

## مدیریت حوادث و اتفاقات شبکه‌های توزیع برق با استفاده از GIS

مهدی فاضل نجف‌آبادی

شرکت فرا عمران نگار

غلام حسین شیرانی

شرکت توزیع نیروی برق اصفهان

واژه‌های کلیدی: واحد ۱۲۱، GIS، PM، قابلیت اطمینان، انرژی فروخته نشده

خلاصه مقاله

امروزه بدلیل افزایش سرسام آور حجم اطلاعات، مسئله‌ی سازماندهی این اطلاعات یکی از مهمترین دغدغه‌ها به شمار می‌آید. مسلماً نبود اطلاعات و یا وجود اطلاعات اشتباه، می‌تواند مدیریت را تحت شعاع خود قرار دهد و بسیاری از پروژه‌ها را متوقف و یا به سرانجامی غیر از اهداف تعریف شده‌ی آن سوق دهد. بنابراین وجود یک بانک اطلاعاتی گویا راهگشای بسیاری از مشکلات می‌باشد. در همین راستا GIS بعنوان یک بانک مکانی - توصیفی ارائه و بسرعت جای خود را در مدیریت شهری باز کرد. شبکه‌های توزیع برق بعنوان یکی از زیر ساختارهای شهری دارای حجم بالای اطلاعات می‌باشد که باید راهکاری در جهت مدیریت آن ارائه گردد. این شرکت ها دارای بخش‌های مختلفی می‌باشد که با توجه به وظایف محوله می‌تواند از این اطلاعات استفاده کنند. واحد عملیات و اتفاقات نیز یکی از بخش‌های اصلی شرکت توزیع می‌باشد. هدف در این مقاله ارائه راهکاری در بستر GIS می‌باشد که بتواند پاسخگوی نیازهای موجود در این واحد باشد. ارائه یک سیستم خبره جهت تشخیص مکان احتمالی خطا با توجه به موقعیت مکانی تجهیزات و سابقه‌ی موجود تجهیز در سیستم‌های تعمیر و نگهداری (PM) و از طرفی ایجاد یک ابزار مکانیزه جهت کاهش تماس های غیر ضروری از اهداف این مقاله می‌باشد.

استفاده از رایانه چنان جهان ما را تحت تأثیر قرار داده است که ابعاد و نتایج آنرا نمی‌توان بدرستی ارزیابی کرد. ولی با افزایش سرسام‌آور حجم اطلاعات در جامعه امروزی، قبل از آنکه بتوان از این عنصر بنیادی در برنامه‌ریزی سخنی به میان آورد مسئله ساماندهی آنها مطرح می‌شود. در حال حاضر چنانچه سیستم‌های مناسبی برای سازمان‌دهی اطلاعات استفاده نشود، برنامه‌ریزان به جای بهره‌گیری از آنها، در انبوه عظیم اطلاعات متنوع غرق شده و در همان قدم اول یا متوقف می‌شوند و یا با استفاده جزیره‌ای و نادرست از این حجم عظیم اطلاعات سمت و سوی ناصحیحی در برنامه‌ریزی برخواهند گزید.

در چنین شرایطی کلید حل مسئله، استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) است که به وسیله رایانه امکانات فوق‌العاده‌ای را برای گردآوری، ذخیره‌سازی، پردازش، تجزیه و تحلیل اطلاعات فراهم می‌سازد [۱]. در این بین سیستم‌های توزیع برق بعنوان یکی از زیر ساختارهای شهری و بدلیل حجم بالای اطلاعات مورد توجه قرار گرفته است.

یکی از بخش‌هایی که در تمام شرکت‌های توزیع مشغول به کار می‌باشد، واحد ۱۲۱ یا واحد حوادث و اتفاقات شرکت توزیع می‌باشد. این واحد مسئول پاسخگویی به درخواست‌های مشترکین و اعلام حادثه به تیم‌های عملیاتی جهت رفع مشکل می‌باشد. هرچه این واحد دارای سرعت عمل بیشتری باشد، مسلماً روند رسیدگی به حوادث تسریع یافته و رضایت خاطر مشترکین حاصل می‌شود.

از سوی دیگر این واحد می‌بایست خاموشی‌های خواسته را که ناشی از تعمیر و یا به‌سازی شبکه می‌باشد را به تمام مشترکین حوزه‌های خاموشی و یا حتی‌المقدور به مشترکین خاص اعلام نماید. نقش سومی که می‌توان برای این واحد قائل شد، نقش آن در بازار برق می‌باشد. این مهم زمانی نمود می‌نماید که بدانیم تمام اطلاعات مربوط به خاموشی و علت آن در این بایگانی ارزشمند ذخیره شده و در انتها توسط معادلات حاکم بر بازار برق می‌توان زیان ناشی از این خاموشی‌ها را محاسبه کرد.

