

# مروری بر مدیریت نگهداری و تعمیرات فراگیر (TMM)

آرش شاهین<sup>۱</sup>، اصغر حق شناس<sup>۲</sup>

دانشگاه اصفهان، گروه مدیریت

E-mail: arashshahin@hotmail.com

## چکیده

گرچه در سالهای اخیر سیستمهای جامع متفاوتی در زمینه نگهداری و تعمیرات (نت) طراحی و ترویج شده است، ولی به نظر می رسد تاکنون مطالعه محدودی در زمینه بررسی جامع یک سیستم فراگیر صورت گرفته است. در این مقاله یک سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات فراگیر (TMM)<sup>۳</sup> معرفی و پیشنهاد شده است. این سیستم در سه بخش مجزا شامل مدیریت، عملیات و مدیریت تجهیزات و وسایل نت تشریح شده است. همچنین، فرآیند بهبود تطبیقی نت نیز بعنوان زیرمجموعه مهمی از سیستم نت فراگیر مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج این مطالعه نشان می دهد سیستم پیشنهادی دارای وجوه تمایز قابل توجهی نسبت به سیستمهای رایج است. از جمله اینکه به سیستم مدیریت کیفیت فراگیر (TQM)<sup>۴</sup> نزدیکتر بوده و همه کارکنان سازمان در آن مشارکت فعال دارند. همچنین، سیستم پیشنهادی از نظر تاکید ویژه بر ممیزی، بهبود تطبیقی و بهبود مستمر نت دارای مزیت نسبی است. در مجموع چنین به نظر می رسد که استراتژی مدیریت نت فراگیر نه تنها با خدمات سخت افزاری نت مرتبط است، بلکه موارد مهمی نظیر کیفیت، رضایت مشتری و ارزش مادی را نیز شامل می گردد.

**واژه های کلیدی:** مدیریت نت فراگیر – ممیزی – بهبود تطبیقی

---

<sup>۱</sup> دکترای مهندسی صنایع – مهندسی کیفیت، استادیار

<sup>۲</sup> دکترای مهندسی صنایع – اقتصاد، استادیار

<sup>۳</sup> Total Maintenance Management

<sup>۴</sup> Total Quality Management



## ۱- مقدمه

سیستم های نگهداری و تعمیرات (نت) در سالهای اخیر تغییرات شگرفی داشته اند. امروزه تمرکز از مدیریت جزئی نگر به مدیریت کلی نگر تغییر کرده و شرایط بازار بیشتر با توجه به تغییرات، کارائی و کیفیت شناخته می شود. سیستمهایی نظیر نگهداری متمرکز بر قابلیت اطمینان (RCM)<sup>5</sup>، مدیریت ماشین آلات فراگیر (TMM)<sup>6</sup>، مدیریت مواد مورد استفاده در نت (M<sup>3</sup>)<sup>7</sup>، مدیریت تجهیزات فراگیر (TEM)<sup>8</sup>، نگهداری با کیفیت فراگیر (TQM)<sup>9</sup> و قراردادهای مبتنی بر عملکرد (PBC)<sup>10</sup>، از کل ظرفیت کارخانه بهره برداری نموده، زیان فرآیند را حداقل ساخته و سرعت بهبود را افزایش می دهند [۴،۳،۲،۱]. با تحول روشهای تولید، عمر چرخه تولید کاهش یافته و برای پاسخ دادن به نیازهای جدید و دقیق، کارخانجات به استفاده از ابزارهای با فناوری بالا همانند سیستم های تولید انعطاف پذیر متمایل شده اند. در این راستا بهره گیری از روشهایی مانند تولید همزمان یا بهنگام اهمیت پیدا کرده است. پیامد این رویکردها باعث شده تا نصب و تنظیم تجهیزات به کمترین زمان رسیده باشد. همه این عوامل باعث شده تا در نت دیدگاههای جدیدی ایجاد شود. یکی دیگر از مهمترین عوامل، وقوع اتفاقات غیر مترقبه است که باعث از کار افتادگی برخی ماشین آلات می شوند. بر اساس این واقعیات می توان توجه زیاد به مقوله نت را از سوی مدیریت سازمانهای بزرگ توجیه کرد. درعین حال باید اذعان نمود که متأسفانه در بسیاری از سازمانها، نت سودمند کمتر مورد توجه قرار می گیرد. درهرحال سازمانها برای بدست آوردن قدرت رقابت در بازار باید توجه زیادی به نت و برنامه های جدی و مؤثر در این زمینه داشته باشند.

