تعمیرات اضطراری بهره ور در شبکه‌های توزیع برق با استفاده از GIS

حامد سرتیپی
شرکت فراعمران نگار
hamedsartipi@yahoo.com
جمشید ارقامی
شرکت توانیر
بهزاد الوند
سازمان بنادر و دریانوردی

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 در مبحث نگهداری و تعمیرات و به ویژه تعمیرات اضطراری به شمار می‌آید. مسلما نبود اطلاعات و یا وجود اطلاعات اشتباه، می تواند مدیریت نگهداری و تعمیرات را با مشکل جدی مواجه نموده و یا به سرانجامی غیر از اهداف تعریف شده‌ی آن سوق دهد. در همین راستا استفاده از سیستمهای GIS به عنوان یک بانک اطلاعات مکانی - توصیفی می تواند بستر مناسبی جهت نگهداری و تعمیرات هدفمند و کارا به شمار آید. شبکه‌های توزیع برق به عنوان یکی از زیر ساخت‌های شهری دارای حجم بالای اطلاعات می‌باشد که می توان جهت مدیریت این اطلاعات و ایجاد بستر مناسب به منظور ایجاد یک سیستم بهره ور نگهداری و تعمیرات از سیستهای GIS بهره جست. شرکتهای توزیع برق به عنوان متولیان اصلی نگهداری و تعمیرات شبکه های توزیع برق می باشند. واحد اتفاقات و عملیات(۱۲۱) یکی از بخش‌های اصلی شرکتهای توزیع برق می‌باشد که وظیفه تعمیرات اضطراری در شبکه های برق بر عهده این واحد است. هدف از این مقاله ارائه راهکاری مبتنی بر یک سیستم خبره با استفاده از تکنولوژی GISجهت تشخیص مکان احتمالی خطا با توجه به موقعیت مکانی تجهیزات و سابقه‌ی موجود تجهیز در سیستم‌های تعمیر و نگهداری (PM) می باشد. در این راهکار ایجاد یک ابزار مکانیزه جهت کاهش تماس های غیر ضروری با مرکز ۱۲۱ نیز مد نظر می‌باشد.

۱- مقدمه

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 چنانچه این اطلاعات دارای ماهیت مکانی باشند، 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[1].

در این بین شبکه های توزیع برق به عنوان یکی از زیرساختهای شهری و به دلیل حجم بالای اطلاعات مکانی مورد توجه قرار گرفته است. شرکتهای توزیع برق به عنوان متولیان اصلی نگهداری و تعمیرات شبکه های توزیع برق می باشند. واحد اتفاقات و عملیات(۱۲۱) یکی از بخش‌های اصلی شرکتهای توزیع برق می‌باشد که وظیفه تعمیرات اضطراری در شبکه های برق بر عهده این واحد است. واحد۱۲۱ مسئول پاسخگویی به درخواست‌های مشترکین و اعلام حادثه به تیم‌های عملیاتی جهت رفع مشکل می‌باشد. هرچه این واحد دارای سرعت عمل بیشتری باشد، مسلما 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 نهایت 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:

- کاهش راندمان اپراتور با افزایش تماس‌ها (تماس‌های بهمنی)
- تصمیم‌گیری اشتباه به دلیل تجربی بودن روند ارسال تیم‌های عملیاتی
- کاهش سرعت رسیدگی به حوادث به دلیل مشخص نبودن منشأ خاموشی

با توجه به مشکلات فوق الذکر اهمیت وجود یک ابزار مکانیزه و ارائه راهکار مدیریتی- مهندسی برای کاهش این مشکلات آشکار می‌گردد. از طرفی به دلیل سمت و سویی که شرکت توانیر در انجام پروژه‌های GIS در سطح کشور به عنوان یک بانک اطلاعات مکانی گرفته است، سبب گردیده که GIS به عنوان ابزاری قدرتمند در بخش‌های مدیریتی، عملیاتی و تحلیلی شرکتهای توزیع برق مورد استفاده واقع شود. بنابراین ارائه راهکاری که به حل موضوع در بستر GIS بیانجامد، موجب یکپارچه‌سازی ابزارهای مورد استفاده در شرکت‌های توزیع برق نیز می‌گردد.