با توجه به وظایف محوله به این بخش و نیازسنجی‌های انجام شده، می‌توان مشکلات جاری در این بخش را در چند بند ذیل خلاصه نمود:

۱. کاهش راندمان اپراتور با افزایش تماس‌ها (تماس‌های بهمنی)
۲. تصمیم‌گیری اشتباه بدلیل تجربی بودن روند ارسال تیم‌های عملیاتی
۳. کاهش سرعت رسیدگی به حوادث بدلیل مشخص نبودن منشأ خاموشی

با توجه به مشکلات مطرح شده در فوق اهمیت وجود یک ابزار مکانیزه و ارائه راهکار مدیریتی - مهندسی برای کاهش مشکلات اشاره شده آشکار می‌گردد. از طرفی بدلیل سمت و سویی که شرکت توانیر در انجام پروژه‌های GIS در سطح کشور به عنوان یک بانک اطلاعاتی - مکانی گرفته است، سبب گردیده که پیشرفت‌های چشمگیری در چند سال اخیر در این زمینه ایجاد شود و از GIS به عنوان ابزاری قدرتمند در بخش‌های مدیریتی، عملیاتی و تحلیلی استفاده شود. بنابراین ارائه راهکاری که به حل موضوع در بستر GIS بیانجامد، موجب یکپارچه‌سازی ابزارهای مورد استفاده در شرکت‌های توزیع می‌گردد.

