ارزیابی دقیق بهره وری از نشانگرهای خطا

بهروز روزبهانی ، داریوش معدنیان* رضا دشتی**

***شرکت منیران**

****شرکت توزیع نیروی برق استان بوشهر**

واژه های کلیدی : *نشانگر خطا (فالت دیتکتور) ، قابلیت اطمینان شبکه ، انرژی توزیع نشده ، بهره وری*

چکیده

حفظ قابلیت اطمینان شبکه یکی از اهداف کلی شرکتهای توزیع جهت کاهش انرژی توزیع نشده و افزایش سطح رضایت مشترکین می باشد . تجهیزات منصوبه جدید از جمله ریکلوزر ، سکشنالایزر ، نشانگر خطا ، رله های ثانویه و ... هر کدام به همین منظور تهیه ، خریداری و نصب شده است . ارزیابی این تجهیزات از لحاظ عملکرد و بهره برداری پتانسیل هر یک را برای رسیدن به اهداف اولیه بیشتر نمایان می کند. در این مقاله با بررسی شش فیدر نمونه در شرکت توزیع شمالغرب تهران میزان بهره وری و کارآیی نشانگر خطا مورد مطالعه قرار گرفته است .

۱- مقدمه

یکی از مسائل مهم در حفظ و افزایش قابلیت اطمینان شبکه شرکت های توزیع برق ، کاهش دفعات ومدت خاموشی بر روی فیدرهای فشار متوسط می باشد. این مهم بستگی مستقیم به سرعت عیب یابی و پیدا کردن نقطه معیوب در شبکه دارد. معمولاً بروز اتصالی در نقطه ای از شبکه می تواند باعث قطع کلیدهای تغذیه کننده اصلی شود و بخش بزرگی از شبکه را که دارای عیب نمی باشد دچار خاموشی نماید ، لذا می توان با پیدا کردن سریع نقطه عیب و جدا کردن خطا و برق دار کردن قسمتهای دیگر زمان خاموشی را به میزان قابل توجهی کاهش داد . عیب یابی سریع نه تنها ضررهای اقتصادی مستقیم ناشی از خاموشی را به میزان زیادی کاهش می دهد ، بلکه در دراز مدت در بازار رقابتی موجب اعتماد مشترکین شده و امکان جذب مصرف کنندگان جدیدی را فراهم می آورد که حساسیت بیشتری نسبت به زمان خاموشی دارند. شایان ذکر است که در کشورهای پهناور که دارای خطوط فشار متوسط طولانی در مناطق صعب العبور و کوهستانی با شرایط آب و هوایی سخت می باشند ، هزینه های خطایابی با روشهای سنتی بسیار زیاد بوده و استفاده از دستگاههای نشانگر خطا دستاوردهای اقتصادی زیاد و در نتیجه جذابیت بیشتری دارد . نکته دیگر این که روشهای سنتی عیب یابی که در حال حاضر در کشورما نیز مرسوم می باشد ، به دلیل کلید زنی های بیش از حد صدمات زیادی به تجهیزات شبکه (به ویژه کلیدهای اصلی) وارد می نماید موارد فوق

الذکر شرکتهای بزرگ توزیع نیروی برق در جهان را به تصویب پروژه های جدیدی در این زمینه وا داشته است . از جمله تجهیزاتی که در این رابطه با استقبال شرکتهای برق روبرو شده است نشان دهنده مسیر جریان خطا یا نشانگر خطا می باشد .**[۱]**

این دستگاه در مسیر جریان روی خطوط هوایی و یاکابل قرار می گیرد و عبور جریان خطا را آشکار می سازد به این ترتیب با نصب آن در محل های انشعاب به آسانی مسیرهای معیوب از سالم تشخیص داده می شود و محل عیب به سرعت پیدا خواهد شد . **[۲]**

در این مقاله ابتدا به بررسی فنی انواع نشانگرهای منصوبه پرداخته می شود . سپس شش فیدر شرکت توزیع شمالغرب تهران انتخاب و نحوه نصب و نوع نشانگرهای منصوبه روی آنها مورد مطالعه قرار می گیرند تا با بررسی انرژی توزیع نشده ، مدت زمان خطا و ... میزان بهره وری نشانگرهای منصوبه مورد ارزیابی فنی و اقتصادی قرار می گیرد . سپس با بیان نتایج نظرسنجی انجام شده از کارشناسان و کارفن های شرکت توزیع در زمینه بهره برداری از نشانگرهای خطا راهکارهای مفیدی ارائه می گردد.

۲ – بررسی فنی نشانگرهای منصوبه

در حال حاضر در شبکه برق تهران (شرکت توزیع شمالغرب) از هر دو نوع نشانگر خطای هوایی و زمینی استفاده می گردد که عملکرد و انواع هر یک به صورت مختصر شرح داده می شود. نشانگر خطاهای هوایی در دو مدل Linetroll (ساخت نروژ) و Schneider (ساخت آلمان) و زمینی در دو مدل Cabletroll (ساخت نروژ) و EKA-۳ (ساخت آلمان) در شبکه استفاده شده است. **[۳و٤و٥]**

این نشانگرهای خطا برای تشخیص بروز خطا روند خاصی را تعقیب می کند و در صورت وجود هر سه مورد ذیل آلارم می دهد :

- خط باید شرایط گذرا را پشت سر گذاشته و لااقل چند ثانیه (حداقل ۲/۵ ثانیه) از برق دار شدن آن سپری شده باشد.
- جریان خط بطور ناگهانی افزایش یافته باشد .(افزایش جریان بار به عنوان خطا در نظر گرفته نمی شود)
- پس از افزایش جریان ، خط بی برق شده باشد .

