

نگهداری بهره‌ور فراگیر (TPM) ^۱ و مدل‌های تلفیقی آن با فنون و نظام‌های کیفیت

آرش شاهین

گروه مدیریت، دانشگاه اصفهان

چکیده: امروزه، مؤسسات متعددی از نگهداری بهره‌ور فراگیر (TPM) و فنون و نظام‌های کیفیت به‌منظور ارتقای سطح عملکرد فرایندهای تولیدی خود بهره می‌گیرند. این درحالی است که استفاده منحصر به‌فرد هر یک از روش‌های مذکور نمی‌تواند موجب بقا یا رشد سازمان‌ها شود. در این مقاله ضمن تشریح ارتباط میان نگهداری، کیفیت و عملکرد نظام‌های تولیدی، آخرین دستاوردهای علمی در زمینه مدل‌های تلفیقی TPM و فنون و نظام‌های کیفیت نظیر TQM،^۲ JIT،^۳ TQC،^۴ EFQM،^۵ و LETQMEX^۶ معرفی شده است. مزیت‌ها و محدودیت‌های روش‌های تلفیقی از موارد دیگری است که در این مقاله مورد بحث قرار گرفته است. از نتایج این تحقیق چنین به نظر می‌رسد که TPM از اصول ضروری برای رسیدن به اهداف نهایی نظام‌های تولیدی به شمار می‌آید و به دلیل رابطه نزدیک آن با نظام‌ها و فنون کیفیت، نباید به‌طور مجزا و به تنهایی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: TPM, JIT, TQM, EFQM, TQC, LETQMEX

1. Total Productive Maintenance
2. Total Quality Management
3. Just-in-Time
4. Total Quality Control
5. European Foundation for Quality Management
6. Leicester Business School TQM Excellence model

۱. مقدمه

امروزه، مقوله نگهداری و تعمیرات به عنوان فعالیتی سودآور تلقی می‌شود که هدف آن کاهش اختلاف بین هزینه‌های واقعی و ایده‌آل نگهداری یا به بیان بهتر، کاهش هزینه‌های عدم اطمینان است. برای این منظور، در اغلب کشورهای توسعه یافته در برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات عواملی نظیر کیفیت، هزینه و انعطاف پذیری در ارائه خدمات و رضایت مشتری محاسبه می‌شود [۱].

در مدیریت سنتی «نگهداری» به عنوان ابزار پشتیبانی، غیر بهره‌ور و کم اهمیت که مزیت ناچیزی را برای مؤسسات در بر دارد، مد نظر قرار گرفته است. در نگرش نوین، نگهداری تأسیسات و ماشین‌آلات به عنوان بخش ضروری عملیات سازمان‌ها مورد توجه قرار می‌گیرد و به کارگیری راهبردهای اثربخش نگهداری ارزش افزوده بسیار را در فعالیت‌های تولیدی موجب می‌شود. به همین دلیل، نگهداری به عنوان یک اصل در مقیاس جهانی در مؤسسات تولیدی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۲ و ۳]. سازمان‌هایی که در تلاش برای رسیدن به سطوح عملکرد در مقیاس جهانی هستند، بر ایجاد مزیت‌های رقابتی به وسیله روش نگهداری بهره‌ور فراگیر (TPM) تأکید می‌کنند [۴]. TPM برنامه‌ای است که هدف آن بهبود کارکردهای نگهداری در سازمان است و کلیه کارکنان را در بر می‌گیرد. با اجرای کامل آن، کیفیت و بهره‌وری به نحو چشمگیری افزایش و هزینه‌ها کاهش می‌یابند [۵]. برخی از مؤلفان از این روش به عنوان اصل ضروری در تولید ناب^۱ [۶]، برنامه پشتیبان نظام تولید بهنگام JIT [۷] و لوازم مدیریت کیفیت فراگیر (TQM) [۸] نام می‌برند و حتی آن را به عنوان پیشنیاز روش‌های JIT و TQM در سازمان‌هایی می‌دانند که برای رسیدن به سطوح تولید در مقیاس جهانی تلاش می‌کنند [۹ و ۱۰]. چنین به نظر می‌رسد که فعالیت نگهداری اثربخش موجب سودآوری مؤسسات از طریق افزایش در کارایی^۲ تولید و کارایی کل مؤسسه، بهبود دسترسی^۳ و قابلیت اطمینان^۴ می‌شود [۱۱]. بنابراین، TPM ضمن ایجاد یک نظام اثربخش و کارای نگهداری در مؤسسات تولیدی، می‌تواند به عنوان یک فعالیت کلیدی در ایجاد ارزش افزوده نیز مد نظر قرار گیرد.

