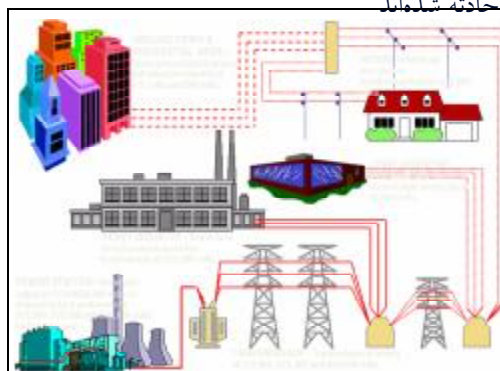


مدیریت اتفاقات شبکه انتقال نیرو و حوادث بر پایه GIS (دکله)

امروزه مهمترین هدف شرکت‌های تولید برق، تامین انرژی الکتریکی مصرف کنندگان با هزینه و سطح قابلیت اطمینان بهینه می‌باشد. ایجاد خاموشی بر اثر حوادث و اتفاقات طبیعی و در نتیجه کاهش سطح قابلیت اطمینان شبکه، یکی از بزرگترین مشکلات شبکه‌های توزیع و انتقال بشمار می‌آید. با توجه به نقش انرژی الکتریکی به عنوان یکی از مهمترین نهادهای تولید در فعالیتهای صنعتی، آگاهی از هزینه عدم تامین برق در واحدهای صنعتی و معدنی و عدم وجود یک سیستم مکانیزه، دقیق، بهنگام و قابل اعتماد در مدیریت اتفاقات شبکه و حوادث، موضوع بیان شده از ضروریات تحقیقات کاربری شرکت‌های برق منطقه‌ای محسوب می‌گردد. در این فصلنامه نشان داده خواهد شد که استفاده از سیستم نرم‌افزاری GIS و مدل‌های تلفیق و تحلیل داده‌های مکانی شبکه‌های توزیع و انتقال، فرایند فعلی مدیریت حوادث و اتفاقات شبکه را بهبود بخشیده و بر کارایی آن می‌افزاید.

مقدمه

صنعت برق، موتور اصلی رشد همه جانبه کشورهای در حال توسعه می‌باشد. در شبکه‌های برق رسانی از خطوط انتقال نیرو برای انتقال انرژی تولیدی نیروگاه‌ها به مراکز مصرف، ایجاد ارتباط بین شبکه‌های استان‌ها با هدف افزایش قابلیت اطمینان سیستم یا دلایل متعدد دیگر استفاده می‌شود (شکل ۱). خطوط انتقال هوایی، نقش مهمی در عملکرد یک سیستم توزیع قابل اطمینان ایفا می‌کند، با این وجود، بخاطر طول زیاد، نمایان و در معرض بودن المان‌های آنها، خطوط انتقال نسبت به خرابی‌های فاجعه آمیز ناشی از حوادث طبیعی آسیب پذیر می‌باشند. در کشور ما بدلیل پراکندگی محل‌های تولید و مصرف انرژی، خطوط انتقال نیرو از تمامی مناطق آب و هوایی و جغرافیایی کشور عبور کرده‌اند، عواملی مانند بهمن، لغزش زمین و طوفان گاهی سبب واژگون شدن و خرابی یک یا چند دکل متوالی از خطوط انتقال نیرو می‌شوند. طبق آمارهای بیان شده بین سالهای ۱۳۶۵ تا ۱۳۷۵، ۳۰ دکل از خطوط ۲۳۰ کیلوولت و ۴۱ دکل از خطوط ۴۰۰ کیلوولت دچار حادثه شده‌اند.



