



021014

## جایابی بهینه ریکلوزر جهت افزایش قابلیت اطمینان شبکه توزیع نیروی برق استان بوشهر

حبیب رجبی مشهدی

رحمن دشتی

دانشیار گروه برق، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

دانشجوی دکتری برق، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

[h\\_mashhadi@um.ac.ir](mailto:h_mashhadi@um.ac.ir)

[ra\\_da847@stu-mail.um.ac.ir](mailto:ra_da847@stu-mail.um.ac.ir)

### چکیده:

تداوم برق رسانی و سرویس دهی به مصرف کنندگان از ابتدای شروع کار صنعت برق، از اهمیت بالایی برخوردار بوده و تمامی دست اندرکاران این صنعت در تمام جهان پیوسته در جهت نیل به تأمین برق مطمئن و پایدار کوشیده و سرمایه گذاری نموده اند [1].

در اکثر شبکه های حومه شهرها و روستاها برای کاهش هزینه ها در احداث شبکه های توزیع و کاهش هزینه حفاظت و بهره برداری از شبکه، از خطوط هوایی شعاعی استفاده می شود. اجزاء شبکه توزیع به طور دائم در معرض حادثه و خطا هستند. ولی بر خلاف خطوط فشار قوی که بیشترین منشأ خطاهای ایجاد شده در آنها خارجی و ناشی از شرایط محیطی و جوی است، تجهیزات این شبکه ها کاملاً متفاوت است [2] و اکثر خطاها ناشی از مسائل فنی و داخلی آنها هستند. با پیشرفت تکنولوژی برای رفع خطاهایی که منشأ داخلی دارند، راه حلهای مناسب پیدا شده و امروزه تا حد زیادی این قبیل خطاها قابل کنترل هستند.

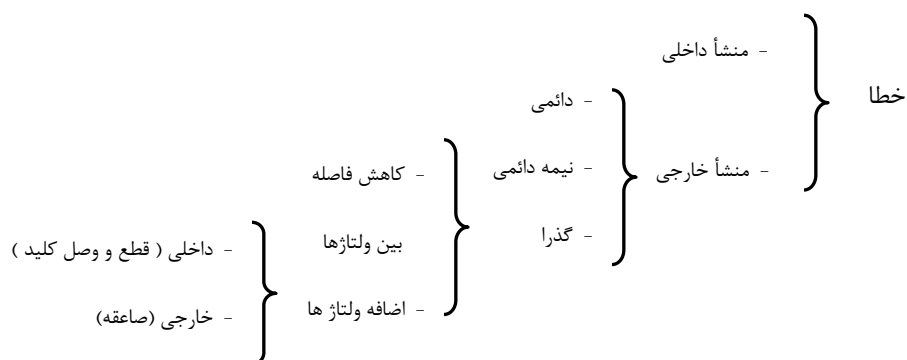
### ۱-۱) انواع خطا

بطور کلی خطاهای ایجاد شده در شبکه برق از لحاظ علل بروز و زمان تداوم خطا از دیاگرام شکل (۱) تبعیت میکند

استفاده از ریکلوزرها در فیدرهای توزیع جهت مهار خاموشیهای گذرا و کاهش انرژی توزیع نشده اقدامی موثر به شمار می رود. با توجه به پر اهمیت بودن جایابی بهینه ریکلوزرها و انتخاب تعداد آنها، مقاله حاضر به تحلیل مساله جایابی بهینه ریکلوزرها در شبکه توزیع می پردازد. این مقاله یک تابع هدف ترکیبی بر مبنای شاخصهای قابلیت اطمینان معرفی کرده و سپس با استفاده از الگوریتم ژنتیک نسبت به جایابی بهینه ریکلوزر از طریق کمینه سازی تابع هدف اقدام می نماید. پس از به کارگیری این روش در شبکه استاندارد RBTS و یک شبکه نمونه دیگر، چگونگی شناسایی فیدر نیازمند به ریکلوزر معرفی و سپس مساله جایابی بهینه ریکلوزر در یک فیدر پر عارضه شبکه توزیع نیروی برق استان بوشهر از نظر فنی - اقتصادی مورد مطالعه و بررسی قرار می دهد.

