

Load point	Capacity (MW)	Number of customers	Load point	Capacity (MW)	Number of customers
LP1	0.1659	147	LP13	0.2051	1
LP2	0.1808	126	LP14	0.1554	79
LP3	0.2051	1	LP15	0.1929	1
LP4	0.2633	1	LP16	0.1585	76
LP5	0.2070	132	LP17	0.2501	1
LP6	0.1659	147	LP18	0.2633	1
LP7	0.3057	1	LP19	0.1554	79
LP8	0.1554	79	LP20	0.1929	1
LP9	0.2831	1	LP21	0.2831	1
LP10	0.1585	76	LP22	0.1585	76
LP11	0.1554	79	LP23	0.3057	1
LP12	0.1585	76			

جدول ۵-۱۰ مقادیر پارامتر های سیستم توزیع نمونه II جدول ۵-۹ مقادیر پارامتر های

#### سیستم توزیع نمونه II

در سیستم فوق در ابتدای تمام سکشنهای فرعی و نیز شاخه های F2، F3 و F4 فیوزهایی با قابلیت اطمینان ۱۰۰٪ نصب شده است. همچنین برای این سیستم فرض می شود که نرخ خرابی و زمان تعمیر هر ترانسفورماتور به ترتیب برابر 0.0150occ/year و 10 ساعت است و برای تمام سکشنهای خطوط نیز زمان تعمیر و زمان کلیدزنی را به ترتیب 5 ساعت و 1 ساعت در نظر می گیریم. با توجه به مشخصات فوق و ساختار سیستم، قابلیت اطمینان این سیستم مورد بررسی قرار گرفته و نتایج آن در جداول (۵-۱۱) و (۵-۱۲) آورده شده است.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

Load point	Failure rate (Occ/year)	Outage time(hr)	Unavailability (hr/year)
LP1	1.67250	3.31928	5.55150
LP2	1.67250	3.31928	5.55150
LP3	1.67250	3.31928	5.55150
LP4	1.67250	3.31928	5.55150
LP5	1.67250	3.31928	5.55150
LP6	1.71150	3.35758	5.74650
LP7	1.72125	3.36688	5.79525
LP8	1.67250	5.04484	8.43750
LP9	1.71150	5.04382	8.63250
LP10	1.67250	5.04484	8.43750
LP11	2.22500	5.03371	11.20000
LP12	2.22500	5.03371	11.20000
LP13	2.22500	5.03371	11.20000
LP14	2.53700	3.89200	9.87400
LP15	2.58900	3.91425	10.13400
LP16	2.53700	3.89200	9.87400
LP17	2.53700	3.89200	9.87400
LP18	2.53700	3.89200	9.87400
LP19	2.51100	5.02987	12.63000
LP20	2.55600	5.02930	12.87375
LP21	2.51100	5.02987	12.63000
LP22	2.51100	5.02987	12.63000
LP23	2.51100	5.02987	12.63000

جدول ۵-۱۱ مقادیر شاخص های قابلیت اطمینان نقاط بار سیستم توزیع نمونه ۱۱

نمودارهای میله ای این شاخصها نیز در شکل (۵-۵) نشان داده شده است. ملاحظه می شود که

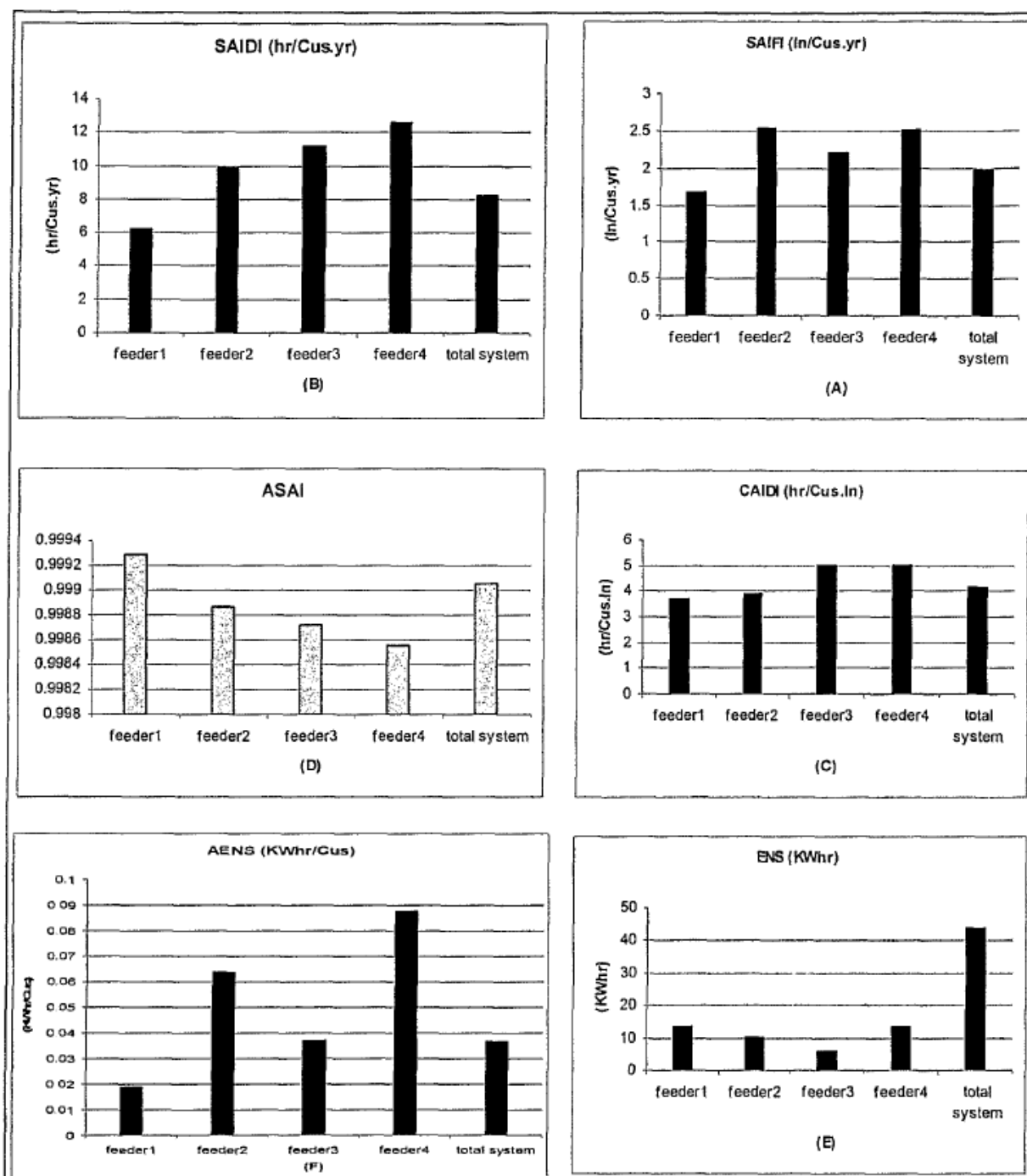
شاخص SAIFI و ENS در فیدرهای ۱ و ۴ زیاد است که دلیل آن تعداد مصرف کنندگان زیاد این

فیدرها و نرخ خرابی بیشتر است.

Feeder	SAIFI (In/Cus.yr)	SAIDI (hr/Cus.yr)	CAIDI (hr/Cus.In)	ASAI	ASUI	ENS (KWhr)	AENS (KWhr/Cus)
1	1.6807	6.2256	3.70423	0.99929	0.00071	13.492	0.018975
2	2.5373	9.8756	3.89214	0.99887	0.00113	10.124	0.064073
3	2.225	11.2000	5.03371	0.99872	0.00128	6.3168	0.037262
4	2.5113	12.632	5.02990	0.99856	0.00144	13.884	0.087877
Total	1.9778	8.2247	4.15850	0.99906	0.00094	43.816	0.037038

جدول ۵-۱۲ مقادیر شاخص های قابلیت اطمینان سیستم توزیع نمونه ۱۱

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



شکل ۵-۵ نمودار های میله ای شاخص های سیستم نمونه II

جداول (۵-۱۳) و (۵-۱۴) به ترتیب توابع خسارت م مصرف کنندگان و نوع م مصرف کنندگان هر

نقطه بار این سیستم را نشان می دهد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

SCDF (\$/KWh)			
Interruption duration	Residential	Commercial	Industrial
2 sec	0.0000	0.4752	0.7291
1 min	0.0002	1.7790	3.1663
20 min	0.0278	4.3217	5.2580
1 hr	0.1626	6.5508	13.791
2 hr	0.5428	9.1189	30.1775
4 hr	1.8126	16.2679	64.9784
8 hr	4.005	30.3254	109.7704
24 hr	18.2491	44.732	136.0388

جدول ۵-۱۳ نرخ خسارت های تحمیلی به مصرف کنندگان ناشی از زمان های قطعی مختلف در

### انرژی الکتریکی

Load point	Sector	Load point	Sector	Load point	Sector
LP1	Residential	LP9	Industrial	LP17	Industrial
LP2	Residential	LP10	Commercial	LP18	Industrial
LP3	Industrial	LP11	Commercial	LP19	Commercial
LP4	Industrial	LP12	Commercial	LP20	Industrial
LP5	Residential	LP13	Industrial	LP21	Industrial
LP6	Residential	LP14	Commercial	LP22	Commercial
LP7	Industrial	LP15	Industrial	LP23	Industrial
LP8	Commercial	LP16			

جدول ۵-۱۴ نوع مصرف کنندگان هر نقطه بار سیستم نمونه II

شاخصهای اقتصادی سیستم فوق نیز محاسبه شده اند که نتایج آن در جدول (۵-۱۵) آورده شده

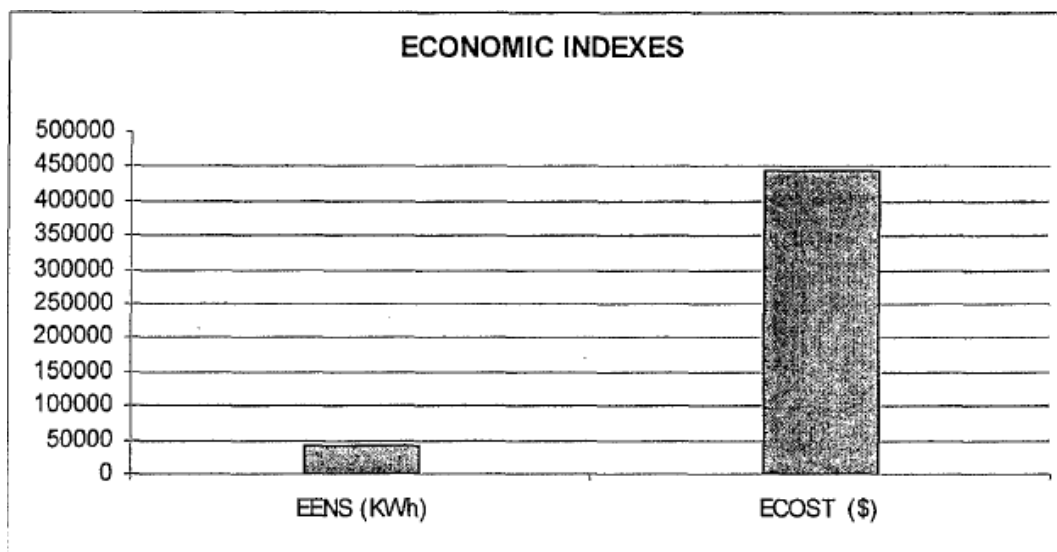
است.

EENS (KWh)	ECOST (\$)	IEAR (\$/KWh)
43816	443410	10.12

جدول ۵-۱۵ مقادیر شاخص های اقتصادی قابلیت اطمینان سیستم نمونه II

نمودار میله ای این شاخصها در شکل (۵-۶) نشان داده شده است. [46]

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازم



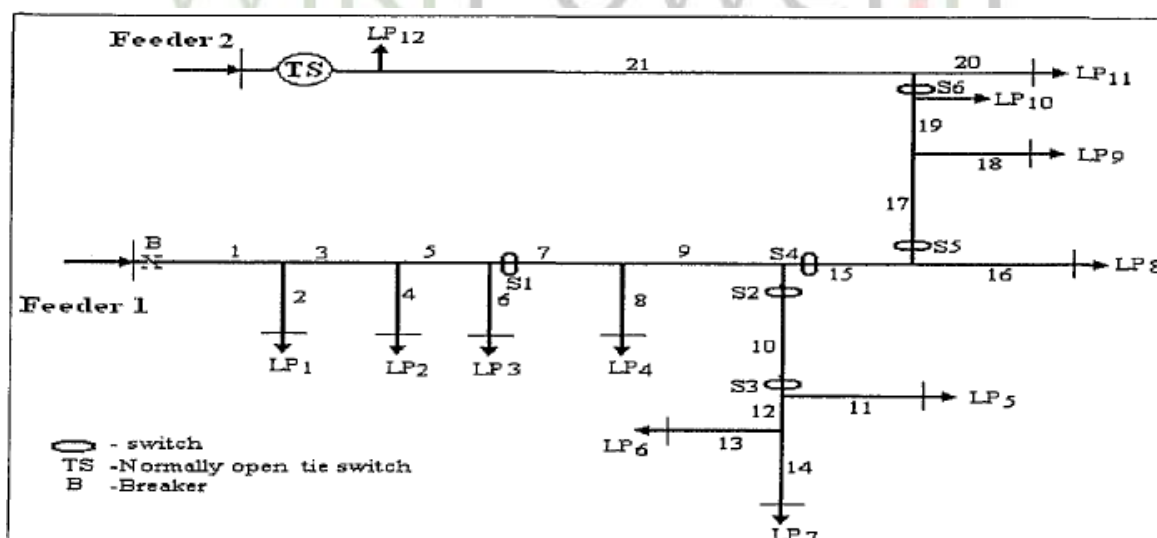
شکل ۵-۶ نمودار میله ای شاخص های اقتصادی قابلیت اطمینان سیستم نمونه II

۵-۱-۳- سیستم توزیع نمونه III

سیستم توزیع نمونه III که نمای شماتیکی آن در شکل (۵-۷) آورده شده است، دارای مشخصاتی

است که در جدول (۵-۱۶) موجود می باشند. مدت زمان لازم برای اعزام پرسنل جهت انجام عمل

کلیدزنی و جداسازی قسمت معیوب، ۱ ساعت در نظر گرفته می شود.



شکل ۵-۷ دیاگرام تک خطی سیستم توزیع III



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

Line	$\lambda$ (f/yr)	r (h)	Load point	customer	$L_a$ (KW/cust)	sector
1	0.083	3	1	20	0.95	Residential
2	0.064	3	2	4	275	Industrial
3	0.058	3	3	9	120	Industrial
4	0.045	3	4	9	180	Industrial
5	0.026	3	5	15	5.01	Commercial
6	0.064	3	6	11	3.75	Commercial
7	0.026	3	7	25	0.835	Residential
8	0.070	3	8	43	1.19	Residential
9	0.077	3	9	33	0.8	Residential
10	0.102	3	10	11	9.34	Commercial
11	0.192	3	11	7	780	Industrial
12	0.077	3	12	6	645	Industrial
13	0.032	3				
14	0.256	3				
15	0.032	3				
16	0.019	3				
17	0.090	3				
18	0.166	3				
19	0.147	3				
20	0.096	3				
21	0.083	3				

جدول ۵-۱۶ مشخصات سیستم توزیع نمونه III

شاخصهای اصلی نقاط بار سیستم توزیع نمونه III و نیز شاخصهای سیستم، در جداول (۵-۱۷) و

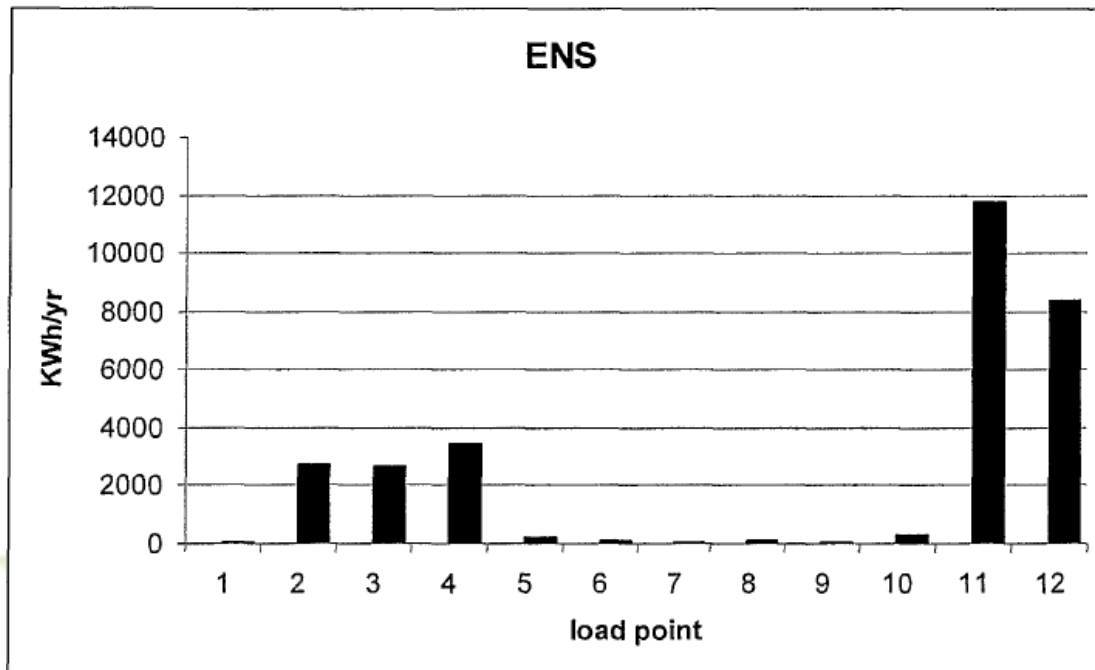
(۵-۱۸) موجود می باشند.

Load point	$\lambda$ (f/yr)	r (h)	U (h/yr)	ENS (KWh)
1	1.805	1.377	2.485	47.215
2	1.805	1.377	2.485	2733.5
3	1.805	1.377	2.485	2683.8
4	1.805	1.192	2.151	3484.6
5	1.805	1.922	3.469	260.7
6	1.805	1.922	3.469	143.1
7	1.805	1.922	3.469	72.415
8	1.805	1.057	1.907	97.581
9	1.805	1.447	2.611	68.93
10	1.805	1.447	2.611	268.25
11	1.805	1.198	2.163	11810
12	1.805	1.198	2.163	8370.8

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

جدول ۵-۱۷ نتایج ارزیابی سیستم توزیع نمونه III

شکل (۵-۸) نیز نشان دهنده مقادیر انرژی تغذیه نشده در نقاط بار سیستم است.



شکل ۵-۸ نمودار مقادیر انرژی تغذیه نشده در نقاط بار سیستم توزیع III

SAIFI (In/Cus.yr)	SAIDI (hr/Cus.yr)	CAIDI (hr/Cus.In)	ASAI	ASUI	ENS (KWhr)	AENS (KWhr/Cus)
1.805	2.6077	1.4447	0.9997	0.0003	30041	155.65

جدول ۵-۱۸ نتایج ارزیابی شاخص های کل سیستم توزیع نمونه III

توابع خسارت گروه‌های مختلف مصرف کنندگان سیستم توزیع نمونه III، در جدول (۵-۱۹)

آمده است. با استفاده از این مقادیر، شاخصهای اقتصادی سیستم محاسبه شده اند که می توان

آنها را در جدول (۵-۲۰) مشاهده نمود. [46]

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

SCDF (\$/KWh)			
Interruption duration	Residential	Commercial	Industrial
2 sec	0.0000	0.232	0.782
1 min	0.0000	1.63	1.87
20 min	0.0241	4.83	2.67
1 hr	0.141	13.0	5.65
2 hr	0.756	27.3	10.0
4 hr	1.57	65.7	20.6
8 hr	3.46	106	38.1
24 hr	15.8	127	60.7

جدول ۵-۱۹ توابع خسارت گروه های مختلف مصرف کنندگان سیستم توزیع نمونه III

EENS (KWh)	ECOST (\$)	IEAR (\$/KWh)
30041	166590	5.5455

جدول ۵-۲۰ شاخص های اقتصادی سیستم توزیع نمونه III

۵-۱-۴- ارزیابی قابلیت اطمینان سیستمهای توزیع پیچیده

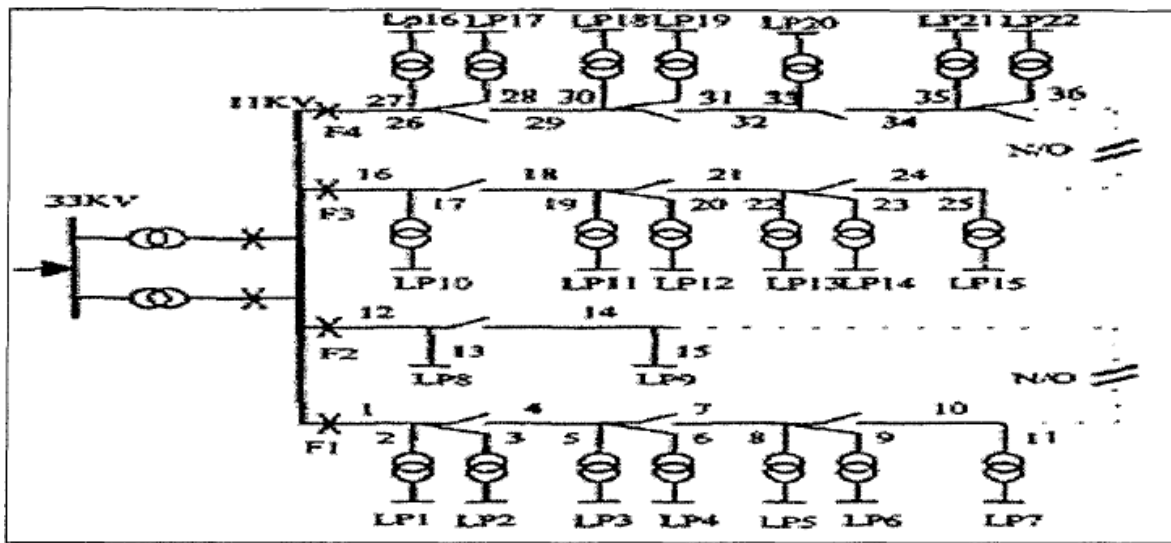
یک سیستم توزیع واقعی از خطوط، ترانسفورماتورها، کلیدها، بریکرها و تجهیزات مختلفی تشکیل شده است که عملکرد هر کدام از این تجهیزات بر مصرف کنندگان مختلف، تأثیرات متفاوت دارد. بنابراین برای ارزیابی قابلیت اطمینان یک سیستم توزیع واقعی باید عملکرد تجهیزات مهم و اصلی آن و شرایط حاکم بر آن را در نظر گرفت تا بتوان تصویر درستی از قابلیت اطمینان سیستم و راههای بهبود آن را ارائه کرد.

