

ویژگیها و الزامات طراحی و اجرای سیستم‌های

مکانیزه نگهداری و تعمیرات (CMMS)

تهیه و تدوین: مهندس کاظم حکمت

عضو هیأت علمی دانشگاه امام حسین (ع) - گروه مهندسی صنایع

واژه های کلیدی

سیستم مکانیزه نت - آماده به کاری تجهیزات - قابلیت اطمینان - قابلیت دسترسی - تعمیرپذیری - قابلیت پشتیبانی - استراتژی نت - برنامه ریزی نت - سیستم اطلاعاتی نت

چکیده

مؤسسات صنعتی و تولیدی، بنگاههای اقتصادی و سازمان‌های نظامی و غیرنظامی که در فراگرد ایفای مأموریت‌های تولیدی و عملیاتی خود از تجهیزات بهره می‌گیرند؛ نیازمند بکارگیری سیستم‌هایی هستند که ضمن حفظ آماده بکاری تجهیزات، عملیات مورد انتظار آنها را با اطمینان بالا تضمین نموده به طوری که از امکانات قابل دسترس نیز به بهترین شکل ممکن استفاده نمایند. سیستم نگهداری و تعمیرات که از جمله این سیستم‌ها هستند نیز خود فرآیندی تخصصی و علمی در زنجیره علوم مهندسی از طراحی تا تولید، از تولید تا بکارگیری و از بکارگیری تا اسقاط هستند که امروزه با بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته، آمیزه‌ای از علوم مدیریت، برنامه‌ریزی، کنترل و سایر علوم مهندسی را نیز در این راستا به خدمت می‌گیرند [۱]. این سیستم‌ها که بر اصول و مفاهیمی خاص استوارند دارای ویژگیها و الزاماتی هستند که در این مقوله به بررسی آنها پرداخته می‌شود.

۱- مقدمه

گذشت زمان، غلبه و احاطه انسان بر طبیعت را به دنبال داشته و محصول این چیرگی، تولید مصنوعات و تجهیزات ساده و یا پیچیده‌ای بوده است که در جای جای زندگی بشر به منظور تسهیل در انجام امور زندگی روزمره، رفع نیازها و ارضاء خواسته‌ها و یا در مواقعی برای دفاع در برابر ناملايمات طبیعی و غیرطبیعی و از بین بردن موانعی که بر سر راه پیشرفت خود احساس می‌کرده، رخ نمایانده است. این خود یکی از دلایل مهم لزوم توجه به موضوع کیفیت و فرآیند مناسب جهت وجودآمدن مصنوعات مطلوب و از طرف دیگر دلیل لزوم ایجاد مکانیزمی است که بهره‌برداری با کیفیت مورد انتظار و در مدت زمان مناسب از تجهیز را تضمین می‌نماید.

تولید محصولات کیفی مستلزم استفاده از تجهیزات و عواملی است که امکان تولید با شرایط مزبور را فراهم آورند و امکان بهره‌برداری بهینه از محصولات و تجهیزات با کیفیت مورد انتظار و در حداکثر زمان ممکن نیز نیازمند استفاده از مکانیزمهایی است که انتظارات مزبور را برآورده سازند.

سیستم نگهداری و تعمیرات؛ از جمله سیستم‌هایی است که ضمن برآورده ساختن شرایط و انتظارات فوق تلاش می‌نماید تا در جهت آماده به کاری تجهیزات سازمان، محدودیت منابع در دسترس را مدنظر قرار داده و کاهش هزینه‌ها را ممکن سازد. لزوم دقت و سرعت در پردازش اطلاعات با حجم بالا و با تکرار زیاد در عصر فناوری اطلاعات و ارتباطات نیز استفاده از سیستم‌های مکانیزه را الزامی می‌نماید.

۲- سیستم نگهداری و تعمیرات

اگر سیستم عبارت از مجموعه‌ای از عناصر باشد که به منظور نیل به اهداف خاص با یکدیگر در تعامل هستند و نگهداری و تعمیرات

مجموعه‌ای از فعالیتهایی باشد که به منظور حفظ و آماده به کاری تجهیزات و منابع سرمایه‌ای در یک وضعیت قابل قبول و یا بازگرداندن آنها به وضعیت مورد قبول انجام می‌گیرد، سیستم نگهداری و تعمیرات (نت) به مجموعه‌ای از دستورالعملها، روشها، فرآیندها و امکانات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری اطلاق می‌شود که برای حفظ و صیانت و همچنین تعمیر ماشین‌آلات و تجهیزات سازمان در وضعیت قابل قبول و استاندارد به کار گرفته می‌شوند [۲].

سیستم نگهداری و تعمیرات (نت) به مجموعه‌ای از دستورالعملها، روشها، فرآیندها و امکانات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری اطلاق می‌شود که برای حفظ و صیانت و همچنین تعمیر ماشین‌آلات و تجهیزات سازمان در وضعیت قابل قبول و استاندارد به کار گرفته می‌شوند [۲].

اگر با نگرش جامع به موضوع بپردازیم، سیستم نت به مجموعه فعالیتهایی گفته می‌شود که تمامی عوامل مؤثر در ارائه وظایف سازمانی را به همکاری فرا می‌خواند و با ایجاد زیرساختار فرهنگی مناسب، ارتقاء کلیه عوامل کیفی و بهره‌وری را با تکیه بر ارتقای اثربخشی تجهیزات تضمین می‌کند. در این فراگرد کلیه عوامل مؤثر در چرخه حیات تجهیزات در بازه‌های زمانی قبل از تولید، زمان تولید، زمان بهره‌برداری و از موعد بهره‌برداری تا اسقاط در نظر گرفته شده و ارتباط تعاملی آنها نیز مورد توجه قرار می‌گیرد [۳].

در این فرآیند مهمترین انتظاراتی که سازمان‌ها از تجهیزات دارند، عبارت خواهد بود از؛
* هر زمان که لازم باشد در اختیار و در دسترس باشند و به عبارت بهتر قابلیت دسترسی یا *Availability* بالایی داشته باشند.

* عملیات مورد انتظار را در هنگام بهره‌برداری، با اطمینان بالایی برآورده نمایند و به عبارتی *Reliability* بالایی داشته باشند.

* در حین انجام عملیات و در حال بهره‌برداری با خرابی مواجه نگردند و توقف به دلیل خرابی تجهیزات به حداقل ممکن برسد یا به عبارت بهتر میانگین زمان بین دو خرابی یا *MTBF* تجهیزات به حداکثر برسد.

* هنگام خرابی یا شکست، تجهیز در کوتاه‌ترین زمان ممکن تعمیر گردیده و مجدداً به خط تولید یا عملیات باز گردانده شود. به عبارت بهتر، عواملی چون تعمیرپذیری یا *Maintainability* که عبارت خواهد بود از؛ میزان سهولت و امکانپذیری تعمیر تجهیز و زیرسیستم‌ها و زیرمجموعه‌های آن که به طراحی و ساخت تجهیز مربوط می‌شود، و قابلیت پشتیبانی یا *Supportability* که عبارت از؛ وجود امکان تهیه اقلام و سایر امکانات مورد نیاز نگهداری و تعمیر بوده و به قابلیت سازمان در این زمینه معطوف خواهد بود، با درصد بالایی وجود داشته باشد و میانگین زمان انجام تعمیر یا *MTTR* نیز حداقل شود.

* سازمان برای آماده به کار نگهداشتن یا آماده به کار نمودن تجهیز حداقل هزینه ممکن را صرف کند و به عبارتی هزینه‌های نت یا *Costs of Maintenance* به حداقل برسد.