کلمات کلیدی: شبکه توزیع، انواع خطاها، خطای گذرا، ریکلوزر،

شاخصهای قابلیت اطمینان



شکل(۱): دیاگرام خطا در سیستم قدرت

با توجه به دیاگرام فوق خطاهای خارجی به سه دسته تقسیم می شوند

(۱) خطاهای دائمی (۲) خطاهای نیمه دائمی (۳) خطاهای گذرا

نهایی داشت و به اندازه ای سریع بود که از بروز برخی خطاهای گذرا که منجر به خطاهای دائمی می شد، جلوگیری می کرد. سپس در سال ۱۹۴۴ ریکلوزر به شکل امروزی آن معرفی گشت. این وسیله که مشخصه جریان-زمان دوگانه‌ای داشت (سریع و تأخیردار) و به منظور حفاظت در برابر خطاهای موقتی طراحی شده و قابل تنظیم با دیگر وسایل حفاظتی بود. با پیشرفت تکنولوژی میکروپروسسوری و افزایش سرعت پردازش اطلاعات سبب گردید که ریکلوزرهای با وضعیت فعلی در ابعاد کوچکتر طراحی شوند [۱،۲،۳].

با توجه به موارد فوق مکان نصب ریکلوزر و تابع هدفی که توسط آن این مکان مشخص می‌شود از اهمیت ویژه ای بر-خوردار می شود. در سیستمهای جایابی ریکلوزر دو دیدگاه وجود دارد.

۱. جایابی ریکلوزر از دیدگاه کاهش هزینه
  ۲. جایابی ریکلوزر جهت کاهش خاموشیهای گذرا و کاهش انرژی توزیع نشده و رضایتمندی مشترکین
- این مقاله به جایابی ریکلوزر از دیدگاه دوم یعنی جهت کاهش خاموشیهای گذرا و در نتیجه کاهش انرژی توزیع نشده و رضایتمندی مشترکین می پردازد. این مقاله تابع هدفی ترکیبی از مجموع متوسط تعداد خاموشیهای گذرا، متوسط زمان خاموشی، متوسط تعداد خطا رخ داده در منطقه را ارائه و سپس به بررسی اقتصادی و بازگشت هزینه آن می پردازد.

## ۲- قابلیت اطمینان و تابع هدف

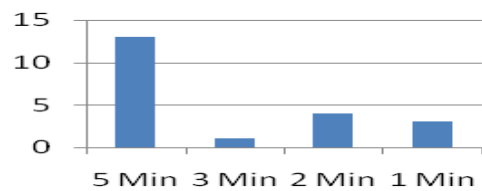
عوامل بسیاری در تعیین قابلیت اطمینان یک سیستم موثر می باشد که تعداد محدودی از آنها قابل کنترل می باشد. این عوامل به متغیرهایی نظیر قابلیت اطمینان اجزای تجهیزات،

نظر به اینکه حدود ۸۰ درصد خطاها در خطوط فشار متوسط توزیع به صورت گذرا بوده و به طور خودکار با یکبار یا دو بار کلیدزنی از ایستگاه پس از قطع اتوماتیک رفع می گردند. این خود یک عملکرد سعی و خطا جهت شناسایی نوع خطا است که در حالتی خطای دائمی سبب اعمال استرسهای شدید و ایجاد حالتیهای گذرا ویژه ای بر شبکه می گردد و همچنین سبب کاهش طول عمر کلید ایستگاه می شود. لذا جهت جلوگیری از اقدام به کلیدزنی های ناموفق از ایستگاه انتقال و فوق توزیع و افزایش قابلیت اطمینان در انتقال انرژی الکتریکی و برقراری تداوم آن و ایجاد پایداری در شبکه، نیاز به نصب ریکلوزر در خطوط فشار متوسط است که سبب کاهش کلیدزنی های مکرر ایستگاه در خطاهای گذرا و همچنین سبب کاهش قطع بارها بخاطر مشکلدار بودن خط در یک منطقه می‌شود.

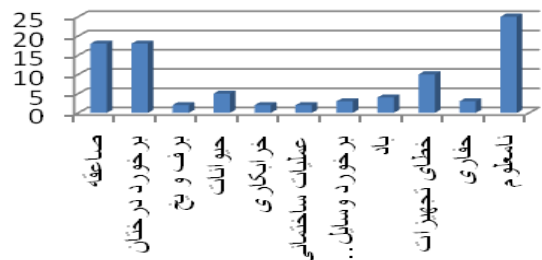
از لحاظ تاریخی اولین وسیله قطع و وصل اتوماتیک، شامل دو یا سه فیوز دفع کننده بود که به طور مکانیکی به هم دسته بندی شده بودند و امکان عملیات قطع و وصل را هنگامی که یکی از فیوزهای واقع در مدار در پاسخ به اضافه جریان عمل میکرد، پدید می‌آورد. موفقیت این وسیله موسوم به فیوز مکرر منجر به پیدایش اولین دستگاه ریکلوزر مدار در سال ۱۹۳۹ شد. این ریکلوزر پیشرفت کاملی از لحاظ عملکرد نسبت به فیوز مکرر داشت زیرا توانایی عملکرد مجدد را قبل از عمل

