سیستم نگهداری، بازرسی و تعمیرات شبکه‌های توزیع برق با استفاده از GIS

حامد سرتیپی
(شرکت فراعمران نگار)

حامد قربانی
(شرکت فراعمران نگار)

چکیده

سیستم‌های نگهداری و بازرسی و تعمیرات پیشگیرانه (PM)، امروزه ضرورتی انکار ناپذیر جهت مدیریت و بهره‌برداری صحیح از تجهیزات و بویژه شبکه‌های توزیع برق می‌باشند. استفاده از سیستم‌های مبتنی بر دانش انفورماتیک نیز در این میان برای مدیریت نگهداری و بازرسی شبکه‌های توزیع با توجه به حجم گسترده این شبکه‌ها اجتناب‌ناپذیر است. اما آنچه که در این میان از اهمیت بیشتری برخوردار است، توجه به ماهیت مکانی (مکان مرجع) این شبکه‌ها و لزوم استفاده از سیستم‌های GIS جهت مدیریت نگهداری و تعمیرات و بازرسی این شبکه‌ها می‌باشد. در سالهای اخیر شاهد رشد روزافزون استفاده از سیستم‌های GIS در شبکه‌های توزیع در کشور می‌باشیم. از طرف دیگر استفاده از سیستم‌های مکانیزه PM نیز از چند سال پیش مورد توجه شرکتهای توزیع واقع شده است. اما توجه به یکپارچگی این سیستم‌ها و استفاده از قابلیتهای مکانی GIS در مبحث PM نکته‌ای است که کمتر بدان توجه شده است که در این مقاله سعی شده است به گوشه‌ای از قابلیتهای استفاده از سیستم‌های GIS در مقوله نگهداری و بهره‌برداری از شبکه‌های توزیع پرداخته شود.

کلمات کلیدی: PM، GIS، نگهداری، بازرسی، تعمیرات، شبکه‌های توزیع برق

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.

شبکه‌های توزیع برق با توجه به گستردگی و اهمیت آنها از یک طرف و همچنین فرسودگی و توجه زیاد به وضعیت کارایی آنها در کشور ما از سوی دیگر نیازمند به استفاده از سیستم‌های پیشرفته جهت مدیریت بازرسی و تعمیر و نگهداری از آنها می‌باشند.

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 شبکه‌های توزیع برق 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 می‌باشد، بدین‌منظور استفاده کرد. استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در این خصوص با توجه به اینکه

[1] Computerized Maintenance Management Systems

کلیه قابلیتهای سیستم‌های قبلی را دارا بوده و علاوه بر آن امکان پایش مکانی عوارض و اطلاعات مربوط به آنها را دارا می‌باشد و بستر لازم جهت سهولت دسترسی به اطلاعات را فراهم می‌نماید، مناسب به نظر می‌رسد.

۲- مزایای استفاده از GIS در PM شبکه‌های توزیع برق

علیرغم اینکه با گسترش استفاده از سیستم‌های مکانیزه، نگهداری و تعمیرات تجهیزات با سرعت و قابلیت بالاتری انجام می‌گیرد، لیکن نگهداری وتعمیرات برخی سیستم‌ها مانند سیستم‌های شبکه‌ای[2] مانند شبکه‌های توزیع برق و به طور کلی سیستم‌هایی که دارای ماهیت مکان مرجع می‌باشند و موقعیت جغرافیایی عوارض[3] 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 مهمی‌در 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 مکانی در شبکه‌های توزیع برق اشاره شده است.

الف- یکپارچه سازی سامانه PM با GIS شبکه‌های توزیع

ب- امکان دسترسی کاربر دوست و آسان به کلیه شناسنامه‌ها، چک لیست‌ها و تهیه گزارشهای لازم از سیستم از طریق دسترسی جغرافیایی به کلیه عوارض

ج- تهیه بانک اطلاعاتی چک لیست‌ها، کاربرگ‌ها و کلیه اطلاعات لازم بر اساس دستورالعمل‌ها و موارد پیش‌بینی شده در پروسه PM

د- ایجاد بستر مناسب جهت انجام تجزیه و تحلیلهای مختلف مبتنی بر خواص مکانی و بانک اطلاعات توصیفی و PM عوارض

- به حداقل رساندن زمان خاموشی ناشی از خرابی‌های ناگهانی تجهیزات، تأسیسات و دستگاهها
- بهینه نمودن هزینه‌های نگهداری و تعمیرات
- ایجاد بیشترین قابلیت اطمینان شبکه به منظور رسیدن به حداقل کل هزینه بهره‌برداری به عبارت دیگر حداکثر سود در واحد زمان.
- بالابردن کارایی تجهیزات، دستگاهها و سیستم‌ها
- برنامه ریزی جهت عدم تداخل زمان انجام تعمیر و سرویس با برنامه کاری
- آماده سازی تجهیزات و سیستم‌ها در مواقع نیاز

۳- قابلیت‌های GPMS

در ادامه به برخی از قابلیت‌های استفاده از GIS در مدیریت و نگهداری و تعمیرات شبکه‌های توزیع (GPMS) اشاره شده است:

۳-۱- 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 توزیع برق از لحاظ کوتاهترکردن عملیات تعمیر و بازبینی مفید می‌باشد.

