مهندسی صنایع و مدیریت شریف
دوره‌ی ۱ - ۲۶، شماره‌ی ۲، ص. ۱۲۱-۱۲۶، (یادداشت فنی)

سیستم تعمیر و نگه‌داری پیشگیرانه‌ی جغرافیایی بااستفاده از فنّاوری سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)

حامد سرتیپی (کارشناس ارشد)
شرکت فرا عمران نگار
بهزاد بیرانوند (کارشناس)
اداره برق و تأسیسات سازمان بنادر و دریانوردی
محمدرضا فتحعلی (دانشجوی کارشناسی)
دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دماوند

نحوه‌ی سرویس، نگه‌داری و تعمیر ماشین‌آلات، دستگاه‌ها و تجهیزات و به‌عبارتی «حفاظت فنی از دارایی‌های فیزیکی» یکی از مسائل مهم و ضروری است که همواره در مراکز عمرانی و صنعتی مطرح بوده است. تعمیر و نگه‌داری صحیح علمی و برنامه‌ریزی‌شده با روش‌های نوین جهانی مستقیماً بر بهره‌وری، کیفیت، هزینه‌های مستقیم تولید، قابلیت اطمینان، به‌کارگیری و سودآوری اثر می‌گذارد. عدم توجه به این مهم سبب بالارفتن هزینه‌های تعمیر دستگاه‌ها، استهلاک بیش از حد آنها، ازکارافتادن ناگهانی، عدم توانایی در ارائه‌ی خدمات و زیان‌های هنگفت مالی خواهد شد. استفاده از سیستم‌های مکانیزه برای این منظور، گامی مؤثر در راستای بهبود عملکرد سیستم تعمیرات و نگه‌داری است اما سیستم‌های مکانیزه‌ی موجود فاقد ماهیت مکانی بوده و برای نگه‌داری و تعمیر تأسیساتی که ماهیت مکانی دارند دارای ضعف اساسی هستند. سیستم‌های تعمیر و نگه‌داری پیشگیرانه‌ی جغرافیایی (GPMS)[1] با به‌کارگیری فنّاوری سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)[2] روشی مناسب برای رفع این نقیصه‌اند. در این نوشتار ضمن معرفی این سیستم‌ها، مزایای آنها نسبت به سیستم‌های قبلی مقایسه شده است.

sartipy_h@yahoo.com
biralvand@yahoo.com
morefa@yahoo.com

واژگان کلیدی: پیشگیرانه، تعمیرات، جغرافیایی، مکانی، نگه‌داری، GIS، GPMS.

مقدمه

امروزه موضوع تعمیر و نگه‌داری، و به‌عبارت دقیق‌تر «مهندسی تعمیر و نگه‌داری» بر اثر پیشرفت و توسعه‌ی تجهیزات و ماشین‌آلات و اتوماسیون دستخوش تحولات شگرفی شده است. سیر تحولات به‌گونه‌یی است که صاحبان صنایع و مدیران تولید بدون اطلاع و آگاهی از علوم پیشرفته‌ی مهندسی تعمیر و نگه‌داری نه‌تنها قادر به رقابت با بازار بین‌المللی تولیدات مشابه خود نیستند، بلکه برای حفظ موفقیت‌های گذشته‌ی خود نیز با مشکلات عدیده‌یی مواجه‌اند. بنابراین توجه به بحث تعمیر و نگه‌داری به‌منظور افزایش زمان استفاده از سیستم‌های صنعتی، کاهش نرخ خرابی و ازکارافتادگی این سیستم‌ها امری لازم و ضروری است.[1]

در این میان با توجه به رشد روز افزون علوم مختلف و استفاده‌ی گسترده از سیستم‌های رایانه‌یی، مبحث تعمیر و نگه‌داری نیز وارد این عرصه شده و روش‌های جدیدی در این خصوص ابداع شده که از آن‌جمله می‌توان به «سیستم تعمیر و نگه‌داری پیشگیرانه‌ی جغرافیایی» (GPMS) اشاره کرد.[1]