طول شبکه و بارگذاری آن، پیکر بندی شبکه، مشخصه بار و..... بستگی دارد. در حالت کلی برخی از علل بنیادی که عدم توجه به آنها سبب کاهش قابلیت اطمینان سیستم می شود عبارتند از :

- استانداردهای مربوط به ایمنی فیدرها: نوع انتخاب رله و سیمها، نوع عایق مقرره ها
- ضوابط قید شده در زمان طراحی فیدرها
- سیستم کارآمد جهت جمع آوری اطلاعات نقاط ضعف و عیوب شبکه
- استاندارد عملکرد تجهیزات شبکه. بطور مثال زمان عملکرد رله ها
- استراتژی مدیریت موثر در شبکه
- استاندارد های نگهداری شبکه
- اولویت گذاری در انجام پروژه ها و سرمایه گذاری های کلان
- فاکتورهای دیگری نیز همچون ایجاد اختلال و خرابی توسط اشخاص ثالث، شرایط جوی و محیطی نظیر درجه حرارت، رطوبت هوا، آلودگی هوا و محیط، باد، باران، برف و یخ، صاعقه و..... نیز در کاهش قابلیت اطمینان یک شبکه موثر است [۴].
- شکل (۱) نمودار ستونی تعداد خطاهای زیر ۵ دقیقه نشان می دهد و شکل (۲) نمودار ستونی خطاهای گذرا به تفکیک عوامل و کمیت آن مطرح می کند [۵].



شکل (۱): نمای ستونی تعداد خطا به مدت زمان خاموشی



شکل (۲): تعداد خطای گذرا به تفکیک عوامل

## ۱-۲- معرفی شاخص های استاندارد قابلیت اطمینان مورد استفاده در سیستم های توزیع

مراحل بدست آوردن قابلیت اطمینان در یک سیستم عبارتند از:

- فهم دقیق نحوه کار سیستم و المان های تشکیل دهنده آن: بطور مثال محاسبه درصد خطا.
- مشخص نمودن علل خرابی برای گذشته یک سیستم و یا عللی که در آینده باعث خرابی تجهیزات میگردند این مورد در تعیین شاخص های قابلیت اطمینان برای گذشته و یا آینده یک سیستم مورد توجه می باشد که می توان آب وهوا، اتصال کوتاه های غیر قابل پیش بینی، اضافه بار و..... را نام برد.
- مشخص نمودن عواقب ناشی از خرابی ها
- تهیه مدلی که بتواند مشخصه های مورد نظر را نشان دهد [۸].

### • شاخص های مهم قابلیت اطمینان [۷-۵]

- متوسط دفعات خاموشی سیستم SAIFI

SAIFI بیانگر آنست که هر یک از مشترکین شبکه چند بار بطور متوسط در طول پریود مورد بررسی (یک سال) ممکن است قطع شود. که طی را بطه زیر محاسبه می گردد.

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i \cdot N_i}{N_T} \quad (1)$$

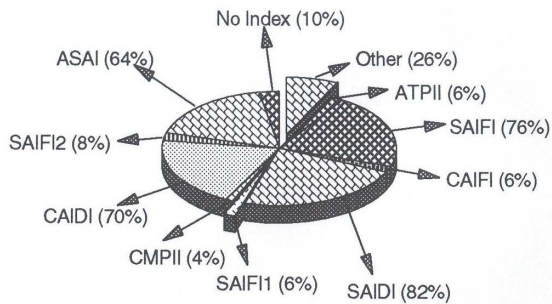
که در آن  $N_i$  تعداد مشترکین در نقطه  $i$  و  $\lambda_i$  نرخ خرابی آن نقطه است.

- متوسط زمان قطعی هر مشترک در دوره SAIDI

SAIDI بیانگر آن است که میانگین مدت زمانی که هر مصرف کننده در طول پریود مورد بررسی (یک سال) با قطعی روبرو می شود که طی را بطه (۲) محاسبه می گردد.

$$SAIDI = \frac{\sum r_i \cdot N_i}{N_T} \quad (2)$$

که در آن  $N_i$  تعداد مشترکین در نقطه  $i$  و  $r_i$  مدت زمان خروج آن است.