بدیهی است که حصول انتظارات فوق با رعایت موارد ذیل امکان‌پذیر می‌گردد؛

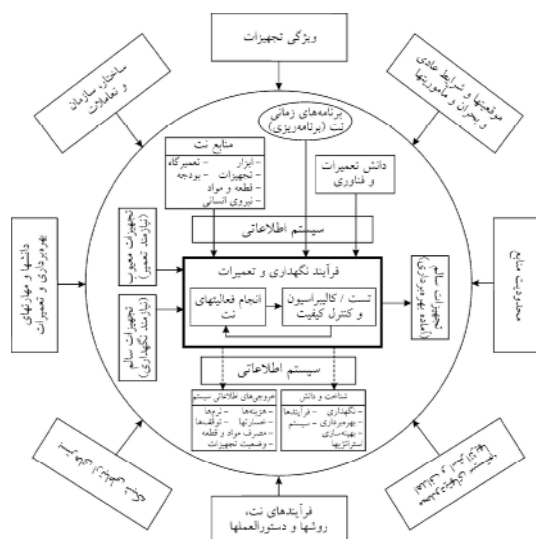
- توجه ویژه به نگهداری قبل از خرابی
- تعمیر در کمترین زمان ممکن
- تعمیر در زمان بیکاری یا غیر عملیاتی تجهیز
- کاهش زمان انتظار در صف تعمیر
- انجام کیفی فعالیتهای نگهداری و تعمیر
- دقت در طراحی و ساخت تجهیز و یا خرید تجهیزات کیفی و با قابلیت تعمیر بالا
- بهره‌برداری صحیح از تجهیز
- شناسایی زمانهای وقوع خرابی
- بازرسی فنی در موقع مناسب
- برآورد صحیح نیاز به منابع نگهداری و تعمیرات و تأمین به موقع آنها
- برنامه‌ریزی صحیح انجام فعالیتهای نگهداری و تعمیرات

- استفاده از پرسنل ورزیده و با مهارت و انگیزه لازم
- استفاده بجا و به موقع از امکانات و منابع مورد نیاز نگهداری و تعمیر (قطعه، مواد، ابزار، تجهیزات، نیروی انسانی، دانش و مستندات فنی)

• امکان گردش صحیح و به موقع اطلاعات و بازخورد به موقع آنها

• امکان ثبت و نگهداری و پردازش اطلاعات در هر زمینه فنی و سیستمی

رعایت موارد فوق و حصول انتظارات یاد شده در یک فراگرد سیستمی با تمامی ویژگی‌های یک سیستم نگهداری و تعمیرات جامع به نحوی که تمامی عوامل مؤثر در آن در تمامی طول عمر تجهیز ایفای نقش نمایند شدنی است که مدل آن به شرح شکل «۱» خواهد بود؛



شکل ۱: مدل سیستمی نگهداری و تعمیرات [۱]

شکل ۱: مدل سیستمی نگهداری و تعمیرات

۳- ویژگی‌ها و الزامات طراحی سیستم

ویژگی‌هایی که باید در طراحی سیستم نت مورد توجه قرار گیرد و در مدل سیستمی فوق نیز نشان داده شده است، در ذیل به آنها اشاره می‌شود:

- * ویژگی تجهیزاتی که در فرآیند مزبور نگهداری و تعمیر می‌شوند.
- * ویژگی نوع فعالیت و خدماتی که سازمان در ازاء بهره‌برداری از تجهیزات ارائه می‌دهد.
- * ویژگی سازمانی که حسب ساختار مشخص با سطوح سازمانی مختلف دارای عرض و طولی است که در سازمانهای مختلف متفاوت خواهد بود. بدیهی است این ساختار در سازمانهای منعطف در زمانهای مختلف متفاوت و متغیر خواهد بود.
- * ویژگی فرآیندها، دستورالعمل‌ها و روش‌هایی که ابتدا، انتها، طول و چگونگی انجام عملیاتی خاص را ترسیم می‌کنند و تحت محدودیتها و شرایط مختلف سازمانی در برخی از مؤسسات از موقعیتهای زمانی و مکانی، شرایط عادی و خاص نیز تأثیر می‌پذیرند.
- * چگونگی شرایط و موقعیتهای و حالاتی که بر فرآیندها، روشها، ساختار و سازمان و سایر موارد مقتضی اثر می‌گذارند که در برخی از سازمانها به صورت شرایط بحران و خاص تبیین می‌گردند.
- * ویژگی ارتباطات و تعاملات که در سازمانها حسب نوع و ویژگی سازمان تعریف می‌گردند. این تعاملات در داخل سازمان و یا با واحدهای خارج از سازمان، پیمانکاران، سازندگان و تأمین‌کنندگان اقلام و منابع تبیین می‌شوند و در سازمانهای مختلف متفاوت خواهد بود.
- * ویژگی‌ها و محدودیتهای منابع در دسترس و یا قابل حصول که جهت انجام فعالیتهای نگهداری و تعمیرات مورد استفاده قرار می‌گیرند.

* ویژگی بسترهای ارتباطی و شبکه که بتوان برای برقراری ارتباط صحیح و سریع و جاری ساختن فرآیندها از آن استفاده نمود و میزان سطح و عمقی از سازمان که در این بستر پوشش داده خواهد شد که طبعاً در سازمانها و رده‌های مختلف متفاوت خواهد بود.

* ویژگی اهداف و استراتژی‌هایی که برای رسیدن به اهداف سازمان از اعمال سیستم نت انتظار خواهد رفت.

* محدودیتها و ویژگی‌های زیرسیستم‌هایی که باید در یک سیستم یکپارچه با سیستم نت بهره‌برداری شوند؛ مثل سیستم پرسنلی، حقوق و دستمزد، کنترل موجودی و انبار، کنترل اموال و...

* ویژگی فرهنگ، دانش و مهارت فنی و سیستمی پرسنل مرتبط با نت که مشتمل بر رده‌های ستادی و صفی بوده و از مدیران عالی تا کاربرهای تجهیزات را دربر خواهد گرفت.

با عنایت به موارد فوق باید سؤالات زیر برای طراحی سیستم مناسب مورد بررسی قرار گیرد. بدیهی است پاسخ به سؤالات مزبور جملگی باید‌های سیستم را تبیین می‌نمایند؛

• استراتژی انتخاب شده مبتنی بر کدام روش استوار خواهد بود و کدامیک از شقوق مختلف نت بر روی تجهیزات اعمال خواهد شد.

• سطوح تعمیراتی برای تقسیم‌بندی وظایف فنی در سازمان نت چگونه خواهد بود. چه رده‌های تعمیراتی برای فعالیتهای نت در نظر گرفته می‌شود.

• مشخصات تجهیزاتی که سیستم نت برای آنها طراحی خواهد گردید چیست. ارتباط این تجهیزات با یکدیگر در فرآیند تولید یا انجام عملیات چگونه خواهد بود.

• سطوح تعمیراتی فوق توسط چه واحدهایی از سازمان انجام خواهد گردید.

• کدام سطوح تعمیراتی در سیستم نت مورد نظر، پوشش داده خواهند شد.

• نوع و ویژگی فعالیتهای نت، ارتباط و وابستگی آنها چگونه خواهد بود.

• محل انجام فعالیتهای برای هر کدام از رده‌های تعمیراتی کجا و چگونه تعیین خواهد گردید.

• در ساز و کار انجام فعالیتهای نت چه نقشی برای سطوح مختلف سازمانی رده‌های اجرایی و فرماندهی یا مدیریتی در نظر گرفته می‌شود.

• واحدهای تعمیراتی و سایر واحدهای سازمان از جمله پشتیبانی‌کنندگان و تأمین‌کنندگان منابع تعمیراتی (قطعه/مواد/...) با چه ساختاری شکل خواهند گرفت. نقش و وظیفه هر کدام در زمینه نت چگونه خواهد بود و اقلام مورد نیاز چگونه تأمین و در اختیار تعمیرکاران و مجریان نت قرار خواهد گرفت.

• برای انجام فعالیتهای و عملیات مختلف نت چه فرآیندی طی خواهد گردید و چه اطلاعاتی بین رده‌های مختلف سازمان و در چه سطحی تبادل خواهند شد. این تبادل اطلاعات چگونه انجام خواهد گردید.

• برای انجام فعالیتهای نت چه محدودیتهایی در استفاده از منابع (به ویژه نیروی انسانی) وجود دارد. محدودیت و ساعات کاری بخش‌های تعمیراتی چگونه خواهد بود.

• اطلاعات مبنایی و پایه برای تغذیه اطلاعاتی عملیات مختلف نت چگونه خواهد بود و چگونه تدوین و ذخیره‌سازی خواهند شد.

• چه کنترل‌هایی و در چه زمینه‌هایی در سیستم ضروری خواهد بود.

• استفاده از منابع بیرون از سازمان، خدمات پیمانکاری و گارانتی توسط سازمانهای ذیربط چگونه خواهد بود.

• برای فعالیتهای نت نیاز به صدور چه مجوزهایی وجود دارد. مجوزهای مزبور با چه فرآیندی صادر خواهند گردید.