اما با توجه به ماهیت مکان مرجع برخی از تأسیسات و تجهیزات به‌ویژه در شریان‌های حیاتی مانند شبکه‌های آب، برق، فاضلاب، مخابرات، آتش‌نشانی، فیبر نوری، اعلام حریق و. . .استفاده از سیستم‌های رایانه‌یی قبلی که صرفاً با ارائه‌ی یک بانک اطلاعاتی غیرمکانی عهده‌دار وظیفه‌ی تعمیر و نگه‌داری و گزارش‌گیری‌های مختلف بود، پاسخ‌گوی نیاز به سرعت بالای دسترسی به اطلاعات مورد نیاز نیست، استفاده از سیستم‌های دارای ماهیت مکانی برای این منظور ضروری است. همچنین با توجه به این که سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی ازکلیه‌ی قابلیت‌های سیستم‌های قبلی برخوردارند و نیز پایش مکانی تجهیزات و تأسیسات[3] و اطلاعات مربوط به آنها را ممکن می‌سازند و بستر لازم برای سهولت دسترسی به اطلاعات را فراهم می‌کنند، استفاده از آنها مناسب به نظر می‌رسد.

تاریخ: دریافت ۱۳۸۷/۹/۱۷، داوری ، پذیرش ۱۳۸۸/۶/۴.

روند تکاملی تعمیر و نگه‌داری

امروزه در اکثر صنایع کشورها انجام برنامه‌ریزی تعمیر و نگه‌داری پیشگیرانه با عنوان PM مطرح است و در واقع تشکیل بخش PM در نمودار سازمانی و تهیه‌ی نرم‌افزارهای مرتبط به‌عنوان روشی عام به‌کار گرفته می‌شود. مراحل زیر بیان‌گر روند تکاملی فوق است:

تعمیر و نگه‌داری دستگاه‌های از کار افتاده (BM)[۴]: در این روش بخش تعمیرات زمانی وارد کار می‌شوند که دستگاهی از کار افتاده و یا بخشی از سیستم خراب شده باشد. وظیفه سیستم تعمیرات صرفاً رفع خرابی و راه‌اندازی مجدد سیستم است. ناگفته پیداست که در طول مدت تعمیر تمام یا حداقل بخشی از سیستم متوقف بوده و امکان بهره‌برداری از آن وجود ندارد.[۲]

تعمیر و نگه‌داری پیشگیرانه: در این متد با تدوین دستورالعمل‌ها و آیین‌نامه‌های متعدد، سرویس و نگه‌داری تجهیزات در دستورکار قرار می‌گیرد. در این روش اقدامات لازم جهت جلوگیری از بروز خرابی صورت می‌گیرد و تیم تعمیرات قبل از بروز خرابی وارد کار می‌شوند. این روش‌ها مبتنی بر زمان بوده و مبنای انجام فعالیت‌ها در این روش میانگین زمان بین دو خرابی و یا حداقل زمان بین دو خرابی است.[۲]

تعمیر و نگه‌داری برنامه‌ریزی‌شده: این روش کارایی بیشتری نسبت به روش قبل دارد اما برای اجرا نیازمند تجهیزات خاص مانند دماسنج و ارتعاش‌سنج است. در این روش براساس پارامترهای بازرسی درخصوص انجام تعمیرات برنامه‌ریزی می‌شود.[۲]

تعمیر و نگه‌داری بهره‌ور: در این روش علاوه بر برنامه‌ریزی به روش قبل درخصوص دلایل بروز عیوب و کلاس‌بندی ماشین‌آلات نیز فعالیت‌های انجام می‌گیرد.[۲]