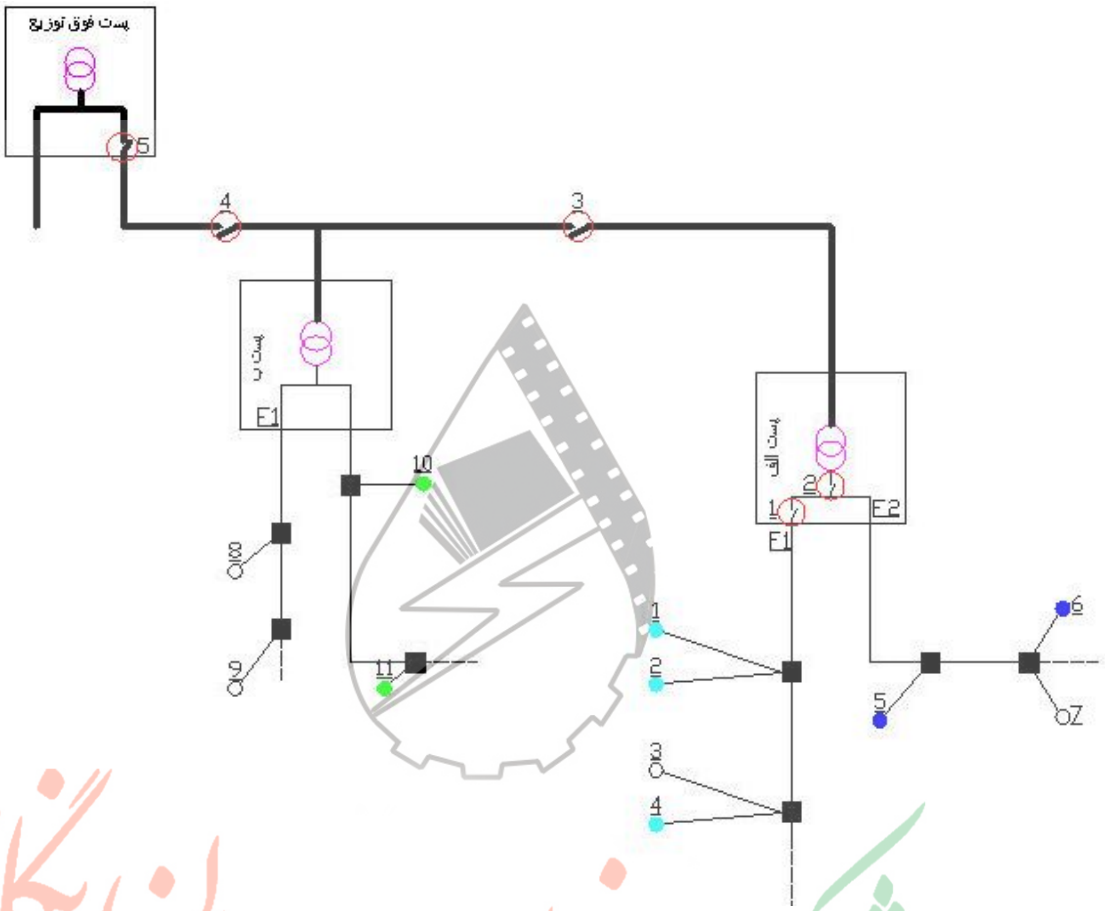
۲- ارائه روش پیشنهادی

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 نگهداری و تعمیرات استفاده می‌شود. بنابراین برای رسیدن به این منظور وجود نرم‌افزار تعمیر و نگهداری که قادر به ارتباط با سیستم GIS باشد، الزامی است.[2]