• ارتباطات و تعاملات فی‌مابین سازمانهای بکارگیرنده تجهیزات، رده‌های تعمیراتی، سازندگان و... در چه فرآیندی و با چه ویژگی‌هایی تعریف می‌شوند.

• منطق کدبندی مشخصه‌های سیستم چگونه خواهد بود.

• برای پیاده‌سازی نرم‌افزار سیستم، محیط پیاده‌سازی، زبان برنامه‌نویسی و بانک اطلاعاتی چه خواهد بود.

• نرم‌افزارهای مورد استفاده در سازمان که قرار است با سیستم نت تعامل داشته باشند دارای چه مشخصاتی هستند.

• چه سطحی از اتوماسیون، هوشمندی و امنیت برای مکانیزه کردن سیستم مدنظر خواهد بود.
مواردی که ذیلاً آورده می‌شود برای آشنایی بیشتر با اجزاء سیستم و چگونگی پاسخهایی است که به سؤالات فوق داده خواهد شد؛

۳-۱-۳- استراتژیهای نگهداری و تعمیرات

۳-۱-۳-۱- نت مبتنی بر شکست یا *BM* : به این مفهوم که امکانات تعمیراتی فقط در مواردی بکار گرفته خواهد شد که تجهیزات به دلیل خرابی متوقف گردیده باشند. بدیهی است اگر شکست به معنی خارج شدن تجهیز از استاندارد عملکردی خود نیز تعریف شود، انجام تعمیرات اصلاحی نیز در این شاخه قرار می‌گیرد.

۳-۱-۳-۲- نت پیشگیرانه یا *PM* : این استراتژی بر فعالیتهای نگهداری به منظور جلوگیری از خرابی تجهیزات تأکید دارد. فعالیتهایی که در این استراتژی قرار می‌گیرند بیشتر سرویسهای دوره‌ای خواهند بود، روانکاریها نیز بیشتر در این شاخه قرار می‌گیرند.

۳-۱-۳-۳- نت مبتنی بر وضعیت یا *CBM* : در استراتژی مزبور وضعیت دستگاهها را قبل از اینکه هر گونه اقدامی برای نگهداری یا تعمیر آنها صورت پذیرد بررسی نموده و مبتنی بر وضعیتی که برای دستگاههای مزبور تبیین می‌شود؛ نگهداری یا تعمیر صورت خواهد گرفت. آنالیز روغن، ارتعاشات، حرارت، ضخامت‌سنجی و... از جمله روشهای بررسی وضعیت تجهیزات نام برده می‌شوند. در این روش تعریف و تدوین شابلونها یا *Baseline* های جهت مقایسه وضعیت موجود با وضعیت استاندارد ضروری است.

۳-۱-۳-۴- نت بهره‌ور جامع یا *TPM* [۵] : این سیستم بر ارتقاء بهره‌وری سازمان با تکیه بر ارتقاء اثربخشی تجهیزات تأکید دارد و همه عوامل مؤثر در سازمان را برای ایفای نقش در فراگرد سیستم نت فرا می‌خواند. این استراتژی یک روش خاص ژاپنی برای مدیریت نت فراسازمانی است که عوامل خارج از سازمان مثل سرویس دهندگان و سرویس گیرندگان، پیمانکاران و پشتیبانی‌کنندگان را مدنظر داشته، بر پرسنل سازمان و ایفای نقش مؤثر آنان تأکید می‌نماید. سیستم مزبور علاوه بر پرسنل، به تجهیزات نیز توجهی ویژه داشته و فعالیتهای مربوط به امکان‌سنجی، طراحی، ساخت، راه‌اندازی، نحوه بهره‌برداری در طول عمر مفید تا مسئله اسقاط را پوشش می‌دهد.

نت خود کنترلی کاربرها از جمله مواردی است که در این سیستم مورد توجه بوده و کاربرها را مسئول اصلی سلامت دستگاهها معرفی می‌نماید. در این روش با تکیه بر حذف شرایطی که عامل بروز شش ضایعه بزرگ می‌باشند و عبارتند از:

- * شرایط دستگاهها (که تشخیص عیب در آنها مشکل باشد)
- * شرایط تعمیرکاران (به نحوی که به وظایف خود در سیستم نت بی‌توجه و ناآشنا باشند)
- * شرایط تأمین اقلام (به صورتی که ساز و کار صحیح و مشخصی برای تأمین نیازها وجود نداشته باشد)
- * شرایط مناسب برای خسارت‌دیدگی تجهیز (در حمل‌ونقل، سرویس‌دهی‌های غیر متناسب با توانمندیهای تعریف شده تجهیز و...)

* شرایط انجام فعالیتهای نت (به نحوی که فعالیتهای نت به صورت کیفی انجام نشوند)
* شرایط محیط کار (به نحوی که محیط کار مساعد برای ماندگاری پرسنل نت، ایجاد انگیزه کار برای آنها، ایمن و... نباشد)
سعی در بهبود سیستمها و روشها، پرسنل، تجهیزات، مدیریت و ساختار و محیط کار دارد.

۳-۱-۳-۵- نت مبتنی بر قابلیت اطمینان یا *RCM* [۶] : این استراتژی یک روش ایمنی مدار (*Safety Oriented*) است و مرور جامع بر نیازمندیهای واقعی تجهیزات و در نظر گرفتن شرایط عملیاتی آن را اصل قرار می‌دهد و به دنبال پاسخ به پرسش‌های ذیل است؛

- کارکرد استاندارد در شرایط عملیاتی تجهیز چیست؟
- علائم از کارافتادگی که مؤید کارکرد غیراستاندارد است چیست (چه شکستهایی رخ می‌دهد)؟
- چه عواملی موجب از کارافتادگی‌ها می‌شود؟

• پیامدهای ناهنجار حاصل از وقوع شکست مثل اثر بر کیفیت / خدمات به مشتری / فرآیند عملیات / ایمنی افراد (اثر بر غیردستگاه) چیست؟

• خسارتهای فیزیکی ناشی از خرابی (اثر بر روی دستگاه) چیست؟

• چه کاری می‌توان برای جلوگیری از حالات شکست انجام داد؟

• در صورت اتفاق شکست چه فعالیتهایی باید برای رفع عیب سریع و با کیفیت انجام شود؟

۳-۱-۶- نگهداری و تعمیرات مجازی (Maintenance Virtual): در این روش هر گونه فعالیتی که به نوعی با نت مرتبط باشد؛ مثل (انجام نگهداری، بازرسی، تعمیر، آموزش، عیب‌یابی، بررسی وضعیت و...) بدون محدودیت بعد زمان و مکان و بعضاً بدون اینکه به فیزیک دستگاه به صورت مستقیم دسترسی وجود داشته باشد، با استفاده از فناوری پیشرفته صنعتی در ابعاد مختلف سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، فناوری ارتباطات و... قابل انجام خواهد بود.

استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌ساز برای آموزش رفع عیوب، ایجاد عیوب احتمالی و بررسی روشهای تعمیر برای عیوب شبیه‌سازی شده، استفاده از پالسهای الکتریکی ارسال شده از طرف دستگاه اصلی توسط سنسورها یا کاربرهای ذیربط برای تشخیص عیب، تعمیر از راه دور با استفاده از روباتهای پیام گیرنده و مانیتور شدن وضعیت لحظه به لحظه دستگاه و یا... از جمله اقدامات قابل انجام تحت این روش می‌باشد.

۳-۱-۷- نگهداری و تعمیرات ناب [Lean Maintenance] V: تفکر ناب یک رویکرد نظام‌مند برای حذف زوائد است و اساس آن بر رضایت مشتری استوار می‌باشد که در موضوع نت، بکارگیرندگان تجهیزات را شامل می‌گردد. این زوائد در تولید و متناظر آنها در تعمیرات عبارت خواهند بود از؛

• تولید یا کار اضافی (*Over Production*): انجام فعالیتهای تعمیراتی اضافه بر نیاز یا در غیر موعد نیاز

• انتظار (*Waiting*): انتظار در صف تعمیر و سایر موارد مشابه

• موجودی اضافی (*Inventory Waste*): قطعه و مواد اضافی در جریان تعمیر یا کسری موجودی مورد نیاز منابع

• فرآیندهای اضافی (*Processing Waste*): فرآیندهای اضافی و غیرضرور در تعمیرات، مثل اقدام به کسب مجوزهای غیرضروری در روند تعمیرات

• حمل‌ونقل اضافی (*Transportation Waste*): رفت و برگشتهای اقلام مورد تعمیر یا قابل تعمیر

• حرکتی زائد (*Motion Waste*): انجام حرکتیهای اضافی در انجام تعمیرات که بر روشهای فنی تعمیراتی استاندارد تأکید دارد.