شکل ۱: شبکه انتقال نیرو از تولید به مصرف

موضوع خاموشی‌ها همواره صنعت برق را با چالش‌های مهم روبرو ساخته است. ضربه به پیکره دولت و اقتصاد ملی، نارضایتی مشتریان صنعتی، خانگی و کشاورزی از اعمال خاموشی در شبکه و آسیب تجهیزات فشار قوی در هنگام قطع و وصل مجدد از جمله بی‌آمدهای خاموشی است که منجر به کاهش سطح اطمینان سیستم شده و خسارات زیادی به مشتریان و شرکت‌های برق منطقه‌ای وارد می‌نماید، در نتیجه یکی از مهمترین و حساسترین واحدهای شرکت‌های برق منطقه‌ای، سیستم مدیریت حوادث و اتفاقات می‌باشد. بررسی‌های انجام شده حاکی از آن است فرایند فعلی مدیریت حوادث و اتفاقات پیچیده و زمانبر است و گردش کارها در رسیدگی به حوادث و اتفاقات و پایین بودن سرعت رسیدگی به حوادث و اتفاقات باعث بروز مشکلات زیادی برای شرکت‌های برق منطقه‌ای و مشترکین شده است. یکی از دلایل بروز چنین مشکلی عدم وجود اطلاعات صحیح، دقیق، بهنگام و قابل اعتماد و ساختار یافته شبکه انتقال و فوق توزیع و عدم استفاده از سازوکارها، فناوریها و سیستم‌های اطلاعاتی مناسب و در عوض تکیه بر روالهای سنتی و دستی می‌باشد. ارائه روشی جدید، مبتنی بر استفاده از سیستمها و سرویس‌های نمایش و پردازش اطلاعات مکانی فرایند فعلی مدیریت حوادث و اتفاقات و پیشگیری از آن را تسهیل می‌نماید.

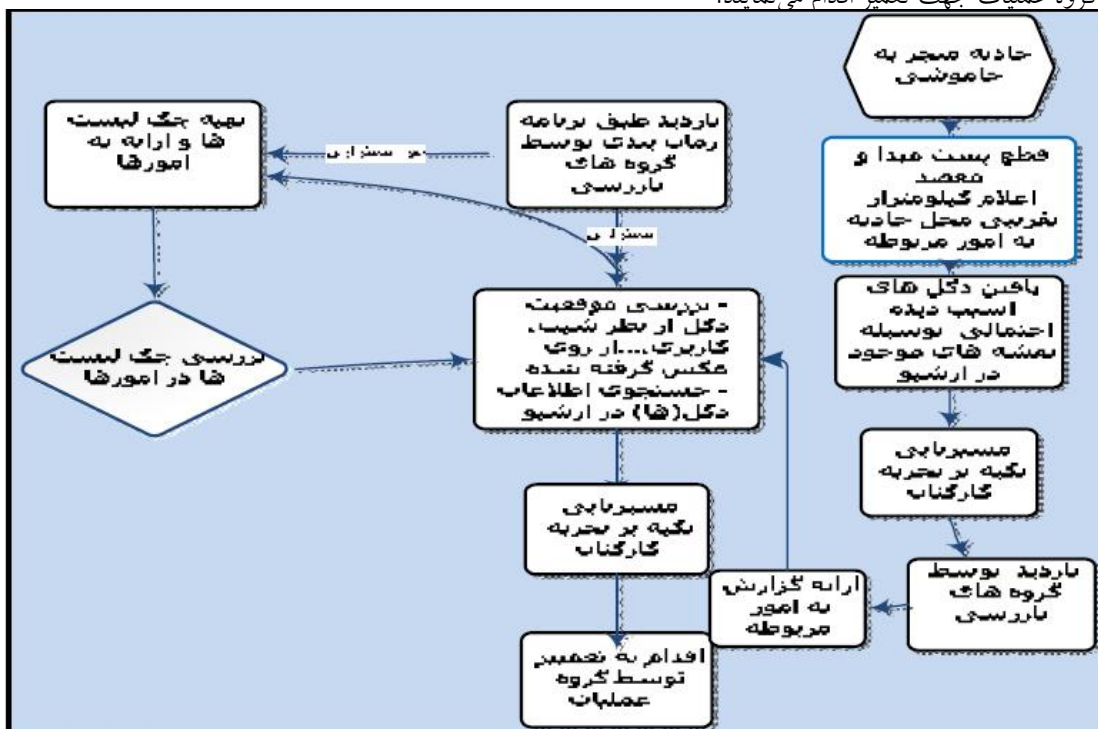
فرایند فعلی مدیریت حوادث و اتفاقات شبکه انتقال نیرو

