سیستم نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه با استفاده از GIS (GPMS[1])

حامد سرتیپی، محمدرضا فتحعلی

تهران، صندوق پستی ۵۶۸-۱۶۵۳۵ ، شرکت فنی و مهندسی فرا عمران نگار

E_mail: info@faraomran.com

چکیده:

یکی از مسائل مهم و ضروری که در مراکز عمرانی و صنعتی مطرح است، نحوه سرویس، نگهداری و تعمیرات ماشین آلات، دستگاهها و تجهیزات و به عبارت دیگر حفاظت فنی از دارایی های فیزیکی می باشد. نگهداری و تعمیرات صحیح علمی و برنامه ریزی شده با روشهای نوین جهانی مستقیما بر روی بهره وری، کیفیت، هزینه های مستقیم تولید، قابلیت اطمینان، به کارگیری و سودآوری اثر می گذارد. عدم توجه به این مهم سبب بالا رفتن هزینه های تعمیرات دستگاهها، استهلاک بیش از حد آنها، از کار افتادن ناگهانی، عدم توانایی در ارائه خدمات و زیانهای هنگفت مالی خواهد گردید. در این میان استفاده از سیستم های مکانیزه بدین منظور گامی موثر در راستای بهبود عملکرد سیستم تعمیرات و نگهداری می گردد. لیکن سیستم های مکانیزه ی موجود دارای ماهیت مکانی نبوده و در خصوص نگهداری و تعمیرات تاسیساتی که دارای ماهیت مکان مرجع می باشد دارای ضعف اساسی هستند. سیستم های نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه جغرافیایی با به کارگیری تکنولوژی GIS روشی مناسب جهت رفع این نقیصه می باشد. در این مقاله ضمن معرفی این سیستمها به مقایسه و بیان مزایای آنها نسبت به سیستم های قبلی پرداخته شده است.

واژه های کلیدی: پیشگیرانه، تعمیرات، جغرافیایی ، مکانی، نگهداری، GPMS،GIS

۱- مقدمه:

امروزه موضوع نگهداری و تعمیرات و یا به عبارت دقیق‌تر مهندسی نگهداری و تعمیرات با پیشرفت و توسعه تجهیزات و ماشین‌آلات و اتوماسیون دستخوش تحولات شگرفی گردیده است. سیر تحولات به گونه‌ای است که صاحبان صنایع و مدیران تولید بدون اطلاع و آگاهی از علوم پیشرفته مهندسی نگهداری و تعمیرات نه تنها قادر به رقابت با بازار بین‌المللی تولیدات مشابه خود نبوده بلکه برای حفظ موفقیت‌های گذشته خود نیز با مشکلات عدیده‌ای مواجه هستند. بنابراین توجه به بحث نگهداری و تعمیرات به منظور افزایش زمان قابل استفاده از سیستم‌های صنعتی و کاهش نرخ خرابی و از کار افتادگی آنها امری لازم و ضروری می‌باشد.

[1] Geographical Preventive Maintenance System

در این میان با توجه به رشد روز افزون علوم مختلف و استفاده گسترده از سیستم‌های کامپیوتری، مبحث نگهداری و تعمیرات نیز وارد این عرصه شده و روشهای جدیدی در این خصوص ابداع شده که از آن جمله می‌توان به سیستمهای CMMS[1] اشاره نمود.

لیکن با توجه به ماهیت مکان مرجع برخی از تأسیسات و تجهیزات بویژه در شریانهای حیاتی مانند شبکه‌های آب، برق، فاضلاب، مخابرات، آتش‌نشانی، فیبرنوری، اعلام حریق و ... استفاده از سیستم‌های کامپیوتری قبلی که صرفاً با ارائه یک بانک اطلاعاتی غیر مکانی وظیفه تعمیرات و نگهداری و گزارشگیریهای مختلف را بر عهده داشت، پاسخگوی نیاز به سرعت بالای دسترسی به اطلاعات موردنیاز نمی‌باشد. بنابراین لازم است از سیستم‌هایی که دارای ماهیت مکانی می باشد، بدین‌منظور استفاده کرد. استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در این خصوص با توجه به اینکه کلیه قابلیتهای سیستم‌های قبلی را دارا بوده و علاوه بر آن امکان پایش مکانی عوارض و اطلاعات مربوط به آنها را دارا می باشد و بستر لازم جهت سهولت دسترسی به اطلاعات را فراهم می‌نماید، مناسب به نظر می‌رسد.

۲- روند تکاملی نگهداری و تعمیرات

امروزه در اکثر صنایع کشورها انجام برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه با عنوان PM مطرح می‌باشد و در واقع تشکیل بخش PM در نمودار سازمانی و تهیه نرم‌افزارهای مرتبط به‌صورت یک روش عام به کار گرفته می‌شود.

مراحل زیر بیانگر روند تکاملی فوق می‌باشد:

BM (نگهداری و تعمیرات دستگاههای از کار افتاده): 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 می‌باشد. ناگفته پیداست که در طول مدت تعمیر تمام یا حداقل بخشی از سیستم متوقف بوده و امکان بهره‌برداری از آن وجود ندارد.