1 . Lean Production

2 . Efficiency

3 . Availability

4 . Reliability

کیفیت فعالیت‌های نگهداری به خودی خود از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، چرا که موجب اثرگذاری بر عملکرد و در نتیجه، کیفیت محصول نهایی می‌شود. متأسفانه، تاکنون مدل کاملی برای بیان دقیق ارتباط بین نگهداری و کیفیت ارائه نشده است و بنابراین، طراحی و توسعه مدل‌های تلفیقی نگهداری، تولید و کیفیت از اهمیت روزافزونی برخوردار است. هدف از ارائه این مقاله تأکید بر ارتباط نگهداری و کیفیت، بیان اهمیت آن و ارائه راهکارهایی برای مدل‌سازی این نوع رابطه از طریق معرفی آخرین دستاوردها در زمینه مدل‌های تلفیقی نگهداری و کیفیت است. با وجود آنکه منابع بسیاری در زمینه فنون سازگار با TPM وجود دارد، در بیشتر موارد تنها بر روی یک روش خاص تمرکز شده و آن‌طور که باید و شاید به سایر روش‌ها توجهی نشده است. در این مقاله سعی شده است تا ضمن معرفی مدل‌هایی از تلفیق TPM و سایر فنون کیفیت، به جای یک روش منحصر به فرد، بر ترکیب چند روش مختلف کیفیت با TPM بیشتر تأکید شود.

۲. نگهداری و کیفیت

اگرچه ارتباط بین نگهداری و کیفیت در برخی منابع مورد توجه قرار گرفته است، ولی به نظر می‌رسد در حد کفایت به آن اهمیتی داده نشده است. تمرکز TPM بر مدیریت تجهیزات است. کیفیت به عنوان عنصری کلیدی در اندازه‌گیری اثربخشی تجهیزات نقش مهمی را ایفا می‌کند. بنابر گفته ناکاجیما [۵] یکی از شش مورد خسارت و خرابی تجهیزات مستقیماً به کیفیت مربوط می‌شود. برخی از دلایل ممکن برای عدم کفایت مطالعات انجام شده در زمینه ارتباط نگهداری و کیفیت عبارت‌اند از [۱۲]:

۱. در مدیریت سنتی نگهداری به عنوان روشی هزینه‌زا در نهایت به عنوان یکی از زیرنظام‌های کم اهمیت تولید قلمداد شده است و تا سال‌های اخیر نقش آن در سودآوری مؤسسات آنچنان عیان نشده بود.
۲. نگهداری به عنوان بخشی از ارکان سازمان ارتباط‌های پیچیده‌ای با سایر بخش‌ها دارد.
۳. تعیین ورودی‌های بخش نگهداری دشوار به نظر می‌رسد و بنابراین، تعیین بهره‌وری این بخش نیز سخت‌تر می‌شود. همچنین، در مقایسه با بخش تولید، اندازه‌گیری و

کمی کردن خروجی بخش نگهداری و اثر آن بر کیفیت مشکل است. نگهداری، کیفیت و تولید سه رکن اساسی یک مؤسسه تولیدی محسوب می‌شوند. ارتباط بین این سه رکن در شکل ۱ مشخص شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، خروجی دوم تولید نگهداری است که خروجی آن موجب افزایش ظرفیت تولید می‌شود. همچنین، کیفیت محصول نهایی متأثر از فرایند تولید و کیفیت فعالیت‌های نگهداری است که این عوامل خود باعث اثرگذاری بر وضعیت تجهیزات می‌شوند. از سوی دیگر، به منظور دستیابی به شاخص اثربخشی کلی تجهیزات (OEE)^۱ مجموعه فعالیت‌های TPM بر حداقل ساختن شش مورد اساسی خسارت و خرابی تجهیزات تمرکز دارد که عبارت‌اند از: خطای تجهیزات، راه‌اندازی و تنظیم، بیکاری و توقف کوتاه کار، کاهش سرعت، نقص فرایند و کاهش بازدهی. OEE هر شش مورد را در بر می‌گیرد و بر مبنای روابط زیر قابل محاسبه است [۱۳ و ۱۴]:

$$OEE = \text{نرخ کیفیت} \times \text{کارایی عملکرد} \times \text{دسترسی}$$

به طوری که:

(زمان بیکاری - زمان کاری)

$$\frac{\text{دسترسی} = \text{زمان کاری}}{\text{زمان کاری}}$$

(قطعات تولیدی × زمان چرخه کاری نظری)

$$\frac{\text{کارایی عملکرد} = \text{زمان عملیاتی}^2}{\text{قطعات تولیدی} \times \text{زمان چرخه کاری نظری}}$$

(قطعات تولیدی ناقص - قطعات تولیدی)

$$\frac{\text{نرخ کیفیت} = \text{قطعات تولیدی}}{\text{قطعات تولیدی ناقص} - \text{قطعات تولیدی}}$$

(نرخ کیفیت × قطعات تولیدی × زمان چرخه کاری نظری)

$$\frac{\text{OEE} = \text{نرخ کیفیت} \times \text{کارایی عملکرد} \times \text{دسترسی}}{\text{زمان کاری}}$$