همچنین برای نصب نشانگر خطا ها می توان نقاط بهینه زیر توصیه می گردد :

- نقاطی که براحتی قابل دسترسی برای نصب نشانگر خطا یا رویت آن باشند ، به عنوان مثال مناطق نزدیک به جاده
- قبل و بعد از مناطقی که قابل دسترسی نمی باشند (جنگلها، کوهستان و ...)
- در محل انشعاب بطوریکه انشعاب سالم به راحتی از انشعاب معیوب قابل تشخیص باشد
- نزدیک به نقاطی که کلیدهای جداکننده قرار دارند . به نحوی که پس از رویت نشانگر خطا در صورت لزوم اقدام مقتضی بر روی کلید جدا کننده انجام پذیرد .

نکات مهم و محدودیتهایی که در کاربرد این نوع نشانگر خطا ها می توان اشاره کرد به شرح ذیل می باشد:

- در شبکه هایی که مستقیماً زمین شده اند نشانگر خطا به خوبی عمل می کند .
- در شبکه هایی که بصورت امپدانسی زمین شده اند ، تنظیم جریانی نشانگر خطا می بایست با دقت بیشتر و توجه به محدودیت جریان اتصالی زمین انجام پذیرد .
- در شبکه هایی که زمین نمی شوند یا با امپدانس بسیار بالا زمین می شوند ، نشانگر خطا تنها خطاهای فاز به فاز را نشان خواهد داد .

- نشانگر خطا برای شبکه های حلقوی بسته یا شبکه هایی که از نقاط مختلف تغذیه می شوند مناسب نمی باشد .
- در نقاطی که جریانهای تخلیه خازنی بالا بوده و قابل مقایسه با جریانهای خطا باشد احتمال عملکرد اشتباه برای نشانگر خطا وجود دارد .
- درخطوطی که توسط فیوز حفاظت می شوند، اتصالی منجربه سوختن یکی از المانها شده و خط اصطلاحاً دو فاز می شود . درصورت دوفاز شدن سیستم و افزایش ولتاژ در فازهای مجاور ، ولتاژ القایی در آنها در برخی موارد خاص ممکن است بر روی حسگر ولتاژ تاثیر بگذارد . لذا در اینگونه خطوط بهتر است Reset ولتاژی و معیار قطع ولتاژ استفاده نشود.

۳ – بررسی شش فیدر نمونه در شرکت توزیع شمالغرب تهران

با تحقیقات صورت گرفته در شرکت توزیع شمالغرب کل نشانگرهای نصب شده در مناطق آزادی ، دانشگاه و قدس به تفکیک زمینی و هوایی بشرح جدول(۱) می باشد.

که با توجه به طول کل خطوط زمینی و هوایی فشار متوسط در مناطق مذکور که در جدول (۲) مشخص شده است ، مشاهده می گردد که نسبت نشانگرهای زمینی و هوایی نصب شده به نسبت طول خطوط فشار متوسط زمینی و هوایی در منطقه دانشگاه از پراکندگی مناسبتری برخوردار است .

جدول(۱): تعداد نشانگر خطاهای منصوبه در سه منطقه شرکت توزیع شمالغرب تهران به تفکیک هوایی و زمینی

	آزادی		دانشگاه		قدس	
تعداد نشانگرهای منصوبه در پستهای زمینی	۲۶	٪۶۳	۴۲	٪۸۹	۳۰	٪۶۶
تعداد نشانگرهای منصوبه روی خطوط هوایی	۱۵	٪۳۷	۵	٪۱۱	۱۵	٪۳۴

جدول(۲) : طول خطوط زمینی و هوایی در سه منطقه مورد مطالعه شرکت توزیع شمالغرب

	آزادی		دانشگاه		قدس	
طول خطوط زمینی فشار متوسط	۱۹۱/۷۱۹	٪۳۹	۲۲۰/۷۰۵	٪۸۶	۱۴۰/۶۱۵	٪۵۱
طول خطوط هوایی فشار متوسط	۲۹۴/۳۵۳	٪۶۱	۳۶/۵۳۴	٪۱۴	۱۳۴/۲۴۸	٪۴۹

با هماهنگی دیسپاچینگ توزیع شمالغرب شش فیدر نمونه سه منطقه مذکور با شرایط زیر انتخاب گردید :

۱. فیدرها هم شامل بخشهای زمینی و هم شامل بخشهای هوایی باشد تا بتوان نشانگرهای منصوبه زمینی و هوایی را از لحاظ عملکرد ، مقایسه نمود.
۲. انتخاب فیدرها به نحوی صورت گیرد که فیدرها و نشانگرهای خطا به نسبت مساوی بین مناطق مورد بررسی تقسیم شوند . این شرط امکان مقایسه مناطق با یکدیگر را فراهم می سازد .

شش فیدر منتخب و مشخصات هر یک از آنها در جدول (۳) ارائه شده است .

در جدول (۴) انواع نشانگرهای منصوبه روی هر یک از فیدرها بتفکیک زمینی و هوایی و شرکت سازنده نمایش داده شده است .