مدیریت یکی از مهمترین ارکان تمام فعالیتهای دنیای کنونی ما می باشد. با توجه به اینکه کشور ما از لحاظ رخدادهای طبیعی یکی از پر مخاطره ترین کشورهای جهان می باشد موضوع مدیریت در بحران اهمیت ویژه ای دارد که در سالهای اخیر مورد توجه بیشتری قرار گرفته است. در صنعت برق، هرگونه تغییرات بدون برنامه در ساختار سیستم و یا در کمیت های الکتریکی آن، که بتواند شرایط بهره برداری سیستم را تغییر دهد، حادثه نامیده می شود. بنابراین شکستگی یا ترک خوردگی مقره ها، شکستگی پایه، ... تا مجزا شدن یک یا چند بخش از شبکه و در نهایت خاموشی کامل در سطح شبکه، هر کدام یک حادثه تلقی می گردند. بحران در شبکه برق عبارت است از شرایطی که موجب خاموشی یا کاهش ضریب اطمینان در بهره برداری گردد.

کنترل و نظارت بر خطوط و تجهیزات و تاسیسات در شرکت برق منطقه ای، بر عهده معاونت بهره برداری می باشد. در فرایند فعلی مدیریت حوادث و اتفاقات شبکه (شکل ۲)، بمنظور کاهش خاموشی ها، گروه های بازرسی خط مستقر در شرکت پیمانکار زیر نظر معاونت نام برده شده در امور و شرکت برق منطقه ای تشکیل می شود. این گروه ها خطوط را مورد بررسی قرار داده و مشکلات خط را طی گزارش به گروه عملیات خط، مستقر در امورها ابلاغ می کنند. سپس گروه عملیات به محل اعزام و اقدام به رفع مشکل می نمایند. تمام خطوط موجود در شبکه، طبق برنامه PM که یک برنامه زمان بندی شده جهت نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه است، توسط گروه های بازرسی، از طریق پیمایش پیاده و بصورت دکل به دکل، ۳ بار در سال مورد بازدید قرار می گیرند.

به منظور تهیه گزارش بازدید، چک لیست هایی از قبل طراحی شده است که در این بازدیدها تکمیل می شود. گزارش های تهیه شده بصورت هفتگی به امورها ابلاغ می گردد که توسط کارشناسان مربوطه در امورها دسته بندی و بررسی می شوند.

طبق برنامه شرکت مشاور ماهانه چک لیست ها را بهمراه صورت وضعیت به امورها ارائه می دهد. در واقع از طریق این چک لیست ها، عیب ها و خرابی های موجود، در هر ماه مشخص می شود. کارشناسان در دفتر امورها و در صورت بالا بودن حجم کار در دفتر مربوطه در معاونت بهره برداری، از طریق مشاهده چند عکس گرفته شده در زمان بازدید از دکل آسیب دیده یا داراب عیب، موقعیت دکل را بررسی می کنند و وضعیت زمین آن را از نظر کاربری، شیب، ... مشخص می نمایند. بمنظور گرفتن اطلاعات دکل به آرشیو مراجعه کرده و در اوراق و کاتالوگ ها و پلان پروفیل ها و نقشه های موجود جستجو صورت می پذیرد. بعد از بدست آوردن اطلاعات لازم، گروه عملیات جهت تعمیر اقدام می نمایند.



شکل ۲: فرایند فعلی مدیریت اتفاقات شبکه و حوادث

چنانچه در این بازدیدها وضعیت دکلی اضطراری تشخیص داده شود، نیاز به طی پروسه ماهانه نمی‌باشد و بازدید کننده بلافاصله ، شماره دکل را از طریق تماس تلفنی به امور مربوطه اطلاع می‌دهد و طبق شکل ۲ بقیه پروسه بیان شده جهت اقدام به تعمیر طی می‌شود.