1. Overall Equipment Effectiveness

۲. زمان عملیاتی = زمان بیکاری - کل زمان کاری

زمان چرخه کاری نظری و زمان کاری در طول روز ثابت می‌مانند. بنابراین، OEE به‌طور مستقیم با تعداد قطعات تولید شده با کیفیت خوب مرتبط است. با افزایش دسترسی، کارایی عملکرد و مهم‌تر از همه با افزایش کیفیت، OEE افزایش می‌یابد. چنان‌که ملاحظه می‌شود، میزان دسترسی با کاهش زمان بیکاری افزایش می‌یابد. همچنین، کارایی عملکرد نیز با کاهش زمان چرخه کاری بهبود می‌یابد. به منظور بهبود نرخ کیفیت، حالت و وضعیت تجهیزات در زمان تولید محصولات با کیفیت بالا باید مشخص و تعریف شود. سپس یک سیاست نگهداری ویژه به منظور حفظ وضعیت مورد نظر باید مد نظر قرار گیرد و بدون شود. به این ترتیب، می‌توان حفظ حالت تجهیزات در وضعیت تولید بدون نقص^۱ را از اهداف برنامه نگهداری قلمداد کرد. ذکر این نکته مهم است که عوامل مختلفی می‌تواند بر شاخص اثربخشی کلی تجهیزات اثرگذار باشد. برای مثال، مطالعات نشان می‌دهد که طراحی و نصب تجهیزات و نیز نحوه کار و نگهداری آنها بر شاخص OEE اثرگذار است و بنابراین، می‌توان آن را به عنوان معیاری برای عملکرد تجهیزات مورد مطالعه قرار داد و کیفیت فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات را بر مبنای آن سنجید [۱۵].

براساس تحقیقات رابینسون و جیندر [۱۶] مشخص شد که بهبود شاخص OEE موجب افزایش ظرفیت مؤثر و افزایش ظرفیت مؤثر نیز باعث کاهش زمان انتظار و هزینه هر واحد از قطعات تولید شده می‌شود. مدل ارائه شده در شکل ۲ بیان‌کننده آن است که بهبود شاخص OEE موجب افزایش قابلیت‌های سازمان و در نتیجه، ایجاد مزیت‌های رقابتی در ابعاد مختلفی نظیر هزینه، کیفیت، ارائه محصول و انعطاف‌پذیری می‌شود. همچنین، مدل ناکاجیما [۵] که معرف چگونگی افزایش OEE توسط TPM است نیز در شکل ۲ گنجانده شده است. همان‌گونه که در روابط یاد شده مشخص شد، با افزایش میزان دسترسی، کارایی عملکرد و نرخ تولید محصولات با کیفیت، شاخص OEE بهبود می‌یابد. با توجه به شکل ۲، بهبود OEE موجب بهبود قابلیت‌های سازمان می‌شود. افزایش میزان دسترسی تجهیزات موجب کاهش نیاز به موجودی‌های حد نصاب یا بافر^۲ می‌شود که در پشتیبانی از

1. Zero defect

2. Buffer inventory

جریان پیوسته تولید و پیشگیری از توقف خط تولید مورد استفاده قرار گیرند. این امر موجب افزایش ظرفیت مؤثر تجهیزات می‌شود. تعویض سریع قطعات، افزایش ظرفیت و کاهش موجودی‌های حد نصاب موجب کاهش زمان انتظار می‌شود. کاهش زمان انتظار موجب بهبود موقعیت رقابتی سازمان از نظر ارائه محصول و انعطاف‌پذیری آن می‌شود و در این صورت ارائه محصولات متنوع تسهیل می‌شود. کاهش نیاز به موجودی‌های حد نصاب نیز مستقیماً موجب کاهش هزینه‌های موجودی می‌شود. ضمن اینکه افزایش ظرفیت مؤثر هم باعث ازدیاد تولید و کاهش هزینه واحد محصول می‌شود. از طرفی، افزایش کارایی عملکرد موجب کاهش نیاز به موجودی‌های حد نصاب می‌شود و ظرفیت مؤثر را افزایش می‌دهد. این عامل باعث سودآوری بیشتر ناشی از افزایش میزان دسترسی به تجهیزات می‌شود. افزایش نرخ محصولات با کیفیت نه تنها موجب کاهش موجودی‌های حد نصاب و افزایش ظرفیت مؤثر می‌شود، بلکه این افزایش به مفهوم کاهش ضایعات و دوباره کاری‌هاست که خود نه تنها باعث کاهش هزینه‌ها، بلکه نرخ بالاتری از کیفیت را نیز موجب می‌گردد.