با بازدیدهای انجام شده در طول کل فیدرها ی فوق محل و طریقه نصب این تجهیزات بررسی شده است .

جدول (۳) مشخصات فیدرهای انتخاب شده

نام منطقه	نام فیدر	پست فوق توزیع	طول فیدر(m)	جریان آمپر(A)	قدرت منصوبه (KVA)	تعدا د پستهای تغذیه کننده	نوع فیدر (زمینی و هوایی)
آزادی	ریما	معنوی	۱۲۰۳۱	۱۴۰	۱۸۳۳۰	۳۲	٪۳۹ مینی
آزادی	تهرانسر	معنوی	۹۸۹۷	۱۵۰	۱۰۸۸۵	۲۳	٪۱۸ مینی
دانشگاه	رزن	سهرورد	۹۱۲۰	۱۵۵	۱۳۶۲۰	۲۲	٪۸۴ مینی
دانشگاه	اعتماد	اکباتان	۱۷۲۳۵	۱۴۵	۱۴۳۶۲/۵	۳۱/۵	٪۲۳ مینی
قدس	سراج	کاشانی	۷۰۲۰	۱۳۰	۸۵۴۵	۱۱	٪۱۰۰ مینی
قدس	اصلاح و تربیت	کاشانی	۷۷۰۵	۱۴۰	۸۸۲۰	۱۷	٪۶۴ مینی

جدول(٤) نوع نشانگرهای منصوبه بر روی هر فیدر منتخب

نام فیدر	نشانگر هوایی	نشانگر زمینی	شرکت سازنده
ریما	۳	۱	LINETROLLو EKA-۳
تهرانسر	۱	۱	Schneider و EKA-۳
رزن	—	۲	EKA-۳ و Cabletroll
اعتماد	۳	—	Schneider
سراج	—	۲	Cabletroll
اصلاح و تربیت	—	۲	EKA-۳ و Cabletroll

۳ – ۱ – فیدر ریما

نشانگر خطای زمینی منصوبه از نوع EKA-۳ است که در پست منصوری قرار دارد . این پست در محدوده شمال تهرانسر واقع است. نشانگر خطاهای هوایی سه ست از نوع LineTroll۱۱۰E می باشد که در طول فیدر در محدوده جاده مخصوص به سمت اکباتان قرار دارد. بعد از بازدید دقیق از خط مذکور مشاهده شد که در پست منصوری آلارم نشانگر خطا داخل پست می باشد در حالی که جهت رؤیت ماموران مانور باید در بیرون درب پست نصب شود . در خروجی پست بتون بابک فقط بر روی یک فاز نشانگر خطا در مدار قرار دارد. در نقشه دیسپاچینگ یک عدد نشانگر خطای هوایی قبل از پست هوایی ایرتویا مشخص شده است که با بازدید از محل مشاهده نشد. ضمناً در ادامه فیدر یک ست کامل نشانگر خطا بر روی شاخه ای که پست رادار فرودگاه و چاه آب ۹۱۶ از آن تغذیه می شود ، نصب شده که در نقشه دیسپاچینگ موجود نیست .

۳ – ۲ – فیدر تهرانسر

بر روی این فیدر طبق نقشه تک خطی دیسپاچینگ دو نوع نشانگر خطای زمینی و هوایی بر روی خروجیهای پست معنوی نصب شده که هوایی از

نوع اشنایدر و زمینی از نوع EKA-۳ می باشد . که بعد از بازدید مشخص شد که هر دو نشانگر خطا دقیقاً برروی یک خروجی (هر دو به سمت پست هوایی فرگاز) نصب شده است که با تذکر این مورد به منطقه نسبت به جابجایی مناسب آنها اقدام شد .

۳ – ۳ - فیدر رزن

فاصله اولین نشانگر خطای منصوبه از طرف پست فوق توزیع سهرورد ۳۹۷۰ متر و در پست زمینی متحدان ۲ است از نوع EKA_۳ آلمانی است . علی رغم محل نصب مناسب نشانگر خطا بر روی فیدر ، آلارم نشانگر در داخل پست است . دومین نشانگر خطا نیز از نوع Cabletrele بوده و در پست زمینی ماستیک نصب شده است . آلارم این نشانگر خطا نیز (علی رغم محل مناسب نصب نشانگر خطا بر روی فیدر) در داخل پست قرار دارد .

۳ – ٤ - فیدر اعتماد

محل اولین نشانگر خطا ۳۰۰۰ متر از ابتدای پست فوق توزیع اکباتان و در پست هوایی آب شقایق می باشد . از آنجا که آلارم این نشانگر قابل رؤیت نیست و نمی توان وارد محوطه مترو شد محل قرارگیری آن نامناسب است . دومین نشانگر خطا : از اولین نشانگر خطا حدوداً ۲۲۰ متر فاصله دارد . بدلیل نزدیکی زیاد به اولین نشانگر خطا مکان قرار گیری این نشانگر نامناسب است . سومین نشانگ خطا از دومین نشانگر خطا تقریباً ۳۵۰۰ متر فاصله داشته و در مکان مناسبی قرار دارد .