غیر از برنامه زمانبندی PM، در صورتی که حادثه دکل منجر به خاموشی گردد، بلافاصله پست‌های مربوطه قطع می‌شوند و فاصله تقریبی دکل حادثه دیده از پست‌های مبدا و مقصد به امور مربوطه اعلام می‌شود. به علت تقریبی بودن فاصله بیان شده، گروه‌های بازرسی خط از چندین دکل واقع در این فاصله را بازدید می‌نمایند و موقعیت آنها را بررسی می‌کنند و نتیجه بازدید با امور مربوطه ارائه می‌نمایند و طبق شکل ۲ بقیه پروسه بیان شده جهت اقدام به تعمیر صورت می‌پذیرد.

در فرایند فعلی برای دسترسی به دکل، بر اساس تجربه کارکنان مسیر یابی انجام می‌گیرد. ضمناً جهت رفع حادثه، بسته به محل و شدت آن از ۶ ساعت تا ۱۶ روز زمان مورد نیاز است.

مشکلات فرایند فعلی عبارت است از:

- افزایش روزافزون حجم تجهیزات شبکه .
- پراکندگی اطلاعات مکان مرجع در دفاتر مختلف شرکت‌های توزیع برق
- وجود بخش اعظم اطلاعات به صورت آنالوگ
- جدا بودن اطلاعات مکانی و توصیفی در اغلب موارد
- عدم وجود استاندارد و مکانیزم سیستماتیک جهت اخذ، ذخیره سازی، بهنگام سازی، پردازش، نمایش، کاربرد و تبادل اطلاعات
- عدم ثبت و ذخیره سازی به موقع اطلاعات مربوط به تغییرات به وجود آمده
- عدم وجود بخش اعظم اطلاعات به صورت دقیق
- وابستگی به تجربه کارکنان جهت مسیریابی‌های مورد نیاز و دسترسی به اطلاعات.
- زمان‌بر بودن فرایند.
- عدم انجام عملیات پیشگیرانه در مورد حوادث ناشی از عوامل طبیعی.

فرآیند پیشنهادی مبتنی بر GIS

اطلاعات یکپارچه، درست و به موقع، مهمترین بخش از هر برنامه مدیریتی مهم و اضطراری موفق می‌باشد. عدم وجود یک مجموعه یکپارچه اطلاعات توصیفی و مکانی از اجزاء شبکه تولید و انتقال، نقصانی است که در زمان مطالعه، برنامه ریزی و بهره‌برداری توسط طراحان و مهندسان به خوبی احساس شده است. به همین دلیل وجود GIS صنعت برق در مقیاس مناسب که اطلاعات کامل شبکه انتقال و تولید را همراه با نقشه های جغرافیایی که نشان دهنده مکان واقعی عناصر شبکه همراه با عوارض دیگر از جمله گستره شهرها، مراکز صنعتی، مسیر جاده‌ها، خطوط راه آهن، رودخانه و غیره را در خود جمع‌آوری کرده باشند، ضروری به نظر می‌آید. در اختیار داشتن این اطلاعات در یک مجموعه و در قالب مناسب، GIS را به عنوان یک ابزار توانمند در دست مدیران، طراحان، برنامه ریزان و بهره برداران مطرح خواهد نمود و این امر منجر به دقت در تصمیم گیری، کاهش زمان و صرفه جویی بسیار در هزینه خواهد بود.

GIS استفاده از تکنولوژی‌های CADD و DBMS را برای ارتباط اطلاعات به عوارض بر روی نقشه‌های دیجیتال، با هم ترکیب کرده است و از این طریق امکان ایجاد، ذخیره، نگهداری، بازیابی، پرسش، آنالیز و نمایش داده‌های جغرافیایی گوناگون را فراهم ساخته است.