شاخص OEE یکی از شاخص‌هایی است که به عنوان اندازه‌گیری عملکرد تجهیزات و سیستم نگهداری و تعمیرات مورد استفاده قرار می‌گیرد. معیارهای بسیاری از جمله شاخص‌های هزینه‌ای را نیز می‌توان برای سنجش عملکرد نگهداری تجهیزات به کار برد که از حوصله این مقاله خارج است. در اینجا تنها به ذکر یکی از جدیدترین آنها اشاره می‌شود که اخیراً به جای OEE مورد استفاده قرار گرفته است و «میانگین واحد محصول تولید شده بین سرویس‌های متوالی (MUBA)»^۱ نام دارد [۱۷]:

$$\text{MUBA} = \frac{\text{تعداد کل واحد های تولید شده محصول}}{\text{تعداد دفعات توقف تجهیزات}}$$

۳. نگهداری و قابلیت اطمینان

برنامه‌های نگهداری و سرمایه‌گذاری مجدد بر قابلیت اطمینان نظام تولید اثر گذارند. اگر طراحی عملیات در نظام تولید به خوبی انجام نشده باشد، اجرای برنامه‌های نگهداری تأثیری در نظام ندارد و موجب بهبود نمی‌شود. قابلیت اطمینان کلی نظام تولید هم وابسته به قابلیت اطمینان جزء جزء نظام و هم وابسته به سازماندهی اجزای مورد نظر است. در زمینه مباحث قابلیت اطمینان و نگهداری، منابع متعددی وجود دارد که در آنها فنون مختلفی برای ارزیابی نظام‌های پیچیده، ارائه سیاست‌های بهینه نگهداری، محاسبه تعداد دفعات بازرسی و نگهداری پیشگیرانه و غیره مورد مطالعه قرار گرفته‌اند [۱۸].

۴. عوامل اجرایی مؤثر بر نتایج TPM

در زمینه عوامل مؤثر بر اجرای موفقیت آمیز TPM، کارانانت و سایرین [۱۹] هشت قدم عمده را پیشنهاد کرده‌اند که در شکل ۳ نشان داده شده‌اند. همان‌گونه که مشخص است، برخی از روش‌های معروف کیفیت نقش مهم و اساسی در اجرای TPM ایفا می‌کنند که از این نظر می‌توان آن را تأکیدی بر رابطه تنگاتنگ نگهداری و کیفیت قلمداد کرد.

پیشینه تحقیق

تجربه حاصل از تحقیقات انجام شده در زمینه اجرای برنامه‌های نگهداری حاکی از آن است که تلفیق TPM با سایر برنامه‌های مدیریت و کیفیت تولید می‌تواند موجب افزایش عملکرد و در نهایت، رقابت پذیری شود. در این زمینه می‌توان به نتایج تحقیقات افرادی چون کوری و سدان [۲۰]، دیوید [۲۱]، جاستس و هلمز [۲۲]، ماگارد و رایس [۲۳] و ویلمت [۲۴] اشاره کرد. عمده مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که TPM بیشتر با روش‌هایی نظیر مدیریت کیفیت فراگیر (TQM)، تولید سلولی (CM) ^۱ و نظام تولید بهنگام

(JIT) تلفیق شده است [۲۵]. با تلفیق روش‌های مذکور، مشکلات عمده‌ای را می‌توان در سطح سازمان‌های تولیدی به طور مستمر حل کرد. اگر روش‌های مورد نظر به‌طور مناسب انتخاب و به خوبی با یکدیگر تلفیق شوند، آثار برجای مانده از آنها در اجزای نظام تولید بیان‌کننده توانایی هر یک از آنها خواهد بود.

مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد که امروزه هیچ یک از فنون و نظام‌های کیفیت به تنهایی قادر به توسعه فرایندهای تحت کنترل تولید در سازمان‌ها نیستند. حتی اگر مؤسسه‌ای در به‌کارگیری نظام‌هایی نظیر کنترل کیفیت فراگیر (TQC) یا TPM به موفقیت‌هایی در زمینه مزیت‌های رقابتی دست یافته باشد، هیچ‌گاه با بهره‌گیری از سایر روش‌های بهبود عملکرد و کیفیت دچار ضرر و زیان نخواهد شد، بلکه این امر موجب حفظ دستاوردهای قبلی و حرکت در جهت رشد و تعالی آن مؤسسه خواهد شد.

مدل‌های تلفیقی

TPM و TQM

TQM به عنوان روشی برای بهبود مستمر، همه سطوح یک سازمان را در بر می‌گیرد [۲۶]. همچنین، این روش می‌تواند شامل عناصری نظیر کنترل فرایند آماری (SPC)^۱، گروه‌های کاری خودگردان^۲، مدیریت موجودی و TPM باشد که همه عناصر مورد اشاره را در جهت دسترسی به هدف کیفیت فراگیر سازماندهی می‌کند [۲۷]. TQM کلیه فرایندهای سازمان را در بر می‌گیرد و سعی در بهبود آنها به کمک فنون ساده بهبود کیفیت دارد. در این میان، TPM می‌تواند وضعیت عملکرد را برای مشخص کردن کیفیت تجهیزات و حفظ و نگهداری آن تا تولید محصول با کیفیت توسط تجهیزات مورد نظر تعیین کند. از این نظر می‌توان TPM را به عنوان یکی از زیر شاخه‌های مهم TQM در نظر گرفت. فرایند TPM موجب افزایش قابلیت اطمینان تجهیزات، استمرار بیشتر فرایند و کاهش ضایعات می‌شود.