• بهره‌ور نبودن نیروی کار (*Un Productivity*): بهره‌ور نبودن پرسنل تعمیراتی

بدیهی است نت ناب بر حذف زوائد سیستم از انواع فوق اصرار می‌ورزد.

۳-۱-۸- بی‌نیاز از نت (Maintenance Free): در این استراتژی که بیشتر در فرآیند طراحی و تولید محصول ظاهر می‌شود؛ زیر مجموعه‌های تجهیزات و اقلام به نحوی ساخته می‌شوند که تعمیرناپذیر هستند و به محض خرابی باید تعویض گردند. به عبارت بهتر در این استراتژی اقلام به صورت یکبار مصرف ساخته می‌شوند.

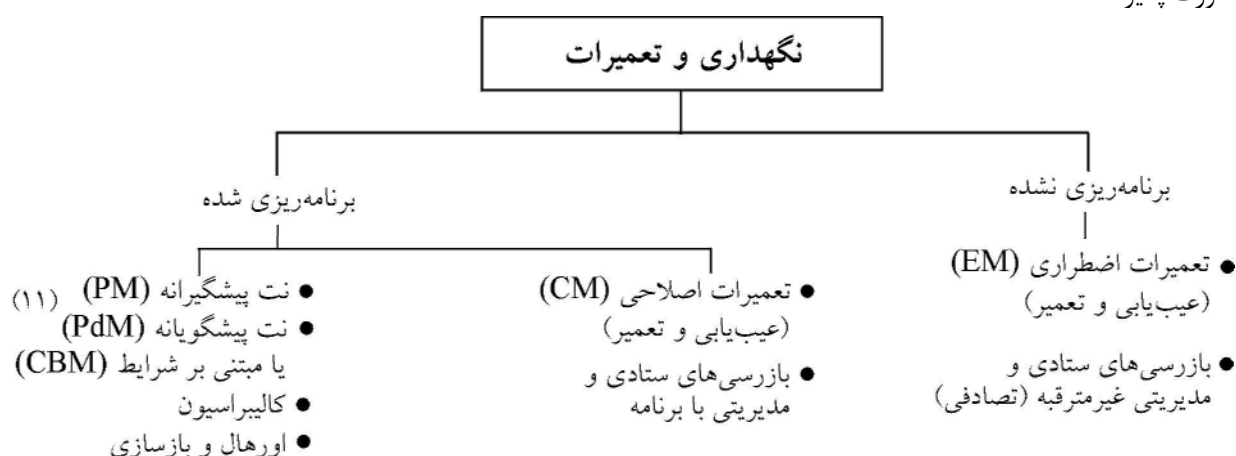
با یک تحلیل روش منطقی دریافته خواهد شد که تأکید بر یک استراتژی خاص که در بالا توضیح داده شد، منطقی نبوده بلکه لازم است مجموعه‌ای از این استراتژیها برای تدوین و طراحی سیستم نت کاربردی، مورد استفاده قرار گیرند؛ چرا که اولاً، این استراتژیها بعضاً مکمل یکدیگرند و بکارگیری یکی ناقص استفاده از دیگری نخواهد بود و ثانیاً، هر کدام از این استراتژیها سطح خاصی از فعالیتها و نوع ویژه‌ای از آنها را پوشش می‌دهد و ثالثاً، بعضی از روشهای یادشده، در طراحی و قابلیت‌های سیستم اطلاعاتی مربوطه مطرح می‌شوند و بعضی دیگر بیشتر بر روشهای اجرایی سیستم تأکید داشته و هنگام پیاده‌سازی و بهره‌برداری عملی از سیستم نت مورد توجه قرار می‌گیرند.

در همین رابطه ضروری است که در فرآیند طراحی، پیاده‌سازی و اجرای سیستم مکانیزه نت موارد ذیل به عنوان ضروری‌ترین عوامل مدنظر قرار داشته باشند؛

۳-۲- شاخه‌های نت و نوع فعالیتهای

به نمودار «۱» توجه کنید.

فعالیت‌های نت، یا قابل برنامه‌ریزی هستند و یا غیرقابل برنامه‌ریزی. فعالیت‌های قابل برنامه‌ریزی نیز یا قبل از وقوع خرابی و به منظور پیشگیری انجام می‌شوند و یا به منظور پیش‌بینی خرابی‌های اتفاقی برنامه‌ریزی می‌گردند (مثل فعالیت‌های نت و بازرسی‌های فنی نوبه‌ای یا *PM*، کالیبراسیون و فعالیت‌های مرتبط با روش *PdM* یا *CBM* مثل نمونه‌گیری روغن جهت آنالیز وضعیت دستگاه) و یا بعد از وقوع خرابی و به منظور اصلاح زیرسیستم‌های فنی ذیربط انجام می‌گیرند که به آنها فعالیت‌های اصلاحی یا *CM* می‌گویند و معمولاً بعد از بازرسی‌های نوبه‌ای یا حسب مورد توسط بازرسی ستادی و مدیریتی یا توسط کاربرهای مربوطه نیازسنجی و به برنامه وارد می‌شوند. بدیهی است تعیین دقیق این نوع فعالیت‌ها ممکن است پس از عیب‌یابی صورت پذیرد.



نمودار ۱: شاخه‌های نگهداری و تعمیرات

در سازمانها بعضاً به منظور حصول اطمینان از صحت عملکرد دستگاه‌ها و اجرای سیستم، بازرسی‌هایی توسط مدیران عالی و میانی با برنامه‌های از قبل تعیین شده انجام می‌گیرد؛ لذا این گونه فعالیت‌ها بعضاً جزو موارد با برنامه تلقی می‌گردند، در عین اینکه در بعضی موارد بدون برنامه قبلی و به صورت غیرمنتظره انجام می‌گیرند، لذا تحت عنوان بازرسی‌های غیرمترقبه نام برده می‌شوند. تعمیرات اساسی و بازسازی تجهیزات نیز چون در بازه‌های زمانی مشخص و یا پس از کارکرد مشخص انجام می‌گیرند قابل برنامه‌ریزی تلقی می‌شوند البته این بدین معنی نیست که هر فعالیت قابل برنامه‌ریزی در صورت نیاز به انجام آن در موارد اتفاقی، به هیچ عنوان نباید انجام شود، به عنوان مثال تصادف یا انهدام دستگاه، فشار یا بهره‌برداری غیرمجاز دستگاه و یا برعکس آن، عدم استفاده کامل از دستگاه و طولانی‌تر شدن عمر مفید آن که منجر به انجام بازسازی‌های خارج از برنامه می‌گردند در همین رابطه مطرح می‌شوند.

اگر لازم باشد فعالیت‌های تعمیراتی بعد از وقوع خرابی یا شکست و بدون فوت وقت انجام گیرند تحت عنوان فعالیت‌های اضطراری یا *EM* نام برده می‌شوند و غیرقابل برنامه‌ریزی هستند. انجام این گونه فعالیت‌ها نیز ممکن است توسط کاربرها و یا حسب بازرسی‌های فنی نوبه‌ای و یا ستادی، معلوم شود.

۳-۳- ویژگی سازمان

رده‌های بکارگیرنده تجهیزات ممکن است از نظر تشکیلاتی تحت مدیریت واحدی قرار داشته باشند و یا اینکه تحت سازمانهای جداگانه‌ای مدیریت شوند. این مورد به ویژه در رده‌های بکارگیرنده، رده‌های تعمیراتی و رده‌های تأمین‌کننده قطعات و مواد امکانات تعمیراتی، بیشتر به چشم می‌خورد.

سازمان از لحاظ ساختاری نیز ممکن است ثابت و بدون تغییر و یا حسب شرایط مختلف و یا اصولاً به دلیل ویژگی سازمانی، منعطف و تغییرپذیر باشد.