توسعه و استقرار یک برنامه جامع بهبود دهنده نت شامل موارد زیراست:

- مدیریت نت؛
- عملیات نت؛ و
- مدیریت تجهیزات و وسایل.

به کار بردن موارد فوق باعث بوجود آمدن یک چارچوب کلی برای یک برنامه پیوسته نت بهبود دهنده می گردد که در شکل ۱ نشان داده شده است. این مراحل به کمک روشهای زیر و از طریق یک فلسفه جامع مدیریت نت قابل انجام است:

۱. ارزیابی از وضعیت نت از طریق یک برنامه طراحی شده مناسب برای بازرسی جامع از بخشهای مرتبط.
۲. گسترش ابزارهای لازم برای تحلیل نتایج حاصله. این عمل به شناخت وضعیت نت و شناسایی پتانسیلهای موجود منجر شده و زمینه را برای بهبود و خودسازی مهیا می کند.
۳. بهبود تطبیقی: این کار ابعاد جدیدی به تلاشهای بهبود می دهد. بر این اساس، تلاش برای دستیابی به عالی ترین بهبود با داشتن بهترین اهداف بر پایه بهترین عملیات نت میسر می گردد.

در ادامه این مقاله، یک سیستم مدیریت نت فراگیر ارائه و تشریح می شود. همچنین چگونگی اندازه گیری و افزایش بهره وری نت و تمیزی و بهبود مستمر آن مورد بررسی و مطالعه قرار می گیرد و بالاخره با مشخص شدن فرآیند بهبود تطبیقی نت، از مطالب نتیجه گیری مطلوب صورت می گیرد.

---

<sup>5</sup> Reliability Centered Maintenance

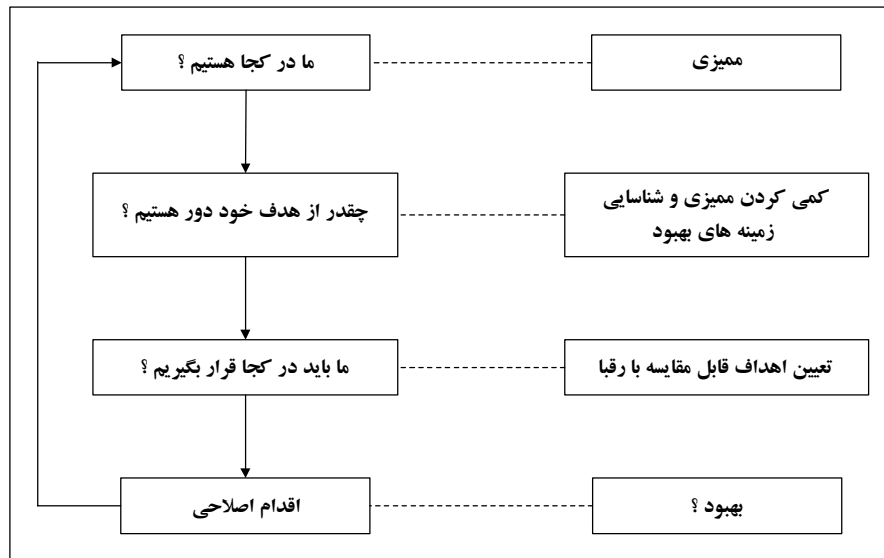
<sup>6</sup> Total Machine Management

<sup>7</sup> Maintenance Materials Management

<sup>8</sup> Total Equipment Management

<sup>9</sup> Total Quality Maintenance

<sup>10</sup> Performance Based Contracts



شکل ۱. فرآیند بهبود مستمر نت [۵]

## ۲- مدیریت نگهداری و تعمیرات فراگیر (TMM)

مدیریت نت فراگیر را می توان به عنوان یک روش سیستماتیک برای نت تعریف نمود که در برگیرنده سه زیر سیستم به شرح زیر و مشابه با آنچه در مقدمه مورد اشاره قرار گرفت، می باشد:

۱. مدیریت نت

۲. عملیات نت

۳. مدیریت تجهیزات و وسایل

هدف اصلی TMM فراهم نمودن یک روش یا چارچوب برای بهبود نت مؤثر بطور مستمر است. این امر موجب توازن بین ارزش سطح خدمات و تقاضای کار نت می شود [۶]. در ادامه هریک از این زیر سیستم ها تشریح شده است.