از طرفی جهت مدیریت تماس‌ها، نیاز به یک وسیله ارتباطی بین GIS و تماس‌های تلفنی می‌باشد. این ارتباط به واسطه مرکز ارتباط[1] 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 استعلام می‌شود و یا در صورت عدم در دسترس بودن این اطلاعات، مشترک به اپراتور متصل می‌گردد و با آدرس‌دهی که توسط مشترک انجام می‌گردد، اپراتور مکان آن را با استفاده از 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 آلارم می‌کند .این موضوع معادل ایجاد آلارم در سوئیچ ۱ به واسطه‌ی تماس مشترکین ۲،۱و۴ در شکل(۱) می‌باشد. همزمان با این آلارم، 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 درهمین شرایط تماسی مبنی بر خاموشی از فیدر دیگر همان پست هوایی صورت گیرد(مشترکین ۵ و ۶)، کلید حفاظت ترانس شروع به آلارم نموده(سوئیچ ۲) و لیست ارسالی به روز 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 مجددا به روز می شود. روند تشخیص خطا در فیدرهای فشار متوسط دارای چند مرحله می‌باشد. به این صورت که در ابتدا نزدیک‌ترین قطع‌کننده‌ها به مکان تجمع خطا به عنوان 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 وجود 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 آلارم می‌دهد و متقابلا لیست خاموشی به ازای انتخاب هر قطع‌کننده به روز می‌گردد. بترتیب آلارم قطع‌کننده‌های ۳ و ۴ به علت گسترش خطا از پست الف به پست ب بیانگر این موضوع می‌باشد. بدین صورت حجم تماس‌های صورت گرفته با این واحد 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 شود و تماس‌های غیر ضروری به واسطه آن خاموشی به صورت 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.

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 ارائه مثال موردی پرداخته می‌شود.