۳-۴- رده‌بندی فعالیت‌های نت و متصدیان اجرا در داخل سازمان

فعالیت‌های فنی نگهداری و تعمیرات حسب نیاز به سطح تخصص نیروی انسانی، مکان، فضا، ابزار و تجهیزات، مواد و قطعات مورد نیاز برای انجام، به سطوح مختلفی تقسیم می‌شوند. تعیین این سطوح را «رده‌بندی تعمیرات» می‌نامند و برای بعضی از تجهیزات مثل خودروها، ۵ سطح (۱ تا ۵) و برای بعضی از سیستم‌ها ۳ سطح (O)، I و D در نظر گرفته می‌شود. براساس آخرین تجربیات و مطالعات اگر برای فعالیت‌های تعمیراتی فقط دو سطح در نظر گرفته شود، در انجام برنامه‌ریزی، هدایت و کنترل کار تسهیل می‌گردد و هزینه‌ها کاهش پیدا می‌کند. مطابق معمول و مرسوم داخل کشور فعالیت‌های سبک مثل رده O یا ۱ و ۲ به کاربرها واگذار می‌شود، فعالیت‌های میانی و کمی سنگین مثل I و ۳ به تعمیرگاه‌های رده‌های میانی که معمولاً با امکانات سازمان تدارک می‌گردند داده می‌شود و فعالیت‌های سنگین که عبارت از رده D و یا ۴ و ۵ می‌باشند به مراکز بازسازی و تعمیرات اساسی واگذار می‌گردد.

۳-۵- نوع فعالیت‌های نت

فعالیت‌های نگهداری و تعمیر در اشکال مختلفی از جمله تعمیر، تعویض، سرویس یا تنظیم، تست / بازرسی و عیب‌یابی انجام می‌گردند و در بعضی موارد یک فعالیت اصلی حاوی تعدادی فعالیت فرعی بوده و دسته‌ای از زیرفعالیت‌های مشخص را شامل می‌شود. روتین‌ها مثل روتین سرویس‌های ۱۰۰، ۲۰۰ و... ساعته از جمله این گونه موارد هستند.

۳-۶- وابستگی فعالیت‌ها

فعالیت‌های نت یا مستقل هستند و یا به نوعی به یکدیگر وابستگی دارند. این وابستگی به صورت پیشنیاز، پس نیاز و هم‌نیاز است که خود نیز ممکن است بر روی یک تجهیز خاص نبوده و این وابستگی بین فعالیت‌های چند تجهیز پدیدار گردد. در بعضی موارد، توقف یک دستگاه برای انجام فعالیت‌های نت مستلزم توقف سایر دستگاه‌های یک خط یا چند خط از خطوط تولید و یا در سیستم‌های نظامی باعث توقف مجموعه دستگاه‌هایی می‌شود که در یک مجموعه، انجام یک عملیات مشخص نظامی و رزمی را شکل می‌دهند. از این رو، لازم است پاسخ‌های مناسب در سیستم مفروض تدوین گردد.

۳-۷- دوره تکرار فعالیت‌های PM و تأخیر مجاز فعالیت‌های CM

در مورد فعالیت‌هایی که به صورت تناوبی انجام می‌گردند دوره‌های متفاوتی نقش دارند، مثل زمان، ساعت کار، تعداد قطع و وصل، کیلومتر کارکرد و تعداد شلیک، تناژ تولید، مترائ عمق و... در این گونه موارد ممکن است دوره‌ها به صورت تکی و یا به صورت زوجی مبنای برنامه‌ریزی قرار گیرند که در این صورت هر کدام از این دوره‌ها کامل گردد انجام فعالیت لازم می‌شود.

۳-۸- همپوشانی فعالیت‌ها

فعالیت‌های نت ممکن است خود در برگزیده چند فعالیت کوچکتر باشند که این فعالیت‌ها نیز خود در دوره‌های خاصی مستقل از فعالیت بزرگتر برنامه‌ریزی و انجام می‌گردند، مثل فعالیت تعویض موتور که فعالیت‌هایی مثل تعویض روغن موتور و... را پوشش می‌دهد. به این فعالیت‌ها، همپوشان می‌گویند.

۳-۹- امکان همزمانی انجام فعالیت‌ها

چون واحدهای انجام‌دهنده فعالیت‌های نت حسب تقسیم‌بندی سازمانی وظایف برای رده‌های مختلف تعمیراتی، متفاوتند، کنترل برنامه‌های زمانی انجام فعالیت‌ها به منظور جلوگیری از صدور حکم کارهای همزمان از سوی واحدهای مختلف ضروری است.

۳-۱۰- برنامه‌ریزی تعمیرات در سطوح غبروابسته سازمانی

لزوم انجام فعالیت‌های تعمیراتی و رفع عیوب توسط یک واحد سازمانی خاص (مثلاً رده D) ممکن است بعد از اعلام نتایج بازرسی‌های نوبه‌ای که توسط یک واحد دیگر مثل رده بکارگیرنده یا واحد تولید انجام شده است، تشخیص داده شود در این صورت باید امکان برنامه‌ریزی متمرکز در سیستم و یا هماهنگی برنامه‌ها در رده‌های مختلف برای سیستم وجود داشته باشد. بدیهی است این هماهنگی نباید با فرآیندی پیچیده انجام شود.

۱۱-۳- ویژگی تجهیزات و اجزاء زیرمجموعه به ویژه اجزاء و قطعات زماندار

تجهیزات تحت پوشش سیستم، یا به عنوان تجهیزات اصلی تلقی می‌شوند و یا به عنوان تجهیزات جنبی که به نوعی انجام فعالیتهای نت دستگاههای اصلی را تحت تأثیر قرار می‌دهند، مطرح می‌گردند. سیستم‌های پاسخگو سیستم‌هایی هستند که تأثیر و تأثرات مزبور را در نظر گرفته و محدودیتها را در برنامه‌ها اعمال نمایند. اجزاء و زیرمجموعه‌های تجهیزات نیز ممکن است دارای خصوصیتی باشند که از جمله آنها می‌توان به مواردی مثل؛ امکان جابجایی روی تجهیزات مختلف، کارکرد مستقل از کارکرد تجهیز اصلی و اهمیت داشتن حفظ سوابق کاری و تعمیراتی اجزاء مزبور اشاره نمود؛ لذا لزوم حفظ سابقه کارکردی آنها به عنوان قطعات یا اجزاء زماندار و لزوم برنامه‌ریزی ویژه انجام فعالیتهای اقلام مزبور به عنوان الزامات سیستم نت تأکید می‌گردد.

۱۲-۳- محل انجام فعالیتهای نت

انجام فعالیتهای نگهداری و تعمیرات به ویژه در رده‌های میانی و بالاتر یعنی در رده‌های دپویی و تعمیرات اساسی برای اقلامی که قابل انتقال به تعمیرگاههای ذیربط هستند در محل تعمیرگاهها و برای اقلامی که قابل انتقال نیستند در محل استقرار یا نصب دستگاه صورت می‌پذیرد. در بعضی موارد ویژه، یک قلم کالا یا تجهیز خاص به خصوص اقلام موبایل، در زمانهای مختلف، موقعیتهای جغرافیایی مختلفی دارند که رهگیری مکانی توسط سیستم در این گونه موارد ضروری است. بدیهی است این رهگیری برای ارسال حکم کارهای ذیربط و امکانات مورد نیاز نت به مکانهای مورد نظر انجام می‌گیرد.

۱۳-۳- وضعیت تجهیزات، موقعیتهای و شرایط

تجهیزات در زمانهای مختلف ممکن است در وضعیتهای متفاوتی قرار داشته باشند؛ به عنوان مثال، یک تجهیز خاص یا زیرمجموعه‌های آن ممکن است در یک زمان، در انبار و در حالت دپو باشند و در زمانی دیگر در رده‌های بهره‌بردار در حال کار و انجام عملیات و در موقعی دیگر برای انجام تعمیرات در مراکز تعمیراتی حضور داشته باشند. بدیهی است برای بعضی از اقلام، فعالیتهای نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه در وضعیتهای مختلفی که ذکر شد متفاوت خواهد بود.

در ضمن ممکن است دو تجهیز از یک نوع خاص در یک مقطع زمانی در موقعیتهای جغرافیایی متفاوتی که هر کدام شرایط خاصی را برای تجهیز ایجاد می‌کنند در سیستم تحت پوشش قرار گیرند که در این حالت نیز، هم نوع فعالیت ممکن است متفاوت باشد و هم ممکن است برای یک فعالیت خاص دو نوع دوره متفاوت برای این یک نوع تجهیز قابل اجرا باشد مثل دو دستگاه ماشین از نوع ماشین‌آلات راهسازی که یکی در منطقه کویری و گرم و خشک و دیگری در منطقه شمال و آب و هوای مرطوب بهره‌برداری می‌شوند.