PM (نگهداری و تعمیرات 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 (Time-Directed) بوده و مبنای انجام فعالیتها در این روش میانگین زمان بین دو خرابی و یا حداقل زمان بین دو خرابی می‌باشد.

PM (نگهداری و تعمیرات برنامه‌ریزی شده): این روش کارائی بیشتری نسبت به روش قبل دارد لیکن جهت اجرا نیازمند تجهیزات خاص مانند دماسنج و ارتعاش‌سنج می‌باشد. در این روش براساس پارامترهای بازرسی درخصوص انجام تعمیرات برنامه‌ریزی می‌شود.

PM (نگهداری و تعمیرات بهره‌ور): در این روش علاوه بر برنامه‌ریزی به روش قبل درخصوص دلایل بروز عیوب و کلاس‌بندی ماشین‌آلات نیز فعالیتهای انجام می‌گیرد.

TPM (نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر): در این روش علاوه بر در برگیری روش فوق به عامل نیروی انسانی به عنوان مهمترین علت تولید توجه شده و نقش و جایگاه آن را در نگهداری، تعمیرات و بهره‌برداری مشخص نموده و راهکارهای لازم را جهت افزایش راندمان ارائه می‌نماید.

به سیستم‌های فوق و سیستم‌هایی نظیر TQMو JIT، سیستم‌های صفرگرا گویند که هدف آنها به صفر رساندن عیوب سیستم (Zero Defect)، خرابی (از کارافتادگی) سیستم (Zero Breakdowns) و تصادفات (Zero Accidents) می‌باشد.

[1] Computerized Maintenance

۳- نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه با استفاده از سیستم‌های مکانیزه

در اغلب سازمانهایی که با حجم بالای اطلاعات سروکار دارند، استفاده از سیستم‌های مکانیزه جهت انجام عملیات تعمیرات پیشگیرانه و نگهداری و به خصوص استفاده از متدهای پیشرفته در این خصوص، لازم و ضروری می‌باشد. مشکلاتی که در صورت عدم وجود سیستم مکانیزه نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه، بروز می‌نماید عبارتنداز:

از قلم افتادن فعالیت‌های نت به دلیل حجم بالای فعالیت‌ها.

حجم زیاد بایگانی از نظر شناسنامه‌ها و سوابق و مشکل دسترسی به اطلاعات موردنیاز.

عدم وجود ارتباط سریع بین مستندات فعالیت‌های نت و سایر سیستم‌ها.

عدم تصمیم‌گیری درست و به موقع مدیران به دلیل مشکلات تهیه گزارش‌های موردنیاز و وقت‌گیر بودن تهیه هر گزارش.

محاسبات در برنامه‌ریزی با دقت کافی انجام نمی‌شود و معمولاً برنامه‌ریزی براساس شرایط واقعی انجام نمی‌شود. مثلاً توقفات ماشین‌آلات در زمانبندی‌ها تاثیر نمی‌گذارد و درنتیجه فعالیت‌ها در زمان مقرر انجام نخواهد شد.

ایجاد تغییر در برنامه‌ریزی و جابه‌جا کردن برنامه براحتی انجام نمی‌شود، درصورتی که در سیستم‌های مکانیزه این عمل به‌وسیله برخی توابع نرم‌افزاری براحتی و در حداقل زمان انجام می‌شود.

امکان برنامه‌ریزی فعالیت‌ها از طریق یک مرکز برای ماشین‌آلات در مناطق مختلف جغرافیایی به صورت Online وجود نخواهد داشت.

پیگیری انجام فعالیت‌ها و برآورد نیروی انسانی موردنیاز و قطعات و ملزومات به صورت دقیق امکانپذیر نمی‌باشد.

تعریف کار از طریق مدیران برای نیروهای اجرائی با مشکل مواجه می‌شود زیرا استخراج لیست تمام فعالیت‌ها به‌صورت غیر مکانیزه با دشواری‌های متعدد انجام می‌شود و در نتیجه تمام فعالیت‌ها جهت اجرا به واحدهای اجرائی اعلام نمی‌شود و بعضاً مشاهده می‌شود در ظاهر کلیه فعالیت‌ها انجام شده ولی در واقع تعداد زیادی فعالیت از قلم افتاده است.

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 را نیز می‌توان در اختیار داشت که ذیلاً به برخی از آنها اشاره می‌گردد:

گزارش مقایسه‌ای 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 انجام داده

گزارش مقایسه‌ای قطعاً مصرفی تولیدکنندگان مختلف با یکدیگر با توجه به مدت زمان کارکرد

تحلیل هزینه‌های تعمیر و نگهداری براساس مراکز هزینه

گزارش از مدت زمان گارانتی باقیمانده در مورد ماشین‌آلات، مجموعه‌ها و قطعات

اولویت بندی فعالیتهای تعمیراتی

گزارش هزینه‌های انجام شده بر روی ماشین‌آلات در یک بازه زمانی.