شکل (۳): درصد استفاده شرکت‌های متعدد از شاخص‌های متفاوت قابلیت اطمینان [۴]

#### دوره متوسط قطع مشترک CAIDI

CAIDI میانگین مدت زمانی که هر قطعی در طول پریود مورد بررسی (یک سال) نشان می‌دهد که طی را بطه (۳) محاسبه می‌گردد.

$$CAIDI = \frac{\sum r_i \cdot N_i}{\sum \lambda_i \cdot N_i} = \frac{SAIDI}{SAIFI} \quad (3)$$

متوسط دسترس پذیری (دسترس ناپذیری) ASAI و (ASUI)

$$ASAI = \frac{8760 - SAIDI}{8760} \quad (4)$$

این شاخص بیانگر این مطلب است که بطور متوسط در چند درصد از سال شبکه برای کل مشترکین در دسترس بوده است و همیشه کمتر از یک می‌باشد.

$$ASUI = 1 - ASAI = \frac{SAIDI}{8760} \quad (5)$$

#### MAIFle

MAIFle شاخصی است که متوسط دفعات خاموشی گذرا (معمولاً زیر ده دقیقه) هر مشترک را بیان می‌کند که طی رابطه زیر معرفی می‌گردد.

$$MAIFle = \frac{\sum ID_i \cdot N_i}{N_T} \quad (6)$$

که  $ID_i$  تعداد قطعی کلید ناشی از خاموشی گذرا می‌باشد.

شکل (۳) درصد استفاده شرکت‌های متعدد از شاخص‌های متفاوت قابلیت اطمینان را نمایش داده است.

#### ۳-۲ تابع هدف انتخابی

از ابتدا تا کنون شاخص‌های متعددی از شاخص‌های فوق‌الذکر جهت بهبود قابلیت اطمینان سیستم توزیع بکار برده می‌شد که یکی از اساسی‌ترین این شاخص‌ها، انرژی توزیع نشده ENS و هزینه مربوطه بوده است. ولی با توجه به رشد شرکت‌های توزیع و رشد بار و رشد تعداد مشترکین و عوامل پنهانی چون نارضایتی مشترکین، خاموشی‌های مکرر مشترکین با مصرف کم ولی حساس سبب شد که میل به توابع هدفی چون SAIFI، SAIDI بیشتر شود. لذا در این مقاله با توجه به شاخص‌های موجود در سیستم از تابع هدفی استفاده شده است که ترکیبی از سه مولفه شاخص‌های SAIDI، SAIFI و MAIFle است.

$$C = W_1 \frac{SAIFI - SAIFI_T}{SAIFI_T} + W_2 \frac{SAIDI - SAIDI_T}{SAIDI_T} + W_3 \frac{MAIFle - MAIFle_T}{MAIFle_T} \quad (7)$$

که  $W_1$ ،  $W_2$  و  $W_3$  ضرایب وزنی برای شاخص‌های SAIFI، SAIDI و MAIFle هستند و اندیس  $T$  مبین مقدار مطلوبی است که می‌خواهیم در عمل به این نقطه بهینه برسیم.

### ۳- آلوگوریتم ژنتیک

الگوریتم‌های ژنتیک (GA) الگوریتم‌های جستجوی همه‌منظوره‌ای هستند که بر اساس مکانیزم وراثت و گزینش طبیعی در موجودات زنده (نظریه داروین ۱۸۵۹) کار می‌کنند. این الگوریتم‌ها در سال ۱۹۷۵ توسط هالند<sup>۱</sup> و همکارانش در دانشگاه میشیگان ارائه شده است. این الگوریتم‌ها با جمعیتی از اجزاء منفرد که نماینده پاسخ‌های ممکن برای یک مساله هستند سر و کار دارند. به هر یک از اجزاء منفرد بسته به این که تا چه حد پاسخ مناسبی برای مساله باشند یک امتیاز برازندگی<sup>۲</sup> نسبت داده می‌شود.

الگوریتم ژنتیک با یک جمعیت اولیه از پاسخ‌ها شروع به کار می‌کند و با اعمال عملگرهای ژنتیک، که بر اساس پروسه‌های ژنتیک موجود در طبیعت مدل شده‌اند، به سمت پاسخ‌های بهتر پیش می‌رود. هر دوره تولید پاسخ‌های جدید یک نسل<sup>۳</sup> نامیده می‌شود. در هر نسل پاسخ‌های نسبتاً بهتر برای بازتولید پاسخ‌های جدید که متناظر با موالید در پروسه ژنتیک طبیعی هستند، مورد استفاده قرار می‌گیرند و جانشین پاسخ‌های نامناسب‌تر می‌شوند. در این پروسه یک تابع ارزیابی یا برازندگی که نقش محیط را در پروسه ژنتیک طبیعی بازی می‌کند، برای تمایز میان پاسخ‌های خوب و بد ایفا می‌کند.