### ۲-۱- مدیریت نگهداری و تعمیرات

در این قسمت در مورد زمینه های مدیریت نت که بر بهره وری آن اثرگذارند، بحث می شود.

**سازمان** . اصولاً یک طراحی خوب برای بخشهای نت بهره ور ضروری می باشد. ساختار سازمانی باید مشخص و کامل باشد و همچنین بایستی ملاحظات زیر در نظر گرفته شده باشد:

- نسبت مناسب تعداد سرپرستها به تعداد کارکنان؛
- تعداد مناسب طراحان؛
- عملیات ضروری پشتیبانی؛
- واکنشهای سریع بخش نت.

**آموزش و انگیزش** . آموزش یک امر ضروری برای کارهای نت مطلوب است . یک جو مثبت و حمایتی ضروری ( برنامه ریزی ، تامین مواد، نظارت کافی ) از جمله عوامل ضروری برای ایجاد انگیزه و بالا بردن کارایی می باشند.

**آموزش برنامه ریزان** . برنامه ریزی یکی از مقوله های کلیدی نت است. یک برنامه ریز بایستی در انجام وظایف زیر بخوبی آموزش دیده باشد:

- مشخص کردن محتوا و زمان انجام کارها؛
- مشخص کردن کارها و برنامه انجام آنها با روشهای مناسب؛
- تعیین تعداد کارکنان و مهارت لازم برای آنها برای انجام دادن یک کار مشخص؛
- مشخص کردن قطعات یدکی، وسایل و مواد مورد نیاز؛
- برنامه ریزی و زمانبندی سفارشهای کار؛ و
- تخمین هزینه ها.

**کنترل نگهداری و تعمیرات.** یک سیستم کنترل جامع و کامل برای شناسایی و محاسبه و کنترل تاخیرها بسیار مهم است. چنین سیستمی شامل موارد زیر است:

- اطلاعاتی در مورد کارهای سازماندهی شده و زمانهای تخمین زده شده برای آنها در مقابل زمانهای واقعی؛
  - گزارشهای بهره وری نت؛
  - جداول و نمودارهایی که نشان دهنده کارهای عقب افتاده، اضافه کاری و کارهای اضطراری می باشند.
- این اطلاعات موجب می شود با کوشش بهتر و کنترل هزینه ها از طریق عملیات اصلاحی بر اساس واقعیات و شناخت از پتانسیل های بهبود در زمینه مورد نظر به نتایج بهتر دست یافت.
- نظارت.** نگهداری و تعمیرات با بهره وری و کیفیت بالاتر از طریق سرپرستی اثربخش به دست می آید. سرپرست نت شخصی است که توسط برنامه ریز با کارهای برنامه ریزی و زمانبندی نت آشنا شده و می تواند به صورت بهتر و مؤثرتر بر مدیریت نگهداری متمرکز شده و بر کارکنان بخش خود نظارت داشته باشد. توسعه سرپرستان نت باید به بهترین وجه ممکن صورت گیرد.

## ۲-۲- عملیات نگهداری و تعمیرات

**اندازه گیری کارها.** چنانچه گفته شد، برنامه ریزی جزء بسیار مهمی از کارهای نت است. استانداردهای زمانی باید به گونه ای محاسبه شود که برنامه ریزی مناسبی انجام گیرد.

**زمانبندی نگهداری و تعمیرات.** وظیفه زمانبندی نت که از وظایف برنامه ریزی می باشد با زمانبندی روزانه سفارشهای کاری در ارتباط است. در این راستا، گذشته از زمانبندی روزانه، اولویت سفارشات کارها تعیین شده و همزمان با پیشرفت کارها، پی گیری کارهای عقب افتاده میسر می گردد.