و ...

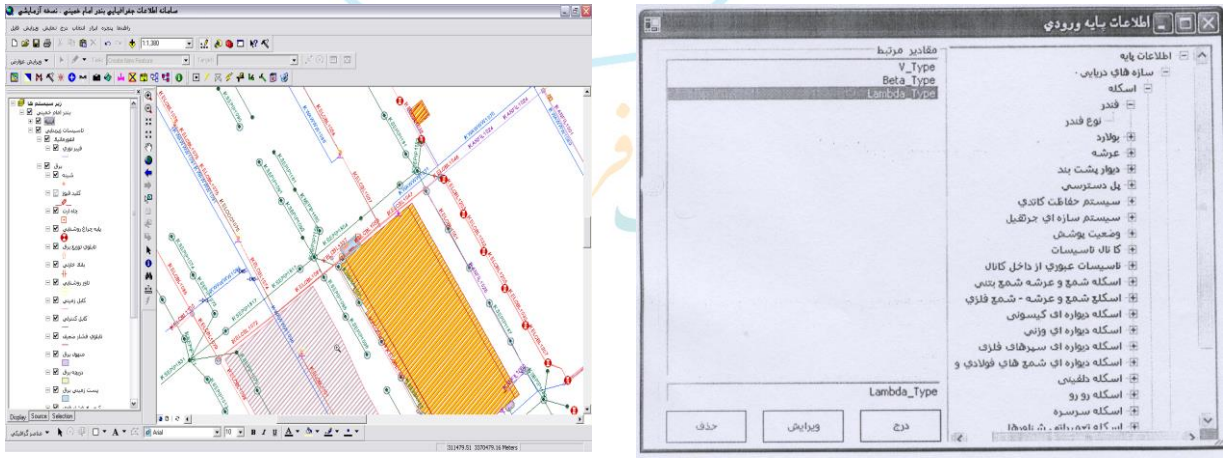
٤- کاربرد GIS در نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه

علیرغم اینکه با گسترش استفاده از سیستم‌های مکانیزه، نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه تجهیزات با سرعت و قابلیت بالاتری انجام می‌گیرد، لیکن نگهداری وتعمیرات برخی سیستم‌ها مانند سیستم‌های شبکه‌ای[۱] مانند شبکه‌های آب، برق، فاضلاب، مخابرات و شریانهای حیاتی[۲] و به طور کلی سیستم‌هایی که دارای ماهیت مکان مرجع می‌باشند و موقعیت جغرافیایی عوارض[۳] درخصوص نگهداری، تعمیرات و بهره‌برداری آنها دارای اهمیت می‌باشد، صرفاً با استفاده از این سیستم‌های مکانیزه به تنهایی پاسخگوی نیازها نمی‌باشد و می‌بایست از روشهایی جهت نگهداری و تعمیرات این قبیل تأسیسات و تجهیزات استفاده گردد تا بتوان موقعیت مکانی عوارض را که نقش مهمی در نحوهٔ تعمیرات و نگهداری آنها دارد، مدنظر قرارداد.

استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) بدین منظور بسیار سودمند و مفید می‌باشد. این سیستم‌ها علاوه بر آنکه قابلیت سیستم‌های مکانیزهٔ قبلی را دارا می‌باشند، توانایی مدیریت مکانی اطلاعات را به کاربر می‌دهد و از این حیث نگهداری و تعمیرات سیستم‌ها و تأسیساتی که دارای ماهیت مکانی می‌باشند، با استفاده از این روش بسیار مناسب است. در ادامه به مزایای استفاده ازسیستم‌های نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه جغرافیایی (GPMS) اشاره شده است.

٤-١- قابلیت نمایش موقعیت مکانی عوارض

سیستم‌های GPMS قادر به نمایش موقعیت مکانی عوارض می‌باشند. این قابلیت به کاربر این امکان را می‌دهد که به سهولت به محل عارضه دسترسی یافته و تعمیرات و یا بازبینی لازم را انجام دهد. در شکل زیر محیط نرم‌افزاری GPMS با سیستم‌های مکانیزه قبلی مقایسه شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، نحوه آدرس دهی در سیستم‌های GPMS بسیار واضح‌تر و گویاتر می‌باشد که این به نوبه خود به‌خصوص در شبکه‌های تأسیساتی گسترده از لحاظ کوتاهترکردن عملیات تعمیر و بازبینی مفید می باشد. نمونهٔ GPMS طراحی شده برای شبکه‌های تأسیساتی بنادر گویای کاهش این زمان به میزان $\frac{۱}{۳}$ می‌باشد.