در حالت کلی برای حل هر مساله با استفاده از GA پنج جزء اساسی یک نمایش ژنتیکی از پاسخ‌های مساله، جمعیت اولیه از پاسخ‌ها، یک تابع برازش برای تعیین برازندگی هر یک از پاسخ‌ها، عملگرهای ژنتیکی برای دستکاری ساختار ژنتیکی فرزندان<sup>۴</sup> در مرحله بازتولید، مقادیری برای پارامترهایی که در GA به کار می‌رود (اندازه جمعیت، احتمالات مربوط به اعمال عملگرهای ژنتیکی و...) مورد نیاز است. پارامترهای در نظر گرفته شده در این روش ترکیبی به شرح ذیل می‌باشد:

اندازه جمعیت = ۳۰

تعداد نسل = ۱۵۰

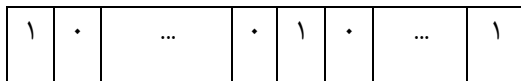
- <sup>۱</sup> - Holland
- <sup>۲</sup> - Fitness
- <sup>۳</sup> - Generation
- <sup>۴</sup> - Off springs

احتمال برش = ۰.۷

احتمال جهش = ۰.۰۰۱-۰.۰۱

### ۴- جایابی ریکلوزر در شبکه توزیع جهت افزایش قابلیت اطمینان

در این مرحله پس از ورود اطلاعات شبکه،  $n$  بیت ۰ و ۱ به تعداد خط‌های کاندید شده جهت نصب ریکلوزر بصورت زیر در نظر گرفته می‌شود.



$n$  بیت برای خط‌های کاندید شده جهت نصب ریکلوزر  
شکل (۵) - کدبندی متغیرها

$n$  = تعداد خطوط ارتباطی بین شینه (یا خط‌های کاندید شده جهت نصب ریکلوزر)

الگوریتم ژنتیک به تولید ژنهای مختلف می‌پردازد. محاسبات پایه بر اساس شبکه‌ای که از تولید ژنهاست انجام می‌شود. اگر مقدار بیت  $A$  ۱ باشد، یعنی در خط  $A$  ریکلوزر نصب گردیده و موجود است. در غیر اینصورت آن خط بدون ریکلوزر است و در محاسبات تاثیری ندارد. لازم به ذکر است که مکانهایی که به تجربه می‌توان متوجه شد که نمی‌تواند محل ریکلوزر باشد، مانند اکثر شینه‌های انتهایی، را می‌توان با صفر کردن ارزش بیت متناظر در کروموزوم‌های جمعیت معلوم فرض کرد و از این طریق کارایی محاسباتی الگوریتم را بهبود داد.

### ۵- نتایج شبیه سازی

#### ۵-۱- نتایج محاسبات قابلیت اطمینان بر شبکه

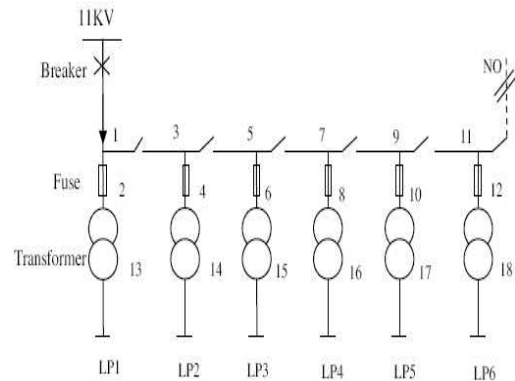
#### استاندارد برای چک کردن شاخص‌ها

ابتدا برای تست برنامه مذکور آن را روی سیستم تست استاندارد RBTS که در شکل (۶) نمایش داده شده است و اطلاعات آن در جدولهای ۱ و ۲ آورده شده است، مورد ارزیابی قرار می‌دهیم. نتایج مربوطه در جدول ۳ ارائه گردیده است که

جدول ۲: اطلاعات فیدر استاندارد RBTS- سگشن های زوج

Lateral Section	Length (km)	$\lambda$ (f/yr)	r (hr/f)	s (hr/f)	Transformer	$\lambda$ (f/yr)	rl (hr/f)
2	0.60	0.03900	5	1	13	0.015	10
4	0.80	0.05200	5	1	14	0.015	10
6	0.75	0.04875	5	1	15	0.015	10
8	0.60	0.03900	5	1	16	0.015	10
10	0.75	0.04875	5	1	17	0.015	10
12	0.60	0.03900	5	1	18	0.015	10

در مقایسه بانتهای مرجع [۶]، بخوبی نشان دهنده دقت محاسباتی روش به کار گرفته شده است.