1. Statistical Process Control

2. Self-directed work teams

از موارد ضروری برای اجرای موفقیت آمیز برنامه های TPM و TQM مشارکت فعال کارکنان است. در حقیقت، قدرت چنین برنامه هایی وابسته به استفاده از دانش و تجربه همه کارکنان به منظور یافتن نظرها و پیشنهادهایی است که دستیابی به اهداف سازمان را تسهیل می سازند. هدف برنامه TPM کاهش ضایعات و استمرار فرایند تولید است. آنچه گفته شد، دقیقاً با اهداف بهبود فرایند در TQM مطابقت دارد.

در هر حال، چنین به نظر می رسد که TPM و TQM دارای شباهت های فراوانی هستند. برخی از این شباهت ها عبارت اند از: مشارکت کارکنان، کارکرد افقی و بهبود مستمر [۲۸]. همچنین، می توان TPM را به صورت کاربرد مباحث TQM در تجهیزات و کاهش توقفات تا حد صفر و حداقل زیان تولید در نظر گرفت [۲۹].

TPM، CM و JIT

TPM یک فلسفه مدیریت نگهداری ژاپنی است که اصول آن تطابق نزدیکی با اصول CM و JIT دارد، به طوری که تلفیق این دو با استفاده از TPM بهتر صورت می پذیرد [۳۰]. به دلیل آنکه CM و JIT عدم قابلیت فرایند تولید را به خوبی مشخص می کنند، بهتر آن است که برنامه های کیفیت و نگهداری به منظور دستیابی به سطح مناسبی از پایداری فرایند قبل از دو روش یاد شده یا همزمان با آنها به اجرا در آیند. در این صورت، دو روش مذکور را می توان در یک سطح پایدار و بالای کیفیت به منظور دستیابی به ضایعات حداقل مورد استفاده قرار داد. افزون بر این، در صورت اجرای اصول TPM، محیط سازمان به سطحی از آمادگی می رسد که در آن پذیرش تغییرات، مشارکت مدیریت و کارکنان، فراگیری مستمر، حل مشکلات، جمع آوری اطلاعات و کارهای گروهی تسهیل و شرایط برای اجرای CM و JIT مهیا می شود [۳۱].

TPM، JIT، TQM و مشارکت کارکنان (EI)^۱

TPM را می توان به عنوان بخشی از یک راهبرد تولید در مقیاس جهانی قلمداد کرد که روش هایی نظیر JIT، TQM و EI را نیز در بر می گیرد. به بیان بهتر، روش های مذکور به

1. Employee Involvement

همراه TPM از اجزای بسیار مهم تولید در مقیاس جهانی به شمار می‌روند [۹]. بنابراین، چنین فرض می‌شود که سازمان‌هایی که مجری TPM هستند نه تنها قادر به بهبود فعالیت‌های نگهداری خود هستند، بلکه توانایی بهبود عملکرد تولید (MP) را نیز دارند. در هر حال، با توجه به آنچه گفته شد، چنین به نظر می‌رسد که اجرای JIT و TQM برای ارزیابی بهتر TPM ضروری به نظر می‌رسد [۳۲].

TPM و TQC

هدف اصلی TQC طراحی، تولید و عرضه محصولات با کیفیت بالا به بازار بر مبنای یک تفکر کیفیتی پیشرفته [و بدون نقص و با طراحی مناسب] است. بنابراین، TQC مفهومی فراتر از تطابق با مشخصه‌ها دارد و ضمن دربرگیری کارکنان تولید، الگوی جدیدی را از تضمین کیفیت در سطوح اولیه فرایند ارائه می‌کند که با الگوی سنتی "تولید - نواقص - رفع نواقص" بسیار متفاوت است. استقبال روزافزون سازمان‌ها از اجرای TQC و تعداد رو به رشد مراکزی که آن را با موفقیت به اجرا در آورده‌اند، بیان‌کننده آن است که چنین فنی می‌تواند به سهولت توسط رقبا مورد استفاده قرار گیرد. این امر سبب می‌شود تا سازمان‌ها از دو شیوه عمده برای غلبه بر رقبا بهره بگیرند: ۱. داشتن هماهنگی بیشتر در زمینه ارزیابی، انتخاب و اجرای آن دسته از اصول TQC با فنون دیگر نظیر TPM به منظور ایجاد رقابت بیشتر. ۲. تلفیق TQC با فنون دیگر نظیر TPM تا آید بر نیاز به ایجاد بسترهای مشابه TQC برای تلفیق آن با فعالیت‌های جاری در سازمان‌هاست [۳۳]. در جدول ۱ وجوه تمایز روش‌های TQC و TPM مشخص شده است. با توجه به مقایسه انجام شده، چنین به نظر می‌رسد که تلفیق روش‌های یاد شده، راهبرد مؤثری در توانمند ساختن تولیدکنندگان برای استفاده بهتر از ظرفیت‌های موجودشان است.