موقعیتهای و شرایط عادی و بحران نیز که برای بعضی از سازمانها به ویژه سازمانهای نظامی پیش‌بینی می‌شود فرآیندهای نت و اطلاعات پایه و برنامه‌های سیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهند در اینگونه موارد، سازمانی که هدایت، برنامه‌ریزی و انجام فعالیتها را بر عهده دارد نیز متناسب با شرایط و موقعیتی که برای رده‌ها بوجود می‌آید، شکل می‌گیرد و به عبارتی سازمان حسب شرایط مختلف، منعطف خواهد بود.

۱۴-۳- تعهدات گارانتی و سرویس‌های پیمانکاری

در دیدگاههای نوین، استفاده از خدمات پیمانکاری تحت عنوان *Out Sourcing* به وضوح توصیه می‌شود که امکان ارجاع کار تعمیرات در رده‌های مختلف تعمیراتی به ویژه در رده‌های دپویی و بازسازی، به مؤسسات بیرون از سازمان و انجام برنامه‌ریزی‌های هماهنگ با برنامه‌های پیمانکاران مزبور در سیستم ضروری است. سازمانهای مزبور و بعضاً فروشندگان اقلام و تجهیزات در بعضی موارد تعهداتی به سازمان بهره‌بردار به عنوان تعهدات گارانتی دارند که سیستم باید برنامه‌ریزی‌ها و پردازشهای متناسب با مفاد قراردادهای ذیربط را حسب سطح در نظر گرفته شده برای هوشمندی و اتوماسیون سیستم میسر سازد.

۱۵-۳- محدودیت منابع و هزینه‌های بهینه

به دلیل محدودیت در منبع نیروی انسانی قابل استفاده در انجام فعالیتهای نگهداری و تعمیرات و همچنین به دلیل لزوم بهینه‌سازی هزینه‌ها، برنامه‌ریزی زمانی انجام فعالیتها باید با تخصیص بهینه منابع و استفاده بهینه از زمان و در چارچوب محدودیتهای تعریف شده برای فعالیتهای نت همراه باشد. لذا در همین رابطه ضروری است از الگوریتم برنامه‌ریزی و تسطیح

منابع استفاده شود. در این برنامه‌ها به دلیل عدم امکان استفاده از مدل‌های ریاضی و دقیق به دلیل پیچیده شدن محاسبات و پردازشها حتی توسط نرم افزارهای رایانه‌ای، از الگوریتم هیوریستیک یا نادقیق استفاده می‌شود. در همین چارچوب توجه به موارد ذیل دارای اهمیت است؛

* انتخاب سطح نت PM در سازمان و تحلیل هزینه‌ای جهت PM کردن فعالیتها و رفع عیوبی که ممکن است زمانهای وقوع آن از دوره خاصی تبعیت کرده و به نوعی به صورت تناوبی باشد.

* توجه به مدل‌های جایگزینی تجهیزات و اقلام به دلیل جلوگیری از انجام هزینه‌های نگهداری و تعمیرات بی‌مورد و کنترل بهره‌برداری در محدوده طول عمر مفید و اقتصادی آنها.

* تحلیل هزینه‌های واگذاری نگهداری و تعمیرات در رده‌های مختلف به پیمانکار، در مقایسه با هزینه انجام فعالیت‌های مزبور در داخل سازمان.

* استفاده به موقع از تعهدات گارانتی سازندگان و شرکتهای خارجی تعهدکننده.

* ایجاد و برقراری فرآیند تست و کنترل کیفی تعمیرات به منظور جلوگیری از دوباره کاری‌های تعمیراتی و جلوگیری از خرابیهای اتفاقی که در تولید و عملیات وقفه و ضایعه ایجاد خواهد نمود.

۳-۱۶- سایر ویژگی‌ها و الزامات طراحی

۳-۱۶-۱- سیستم‌های مکمل و پشتیبان و یکپارچگی سیستم: سیستم نت بدون حمایت سیستم‌های تأمین قطعه و مواد و سیستم‌های پشتیبانی، کامل نخواهد بود. اجرای فعالیت‌های برنامه‌ریزی شده سیستم در صورتی امکان‌پذیر است که منابع مورد نیاز برای انجام فعالیتها موجود بوده و با فرآیندهای مناسب در دسترس تیم‌های تعمیراتی قرار گیرند. از این رو طراحی یکپارچه سیستم نت با سیستم‌هایی از جمله؛ سیستم موجودی، پرسنلی، اموال و... از الزامات طراحی با دیدگاه‌های پیشرفته تلقی می‌شود. سیستم‌های مزبور به منظور جاری ساختن عملیات و اجرای فرآیندهایی که ممکن است خاص آن سیستم‌ها باشد اطلاعاتی را از سیستم نت دریافت می‌دارند، فرآیندی را اجرا می‌کنند و اطلاعات حاصل از پردازشهای ذیربط را به عنوان بازخور به سیستم نت ارائه می‌دهند. البته ممکن است شکل این تعاملات برای سیستم‌های مختلف متفاوت باشد. این فرآیندها خود نیز ممکن است نیازهای سیستم نت را برآورده نمایند، مانند سیستم انبار و کنترل موجودی که با دریافت اطلاعات درخواست اقلام مورد نیاز یک فعالیت از سیستم نت، فرآیند تأمین اقلام مزبور را فعال خواهد نمود و از طرف دیگر، اطلاعات مصرف قطعات و مواد را به منظور استفاده در گزارشهای مصرف به سیستم نت ارائه خواهد داد. به دو نمونه مثال دیگر از این تعاملات که در یک سیستم یکپارچه قابل بهره‌برداری هستند توجه نمائید: اگر سیستم نت در یک کارخانه تولیدی مورد استفاده قرار گیرد سیستم مزبور می‌تواند زمان بیکاری دستگاه‌های تولیدی را برای برنامه‌ریزی موعدهای فعالیت‌های نت و یا برنامه زمانی کار دستگاهها برای تولید را جهت برآورد قطعه و مواد مورد نیاز فعالیت‌های نت، به ویژه PM از سیستم برنامه‌ریزی تولید دریافت نماید و در عوض اطلاعات مربوط به قابلیت دسترسی، قابلیت اطمینان، تاریخ انجام فعالیت‌های نت در شاخه‌های مختلف، موعدهای کالیبراسیون اقلام و... را به سیستم برنامه‌ریزی تولید ارائه نماید تا در برنامه‌ریزی‌های سیستم مزبور مورد استفاده قرار گیرد. در مثالی دیگر اگر سیستم نت را با یک سیستم عملیاتی حمل‌ونقل در تعامل ببینیم، بدیهی است که سیستم نت می‌تواند وضعیت لحظه‌ای ماشین‌آلات جاده‌ای مورد نظر از لحاظ در حال تعمیر بودن یا عملیاتی بودن و یا... را به سیستم حمل‌ونقل ارائه دهد تا سیستم مزبور نیز بر اساس آمارهای یادشده، برنامه حمل‌ونقل را تنظیم نماید و از طرف دیگر حجم کار در نظر گرفته شده برای هر خودرو، کار انجام شده هر خودرو، زمانهای حضور در پارکینگ و... را برای تعیین تاریخ‌های انجام فعالیت‌های نت (با محدودیت‌های ذیربط) از سیستم حمل‌ونقل دریافت نماید.

پردازشهای مالی، بودجه و اعتبارات، محاسبه قیمت تمام شده تولیدات، محصولات و خدمات قابل ارائه سازمان و... نیز نوع تعاملات سیستم نت با سایر سیستم‌ها را ترسیم می‌کند به نحوی که اگر در سازمان از سیستم‌های مزبور بهره‌برداری نشود حتی المقدور زیرساخت‌هایی را فراهم سازد تا حرکت سازمان به سمت بهره‌گیری از سیستم‌های مزبور و طراحی سیستم یکپارچه را تسهیل نماید.