۳ – ۵ - فیدر سراج

فاصله اولین نشانگر خطا از پست فوق توزیع کاشانی ۱۳۳۵ متر بوده و در پست زمینی شاهین قرار دارد . این نشانگر از نوع Cabletroll می باشد و محل مناسبی دارد . نشانگر خطا برروی دیوار در کنار درب ورودی نصب شده و چراغ چشمک زن در بیرون پست قرارگرفته است . دومین نشانگر خطا در پست زمینی داتسون قرار دارد و از نوع Cabletroll است. علی رغم محل مناسب این نشانگر، ظرافت نصب رعایت نشده است .

۳ – ٦ - فیدر اصلاح تربیت

اولین نشانگر خطا در پست زمینی جاودانه قرار دارد و از نوع Cabletroll است . محل و ظرافت نصب این نشانگر مناسب است .دومین نشانگر خطا در پست زمینی یخچال قرار دارد . این نشانگر از نوع EKA-۳ سه کور می باشد که با توجه به اینکه کابل روغنی است ، از دو CT دیگر استفاده نشده و در کنار کابل رها شده است .

٤ - میزان بهره وری و کارآیی نشانگر خطاهای منصوبه

نظر به اینکه از اهداف اصلی نشانگرهای خطا در شبکه های توزیع یافتن هر چه سریعتر محل وقوع خطا جهت کاهش هر چه بیشتر انرژی توزیع نشده است ، در این مبحث به بررسی خطاهای رخ داده قبل وبعد از نصب این تجهیزات روی شش فیدر منتخب می پردازیم .

با بررسی های انجام شده در دفتر ثبت گزارش کار مناطق زمان دقیق نصب نشانگرها طبق جدول (۵) استخراج گردید.

همچنین با هماهنگی انجام شده با دیسپاچینگ شمالغرب فهرست اتفاقات مهم فشار

متوسط رخ داده از ابتدای سال ۱۳۸۲ تا انتهای شهریور ماه ۱۳۸۳ استخراج گردید و با توجه به زمان دقیق نصب نشانگرها روی هر فیدر (طبق جدول (۵)) ، خطا های قبل و بعد از نصب تفکیک گردید .

برای درک میزان کاهش زمان یافتن محل عیب می توان از ستون " مدت قطع تا اولین وصل " کمک گرفت . البته قبل از مقایسه ستون مذکور در دو جدول اتفاقات قبل و بعد از نصب نشانگرها ذکر نکات زیر ضروری بنظر می آید :

ـ زمان رخ دادن حادثه (شب یا روز) از نقطه نظر ترافیک موجود در مسیر و شرایط جوی ، در زمان یافتن محل عیب تاثیر گذار خواهد بود .

ـ نوع حادثه رخ داده در زمان یافتن عیب تاثیر گذار است . بعنوان مثال دو حادثه کلنگ خوردگی و سوراخ شدن مقره میخی از این نظر متفاوت بوده و نمی توان "مدت قطع تا اولین وصل " برای این دو حادثه را با هم مقایسه نمود .

ـ محل حادث شدن هر خطا روی یک فیدر خاص نسبت به محل استقرار نشانگرهای خطا ، دارای اهمیت خاصی می باشد . بعنوان مثال زمان یافتن محل خطا توسط اکیپ مانور برای دو حادثه مشابه اتصالی کابل در دو نقطه قبل از اولین نشانگر با فاصله کم از ابتدای فیدر بعد از آخرین نشانگر در انتهای فیدر متفاوت خواهد بود .

جدول(۵) زمان دقیق نصب نشانگرهای خطا

آزادی	فیدر ریما	پست منصور ۸۲/۱۰/۱۰ پست بتون بابک ۸۲/۹/۹ رادار فرودگاه ۸۲/۹/۹ پادگان قدس ۸۲/۹/۵
	فیدر تهرانسر	پست معنوی ۸۲/۱۰/۱۷ پست معنوی ۸۲/۹/۱۵
دانشگاه	فیدر رزن	پست منتقدان ۸۲/۱۰/۱ پست ماستیک ۸۲/۱۰/۹
	فیدر اعتماد	پست قدس نیرو ۸۲/۸/۱۸ پست شقایق ۸۲/۷/۲۱ پست آب شقایق ۸۲/۷/۱۹
قدس	فیدر سراج	پست شاهین ۸۲/۱۱/۶ پست داتسون ۸۲/۱۱/۳
	فیدر اصلاح و تربیت	پست یخچال ۸۲/۱۰/۲۸ پست جاودانه ۸۲/۱۱/۴

بدین جهت تنها حوادثی در دو جدول قبل و بعد از نصب نشانگر برای یک فیدر خاص قابل مقایسه خواهند بود که شرایط بالا در آن لحاظ گردیده باشد . در جدول (۶) مقایسه خطاهای مشابه رخ داده قبل و بعد از نصب نشانگر برای هر فیدر (با توجه به موارد ذکر شده در بالا) انجام شده است .