TPM، TQC و JIT

تلفیق فنون یاد شده موجب ارتباط و ترکیب عوامل مهمی نظیر جریان مواد، چرخه

محصول و چرخه تجهیزات می‌شود. با توجه به آنچه گفته شد، برای هر یک از روش‌های مذکور یک فرایند منطقی مجزا و منحصر به فرد مطابق با شکل ۴ قابل تعریف خواهد بود. مدل ارائه شده در شکل ۴ کارکنان را قادر خواهد ساخت تا به سرعت فعالیت‌های خود را با فرایندهای تعیین شده تطبیق دهند و رابطه‌ای بین فعالیت‌های خود و دیگران برقرار سازند.

TPM، JIT و TQM

مک کونه و سایرین [۳۲] تحقیقی را در زمینه رابطه بین TPM و عملکرد تولید (MP) انجام داده‌اند که نتیجه آن در شکل ۵ ارائه شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، TPM اثری مثبت و قوی بر روی ابعاد مختلف MP می‌گذارد. این درحالی است که یک رابطه قوی و غیر مستقیم نیز بین TPM و MP از طریق JIT و TQM برقرار است.

TPM و مدل تعالی کسب و کار (BE) ^۱

TPM در هر یک از بخش‌های مدل اصلاح شده EFQM نقش‌های مستقیم و غیر مستقیم مهمی را ایفا می‌کند و ارتباط راهبردی بین TPM و هر یک از هشت فعالیت عمده توسعه در مدل اخیر مشاهده می‌شود (شکل ۶) که تلفیق آن دو را با هم توجیه می‌کند [۳۴]. همچنین، با توجه به شکل ۷، چگونگی ارتباط TPM با سایر راهبردهای کیفیت در دستیابی به اهداف BE مشخص می‌شود. برخی از مباحث TQM نظیر تعهد کارکنان، ارتباط خوب بین همه سطوح، تواناسازی کارکنان و بهبود تطبیقی ^۲ را می‌توان از موارد مشترک با TPM دانست. اصولاً TPM بر اثربخشی تجهیزات متمرکز است، در حالی که در TQM توجه فوق‌العاده‌ای به برنامه‌های تفصیلی نگهداری مطابق با نیازهای برنامه TPM نمی‌شود. با وجود این، همان‌گونه که قبلاً نیز بیان شد، اجرای TQM پیش از TPM، به دلیل صرفه‌جویی در زمان و نیروی لازم، مفید خواهد بود. در غیر این صورت، اگر TQM زودتر اجرا نشود، تلاش زیادی لازم است تا بسترسازی فرهنگی مناسبی در سازمان صورت پذیرد.

1. Business Excellence

2. Benchmarking

TPM و مدل LETQMEX

مدل برتری کیفیت "LETQMEX" تعداد چشمگیری از فنون مشهور مدیریت کیفیت را که با ترتیب مؤثری با یکدیگر مرتبط هستند، در بر می‌گیرد (شکل ۸). LETQMEX امکان بهبود مرحله‌ای را برای سازمان‌هایی که خود را موظف به جلب رضایت بهتر مشتریان از طریق TQM می‌دانند، فراهم می‌سازد. سازمان‌ها بسته به مرحله توسعه کیفیتی که در آن قرار دارند، می‌توانند از دیدگاه نظری وارد هر یک از شش مرحله تعریف شده شوند. اگرچه چنین به نظر می‌رسد که دستیابی به چرخه کامل مدل ممکن است چیزی حدود یک تا دو سال به طول بینجامد، ولی استفاده از مدل مورد نظر بسیار مؤثر و کارا قلمداد شده است. عامل مهم که در این مدل لحاظ شده، فرایند جلب رضایت مستمر مشتریان با توجه به تغییرات در نیازمندی‌های آنان است. در جدول ۲ فهرستی از موارد مهم بهبود در بخش‌های مختلف یک سازمان به همراه توانایی پاسخگویی شش جزء مدل معرفی شده، ارائه شده است. موارد بهبود به دو گروه نیازها (ن) و باید‌ها (ب) تقسیم شده‌اند که البته، ممکن است بین این دو گروه در برخی حالات رابطه‌ای نیز وجود داشته باشد. این جدول همچنین، می‌تواند به عنوان یک چک لیست برای ارزیابی سطوح بهبود مورد نیاز برای کل سازمان مورد استفاده قرار گیرد. همان‌گونه که مشخص شده است، شاخص‌های بهره‌وری نیز در هر مرحله از مدل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