از کاربردهای GIS در صنعت برق در زمینه مدیریت اتفاقات شبکه انتقال نیرو و حوادث می‌توان موارد زیر را نام برد:

- ایجاد یک پایگاه اطلاعاتی منسجم و یکپارچه از کلیه اطلاعات موجود در صنعت برق
- برنامه ریزی بازدیدهای دوره ای با توجه به وضعیت شبکه و عوارض جغرافیایی.
- تعیین نقشه پراکندگی درصد آلودگی هوا در طول سال به منظور برنامه ریزی شستشوی تجهیزات.
- تعیین محل دقیق حادثه و ارائه مشخصات دکل حادثه دیده جهت تهیه تدارکات مورد نیاز تعمیرات.
- تعیین کوتاهترین مسیر دسترسی جهت انجام تعمیرات.
- مقایسه فراوانی حوادث شبکه انتقال نیرو در زمانهای مختلف (سالهای متوالی).
- پیش بینی وقوع حوادث با توجه به الگوهای استخراج شده و در نتیجه پیشگیری از وقوع حوادث
- ارائه گزارشات متنوع از قبیل نقشه، نمودار، جدول و ...

در فرایند پیشنهادی (شکل ۳)، از بستر نرم‌افزاری ArcGIS و محیط نرم‌افزاری ArcMap و Arc catalog از آنالیز شبکه استفاده شده است که در ادامه به شرح آن پرداخته می‌شود.

در فرایند پیشنهادی جدید مبتنی بر GIS، کارشناس مربوطه می‌تواند محل دقیق دکل حادثه دیده را در اندک زمانی بر روی نقشه رقومی جستجو و تعیین نماید و اطلاعات مورد نیاز را به آسانی به صورت گزارش، تصویر،... بازیابی و یا بهنگام کند. و با مشاهده آن در کنار سایر لایه‌های مورد نیاز موقعیت دکل (ها) از نظر شیب، کاربری و ... بررسی کند (شکل ۵، ۶). در نهایت کاربر می‌تواند کوتاه‌ترین مسیر دسترسی با دکل حادثه دیده را مشاهده نماید. بدین منظور ابتدا پایگاه داده مکانی از کلیه اطلاعات موجود در صنعت برق به همراه اطلاعات پایه شامل لایه‌های اطلاعاتی نظیر راه‌ها، پوشش گیاهی، عوارض آبی، هیسپوگرافی و... به صورت Geodatabase در محیط نرم‌افزاری Arc catalog آماده سازی و تهیه شده است.