LP: نقطه بار است

شکل (۶): شبکه تست استاندارد RBTS

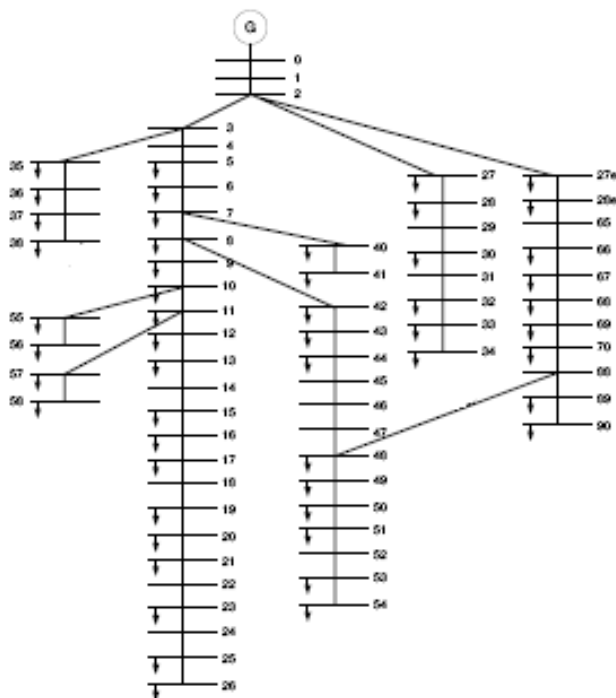
جدول ۳: مقایسه شاخصهای محاسبه شده این مقاله و مرجع [۶]

مرجع [۶]	روش این مقاله	
۰.۳۳۵۶	۰.۳۳۵۵	SAIFI
۰.۸۳۲۸	۰.۸۳۲۸	SAIDI

#### ۲-۴- نتایج شبیه سازی بر شبکه استاندارد برای جایابی ریکلوزر

این بخش به جایابی بهینه ریکلوزر با روش ذکر شده در شبکه شکل (۷) می پردازد و نتایج آن را با مرجع [۷] مقایسه می-شود. روش ارائه شده در مرجع [۷] به بهینه سازی جایابی ریکلوزر با تابع هدف زیر می پردازد.

$$C = W_1 \frac{SAIFI - SAIFI_T}{SAIFI_T} + W_2 \frac{SAIDI - SAIDI_T}{SAIDI_T} \quad (۸)$$



شکل (۷): شبکه استاندارد [۷]

نتایج شبیه سازیها به ازای یک تا سه ریکلوزر در جدول ۴ - به صورت مقایسه با مرجع [۷] آورده شده است. همانطور که مشاهده می شود مکان بهینه ریکلوزرها در دو تابع هدف، یکسان می باشد ولی به علت تفاوت تابع هدف

جدول ۱: اطلاعات فیدر استاندارد RBTS- سگشن های فرد

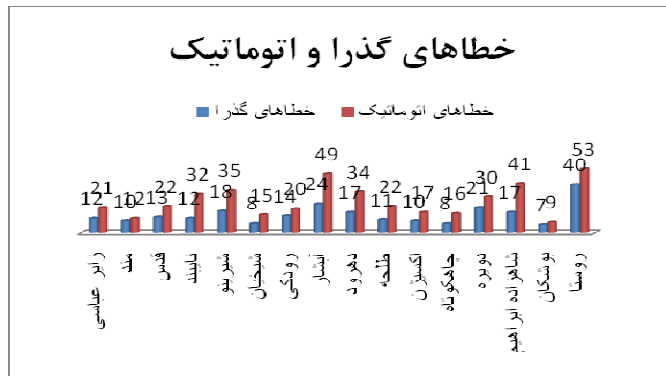
Main Section	Length (km)	$\lambda$ (f/yr)	r (hr/f)	s (hr/f)
1	0.75	0.04875	5	1
3	0.60	0.03900	5	1
5	0.75	0.04875	5	1
7	0.75	0.04875	5	1
9	0.60	0.03900	5	1
11	0.80	0.05200	5	1