نمای کلی سیستم توزیع نمونه ۱۷ در شکلهای (۵-۹) و (۵-۱۰) به صورت شماتیکی و گسترده نشان داده شده است.

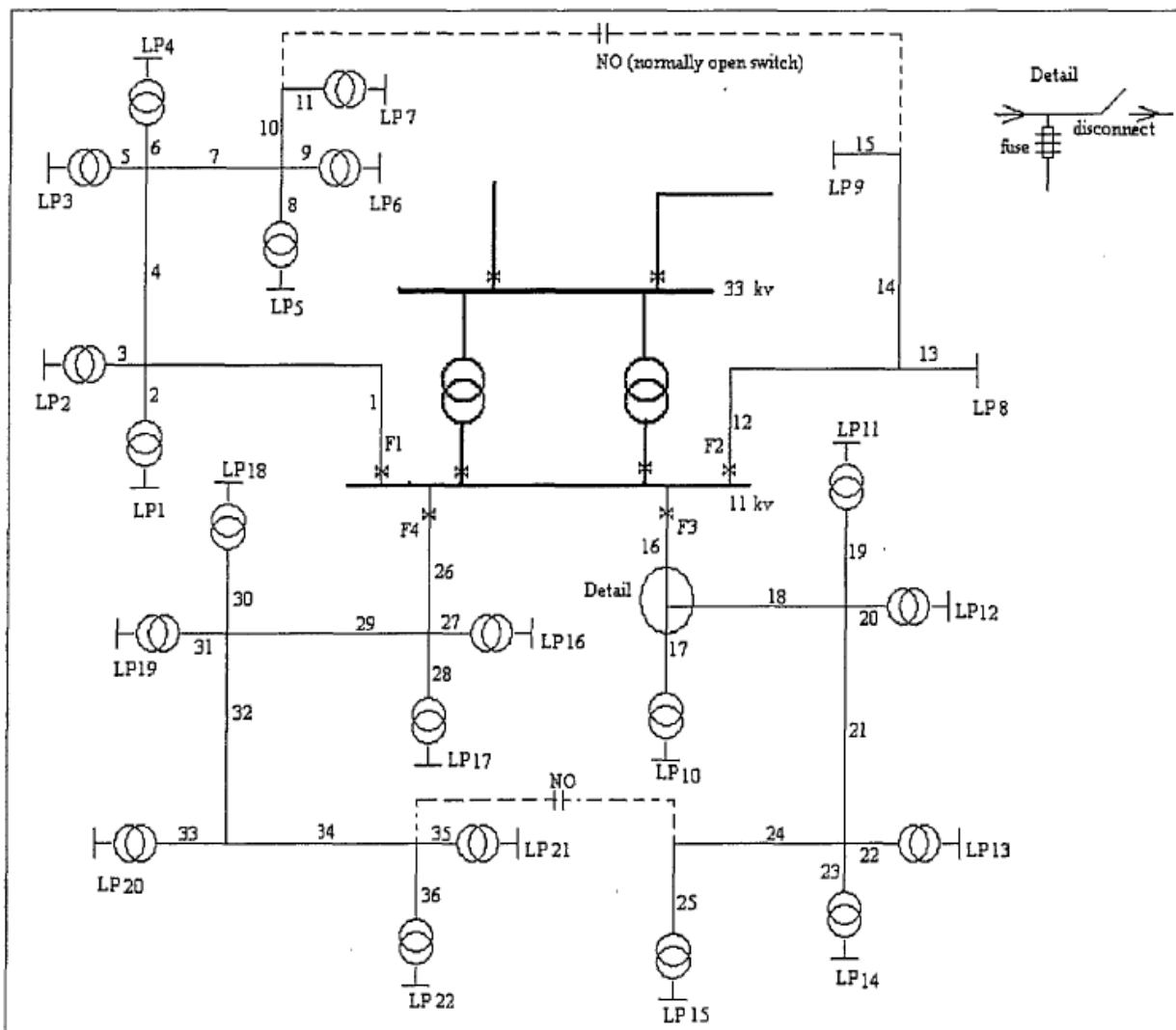
داده های اصلی سیستم در جداول (۵-۲۱) تا (۵-۲۳) آورده شده اند.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۵-۹ نمای شماتیکی سیستم توزیع IV



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

شکل ۵-۱۰ نمای گسترده سیستم توزیع IV

تعداد نقاط بار	نقاط بار	نوع مصرف کننده	سطح بار میانگین در هر نقطه بار (MW)	تعداد مصرف کننده در هر نقطه بار
5	1-3,10, 11	مسکونی	0.535	200
4	12 , 17-19	مسکونی	0.450	200
1	8	مصرف کننده کوچک	1.00	1
1	9	مصرف کننده کوچک	1.15	1
6	4,5,13,14,20,21	دولتی اداری	0.566	1
5	6,7,15,16,22	تجاری	0.454	10
مجموع			12.291	1908

جدول ۵-۲۱ اطلاعات مربوط به مصرف کننده های سیستم توزیع IV

نوع فیدر	طول سکشن فیدر (km)	شماره سکشن فیدر
1	0.60	2,6,10,14,17,21,25,28,30,34
2	0.75	1,4,7,9,12,16,19,22,24,27,29,32,35
3	0.80	3,5,8,11,13,15,18,20,23,26,31,33,36

جدول ۵-۲۲ اطلاعات مربوط به نوع فیدر و طول آن در سیستم توزیع IV

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

component	Size&type	$\lambda_p$	$\lambda_a$	$\lambda_T$	$\lambda''$	r	$r_p$	$r''$	$r_c$	s
Transformators	138/33 kv	0.0100	0.0100	0.050	0.5	----	15	168	0.083	1.0
	33/11 kv	0.0150	0.0150	0.050	1.0	----	15	120	0.083	1.0
	11/0.415kv	0.0150	0.0150	-----	---	200	10	----	-----	3.0
Breaker	138 kv	0.0058	0.0035	0.050	0.2	8	---	108	0.083	1.0
	33 kv	0.0020	0.0015	0.020	0.5	4	---	96	0.083	1.0
	11 kv	0.0060	0.0040	0.060	1.0	4	---	72	0.083	1.0
Busbars	33 kv	0.0010	0.0010	0.010	0.5	2	---	8	0.083	1.0
	11 kv	0.0010	0.0010	0.010	1.0	2	---	8	0.083	1.0
Lines(single weather state)	33 kv	0.0460	0.0460	0.060	0.5	8	---	8	0.083	2.0
	11 kv	0.0650	0.0650	-----	---	5	---			1.0
Lines(two weather state)	33 kv (normal)	0.0139	0.0139	0.018	0.5	8	---	8	0.083	2.0
	33 kv (adverse)	5.860	5.860	7.60	---	----	---	----	-----	---
Cables	11 kv	0.0400	0.0400	---	----	30	---	---	-----	3.0

جدول ۵-۲۳ پارامترهای اصلی قابلیت اطمینان سیستم های توزیع IV

در جدول (۵-۲۳) پارامترهای بکار رفته به صورت زیر تعریف شده اند:

$\lambda_p$ : نرخ خرابی دائمی (خرابی در سال) [ برای خطوط و کابلها، واحد این پارامتر خرابی در

کیلومتر در سال است ]

$\lambda_a$ : نرخ خرابی فعال (خرابی در سال) [ برای خطوط و کابلها واحد این پارامتر خرابی در کیلومتر

در سال است ]

$\lambda_T$ : نرخ خرابی گذرا (خرابی در سال) [ برای خطوط و کابلها واحد این پارامتر خرابی در کیلومتر

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در سال است]

$\lambda''$ : نرخ از مدار خارج شدن برای تعمیرات (خارج شدن در سال)

$r$ : زمان بازیابی و مرمت ( بر حسب ساعت )

$r_p$ : زمان تعویض قطعه با قطعه یدکی ( بر حسب ساعت )

$r''$ : زمان از مدار خارج شدن برای تعمیرات و نگهداری ( بر حسب ساعت )

$r_c$ : زمان وصل مجدد ( بر حسب ساعت )

$s$ : زمان کلیدزنی ( بر حسب ساعت )

همچنین مدت زمان شرایط جوی به صورت زیر در نظر گرفته شده است:

اگر مدت زمان میانگین شرایط آب و هوایی مساعد (نرمال) برابر ۷۲۴ ساعت باشد، طول مدت

میانگین شرایط جوی نامساعد (بحرانی) برابر ۴ ساعت است.

قابلیت اطمینان سیستم IV با فرض شش حالت زیر مورد بررسی قرار گرفته است که نتایج

بررسی برای حالت پایه (حالت A) در جدول (۵-۲۴) موجود می باشند.

حالت A: سیستم مجهز به فیوزها، جداکننده ها و منبع تغذیه جایگزین باشد و ترانسفورمرها در

صورت خرابی تعمیر شوند.

حالت B: سیستم مجهز به فیوزها، جداکننده ها و منبع تغذیه جایگزین نباشد و ترانسفورمرها در

صورت خرابی تعمیر شوند.

حالت C: سیستم مجهز به جداکننده ها و منبع تغذیه جایگزین نباشد، فیوزها در سیستم نصب

شوند و ترانسفورمرها در صورت خرابی تعمیر شوند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

حالت D: سیستم مجهز به جداکننده ها و منبع تغذیه جایگزین باشد، هیچ فیوزی در سیستم نصب نشده باشد و ترانسفورمرها در صورت خرابی تعمیر شوند.

حالت E: سیستم مجهز به فیوزها، جداکننده ها و منبع تغذیه جایگزین باشد و ترانسفورمرها در صورت خرابی با ترانسفورمر یدکی تعویض شوند.

حالت F: سیستم مجهز به جداکننده ها باشد، سیستم منبع تغذیه جایگزین نداشته باشد، هیچ فیوزی در سیستم نصب نشده باشد و ترانسفورمرها در صورت خرابی تعمیر شوند.

با استفاده از روش تحلیلی و روش شبیه سازی مونت کارلو شاخصهای اصلی نقاط بار  $(U, \lambda, r)$  محاسبه گردیده اند. در شبیه سازی مونت کارلو برای نرخ خرابی، نرخ تعمیر و زمان کلیدزنی توابع توزیع مختلفی در نظر گرفته شده اند و نتایج حاصله با مقادیر بدست آمده از روش تحلیلی مقایسه شده اند که این نتایج در جدول (۵-۲۵) موجود می باشند. ملاحظه می شود که نتایج شبیه سازی با نتایج تحلیلی اختلاف بسیار ناچیزی دارند که تقریباً قابل اغماض است.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

Load point	Cables			Lines		
	$\lambda$ ( $\text{f/yr}$ )	$r$ (h)	$U$ (h/yr)	$\lambda$ ( $\text{f/yr}$ )	$r$ (h)	$U$ (h/yr)
feeder F1						
1	0.153	31.84	4.87	0.240	14.90	3.58
2	0.161	31.75	5.11	0.253	14.40	3.64
3	0.161	31.75	5.11	0.253	14.40	3.64
4	0.153	31.84	4.87	0.240	14.90	3.58
5	0.161	31.75	5.11	0.253	14.40	3.64
6	0.159	31.75	5.05	0.250	14.51	3.63
7	0.161	30.75	4.95	0.253	14.24	3.60
feeder F2						
8	0.086	22.47	1.93	0.140	3.89	0.54
9	0.086	20.58	1.77	0.140	3.60	0.50
feeder F3						
10	0.155	31.47	4.88	0.243	14.73	3.58
11	0.161	31.75	5.11	0.253	14.40	3.64
12	0.163	31.73	5.17	0.256	14.29	3.66
13	0.161	30.41	4.90	0.253	14.19	3.59
14	0.163	30.41	4.96	0.256	14.08	3.61
15	0.155	31.47	4.88	0.243	14.73	3.58
feeder F4						
16	0.161	31.75	5.11	0.253	14.40	3.64
17	0.155	31.82	4.93	0.243	14.78	3.59
18	0.155	31.47	4.88	0.243	14.73	3.58
19	0.163	31.40	5.12	0.256	14.24	3.65
20	0.163	31.40	5.12	0.256	14.24	3.65
21	0.161	30.41	4.90	0.253	14.19	3.59
22	0.163	30.41	4.96	0.256	14.08	3.61

جدول ۵-۲۴ شاخصهای قابلیت اطمینان نقاط بار متصل به سیستم توزیع IV (نتایج حل تحلیلی)

شاخصهای قابلیت اطمینان سیستم IV با در نظر گرفتن حالت‌های مختلف ذکر شده محاسبه شده

اند که نتایج آن برای دو نوع سیستم توزیع هوایی (Line) و سیستم توزیع زمینی (Cable) در

جدول (۵-۲۶) آورده شده اند.

شکل‌های (۵-۱۱) تا (۵-۱۵) نمودارهای مقایسه ای هر کدام از این شاخصها را برای فیدرها و کل

سیستم نشان می دهد.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

For line Load point	Distribution function											
	Exponential			Log-normal			Normal			Gamma		
	$\lambda$	r	U	$\lambda$	r	U	$\lambda$	r	U	$\lambda$	r	U
<b>FEEDER 1</b>												
1	0.239	14.39	3.43	0.239	14.45	3.46	0.244	14.50	3.53	0.243	13.98	3.39
2	0.253	14.11	3.57	0.261	14.22	3.71	0.257	15.24	3.91	0.249	12.72	3.16
3	0.253	13.94	3.53	0.251	12.71	3.19	0.257	13.83	3.55	0.253	14.58	3.68
4	0.240	14.56	3.49	0.238	14.13	3.37	0.232	13.53	3.60	0.239	14.14	3.38
5	0.252	15.54	3.91	0.255	14.38	3.67	0.259	13.42	3.47	0.254	13.88	3.53
6	0.245	13.96	3.42	0.252	13.40	3.38	0.254	13.13	3.33	0.248	12.74	3.16
7	0.253	14.15	3.59	0.249	15.29	3.81	0.250	15.02	3.75	0.253	14.59	3.70
<b>FEEDER 2</b>												
8	0.140	3.82	0.54	0.144	2.53	0.36	0.142	2.41	0.34	0.142	2.51	0.36
9	0.141	3.78	0.53	0.140	2.48	0.35	0.140	2.54	0.36	0.139	2.42	0.34
<b>FEEDER 3</b>												
10	0.242	14.72	3.56	0.240	14.63	3.50	0.242	12.82	3.10	0.246	15.80	3.88
11	0.251	14.12	3.55	0.250	13.52	3.38	0.255	14.28	3.65	0.253	13.36	3.38
12	0.256	14.30	3.66	0.249	13.83	3.44	0.255	16.01	4.08	0.257	13.74	3.54
13	0.254	14.36	3.65	0.252	14.77	3.72	0.250	13.53	3.39	0.250	14.23	3.56
14	0.258	14.38	3.71	0.256	14.02	3.60	0.249	13.22	3.29	0.259	12.39	3.21
15	0.241	14.68	3.54	0.242	14.47	3.50	0.244	16.54	4.03	0.238	14.77	3.51
<b>FEEDER 4</b>												
16	0.252	14.02	3.54	0.252	12.56	3.17	0.254	11.67	2.97	0.247	12.92	3.19
17	0.244	14.77	3.60	0.239	14.39	3.44	0.242	14.84	3.60	0.245	14.14	3.46
18	0.240	15.06	3.62	0.246	14.27	3.51	0.248	12.07	2.99	0.240	12.27	2.94
19	0.256	14.05	3.60	0.258	13.35	3.45	0.253	13.82	3.49	0.255	12.81	3.27
20	0.256	14.22	3.64	0.262	13.60	3.57	0.258	14.09	3.64	0.258	13.96	3.60
21	0.252	14.29	3.60	0.253	13.63	3.45	0.248	14.03	3.48	0.255	12.98	3.30
22	0.256	13.77	3.52	0.248	14.34	3.55	0.248	12.87	3.19	0.257	13.68	3.52

جدول ۵-۲۵ شاخصهای قابلیت اطمینان نقاط بار متصل به سیستم توزیع IV (نتایج شبیه سازی با

توابع توزیع)

	Lines						Cables							
	SAIFI	SAIDI	CAIDI	ASAI	ASUI	ENS	AENS	SAIFI	SAIDI	CAIDI	ASAI	ASUI	ENS	AENS
a) case A: disconnects – fuses – alternative supply - repair of transformers														
F1	0.24804	3.6184	14.588	0.99959	0.000413	13172	20.203	0.15843	5.0309	31.755	0.99943	0.000574	18268	28.019
F2	0.13975	0.52325	3.7442	0.99994	5.97E-05	1122.1	561.03	0.086	1.851	21.523	0.99979	0.000211	3967.5	1983.8
F3	0.24994	3.6238	14.499	0.99959	0.000414	11203	17.727	0.1596	5.0489	31.636	0.99942	0.000576	15463	24.467
F4	0.24713	3.6051	14.588	0.99959	0.000412	12248	19.692	0.15787	4.978	31.532	0.99943	0.000568	16956	27.261
system	0.24826	3.6126	14.552	0.99959	0.000412	37746	19.783	0.15856	5.0163	31.637	0.99943	0.000573	54655	28.645
b) case B : no disconnects – no fuses – no alternative supply - repair of transformers														
F1	0.62505	23.6	37.757	0.99731	0.002694	86022	131.94	0.42505	30.6	71.992	0.99651	0.003493	1.12E+05	171.07
F2	0.1918	0.95875	4.9987	0.99989	0.000109	2061.3	1030.7	0.11805	3.54	29.988	0.9996	0.000404	7611	3805.5
F3	0.55805	20.34	36.448	0.99768	0.002322	63176	99.962	0.37805	26.64	70.467	0.99696	0.003041	82744	130.92
F4	0.62505	23.6	37.757	0.99731	0.002694	80004	128.62	0.42505	30.6	71.992	0.99651	0.003493	1.04E+05	166.77
system	0.6024	22.496	37.345	0.99743	0.002568	2.31E+05	121.21	0.40916	29.26	71.512	0.99666	0.00334	3.06E+05	160.18
c) case C : no disconnects – fuses – no alternative supply - repair of transformers														
F1	0.24804	4.165	16.791	0.99952	0.000475	15180	23.282	0.15843	7.3014	46.086	0.99917	0.000833	26609	40.811
F2	0.13975	0.69875	5	0.99992	7.98E-05	1502.3	751.16	0.086	2.58	30	0.99971	0.000295	5547	2773.5
F3	0.24994	4.1744	16.702	0.99952	0.000477	12971	20.523	0.1596	7.3364	45.969	0.99916	0.000837	22805	36.084
F4	0.24713	4.1604	16.835	0.99953	0.000475	14171	22.784	0.15787	7.2846	46.143	0.99917	0.000832	24944	40.104
system	0.24826	4.163	16.769	0.99952	0.000475	43824	22.969	0.15856	7.3026	46.056	0.99917	0.000834	79905	41.879
d) case D : disconnects – no fuses – alternative supply - repair of transformers														
F1	0.62505	7.1059	11.369	0.99919	0.000811	24672	37.841	0.42505	9.452	22.237	0.99892	0.001079	33109	50.781
F2	0.19175	0.57525	3	0.99993	6.57E-05	1233.9	616.93	0.118	1.947	16.5	0.99978	0.000222	4173.9	2086.9
F3	0.55805	6.0092	10.768	0.99931	0.000686	18906	29.914	0.37805	8.1767	21.629	0.99907	0.000933	25527	40.39
F4	0.62505	7.149	11.437	0.99918	0.000816	22474	36.132	0.42505	9.5012	22.353	0.99892	0.001085	30189	48.536
system	0.6024	6.7498	11.205	0.99923	0.000771	67286	35.265	0.40916	9.0378	22.089	0.99897	0.001032	92999	48.742

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

جدول ۵-۲۶ شاخصهای قابلیت اطمینان سیستم IV با در نظر گرفتن حالت های مختلف برای دو

نوع سیستم توزیع هوایی (Line) و سیستم توزیع زمینی (Cable)

	Lines							Cables						
	SAIFI	SAIDI	CAIDI	ASAI	ASUI	ENS	AENS	SAIFI	SAIDI	CAIDI	ASAI	ASUI	ENS	AENS
e) case E : disconnects – fuses – alternative supply - replacement of transformers														
F1	0.24804	0.76837	3.0977	0.99991	8.77E-05	2783.8	4.2697	0.15843	2.1809	13.766	0.99975	0.000249	7880	12.086
F2	0.13975	0.52325	3.7442	0.99994	5.97E-05	1122.1	561.03	0.086	1.851	21.523	0.99979	0.000211	3967.5	1983.8
F3	0.24994	0.77376	3.0958	0.99991	8.83E-05	2351.1	3.7201	0.1596	2.1989	13.778	0.99975	0.000251	6610.8	10.46
F4	0.24713	0.75511	3.0555	0.99991	8.62E-05	2586.9	4.1589	0.15787	2.128	13.479	0.99976	0.000243	7294.9	11.728
system	0.24826	0.76557	3.0838	0.99991	8.74E-05	8843.8	4.6351	0.15856	2.1693	13.681	0.99975	0.000248	25753	13.497
f) case F : disconnects – no fuses – no alternative supply - repair of transformers														
F1	0.625	9.7401	15.584	0.99889	0.001112	54090	82.96	0.425	12.775	30.059	0.99854	0.001458	70251	107.75
F2	0.19175	0.77675	4.0508	0.99991	8.87E-05	1697.3	848.66	0.118	2.784	23.593	0.99968	0.000318	6099	3049.5
F3	0.558	8.465	15.17	0.99903	0.000966	40884	64.69	0.378	11.414	30.196	0.9987	0.001303	54008	85.456
F4	0.625	11.66	18.655	0.99867	0.001331	52516	84.431	0.425	15.195	35.752	0.99827	0.001735	68432	110.02
system	0.60235	9.9341	16.492	0.99887	0.001134	1.49E+05	78.191	0.40911	13.103	32.027	0.9985	0.001496	1.99E+05	104.19