[1] Call Center



شکل۱) نمونه آزمایشی جهت ارائه مفهوم ایده

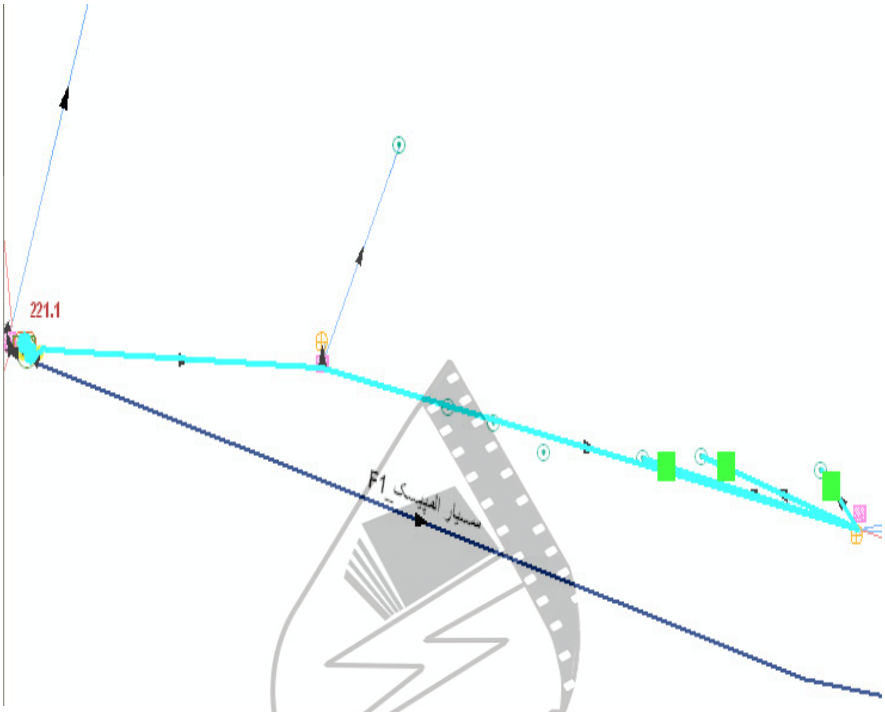
شرکت فراعمران نگار

۳- نمونه عملی

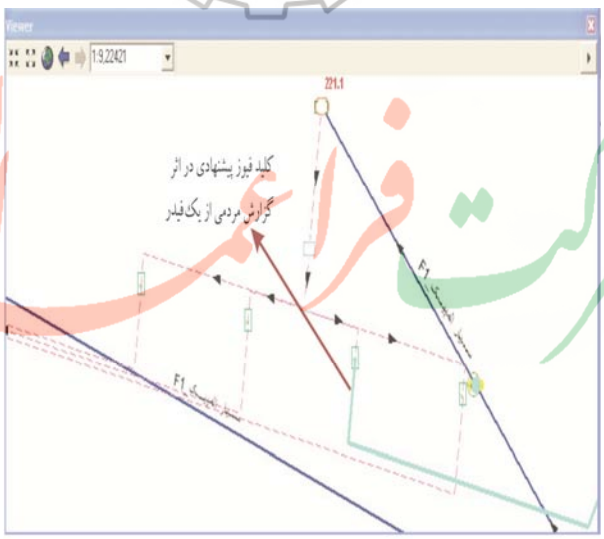
روش پیشنهادی در این مقاله در حال پیاده‌سازی در شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان می‌باشد، که می‌توان نمونه‌هایی از این نرم افزار را در دو قسمت ملاحظه کرد.

۳-۱- تشخیص مکان احتمالی خطا توسط روش پیشنهادی

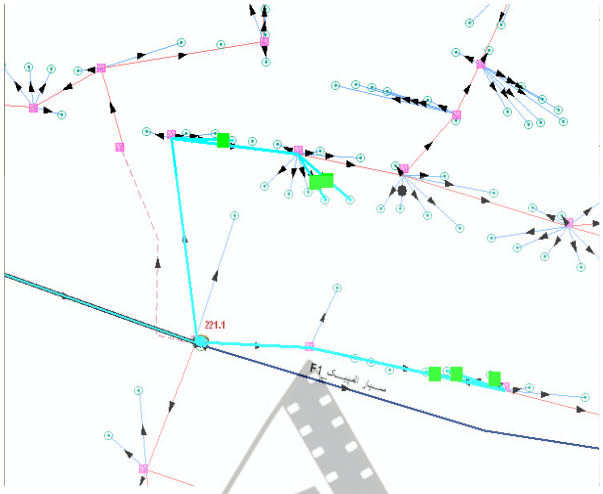
شکل‌های (۲و۳) معادل اعلام خاموشی بارهای ۱،۲و ۴ و در ادامه پیشنهاد کلید ۱ در شکل (۱) می‌باشد. همانطور که در شکل (۳) ملاحظه می‌شود با ارسال گزارش خطا از یک فیدر، کلید فیوز خروجی پست به عنوان مکان احتمالی خطا شروع به آلارم می‌کند.