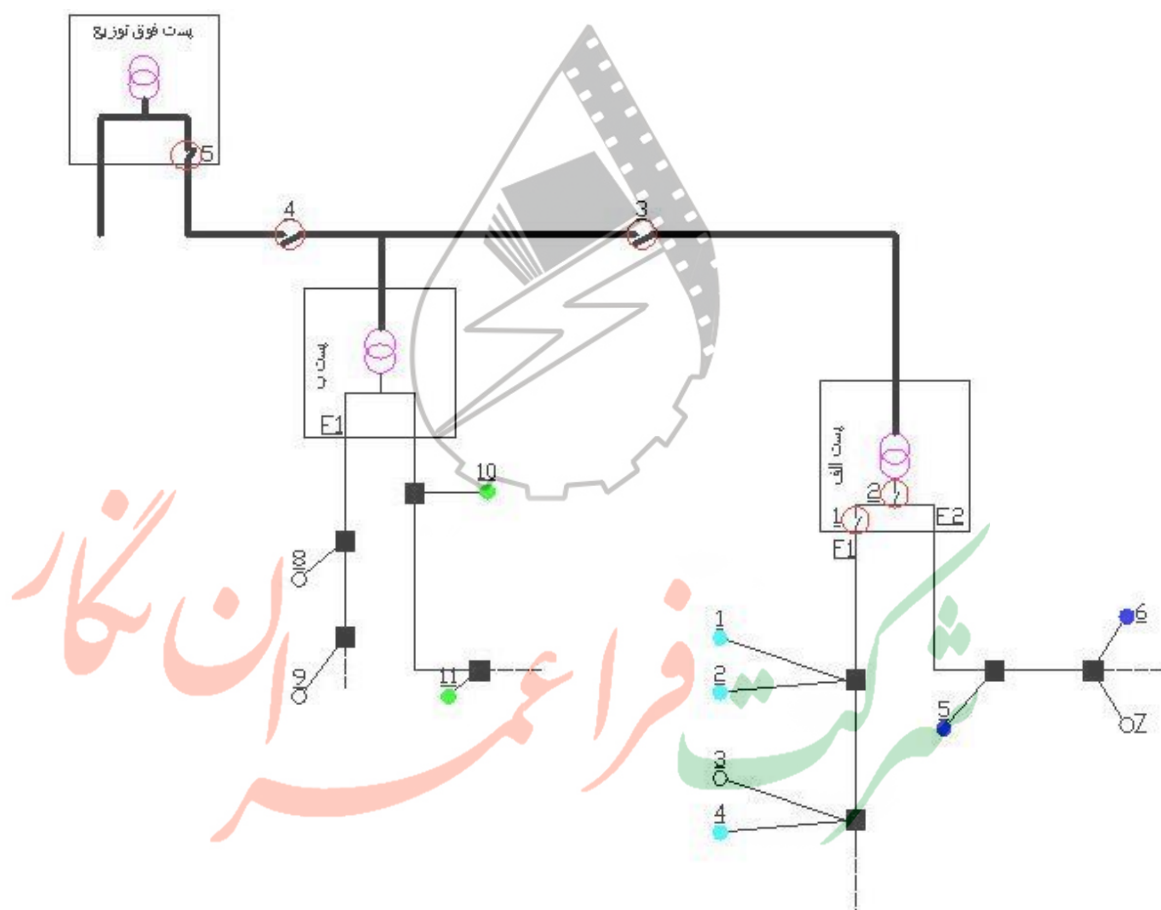
## ۲- ارائه روش پیشنهادی

در این مقاله هدف ارائه راهکارهایی می‌باشد که بتواند از حجم تماس‌ها در واحد ۱۲۱ بکاهد و توسط یک روش هوشمند نقاط احتمالی خطا را به اپراتور گزارش دهد. در روش پیشنهادی برای یافتن نقاط احتمالی خطا از دو عامل موقعیت مکانی تجهیزات و سابقه‌ی تجهیز در سیستم تعمیر و نگهداری استفاده می‌شود. بنابراین برای رسیدن به این منظور وجود نرم‌افزار تعمیر و نگهداری که قادر به ارتباط با سیستم GIS باشد، الزامی است. [۲]

از طرفی جهت مدیریت تماس‌ها، نیاز به یک وسیله ارتباطی بین GIS و تماس‌های تلفنی می‌باشد. این ارتباط به واسطه مرکز ارتباط<sup>۱</sup> انجام می‌پذیرد که وظیفه پالایش تماس‌های واقعی از تماس‌های غیرمرتبط را به عهده دارد. در این روش از کد اشتراک هر مشترک که کدی یکتا می‌باشد، جهت انتساب تماس به مکان آن مشترک استفاده می‌گردد. این کد توسط واحد مرکز ارتباط از بانک مشترکین استعمال می‌شود و یا در صورت عدم دسترسی بودن این اطلاعات، مشترک به اپراتور متصل می‌گردد و با آدرس‌دهی که توسط مشترک انجام می‌گردد، اپراتور مکان آن را در GIS پیدا می‌نماید و علاوه بر رسیدگی به درخواست مشترک، کد اشتراک آن را به واحد مرکز ارتباط ارسال می‌نماید. بدین ترتیب این واحد به یک واحد خود آموزش تبدیل می‌گردد که پس از مدتی به ازای هر شماره تماس یک کد اشتراک ذخیره دارد و دیگر نیاز به پاسخگویی اپراتور نمی‌باشد. با فرض وجود یک کد اشتراک به ازای هر شماره تماس، می‌توان به ارائه ایده پیشنهادی پرداخت. در این بخش از شکل (۱) بعنوان یک نمونه تک خطی جهت بسط موضوع، استفاده می‌شود. با برقراری یک تماس با این واحد، مکان و فیدر مرتبط به آن مشترک در نرم‌افزار مشخص می‌گردد. زمانی که تعداد تماس‌ها از روی این فیدر به یک تعداد مشخص برسد، تماس از نوع تک منزلی به خطا در فیدر فشار ضعیف تبدیل می‌گردد و کلید خروجی آن فیدر شروع به آلام می‌کند. این موضوع معادل ایجاد آلام در سوئیچ ۱ بواسطه‌ی تماس مشترکین ۲، ۴ و ۱۰ در شکل (۱) می‌باشد. همزمان با این آلام، لیست تمام مشترکین تغذیه شده توسط آن فیدر به مرکز ارتباط ارسال می‌شود و پس از آن با برقراری تماس به ازای هر مشترک داخل لیست، پاسخ قابل تنظیمی توسط این واحد به مشترک داده می‌شود و دیگر به اپراتور متصل نمی‌گردد. حال اگر در همین شرایط تماسی مبنی بر خاموشی از فیدر دیگر همان پست صورت گیرد (مشترکین ۵ و ۶)، کلید حفاظت ترانس شروع به آلام نموده (سوئیچ ۲) و لیست ارسالی بروز می‌گردد. در شرایطی که این تماس‌ها از چند فیدر فشار ضعیف مختلف صورت گیرد، احتمال وقوع خطا در فیدر فشار متوسط گزارش می‌گردد و لیست ارسالی نیز مجدداً به روز می‌گردد. روند تشخیص خطا در فیدرهای فشار متوسط دارای چند مرحله می‌باشد. به این صورت که در ابتدا نزدیک‌ترین قطع‌کننده‌ها به مکان تجمع خطا بعنوان مکان احتمالی خطا گزارش می‌گردد. همزمان با انتخاب این قطع‌کننده‌ها، سیستم با مراجعه به نرم‌افزار PM سوابق این تجهیزات را بررسی کرده و با توجه به تعداد خطاهای یک تجهیز و تاریخ آخرین بازدید آنها نقطه‌ی احتمالی خطا را گزارش می‌دهد. لازم به ذکر است که در صورت عدم هیچ گزارشی از این تجهیزات تنها عامل نزدیکی تجهیز به مکان خطا برای انتخاب نقطه‌ی احتمالی خطا مؤثر خواهد بود. با گسترش حوزه خطا به ترتیب قطع‌کننده‌ها در جهت پست فوق‌توزیع آلام می‌دهد و متقابلاً لیست خاموشی به ازای انتخاب هر قطع‌کننده بروز می‌گردد. برترتیب آلام قطع‌کننده‌های ۳ و ۴ بعلاوه گسترش خطا از پست الف به پست ب بیانگر این موضوع می‌باشد. بدین صورت حجم تماس‌های صورت گرفته با این واحد را به شدت کاهش داده شده است و در عین حال با توجه به تعداد و مکان مشترکین خاموش، محل احتمالی و نوع خطای احتمالی مشخص می‌شود. این روش در مورد خاموشی‌های ناخواسته می‌تواند راهکاری مناسب باشد ولی در مورد خاموشی‌های خواسته باید حتی‌المقدور قبل از خاموشی به مشترکین خاص اطلاع داده