بحث و نتیجه گیری

در این مقاله مدل‌های متفاوتی از تلفیق نظام نگهداری بهره‌ور فراگیر با فنون و نظام‌های کیفیت معرفی شد. با توجه به آنچه ارائه شد، چنین به نظر می‌رسد که هر نوع تلفیقی که در مورد فنون و نظام‌های یاد شده صورت پذیرد، موجب افزایش توانایی و قابلیت‌های سازمان‌ها می‌شود. برخی از مزیت‌های قابل انتظار عبارت‌اند از:

۱. فنون و نظام‌های مورد بررسی متمم یکدیگرند.
۲. تأثیر جانبی هر یک از روش‌ها بر تسریع در تأمین اهداف سایر روش‌ها. به طور مثال، تضمین کیفیت بهتر موجب پیشگیری از دوباره کاری‌ها، عقب افتادن کارها و هزینه‌های عدم تطابق می‌شود که دقیقاً با اهداف TQC منطبق هستند. از سوی دیگر،

موارد مذکور موجب کاهش فضای مورد نیاز و کاهش سطح موجودی می‌شوند و بنابراین، به تحقق اهداف JIT نیز کمک می‌کنند. به بیان دیگر، مزیت تلفیق روش‌ها موجب می‌شود تا به‌کارگیری روشی موجب افزایش قابلیت‌ها یا ترمیم کاستی‌ها و محدودیت‌های روش دیگر شود. پیاده‌سازی نظام TQC موجب تسهیل فعالیت‌های TPM می‌شود، همچنان که اجرای نظام TPM نیز موجب دسترسی سریع‌تر به اهداف TQC می‌گردد. به عنوان مثال، طراحی مونتاژ در توسعه محصول جدید که از روش‌های TQC است، موجب کاهش توقف کار تجهیزات خط مونتاژ می‌شود. از سوی دیگر، اجرای روش‌های نگهداری مثل ۵S موجب کاهش موارد نقص و دوباره کاری‌های ناشی از شرایط نامساعد تجهیزات می‌شود که این به نوبه خود کنترل فرایند را تسهیل می‌کند.

۳. شبیه‌سازی متقابل. به عنوان مثال، اگر اجرای TPM به خوبی صورت پذیرد، موجب افزایش میزان دسترسی و عملکرد تجهیزات می‌شود که اجرای JIT را تسهیل می‌سازد و بالعکس، کاهش موجودی‌ها به واسطه اجرای JIT موجب جبران کاستی‌های نظام TPM شده و انتشار سریع‌تر آن یاد می‌شود.

۴. بهره‌گیری از مباحث مشترک. فنون و نظام‌های یاد شده دارای مباحث مشترکی‌اند که می‌تواند موجب تسهیل آموزش و فراگیری آنها شود. این مباحث به‌طور مثال عبارت‌اند از:

الف. بهبود مستمر و رو به رشد؛

ب. ارتقای کار گروهی و همپوشی عملکردها؛

پ. ارتقای مشارکت کارکنان [از طریق نظام پیشنهادها]؛

ت. آموزش و فراگیری حین کار به منظور ارتقای سطح مهارت‌های کارکنان؛

ث. محول کردن نقش حمایتی بیشتر از کارکنان به سرکارگرا و سرپرستان؛

ج. شفاف‌تر شدن نقش کارکنان با شناخت بهتر تأمین‌کنندگان و مشتریان داخل سازمان.

با توجه به آنچه گفته شد، یک سازمان باید در مورد وضعیت خود و امکان ارتقای قابلیت‌های خود به‌طور جدی تصمیم بگیرد. این امر در نهایت، می‌تواند به انتخاب، توسعه و تلفیق فنون و نظام‌های متنوع و اثربخش کیفیت منجر شود. البته، از دیدگاه مدیران دو