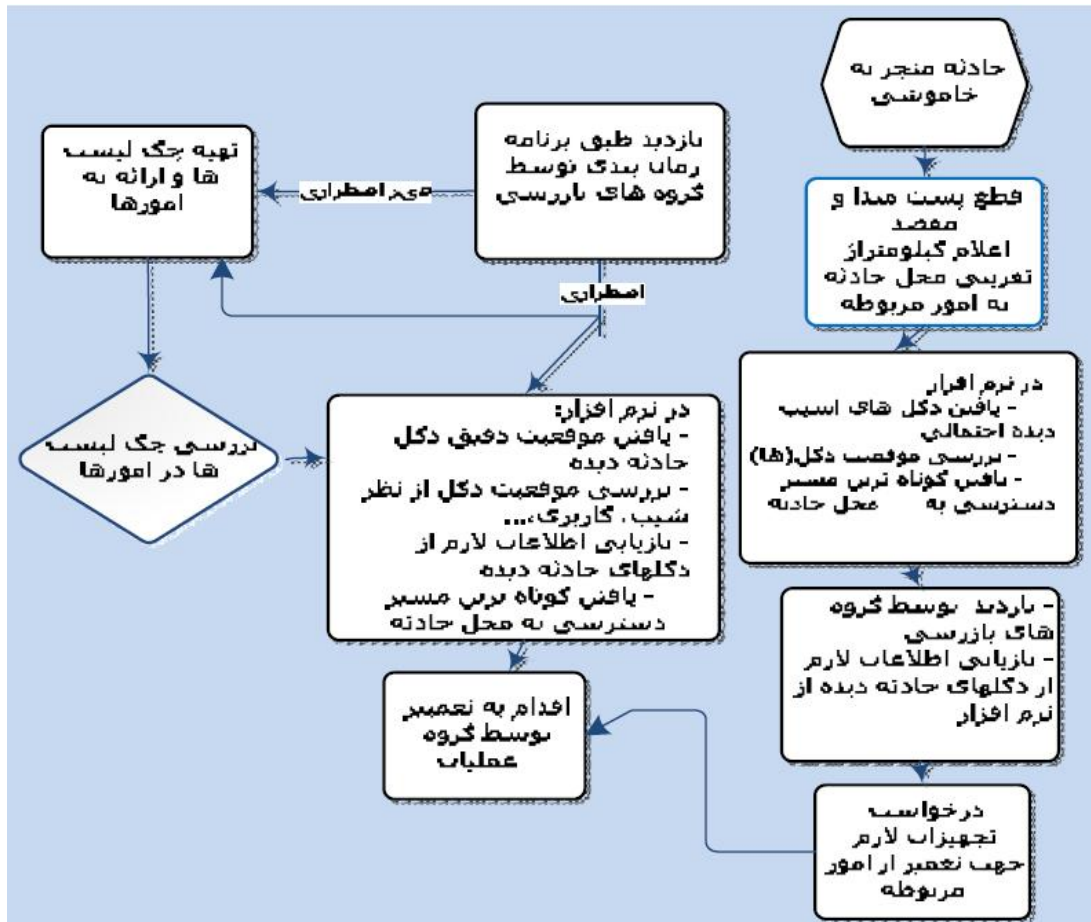
در ادامه به منظور آماده سازی داده‌ها برای انجام آنالیز شبکه، در محیط ArcMap به جدول هر کدام از لایه راه‌ها (بزرگراه، راه آسفالتی درجه ۱، راه آسفالتی درجه ۲، راه شوسه، راه جیب‌رو و راه مالرو) یک فیلد به عنوان وزن به لایه‌ها افزوده و بر اساس نوع جاده و طول مسیر به هر عارضه وزن دهی می‌گردد (شکل ۴)، سپس network dataset در Arc catalog ایجاد و بعد از آماده سازی داده‌ها، بر اساس وزن‌دهی‌های انجام شده و با استفاده از آنالیز شبکه (نوع آنالیز مورد نظر ما نزدیکترین مرکز خدمات است. (Closest facility)) می‌توان کوتاه‌ترین مسیر دسترسی را به نزدیک‌ترین امور تعیین نمود. نمونه‌ای از مسیریابی‌های انجام شده در شکل ۵ مشاهده می‌گردد. همان طور که در شکل مشاهده می‌گردد، ۳ امور شرق، مرکز و غرب به عنوان مکان‌های استقرار تجهیزات تعمیر و گروه‌های عملیات در نظر گرفته شده است که در آنالیز شبکه که انجام می‌گیرد کوتاهترین مسیر دسترسی از محل حادثه به نزدیک‌ترین امور تعیین می‌گردد.

نوع جاده	ضریب
بزرگراه	1
جاده آسفالتی درجه 1	0,7
جاده آسفالتی درجه 2	0,5
جاده شوسه	0,4
جاده جیب رو	0,3
جاده مالرو	0,2