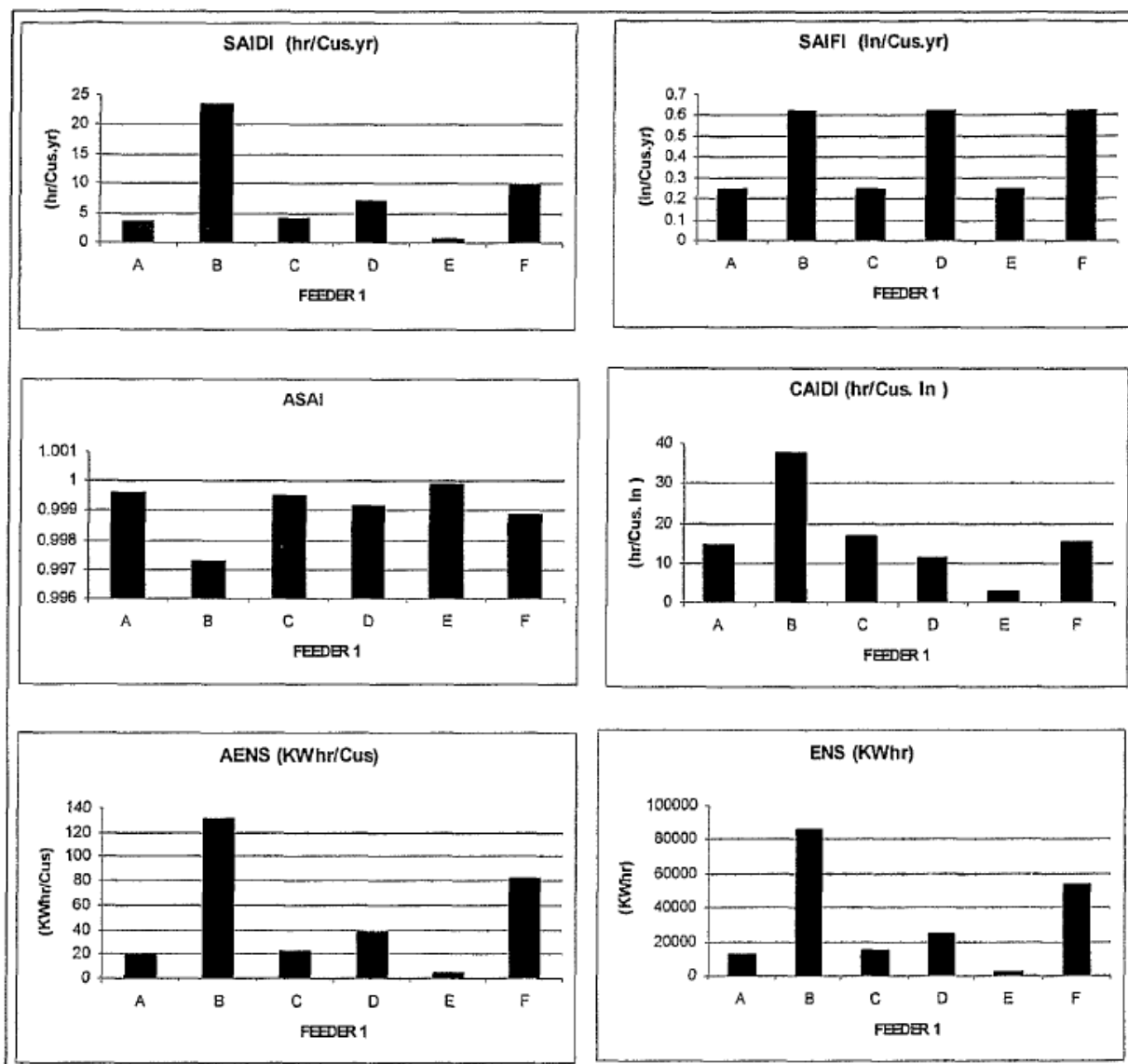
ادامه جدول ۵-۲۶ شاخصهای قابلیت اطمینان سیستم IV با در نظر گرفتن حالت های مختلف

برای دو نوع سیستم توزیع هوایی (Line) و سیستم توزیع زمینی (Cable)



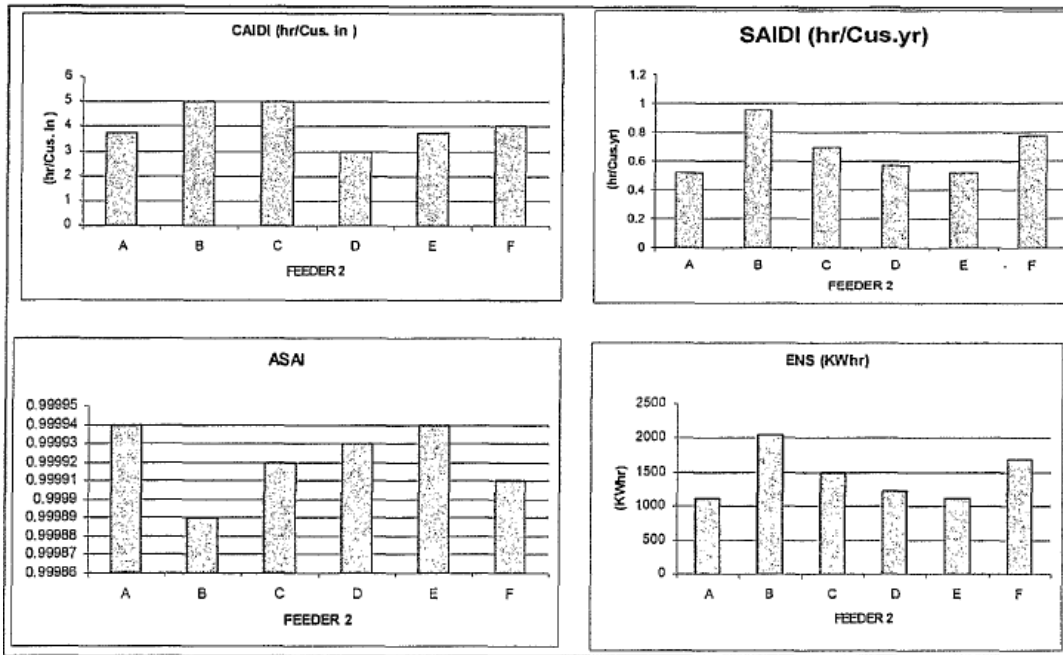


برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازم

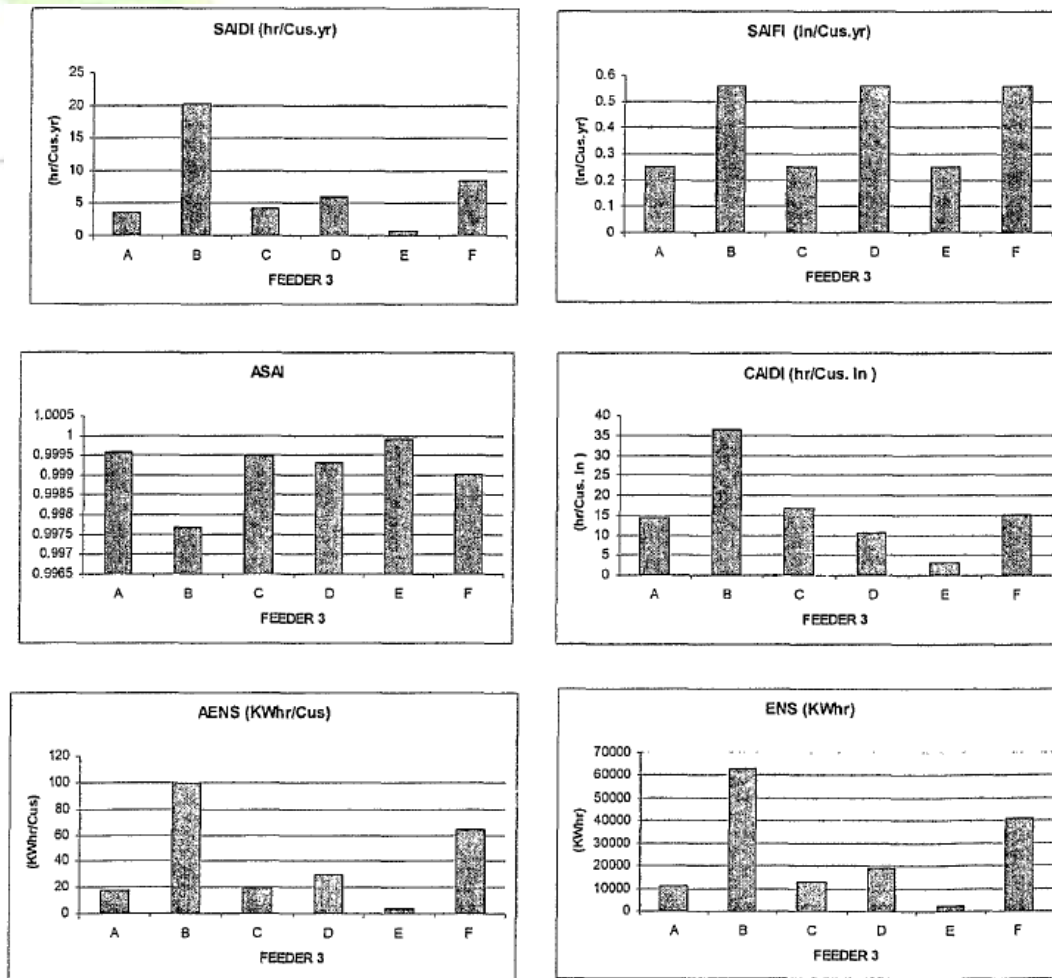


شکل ۵-۱۱ نمودار شاخص های فیدر ۱ در حالت های مختلف بررسی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر سایت و به همراه فونت های لازم

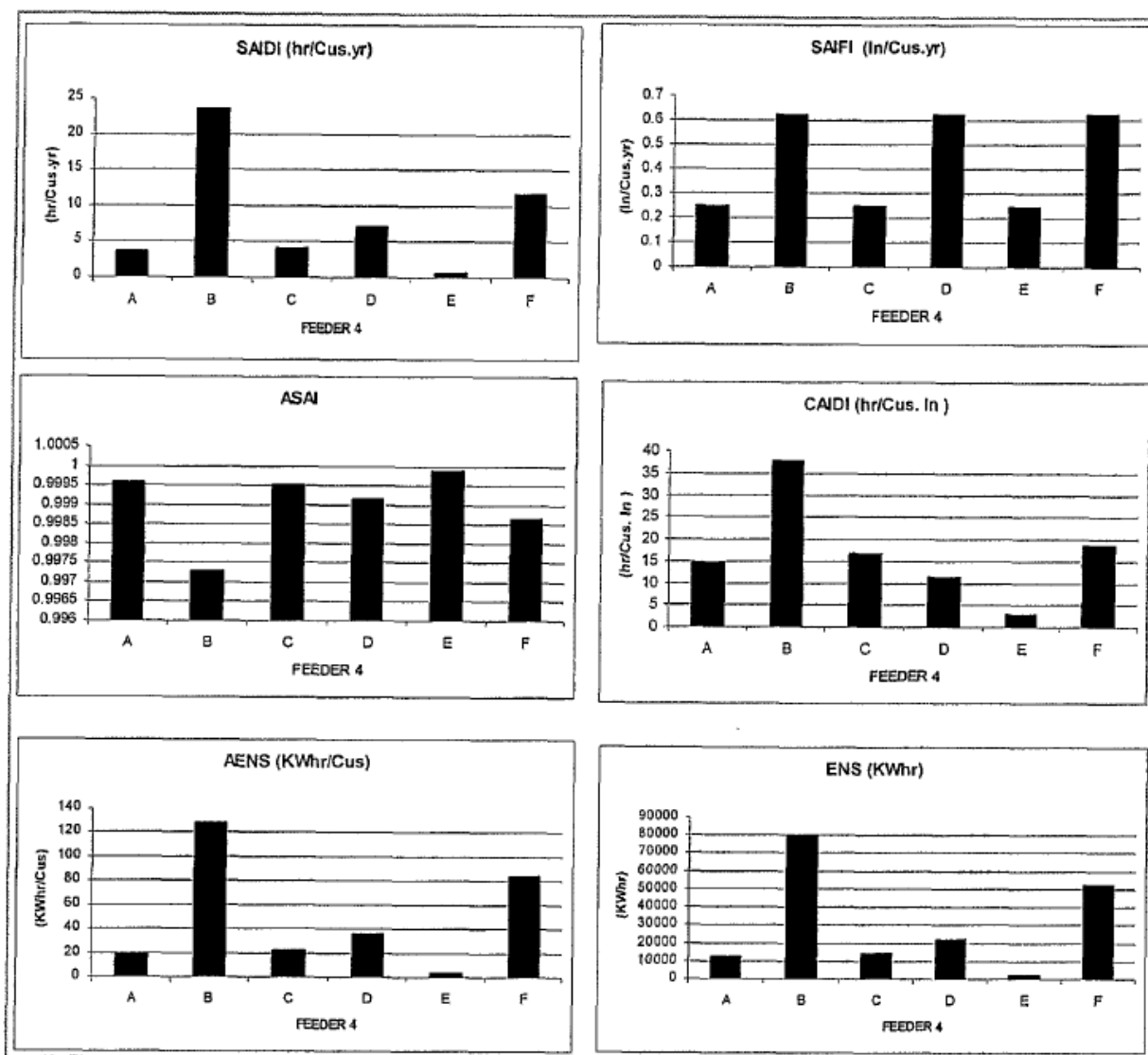


شکل ۵-۱۲ نمودار شاخص های فیدر ۲ در حالت های مختلف بررسی



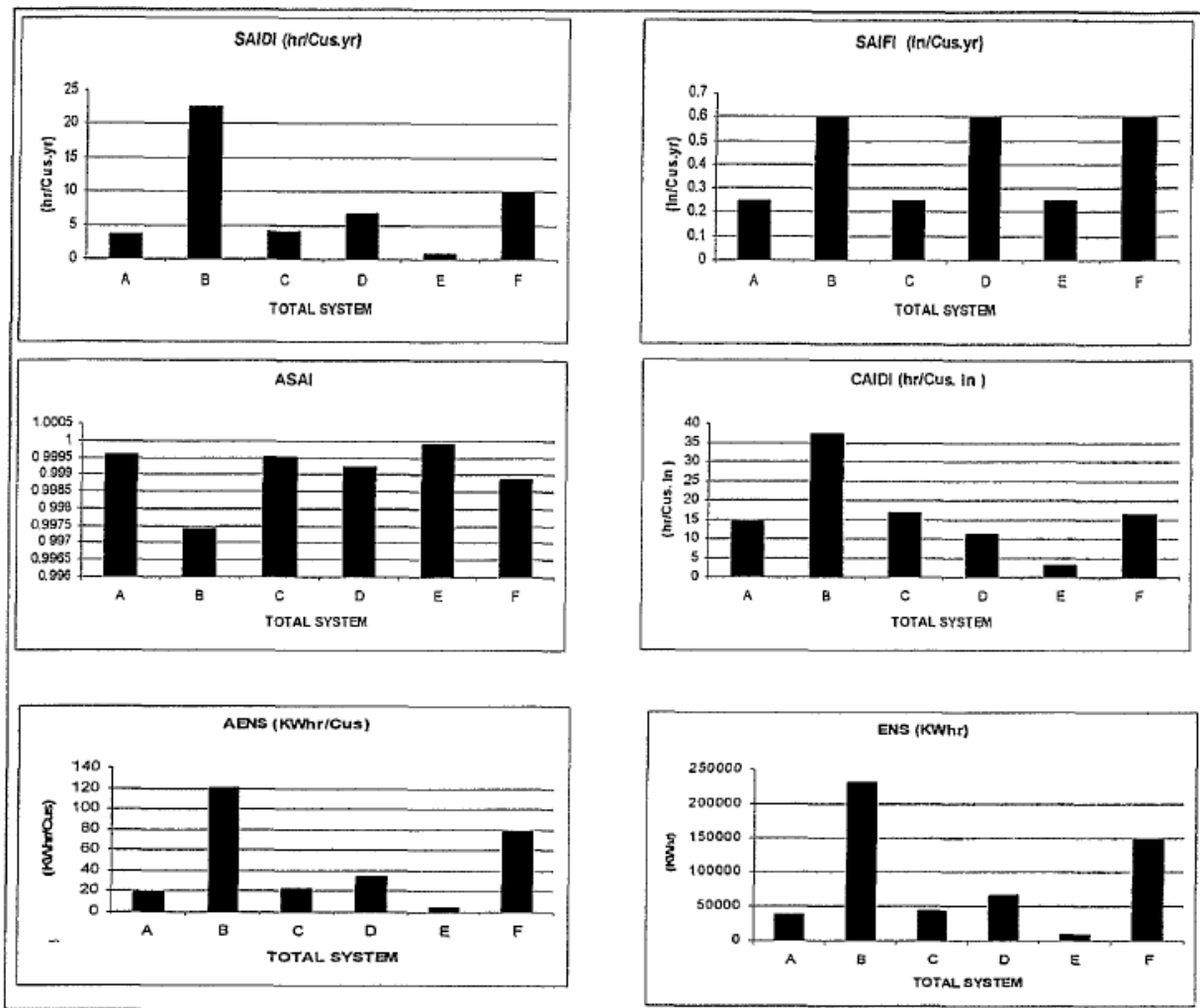
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

شکل ۵-۱۳ نمودار شاخص های فیدر ۳ در حالت های مختلف بررسی



شکل ۵-۱۴ نمودار شاخص های فیدر ۴ در حالت های مختلف بررسی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازم



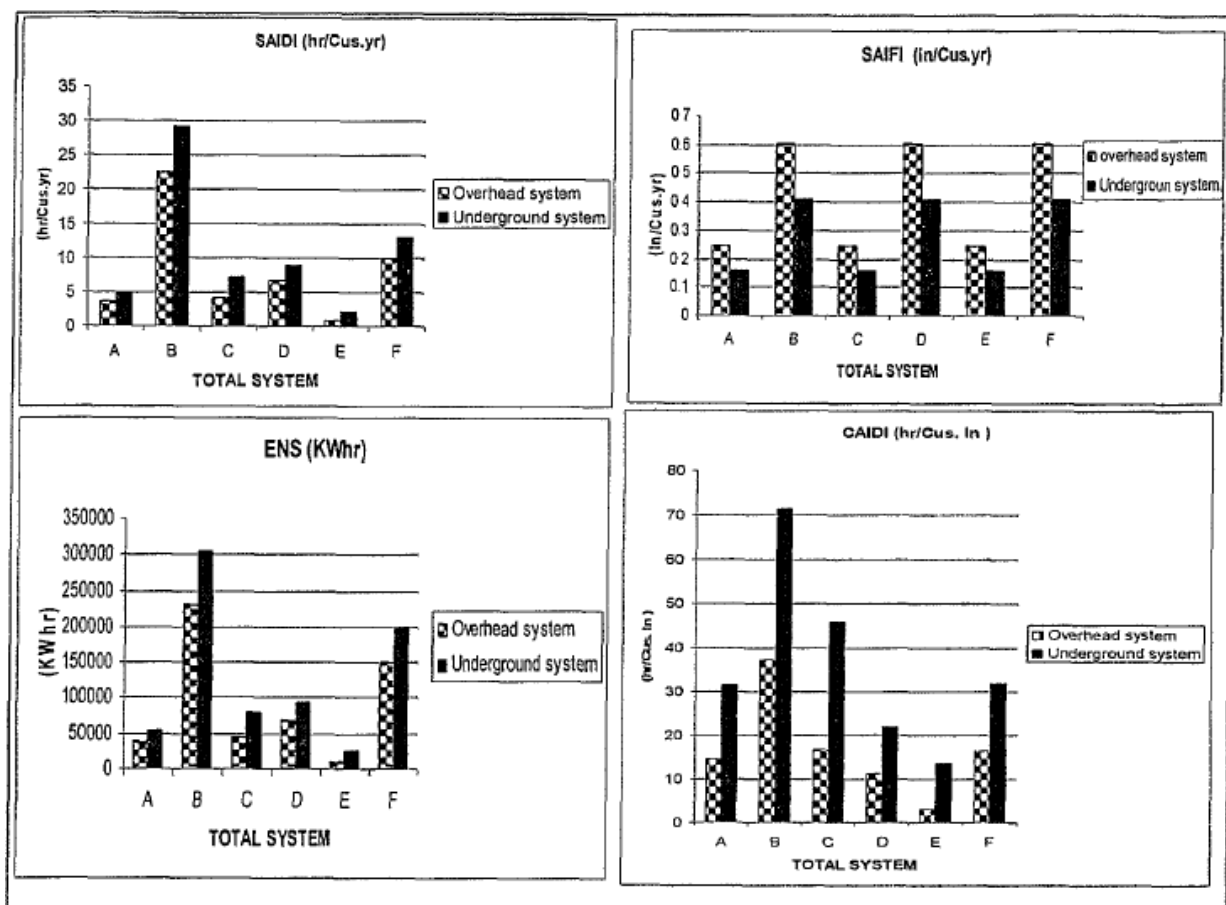
شکل ۵-۱۵ نمودار شاخص های سیستم IV در حالت های مختلف بررسی

با توجه به نمودارهای شکل‌های (۵-۱۱) تا (۵-۱۵) در می یابیم که شاخصهای فیدرها و نیز کل سیستم در حالت E بهترین مقدار را دارند. دلیل این امر این است که زمان تعویض ترانسفورمر معیوب با قطعه یدکی سالم (حالت E)، در مقایسه با زمان تعمیر آن (حالت‌های A تا D و F)، بسیار کم است. بنابر این زمان قطعی انرژی الکتریکی به مقدار زیادی کاهش پیدا می کند. در حالت‌های F و D، شاخصهای فیدرها و نیز کل سیستم نسبت به حالت‌های دیگر (بجز حالت B) نگران کننده هستند که اهمیت فیوزها را در قابلیت اطمینان ها نشان می دهد. تفاوت شاخصهای حالت‌های D و F نیز گویای اهمیت منبع تغذیه جایگزین در قابلیت اطمینان سیستم ها است. در حالت B که یک

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازم

حالت غیر واقعی است شاخصها بدترین وضعیت را دارند که دلیل آن نبود تجهیزات لازم در شبکه است.