جدول(٦) مقایسه خطاهای مشابه رخ داده قبل و بعد از نصب نشانگر خطا برای هر فیدر

نام فیدر	حادثه قبل از نصب نشانگر			حادثه بعد از نصب نشانگر			درصد کاهش " مدت قطع تا اولین وصل "	میزان کاهش انرژی توزیع نشده (MWH)
	زمان	مدت قطع تا اولین وصل (m)	انرژی توزیع نشده (MWH)	زمان	مدت قطع تا اولین وصل (m)	انرژی توزیع نشده (MWH)		
ریما (آزادی)	۸۲/۳/۱۱ ۱۴:۵۰	۳۵	۰/۶۷	۸۳/۱/۱۳ ۱۴:۲۶	۲۹	۰/۱۶	٪۲۰	۰/۵۱

	سوراخ شدن گلویی سرکابل هوایی ورودی به پست رادار فرودگاه			ترکیدن سرکابل هوایی ورودی به طرف سعید و جدا شدن ارتباط			
تهرانسر (آزادی)	۸۲/۸/۲۰ ۱۹:۰۰	۳۰	۰/۷۸	۸۳/۶/۳۰ ۲:۲۷	۵۸	۰/۹۹	-٪۴۹	-۰/۲۱
	اتصال کابل بین دو پست سهند و تهرانسر			ترکیدن سر کابل در پست سهند				
تهرانسر (آزادی)	۸۲/۹/۸ ۱۷:۲۱	۴۲	۱/۲۱	۸۳/۶/۶ ۲۱:۳۵	۳۰	۰/۵۵	٪۴۰	۰/۶۶
	ترکیدن مقره روی خط هوایی نزدیک ترانس هوایی پارک استقلال			پا ۲۸۶ ، فاصله خط هوایی حدفاصل پست شهرک دریا ۱ و ۳				
تهرانسر (آزادی)	۸۲/۸/۲۰ ۱۹:۰۰	۳۰	۰/۷۸	۸۲/۱۱/۲۶ ۲۱:۰۱	۲۴	۰/۴۳	٪۲۵	٪۳۵
	اتصال کابل بین دو پست سهند و تهرانسر رادیو			افتادن فاز روی کنسول (خط هوایی خروجی از پست تهرانسر رادیو)				
				۸۲/۱۲/۴ ۱۵:۰۵	۲۵	۰/۳۴	٪۲۰	۰/۴۳
				پاره شدن یک فاز در سه خط هوایی خروجی از پست تهرانسر رادیو				
				۸۲/۱۲/۲۰ ۸:۲۱	۱۹	۰/۲۷	٪۵۷	۰/۵۱
				ترکیدن سرکابل هوایی لبنیات بلغار				
رزن (دانشگاه)	۸۲/۴/۲۵ ۱۹:۱۰	۴۵	۱/۹۲	۸۲/۱۲/۵ ۲۳:۰۴	۲۶	ـــــ	٪۷۳	ـــــ
	اتصالی کابل بین پستهای مرتضی ۳ و تهران ۲			ترکیدن سرکابل پرتولین وسوراخ شدن رادیاتور ترانس در پست صباغیان				
اصلاح و تربیت (قدس)	۸۲/۴/۲۱ ۷:۵۰	۳۵	۰/۸۱	۸۳/۶/۱ ۱۷:۵۵	۲۵	۰/۳۸	٪۴۰	۰/۴۳
	اتصال کابل ورودی به پست جوجه کشی			اتصال کابل بین پست جاودانه و سرخط هوایی				

ـ به علت نداشتن اطلاعات انرژی توزیع نشده مربوط به (مدت قطع تا اولین وصل) ستون انرژی توزیع نشده به روش زیر محاسبه و درج شده است :

انرژی توزیع نشده مندرج در جدول = انرژی توزیع نشده کل × (مدت قطع تا پایان خاموشی / مدت قطع تا اولین وصل)

ـ انرژی توزیع نشده مربوط به حوادث بعد از نصب نشانگر در فیدر رزن به علت انحراف از معیار زیاد (۰/۰۰۶ MWH) در محاسبات گنجانیده نشده است .

با مشاهده جدول (۶) و مقایسه " مدت قطع تا اولین وصل " در دو ستون قبل و بعد از نصب نشانگرها ملاحظه می شود که در تمامی حوادث بجز یک مورد ، این زمان بعد از نصب نشانگرهای خطا

کاهش داشته است که در صد کاهش در ستون مربوطه درج شده است . با بررسی درصد کاهش زمان مدت قطع تا اولین وصل در جدول (۶) به درصد متوسط ۲۸ درصد خواهیم رسید . حال اگر از درصد کاهش زمان مورد بررسی (مدت قطع تا اولین وصل) برای تمامی این حوادث میانگین بگیریم به عدد **۲۸**٪ خواهیم رسید .

این عدد به این معناست که پس از نصب نشانگرها ، زمان متوسط یافتن محل عیب توسط مامورین مانور تقریباً $\frac{1}{4}$ کاهش پیدا کرده است .

جهت تحلیل و محاسبه میزان کاهش انرژی توزیع نشده و برآورد ریالی آن مراحل زیر را طی می کنیم :

تعداد کل خطاهای رخ داده برای ۶ فیدر در ۱,۵ سال ۶۵ خطا می باشد لذا تعداد خطا برای ۶ فیدر در ۱ سال بطور متوسط ۴۳ (= ۱,۵ / ۶۵) خطا بوده و در نتیجه تعداد خطا به ازای هر فیدر در ۱ سال **۷,۲** (= ۶ / ۴۳) خطا است .