<sup>۱</sup> Call Center

شود و تماس‌های غیر ضروری بواسطه آن خاموشی بصورت خودکار پاسخ داده شود. به این ترتیب پس از مشخص شدن فیدر و مکان خاموشی، اپراتور خاموشی مورد نظر را به سیستم GIS اعلام می‌نماید. در صورت عدم اطلاع به تمامی مشترکین، لیست مشترکین متاثر از این خاموشی به مرکز ارتباط فرستاده می‌شود و پاسخی متناسب با نوع عملیات به تماس‌های مشترکین داده می‌شود.



شکل (۱) نمونه آزمایشی جهت ارائه مفهوم ایده

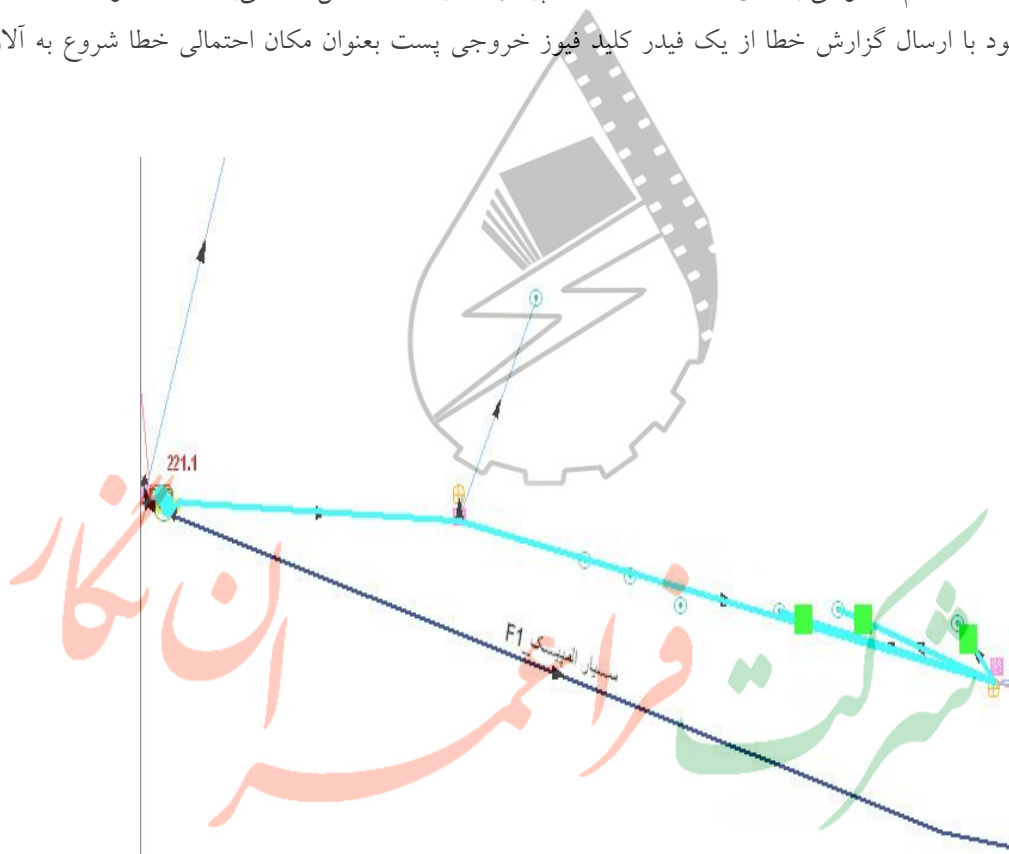
از آنجا که لیست تمام مشترکین خاموشی در سیستم ۱۲۱ و قطع‌کننده‌های مسبب خاموشی در نرم‌افزار ذخیره می‌گردد، حال دارای یک بانک اطلاعاتی کامل می‌باشیم که می‌توان از آن در موارد گوناگون استفاده نمود. همانطور که یکی از قابلیت‌های مهمی که می‌توان برای این روش ذکر کرد، کاربرد آن در محاسبات بازار برق می‌باشد که در بخش آتی به تعدادی موارد پرداخته می‌شود.