در شکل (۵-۱۶) نیز نمودار این شاخصها برای دو نوع سیستم توزیع هوایی و زیرزمینی رسم شده اند. با توجه به شکل (۵-۱۶) در می یابیم که هرچند فرکانس تعداد خطاها در سیستم توزیع هوایی بیشتر است ولی از آنجا که مدت زمان کلیدزنی و نیز زمان رفع عیب در فیدرها در سیستم توزیع زیرزمینی بیشتر است، شاخصهای وابسته به زمان از جمله ENS در سیستم توزیع زمینی، مقادیر بدتری دارند. [46]



شکل ۵-۱۶ نمودار شاخص های سیستم ۱۷ برای دو نوع سیستم هوایی و زمینی در حالت های

مختلف

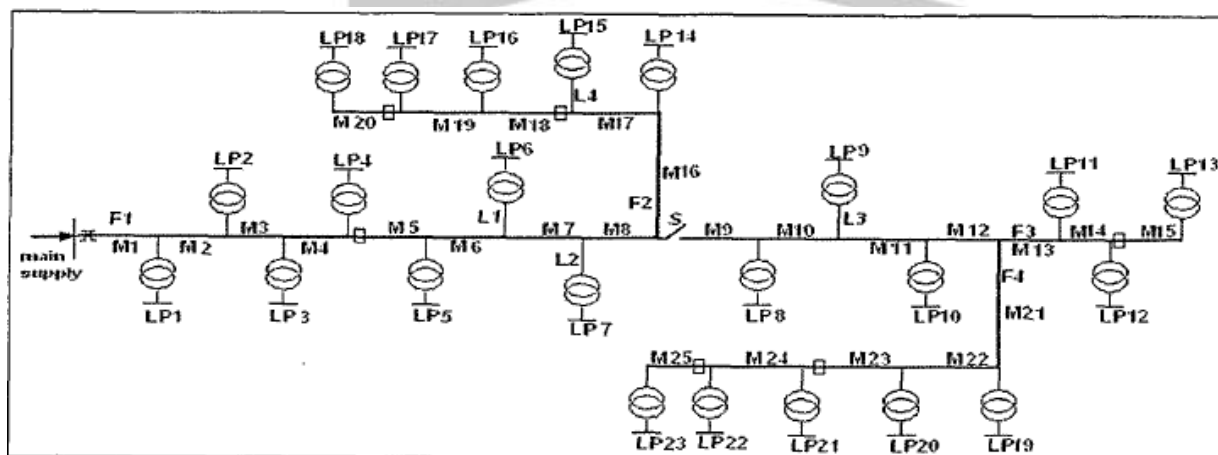
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

### ۵-۲- بهبود قابلیت اطمینان سیستم‌های توزیع نمونه

برای کم کردن عوامل ایجاد خطا در شبکه می توان از کلیدهای جداکننده، تجهیزات سازگار با محیط و قطع کننده های مدار استفاده نمود یا در مکانهای بحرانی شبکه نقاط مانور ایجاد نمود که در ادامه به بررسی آن می پردازیم.

### ۵-۲-۱- نصب جداکننده در شبکه

به منظور بررسی اثرات نصب جداکننده بر شاخصهای قابلیت اطمینان، در سیستم توزیع اا، چند جداکننده مطابق شکل (۵-۱۷) در سگشهای مختلف نصب می کنیم. مقادیر شاخصهای اقتصادی جدید قابلیت اطمینان در جدول (۵-۲۷) آورده شده اند.

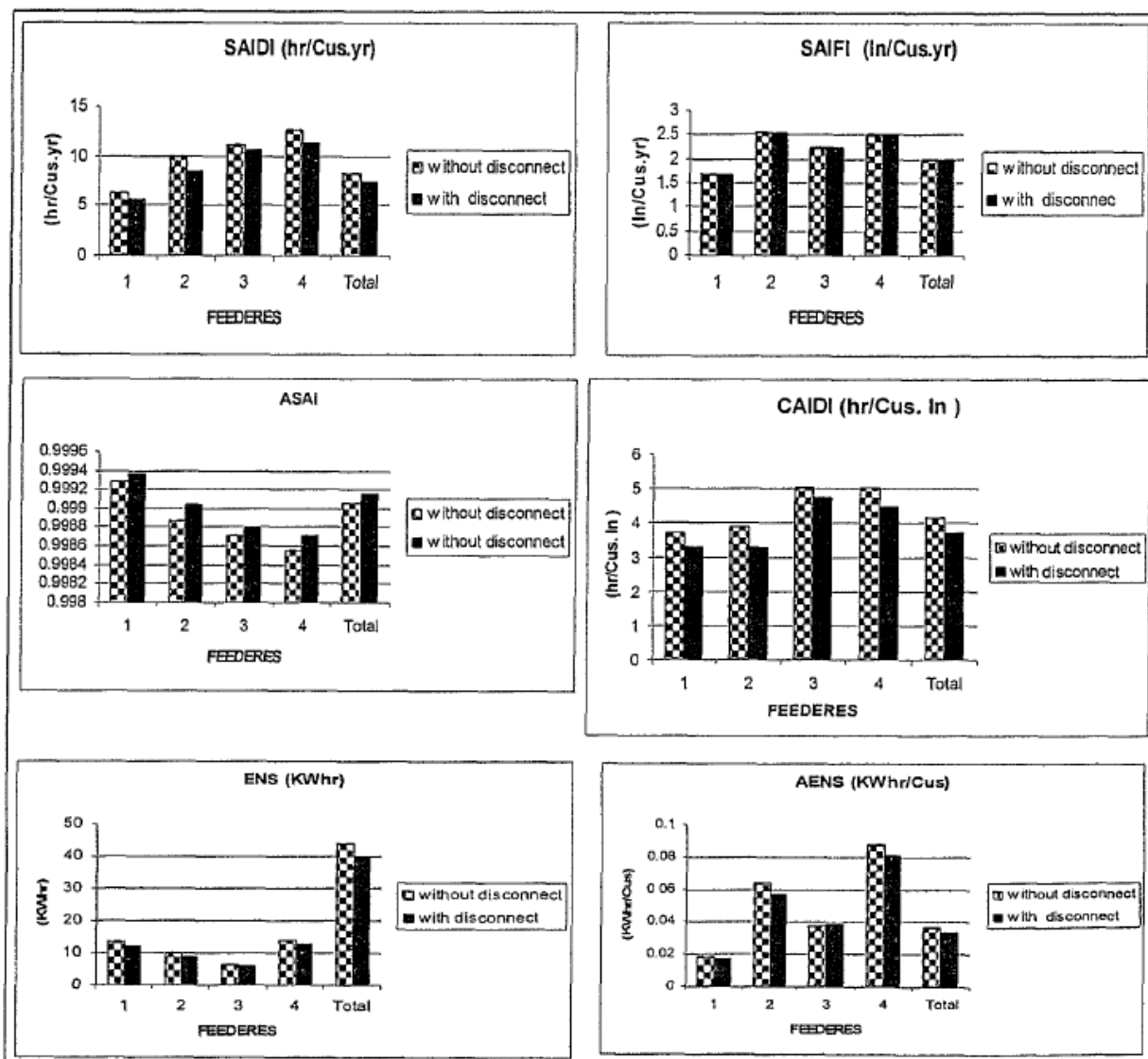


شکل ۵-۱۷ سیستم توزیع اا مجهز به جدا کننده در نقاط مختلف

شکل (۵-۱۸) نمودار مقایسه ای شاخصهای سیستم را در دو حالت نصب و عدم نصب جداکننده در شبکه نشان می دهد.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



شکل ۵-۱۸ نمودار مقایسه ای شاخص های سیستم II در دو حالت نصب و عدم نصب جدا کننده

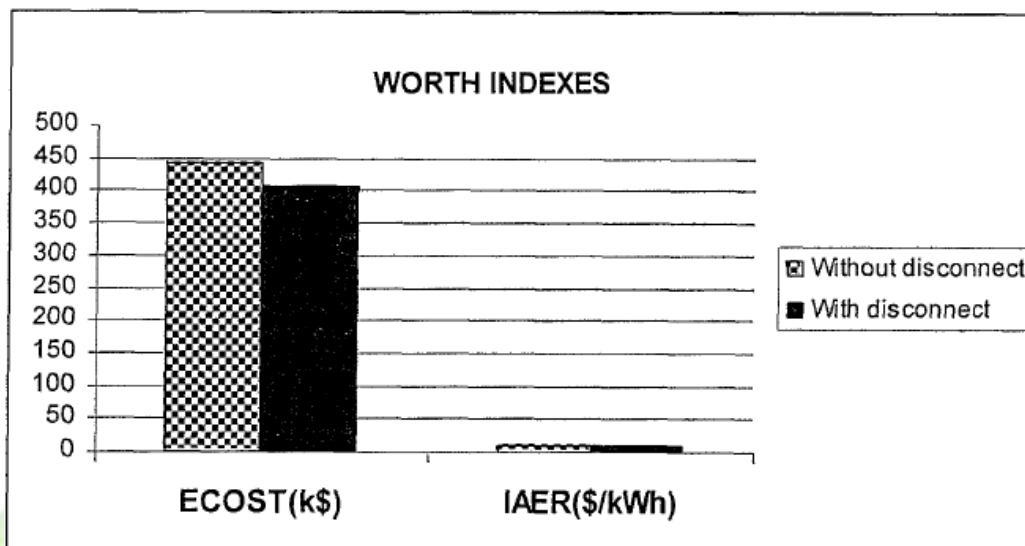
های مشخص شده در مدار

با توجه به نمودار شاخصها در دو وضعیت فوق، در می یابیم که نصب جداکننده در مدار تأثیری در فرکانس تعداد خطاها ندارد ولی بقیه شاخصها را بهبود می بخشد. شاخصهای اقتصادی نیز حدود ۱۰٪ بهبود می یابند که نمودار آنها در دو وضعیت در شکل (۵-۱۹) نشان داده شده است.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

EENS (KWh)	ECOST (\$)	IEAR (\$/KWh)
40090	409150	10.205

جدول ۵-۲۷ شاخص های اقتصادی با نصب جدا کننده در مدار



شکل ۵-۱۹ نمودار شاخص های اقتصادی سیستم II با نصب جدا کننده ها در مدار

مسئله اساسی در نصب جداکننده ها بر روی فیدرها، تعیین محل و تعداد بهینه جداکننده ها است که می توان در این زمینه از روشهای آزمایش و خطا یا روشهای هوشمند شبکه های عصبی و

الگوریتم ژنتیک بهره گرفت. [46]

#### ۵-۲-۲- ایجاد نقاط مانور در شبکه

به منظور بررسی اثرات ایجاد نقاط مانور، از سیستم توزیع II مطابق شکل (۵-۲۰) استفاده می کنیم. در این سیستم دو ژنراتور در انتهای فیدرهای ۱ و ۲ نصب می شود و ظرفیت هر کدام به گونه ای است که فقط می توانند نقاط بار فیدر مربوط به خود را تغذیه کنند. بنابر این نصب این ژنراتورها تأثیری در شاخصهای قابلیت اطمینان فیدرهای ۱ و ۴ ندارد. نکته قابل توجه دیگر این

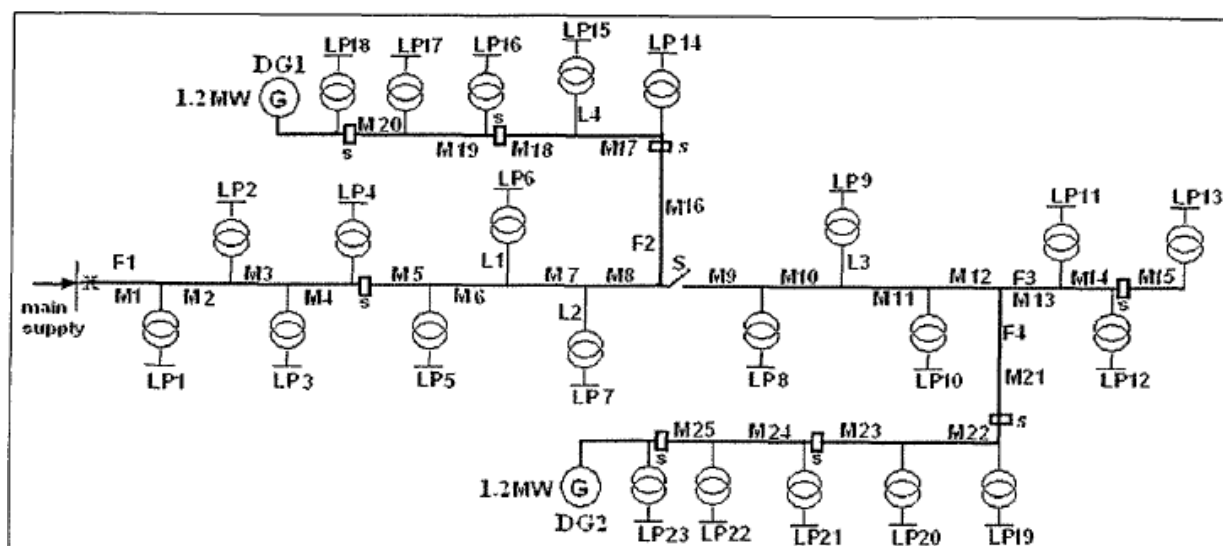


برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازم

است که برای فیدرهای ۱ و ۲ سیستم به صورت موازی عمل می کند که قابلیت اطمینان این

فیدرها را افزایش می دهد. مقادیر شاخصهای قابلیت اطمینان سیستم برای این حالت در جدول

(۲۸-۵) آمده است.



شکل ۵-۲۰ دیاگرام سیستم II با ایجاد نقاط مانور در شبکه

Feeder	SAIFI (In/Cus.yr)	SAIDI (hr/Cus.yr)	CAIDI (hr/Cus.In)	ASAI	ASUI	ENS (KWhr)	AENS (KWhr/Cus)
1	1.6807	5.5619	3.3093	0.99937	0.000635	12.093	0.017008
2	2.5375	3.9757	1.5668	0.99955	0.000454	3.7806	0.023928
3	2.225	10.554	4.7434	0.9988	0.001205	6.1128	0.039184
4	2.5115	3.9486	1.5722	0.99955	0.000451	4.0069	0.02536
Total	1.9779	5.7929	2.9289	0.99934	0.000661	25.993	0.021972

جدول ۵-۲۸ مقادیر شاخص های قابلیت اطمینان سیستم II با ایجاد نقاط مانور

شکل‌های (۵-۲۱) و (۵-۲۲) نمودار مقایسه ای شاخصهای جدید سیستم را با شاخصهای دو حالت

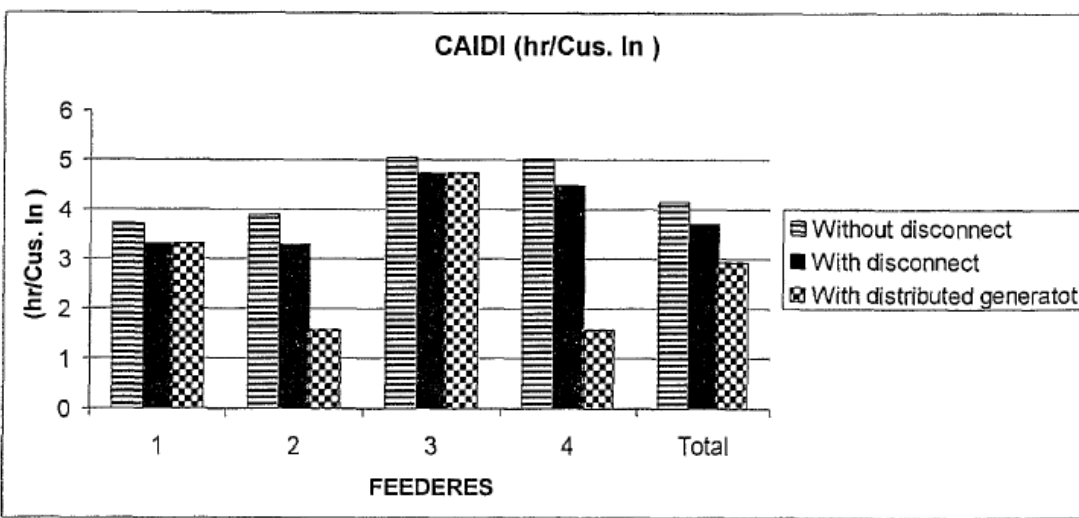
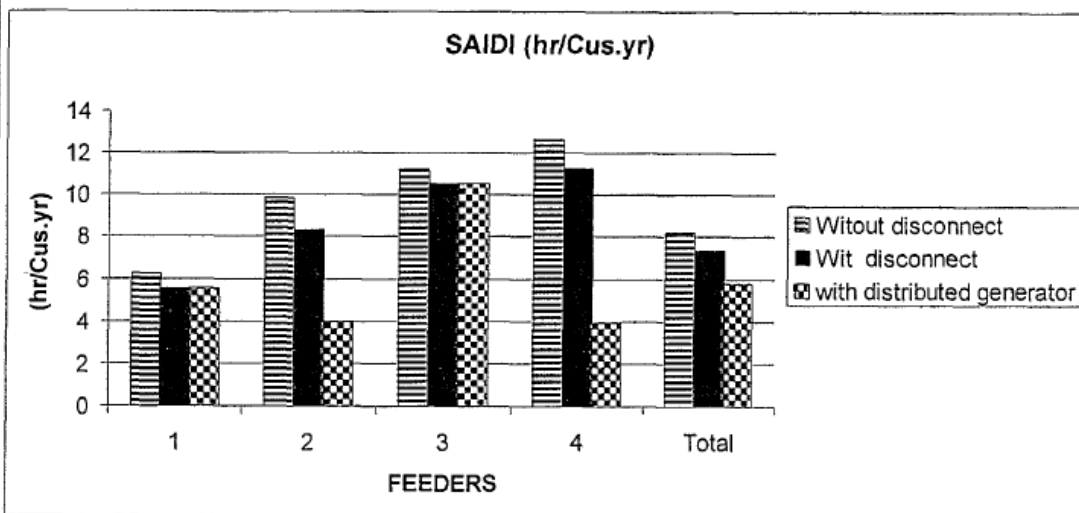
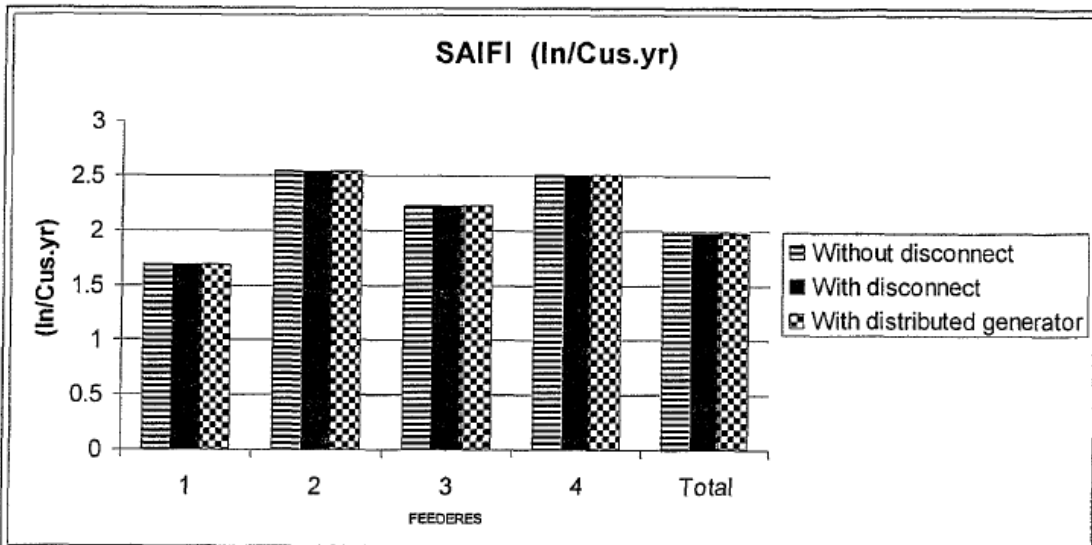
قبل نشان می دهد. با توجه به این شکلها ملاحظه می شود نصب ژنراتورها در مدار تأثیری در

فرکانس تعداد خطاها ندارد ولی بقیه شاخصها را به مقدار زیادی بهبود می بخشد. بطوریکه