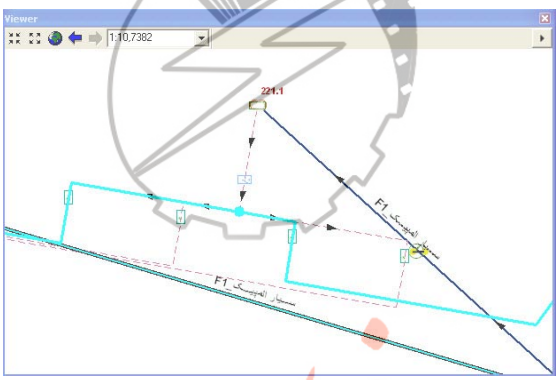
شکل ۲) بروز خطا در یک فیدر فشار ضعیف



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

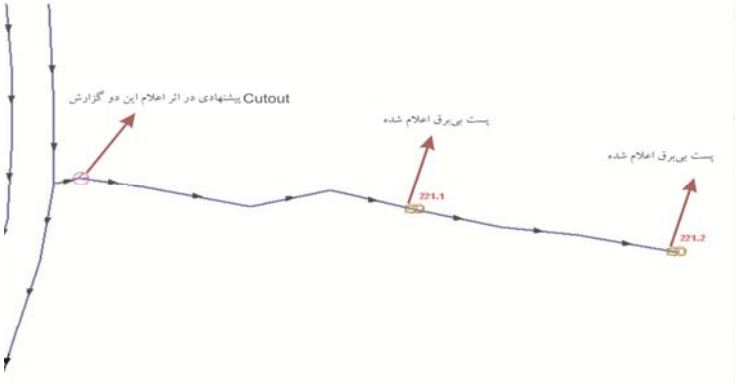


شکل ۴) بروز خطا در دو فیدر فشار ضعیف



شکل ۵) انتخاب کلید ورودی ترانس بعنوان نقطه‌احتمالی خطا

شکل (۴و۵) نتیجه اعلام خاموشی از دو فیدر می‌باشد 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، نزدیک‌ترین کلید قطع‌کننده به محل وقوع بعنوان کلید پیشنهادی اعلام می‌گردد. این موضوع معادل اعلام کلید شماره ۳ به عنوان کلید پیشنهادی است(شکل ۶).