شکل۱: مقایسه محیط نمایشی GPMS با سیستمهای قبلی

[۱] Network
[۲] Life Lines
[۳] Features

٤-٢- سهولت به روزرسانی اطلاعات

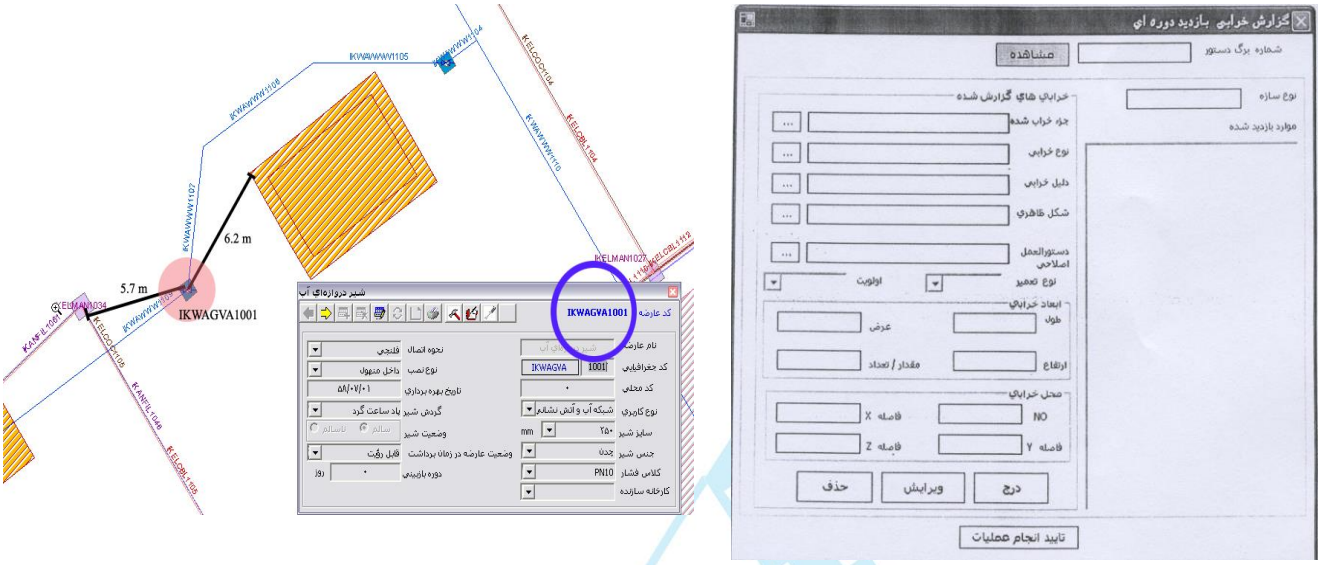
از جمله مباحث مهم در تعمیرات و نگهداری وجود اطلاع به روز از سیستم می‌باشد. در نگهداری و تعمیرات سیستم‌های شبکه‌ای گسترده، گاه عدم به روز بودن اطلاعات باعث می‌شود عملیات تعمیر و نگهداری با هدر رفتن زمان بسیار زیادی انجام گردد. این امر چه در خصوص موقعیت دقیق عوارض جهت دسترسی به آنها و چه در مقوله مشخصات آنها دارای اهمیت است. به عنوان مثال چنانچه در شبکه آب حادثه‌ای مانند خرابی یک شیر رخ دهد، قدم اول تعیین محل دقیق شیر است که گاه به علت عدم وجود اطلاعات دقیق نیاز به حفاریهای متعدد جهت یافتن شیر مربوطه می‌باشد. همچنین مشخصات دقیق آن شیر نیز جهت تعمیر و یا تعویض آن برای تیم تعمیرات لازم می‌باشد. با استفاده از سیستم‌های GPMS امکان به روز رسانی اطلاعات به سهولت برای کاربران فراهم می‌گردد چرا که کاربر سیستم با توجه به تسلطی که نسبت به موقعیت مکانی عوارض پیدا می‌کند می‌تواند عملیات به روز رسانی را با سهولت و دقت بیشتری انجام دهد.

٤-٣- عدم نیاز به طبقه‌بندی عوارض

در سیستم‌های مکانیزهٔ قبلی جهت دسترسی به یک عارضه خاص، معمولاً اقدام به طبقه‌بندی عوارض می‌گردید. به عنوان مثال در سیستم تعمیرات و نگهداری یک مجتمع بندری طبقه‌ای را به ساختمانهای مختلف که شامل زیر طبقه‌ایی ازجمله شبکهٔ تأسیساتی، ستونها، تیرها و ... اختصاص می‌دادند. گاه اتفاق می‌افتاد که این طبقه بندیها که می‌بایست خاصیت طرد متقابل (عدم اختصاص دو طبقه برای یک عضو) درخصوص آنها رعایت گردد، گویا نبوده و کاربر جهت دسترسی به عارضه مدنظر خود که می‌توانست یک فلکهٔ گاز در یک طبقه از یک ساختمان خاص باشد، با مشکلات متعددی مواجه می‌گردید که منجر به هدر رفتن زمان قابل توجهی می‌گردید.

سیستم‌های GPMS به دور از محدودیتهای مربوط به طبقه‌بندی عوارض جهت دسترسی به آنها صرفاً از یک نقشه که بیانگر موقعیت دقیق قرارگیری آن عارضه خاص است بهره می‌گیرد و از این طریق در زمان کوتاهتر و با دقت بیشتر امکان دسترسی به عوارض فراهم می‌گردد.