شاخصهای فیدرهای ۱ و ۲ در حالت اخیر حدود ۴۰٪ بهبود می یابند و شاخصهای سیستم حدود

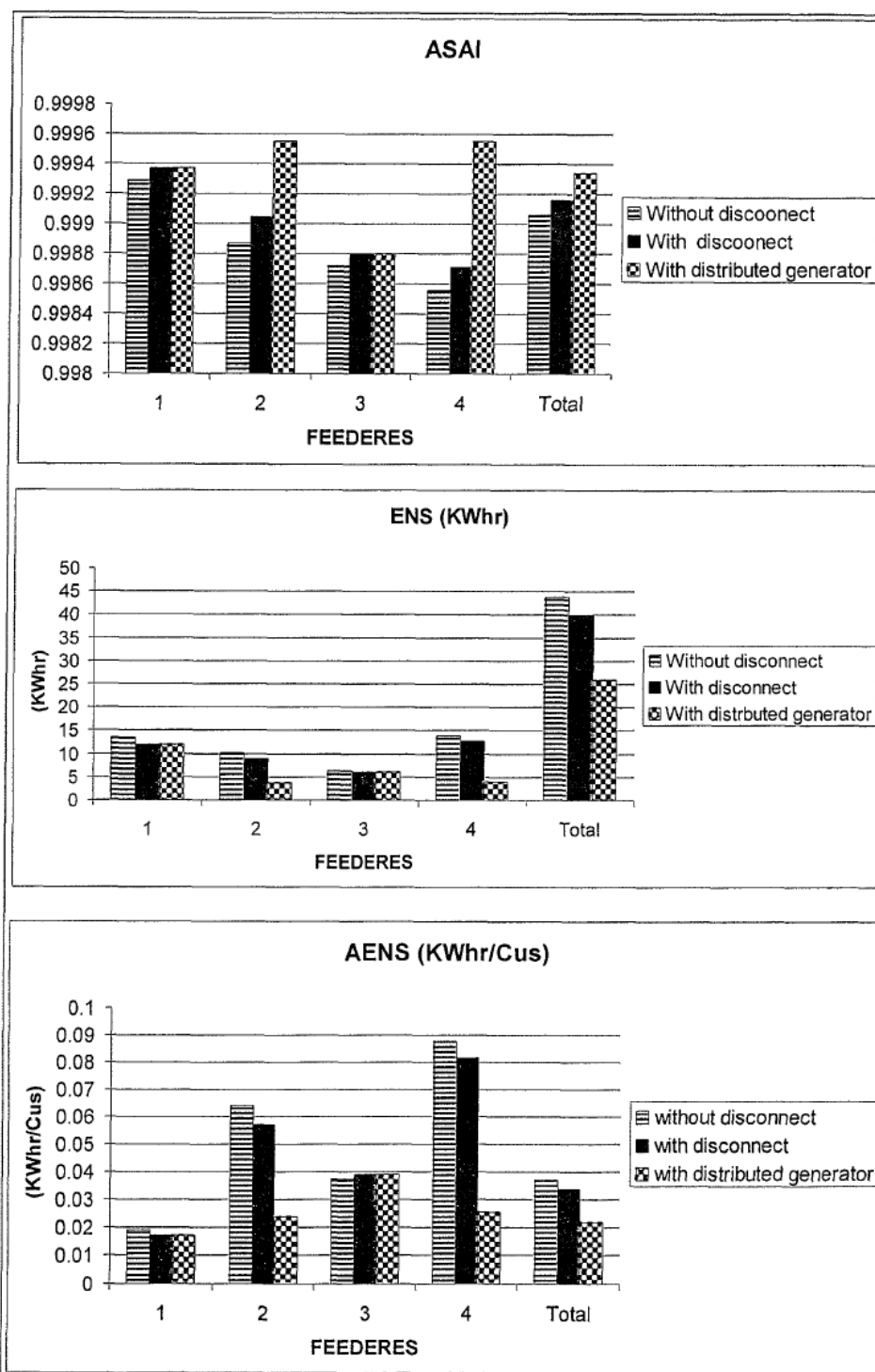
۳۰٪ بهتر می شوند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



شکل ۵-۲۱ نمودار شاخص های سیستم توزیع ا در سه حالت مختلف

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آر سایت و به همراه فونت های لازمه

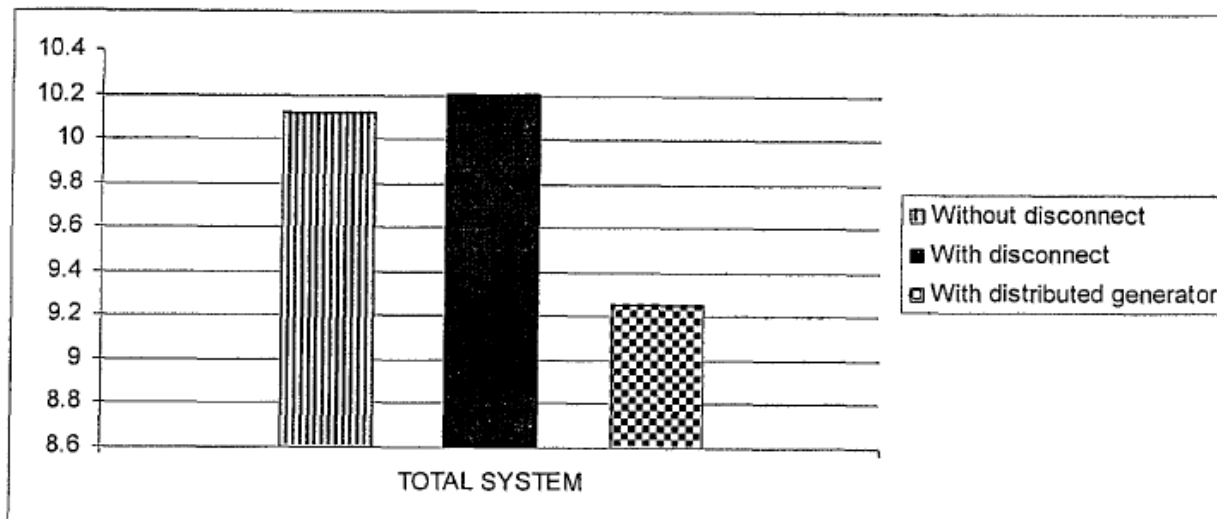
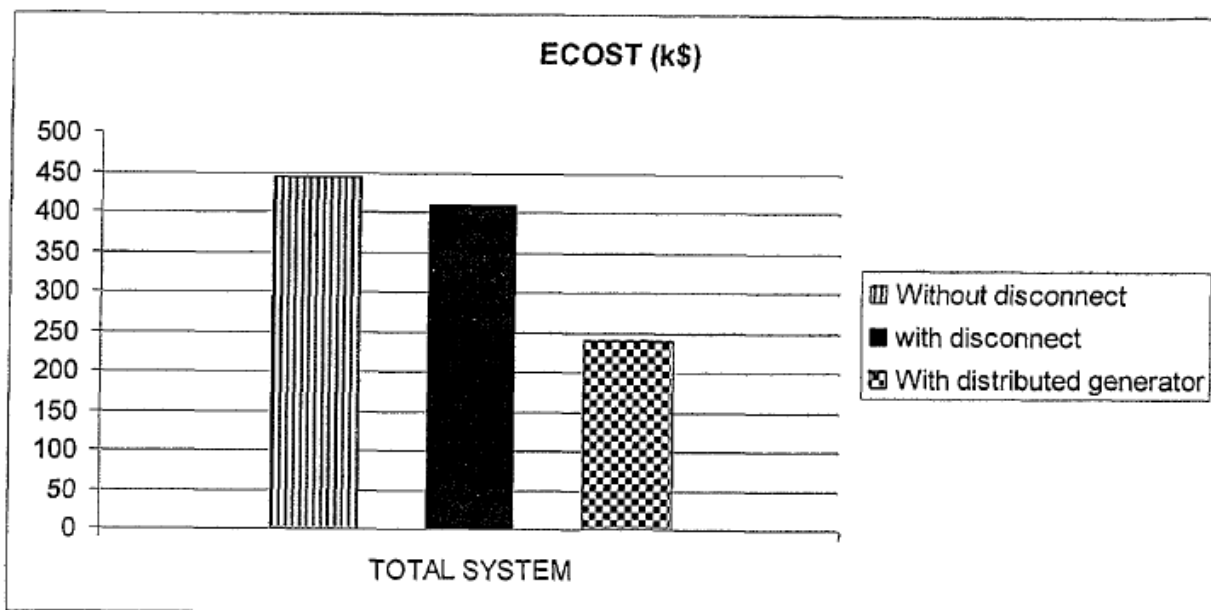


شکل ۵-۲۲ نمودار شاخص های سیستم توزیع II در سه حالت مختلف

شاخصهای اقتصادی سیستم به مقدار زیادی اصلاح می شوند که می توان این مطلب را در شکل

(۵-۲۳) مشاهده نمود. [46]

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



شکل ۵-۲۳ نمودار شاخص های سیستم توزیع II در سه حالت مختلف

### ۵-۲-۳- اتوماسیون فیدرهای شبکه توزیع

اتوماسیون فیدرها از طریق کامپیوترها، سیستم مخابراتی، سویچهای کنترل از راه دور و RTUها قابل دستیابی است. سیستم مخابراتی، کامپیوتر کنترل کننده و RTUها را برای فعال کردن سویچهایی که باید از راه دور کنترل و نظارت شوند، به هم وصل می کند. اطلاعات مربوط به

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شناسایی خطا و محل خطا از طریق RTU به مرکز کنترل ارسال می شود.

در مرکز کنترل سوییچهایی که باید عمل کنند تا قسمت معیوب از شبکه ایزوله شود و دوباره

سیستم تغذیه برقرار شود، مشخص می شوند و فرمان کنترلی از طریق RTU به سوییچ مربوطه

فرستاده می شود. برای مثال اگر در سکشن ۱۵ از شبکه توزیع III مطابق شکل (۵-۲۴) خطایی

رخ دهد، بریکر B مدار را قطع خواهد کرد. بعد از این اتفاق سیگنالهای خطا به مرکز کنترل ارسال

می شود. کامپیوتری محل خطا را با چک کردن همه RTUها و بررسی سیگنالهای ارسالی تشخیص

می دهد. وقتی که قسمت معیوب شناسایی شد سیگنالهای کنترل به RTU4 و RTU5 فرستاده می

شود تا قسمت معیوب از شبکه جدا شود. وقتی که قسمت معیوب از شبکه جدا شد، کامپیوتر

سیگنالهای کنترلی برای RTU7 و RTU8 می فرستد تا کلید ارتباطی TS را که در حالت معمولی

باز است ببندد و بریکر B نیز دوباره بسته شود. بنابر این سیستم تغذیه بجز در قسمت معیوب،

دوباره برقرار می شود. همه این مراحل کمتر از چند ثانیه طول می کشد که در اینجا فرض می

شود مدت این مراحل ۱۰ ثانیه است.

همانطور که ملاحظه می شود، زمان بازیابی سیستم وابستگی زیادی به نظارت، کنترل و سیستمهای

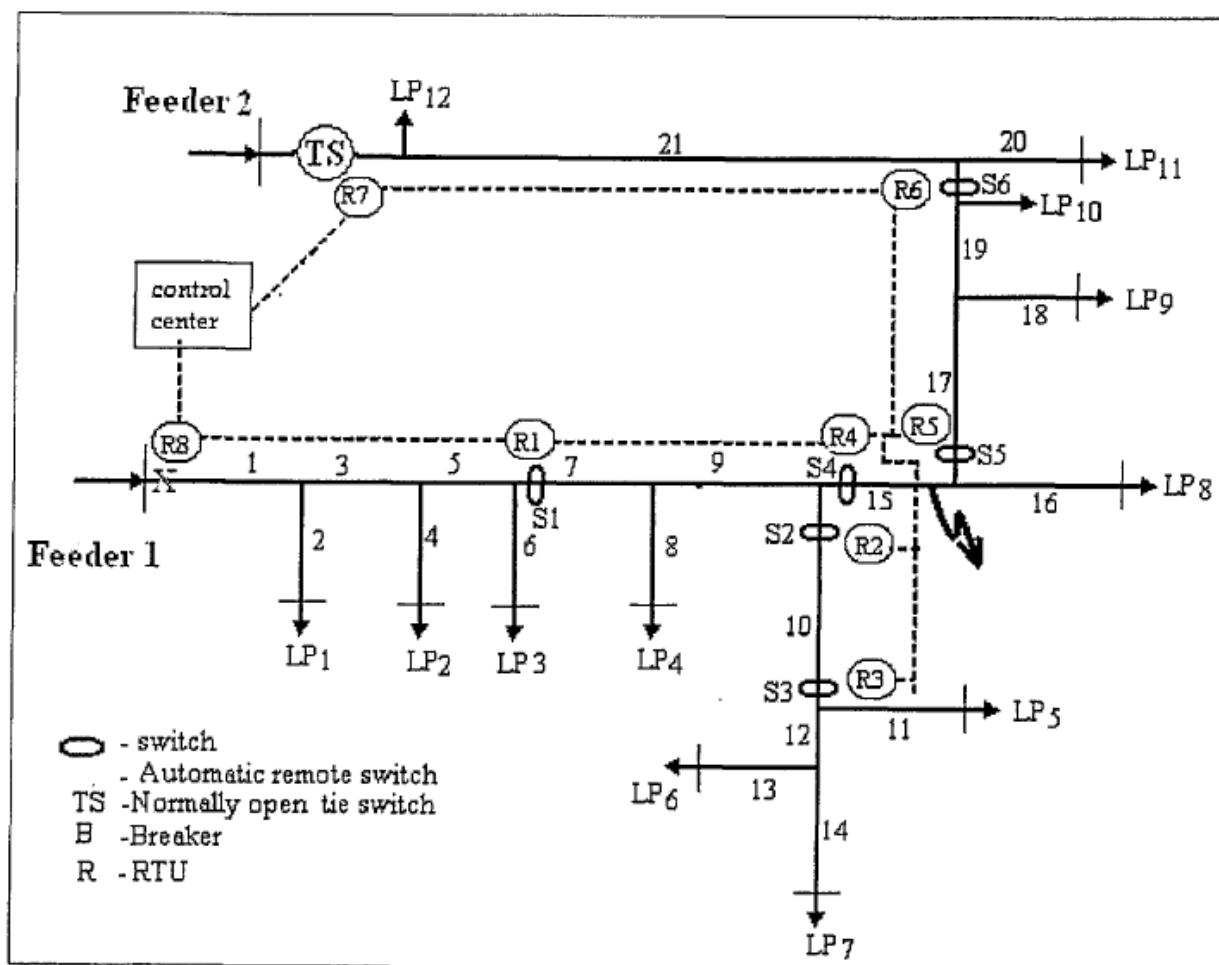
مخابراتی دارد. بنابراین اگر این سیستمها عملکرد صحیحی داشته باشند، زمان بازیابی سیستم

پس از بروز هر خطا بسیار ناچیز است. ولی اگر هر کدام از بخشهای سیستم اتوماتیک دچار

اشکال شوند، کنترل اتوماتیک سیستم با مشکل مواجه می شود و باید از کنترل دستی استفاده

نمود. بنابراین در ارزیابی قابلیت اطمینان باید به این مسأله توجه کافی مبذول داشت.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۵-۲۴ دیاگرام تک خطی شبکه توزیع اتوماتیک شده

حال قابلیت اطمینان سیستم توزیع III را با فرض اتوماتیک نمودن فیدرها در حالت‌های مختلف

مورد بررسی قرار می‌دهیم:

در تمام حالت‌های زیر زمان اعاده اتوماتیکی سیستم ۱۰ ثانیه در نظر گرفته می‌شود.

- کنترل اتوماتیک کاملاً مطمئن
- کنترل اتوماتیک با فرض بروز اشکال در مرکز کنترل
- کنترل اتوماتیک با فرض بروز اشکال در سیستم مخابراتی
- کنترل اتوماتیک با فرض بروز اشکال در RTUها



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

- کنترل اتوماتیک با فرض بروز اشکال در سیستم کنترل

### ۵-۲-۳-۱- کنترل اتوماتیک کاملاً مطمئن

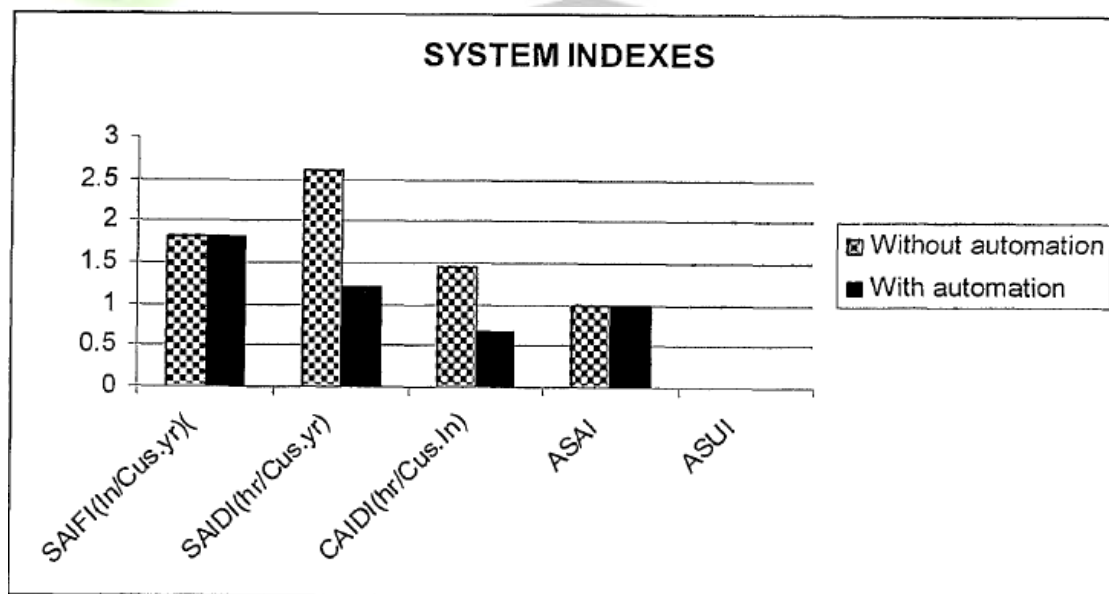
نتایج ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم در این حالت در جدول (۵-۲۹) موجود می باشد. شکل (۵-۵)

(۲۵) نیز نمودار این شاخصها را در مقایسه با حالت غیر اتوماتیک نشان می دهد.

SAIFI (In/Cus.yr)	SAIDI (hr/Cus.yr)	CAIDI (hr/Cus.In)	ASAI	ASUI	ENS (KWhr)	AENS (KWhr/Cus)
1.805	1.208	0.66923	0.99986	0.000138	8660.1	44.871

جدول ۵-۲۹ مقادیر شاخص های سیستم توزیع III اتوماتیک شده با فرض عملکرد صحیح

### سیستم کنترل کننده



شکل ۵-۲۵ نمودار شاخص های سیستم توزیع III در دو حالت اتوماتیک و غیر اتوماتیک

جدول (۵-۳۰) نیز مقادیر شاخصهای اقتصادی سیستم توزیع III اتوماتیک را نشان می دهد.

EENS (KWh)	ECOST (\$)	IEAR (\$/KWh)
8660.1	63128	7.2895

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

جدول ۵-۳۰ مقادیر شاخص های اقتصادی سیستم توزیع III اتوماتیک شده با عملکرد صحیح

سیستم کنترل کننده

ملاحظه می شود که شاخصهای سیستم به نحو مطلوبی (حدود ۶۰٪) بهبود یافته اند. شاخصهای اقتصادی نیز تعمیرات چشمگیری را نشان می دهند. به طوری که شاخص EENS ۷۱٪ و شاخص ECOST در حدود ۶۲٪ بهبود پیدا کرده اند. دلیل اینکه شاخص IEAR بدتر شده است این است که درصد بهبودی شاخص EENS بیشتر از درصد بهبودی شاخص ECOST است.

۵-۲-۳-۲- کنترل اتوماتیک با فرض بروز اشکال در مرکز کنترل

در صورت بروز اشکال در مرکز کنترل، کل سیستم از کنترل خارج خواهد شد و عمل سویچینگ باید به صورت دستی انجام شود. بنابراین اگر مرکز کنترل بدون عیب باشد، زمان قطعی مدار (زمان لازم برای سویچینگ و اعاده سیستم) برابر زمان سویچینگ اتوماتیک است و اگر مرکز کنترل دچار عیب شود، زمان قطعی مدار (زمان لازم برای سویچینگ و اعاده سیستم) برابر زمان سویچینگ دستی خواهد بود. این مطلب را می توان با رابطه زیر بیان نمود:

$$r = (auto - switching\ time | computer\ success) * P(computer\ success) + (manual - switching\ time | computer\ fail) * P(computer\ fail)$$

$$= t_{auto}(1 - U_{comp}) + t_{man}U_{comp}$$

که در آن داریم:

$t_{auto}$  = time switching automatic

$U_{comp}$  = probability center control in failure of

$t_{man}$  = manual time switching



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

در این سیستم فرض می شود که احتمال بروز اشکال در مرکز کنترل ۳٪ است. شاخصهای قابلیت اطمینان سیستم در این حالت نیز محاسبه شده اند که در جدول (۵-۳۱) و (۵-۳۲) موجود می باشند.

#### ۵-۲-۳-۳- کنترل اتوماتیک با فرض بروز اشکال در سیستم مخابراتی

از آنجا که سیستم مخابراتی در فرآیند کنترل، نقض بسیار مهمی را ایفا می کند، با بروز اشکال در این سیستم نیز کل سیستم از کنترل خارج می شود و باید به عملکرد دستی اکتفا نمود. اگر سیستم مخابراتی سالم باشد زمان قطعی مدار (زمان لازم برای سویچینگ و اعاده سیستم) برابر زمان سویچینگ اتوماتیک است و اگر سیستم مخابراتی دچار عیب شود، زمان قطعی مدار (زمان لازم برای سویچینگ و اعاده سیستم) برابر زمان سویچینگ دستی خواهد بود. رابطه زیر گویای این مطلب است:

$$r = (auto - switchingtime | commsuccess) * P(commsuccess) + (manual - switchingtime | commfail) * P(commfail)$$

$$= t_{auto}(1 - U_{comm}) + t_{mans} U_{comm}$$

که در آن  $U_{comm}$  احتمال خرابی سیستم مخابراتی است.