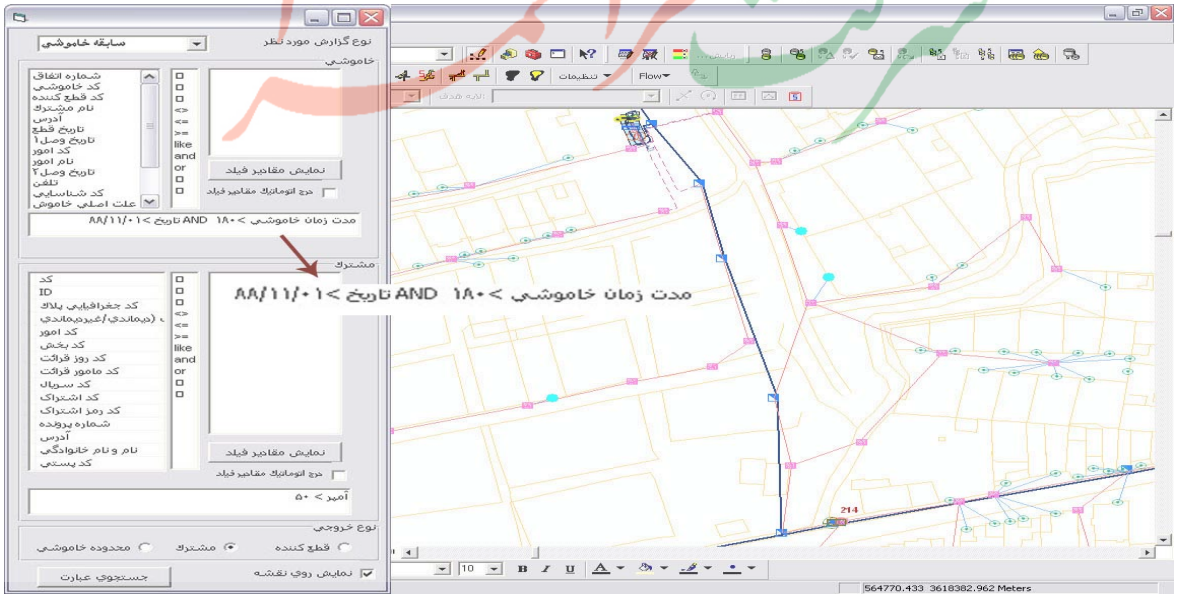
شکل ۶) بروز خطا در دو پست توزیع

۳-۲- کاربرد راهکار پیشنهادی در بازار برق

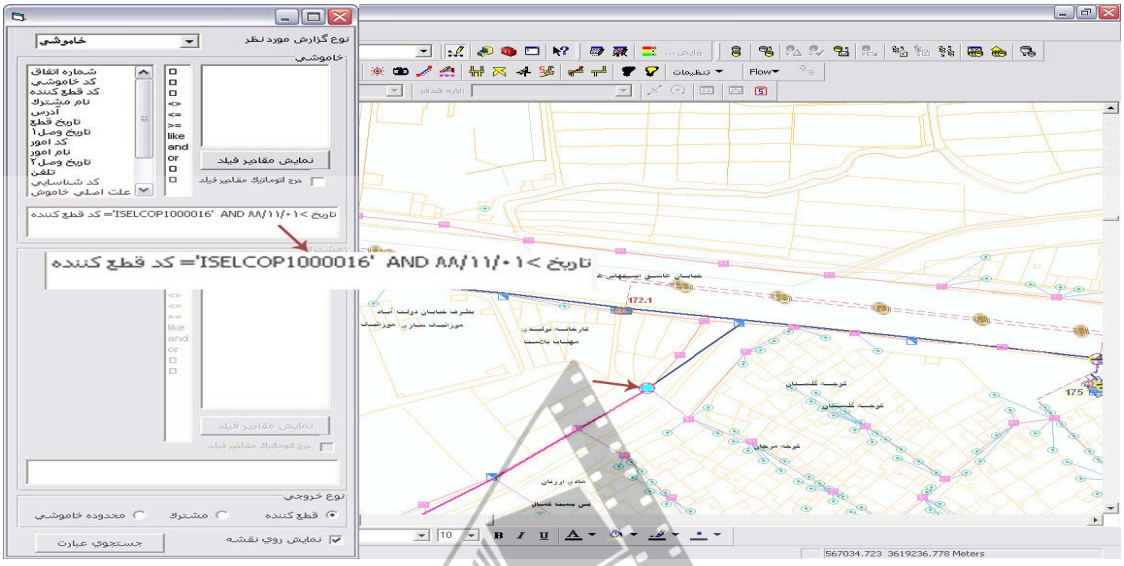
امروزه با رقابتی شدن بازار انرژی، شرکت‌های توزیع برق ملزم به کاهش هزینه‌های جاری خود و جلب رضایت مشترکین می‌باشند. این مهم صورت نمی‌پذیرد مگر آنکه اطلاعات کاملی از وضعیت و رخدادهای داخل شبکه در دسترس باشد. در همین راستا می‌توان از این ابزار در جهت تعیین نرخ خرابی اجزاء شبکه، تشخیص نقاط پرحادثه و دلیل آن استفاده نمود. در زیر به بیان چند مثال کاربردی از این راهکار پرداخته شده است:

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

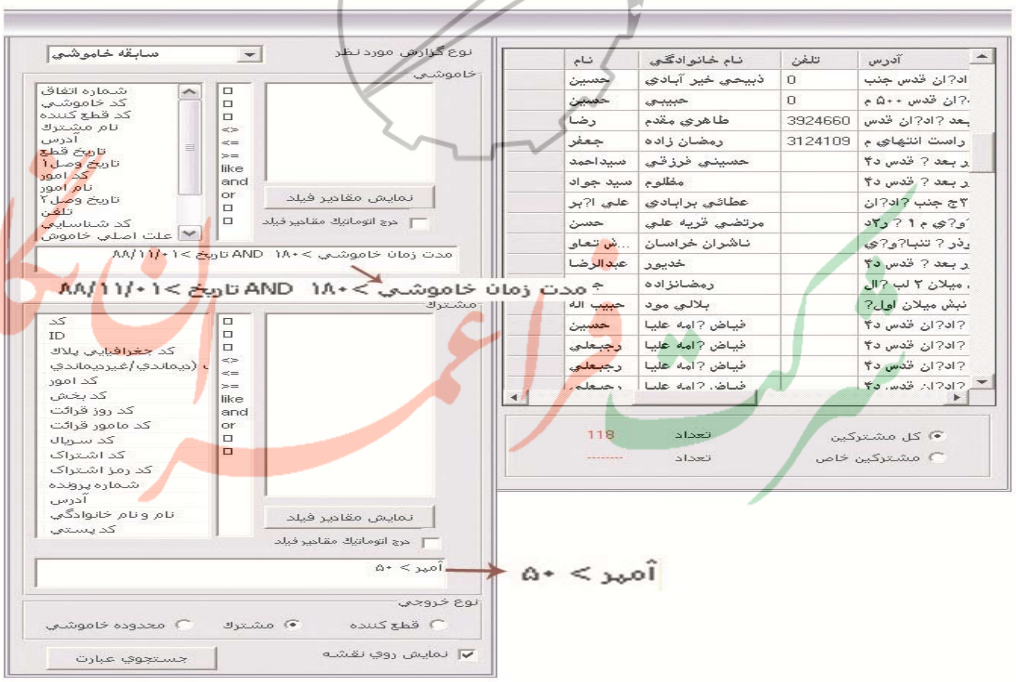
اهمیت گزارش‌گیری نوع اول زمانی نمود خواهد کرد که شرکت‌های توزیع برق ملزم به پرداخت غرامت به این نوع بارها می باشد.(شکل ۷). در ادامه از همین راهکار می‌توان در راستای کاهش هزینه های این‌چنینی استفاده نمود و توسط گزارش‌گیری از قطع‌کننده‌های مسبب خاموشی و مدت زمان خاموشی، نرخ خرابی قطع‌کننده و زیان‌های وارده به واسطه آن را محاسبه کرد. (شکل۹و۸). بدین صورت می‌توان 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 تشکیل داد. این نوع اطلاعات را می توان به واسطه‌ی بند دوم بدست آورد. مسلما یکی از معیارهای محک بهبود قابلیت اطمینان شبکه، میزان خاموشی آن می‌باشد[3]. بنابراین وجود ابزاری که بتواند گزارشی از این مشخصه را در دوره‌های مختلف زمانی در اختیار کاربر قرار دهد از اهمیت بالایی برخوردار است. کاربرد سوم این اختیار را به کاربر می‌دهد که بتواند آماری دقیق از میزان خاموشی بارهای مختلف در بازه‌های زمانی مختلف را استخراج نماید. خروجی همین بند را می‌توان جهت محاسبه‌ی مقدار انرژی فروخته نشده بعنوان یکی از پارامترهای بازار برق استفاده نمود.



شکل۷)گزارش‌گیری از مکان خاموشی بارهای بیشتر از ۵۰ آمپر و مدت زمان بیشتر از ۳ ساعت در یک دوره زمانی مشخص



شکل ۸)گزارشگیری از مدت زمان خاموشی یک مسبب خاموشی در یک دوره‌ی زمانی مشخص



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

٤- نتیجه‌گیری

هدف از تهیه 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 در شبکه های توزیع برق 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 به واسطه 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 تصمیمات مدیریتی- اقتصادی از وضعیت موجود و یا گذشته شبکه گرفت. از این گزارش‌گیری‌ها در جهت آزمودن قابلیت اطمینان سیستم می‌توان استفاده نمود و نشان داد که چگونه می‌توان به واسطه آن تابع هزینه حاکم بر سیستم را تشکیل داد.

۵- مراجع

[1]. Paul, A., (2001). 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

[3] Roy Billinton and Ronald N. Allan, Reliability Evaluation of Power Systems, Plenum Press, New York, 1996.

شرکت فراعمران نگار