مجموع میزان کاهش انرژی توزیع نشده برای ۷ حادثه MWH ۲,۶۸ می باشد که با توجه به قیمت انرژی (با فرض هر کیلو وات ساعت ۵۵۰ ریال) قیمت انرژی توزیع نشده کاهش یافته برای ۷ حادثه ۱۴۷۴۰۰۰ ریال است . لذا قیمت انرژی توزیع نشده کاهش یافته برای ۱ حادثه تقریبا ۲۱۰۵۷۰ ریال می گردد . در نتیجه قیمت انرژی توزیع نشده کاهش یافته برای ۱ فیدر در سال ۱۵۲۰۰۰۰ (= ۷,۲ *(قیمت انرژی توزیع نشده کاهش یافته برای یک حادثه)) ریال می باشد . با فرض قیمت ۴۵۰۰۰۰۰ ریال برای هر ست دستگاه نشانگر و با توجه به اینکه بطور میانگین روی هر فیدر ۲ دستگاه نصب شده است تعداد سالهای مورد نیاز برای جبران سرمایه اولیه طبق رابطه زیر ۵,۵ سال می باشد .

۵,۵= ۱۵۲۰۰۰ / ۴۵۰۰۰۰ * ۲

همچنین در صد کاهش انرژی توزیع نشده برای ۷ حادثه ذکر شده در جدول (۶) به ترتیب (۲۴٪ ، ۹٪- ، ۲۹٪ ، ۱۷٪ ، ۲۱٪ ، ۲۴٪ ، ۲۹٪) خواهد بود که با میانگین گیری به عدد **۱۹/۲** ٪ خواهیم رسید . این بدان معناست که پس از نصب نشانگر انرژی توزیع نشده $\frac{1}{5}$ کاهش داشته است . همچنین چون هر یک از شاخصهای قابل اطمینان از جمله :

ـ شاخص انرژی توزیع نشده به ازای هر مشترک (نسبت انرژی توزیع نشده کل به تعداد کل مشترک)

ـ شاخص نرخ خاموشی (نسبت انرژی توزیع نشده به تعداد کل مشترک)

ـ شاخص مدت زمان خاموشی (نرخ انرژی توزیع نشده * ۶۰ * ۲۴ بخش بر ۱۰۰۰)

دارای رابطه مستقیمی با انرژی توزیع نشده می باشند **۱۹/۲**٪ بهبود خواهند یافت .

۵ – مقایسه نتایج بدست آمده با نتایج ارزیابی تحلیلی

از دستگاههای آشکار ساز خطا در شبکه های توزیع به منظور افزایش و بهبود قابلیت اطمینان استفاده می شود . برای استفاده از دستگاههای آشکار ساز خطا در شبکه توزیع و جایابی محل نصب آنها می توان از شاخصهایی نظیر شاخص متوسط زمان خاموشی شبکه (SAIDI) و شاخص متوسط زمان خاموشی مشترک (CAIDI) استفاده کرد . بطور خلاصه می توان گفت کاهش مدت زمان آشکار سازی خطا باعث می شود تا بتوان زمان بیشتری را در جهت بهبود کیفیت برق و ارائه خدمات صرف نمود .

آن دسته از شاخص های قابلیت اطمینان که فرکانس قطع (میزان تکرار قطعی) را نشان می دهند نظیر(SAIDI) بصورت مستقیم با استفاده آشکار سازهای خطا بهبود می یابند . در مرجع **[۱]** مزایای استفاده از دستگاههای آشکار ساز خطا در یک شبکه توزیع بصورت موردی یک شبکه توسط نرم افزار Cooper Power System Distrely قبل و بعد از استفاده از دستگاه آشکار ساز خطا مورد بررسی و شبیه سازی قرار گرفته است . فیدر مورد مطالعه دارای شاخص های قابلیت اطمینان زیر می باشد :

۰,۲۶۱ خطا در هر مایل از مدار در هر سال ، ۱۴۱,۷ مایل کل طول مدار ، ۲۵٪ از خطاها پایدار هستند ،متوسط زمان تعمیر (زمان رفع خطا) ۳ ساعت

غیر از یک ریکلوزر در یک نقطه از فیدر و یک فیوز در خط شعاعی ثانویه چیزی دیگری در شبکه اولیه نصب نبوده است . کلید قدرت نصب شده در پست توزیع هنگام بروز خطا در فیدر عمل خواهد کرد . بنابراین وقوع خطا در هر نقطه از فیدر باعث بی برق شدن کلیه مشترکین فیدر خواهد شد . در حالت دوم شش دستگاه آشکار ساز خطا از طریق نرم افزار در قسمت های مختلف مطابق شکل قرار گرفته اند . و دو سناریوی بهره برداری مورد مطالعه قرار گرفته است :

در سناریوی اول خطا در پست اتفاق می افتد .

در سناریوی دوم فرض شده است که محدوده وقوع خطا از طریق اطلاع از مشترک به مسئولین دیسپاچینگ اعلام شده است .

در هر دو سناریو مجموع زمان و محدوده آسیب پذیرفته از طرف محل وقوع خطا کاهش یافته است . در حالت سناریو اول ۴۶٪ و در سناریوی دوم ۸۰٪ از نظر میزان طول شبکه بی برق شده بهبود حاصل شده است . زمان رفع خطا در سناریوی اول ۱۵٪ و در سناریوی دوم ۲۶٪ بهبود یافته است .

همانطور که ملاحظه می شود کاهش مدت زمان رفع خطا بدست آمده (۲۸ درصد) عددی قابل قبول می باشد .