۳-۱۶-۲- نرم افزار سیستم: امروزه وقتی صحبت از بکارگیری روشهای سیستمی به میان می آید رایانه و نرم افزار را به عنوان جزء لاینفک سیستم تلقی می نمایند. فناوری پیشرفته اطلاعات نیز بر استفاده از این ابزارهای مهم اصرار دارد و شاید منطقی باشد اگر بگوییم؛ استفاده از دو واژه فناوری اطلاعات و رایانه در کنار یکدیگر است که معنایی عملیاتی را برای سیستمها تداعی خواهد نمود. لزوم انتقال اطلاعات بین ردههای مختلف سازمان با سرعت بالا نیز بر دامنه بهره برداری از این امکان افزوده است. در همین رابطه موارد زیر دارای اهمیت است؛

امکان بهره برداری در شبکه: پراکندگی جغرافیایی واحدهای مختلف سازمان، لزوم دقت و سرعت بالا در انتقال اطلاعات با حجم بالا بین واحدهای مزبور برای شکل گیری یک فرآیند خاص و جلوگیری از استفاده از کاغذ در تبادل اطلاعات و اسناد و مواردی از این قبیل، بهره برداری از شبکه محلی و منطقه ای را ایجاب می نماید.

سازگاری با سایر سیستم های نرم افزاری و استراتژی سازمان در این زمینه: سیستم های نرم افزاری برای ایجاد قابلیت اتصال و یا بهره برداری در یک سیستم یکپارچه باید از ساختار هماهنگی برخوردار باشند. در این خصوص بانک اطلاعاتی سیستم، زبان برنامه نویسی و محیط پیاده سازی آن مورد مذاقه خواهد بود. سازمان خود باید در این زمینه دارای یک استراتژی ویژه باشد. **امکان پردازش اطلاعات با حجم بالا و سرعت مناسب:** تعداد فعالیتهای نگهداری و تعمیرات در شاخه های مختلف، تعداد تجهیزات موجود یک سازمان که در فراگرد سیستم قرار می گیرند، لزوم مراجعه به سوابق و اطلاعات مختلف در برنامه ریزی فعالیتهای و تعداد بالای فیلدهایی که اطلاعات آنها در پردازشها فراخوانی می شوند؛ حجم بالایی از اطلاعات را تشکیل می دهد. بدیهی است در نظر گرفتن تمهیدات سخت افزاری، پایگاه داده، زبان برنامه نویسی و روش پیاده سازی نرم افزاری سیستم از جمله اقدامات ضروری سیستم های نت و سایر سیستم های پشتیبان و مکمل آن خواهد بود.

امنیت اطلاعات و سطوح دسترسی: اطلاعاتی که در سیستم ثبت و ذخیره می گردند و مابین رده های مختلف تبادل می شوند الزاماً نه مورد نیاز تمامی واحدها و پرسنل سازمان هستند و نه به لحاظ امنیت شغلی، حفظ اسرار سازمانی و... منطقی خواهد بود که در دسترس همگان قرار گیرد. امکان تغییر و حذف اطلاعات توسط کاربران غیر خودی در مواردی که سیستم در شبکه بهره برداری می گردد نیز از جمله مواردی است که تعریف سطوح دسترسی، رمز کردن اطلاعات قابل ارسال و سایر امکانات امنیتی سیستم را در هر دو زمینه نرم افزاری و سخت افزاری ضروری می سازد.

انعطاف پذیری: امکان بکارگیری و بهره برداری از نرم افزار سیستم در سازمانهای مختلف با ساختار متفاوت، نوع تجهیزات مختلف، پارامترهای اطلاعاتی متفاوت و... و منعطف در مقابل تغییر اطلاعات از جمله مهمترین ویژگی هایی است که در تهیه نرم افزار بایستی مورد توجه قرار گیرد. ایجاد این قابلیت در نرم افزار مزایایی از جمله؛ عدم لزوم استفاده از چند نرم افزار مختلف برای سازمانهایی که از چند نوع تجهیز مختلف استفاده می کنند، عدم نیاز به تغییر در *Source*، برنامه به ازاء تغییر در اطلاعات و پارامترها، صرفه جویی در زمان و هزینه آموزش پرسنل مرتبط با سیستم، وجود مشکلات کمتر در فرهنگ سازی و اجرای سیستم و دیگر مزایایی از این نوع را در بر خواهد داشت.

پشتیبانی سیستم اطلاعاتی: ذخیره سازی اطلاعات پایه و اطلاعاتی که بعد از پردازش به منظور حفظ سوابق و بهره برداری در گزارشات سیستم مورد استفاده قرار می گیرند، صدور فرم های عملیاتی، درخواستها و سایر مواردی که به منظور برنامه ریزی، اجرای فعالیتهای و استحصال منابع بهره برداری می شوند و وظیفه به جریان انداختن، انتقال و رساندن اطلاعات مورد نیاز اجزاء سیستم در فراگرد اجرا و ثبت بازخورد اطلاعات حاصل از انجام عملیات مزبور را به عهده دارند، صدور گزارشات متنوع از فعالیتهای انجام شده، سوابق تعمیراتی، مصرف منابع، توقفها، برآورد منابع، نرمها، هزینه های مصرف منابع در انجام فعالیتهای و اجرای فرآیندها، وضعیت تجهیزات، پارامترها و شاخصهای بهره وری و سایر گزارشات مورد نیاز مدیران، کاربران و کارشناسان سیستم جملگی از الزامات سیستم بوده که ذیل عنوان سیستم اطلاعاتی مورد بهره برداری قرار می گیرند.

۳-۱۶-۳- امکان برنامه ریزی زمانی انجام فعالیتهای و تغییر و اصلاح برنامه با تغییر شرایط، عوامل و پارامترها: برنامه ریزی زمانی انجام فعالیتهای نگهداری و تعمیرات که براساس شرایط، ضوابط، استراتژیها، نوع فعالیتهای و دیگر پارامترهای مؤثر در برنامه ریزی صورت می گیرد، به عنوان یکی از رویکردهای اساسی سیستم نت محسوب می شود. به همین منظور و به

دلیل استفاده بهینه از نیروی انسانی تعمیراتی، استفاده از یک مدل هیوریستیک که جهت تخصیص و تسطیح منبع نیروی انسانی بکار گرفته می‌شود، ضروری است.

استفاده از مدل یاد شده در نرم‌افزار سیستم باعث خواهد شد تا از بیکاری‌های بی‌مورد و یا نیاز به پرداخت اضافه کاری‌های بی‌مورد جلوگیری بعمل آید.

بدیهی است که عوامل و پارامترهای متعددی وجود دارند که باعث می‌گردند برنامه‌ریزی‌های زمانی انجام شده تحت تأثیر قرار گیرد. تغییر در دوره فعالیت‌های نوبه‌ای، تغییر در اطلاعات منبع نیروی انسانی مورد نیاز فعالیتها، کارکرد واقعی تجهیزات، حذف و اضافه کردن نوع و تعداد فعالیت‌های نت، اتفاق شکست یا عیوب پیش‌بینی نشده در تجهیزات، تصمیم به واگذاری بعضی فعالیتها به منابع خارج از سازمان و بالعکس، تغییر در تاریخ انجام فعالیت‌های همپوش و همزمان و یا با سایر وابستگیها در سیستم، اضافه و کم شدن تجهیزات سازمان و... همگی از مواردی هستند که برنامه‌ریزی‌ها را دچار تغییر خواهند نمود. الگوریتم‌های بکار گرفته شده باید پاسخگوی این نیاز و این تغییر رفتارهای سیستم باشند.

علاوه بر همه مواردی که در فوق به آنها پرداخته شد، طراحی یک سیستم نت به تدوین موارد ذیل نیز نیازمند خواهد بود چرا که حتی در مکانیزاسیون سیستم هم به ملحوظ داشتن آنها ملزم خواهیم بود؛

- تدوین ساختار سازمانی مناسب، که به عنوان یکی از الزامات زیرساختی سیستم به آن پرداخته می‌شود.
- تنظیم قوانین و دستورالعمل‌های فنی و سیستمی، که به عنوان خط‌مشی‌های هر گونه عملیات قابل رخداد سیستم سرلوحه قرار می‌گیرند.
- تنظیم و تدوین فرآیندها و مکانیزم‌های عملیاتی نت و گردش فرم‌ها، که در تعیین مسیر جریان و تعریف شریانه‌های اطلاعاتی سیستم به آنها نیاز خواهد بود.
- تدوین برنامه بهبود و به‌پویی سیستم در موارد زیر، که به منظور حفظ پویایی سیستم و ارتقاء آن در جهت ارتقاء سازمان به عنوان ویژگی‌هایی در سیستم مورد ملاحظه قرار می‌گیرد؛

* بهبود در تجهیزات با سرفصل‌های طراحی، ساخت، بهینه‌سازی و سیاست‌های خرید
* بهبود در پرسنل با سرفصل‌های تغییر فرهنگ کاری، ارتقاء انگیزه و رضایتمندی و افزایش سطح توانمندی
* بهبود در مدیریت و ساختار با سرفصل‌های سازماندهی و طبقه‌بندی، مشارکت پرسنل در تصمیم‌گیریها و سیاستگذاری‌ها در سازمان

* بهبود در سیستم‌ها و روشها با سرفصل‌های برنامه‌ریزی، سیستم اطلاعاتی، روشهای ارتقای کیفی تعمیرات، تحلیل اطلاعات بازخور، روشهای تعمیراتی و...