تعمیر و نگه‌داری بهره‌ور فراگیر (TPM): در این روش علاوه بر دربرگیری روش فوق به عامل نیروی انسانی به‌عنوان مهمترین علت تولید توجه شده و نقش و جایگاه آن را در نگه‌داری، تعمیرات و بهره‌برداری مشخص کرده و راهکارهای لازم را جهت افزایش راندمان ارائه می‌کند.[۲]

سیستم‌های فوق و سیستم‌هایی نظیر TQM [۵] و JIT [۶] را که هدف‌شان به صفر رسانیدن عیوب سیستم، خرابی (از کارافتادگی) سیستم و تصادفات است، «سیستم‌های صفرگرا» می‌نامند.[۲]

تعمیر و نگه‌داری پیشگیرانه با استفاده از سیستم‌های مکانیزه

در اغلب سازمان‌هایی که با حجم بالای اطلاعات سروکار دارند، استفاده از سیستم‌های مکانیزه به‌منظور انجام عملیات تعمیرات پیشگیرانه و نگه‌داری و به‌خصوص استفاده از روش‌های پیشرفته در این خصوص، لازم و ضروری است. مشکلات احتمالی ناشی از عدم وجود سیستم مکانیزه‌ی تعمیر و نگه‌داری پیشگیرانه عبارت‌اند از:[۳]

- از قلم افتادن فعالیت‌های شبکه به‌دلیل حجم بالای فعالیت‌ها؛
- حجم زیاد بایگانی از نظر شناسنامه‌ها و سوابق، و مشکل دسترسی به اطلاعات مورد نیاز؛
- عدم وجود ارتباط سریع بین مستندات فعالیت‌های شبکه و سایر سیستم‌ها؛
- عدم تصمیم‌گیری درست و به‌موقع مدیران به‌دلیل مشکلات تهیه‌ی گزارش‌های مورد نیاز و وقت‌گیر بودن تهیه‌ی هر گزارش؛
- محاسبات در برنامه‌ریزی با دقت کافی انجام نمی‌شود و معمولاً برنامه‌ریزی براساس شرایط واقعی انجام نمی‌شود؛ مثلاً تأثیر توقفات ماشین‌آلات در زمان‌بندی‌ها لحاظ نمی‌شود و درنتیجه فعالیت‌ها در زمان مقرر انجام نخواهد شد؛
- ایجاد تغییر در برنامه‌ریزی و جابه‌جایی برنامه به‌راحتی انجام نمی‌شود، درصورتی که در سیستم‌های مکانیزه این عمل به‌وسیله‌ی برخی توابع نرم‌افزاری به‌راحتی و در کم‌ترین زمان انجام می‌شود؛
- امکان برنامه‌ریزی فعالیت‌ها از طریق یک مرکز برای ماشین‌آلات در مناطق مختلف جغرافیایی به‌صورت آن‌لاین (Online) وجود نخواهد داشت؛
- پیگیری انجام فعالیت‌ها و برآورد نیروی انسانی مورد نیاز و قطعات و ملزومات به‌صورت دقیق امکان‌پذیر نیست؛
- تعریف کار از طریق مدیران برای نیروهای اجرایی با مشکل مواجه می‌شود زیرا استخراج لیست تمام فعالیت‌ها به‌روش غیرمکانیزه با دشواری‌های متعدد انجام می‌شود و درنتیجه تمام فعالیت‌ها برای اجرا به واحدهای اجرایی اعلام نمی‌شود و بعضاً مشاهده می‌شودکه گرچه کلیه‌ی فعالیت‌ها به‌ظاهر انجام شده درواقع تعداد زیادی فعالیت از قلم افتاده است؛[۴]
- دفعات بروز عیوب با یک دلیل مشابه در مکان‌های مختلف از نظر واحدهای مسئول پنهان می‌ماند.