جدول (۷) مقایسه شاخص های قابلیت اصمینان در دو سناریو

نام شاخص	حالت اولیه	سناریوی ۱	سناریوی ۲
SAIDI	۳/۶۸۷	۲/۱۲۲ ۱۵٪ کاهش	۲/۷۰۴ ۲۶٪ کاهش
CAIDI	۲/۹۹۵	۲/۵۳۶ ۱۵٪ کاهش	۲/۱۹۷ ۲۰٪ کاهش

٦ – میزان تطابق نیازهای شرکت توزیع با تجهیزات مربوطه بر اساس نظر سنجی

با توجه به اینکه هیچگونه مستنداتی در خصوص نحوه عملکرد و بهره برداری تجهیزات نصب شده بر روی فیدرها در مناطق شمالغرب وجود ندارد و بدلیل تعدد فیدرهای مناطق پرسشنامه ای تهیه گردید که در آن کارآیی و عدم کارآیی تجهیزات ، سطح آموزش پرسنل ، اطلاعاتی در خصوص موقعیتهای محل نصب ، چگونگی نصب و چگونگی عملکرد تجهیزات مورد نظر سنجی در دو سطح کارشناسی و کارفنی قرار گرفت .

در ادامه برخی از سوالات پرسشنامه و نتایج آن بررسی شده است :

– آموزش داده شده جهت بهره برداری از آشکارسازهای خطا به چه نحوه ای بوده است ؟

آموزش ناکافی بوده ☐

آموزش کافی بوده ☐

نیاز به آموزش تکمیلی داریم ☐

۲ کارشناس (۲۸٪) و ۱ کارفن (۶٪) جواب" آموزش کافی بوده است"

۴ کارشناس (۵۷٪) و ۱۳ کارفن (۸۱٪) جواب " نیاز به آموزش تکمیلی داریم"

ـ چه میزان به امکانات و قابلیتهای آشکارسازخطا آشنایی دارید ؟ (نام برده شود)

کم ☐

از تمام قابلیتها اطلاع دارم ☐

نیاز به اطلاعات تکمیلی یا بیشتردارم ☐

۱ کارشناس (۱۴٪) و ۱ کارفن (۶٪)جواب " کم"

۲ کارشناس (۲۸٪)جواب " از تمام قابلیتها اطلاع دارم"

۳ کارشناس (۴۲٪) و ۱۳ کارفن (۸۱٪)جواب " نیاز به اطلاعات تکمیلی یا بیشتر دارم" را

- با توجه به جواب های دو سوال بالا و همچنین لیست افرادیکه که در کلاسهای توجیهی این تجهیزات شرکت کرده اند می توان به عدم بهره دهی لازم و مناسب کلاسهای برگزار شده رسید .

ـ بعد از نصب آشکارسازهای خطا زمان مانور به چه میزان کاهش یافته است ؟

نصف شده ☐ ۱/۴ کاهش یافته ☐

۳/۴ کاهش یافته ☐ تغییر نکرده است ☐

۲ کارشناس (۲۸٪) و ۵ کارفن (۳۱٪) جواب " نصف شده"

۳ کارفن (۱۸٪) جواب " ۱/۴ کاهش یافته"

۱ کارشناس (۱۴٪) و ۳ کارفن (۱۸٪) جواب " ۳/۴ کاهش یافته"

۱ کارشناس (۱۴٪) و ۴ کارفن (۲۵٪) جواب " تغییر نکرده است"

- افرادیکه در پاسخ به سوال جواب تغییر نکرده است را داده اند ، عدم نصب صحیح برخی از این تجهیزات را موجب اتلاف وقت در امر عیب یابی و در پاره ای اوقات باعث افزایش زمان عیب یابی نسبت به روش های متداول دانسته اند.

ـ آیا تجهیز آشکارسازخطا به آلارم صوتی لازم است ؟

بلی ☐ خیر ☐

۱ کارشناس (۱۴٪) و ۲ کارفن (۱۲٪) جواب "بلی"

۵ کارشناس (۷۱٪) و ۱۲ کارفن (۷۵٪) جواب "خیر"

- با توجه به ایجاد آلودگی صوتی و مزاحمتهای احتمالی برای اهالی امکان استفاده از آن نمی باشد.

ـ کدام نوع از آشکارسازهای خطا عملکرد بهتری دارند ؟

زمینی ☐ هوایی ☐

۱ کارشناس (۱۴٪) و ۳ کارفن (۱۸٪) جواب "زمینی"

۳ کارشناس (۴۲٪) و ۱۰ کارفن (۶۲٪) جواب "هوایی"

- اکثر پاسخ دهندگان به این پرسش اذعان داشته اند که به آلارم نشانگرهای خطا هوایی اطمینان بیشتری دارند.

ـ آلارم کدامیک از انواع آشکارسازهای هوایی مناسب تر است ؟ (وضوح نشانگرها)

(نروژی) لاین ترول ☐

(آلمانی) اشنایدر ☐

۲ کارشناس (۲۸٪) و ۱۲ کارفن (۷۵٪) جواب "بلی"

۲ کارفن (۱۲٪) جواب "خیر"

ـ آلارم کدامیک از انواع آشکارسازهای زمینی مناسب تر است ؟ (وضوح نشانگرها)

(آلمانی) EKA-۳ ☐

(نروژی) CABLETROLL ☐

۱ کارشناس (۱۴٪) و ۵ کارفن (۳۱٪) جواب" EKA-۳ "

۲ کارشناس (۲۸٪) و ۲ کارفن (۱۲٪) جواب "Cabletroll "

ـ نشانگر(چراغ آلارم)آشکارسازهای زمینی بهتر است داخل پست نصب گردد یا در خارج آن؟

داخل ☐ خارج ☐

۱ کارشناس (۱۴٪) و ۱ کارفن (۶٪) جواب "داخل"

۴ کارشناس (۵۷٪) و ۱۴ کارفن (۸۷٪) جواب "خارج"

- افرادیکه جواب "خارج" داده اند کاهش زمان دیدن آلارم نشانگر و افرادیکه جواب "داخل " داده اند تخریب و یا سرقت دستگاه آلارم توسط افراد موذی را علت جواب خود قرار داده اند .