* بهبود در محیط کار با سرفصل‌های ایمنی، بهداشت محیط، وضعیت فیزیکی و بهداشت روانی

۴- ویژگی‌ها و الزامات اجرای سیستم

اجرای کارآمدترین طرحها و کاربردی‌ترین سیستم‌ها مستلزم اقدامات خاصی خواهد بود که باید به عنوان الزامات اجرا بدانها پرداخته شود. آن چنان که از تجربیات چندین ساله بر می‌آید، کلید راه‌اندازی و توسعه سیستم مکانیزه نگهداری و تعمیرات متقاعد کردن و همراستاسازی بالاترین مقام تشکیلات سازمان است، چرا که پشتیبانی از پیش‌نیازها و ایجاد زیرساختها، آماده‌سازی امکانات اجراء، هدایت طرح و پیشبرد آن، از طرف بالاترین مقام اجازه اقدام خواهد یافت. از طرف دیگر توفیق در اجرا به عوامل میانی مدیریتی و سطوح زیرین سازمان که صف سازمان را تشکیل می‌دهند، بستگی خواهد داشت؛ از این رو لازم است در خصوص اقدام به فرهنگ‌سازی در سازمان به عنوان اولین گامها به صورت ویژه نگریسته شود. این فرهنگ‌سازی در دو مرحله «پذیرش ذهنی» و «اقدام عملی» توسط افراد سازمان انجام خواهد گرفت. پذیرش ذهنی به معنی متقاعد شدن افراد به بهبود یافتن کار در صورت اجرای سیستم مورد نظر و اقدام عملی در چارچوب تن دادن افراد به کنار گذاشتن روشهای جاری و جایگزین ساختن روشها، مکانیزمها و ابزارهای جدید معنا می‌گردد. لذا تشکیل جلسات توجیهی سیستم، ارائه نمونه‌های موفق و بهبود یافته در اثر اجرای سیستم مورد نظر، برگزاری کلاسهای آموزشی در رابطه با «پذیرش ذهنی» و اجرای گام گام و

سطح‌بندی شده سیستم در رابطه با «اقدام عملی» توصیه می‌گردد. بدیهی است افراد سازمان در صورتی انگیزه اقدام عملی را خواهند یافت که کمترین فشارهای تغییر متوجه آنها باشد؛ بدین منظور شایسته است هر فرد در چارچوب و در محدوده نقشی که در فراگرد سیستمی برای وی در نظر گرفته می‌شود، آموزش ببیند و به کار مشغول شود.

تشکیل کمیسیونها و شوراهای حمایتی و یا نظارتی مثل ستاد یا شورای نت در سطوح مختلف سازمان نیز از جمله توصیه‌ها و شاید از جمله الزامات اجرا تلقی می‌گردد. در خصوص اجرای سیستم نگهداری و تعمیرات ملحوظ داشتن موارد فوق و رعایت مراحل ذیل ضروری خواهد بود؛

تنظیم و تدوین الگوریتم اجرا

سطح‌بندی اجرای سیستم

ایجاد سازمان و تشکیلات متناسب با طرح ارائه شده و سطح‌بندی انجام شده سازمان

برگزاری جلسات توجیهی و انجام آموزشهای مورد نیاز پرسنل و مدیران

هماهنگی با پیمانکاران و منابع خارج از سازمان در توجیه سیستم و فراگرد اجرا

برآورد و تدارک نیازمندیهای سخت‌افزاری (امکانات، ابزار)، نصب و راه‌اندازی آنها (تعمیرگاه، قطعه، مواد، ابزار و تجهیزات،

امکانات شبکه و سخت‌افزار کامپیوتر)

تدوین اطلاعات پایه‌ای و تشکیل تیم‌های فنی در این رابطه در هر سطح اجرا و ورود اطلاعات مزبور به نرم‌افزار سیستم

اجرا و بهره‌برداری سیستم به صورت آزمایشی یا شبیه‌سازی

اجرا و بهره‌برداری از سیستم براساس سطح‌بندی انجام شده

ارزیابی مرحله‌ای اجرای قبلی و ایجاد زیرساختهای مراحل بعدی اجرا

اجرای مراحل بعدی

بهبود مرحله‌ای و به‌پویی سیستم

توصیه‌های زیر نیز در خصوص اجرا باید مورد توجه قرار گیرد؛

* تشکیل کمیته و تیم فنی جهت تحویل‌گیری سیستم (در صورتی که طراحی توسط تیم‌های بیرون از سازمان انجام شده باشد) و به منظور اجرای آن در تمامی واحدها و رده‌های سازمان، نظارت بر تداوم اجرا، رفع سریع مشکلات سیستم و... که این سیاست به مقتضای شرایط، درجه و اطمینان به خدمات پشتیبانی بهینه از طرف مؤسسه طراح سیستم و هزینه‌های مترتب بر آن اتخاذ می‌گردد.

* تشکیل واحد تحلیل داده‌ها و اطلاعات خروجی سیستم تحت عنوانی مانند «سازمان مهندسی و تحلیل داده سیستم» که در راستای بهبود و به‌پویی سیستم مورد نیاز خواهد بود.

* توجه به سیستم‌های تشویق و تنبیه و موارد انگیزشی در فرآیند اجرا به عنوان روشی جهت تضمین تداوم اجرا

- اولویت‌بندی اجرا در رده‌ها به نسبت آمادگی آنها و تأکید بر ایجاد پایلوتها یا نمونه‌هایی در اجرای موفق و در راستای فرهنگ‌سازی و یا کسب تجربیات مرحله‌ای و استفاده از آن در مراحل یا رده‌های بعدی

پی‌نوشتها

1- Computerized Maintenance Management System

2- Mean Time Between Failure

3- Mean Time To Repair

4- Break Down Maintenance

5- Preventive Maintenance

6- Condition Based Maintenance

7- Total Productive Maintenance

8- Reliability Centered Maintenance

9- Corrective Maintenance

10- Emergency Maintenance

11- Predictive Maintenance

منابع و مأخذ

- ۱- منزوی، عظیم؛ نقش تعمیرات در تحقیقات، خودکفایی و بهینه‌سازی تجهیزات، نخستین همایش نت سپاه، دانشگاه امام حسین (ع)، ۱۳۷۶.
- ۲- آجورلو، منصور؛ پروژه طراحی سیستم نت ماشین‌آلات راهسازی، دانشکده فنی مهندسی دانشگاه امام حسین (ع)، ۱۳۷۶.
- ۳- سلیمی، محمدحسین؛ نقش نگهداری و تعمیرات بهره‌ور جامع در بهبود استراتژی بهره‌وری سپاه، نخستین همایش نت سپاه، دانشگاه امام حسین (ع)، ۱۳۷۶.
- ۴- حکمت، کاظم؛ ویژگیهای *CMMS* برای تجهیزات پیچیده نظامی در شرایط بحران، دومین کنفرانس ملی نت، دانشگاه علم و صنعت ایران، تیر ۱۳۸۲.
- ۵- حکمت، کاظم؛ راهکار طراحی و اجرای *TPM* در سیستم‌هایی نظامی، مجله باور، شماره ۵.
- ۶- پولادی، غلامرضا؛ نت مبتنی بر قابلیت اطمینان (*RCM*)، دومین کنفرانس ملی نت، دانشگاه علم و صنعت ایران، تیر ۱۳۸۲.
- ۷- میرکاظمی، سیدمسعود؛ سمینار نت ناب، مرکز مطالعات و پژوهشهای لجستیک، ۱۳۸۱.