در این سیستم احتمال بروز اشکال در سیستم مخابراتی ۵٪ در نظر گرفته می شود. شاخصهای قابلیت اطمینان سیستم در این حالت نیز محاسبه شده اند که در جدول (۵-۳۱) و (۵-۳۲) موجود می باشند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

#### ۵-۲-۳-۴- کنترل اتوماتیک با فرض بروز اشکال در RTUها

نظارت و کنترل سویچینگ در سیستم کنترل، توسط RTUها انجام می شود. بروز عیب در RTUها نیز منجر به ایجاد مشکلاتی در سیستم کنترل می گردد. خوشبختانه با بروز اشکال در یک RTU ممکن است که هنوز هم امکان کنترل اتوماتیک سیستم وجود داشته باشد. برای مثال در شبکه توزیع III وقتی که در سکشن ۱۵ خطایی رخ دهد، سیگنالهای کنترلی برای RTU4 و RTU5 فرستاده می شود تا سویچهای S4 و S5 عمل کرده، سکشن ۱۵ از شبکه جدا شود. اگر RTU دچار مشکل شود، سیگنال خطا به مرکز کنترل فرستاده می شود و برنامه کنترلی سیستم، سویچ حفاظتی ثانویه را برای جدا سازی قسمت معیوب فعال می کند. بنابراین اگر RTU5 دچار مشکل شود، RTU1 عمل کرده و قسمت معیوب از مدار خارج می شود. ضمن آنکه بقیه سیستم نیز قابل کنترل خواهد بود. در این وضعیت تمام نقاط بار، برای جداسازی اتوماتیک قسمت معیوب، از منبع تغذیه جدا می شوند.

مدت زمان بازیابی برای نقاط باری که مستقیماً به سکشن معیوب متصل هستند با زمان لازم جهت تعمیر این سکشن برابر است. برای نقاط باری که با فرض مطمئن بودن RTUها، جداسازی قسمت معیوب از شبکه توسط RTUهای اولیه از منبع تغذیه قطع می شوند و منبع تغذیه جایگزین نیز ندارند، زمان سویچینگ و اعاده سیستم تغذیه با زمان لازم جهت تعمیر سکشن معیوب برابر است. برای نقاط باری که در صورت بروز اشکال در RTUهای اولیه مربوط به سکشن معیوب و عمل نمودن RTUهای ثانویه جهت جداسازی قسمت معیوب از شبکه، دچار قطع انرژی خواهند شد، زمان لازم برای اعاده سیستم تغذیه از رابطه زیر بدست می آید:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$r = (auto - switchingtime|RTU_{success}) * P(RTU_{success}) + (manual - switchingtime|RTU_{fail}) * P(RTU_{fail})$$

$$= t_{auto}(1 - U_{RTU}) + t_{mans}U_{RTU}$$

که در آن  $U_{RTU}$  احتمال خرابی RTU ها است.

در بررسی تأثیر این حالت بر شاخصهای قابلیت اطمینان احتمال خرابی در RTU ها ۵٪ در نظر

گرفته شده است. نتایج ارزیابی در جدول (۵-۳۱) و (۵-۳۲) موجود می باشند.

#### ۵-۳-۲-۵- کنترل اتوماتیک با فرض بروز اشکال در کل سیستم کنترل

کل سیستم کنترل کننده اتوماتیک سوییچها را می توان به صورت یک سیستم سری شامل مرکز

کنترل، سیستم مخابراتی و RTU ها در نظر گرفت. بنابراین با توجه به تئوری قابلیت اطمینان

مجموعه های سری، عدم قابلیت اطمینان این سیستم کنترل از رابطه زیر بدست می آید:

$$U_s = 1 - (1 - U_{comp})(1 - U_{comm})(1 - U_{RTU})$$

نتایج ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه توزیع III با در نظر گرفتن حالت کلی بروز عیب در کل

سیستم کنترل، نیز در جدول (۵-۳۱) و (۵-۳۲) موجود می باشند.

	SAIFI (In/Cus.yr)	SAIDI (hr/Cus.yr)	CAIDI (hr/Cus.In)	ASAI	ASUI	ENS (KWhr)	AENS (KWhr/Cus)
Without automation	1.805	2.6077	1.4447	0.9997	0.000298	30041	155.65
With automation	1.805	1.208	0.66923	0.99986	0.000138	8660.1	44.871
Computer fail	1.805	1.2499	0.69249	0.99986	0.000143	9301.5	48.195
Comm. fail	1.805	1.2779	0.708	0.99985	0.000146	9729.2	50.41
RTU fail	1.805	1.2115	0.67117	0.99986	0.000138	8713.6	45.148
Control system fail	1.805	1.3759	0.76226	0.99984	0.000157	11225	58.161

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

جدول ۵-۳۱ شاخص های سیستم در حالت های مختلف

	EENS (KWh)	ECOST (\$)	IEAR (\$/KWh)
Without automation	30041	1.67E+05	5.5454
With automation	8660.1	63128	7.2895
Computer fail	9301.5	65693	7.0626
Comm. fail	9729.2	67421	6.9298
RTU fail	8700.9	6.78E+04	7.7905
Control system fail	11225	75540	6.7295

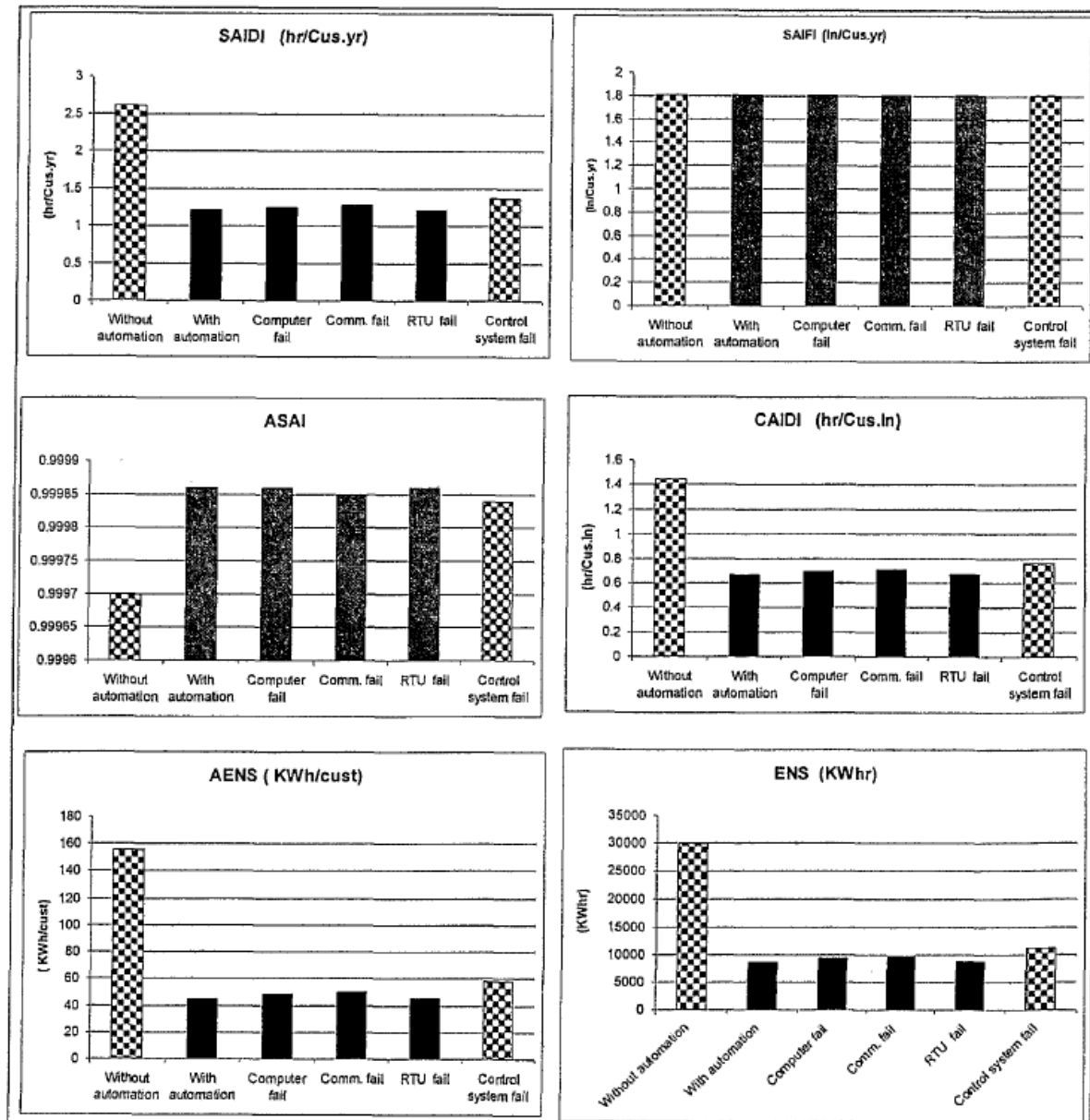
جدول ۵-۳۲ شاخص های اقتصادی سیستم در حالت های مختلف

شکل (۵-۲۶) نمودار شاخصهای سیستم را در تمامی حالتهاى مذکور در مقایسه با حالت غیر

اتوماتیک نشان می دهد.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر سایت و به همراه فونت های لازم



شکل ۵-۲۶ نمودار شاخص های سیستم III در وضعیت های مختلف اتوماتیک در مقایسه با حالت

### غیر اتوماتیک

ملاحظه می شود که بجز شاخص SAIFI بقیه شاخصها در حدود ۴۰ تا ۵۰ درصد و حتی بیشتر

بهبود یافته اند. نمودار شاخصهای اقتصادی سیستم نیز در شکل (۵-۲۷) نشان داده شده است.

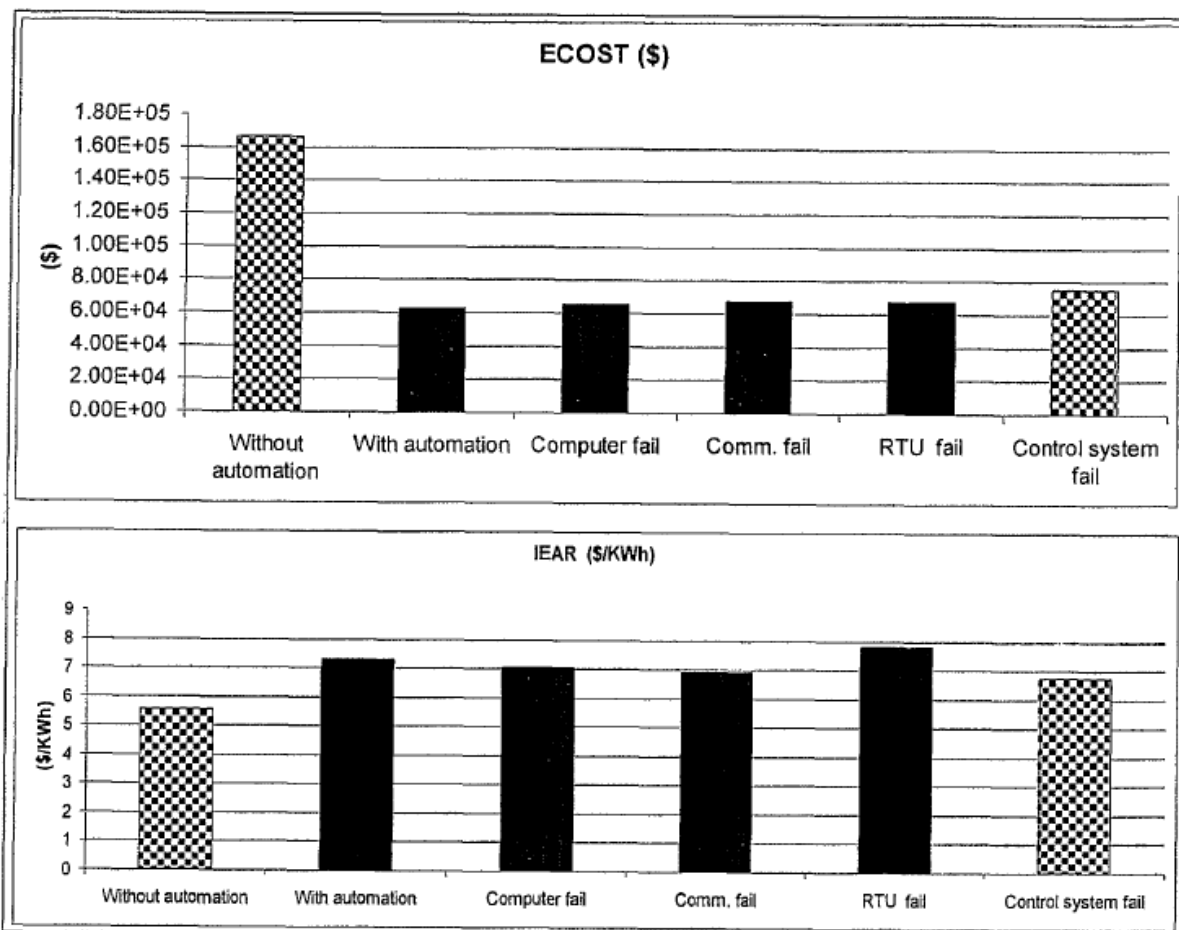
به روشنی پیداست که شاخص ECOST حتی با در نظر گرفتن احتمال بروز اشکال در سیستم

کنترل، در حدود ۵۴٪ بهبودی داشته است. شاخص IEAR نسبت به حالت غیر اتوماتیک بدتر شده

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

است. دلیل این امر این است که در صد بهبودی شاخص EENS بیشتر از در صد بهبودی شاخص

ECOST است. [46]



شکل ۵-۲۷ نمودار شاخص های اقتصادی سیستم III در وضعیت های مختلف سیستم اتوماتیک

در مقایسه با حالت غیر اتوماتیک

۵-۲-۴- بهبود قابلیت اطمینان سیستم توزیع IV

برای بهبود قابلیت اطمینان سیستم توزیع IV نیز راههای مختلفی وجود دارد که از جمله می توان

به روشهای زیر اشاره نمود:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

الف. استفاده از کلیدهای جداکننده در مدار

ب. اتوماسیون فیدرهای شبکه توزیع IV

در ادامه به بررسی تأثیر هر کدام از روشهای فوق بر قابلیت اطمینان سیستم توزیع مورد نظر می پردازیم.

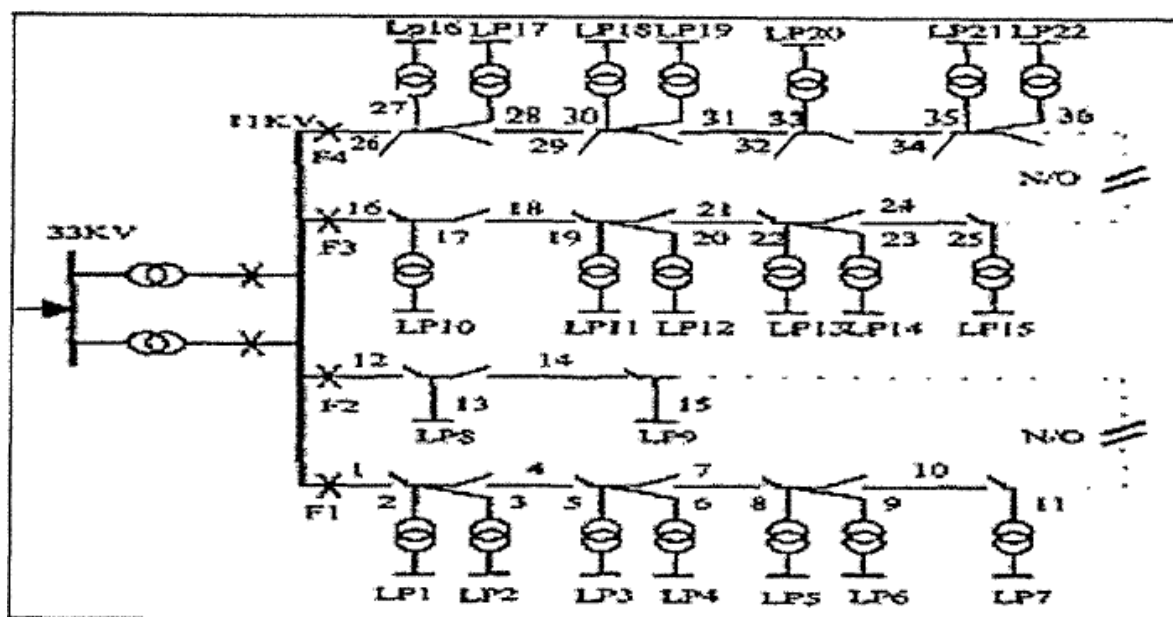
۵-۲-۴-۱- استفاده از کلیدهای جداکننده اضافی در مدار

با توجه به اهمیت نقش کلیدهای جداکننده در جداسازی قسمت معیوب از شبکه و نیز ناچیز بودن قیمت آنها در مقایسه با دیگر تجهیزات شبکه توزیع، استفاده از آنها در شبکه برای بهبود قابلیت اطمینان نتیجه مطلوبی به بار می آورد.

شبکه توزیع IV به همراه کلیدهای اضافی تعبیه شده در آن را که نمای شماتیکی آن به صورت شکل (۵-۲۸) می باشد، در نظر می گیریم. شاخصهای قابلیت اطمینان سیستم در این حالت نیز محاسبه گردیده اند که نمودار آنها در مقایسه با شاخصهای سیستم معمولی، در شکل‌های (۵-۳۰) و (۵-۳۱) قابل مشاهده است.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



شکل ۵-۲۸ نمای شماتیکی شبکه توزیع IV به همراه کلید های اضافی تعبیه شده

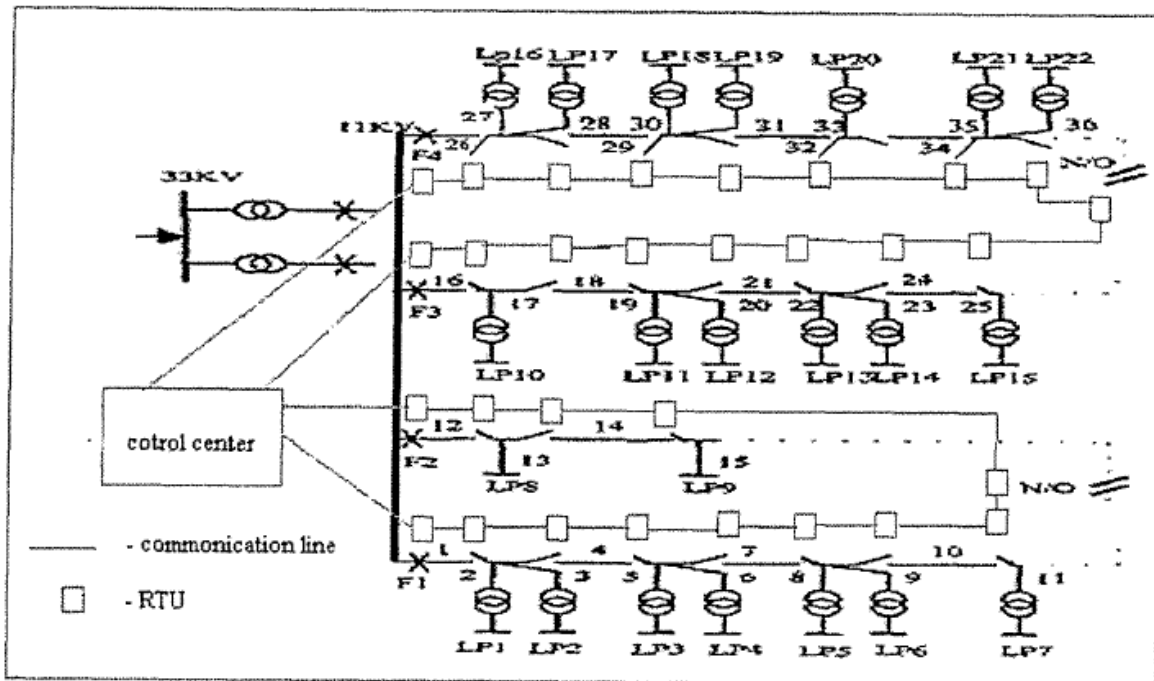
#### ۵-۲-۴-۲-۵- اتوماسیون فیدرهای شبکه توزیع IV

همانگونه که در بخشهای قبل اشاره شد، زمانهای کلیدزنی و اعاده مجدد شبکه نقش بسیار مهمی در قابلیت اطمینان سیستم دارد. بنابراین یکی از راههای بهبود قابلیت اطمینان سیستم، کاهش زمان کلیدزنی است که برای میل به این هدف بهترین کار، اتوماسیون کلیدهاست. شکل (۵-۲۹) شبکه توزیع IV اتوماتیک را نشان می دهد. شاخصهای سیستم در این حالت بهبود قابل توجهی دارند که نمودار آنها در مقایسه با حالتی قبل در شکل‌های (۵-۳۰) و (۵-۳۱) قابل مشاهده است.