**سیستم سفارش کارها.** یک فرم مناسب برای سفارش و رویه های مربوط به آن از ضروریتهای سیستم مدیریت نت می باشد. این سیستم روابط شفاهی را بین قسمتهای درگیر در یک سیستم نگهداری و نیازهای آن برقرار می کند (درخواست کننده، برنامه ریز، سرپرست، صنعتگر و وظایف پشتیبانی). این امر موجب می شود نسبت به مستند سازی مطلوب کارهای نت برای تحلیل عملیات اطمینان حاصل شود. بنابراین تمام کارهای نت باید توسط سفارشات کار پوشش داده شود.

**کنترل مواد و تجهیزات.** فعالیتهای نت مستلزم وجود مواد و ابزارآلات مورد نیاز برای جلوگیری از تاخیرات غیر ضروری می باشد. در این راستا باید یک سیستم کنترل موجودی کامپیوتری نصب شده و مقدار بهینه سفارشات در آن در نظر گرفته شود. همچنین می بایست روابط و رویه های مناسب بین سیستم نت و انبار توسعه یابد.

## ۳-۲- مدیریت تجهیزات و وسائل

**نت پیشگیرانه (PM) و سوابق تجهیزات.** تجربه نشان داده است که نت پیشگیرانه باعث کاهش هزینه های نگهداری و تعمیرات می گردد. یک سیستم جامع PM نیازهای زیر را دربر دارد:

<sup>11</sup> Preventive Maintenance

- یک گروه تربیت شده از بازرسان PM که با تمام وجود در خدمت امور مربوط به نگهداری پیشگیرانه می باشند؛
- سابقه خوب نت تجهیزات.

یک سیستم PM شامل موارد زیر است :

- فهرست بازبینی<sup>۱۲</sup> که مشخص کننده تمام کارهای PM برای هر قسمت از تجهیزات است ؛
  - مسیر PM که ترتیبی از تجهیزات را در یک دوره معین کاری مشخص می کند؛
  - برنامه زمانبندی که مشخص کننده فراوانی کارهای PM است ؛ و
  - گزارشهایی که پوشش دهنده کارهای واقعی در یک روز کاری می باشد.
- اطلاعات مربوط به سوابق نت، بخشی از سیستم PM را تشکیل می دهد. تحلیل منظم این سوابق برای تنظیم زمانبندی امور مربوط به نگهداری پیشگیرانه، تعمیرات اساسی، یا سیاستهای تعویض ضروری است .
- نگهداری پیشگویانه (PDM)** <sup>۱۳</sup>. هارتمن<sup>۱۴</sup>، نگهداری پیشگویانه را چنین تعریف می کند: «پیشگویی روندهای ترسیمی مربوط به مقادیر اندازه گیری شده با در نظر گرفتن محدودیتهای فنی به منظور تشخیص، تحلیل و اصلاح مشکلات تجهیزات، پیش از خرابی» [۷]. این تعریف دربرگیرنده اندازه گیری های دوره ای عوامل مانند سرعت ارتعاش، تنش، فشار، تنظیم، خستگی، حرارت، مقاومت و ظرفیت واقعی می باشد. همه تجهیزات بحرانی باید مشخص شده و نگهداری پیشگویانه در مورد آنها اعمال شود. سوابق تجهیزات باید مورد تحلیل قرار گیرد تا بتوان متوسط زمانی بین خرابیها و متوسط زمانی تعمیر را برآورد نمود.

**برنامه مدیریت تجهیزات** . با افزایش در اتوماسیون و دستیابی به فناوری های پیشرفته مورد نیاز سازمان برای بدست آوردن انعطاف پذیری در سیستم تولیدی ، اهمیت عملیات نت در حال افزایش است . سودمندی بالای تجهیزات و کارائی آنها باعث بازگشت سریع سرمایه می گردد .

نرخ بالای دسترسی به تجهیزات و کارائی بالای آنها از طریق یک برنامه مدیریت مؤثر تجهیزات قابل حصول است. در این زمینه، فلسفه نت بهره ور فراگیر (TPM)<sup>۱۵</sup> کاربرد زیادی دارد. کانون توجه TPM بر کاهش ضایعات تجهیزات می باشد . ناکاجیما<sup>۱۶</sup> زبان تجهیزات را در موارد زیر معرفی می کند [۸]:

- خرابی تجهیزات ؛
- راه اندازی و تنظیم ؛
- بیکاری تجهیزات ؛
- کاهش سرعت تولید ؛
- نواقص فرآیند؛
- کاهش محصول .