[2] Network
[3] Features

شکل ۱: مقایسه محیط نمایشی GPMS با سیستمهای قبلی

۳-۲- یکپارچگی و سهولت به روزرسانی اطلاعات

از جمله مباحث مهم در تعمیرات و نگهداری وجود اطلاعات 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 برق حادثه‌ای مانند قطع شدن کابل زمینی رخ دهد، تعیین محل دقیق مفصل که گاه به علت عدم وجود اطلاعات دقیق نیاز به حفاریهای متعدد می‌باشد، با وجود اطلاعات مکانی دقیق میسر است. 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.

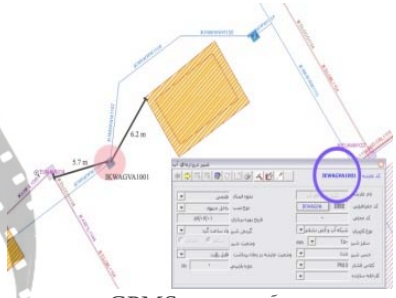
در استقرار هر سیستم PM نیاز به معرفی شبکه و اجزاء آن می‌باشد، حال آنکه در سیستم‌های GIS عموما محل عوارض، فهرست آنها و اقلام توصیفی مربوط به آنها موجود می‌باشد. حال تصور کنید در صورتیکه سیستم‌های GIS و PM حداقل از نظر تبادل اطلاعات مکانی با یکدیگر مرتبط نباشند، چه فاجعه‌ای جهت به روز نمودن اطلاعات در هر یک از زیرسیستم مذکور به صورت جداگانه رخ می‌دهد. در صورتیکه با استفاده از سیستم‌های GPMS کافیست اطلاعات در محیط GIS و توسط واحد مربوطه مانند بهره‌برداری، طراحی، اتفاقات و عملیات به روز گردد و در نتیجه سیستم PM همواره از اطلاعات به روز استفاده می‌نماید.

۳-۳- عدم نیاز به طبقه‌بندی عوارض

در سیستم‌های مکانیزهٔ قبلی جهت دسترسی به یک عارضه خاص، معمولاً اقدام به طبقه‌بندی[4] عوارض می‌گردید. به عنوان مثال در سیستم تعمیرات و نگهداری شبکه برق و در یک پست زمینی که دارای چند سکسیونر هستندگاه اتفاق می‌افتاد که این طبقه بندیها که می‌بایست خاصیت طرد متقابل (عدم اختصاص دو قطعه برای یک عضو) درخصوص آنها رعایت گردد، گویا نبوده و کاربر جهت دسترسی به عارضه مدنظر خود که می‌توانست یک قطعه از یک پست 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.

[4] Category



شکل۲: مقایسه نحوه آدرس دهی GPMS با سیستمهای قبلی

۳-۴- امکان رفع خرابی یک عارضه با استفاده از شناخت موقعیت مکانی 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. فرض کنیم در محلی از شبکه فشار متوسط بدلیل پارگی، شبکه قطع شده است، در این حالت ابتدا لازم است تیم تعمیرات با استفاده از سوییچ‌هایی که توسط آنها جریان برق در سیم معیوب قطع می‌شود، مراجعه نماید و سپس نسبت به رفع عیب در محل حادثه دیده اقدام گردد.

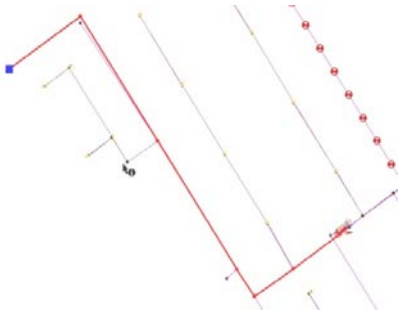
در سیستم‌های مکانیزه غیر مکانی امکان شناسایی عوارض مرتبط موجود نمی‌باشد لیکن در سیستم GPMS این امکان فراهم می‌گردد. در تصویر زیر نمونه‌ای از تحلیل GPMS جهت شناسایی سوییچ‌ها یا جمپرهایی که با بستن آنها محل خرابی آماده تعمیر می‌شود، آورده شده است.

شکل۳: امکان رفع خرابی یک عارضه با استفاده از شناخت موقعیت عوارض دیگر سیستم 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 مسیرهایی که در اثر بروز حادثه در منطقه‌ای خاص دچار بی‌برقی می‌شوند آمده است. همچنین فهرست مشترکین تحت تاثیر این حادثه نیز قابل گزارشگیری می‌باشد.