۷ – نتایج :

* در نگاه کلی استفاده از این فن آوری توانسته است در کاهش مدت زمان یافتن محل خطا در جهت کاهش انرژی توزیع نشده و بهبود شاخصهای قابلیت اطمینان موثر واقع گردد . بدیهی است با افزایش تعداد نشانگرها در نقاط مناسب شبکه می توان به بهره وری لازم نزدیکتر شد . البته باید مد نظر قرار داد با افزایش بیش از حد نشانگر خطا ، شاخصهای قابلیت اطمینان به اشباع رفته و میزان اثرگذاری بر روی مدت زمان رفع خطا و انرژی توزیع نشده کاهش می یابد .

* با توجه به تنظیمات گسترده و متنوع دستگاهها لازم است برای بهره برداری صحیح از نشانگرهای خطا محاسبات اتصالات کوتاه بر روی فیدرها انجام پذیرد . ولی با توجه به گستردگی شبکه و هزینه بر بودن انجام این محاسبات در حال حاضر پیشنهاد می گردد برای چند فیدر نمونه محاسبات انجام و برای کل سیستم تعمیم داده شود .

* با توجه به تنوع نشانگرهای خطا ، هر شرکت توزیع می بایست با توجه به برآورد و نیازهای شبکه موجود ، نوع دستگاه و تجهیزات جانبی مورد نظر را با مشخصات تعریف شده بررسی و تعیین نماید. به عنوان مثال بر روی کابلهای روغنی که معمولاً باید از نشانگرهای تک Core استفاده شود ، استفاده از نشانگرهایی که دارای سه Core می باشند مناسب نیست .

* با توجه به نظر سنجی انجام گرفته در سطح مناطق ، دیسپاچینگ و شرکتهای سازنده ، متاسفانه آموزش در حدی نبوده که نیازهای کارشناسی و کارفنی مناطق را برآورده نماید ، لذا نیاز است که بعد از خرید هر نوع تجهیز جدیدی (از جمله نشانگرهای خطا) که در سیستم توزیع وارد می شود ، حتماً آموزشهای لازم و کافی در دو سطح کارشناسی و کارفنی به ادارات مربوطه داده شود تا بتوان بهترین بهره وری را کسب کرد .

* طبق بررسیهای صورت گرفته بر روی شش فیدر (در خصوص نشانگرهای خطا) محل بعضی از نشانگرها که بر روی نقشه وجود دارد با محل نصب در شبکه کاملاً مغایرت دارد و حتی انشعاب فیدرها گاهاً اشتباه درج شده است . لذا پیشنهاد می گردد که حتماً در به روز بودن نقشه ها و ارسال اطلاعات به طور صحیح و اصولی از مناطق به دیسپاچینگ و بالعکس که لازمه کارکرد مطلوب مامورین مانور و کنترل می باشد توجه لازم را معطوف داشت .

* شایان ذکر است که از نصب این تجهیزات (نشانگرهای خطا) در شبکه توزیع برق تهران

بیش از یک سال می گذرد و نیاز است که در فرمهای ایزوی سرویس پستها و تعمیر و سرویس خطوط هوایی محلی برای این نشانگرها در نظر گرفته شود .

* به منظور کنترل صحت عملکرد نشانگرهای خطا پیشنهاد می گردد نرم افزاری جهت ثبت آمار و عملکرد این دستگاهها در قسمت دیسپاچینگ تهیه و استفاده گردد که بتوان با توجه به نتایج حاصله از آن در تجزیه و تحلیل شبکه بررسی مناسب صورت گیرد .

* به منظور جلوگیری از اتلاف سرمایه های ملی و تحقق اهداف هر فن آوری جدید پیشنهاد می گردد از یک مشاور مجرب با شرح خدمات ذیل استفاده شود :

ـ برآورد خرید تجهیزات بر اساس نیاز شبکه

ـ طراحی و جایابی مناسب تجهیزات جدید

ـ برگزاری جلسات آموزشی و توجیهی در خصوص نصب و بهره برداری از آن تجهیز

ـ نظارت بر حسن انجام فعالیتها

ـ تهیه نرم افزارهای لازم در صورت نیاز

ـ تهیه گزارش عملکرد آن تجهیز بعد از یک بازه زمانی مشخص

۸- منابع و مراجع

۱. Faulted circuit Indicators And System Reliability , David Krajnak , P.E.,۲۰۰۰,IEEE

۲. Fault Indicators in Transmission and Distribution systems, Y.Tang , H.F.Wang , R.K.Aggrwal,A.T.Johns,۲۰۰۰,IEEE

۳. Schneider Operation & Maintenance Manual

۴. Nortroll Operation & Maintenance Manual

۵. Horstman Operation & Maintenance Manual

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.