این زبان ها بر میزان دسترسی به تجهیزات ، کارائی تجهیزات و کیفیت تولید محصول تأثیر دارد . همه موارد فوق در اندازه گیری اثربخشی تجهیزات در نظر گرفته می شوند .

هارتمن<sup>۱۷</sup> سه مرحله را برای به کارگیری و اجرای TPM پیشنهاد می کند [۹]:

۱. بهبود تجهیزات برای دستیابی به بیشترین سطح مورد انتظار از کارائی و اثربخشی؛
۲. نگهداری تجهیزات در بالاترین سطح مورد انتظار از کارائی و اثر بخشی ؛
۳. بکار بردن تجهیزات جدید با سطح کارائی تعریف شده بالا و کمترین هزینه چرخه عمر .

<sup>12</sup> Checklist

<sup>13</sup> Predictive Maintenance

<sup>14</sup> Hartman

<sup>15</sup> Total Productive Maintenance

<sup>16</sup> Nakajima

<sup>17</sup> Hartman

دو مرحله اول برای یک برنامه پیشگویانه و پیشگیرانه مؤثر که منجر به دستیابی به بهبود و نگهداری تجهیزات در بالاترین سطح کارائی و دسترسی می گردد، اجرا می شود. مرحله سوم برای حذف مشکلات باقیمانده و طراحی جدید فناوری، زمانیکه یک تجهیز جدید جایگزین یا ساخته می گردد به کار برده می شود.

اندازه گیری عملکرد تجهیزات در برگیرنده محاسبه در دسترس بودن، کارایی و کیفیت است که این نقطه شروع مناسبی برای هر نوع مدیریت تجهیزات محسوب می شود. طراحی خوب برنامه باعث حداکثر شدن اثربخشی و آزادسازی ظرفیت های پنهان می شود.

### ۳- اندازه گیری و افزایش بهره وری نگهداری و تعمیرات

به منظور اندازه گیری و سنجش بهره وری هر سیستم نت لازم است میزان اثربخشی در زمینه هایی که آن سیستم می تواند بهبود یابد را شناسائی کنیم. ممیزی ها برای بدست آوردن و شناسائی وضعیت فعلی سیستم نت و نیز زمانبندی برنامه مناسب برای بهبود صورت می پذیرد.

ممیزی یک سیستم نت شامل مراحل زیر است:

۱. بررسی اولیه از طریق طرح پرسشنامه ای مناسب. سؤالها باید با توجه به مقایسه ای بین وضعیت فعلی و آنچه که باید باشد طراحی شوند؛
۲. تحلیل اطلاعاتی که در مرحله ۱ به دست آمده است؛
۳. زمانبندی برنامه بهبود بر اساس تحلیل های مرحله ۲.

#### ۳-۱- ممیزی نگهداری و تعمیرات

اولین مرحله از سه مرحله فوق سؤالاتی را مطرح می کند که به تحلیل گر کمک می کند تا وضعیت فعلی نت را مشخص سازد. سؤالات براساس عوامل مهم تأثیرگذار بر سیستم نت طراحی شده اند. مثالهایی از این پرسشنامه ها که عوامل فراوانی را پوشش می دهند در منابع مختلف مورد اشاره قرار گرفته است. اگر چه عوامل مشترک فراوانی بین سازمانهای مختلف وجود دارد، بهتر است از پرسشنامه های سفارشی برای نیاز های خاص استفاده کنیم. لازم به ذکر است تاکنون پرسشنامه جامعی که بتواند تمام عوامل بحث شده فوق، بویژه جنبه های نگهداری تجهیزات توسط TPM را پوشش دهد، طراحی نشده است. بحث بررسی داده های ممیزی نت شامل پرسشنامه های خاص نیست بلکه بیشتر حالت عمومی دارد.