### ۳- نمونه عملی

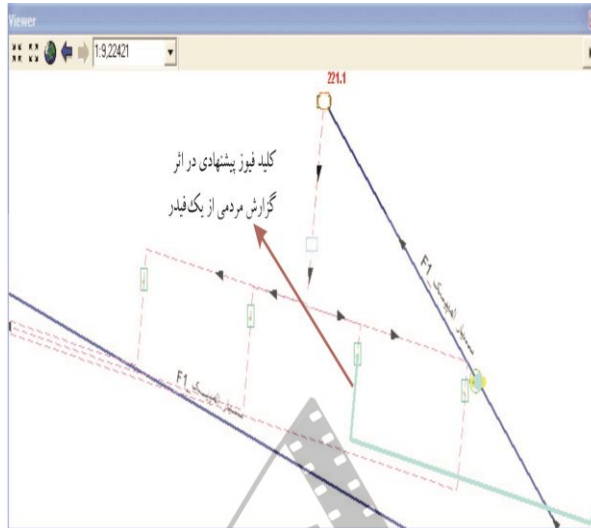
روش پیشنهادی در این مقاله در حال پیاده‌سازی در شرکت توزیع برق اصفهان می‌باشد، که می‌توان نمونه‌هایی از این نرم افزار را در دو قسمت ملاحظه کرد.

#### ۳-۱- تشخیص مکان احتمالی خط توسط روش پیشنهادی

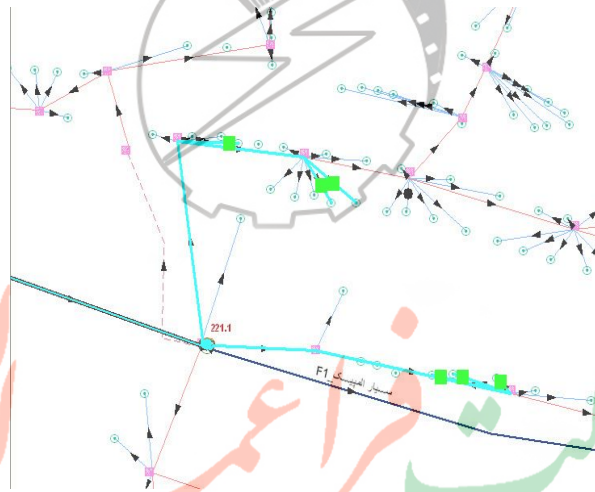
شکل‌های (۲ و ۳) معادل اعلام خاموشی بارهای ۲، ۱ و ۴ و در ادامه پیشنهاد کلید ۱ در شکل (۱) می‌باشد. همانطور که در شکل (۳) ملاحظه می‌شود با ارسال گزارش خطا از یک فیدر کلید فیوز خروجی پست بعنوان مکان احتمالی خطا شروع به آلارم می‌کند.