در صورت استفاده از سیستم‌های مکانیزه، گزارش‌ها و تحلیل‌های مختلفی نیز در دسترس خواهد بود که برخی از آنها عبارت‌اند از:[۴]

- گزارش مقایسه‌یی بین تاریخ‌ها و زمان پیش‌بینی شده برای انجام فعالیت‌های نگه‌داری یا تعمیرات با زمان واقعی انجام آنها؛
- گزارش کارکرد پرسنل واحد تعمیرات و نگه‌داری براساس فعالیت‌های انجام‌شده؛
- گزارش مقایسه‌یی مصارف قطعی تولیدکنندگان مختلف با یکدیگر با توجه به مدت زمان کارکرد؛ تحلیل هزینه‌های تعمیر و نگه‌داری براساس مراکز هزینه؛
- گزارش مدت زمان باقی‌مانده از گارانتیِ ماشین‌آلات، مجموعه‌ها و قطعات؛
- اولویت‌بندی فعالیت‌های تعمیراتی؛
- گزارش هزینه‌های انجام شده بر روی ماشین‌آلات در یک بازه زمانی؛

و...

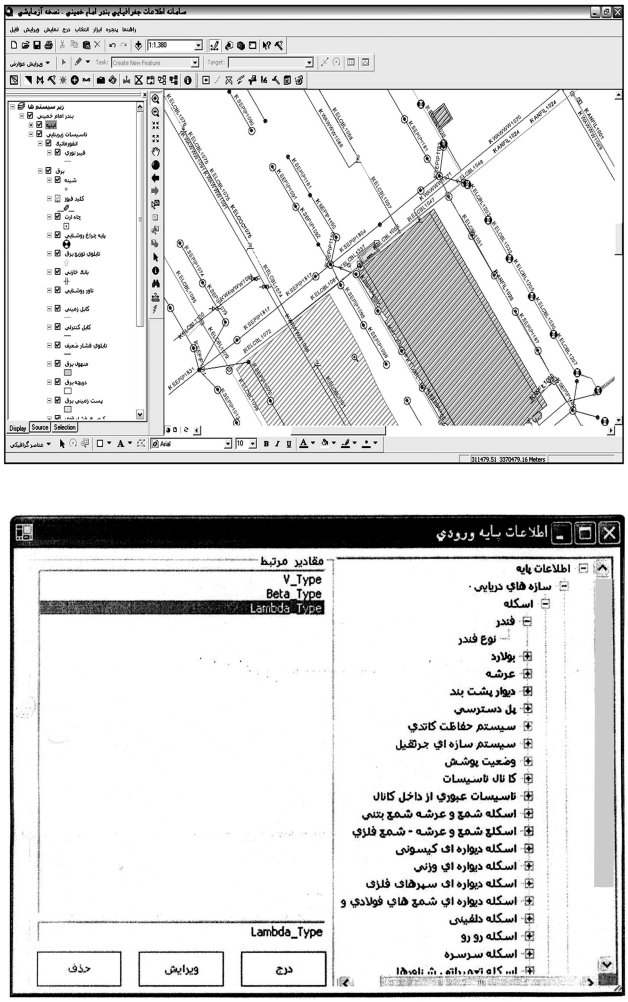
کاربرد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) در تعمیر و نگه‌داری پیشگیرانه

اگرچه با گسترش استفاده از سیستم‌های مکانیزه، تعمیر و نگه‌داری پیشگیرانه‌ی تجهیزات با سرعت و قابلیت بالاتری انجام می‌گیرد، تعمیر و نگه‌داری برخی سیستم‌ها مانند سیستم‌های شبکه‌یی[۷] (نظیر شبکه‌های آب، برق، فاضلاب، مخابرات و شریان‌های حیاتی[۸]) و به‌طور کلی سیستم‌هایی که ماهیت مکان مرجع دارند و موقعیت جغرافیایی عوارض درخصوص نگه‌داری، تعمیرات و بهره‌برداری از آنها مهم است، صرفاً بااستفاده از این سیستم‌های مکانیزه پاسخ‌گوی نیازها نیست و می‌بایست با استفاده از روش‌هایی برای تعمیر و نگه‌داری این قبیل تأسیسات و تجهیزات، موقعیت مکانی عوارض را که نقش مهمی در نحوه‌ی تعمیرات و نگه‌داری آنها دارد مد نظر قرار داد.[۵]

استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای این منظور بسیار سودمند و مفید است. این سیستم‌ها علاوه بر داشتنِ قابلیت سیستم‌های مکانیزه‌ی قبلی، توانایی مدیریت مکانی اطلاعات را به کاربر می‌دهد و از این حیث تعمیر و نگه‌داری سیستم‌ها و تأسیساتی که ماهیت مکانی دارند، با استفاده از این روش بسیار مناسب است. در ادامه مزایای استفاده ازسیستم‌های تعمیر و نگه‌داری پیشگیرانه‌ی جغرافیایی (GPMS) تشریح شده است.[۵]

۱. قابلیت نمایش موقعیت مکانی عوارض

سیستم‌های GPMS قادر به نمایش موقعیت مکانی عوارض هستند. این قابلیت به کاربر امکان می‌دهد تا به‌سهولت به محل عارضه دسترسی یافته و تعمیرات و یا بازبینی لازم را انجام دهد. در شکل ۱ محیط نمایشی GPMS با سیستم‌های مکانیزه‌ی قبلی مقایسه شده است. چنان که ملاحظه می‌شود، نحوه‌ی آدرس‌دهی در سیستم‌های GPMS بسیار واضح‌تر و گویاتر است، و همین نکته به‌خصوص در شبکه‌های تأسیساتی گسترده برای کوتاه‌ترکردن عملیات تعمیر و بازبینی مفید است. نمونه‌ی GPMS طراحی‌شده برای شبکه‌های تأسیساتی بنادرگویای کاهش این زمان به‌میزان ۱٫۳ است.



شکل ۱. مقایسه‌ی محیط نمایشی GPMS با سیستم‌های قبلی.

۲. سهولت به‌روزرسانی اطلاعات

ازجمله مباحث مهم در تعمیرات و نگه‌داری وجود اطلاع به‌روز از سیستم است. در تعمیر و نگه‌داری سیستم‌های شبکه‌یی گسترده، گاه عدم به‌روز بودن اطلاعات باعث می‌شود عملیات تعمیر و نگه‌داری با هدررفتن زمان بسیار زیادی انجام شود. این امر به‌لحاظ موقعیت دقیق عوارض برای دسترسی به آنها، و نیز به‌لحاظ مشخصات عوارض دارای اهمیت است. به‌عنوان مثال، چنانچه در شبکه‌ی آب یک شیر خراب شود، قدم اول تعیین محل دقیق شیر است که گاه به‌علت عدم وجود اطلاعات دقیق، برای یافتن محل آن به حفاری‌های متعدد شیر نیازمندیم. همچنین گروه تعمیرات به‌منظور تعمیر یا تعویض آن شیر به مشخصات دقیق آن شیر نیاز دارند. با استفاده از سیستم‌های GPMS امکان به‌روز رسانی اطلاعات برای کاربران فراهم می‌شود چرا که کاربر سیستم با توجه به تسلطی که نسبت به موقعیت مکانی عوارض پیدا می‌کند می‌تواند عملیات به‌روز رسانی را با سهولت و دقت بیشتری انجام دهد.[۶]