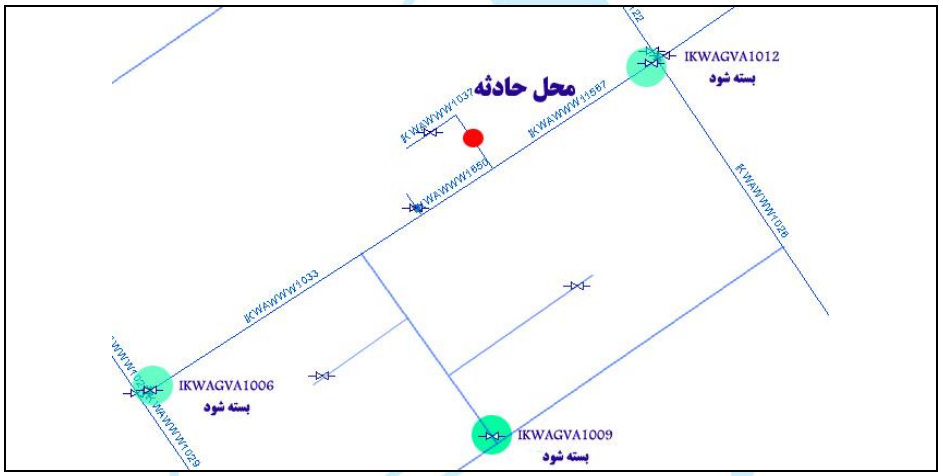
شایان ذکر است که در سیستم‌های مکانیزه قبلی معمولاً حجم قابل توجهی از نرم‌افزار به آدرس‌دهی عوارض اختصاص می‌یابد قسمت قابل توجهی از وجه اول مربوط به هر عارضه (شناسنامه‌ها) نیز جهت نشان‌دادن موقعیت عوارض بکار می‌رفت. در صورتیکه در سیستم‌های GPMS به جهت امکان دسترسی به محل عارضه از روی نقشه این مسائل منتفی می‌باشد. در تصویر زیر نحوهٔ آدرس این سیستم مقایسه شده است.


IKWAWWW1105
IKWAWWW1108
IKWAWWW1107
6.2 m
5.7 m
IKWAGVA1001
IKELMAN1034
IKELMAN1028
IKELOCC1084
IKELOBL1084
IKELOBL1085
IKELOBL1086
IKELOBL1088
IKELOBL1089
IKELOBL1090
IKELOBL1091
IKELOBL1092
IKELOBL1093
IKELOBL1094
IKELOBL1095
IKELOBL1096
IKELOBL1097
IKELOBL1098
IKELOBL1099
IKELOBL1100
IKELOBL1101
IKELOBL1102
IKELOBL1103
IKELOBL1104
IKELOBL1105
IKELOBL1106
IKELOBL1107
IKELOBL1108
IKELOBL1109
IKELOBL1110
IKELOBL1111
IKELOBL1112
IKELOBL1113
IKELOBL1114
IKELOBL1115
IKELOBL1116
IKELOBL1117
IKELOBL1118
IKELOBL1119
IKELOBL1120
IKELOBL1121
IKELOBL1122
IKELOBL1123
IKELOBL1124
IKELOBL1125
IKELOBL1126
IKELOBL1127

٤-٥- امکان رفع خرابی یک عارضه با استفاده از شناخت موقعیت عوارض دیگر

در پاره‌ای موارد لازم است جهت رفع خرابی یک عارضه تیم تعمیرات به طور غیرمستقیم وارد عمل گردد. بدین صورت که به جای مراجعه مستقیم به عارضه معیوب لازم است به عوارض مرتبط مراجعه شده و پس از انجام عملیات اولیه نسبت به رفع عیب عارضه مذکور اقدام گردد.به عنوان مثال چنانچه در شبکهٔ آب، لوله‌ای دچار حادثه شود، ابتدا لازم است تیم تعمیرات به شیرهایی که توسط آنها جریان آب در لوله معیوب قطع می‌شود، مراجعه نماید و سپس نسبت به رفع عیب لوله حادثه دیده اقدام گردد.