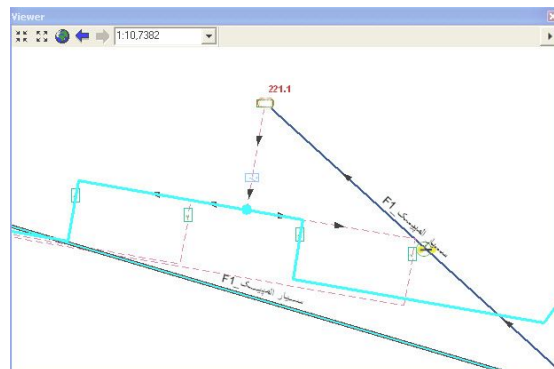
شکل (۲) بروز خطا در یک فیدر فشار ضعیف



شکل ۳) پیشنهاد کلید فیوز به ازای خاموشی در یک فیدر

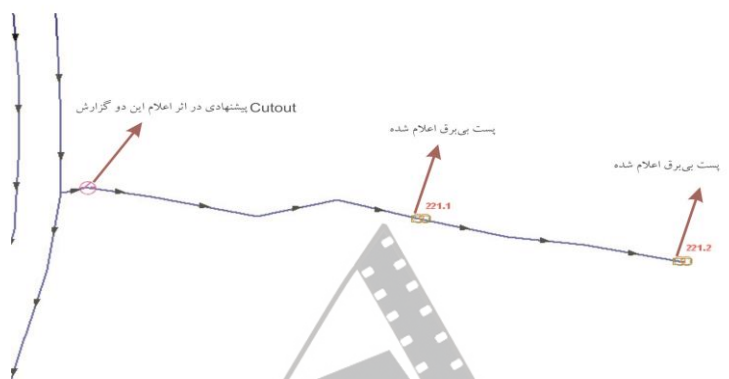


شکل ۴) بروز خطا در دو فیدر فشار ضعیف



شکل ۵) انتخاب کلید ورودی ترانس بعنوان نقطه احتمالی خطا

شکل (۵و۴) نتیجه اعلام خاموشی از دو فیدر می باشد که معادل پیشنهاد خاموشی کلید شماره (۲) به علت اعلام خاموشی از بارهای ۵ و ۶ بعلاوه بارهای قبلی است. در ادامه با اعلام خاموشی از دو پست توزیع، نزدیک ترین کلید قطع کننده به محل وقوع بعنوان کلید پیشنهادی اعلام می گردد، این موضوع معادل اعلام کلید شماره ۳ بعنوان کلید پیشنهادی است (شکل ۶).