فرض کنید ممیزی نت شامل  $n$  عامل که بر اثربخشی سیستم تأثیر دارد را توسط  $m_i$  پرسش برای ارزیابی عامل  $i$  ام ارزیابی می کند. فرض کنید امتیاز  $S_{ij}$  از ۱۰ " به سؤال  $j$  برای بررسی عامل  $i$  داده شده باشد.  $\bar{S}_i$  یعنی میانگین امتیاز برای عامل  $i$  ام به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$\bar{S}_i = \frac{\sum_{j=1}^{m_i} S_{ij}}{m_i} \quad (1)$$

#### ۳-۲- تجزیه و تحلیل داده های ممیزی

در مرحله اول بایستی در نظر داشته باشیم که عوامل مطرح شده دارای اهمیت یکسانی نیستند. یک وزن  $W_i$  برای هر عامل در نظر گرفته می شود که نشان دهنده اهمیت آن عامل برای سیستم نت است. روش دلفی می تواند برای بدست

آوردن اوزان اهمیت مورد استفاده قرار گیرد. پس از امتیاز دهی و تعیین اوزان، یک اندازه کلی از اثربخشی سیستم نت (MSE)<sup>18</sup> به روش زیر به دست می آید:

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n W_i \bar{S}_i}{10 \sum_{i=1}^n W_i} \quad (2)$$

به منظور شناسایی علل مشکلاتی که می تواند در برنامه بهبود مد نظر قرار گیرند، تحلیل بیشتر لازم است. مقدار  $e_i$  که نشان دهنده مقدار انحراف عامل  $i$  ام از مقدار ایده آل است، به صورت زیر تعریف می شود:

$$e_i = W_i \bar{S}_i - 10W_i \quad (3)$$

انحراف موزون عامل  $i$  ام نیز به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$p_i = 100 \times \frac{e_i}{\sum_{i=1}^n e_i} \quad (4)$$

سپس عوامل فوق با توجه به مقادیر  $p_i$  ها به ترتیب کاهشی مرتب می شوند. عاملی که بیشترین  $p_i$  را داشته باشد، بیشترین فاصله از مقدار ایده آل را دارد و به همین ترتیب.

#### ۴- برنامه بهبود نگهداری و تعمیرات

همانطور که پیشتر مطرح شد، تجزیه و تحلیل داده ها امکان رتبه بندی اهمیت عوامل نت را بر اساس انحراف آنها از وضعیت ایده آل فراهم می نماید. بیشترین بازگشت سرمایه از متمرکز شدن بر روی عوامل فوق بدست می آید، زیرا این عوامل در بسیاری از مشکلات موجود در سیستم نگهداری نقش دارند.

عواملی که بایستی تحت برنامه بهبود نت قرار بگیرند با بودجه و منابع این برنامه ها مرتبط اند. این قبیل برنامه ها ممکن است شامل مواردی از قبیل: سرمایه گذاری در تجهیزات جدید، برنامه های آموزشی گسترده، استخدام مهارتهای جدید، اجرای سیاستهای جدید نگهداری و تعمیرات و ... باشند. برنامه های بهبود نت برپایه اهداف دست یافتنی تعیین می شوند. در بسیاری از موارد نرخ بهبود در مراحل اولیه بکارگیری برنامه بهبود بسیار بالا و پس از طی زمانی کاهش پیدا می کند و سپس بسیار ناچیز می گردد. برای آنکه شرکت توانائی رقابت با دیگر رقبایان را داشته باشد لازم است اهداف سیستم نگهداری و تعمیرات بگونه ای انتخاب شوند که سیستم توانائی رسیدن به آنها را داشته باشد و این اهداف بالاتر از سطح توان سیستم نت نباشند. این امر از طریق بهبود تطبیقی<sup>19</sup> قابل حصول است. در بخش بعدی فرآیند بهبود تطبیقی و مراحل آن بطور مختصر تشریح شده است.

#### ۵- بهبود تطبیقی مستمر نگهداری و تعمیرات

بهبود تطبیقی در نت به معنای جستجو و حرکت به سمت بهترین روش نت با استفاده از بهترین استراتژی های نت است [۱۰]. روشهای زیادی برای بهبود تطبیقی سیستم های نت وجود دارد. در تمام این روشها یک عامل مشترک وجود دارد و آن، تعیین فعالیتی است که باید بهبود تطبیقی داده شود.

<sup>18</sup> Maintenance System Effectiveness

<sup>19</sup> Benchmarking

یک روش ساده، اولویت بندی فعالیت‌های نت درون یک سازمان است که باید اولویت بندی شوند. این فعالیت‌ها، مواردی را که نیاز به بهبود تطبیقی ندارند را نیز شامل می‌شود. تجربه نشان داده است که اگر مرحله اول بهبود تطبیقی نت بصورت کامل و با دقت انجام نگردد، مراحل بعدی آن و نتایج حاصل از آن می‌تواند بی‌حاصل و حتی زیان بار باشد.