۳. عدم نیاز به طبقه‌بندی عوارض

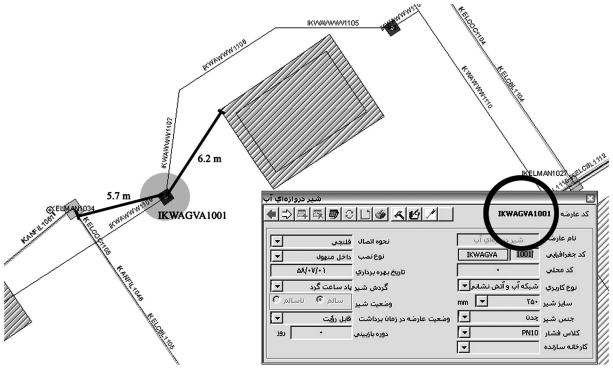
در سیستم‌های مکانیزه‌ی قبلی برای دسترسی به یک عارضه‌ی خاص، معمولاً کلیه‌ی عوارض را طبقه‌بندی می‌کردند. به‌عنوان مثال در سیستم تعمیرات و نگه‌داری یک مجتمع بندری، ساختمان‌های مختلفی را که از زیرطبقه‌هایی نظیر شبکه‌ی تأسیساتی، ستون‌ها، تیرها و. . .تشکیل می‌شدند در یک طبقه جای می‌دادند. گاهی گویا نبودن این طبقه‌بندی‌های که باید خاصیت طرد متقابل (عدم اختصاص دو طبقه برای یک عضو) در آنها رعایت شود، کاربر را در دسترسی به عارضه‌ی مورد نظر (مثلاً خرابی یک فلکه‌ی گاز در یک طبقه از یک ساختمان خاص) با مشکلات متعددی مواجه می‌ساخت که منجر به هدر رفتن زمان قابل توجهی می‌شد.

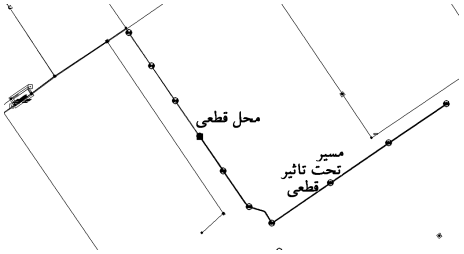
در سیستم‌های GPMS، فارغ از محدودیت‌های مربوط به طبقه‌بندی عوارض، دسترسی به یک‌عارضه صرفاً از طریق نقشه‌یی که بیانگر موقعیت دقیق استقرار آن عارضه خاص است مقدور می‌شود، و از این طریق در زمان کوتاه‌تر و با دقتی بیشتر به عوارض دسترسی می‌یابند.

شایان ذکر است که در سیستم‌های مکانیزه‌ی قبلی معمولاً حجم قابل توجهی از نرم‌افزار به آدرس‌دهی عوارض اختصاص می‌یابد قسمت قابل توجهی از وجه اول مربوط به هر عارضه (شناسنامه‌ها) نیز برای نشان‌دادن موقعیت عوارض به کار می‌رفت. در صورتی که در سیستم‌های GPMS به‌لحاظ امکان دسترسی به محل عارضه از روی نقشه‌این مسائل منتفی است. در شکل ۲ نحوه‌ی آدرس‌دهی در این دو سیستم مقایسه شده است.

۴. امکان تعیین موقعیت عوارض نسبت به یکدیگر

در بسیاری از موارد، به‌ویژه در شبکه‌های تأسیساتی دفنی، برای انجام تعمیرات «حفاری منطقه‌یی» ضرورت می‌یابد. حال چنانچه موقعیت سایر عوارض معلوم نباشد چه‌بسا هنگام حفاری، عوارضی دیگر مانند آسیب کابل برق، کابل فیبر نوری و... بروز کند که خود منجر به تحمیل هزینه و طولانی‌تر شدن عملیات تعمیر می‌شود و لذا تعمیر یک عارضه به بروز صدمه‌دیدگی‌های دیگر می‌انجامد. با استفاده از سیستم‌های GPMS امکان شناسایی موقعیت عوارض نسبت به یکدیگر برای کاربر فراهم می‌شود و از بروز مشکلات یادشده جلوگیری می‌کند. در شکل ۳ نمونه‌یی از