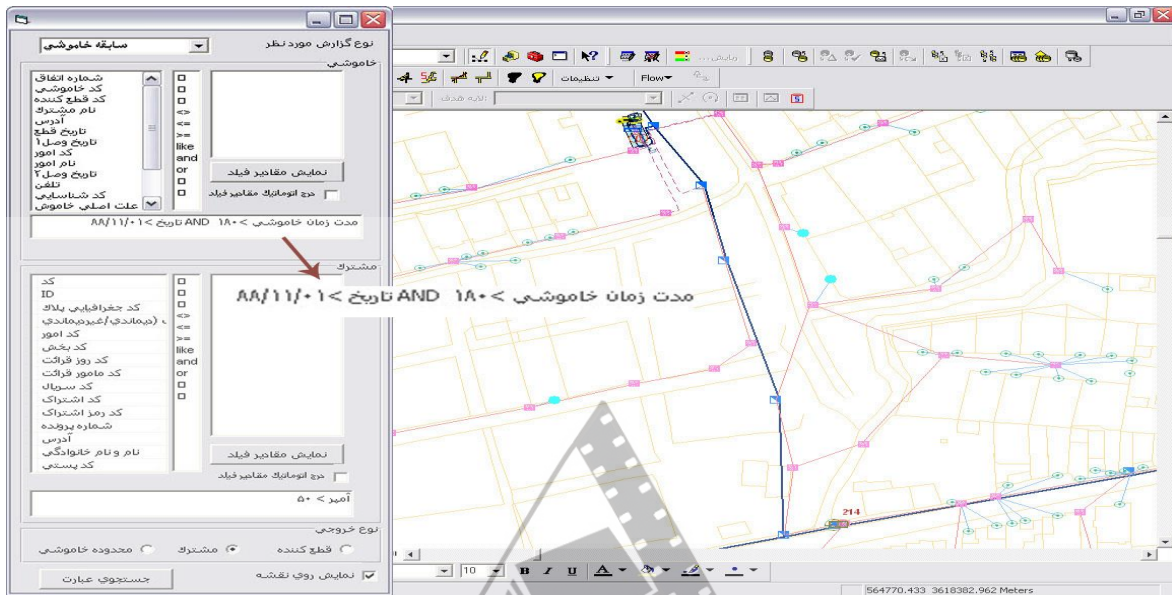
شکل ۶) پروژ خطا در دو پست توزیع

### ۳-۲- استفاده از روش مذکور در بازار برق

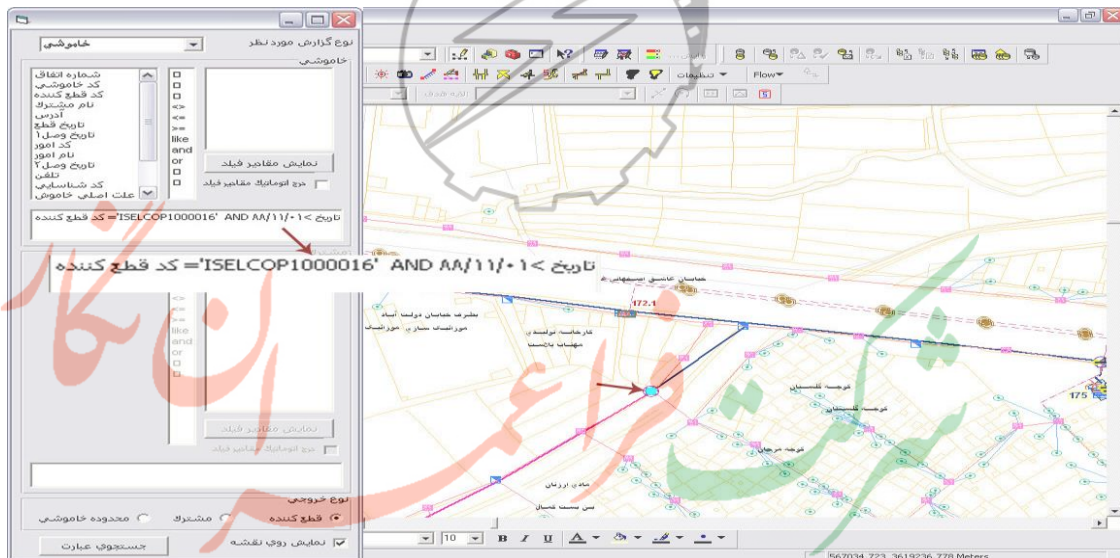
امروزه با رقابتی شدن بازار انرژی، شرکت های توزیع ملزم به کاهش هزینه های جاری خود و جلب رضایت مشترکین می باشند. این مهم صورت نمی پذیرد مگر آنکه اطلاعات کاملی از وضعیت و رخداد های داخل شبکه در دسترس باشد. در همین راستا می توان از این ابزار در جهت تعیین نرخ خرابی اجزاء شبکه، تشخیص نقاط پرحادثه و دلیل آن استفاده نمود. در زیر به بیان چند مثال کاربردی از این ابزار پرداخته شده است.

۱. آمار خاموشی های بارهای بیش از ۵۰ آمپر به همراه مکان آنها در بازه زمانی دلخواه.
۲. آمار قطع کننده های مسبب خاموشی های عمده، به همراه محل دقیق آنها در بازه زمانی دلخواه
۳. تجزیه و تحلیل آماری مشترکین حوزه های خاموشی های مهم در بازه زمانی دلخواه.
۴. امکان انجام محاسبات مربوط به بازار برق مانند مقدار انرژی فروخته نشده .
۵. امکان جستجوی آنلاین قطع کننده ها و مشترکین متاثر از خاموشی.

اهمیت گزارش گیری نوع اول زمانی نمود خواهد کرد که شرکت های توزیع ملزم به پرداخت غرامت به این نوع بارها باشد. (شکل (۷)) در ادامه از همین ابزار می توان در راستای کاهش هزینه های این چینی استفاده نمود و توسط گزارش گیری از قطع کننده های مسبب خاموشی و مدت زمان خاموشی، نرخ خرابی قطع کننده و زیان های وارده بواسطه آن را محاسبه کرد. (شکل (۸و۹)) بدین صورت می توان قابلیت اطمینان تجهیزات شبکه و به تبع آن کل شبکه را محاسبه کرد و معادلات اقتصادی را در راستای تعویض تجهیز و یا بهسازی شبکه را تشکیل داد. این نوع اطلاعات را میتوان بواسطه ی بند دوم بدست آورد. مسلماً یکی از معیارهای محک بهبود قابلیت اطمینان شبکه، میزان خاموشی آن می باشد [۳]. بنابراین وجود ابزاری که بتواند گزارشی از این مشخصه را در دوره های مختلف زمانی در اختیار کاربر قرار دهد از اهمیت بالایی برخوردار است. کاربرد سوم این اختیار را به کاربر می دهد که بتواند آماری دقیق از میزان خاموشی بارهای مختلف در بازه های زمانی مختلف را استخراج نماید. خروجی همین بند را می توان جهت محاسبه ی مقدار انرژی فروخته نشده بعنوان یکی از پارامترهای بازار برق استفاده نمود.



شکل ۸) گزارش گیری مکانی از خاموشی بارهای بیشتر از ۵۰ آمپر و مدت زمان بیشتر از ۳ ساعت در یک دوره زمانی مشخص



شکل ۸) گزارش گیری از مدت زمان خاموشی یک مسبب خاموشی در یک دوره زمانی مشخص



نوع گزارش مورد نظر: سابقه خاموشی

خاموشی

شماره اتفاق  
کد خاموشی  
کد قطع کننده  
نام مشترک  
آدرس  
تاریخ قطع  
تاریخ وصل ۱  
کد امور  
نام امور  
تاریخ وصل ۲  
کد شناسایی  
تلفن  
علت اصلی خاموشی