## ۵-۱- انواع بهبود تطبیقی

از نقطه نظر نت، بهبود تطبیقی می‌تواند با مواردی نظیر زمان‌های بی‌کاری بدون برنامه، همانند آسیب‌های وارده به تجهیزات یا کاهش در سرعت تولیدی آنها مرتبط باشد. هدف بهبود تطبیقی در هر مورد می‌تواند شامل مقایسه عملکرد نت با شرکت‌هایی باشد که بهترین عملکرد نت را دارا می‌باشند. این عمل کارخانجات را قادر می‌سازد به بالاترین سطح استاندارد اثربخشی نت دست یابند و این کار در قالب یک فرآیند بهبود مستمر ادامه می‌یابد. در بعضی موارد عواملی که در قسمت نت در این مقاله معرفی شد برای بهبود تطبیقی مد نظر قرار می‌گیرند. فنونی نظیر فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)<sup>20</sup> می‌تواند برای انتخاب عوامل برای بهبود تطبیقی مورد استفاده قرار گیرد.

### مراحل بهبود تطبیقی

بهبود تطبیقی را می‌توان در ۵ مرحله انجام داد:

۱. برنامه ریزی؛
۲. تحلیل؛
۳. یکپارچه سازی؛
۴. برنامه ریزی اقدام اصلاحی؛ و
۵. اجرا و حصول نتایج.

این مراحل به صورت مختصر در شکل ۲ نشان داده شده است.

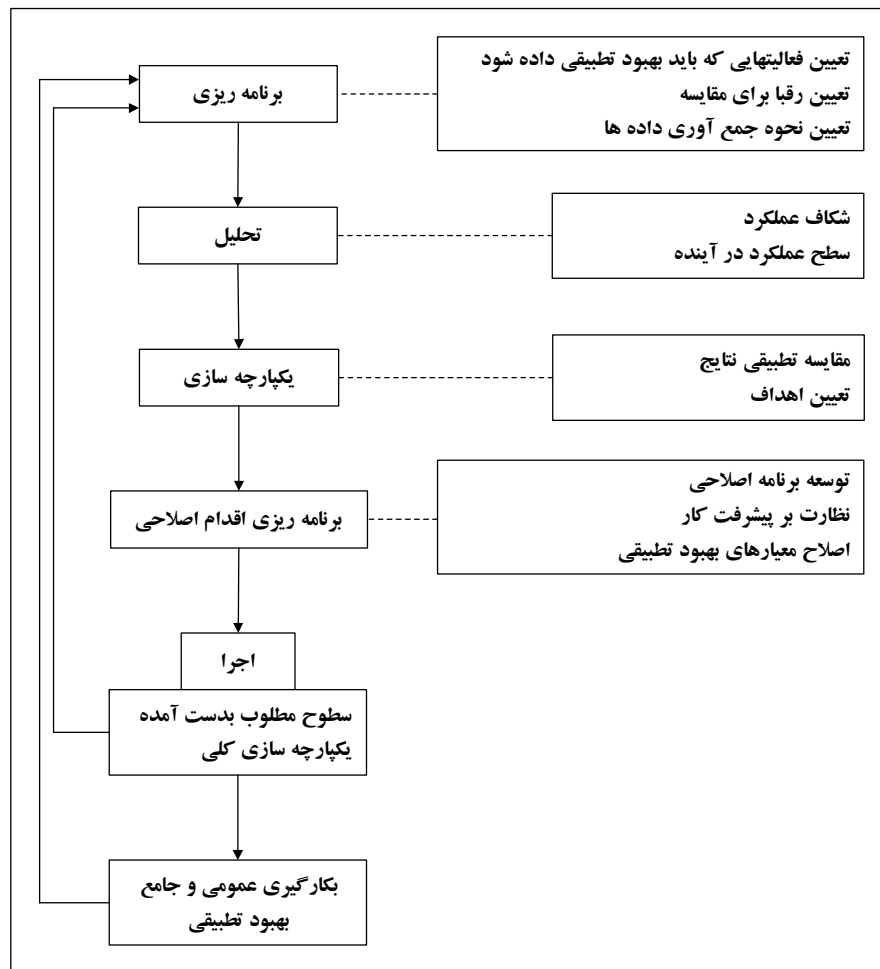
بهبود مستمر از طریق حصول اطمینان از نتایج مطلوب صورت می‌پذیرد. این نتایج بر اساس اهداف تعیین شده در مرحله یکپارچه سازی می‌توانند به طور مکرر اصلاح شوند تا عملکرد نت بهبود یابد.