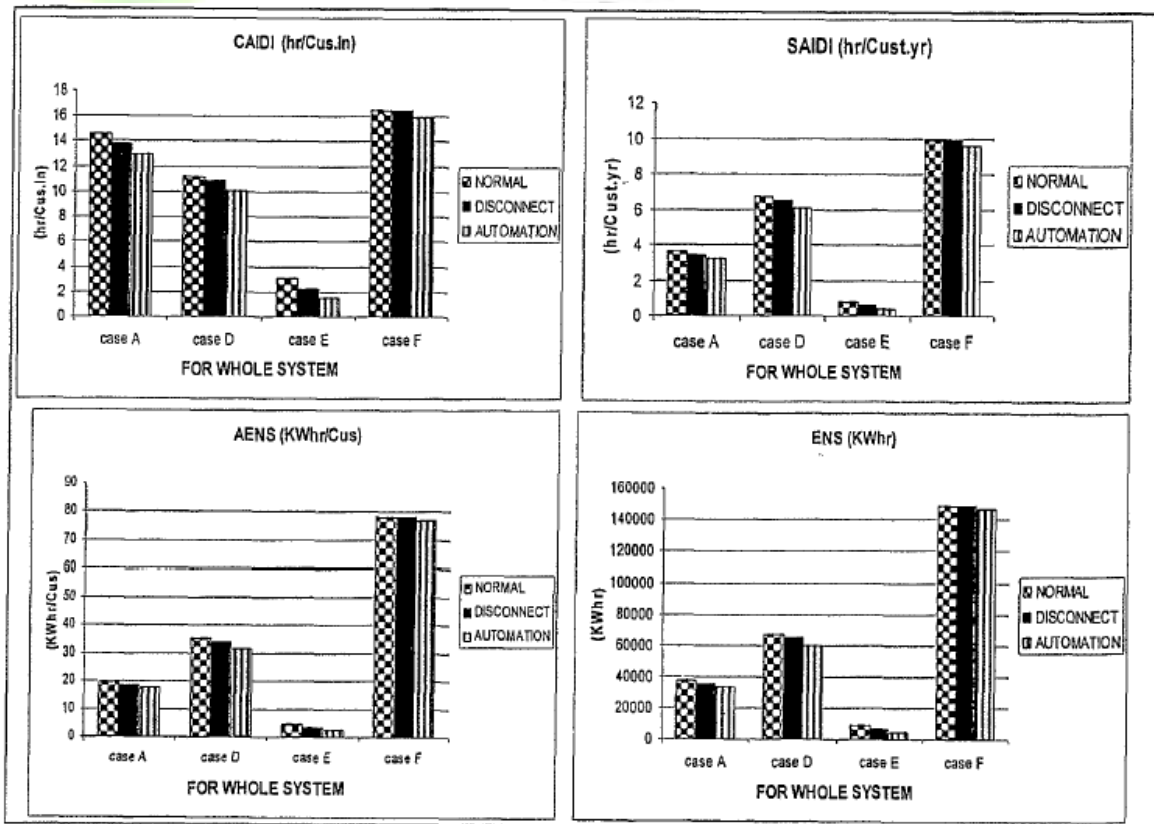
جدول (۵-۳۳) درصد بهبود شاخصهای سیستم را در دو حالت فوق نشان می دهد.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازم



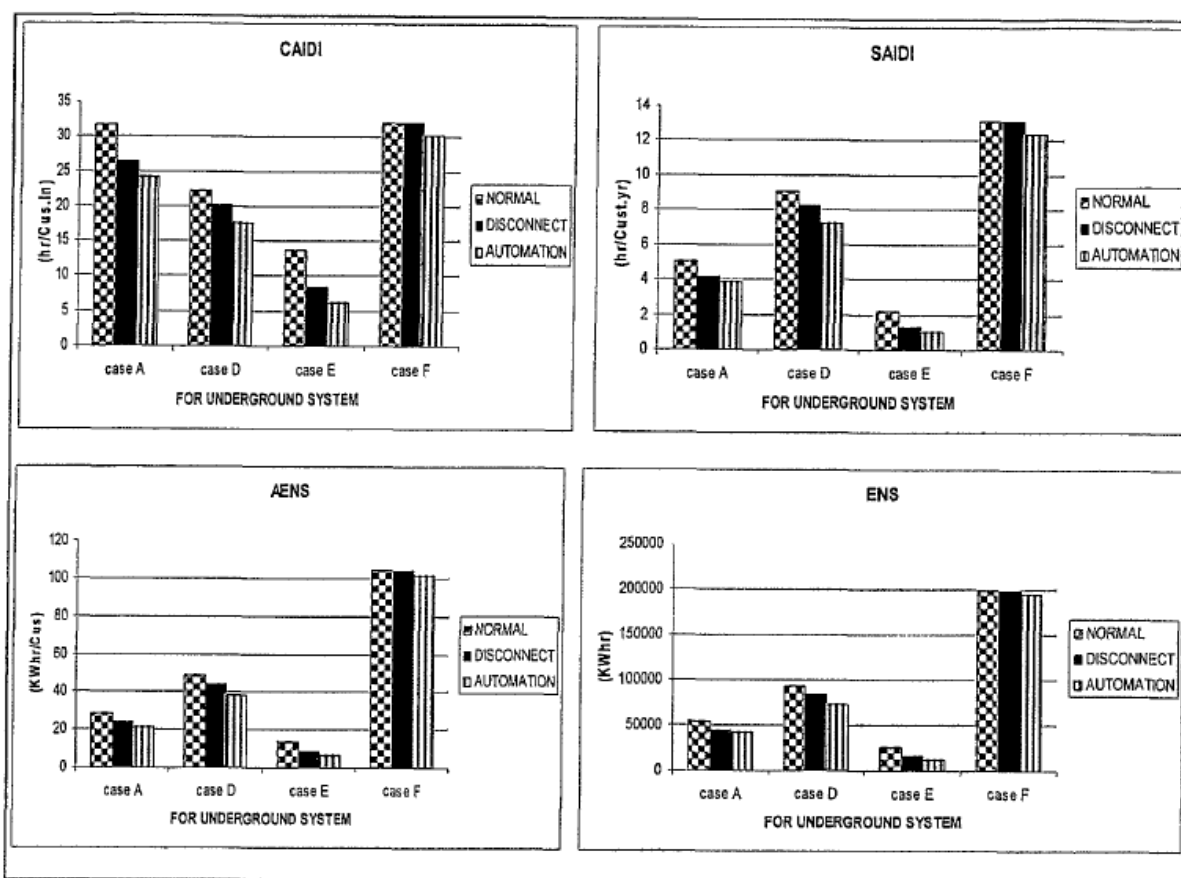
شکل ۵-۲۹ شبکه توزیع IV اتوماتیک شده



شکل ۵-۳۰ نمودار شاخص های شبکه IV در حالت معمولی و در حالت بهبود یافته (سیستم

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

### توزیع هوایی



شکل ۵-۳۱ نمودار مقایسه ای شاخص های شبکه توزیع ۱۷ در حالت معمولی و در حالت بهبود

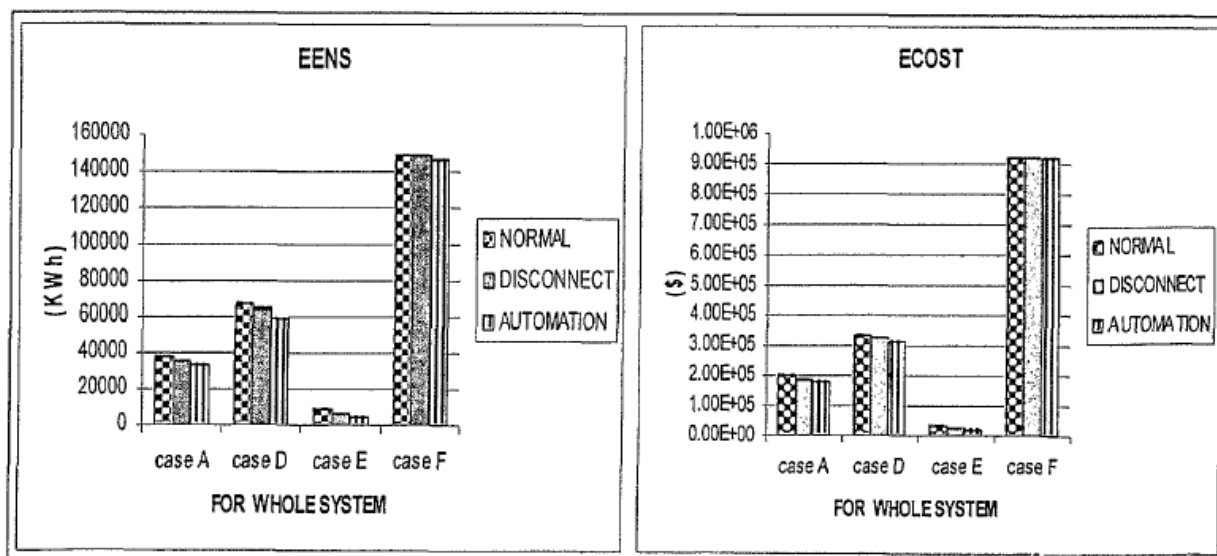
یافته (سیستم توزیع زیرزمینی)

شاخصهای اقتصادی نیز در دو حالت فوق محاسبه شده اند که نمودار مقایسه ای آنها در شکل‌های

(۵-۳۲) و (۵-۳۳) آورده شده است. جدول (۵-۳۳) درصد بهبود شاخصهای اقتصادی سیستم را

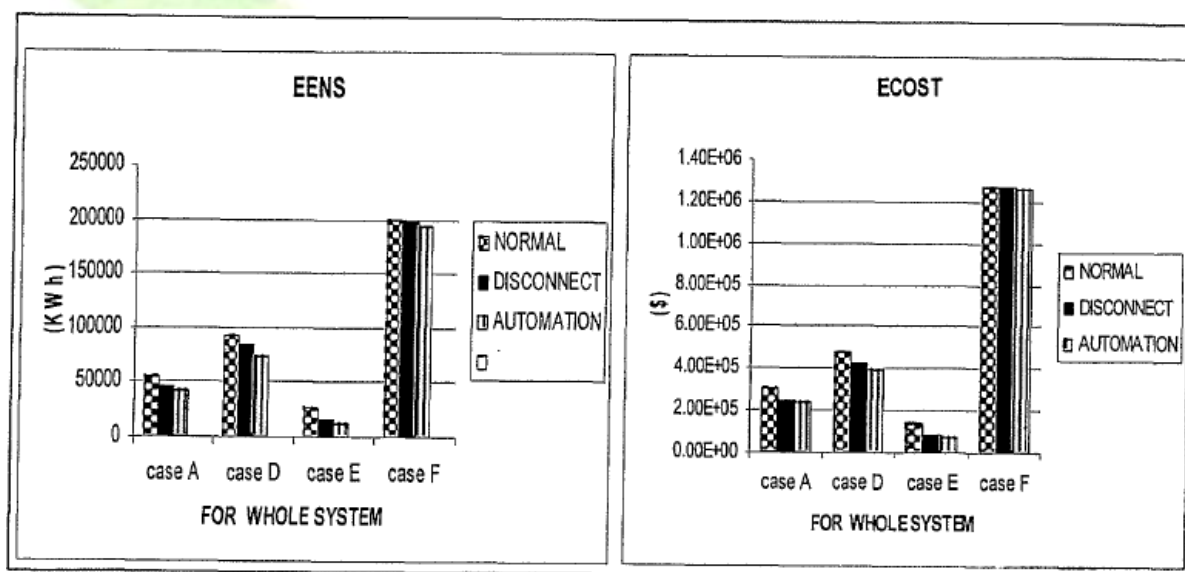
در دو حالت فوق نشان می دهد. [46]

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



شکل ۵-۳۲ نمودار مقایسه ای شاخص های اقتصادی شبکه ۱۷ در حالت های معمولی بهبود یافته

(سیستم توزیع هوایی)



شکل ۵-۳۳ نمودار مقایسه ای شاخص های اقتصادی شبکه توزیع ۱۷ در حالت معمولی و در

حالت بهبود یافته (سیستم توزیع زیرزمینی)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

	Underground system		Overhead system	
	Automation	Use additional disconnect	Automation	Use additional disconnect
Case A	24.252	17.288	11.514	6.0271
Case D	21.574	10.16	11.228	3.3811
Case E	51.656	36.691	49.303	25.722
Case F	2.5126	0	1.3423	0

جدول ۵-۳ درصد بهبود شاخص اقتصادی EENS سیستم توزیع IV در دو حالت بهبود

	Underground system		Overhead system	
	Automation	Use additional disconnect	Automation	Use additional disconnect
Case A	21.854	18.543	7.0707	4.0404
Case D	17.328	11.691	7.1006	2.3669
Case E	48.284	40.835	45.076	24.217
Case F	0.7874	0	0.5429	0

جدول ۵-۴ درصد بهبود شاخص اقتصادی ECOST سیستم توزیع IV در دو حالت بهبود

### ۵-۳- فرآیند تصمیم گیری (Decision making)

همواره برای بهبود قابلیت اطمینان یک سیستم توزیع چندین روش وجود دارد. اینکه چه روشی و برای کدام سیستم بهینه ترین روش بهبود قابلیت اطمینان آن سیستم است، موضوعی است که همواره باید مد نظر طراحان و مسئولان تصمیم گیری در مورد وضعیت سیستم باشد. فرآیند تصمیم گیری برای انتخاب بهترین روش برای یک سیستم شیوه های گوناگونی دارد که در ادامه به یک مورد آن می پردازیم.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

تابع  $f$  را به صورت زیر تعریف می کنیم:

$$f = w_1 \cdot SAIFI + w_2 \cdot SAIDI + w_3 \cdot CAIDI + w_4 \cdot ASUI + w_5 \cdot ENS + w_6 \cdot AENS + w_7 \cdot ECOST + w_8 \cdot INVEST$$

که در آن متغیرهای تابع، شاخصهای قابلیت اطمینان سیستم هستند و  $w_1$  تا  $w_8$  وزنها این متغیرها می باشند. متغیر INVEST هزینه سرمایه گذاری شده برای بهبود قابلیت اطمینان در هر روش است.

انتخاب مقادیر وزنها ( $w_1$  تا  $w_8$ ) به اهمیت هر شاخص و نقشی که در کیفیت انرژی دارد، بستگی دارد. در یک شبکه حساس به تعداد قطعی ها، شاخص SAIFI از اهمیت بالاتری برخوردار است و بنابراین وزن مربوط به این متغیر باید در مقایسه با دیگر شاخصها، مقدار بیشتری داشته باشد. ولی در یک شبکه توزیع که درآمد از دست رفته ناشی از قطعی انرژی اهمیت زیادی دارد، ضریب این متغیر باید چشمگیرتر باشد.

### ۵-۳-۱- فرآیند تصمیم گیری برای سیستم توزیع II

جدول (۵-۳۵) مقادیر نرمال شده شاخصهای سیستم توزیع II را در دو حالت بهبود یافته نشان می دهد. جدول (۵-۳۶) نیز مقادیر وزنها شاخصها را برای این سیستم نشان می دهد.

	SAIFI	SAIDI	CAIDI	ASUI	AENS	ECOST	ENS	INVEST
Case 1	0.15112	0.5620	0.28418	6.42E-05	0.00259	0.86456	0.0847	0.0507
Case 2	0.18446	0.5402	0.27316	6.17E-05	0.002049	0.63878	0.0690	0.2921

جدول ۵-۳۵ مقادیر نرمال شده شاخص های سیستم توزیع II در دو حالت بهبود یافته

INDEX	SAIFI (w1)	SAIDI (w2)	CAIDI (w3)	ASUI (w4)	ENS (w5)	AENS (w6)	ECOST (w7)	INVEST (w8)
WIEGTH	0.1	0.3	0.3	0.2	1.1	0.5	0.9	-2.5



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

جدول ۵-۳۶ مقادیر وزن های شاخص های سیستم توزیع II

مقدار تابع  $f$  در دو حالت بالا برای سیستم توزیع II به صورت زیر بدست می آید:

$$f = 0.84189 \text{ For case 1 (with disconnect):}$$

$$f = 0.056204 \text{ For case 2 (with distributed generator):}$$

با توجه به مقادیر تابع  $f$  در دو حالت فوق، در می یابیم که روش دوم نسبت به روش اول برتری قابل توجهی دارد و بنابر این استفاده از این روش به صرفه تر است.

۵-۳-۲- فرآیند تصمیم گیری برای سیستم توزیع IV

برای بهبود قابلیت اطمینان سیستم توزیع IV نیز از دو روش زیر استفاده شده است:

الف. استفاده از جداکننده های اضافی

ب. اتوماسیون کلیدها

جدول (۵-۳۷) تا (۵-۴۰) مقادیر نرمال شده شاخصهای سیستم توزیع IV را در دو حالت بهبود

یافته برای چهار وضعیت A, D, E, F نشان می دهد. جدول (۵-۴۱) نیز مقادیر وزنه های شاخصها را

برای این سیستم نشان می دهد.

	SAIFI	SAIDI	CAIDI	ASUI	AENS	ENS	ECOST	INVEST
A	0.006895	0.094818	0.38193	1.08E-05	0.51634	0.13103	0.70275	0.16623
D	0.011562	0.12574	0.20872	1.44E-05	0.65396	0.14769	0.75008	0.10223
E	0.037953	0.086656	0.34905	9.89E-06	0.52633	0.086528	0.32073	0.59275
F	0.005725	0.094412	0.15674	1.08E-05	0.74311	0.13382	0.82582	0.04036

جدول ۵-۳۷ مقادیر نرمال شده شاخص های سیستم توزیع IV بهبود یافته با استفاده از کلید های

جدا کننده (شبکه توزیع هوایی)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

	SAIFI	SAIDI	CAIDI	ASUI	AENS	ENS	ECOST	INVEST
A	0.007308	0.094988	0.38262	1.08E-05	0.51508	0.074367	0.40885	0.51678
D	0.01254	0.12623	0.20955	1.44E-05	0.65166	0.098608	0.51839	0.383
E	0.055072	0.084256	0.33939	9.62E-06	0.52128	0.017643	0.06944	0.91292
F	0.005846	0.093011	0.15441	1.06E-05	0.74672	0.11335	0.7075	0.17914

جدول ۵-۳۸ مقادیر نرمال شده شاخص های سیستم توزیع IV بهبود یافته با استفاده از

اتوماسیون (شبکه توزیع هوایی)

	SAIFI	SAIDI	CAIDI	ASUI	AENS	ENS	ECOST	INVEST
A	0.002911	0.076933	0.48521	8.78E-06	0.43494	0.13431	0.73198	0.1337
D	0.005645	0.1133	0.27691	1.29E-05	0.60413	0.1514	0.76705	0.081545
E	0.00856	0.072548	0.45755	8.28E-06	0.46133	0.115	0.56758	0.31742
F	0.002732	0.087509	0.2139	9.99E-06	0.69585	0.13147	0.83877	0.029761

جدول ۵-۳۹ مقادیر نرمال شده شاخص های سیستم توزیع IV بهبود یافته با استفاده از کلید های

جدا کننده (شبکه توزیع زیر زمینی)

	SAIFI	SAIDI	CAIDI	ASUI	AENS	ENS	ECOST	INVEST
A	0.003176	0.077014	0.48572	8.79E-06	0.43408	0.081149	0.46358	0.45527
D	0.00644	0.11379	0.27811	1.30E-05	0.60165	0.10401	0.56516	0.33083
E	0.011344	0.071413	0.45039	8.15E-06	0.46684	0.039552	0.22344	0.73701
F	0.002827	0.085597	0.20923	9.77E-06	0.70234	0.11503	0.74737	0.1376

جدول ۵-۴۰ مقادیر نرمال شده شاخص های سیستم توزیع IV بهبود یافته با استفاده از

اتوماسیون (شبکه توزیع زیر زمینی)

INDEX	SAIFI (w1)	SAIDI (w2)	CAIDI (w3)	ASUI (w4)	ENS (w5)	AENS (w6)	ECOST (w7)	INVEST (w8)
WIEGTH	0.1	2	0.6	0.2	2	0.5	1	-1

جدول ۵-۴۱ مقادیر وزن های شاخص های سیستم توزیع IV

مقادیر تابع  $f$  برای سیستم توزیع IV در دو حالت مورد نظر و در وضعیتهای مختلف، محاسبه



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

شده اند و در جدول (۵-۴۲) نشان داده شده اند.

	Underground system		Overhead system	
	Automation	Use additional disconnect	Automation	Use additional disconnect
Case A	1.3628	1.9806	1.3797	2.0542
Case D	1.8847	2.3628	1.8675	2.4075
Case E	0.85408	1.6508	0.58556	1.2104
Case F	2.369	2.5701	2.3577	2.622

جدول ۵-۴۲ مقادیر بدست آمده تابع  $f$  برای سیستم توزیع IV برای دو حالت بهبود یافته و در

#### وضعیت های مختلف

با توجه به مقادیر جدول (۵-۴۲) مشخص می شود که بهترین گزینه برای بهبود قابلیت اطمینان سیستم توزیع IV (مخصوصاً در سیستم‌های توزیع زیر زمینی که زمانهای کلیدزنی بیشتر است) استفاده از اتوماسیون کلیدها و فیدهاست. همچنین مقادیر تابع  $f$  برای دو حالت بهبود یافته (استفاده از جداکننده ها و اتوماسیون)، در صورتی که سیستم توزیع IV، مشخصات وضعیت F را داشته باشد، اختلاف کمی دارند. دلیل آن عدم وجود منبع تغذیه جایگزین در سیستم است. بنابر این در سیستمهایی که منبع تغذیه جایگزین ندارند و یا بهره برداری از شبکه به صورت حلقوی نیست، استفاده از اتوماسیون برای بهبود قابلیت اطمینان سیستم مقرون به صرفه نیست. [46]

#### ۵-۴-۴- مطالعه موردی تاثیر تولیدات پراکنده بر سیستم های توزیع

#### ۵-۴-۱- مشخصات سیستم مورد مطالعه

شبکه مورد استفاده، یک شبکه توزیع ۳۲ شینه شعاعی می باشد. نمای تک خطی این شبکه در

شکل ۵-۳۴ دیده می شود. پارامترهای شبکه فوق بصورت زیر است:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

- منبع ولتاژ سیستم ۱۲/۶۶ کیلوولت می باشد.

- تعداد ۳۳ گره در شبکه موجود می باشد (با در نظر گرفتن منبع).

- یک فیدر اصلی و سه فیدر فرعی در شبکه وجود دارد.

- ۳۲ فیدر با کلیدهای NC (Normally closed) در شبکه وجود دارد.

در این مطالعه فرض شده است که تولید پراکنده (DG) بر روی گره ۱۵ قرار داده شده است و

تأثیر آن بر روی کل سیستم بررسی می گردد. لازم به ذکر است که در همه ی فیدرها وسایل

حفاظتی از قبیل کلیدهای قدرت (مدارشکن) و بازبست بکار برده شده است

#### ۵-۴-۲- بحث و بررسی نتایج

شبیه سازی مختلفی با وجود یک کلید قدرت در مکانهای مختلف شبکه انجام شد. با توجه به این

شبیه سازی ها بهترین مکان جهت نصب کلید قدرت برای بهبود EUE و در نتیجه بهبود قابلیت

اطمینان، گره ۲۳ می باشد و گره های ۱۸ و ۸ و ۲۹ در اولویت های بعد قرار دارند.