۳-۵- امکان تعیین مسیر جهت بازرسی یا رفع خرابی

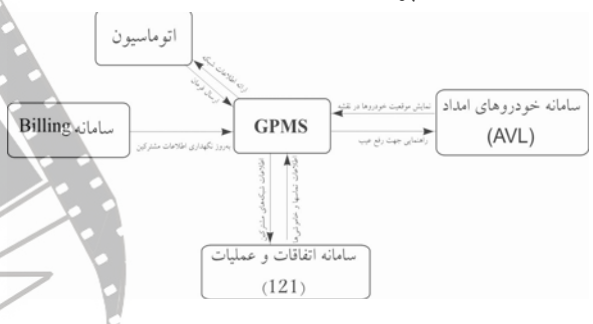
از جمله موارد مهم که می‌بایست در طراحی سیستم‌های تعمیر و نگهداری به آن توجه نمود، اتخاذ کوتاهترین و بهترین مسیر ممکن جهت انجام عملیات بازبینی یا تعمیرات می‌باشد. این امر به‌خصوص در زمینه تعمیرات و نگهداری عوارضی که در سطح یک شهر گسترده شده است، حائز اهمیت است. در سیستم‌های GPMS امکان ارائه مسیر بهینه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



شکل۴: امکان تعیین مسیر بهینه جهت رسیدن به محل خرابی در

۴- قابلیت ارتباط با سایر سیستم‌های شبکه‌های توزیع

از جمله قابلیت‌های مهم سیستم‌های GPMS برقراری ارتباط به صورت Online با سیستم‌ها و بانکهای اطلاعاتی موجود در شرکتهای توزیع می‌باشد. در ادامه به برخی از این سیستم‌ها و دستاوردهای ارتباط سیستم GPMS با آنها پرداخته شده است.



۴-۱- ارتباط با سامانه مشترکین

سامانه GPMS با برقراری ارتباط با سیستم مشترکین علاوه بر اینکه همواره از اطلاعات و میزان مصارف آنها برخوردار خواهد بود، قابلیت تعیین میزان انرژی فروش نرفته در اثر هر خاموشی ویا هر تعمیر را نیز خواهد داشت.

۴-۲- ارتباط با سامانه اتفاقات و عملیات (۱۲۱) تعمیرات موردنیاز جهت اعلام به سیستم GPMS

از دو طریق امکانپذیر است. یکی از طریق بازرسی‌های انجام شده و دیگری از طریق ارتباط با سیستم ۱۲۱. ارتباط GPMS با سیستم ۱۲۱ علاوه بر اینکه قابلیت ثبت خاموشی (به صورت مکانی را میسر می‌سازد، امکان مدیریت آنها از طریق تعیین مشترکین مربوط به هر خاموشی و اعلام آن به سیستم ۱۲۱ را نیز میسر می‌سازد.

۴-۳- ارتباط با سامانه فولدرهای امداد (AVL)

امکان رؤیت موقعیت مکانی خودروهای امداد و امکان سرویس‌دهی آنها و نیز اعزام نزدیک‌ترین اکیپ به محل حادثه از مزایای این ارتباط می‌باشد.

۴-۴- ارتباط با سیستم اتوماسیون

در صورت برقراری ارتباط سیستم اتوماسیون شبکه با سامانه GPMS ضمن امکان رویت موقعیت مکانی محل حادثه و یا محل مورد نیاز جهت بازرسی، امکان ارسال دستور جهت باز و بسته کردن قطع‌کننده‌ها جهت رفع خرابی یا بی‌برق نمودن محل حادثه میسر می‌گردد.

۵- الزامات سامانه GPMS

با توجه به کاربردهای گسترده‌ای که تاکنون درخصوص سیستم‌های GPMS ارائه گردید موارد الزامات موردنیاز هر سیستم GPMS آورده می‌شود.

۵-۱- نمایش زمان بازدید عوارض

در سیستم GPMS می‌بایست امکانی جهت نمایش عارضه‌هائی که زمان بازدید آنها فرا رسیده است وجود داشته باشد.

به طور کلی نحوه انتخاب عوارض به چهار حالت باید امکان پذیرباشد :

الف- انتخاب از عوارض انتخاب شده روی نقشه

در این حالت ابتدا محدوده مکانی مورد نظر جهت بازدید بر روی نقشه انتخاب می‌شود و سپس سیستم فهرست عوارضی که زمان بازدید آنها فرارسیده است را اعلام نموده و بر اساس بازدید دوره‌هایی که فرارسیده است چک‌لیست مربوطه صادر شده و بازدید صورت می‌پذیرد.