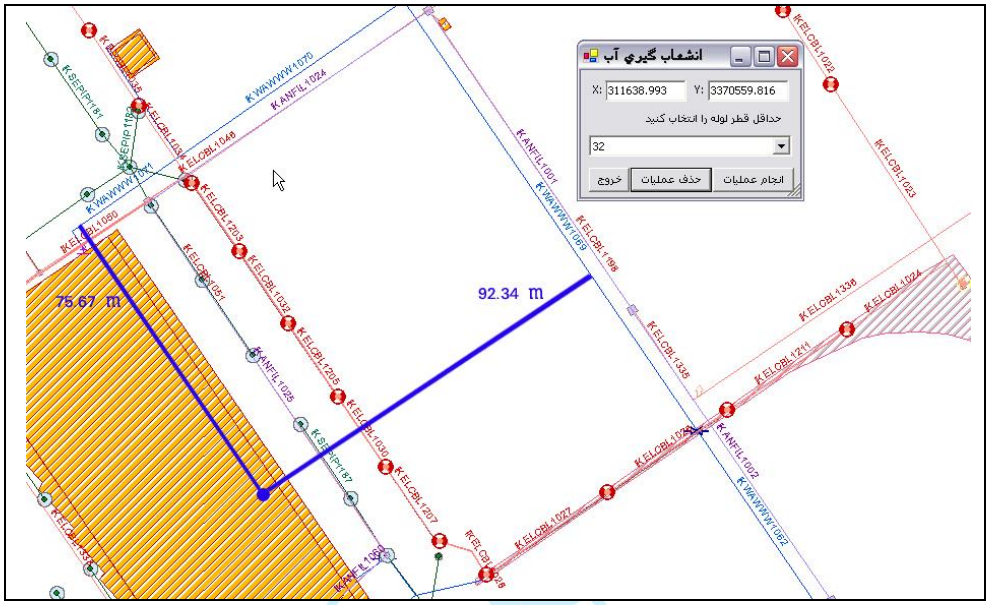
در سیستم‌های مکانیزه غیر مکانی امکان شناسایی عوارض مرتبط موجود نمی‌باشد لیکن در سیستم GPMS این امکان فراهم می‌گردد. در تصویر زیر نمونه‌ای از تحلیل GPMS جهت شناسایی شیرهایی که با بستن آنها لولهٔ معیوب بی‌آب شده و آماده تعمیر می‌شود، آورده شده است.



شکل۴: امکان رفع خرابی یک عارضه با استفاده از شناخت موقعیت عوارض دیگر سیستم GPMS

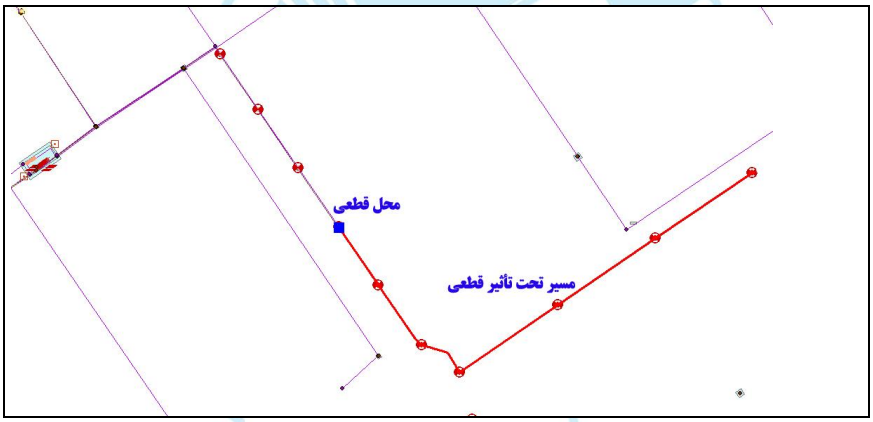
همچنین در سیستم‌های GPMS این امکان نیز فراهم می‌گردد که با تعیین کمترین مقدار شیر نسبت به بی‌آب نمودن لوله حادثه دیده اقدام گردد تا تعداد لوله‌های کمتری دچار بی‌آبی شود و درنتیجه مناطق کمتری دچار قطعی آب شوند.

در برخی موارد نیز لازم است انشعاب جدیدی به محل حادثه دیده کشیده شود. سیستم‌های GPMS این امکان را فراهم می‌نمایند که بهترین مسیر جهت انشعاب‌گیری به نقطه موردنظر را مشخص کند. تصویر زیر بیانگر این تحلیل در سیستم GPMS می‌باشد.



شکل۵: امکان انشعاب گیری در سیستمهای GPMS

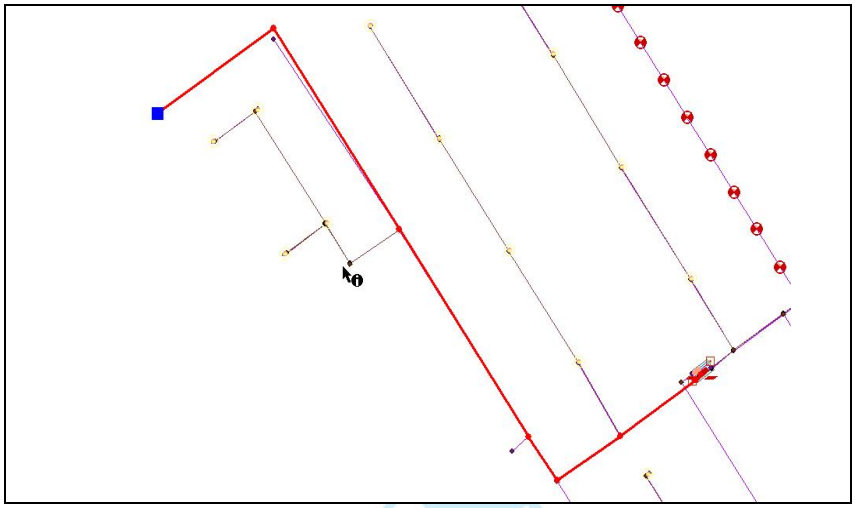
از دیگر قابلیتهای سیستم‌های GPMS در این خصوص امکان شناسایی عوارضی است که در اثر بروز حادثه بر روی عارضه‌های خاص دچار حادثه می‌گردند. در تصویر زیر لوله‌هایی که در اثر بروز حادثه در منطقه‌ای خاص دچار حادثه می‌شوند آمده شده است.