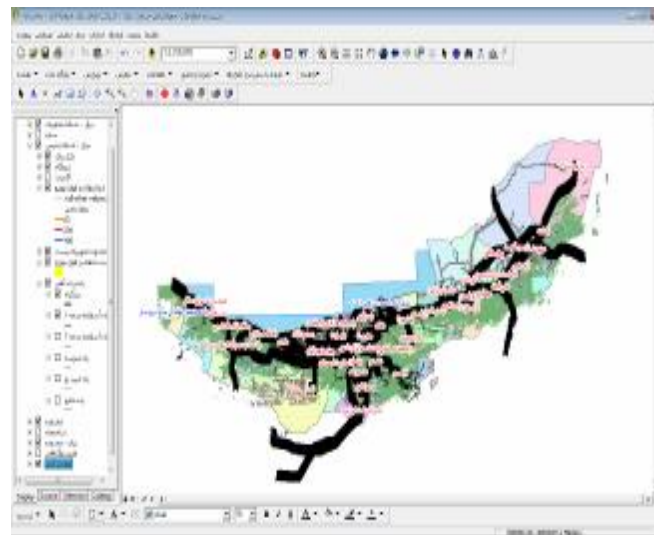
شکل ۴: جدول وزن لایه راه‌ها

علاوه بر موارد مطرح شده، شناسایی مناطقی که بیشترین احتمال بروز حوادث و مخاطرات در آنجا است و پیشگیری از وقوع حادثه بسیار حائز اهمیت می‌باشد. زیرا در این صورت می‌توان برای جلوگیری از بروز حوادثی که می‌تواند خسارت‌های بیشماری را در بر گیرد، برنامه‌ریزی کرد. تجربه نشان داده است که پروسه‌های آزمایش شده برای مقابله با چنین اتفاقاتی می‌تواند به طور قابل توجهی در جلوگیری از خسارات موثر باشد.

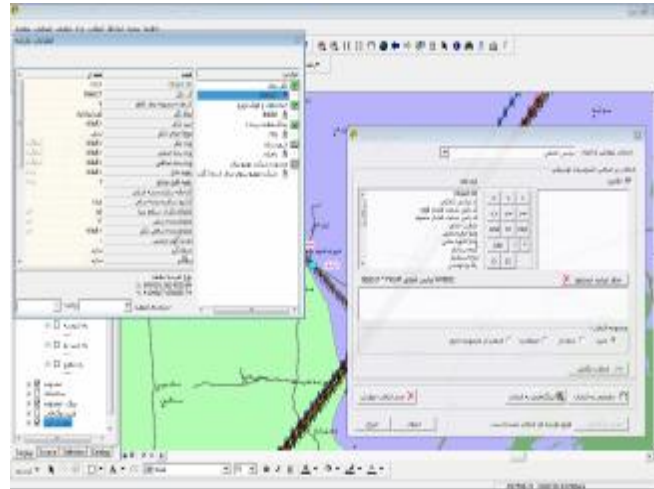
از جمله موارد استفاده از این سیستم در بخش فعالیت‌های پیشگیرانه می‌توان یافتن دکل‌هایی را نام برد که در محدوده آبگیر قرار گرفته‌اند. در این صورت با آگاهی از بارش شدید در یک محدوده، با پیدا کردن و بازدید از کل‌هایی از آن محدوده که در حوزه آبگیر و در معرض خطر می‌باشند، از بروز حوادث پیش‌بینی نشده جلوگیری بعمل آورد.



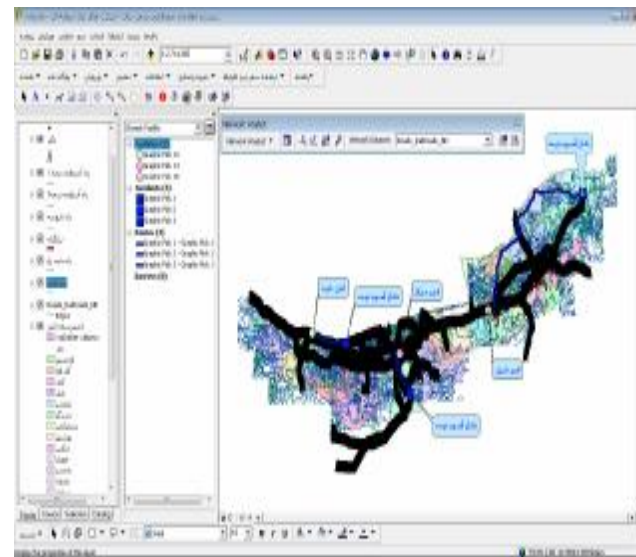
شکل 3: فرایند پیشنهادی مبتنی بر GIS



شکل 5: اطلاعات مورد نیاز صنعت برق به همراه لایه نقشه های پایه به صورت یکپارچه و منسجم



شکل ۶: نمونه‌ای از جستجوی دکل مورد نظر به همراه مشاهده اطلاعات مربوطه



شکل ۷: تعیین کوتاه‌ترین مسیر دسترسی از نزدیک‌ترین امور به دکل حادثه‌دیده