ب-انتخاب عارضه از روی نقشه

در این حالت بر روی عارضه منحصر به فرد روی نقشه کلیک نمود و چک‌لیست مربوطه صادر و بازدید انجام می‌پذیرد.

ج- انتخاب عوارض از طریق اطلاعات توصیفی

در این حالت براساس تمامی‌زیر سیستمهایی که کاربر مجوز دسترسی دارد، بعلاوهٔ کلاس و کد اختصاصی تجهیزات در قالب ساختار درختی موجود می‌باشد و می‌توان به صورت کل و یا جزء تجهیزات را انتخاب نمود.

د- انتخاب عوارض از طریق ارتباطات الکتریکی شبکه

در این حالت با انتخاب یک یا چند فیدر، فهرست تجهیزاتی که زمان بازدید آنها فرارسیده است انتخاب شده و چک‌لیست‌ها و دستور کارهای مربوطه صادر می‌گردد.

۵-۲- ابزار صدور دستورکار و ورود اطلاعات بازدید عوارض

سیستم‌های GPMS بایستی دارای قابلیت صدور دستور کار جهت بازدید و بازرسی تجهیزات باشند. بدین معنی که بر اساس دوره‌های زمانی مشخص می‌بایست چک‌لیست فعالیت‌های مربوط به بازدید هر تجهیز توسط این سیستم قابل صدور باشد. همچنین امکان انتقال این چک‌لیستها ویا به عبارتی دستورکارهای بازدید در سیستم‌هایی نظیر PDA یا TABLET PC به منظور ورود مکانیزه اطلاعات مربوط به هر بازدید وجود داشته باشد. همچنین می‌بایست امکان ورود اطلاعات هر بازدید بر اساس چک‌لیست‌های صادر شده نیز در این سیستم‌ها موجود باشد

۵-۳- صدور دستورکار و ورود اطلاعات تعمیرات اضطراری

امکان صدور دستورکار مربوط به تعمیر هر تجهیز که خواه از طریق سیستم ۱۲۱ و یا از طریق بازدیدهای ادواری مشخص شده است، در سیستم‌های GPMS بایستی مدنظر قرار گیرد. همچنین با توجه به ضرورت و اهمیت تقابل فعالیت‌ها در پروسه‌های بازدید و تعمیر، برای کاهش هزینه‌ها در مراجعه مجدد به یک مکان بدیهی است که باید بین پروسه‌های فوق ارتباط باشد تا در صورت تعمیر یک عارضه و رفع عیوب احتمالی، از چرخه بازدید خارج شده و مراجعه مجدد مانند بقیه عوارض به همان مکان صورت نگیرد.

۵-۴-گزارش گیری‌های مختلف

پس از انجام پروسه‌های بازدید و تعمیر و ثبت کلیه اطلاعات از قبیل قطعات مصرفی، عیوب، پرسنل بازدیدکننده، هزینه‌ها و ... می‌توان گزارشات متنوع و متعددی را تهیه نمود.

به عنوان مثال هزینه تعمیرات یک ترانس در دوره‌های زمانی مختلف و یا هزینه‌های مربوط به بازدیدهای ادواری وهزینه‌هایی که در اثر خرابی همان ترانس منجر به خاموشی گروهی از مشترکین شده به همراه انرژی فروخته نشده را مقایسه نمود تا به یک تصمیم منطقی برای جایگزینی با یک ترانس جدید برسیم.

۶- نتیجه‌گیری

استفاده از سامانه‌های GPMS به منظور مدیریت بکپارچه سیستم‌ها و نگهداری و تعمیرات با توجه به قابلیت‌های مکانی این سیستم‌ها و امکان برقراری ارتباط با سایر سیستم‌های موجود در شرکت‌های توزیع برق از قبیل سیستم Billing، حوادث و اتفاقات (۱۲۱)، خودروهای امداد (AVL) و اتوماسیون، می‌تواند نقش موثری در افزایش بهره‌وری تجهیزات شبکه ایفا نماید.

امروزه با توجه به گسترش روزافزون استفاده شرکت‌های توزیع برق از سیستم‌های GIS و هزینه‌های بالایی که صرف استقرار این سیستم‌ها می‌شود، توصیه می‌گردد جهت یکپارچه‌سازی اطلاعات و استفاده از مزایای مکانهای مرجع سیستم‌های GPMS، این سیستم‌ها جایگزین سیستم‌های مکانیزه نگهدری، بازرسی و تعمیرات موجود می‌گردد.

۷- مراجع

۱- عسگری، (علی)، صابری، (رستم)، «فرهنگ بین المللی اصطلاحات سیستم‌های 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

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

6. Paul, A., (2001). Geographic Information Systems and Science, LONGLEY

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

۸- سرتیپی؛ حامد؛ فاضل نجف‌آبادی؛ مهدی؛ نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه با استفاده از GIS؛ سومین کنفرانس اطلاعات مکانی