شکل۶: امکان تعیین محلهای متاثر از یک خرابی در سیستمهای GPMS

٤-٦- امکان تعیین مسیر جهت بازبینی یا رفع خرابی

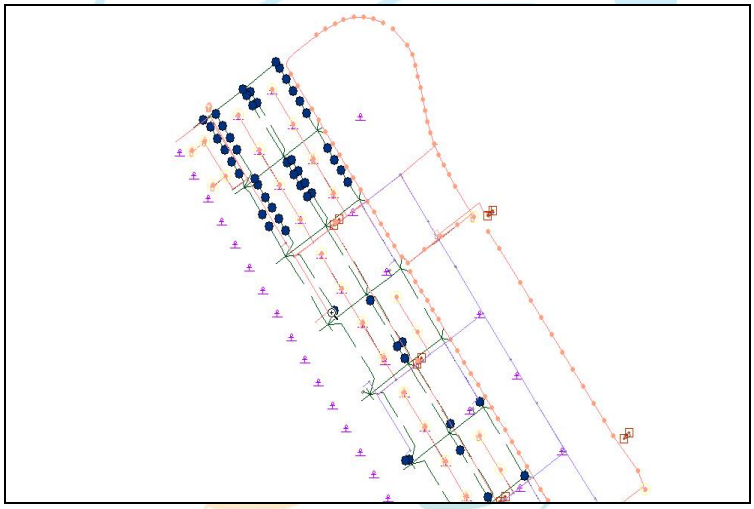
از جمله موارد مهم که می‌بایست در طراحی سیستم‌های تعمیر و نگهداری به آن توجه نمود، اتخاذ کوتاهترین و بهترین مسیر ممکن جهت انجام عملیات بازبینی یا تعمیرات می‌باشد. این امر به‌خصوص در زمینه تعمیرات و نگهداری عوارضی که در سطح یک شهر با یک بندر پرتردد گسترده شده است، حائز اهمیت است. در سیتم‌های GPMS امکان ارائه مسیر بهینه جهت دسترسی به محل حادثه یا محل عارضه موردنظر جهت بازبینی فراهم می‌گردد. تصویر زیر بیانگر این تحلیل می‌باشد.



شکل۷: امکان تعیین مسیر بهینه جهت رسیدن به محل خرابی در سیستمهای GPMS

٤-۷- قابلیت انجام تحلیلهای همپوشانی[۱]

در سیستم‌های GPMS امکان انجام تحلیلهایی که از طریق همپوشانی و برهم نهی لایه‌های اطلاعاتی مختلف حاصل می‌شوند، وجود دارد. در تصویر زیر لایه خرابی لوله‌ها با لایهٔ شرکت سازنده آنها برهم نهی شده و نتیجه نشان دهنده آن است که بیشترین خرابی مربوط به کدام شرکت می باشد.

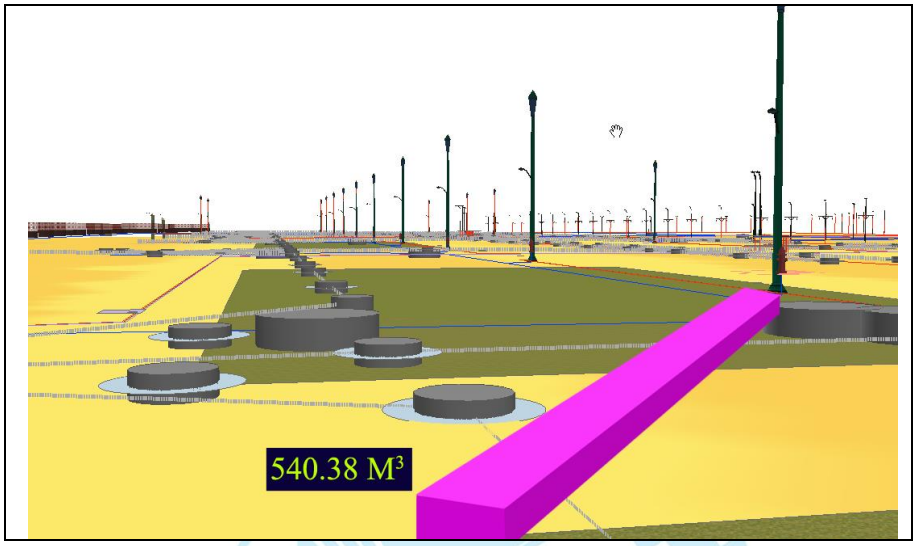


شکل۸: امکان انجام تحلیل همپوشانی در GPMS

[۱] Over Lay

٤-٨- امکان برآورد احجام عملیات

از جمله موارد مهم در مقوله تعمیرات و نگهداری برآورد احجام عملیات موردنیاز جهت انجام تعمیرات می‌باشد. در سیستم‌های GPMS این امکان به راحتی فراهم می‌گردد. به عنوان مثال مانند آنچه که در تصویر زیر آورده شده است، امکان برآورد حجم عملیات حفاری جهت تعمیر لوله حادثه دیده نشان داده شده است.