مقادیر تابع هدف متفاوت می‌باشد. تابع هدف مرجع [۷] شامل مجموع SAIDI و SAIFI با احتساب ضرائب وزنی مربوطه مطابق با رابطه شماره (۸) خواهد بود. با توجه به تابع هدف ارائه شده در مرجع [۷] مشاهده می‌گردد که شامل شاخص‌هایی است که مربوط به خطاهای دائمی می‌باشد و اصل عملکرد ریکلوزر که شامل کاهش تعداد خطاهای گذرا نیز می‌باشد، در آن مشاهده نمی‌گردد، لذا نویسندگان این مقاله را بر آن داشت که تابع هدف ترکیبی جدیدی ارائه کنند که از جمع وزن دار سه شاخص SAIDI و SAIFI و MAIFie ساخته شده است. نکته‌ای که در تابع هدف ارائه شده مشهود است افزوده شدن متوسط تعداد دفعات خاموشی گذرا است. با توجه به اینکه عملکرد ریکلوزر در راستای کاهش خاموشی‌های گذرا و دائمی مشترکین است لذا افزوده شدن MAIFie در تابع هدف پیشنهادی می‌تواند در جابجایی بهینه تر ریکلوزر جهت نصب در شبکه بسیار مفید فایده باشد.

در جدول ۵ مشاهده می‌گردد که با قرار دادن ریکلوزر در خط بین شینهای ۱۷-۲۳، متوسط تعداد دفعات خاموشی هر مشترک ۲ دفعه تقلیل می‌یابد و همچنین متوسط مدت زمان قطع هر مشترک به میزان ۴ ساعت کاهش می‌یابد. در این خط بیش از ۵۵۰ مشترک تغذیه می‌شوند. با قرار گیری این ریکلوزر میزان انرژی توزیع نشده به میزان ۱۵.۴MWh کاهش می‌یابد. با در نظر گرفتن ارزش حداقلی هر کیلو وات ساعت ۷۵۰ ریال (مقدار تکلیفی اعلام شده توسط توانیر) به عنوان خسارت خاموشی، به سادگی می‌توان نشان داد که سود جامعه از محل کاهش خسارت خاموشی و سود حاصل از فروش انرژی به کارگیری ریکلوزر را از نظر اقتصادی توجیه می‌کند. مقدار واقعی خسارت خاموشی بسته به مشترک به مراتب بیشتر است و اگر این مقدار بر اساس ارزش واقعی بار از دست رفته و تبدیل میزان رضایتمندی به ریال انجام شود مطمئناً بازگشت هزینه ریکلوزر سریعتر و توجیه اقتصادی آن قویتر خواهد بود.

جدول ۴- نتایج شبیه سازی بر شبکه استاندارد

تعداد ریکلوزرها	نتیجه تابع هدف این گزارش	نتیجه تابع هدف مرجع [۷]	مکان ریکلوزرها
۱	۳.۵۴۲۴	۳.۹۵۶۰	۸-۹
۲	۲.۰۸۴۷	۲.۸۶۹۵	۳۰-۳۱ و ۸-۹
۳	۱.۱۹۳۷	۱.۹۰۱۲	۳۰-۳۱ و ۴۷-۴۸



شکل (۸): نسبت خطای گذرا به خطای دائم ۱۶ فیدر فشار متوسط بر عارضه استان بوشهر

#### ۴-۳- نتایج شبیه سازی بر فیدر دوبره از محدوده

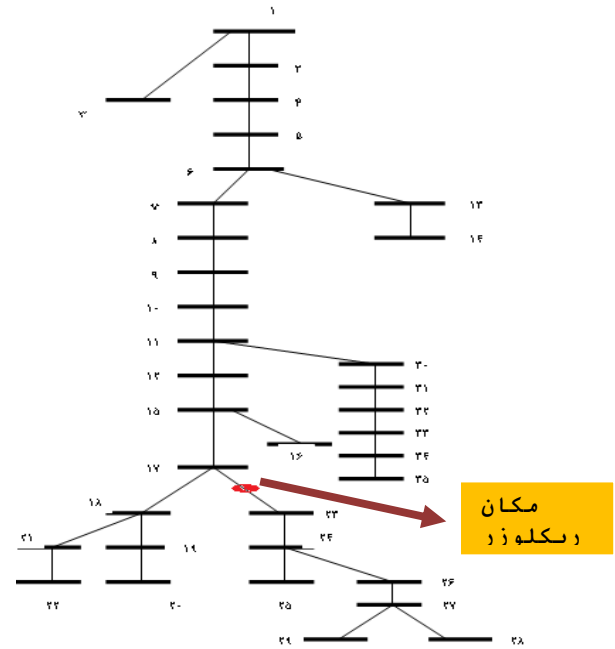
##### شرکت توزیع استان بوشهر

با توجه به شکل (۸) مشاهده می‌گردد که خط دوبره احمدی از میان ۱۶ خط بر عارضه استان بوشهر دارای بیشترین آمار خاموشی‌های گذرا می‌باشد لذا یکی از کاندیدهای مهم برای نصب ریکلوزر می‌توان در نظر گرفت. در ادامه تابع هدف مذکور را در فیدر دوبره از محدوده شرکت توزیع نیروی برق استان بوشهر که در شکل (۹) آورده شده، مورد ارزیابی قرار داده شد و نتایج ریکلوزر را در این فیدر در جدول ۵ نمایش داده شده است.