## ۶- نتیجه گیری

در این مقاله سیستم مدیریت نت فراگیر پیشنهاد و روشی برای اندازه گیری اثربخشی وضعیت موجود سیستم نت ارائه گردید. همچنین روشی برای شناسایی پتانسیلهای موجود برای بهبود برنامه نت شرح داده شد. برای دستیابی به اثربخشی نت در مقیاس جهانی، روش بهبود تطبیقی نیز بطور مختصر مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد استراتژی مدیریت نت فراگیر نه تنها با خدمات سخت افزاری نت مانند پیش برنامه ریزی های نت، تعویض و جایگزینی، نت مبتنی بر خرابی یا واکنشی مرتبط است، بلکه موارد مهمی نظیر کیفیت، رضایت مشتری و ارزش مادی را نیز شامل می‌گردد. بطور کلی TMM یک نظم نظارتی دقیق را فراهم می‌سازد که در آن، حل سریع و کارای مشکلات مرتبط با کارخانه و محصولات و قطعات آن، قابل تضمین است. سیستم پیشنهادی نسبت به سیستمهای رایج نت از این نظر متفاوت است که منحصر به تیم نت نبوده و همانند سیستم مدیریت کیفیت فراگیر (TQM) همه کارکنان سازمان در آن مشارکت فعال دارند. چنین به نظر می‌رسد که در کنار سیستم پیشنهادی، باز مهندسی سیستم نت از مواردی است که می‌تواند فرصت مناسبی را برای تحقیقات آتی فراهم سازد. نویسندگان این مقاله بر این باوراند که اگر صنایع تولیدی، سیستم پیشنهادی را

<sup>20</sup> Analytical Hierarchy Process

به‌همراه بازمهندسی سیستم نت به دقت پی‌گیری و اجرا کنند، خود می‌توانند از پیشروان آینده اثربخشی نت در مقیاس جهانی باشند.



شکل ۲. فرآیند بهبود تطبیقی نت [۵]

## مراجع

- [1] ABB (2004). *ABB's successful alliance with Petroflex company*. ABB Communications Services U.S.A. <<http://www.library.abb.com/.../scot270.nsf/VertyDisplay>>
- [2] ABB (2005). *Total equipment management: A partnership with ABB*. ABB asset management services U.S.A. <<http://www.abb.be/g:obal/nlab032.nsf>>
- [3] Al-Najjar, B. and Alsyof, I. (2000). "Improving effectiveness of manufacturing systems using total quality maintenance". *Integrated Manufacturing Systems*, Vol.11, No.4, pp. 267-276.
- [4] Al-Najjar, B. (1996). "Total quality maintenance: An approach for continuous reduction in costs of quality products". *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol.2, No.3, pp. 2-20.
- [5] Raouf, A. and Ben-Daya, M. (1995). "Total maintenance management: a systematic approach". *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 1 No. 1, pp. 6-14.
- [6] McElvenney, B.A. and Levine, S.P. (2001). *Maintenance at open university*. Maintenance team, October, UK: Open University.
- [7] Hartman, E.H. (1987). "Maintenance productivity: why it is so low and how to improve it", in Hartman, E.H. (Ed.), *Maintenance Management*, Norcross, GA: Institute of Industrial Engineers.
- [8] Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM*, Productivity Press. Cambridge, MA.

- [9] Hartman, E.H. (1992). *Successfully Installing TPM in a Non-Japanese Plant*. New York, NY: TPM Press, Inc. < [www.open.ac.uk/foi-docs/Maintenance\\_Policy\\_7-10-01.doc](http://www.open.ac.uk/foi-docs/Maintenance_Policy_7-10-01.doc)>
- [10] Wierman, T. (1990). *World-class Maintenance*. New York, NY: Industrial Press, Inc.