مدت زمان خاموشی < ۱۸۰ AND تاریخ < ۸۸/۱۱/۰۱

مدت زمان خاموشی < ۱۸۰ AND تاریخ < ۸۸/۱۱/۰۱

کد  
ID  
کد جغرافیایی بلاک  
(برماندی/غیربرماندی)  
کد امور  
کد بخش  
کد روز فرات  
کد مامور فرات  
کد سرورال  
کد اشتراک  
کد رمز اشتراک  
شماره پرونده  
آدرس  
نام و نام خانوادگی  
کد پستی

نمایش مقادیر فیلد  
درج اتوماتیک مقادیر فیلد

نمایش مقادیر فیلد  
درج اتوماتیک مقادیر فیلد

نوع خروجی: مشترک  
فقط کننده  
محدوده خاموشی

جستجوی عبارت

نام	نام خانوادگی	تلفن	آدرس
حسین	ذبیحی خیر آبادی	0	اد؟ ان قدس جنب
حسین	حبیبی	0	؟ ان قدس ۵۰۰ م
رضا	طاهری مقدم	3924660	بعد؟ اد؟ ان قدس
جعفر	رمضان زاده	3124109	راست انتهای م
سید احمد	حسینی فرزتی		و بعد؟ قدس د۴
سید جواد	مظلوم		و بعد؟ قدس د۴
علی ابر	عطاشی برآبادی		۳ چ جنب؟ اد؟ ان
حسن	مرتضی قریه علی		ی؟ ی م ۱؟ ۳
...ش نعلی	ناشران خراسان		رند؟ ننی؟ و؟ ی
عبدالرضا	خدیبور		و بعد؟ قدس د۴
رمضانزاده			. میلان ۳ لب؟ ال
بلالی مود	حبیب اله		نیش میلان اول؟
حسین	فیاض؟ امه علیا		؟ اد؟ ان قدس د۴
رجبعلی	فیاض؟ امه علیا		؟ اد؟ ان قدس د۴
رجبعلی	فیاض؟ امه علیا		؟ اد؟ ان قدس د۴
حسین	فیاض؟ امه علیا		؟ اد؟ ان قدس د۴

کل مشترکین: 118  
تعداد

مشترکین خاص: تعداد

آمبر < ۵۰  
آمبر < ۵۰

شکل ۹) گزارشگیری از خاموشی بارهای بالای ۵۰ آمپر در دوره‌ی زمانی مشخص

شرکت فزاعمر ان سگار

## ۴- نتیجه گیری

هدف در این مقاله ارائه یک ابزار مکانیزه در جهت کاهش تماس‌های تلفنی غیرضروری و پیشنهاد مکان احتمالی خطا براساس موقعیت مکانی و سابقه‌ی موجود تجهیزات در نرم‌افزار PM، توسط یک سیستم هوشمند می‌باشد. همانطور که ملاحظه گردید این ابزار با توجه به تعداد تماس‌های گرفته شده از مکان‌های مختلف و ارتباط بین این تماس‌ها، نقطه احتمالی خطا را پیشنهاد می‌دهد و بواسطه این تشخیص، لیست مشترکین تحت تاثیر آن خاموشی به مرکز ارتباط ارسال شده و متناسب با نوع خطا، پاسخی به مشترکین داخل آن لیست داده می‌شود و دیگر نیازی به ارتباط با اپراتور نمی‌باشد. از طرفی توسط همین ابزار می‌توان گزارش‌گیری‌های مفیدی در راستای تصمیم‌گیری‌های مدیریتی - اقتصادی از وضعیت موجود و یا گذشته شبکه گرفت. از این گزارش‌گیری‌ها در جهت آزمون قابلیت اطمینان سیستم می‌توان استفاده نمود و نشان داد که چگونه می‌توان بواسطه آن تابع هزینه حاکم بر سیستم را تشکیل داد.

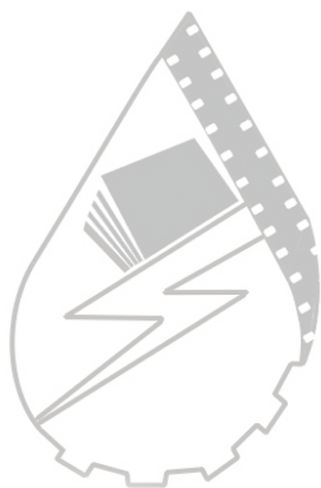


شرکت فزاعمر ان گار

[۱]. Paul, A., (۲۰۰۱). Geographic Information Systems and Science, LONGLEY

۲- سرتیپی، حامد، بیرالوند، بهزاد، فتحعلی، محمدرضا؛ سیستم‌های نگهداری و تعمیرات با استفاده از GIS، پنجمین کنفرانس نگهداری و تعمیرات

[۳] Roy Billinton and Ronald N. Allan, Reliability Evaluation of Power Systems, Plenum Press, New York, ۱۹۹۶.



شرکت فزاعمر ان گار