نصب مناسب و تنظیمات صحیح بر اساس امکانات ریکلوزر انجام پذیرد تا حداکثر مقدار رضایت مشترک به دست آید و بازگشت سرمایه نیز به طور مطلوبی حاصل شود.

۲. در صورت استفاده از ریکلوزرها تجهیزات جانبی آنها نیز باید بیشتر مورد بررسی و توجه قرار گیرد تا با استفاده بهینه از آنها منافع اقتصادی بیشتری از آنها حاصل شود.

۳. این مطالعات نشان می دهد که برای استفاده از ریکلوزرها صرفاً نصب و راه اندازی آنها مهم نیست بلکه بایستی مطالعات دقیق بر روی فیدرها و نوع بار آنها صورت پذیرد تا به نتایج قابل قبولی دست یابیم.



شکل (۹): نمای تک خطی فیدر دویره

## ۷- مراجع

- [۱]- شهروزی م.، عبدالحسینی مهین و. " بررسی فنی و اقتصادی استفاده از ریکلوزر"، شرکت مشاور نیروی. آذربایجان، زمستان ۱۳۸۳
- [۲]- گلساز شیرازی م.، شیرانی ع. " برنامه کامپیوتری محاسبه زمان مرده رله های بازبست و روشهای جبرانسازی آن"، پانزدهمین کنفرانس بین المللی برق ایران، تهران، سال ۱۳۷۷
- [۳]- گونن ت.، رضایی ساروی م.، " مهندسی توزیع برق"، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، تهران، چاپ اول ۱۳۷۵

[۴] R. E. Brown, "Electric Power Distribution Reliability". New York: Marcel Dekker, ۲۰۰۲.

[۵] Cheryl A. Warren, "Distribution Reliability - What is it?" IEEE Industry Applications Magazine, Vol. ۲, Issue ۴, July-Aug ۱۹۹۶, pp. ۳۲-۳۷.

[۶]. Zhe Feng., "ELECTRIC DISTRIBUTION SYSTEM RISK ASSESSMENT USING ACTUAL UTILITY RELIABILITY DATA", Thesis, March ۲۰۰۶., pp. ۲۰-۲۴.

[۷]- Zhang Li, Xu Yuqin, Wang Zengping, "Research on Optimization of Recloser Placement of DG-enhanced Distribution Networks", DRPT ۲۰۰۸ ۶-۹ April ۲۰۰۸ Nanjing China

[۸]- R. Billinton, S. Jonnavithula, "A Reliability Test System for Teaching Overall Power System Reliability Assessment", IEEE Trans. On Power System, ۱۹۹۶, pp. ۱۶۷۰-۱۶۷۶.

جدول ۵: مقدار شاخص ها و مکان ریکلوزر در فیدر دویره

مکان ریکلوزر	C	MAIFIE	SAIDI	SAIFI	
-	۸.۱۵۳	۱۰.۴۵۷۶	۳۲.۶۸۰۲	۱۳.۰۷۲۱	بدون ریکلوزر
	۸				
۲۳-۱۷	۶.۹۶۱۷	۹.۰۹۵۷	۲۸.۴۲۴۱	۱۱.۳۶۹۶	با ریکلوزر

## ۶- نتیجه گیری

در این مقاله استفاده از ریکلوزر، یکی از دستگاههای حفاظتی سیستم مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. این دستگاه با تشخیص حالت های غیر عادی مانند خطای گذرا، اعمال لازم را مانند جدا نمودن قسمت معیوب از بقیه شبکه، انجام می دهد. بنابراین خطای گذرا در عملکرد ریکلوزر و تعیین محل نصب ریکلوزر نقش بسزایی ایفا می کند. بدین منظور، در این مقاله از یک تابع هدف ترکیبی به مکان یابی بهینه ریکلوزر پرداخته شد و در نهایت جایابی ریکلوزر بر یکی از فیدرهای شبکه توزیع استان بوشهر پیاده سازی شد و نتایج زیر حاصل شد.

۱. برای استفاده و نصب ریکلوزر علاوه بر یافتن خطوط پر عارضه و اولویت بندی آنها بر اساس مناطق حساس و مهم می بایست محل