شکل۹: امکان برآورد احجام عملیات در سیستمهای GPMS

٤-٩- طبقه‌بندی عوارض براساس مکانهائی در یک شعاع مشخص در هر زمان تعریف شده

یکی دیگر از قابلیت‌های مهم نرم‌افزار GPMS که خود را نسبت به نرم‌افزارهای دیگر متمایز می‌کند قابلیت طبقه‌بندی عوارض براساس مکانهایی در یک شعاع مشخص و در هر زمان تعریف شده می‌باشد.

همچنین با توجه به اینکه می‌توان موقعیت مکانی گروه‌های تعمیراتی را نیز به صورت مشخص در نرم‌افزار مشخص نمود، لذا با توجه به قابلیت‌های ذکر شده می‌توان به منظور صرفه‌جوئی در وقت و ایجاد یک برنامه سازماندهی منظم، اولاً نزدیک‌ترین گروه تعمیراتی به عارضه را به منظور PM یا EM مشخص کرد، ثانیاً کلیه عوارضی که در یک شعاع تعیین شده قرار دارند را مشخص نمود که بواسطهٔ آن می‌توان جهت بازرسی‌های PM یا تعمیرات EM ای که در آن محدوده قرار دارد، تعیین نیروی انسانی و برنامه‌ریزی زمانی آنها را به صورت کاملاً بهره ور کنترل کرد.

٤-١٠- قابلیت فراخوانی PMها براساس اولویت مکانی در توالی زمانی دوره های آلارم تعریف شده

از مزایای دیگر این قابلیت فراخوانی PMها براساس اولویت مکانی در توالی زمانی دوره‌های آلارم تعریف شده می‌باشد. به این ترتیب می‌توان آلارم های بازرسی که در فواصل زمانی بسیار کم برای تجهیزات مختلف و در یک محدوده مکانی می‌باشند را با ترتیب اولویت اعلام کرد که در نتیجه صرفه‌جویی زمانی در استفاده از نیروی انسانی و به تبع آن صرفه‌جوئی در هزینه‌های نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه را منتج می‌شود.

۵- نتیجه‌گیری

امروزه توجه به موضوع تعمیرات و نگهداری بویژه با استفاده از سیستمهای مکانیزه امری اجتناب ناپذیر می باشد که در این میان استفاده از سیستم های GPMS که قابلیت تحلیلهای مکانی را دارا می باشند علی الخصوص در شبکه های تاسیساتی مفید تر و از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه تر می باشد. لذا به نظر می رسد زمان آن رسیده است که سیستمهای نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه موجود را جهت استفاده از مزایای این سیستم ها با آنها جایگزین کرد.

٦- منابع و مراجع:

۱. عسگری، (علی)، صابری، (رستم)، «فرهنگ بین المللی اصطلاحات سیستم های اطلاعات جغرافیایی»، نشر نور علم، ۱۳۷۸

۲. یاسوری،(مجید)، «مبانی، کاربرد و نرم افزارهای GIS» ، انتشارات آستان قدس رضوی، ۱۳۸۳

۳. سید حسینی، (سید محمد)، «برنامه ریزی سیتماتیک نظام نگهداری و تعمیرات»

۴. رستمیان، (هوشنگ)، «نگهداری و تعمیرات بهره ور» ، انتشارات نوین پژوهش، ۱۳۸۱

۵. Lindly, Higgens, R., Maintenance Engineering Handbook

۶. Paul, A., (۲۰۰۱). Geographic Information Systems and Science, LONGLEY

Abstract:

The ways of servicing, preserving and repairing the industrial machinery, systems and equipments are considered as the necessary and fundamental problems in constructive and industry sections. In other words, technical preserving of physical asset is taken into consideration. Scientific and programmed preserving and repairing the industrial machine as well as modern world methods directly affect on profit, quality, direct cost production, reassurance, use and employment of these machines, and also it is money-making. Not paying attention to this important case causes to increase the cost of repairing the industrial machinery. It has also many different effects such as too much depreciation, sudden stop working, and inability to servicing and capital loss. So, the use of mechanized systems can be considered as an effective way to improve the operation system of preserving and repairing. But today mechanized system do not have the capable of geospatial oriented, because they have a fundamental weakness in the preserving and repairing those systems that are called reference geospatial oriented. Geographical systems of preserving and repairing by the use of GIS technology are the best ways to solve this problems and weaknesses. In this essay, the advantages of the geographical systems toward the systems that mentioned before are stated, while these two systems are compared.