IKWAGVA1001
6.2 m
5.7 m
IKWAWWW1105
IKWAWWW1107
IKWAWWW1108
KELCOC1084
KELMAN1029
KELCOR1084
KELCOR1085
KELCOR1086
KELCOR1087
KELCOR1088
KELCOR1089
KELCOR1090
KELCOR1091
KELCOR1092
KELCOR1093
KELCOR1094
KELCOR1095
KELCOR1096
KELCOR1097
KELCOR1098
KELCOR1099
KELCOR1100
KELCOR1101
KELCOR1102
KELCOR1103
KELCOR1104
KELCOR1105
KELCOR1106
KELCOR1107
KELCOR1108
KELCOR1109
KELCOR1110
KELCOR1111
KELCOR1112
KELCOR1113
KELCOR1114
KELCOR1115
KELCOR1116
KELCOR1117
KELCOR1118
KELCOR1119
KELCOR1120
KELCOR1121
KELCOR1122
KELCOR1123



شکل ۶. امکان تعیین محل‌های متأثر از یک خرابی در سیستم‌های GPMS.

یک شهر یا یک بندر پرتردد گسترده شده است، حائز اهمیت است. در سیستم‌های GPMS امکان ارائه‌ی مسیر بهینه به‌منظور دسترسی به محل حادثه یا عارضه‌ی مورد نظر برای بازبینی فراهم می‌شود. شکل ۷ بیان‌گر این تحلیل است.

۷. قابلیت انجام تحلیل‌های هم‌پوشانی

در سیستم‌های GPMS می‌توان از طریق هم‌پوشانی و برهم‌نهی لایه‌های اطلاعاتی مختلف تحلیل‌هایی انجام داد. در شکل ۸ از طریق برهم‌نهی لایه‌ی خرابی لوله‌ها با لایه‌ی شرکت سازنده‌ی آنها درمی‌یابیم که بیشترین خرابی مربوط به کدام شرکت است.[۶]

۸. امکان برآورد حجم عملیات

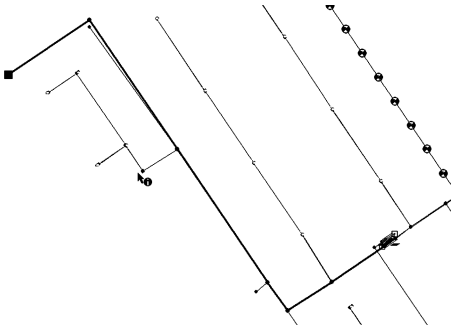
یکی از موارد مهم در مقوله‌ی تعمیرات و نگه‌داری، برآورد حجم عملیات مورد نیاز برای انجام تعمیرات است. این قابلیت به‌راحتی در سیستم‌های GPMS فراهم می‌شود؛ به‌عنوان مثال مطابق آنچه که در شکل ۹ آورده شده است، امکان برآورد حجم عملیات حفاری برای تعمیر لوله‌ی حادثه‌دیده نشان داده شده است.

۹. طبقه‌بندی عارضه‌ها براساس مکان‌های واقع در یک شعاع مشخص در زمان‌های تعریف شده

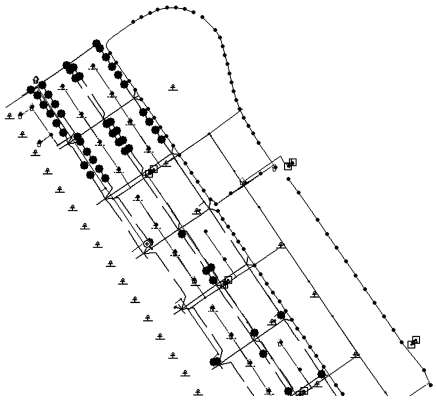
یکی دیگر از قابلیت‌های مهم نرم‌افزار GPMS که آن را از نرم‌افزارهای دیگر متمایز می‌سازد، قابلیت طبقه‌بندی عوارض براساس مکان‌هایی است که در یک شعاع مشخص قرار دارند. همچنین با توجه به این که امکان تعیین موقعیت مکانی گروه‌های تعمیر در نرم‌افزار وجود دارد، می‌توان به‌منظور صرفه‌جویی در وقت و ایجاد یک برنامه‌ی سازمان‌دهی منظم، اولاً نزدیک‌ترین گروه تعمیر به عارضه را به‌منظور PM یا EM مشخص کرد، ثانیاً با تعیین کلیه‌ی عوارضی که در یک شعاع معین قرار دارند می‌توان برای بازرسی‌های PM یا تعمیرات EM که در آن محدوده قرار دارد، بر تعیین نیروی انسانی و برنامه‌ریزی زمانی آنها نظارت کاملاً کارآمدی داشت.