در ادامه مطالعات، شبیه سازی های با ۲ و ۳ و ۴ و ۵ کلید قدرت تست شده است. نتایج نشان میدهد

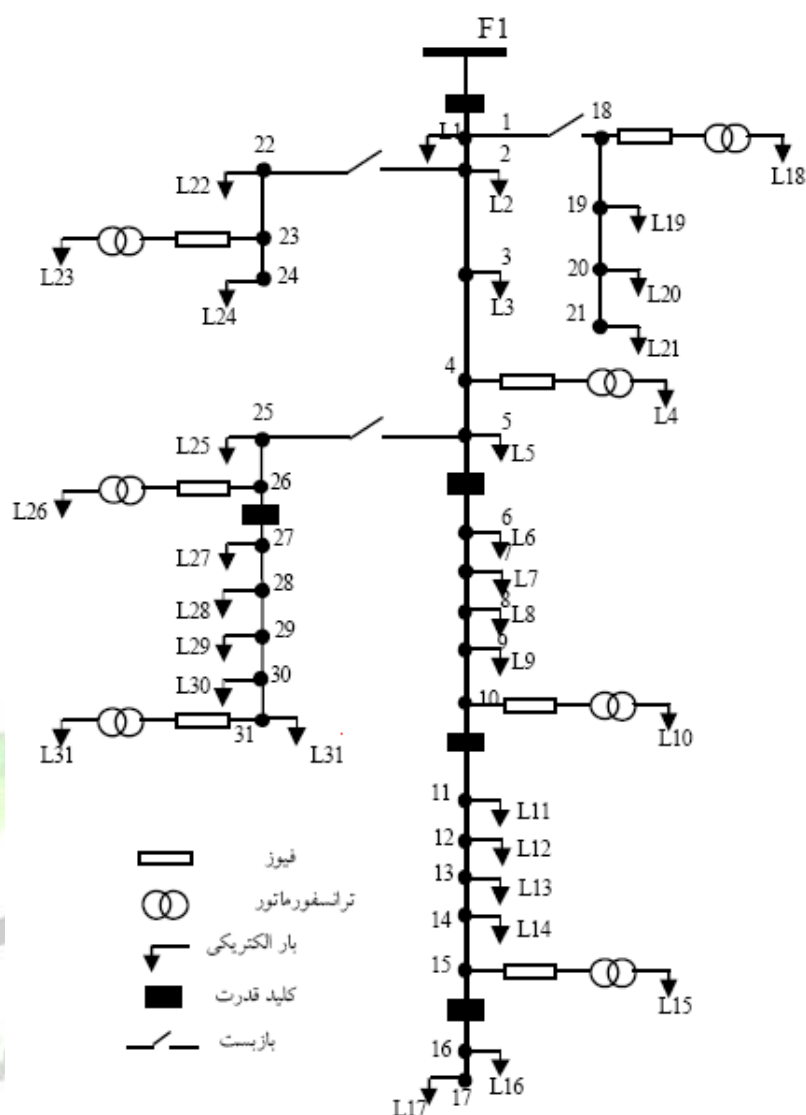
که هر چه تعداد کلیدهای قدرت بیشتر باشد، در نتیجه درصد بهبود EUE بیشتر خواهد بود که با

توجه به نتایج شبیه سازی های فوق، دیده می شود که با استفاده از کلید قدرت در شبکه، شاخص

های ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم بهبود یافته است و بطور کلی می توان گفت، هر چه از لحاظ

حفاظتی، تجهیزات بیشتری در شبکه بکار برده شود قابلیت اطمینان سیستم افزایش خواهد یافت.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرمان سایت و به همراه فونت های لازم



شکل ۵-۳۴ شبکه ۳۲ شینه مورد مطالعه

در جدول ۵-۴۳، شاخص های مختلف که در فصل قبل تعریف شد برای توانهای مختلف منبع تولید توان که در گره ۱۵ نصب گردیده است، محاسبه شده است. همانطور که دیده می شود میزان شاخص های  $EUE, ASAI, CAIDI, SAIDI, SAIFI$  با افزایش سطح ولتاژ کاهش یافته اند. جدول ۵-۴۴ نتایج فوق را برای سطوح مختلف توان منبع موجود در گره ۱۵ و برای حالتی که کلید قدرت در گره ۲۳ نصب گردیده است ارائه کرده است. همانطور که دیده می شود شاخصهای  $SAIFI, SAIDI$  کاهش یافته اند. شاخص  $CAIDI$  با افزایش توان از ۹٪ تا ۴/۵۵ کیلوولت آمپر

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

کاهش یافته است. اما شاخصهای  $EOC$ ,  $EUE$ ,  $ASUI$  با افزایش توان کاهش یافته است.

شاخصهای مورد مطالعه	نتایج مطالعه با وجود منبع تولید توان در گره ۱۵			
	0 MVA	0.9 MVA	2.75 MVA	4.55 MVA
<i>SAIFI</i>	24.3640	24.29460	24.2017	24.1639
<i>SAIDI</i>	97.3030	96.93530	96.4448	96.2454
<i>CAIDI</i>	3.99370	3.98990	3.9851	3.9830
<i>ASUI</i>	0.01111	0.011066	0.011010	0.010987
<i>ASAI</i>	0.98889	0.988934	0.988990	0.989013
<i>EUE</i>	361479	360529	358572	357552

جدول ۴۳-۵ نتایج شبیه سازی با وجود ژنراتور در گره ۱۵

شاخصهای مورد مطالعه	نتایج مطالعه با وجود منبع تولید توان در گره ۱۵ و کلید قدرت در گره ۲۳			
	0 MVA	0.9 MVA	2.75 MVA	4.55 MVA
<i>SAIFI</i>	14.524	9.7421	9.3492	9.3115
<i>SAIDI</i>	32.134	22.0807	20.9687	20.7693
<i>CAIDI</i>	2.2125	2.2665	2.2428	2.2305
<i>ASUI</i>	0.00367	0.002521	0.002394	0.002371
<i>ASAI</i>	0.99633	0.997479	0.997606	0.997629
<i>EUE</i>	114760	89246	83312	82292
<i>EOC</i>	149188	116020	108306	106979

جدول ۴۴-۵ نتایج شبیه سازی با وجود ژنراتور در گره ۱۵ و کلید قدرت در گره ۲۳

بنابراین با توجه به جداول ۴۳-۵ و ۴۴-۵ واضح است که نتایج جدول ۴۴-۵ در مقایسه با جدول

۴۳-۵ بهتر می باشد و علت آن این است که از کلید قدرت در گره ۲۳ استفاده شده است.

شکل ۳۵-۵، مقادیر  $EUE$  را با افزایش توان منبع موجود در گره ۱۵ و با وجود کلید قدرت در

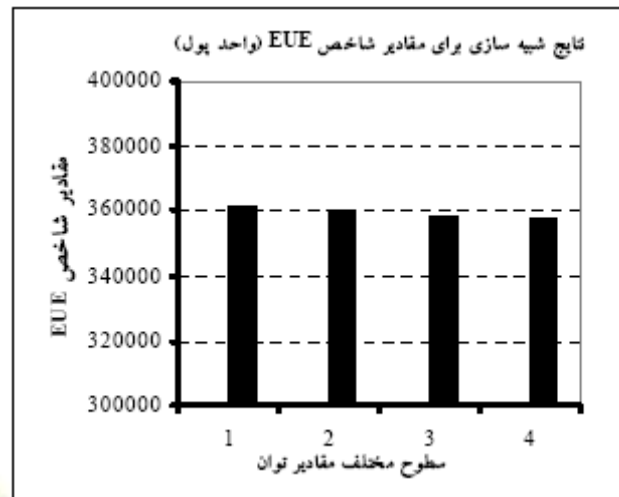
گره ۲۳ نشان می دهد.

این نمودار نشان می دهد که با افزایش توان تولیدی در گره ۱۵، میزان شاخص  $EUE$ ، تغییر

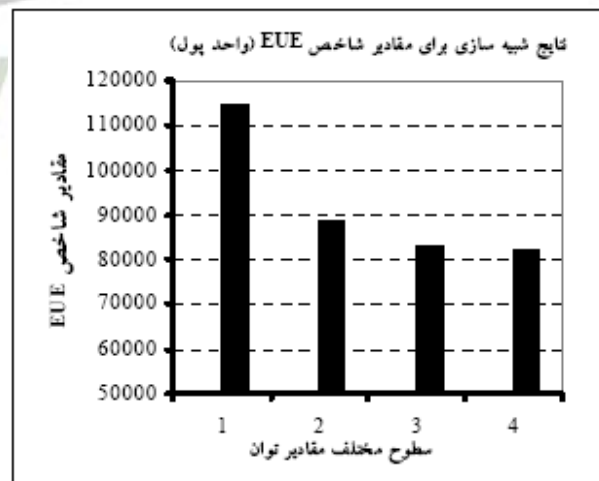
چندانی نمی کند و تقریباً در تمام حالات با هم برابر است. اما در شکل ۳۶-۵، در حقیقت مطالعه

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

فوق بدون استفاده از کلید قدرت صورت گرفته است، مقادیر  $HE$  تغییرات زیادی دارند. بنابراین به صورت کلی می توان گفت که، اگر مکان مناسب و بهینه ای برای کلید قدرت انتخاب شود، نتایج بهتری برای میزان شاخص  $EUE$  بدست می آید.



شکل ۵-۳۵ مقادیر  $EUE$  برای مقادیر مختلف توان در گره ۱۵ با وجود کلید قدرت در گره ۲۳



شکل ۵-۳۶ مقادیر  $EUE$  برای مقادیر مختلف توان در گره ۱۵ بدون وجود کلید قدرت در شبکه

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

### نتیجه گیری

در این بخش تأثیر سیستم های تولید پراکنده (DG) بر روی قابلیت اطمینان سیستم های توزیع مورد مطالعه قرار گرفت و با استفاده از استراتژیهای خاصی از اضافه بار خطوط و همچنین حذف بار شین ها در شرایط خاص جلوگیری شد. با توجه به نتایج حاصل شده، می توان گفت که با استفاده از تکنولوژی DG، عملکرد سیستم قدرت بهبود یافته است. و مشترکاً هم مشترکین و هم تولیدکنندگان توان از لحاظ اقتصادی منفعت بیشتری کسب کرده اند. بنابراین در بازار برق تجدید ساختار شده، تمام تلاشها باید در جهت استفاده از سیستم های تولید پراکنده (DG) برای شبکه قدرت باشد تا عملکرد سیستم تقویت گردد و همچنین از لحاظ قابلیت اطمینان نیز، سیستم امنیت بیشتری داشته باشد. طبیعی است که برای بهره گیری از این تکنولوژی در سیستم های تجدید ساختار شده باید استانداردهای جدیدی تدوین گردد تا بتوان نتایج رضایت بخشی حاصل نمود. [47]

### نتیجه گیری کلی

- ۱- با توجه به رشد و توسعه صنایع حساس و نیز تقاضای مصرف کنندگان بر روی قابلیت اطمینان در شبکه های توزیع ضروری است.
- ۲- در شبکه های توزیع کوچک استفاده از روشهای تحلیلی برای محاسبه شاخصهای اصلی نقاط بار مناسبتر است ولی در سیستمهای توزیع گسترده استفاده از روشهای شبیه سازی مناسبتر است.
- ۳- استفاده از تجهیزات مناسب و سازگار با محیط و نیز تجهیزات یدکی باعث بهبود

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

شاخصهای قابلیت اطمینان می گردد.

۴- بهره برداری حلقوی از سیستمهای توزیع یا استفاده از ژنراتورهای پراکنده در نقاط بحرانی و نیازمند به انرژی پیوسته رضایت بیشتر مصرف کنندگان را از نقطه نظر قابلیت اطمینان در پی دارد.

۵- اتوماسیون شبکه های توزیع بهبودی قابل توجهی را در شاخصهای قابلیت اطمینان ایجاد می کند. ضمن آنکه با پیشرفت سیستمهای مخابراتی و تجهیزات میکروپروسسوری هزینه اتوماسیون نیز کاهش پیدا کرده است.

۶- بهبود قابلیت اطمینان سیستمهای توزیع باعث صرفه جویی در انرژی هدر رفته گشته خسارتهای فراوانی را که گروههای مختلف مصرف کنندگان متحمل می شوند به شدت کاهش می دهد.

پیشنهادات  
WikiPower.ir

در ادامه این پژوهش کارهای تکمیلی زیر را می توان انجام داد:

- ۱- بررسی اثرات قابلیت اطمینان سیستمهای توزیع بر بازار رقابتی در محیطهای تمرکززا و تجدید ساختار شده و لزوم توجه به آن از سوی شرکتهای برق.
- ۲- ارزیابی مانیتورینگ سیستمهای توزیع و اثرات آن بر بهبود قابلیت اطمینان.
- ۳- جایابی بهینه کلیدهای اتوماتیک در شبکه های توزیع به منظور بهبود قابلیت اطمینان با استفاده از شبکه های عصبی هوفیلد و الگوریتم ژنتیک.
- ۴- ارائه یک برنامه کنترلی برای ژنراتورهای پراکنده در سیستمهای توزیع جهت بهبود



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

قابلیت اطمینان کل شبکه.

۵- ارزیابی اثرات اتوماسیون پستها و فیدرهای توزیع بر قابلیت اطمینان مصرف کنندگان.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

مراجع:

[1]. شورا حسین زاده، مسعود علی اکبر گلکار، شکراله شکری کجوری و امین حاجی زاده، "افزایش قابلیت اطمینان و کاهش تلفات سیستم توزیع با حضور منابع تولید پراکنده با استفاده از بهینه سازی چند هدفه"، یازدهمین کنفرانس شبکه های توزیع برق، مازندران، ۱۲ و ۱۳

اردیبهشت

[2]. Billinton R. and Allan R.N., "Power Systems Reliability in Prespective",  
Electronics & Power March 1984 pp.231-236

[3]. Billinton R. and Allan R.N., "Reliability Evaluation of Power Systems",  
Plenum Publishing New York, 1984

[4]. مهرداد عابدی، فیروزه رامشخواه و داود جلالی، "داده های محاسبات قابلیت اطمینان در

شبکه های توزیع و پیشنهاد روش جمع آوری آن ها در شرکت های توزیع"، پنجمین کنفرانس

شبکه های توزیع نیروی برق

[5]. Billinton R. "Power Systems Reliability Evaluation", Gordon & Breach  
(1980)

[6]. Billinton R. and Allan R.N., "Reliability Evaluation of Engineering  
Systems", Pitman (1983)

[7]. Billinton R. , Allan R.N. and Salvaderi L., "Applied Reliability Assessment  
In Electric Power System", IEEE Press (1991)

[8]. Zhao M., "Availability For Repairable Component And Series Systems",  
Vol. 43, No. 2, June (1994)

[9]. Endernyi J., et al. "The Present Status of Maintenance Strategies and the

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

- Impact of Maintenance on Reliability", IEEE Trans. on Power Systems, Vol. 16, No. 4, November 2001, pp. 638-646
- [10]. Wang P. and Billinton R., " Reliability Cost/Worth Assesment of Distribution Systems Incorporating Time-Varing Weather Conditions and Restoration Resources", IEEE Trans. on Power Delivery, Vol. 17, No. 1, January 2002, pp. 260-265
- [11]. Asgharpour, S. and Mathine, M.J. "Reliability Evaluation of Distribution System with Non-Exponential Down Time", IEEE Trans. on Power Systems, Vol. 12, No. 2, May 1997, pp. 579-584
- [12]. Sim H. and Enderny J., "Optimal Preventive Maintenance With Repair", IEEE Trans. Reliability Vol. 37, No. 1, April (1998), pp. 92-96
- [13]. Allan R. , et al. "A Reliability Test System For Educational Purpuses Basic Distribution System Data and Results", IEEE Trans. on Power Systems, Vol. 6, No. 2, May 1997, pp. 813-820
- [14]. Briepohl A. M., "Probabilistic Systems Analysis", John Wiley & Sons (1970)
- [15]. Drake A. W. "Fundamentals of Applied Probability Theory", Mc Graw-Hill (1967)
- [16]. Papulis A., "Random Variables and Stochastic Process", Mc Graw-Hill New York (1985)
- [17]. Wang P. and Billinton R., "Unreliability Cost Assesment of an Electric Power Systems Using Reliability Network Equivalent Approaches", IEEE Trans. on Power Systems, Vol. 17, No. 3, August 2002 pp. 549-556
- [18]. Van Casteren J. F. L. et al. "Reliability Assesment in Electric Power Systems : The Weibull-Markov Stochastic model", IEEE Trans. on Industry Aplication, Vol. 36, No. 3, May/June 2000 pp. 911-915

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

- [19]. Brown R. E., et al., "Distribution System Reliability Assessment Using Hierarchical Markov Modeling", IEEE Trans. on Power Delivery, Vol. 11, No. 4, October 1996 pp.1929-1934
- [20]. Brown R. E. and Ochoa J.R., "Distribution System Reliability : Default Data and Model Validation", IEEE Trans. on Power Systems, Vol. 13, No. 2, May 1998 pp.704-709
- [21]. Liang X. and Goel L., " Distribution Systems Reliability Evaluation Using The Monte Carlo Simulation Method", Electric Power Systems Research, Vol. 49 (1997) pp. 75-83
- [22]. Goel L. et al., "Monte Carlo Simulation-based customer Service Reliability Assessment", Electric Power Systems Research, Vol. 51 (1999) pp. 185-194
- [23]. Dasilva A. M. et al., "Integrated Reliability Evaluation Generation, Transmission and Distribution Systems", IEEE Proc. Gener. Trans. Distrib., Vol. 149, No. 1, January 2002 pp. 1-6
- [24]. Billinton R. and Jonnavithula A. "Application of Sequential Monte Carlo to Evaluation of Distribution of Composite System Indices", IEEE Proc. Gener. Trans. Distrib., Vol. 144, No. 2, March 1997 pp. 87-90
- [25]. Billinton R. and Ghajar R., "Utilization of Monte Carlo Simulation in Generation Capacity Adequacy Evaluation", Canadian Electrical Association , Power System Reliability Subsection, March 1987 Vancouver, Canada, pp. 1-18
- [26]. Billinton R. and Wang P., "Teaching Distribution System Reliability Evaluation Using Monte Carlo Simulation", IEEE Trans. on Power Systems, Vol. 14, No. 2, May 1999 pp. 397-403
- [27]. Billinton R. and Allan R.A., " Reliability Assessment of Large Electric

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

Power Systems", Kluwer Academic, (1998)

[28]. J.J. Meeuwsen, Kling and W. L. "Substation Reliability Evaluation Including Switching Actions With Redundant Components", IEEE Trans. on Power Delivery, Vol. 12, No. 4, October 1997 pp. 1472-1479

[29]. Ammon, R. et al. "A Survey of Distribution Reliability Measurement Practices in U.S.", IEEE Trans. on Power Delivery, Vol. 14, No. 1, January 1999 pp. 250-256

[30]. Billinton R. and Billinton J. E., "Distribution System Reliability Indices", IEEE Trans. on Power Delivery, Vol. 4, No. 1, January 1989 pp. 561-568

[31]. صلاح الدین زندی و فرشید حسن پور، "مدخلی بر قابلیت اطمینان (پایائی) در شبکه های

توزیع و گام هایی جهت برآورد شاخص های مربوطه"، پنجمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی

برق

[32]. Brown R. E., Nguyen H. V. and Burke J. J., "A Systematic And Cost Effective Method to Improve Distribution System Reliability", IEEE Press 2000

[33]. Yan Ou. and Goel L., "Subtransmission Systems Reliability Worth Assesment Using The Monte Carlo Simulation Method", IEEE Press 1998

[34]. Billinton R., "Evaluation of Reliability Worth in an Electric Power Systems", Reliability engineering and Systems Safety 46 (1994) pp. 15-23

[35]. Billinton R. and Wang Peng, "Distribution System Reliability Cost/Worth Analysis Using Analytical and Sequential Simulation Techniques", IEEE Trans. on Power Systems, Vol. 13, No. 4, November 1998 pp. 1245-1250

[36]. Ou Y. and Goel L., "Using Monte Carlo Simulation for Overall Distribution System Reliability Worth Assessment", IEE Proc. Gener. Trans. Distrib., Vol. 146, No. 5, September 1999 pp. 535-540

[37]. Makinen A. et al., " A Practical Approach for Estimating Future Outage

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

Costs in Power Distribution Networks", IEEE Trans. on Power Delivery, Vol. 5, No. 1, January 1990 pp. 311-316

[38]. Nara K. and Hasegava J., "An Advanced Flexible and Reliable Distribution Systems", Energy Management and Power Delivery, Proceeding EMPD 95, Intenational conference on, 21-23 Nov., 1995 pp. 55-60, Vol. 1

[39]. Jonnavithula A. and Billinton R., "Features that Influence Composite Power Systems Reliability Worth Assessment", IEEE Trans. on Power Systems, Vol. 12, No. 4, November 1997 pp. 1536-1541

[40]. Goel L. and Ou Y., "Reliability Worth Assessment in Radial Distribution Systems Using Monte Carlo Simulation Technique", Electric Power Systems Research Vol. 49, 1999 pp. 43-53

[41]. Cali A. , et al., "Utilization of Static Circuit Breakers in Loop Distribution Systems For Reliability Improvement", IEEE/PES and NTUA Athens, Greece, October 14-16 1998 pp. 982-987

[42]. Chen R. L. and Sabir S., "The Benefits of Implementing Distribution Automation and System Monitoring in The Open Electricity Market", Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering 2001, Toronto pp. 1-6

[43]. G. Hart, et al., "Automated Solution for Distribution Feeders", IEEE Computer Applications in Power, October 2000 pp. 25-29

[44]. Lawler J. S. et al., "Impact of Automation on the Reliability of the Athens Utilities Board Distribution System", IEEE Trans. on Power Delivery, Vol. 4, No. 1, January 1989

[45]. سعید نجفی باغچه جوقی، علی فارسی و علی رامین فرد، "بررسی بهبود قابلیت اطمینان

شبکه های توزیع کابلی با اجرای اتوماسیون و شبیه سازی آن در یک شبکه واقعی"، دهمین

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق

[46]. غلام احمدی، "ارزیابی قابلیت اطمینان در شبکه‌های توزیع و بررسی راه‌های بهبود آن"،

پروژه کارشناسی ارشد، ۱۳۸۳

[47]. جمشید آقایی، امیر پرچ، دکتر حیدر علی شایانفر و دکتر احمد غلامی، "ارزیابی قابلیت

اطمینان سیستم های توزیع در محیط تجدید ساختار یافته"، دهمین کنفرانس شبکه های توزیع

نیروی برق