۱۰. قابلیت فراخوانی PM ها براساس اولویت مکانی در توالی زمانی دوره‌های آلارم تعریف شده

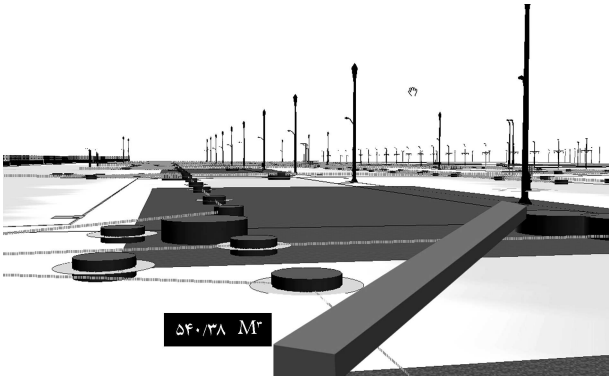
از دیگر مزایای این قابلیت فراخوانی PM ها براساس اولویت مکانی در توالی زمانی دوره‌های آلارم تعریف‌شده است. به این ترتیب می‌توان آلارم‌های بازرسی را که در فواصل زمانی بسیار کم برای تجهیزات مختلف و در یک محدوده‌ی مکانی تعیین شده‌اند، با ترتیب اولویت اعلام کرد و درنتیجه به صرفه‌جویی زمانی در استفاده از



شکل ۷. امکان تعیین مسیر بهینه برای رسیدن به محل خرابی در سیستم‌های GPMS.



شکل ۸. امکان انجام تحلیل هم‌پوشانی در GPMS.



شکل ۹. امکان برآورد حجم عملیات در سیستم‌های GPMS.

نیروی انسانی و به تبع آن صرفه‌جویی در هزینه‌های تعمیر و نگه‌داری پیشگیرانه دست‌یافت.

نتیجه‌گیری

امروزه توجه به موضوع تعمیرات و نگه‌داری، به‌ویژه با استفاده از سیستم‌های مکانیزه، امری اجتناب‌ناپذیر است که در این میان استفاده از سیستم‌های GPMS که قابلیت تحلیل‌های مکانی را دارند ــ به‌خصوص در شبکه‌های تأسیساتی ــ مفیدتر و از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه‌تر است. لذا به نظر می‌رسد زمان آن رسیده که سیستم‌های تعمیر و نگه‌داری پیشگیرانه‌ی موجود را برای استفاده از مزایای این سیستم‌ها جایگزین سیستم‌های قبلی کرد.

پانوشت

1. geographical preventive maintenance system (GPMS)
2. geographical information system (GIS)
3. features
4. breakdowns maintenance (BM)
5. total quality management
6. time just in
7. network
8. life lines

منابع

1. Rostamian, H., *Efficient Overhaul & Maintenance*, Novin pajoohesh publication.
2. Asgari, A. and Saberi, R.,*International Dictionary of Phrases of Geographic Information systems,* Noor-e-Elm publication.
3. Sayyed-Hossaini and Sayyed Mohammad, *Systematic Planing for System of Over Haul & Maintenance.*
4. Lindly, Higgens, R., Maintenance Engineering Handbook.
5. Yasouri, M., Bases,Utilization & software of GIS, Astane Qods Razavi Publication.
6. Paul, A., Geographic Information Systems and Science, LONGL (2001).