مشکل اساسی در این زمینه وجود دارد: اول آنکه آنها چنین تصور می‌کنند که ممکن است در آن واحد با چند هدف متفاوت سروکار داشته باشند و نتوانند اولویتی برای اهداف مذکور تعیین کنند، چرا که اهداف به یک نسبت از اهمیت برخوردارند. دوم آنکه اغلب اولویت‌ها با یکدیگر متناقض‌اند و هماهنگ نیستند. همچنین، رسیدن به همه اهداف در یک زمان فراتر از ظرفیت کل سازمان از نظر منابع قابل دسترس آن است. به عنوان مثال، تردید مدیریت در اولویت دادن به استفاده از TPM یا TQC در حین تولید بر مبنای کنترل خروجی یا کنترل ورودی فرایند موجب می‌شود تا تلفیق این دو کمی دشوار به نظر برسد. نکته دیگری که مدیران بر آن تأکید می‌کنند آن است که به طور کلی، مشتریان طیف وسیعی از نیازهای مختلف را مد نظر دارند و پاسخگویی به همه نیازها در آن واحد کار بسیار مشکل و پیچیده‌ای است، مگر آنکه سازمان‌ها قابلیت‌های رقابتی خود را به گونه‌ای توسعه دهند که بتوانند مطابق با ترتیب مشخصی کالاها و خدمات را به مشتریان خود ارائه کنند و برای این منظور باید مطابق با ترتیب بندی مزبور، فعالیت‌های خود را اولویت‌بندی کنند. در هر حال، فنون و نظام‌های کیفیت دارای مشکلات متفاوت مخصوص به خود هستند، ولی هر کدام بنا به مقتضیات سازمان‌ها مورد نیازند. این در حالی است که بنا بر آنچه در این مقاله مورد بررسی قرار گرفت، اجرای هیچ یک از روش‌های یاد شده به تنهایی از اثربخشی مطلوب برخوردار نیست و تلفیق آنهاست که موجب تحول قابل توجه و فراتر از حد مطلوب در سازمان‌ها می‌شود.

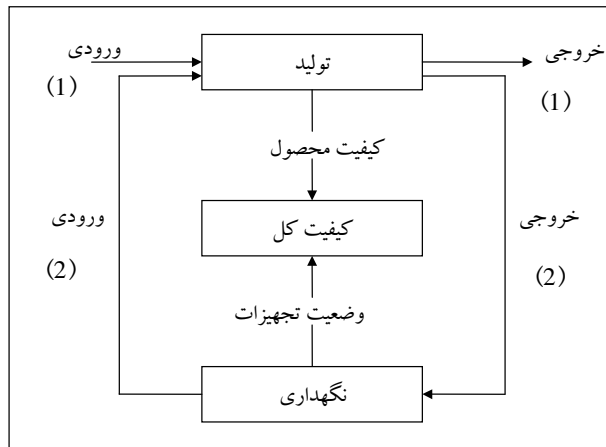
جدول ۱- مقایسه بین TPM و TQC [۳۳]

TPM	TQC	مورد
ادراک	برنامه ریزی	شرح وظایف در زمینه اجرای برنامه بهبود
کاهش هزینه	ایجاد ارزش افزوده	روش تضمین سود
پس از تولید	پیش از تولید	محدوده کنترل
نامشخص (درون‌گرا)	مشخص (برون‌گرا)	دورنمای عوامل مؤثر بر رقابت پذیری
دیدگاه عمیق	دورنمای گسترده	شناخت سازمان و فرایندهای آن
قیاسی	استقرایی	فرایندهای استدلال برای حل مشکلات
ورودی فرایند	خروجی فرایند	نقطه شروع برای بهبود فرایند

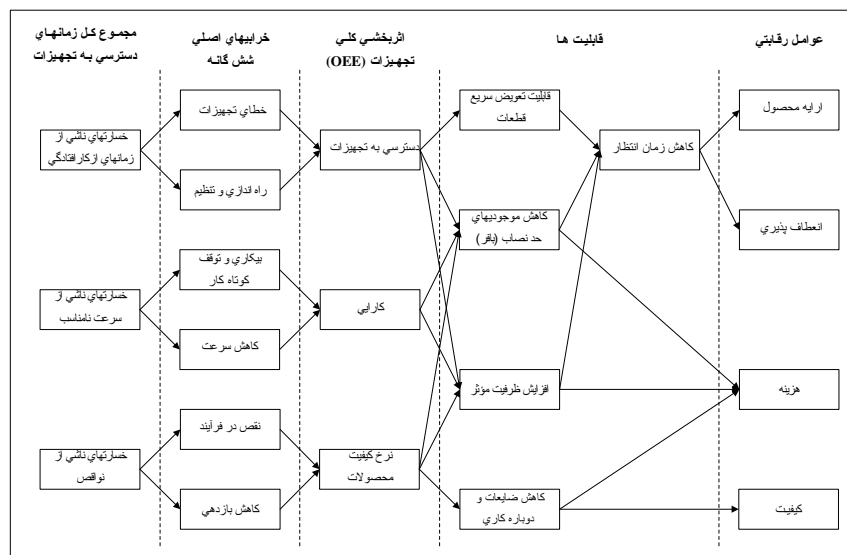
جدول ۲- تأثیر LETQMEX بر فرایند بهبود در سازمان [۳۵]

مورد	شرح بهبود	5 S	MPPC	QCC	ISO	TPM	TQM
ب۱	کاهش زمان تأخیر کالاها/خدمات (٪)	•	•	•		•	
ب۲	معرفی کالاها/خدمات جدید (به میزان دو برابر نرخ فعلی)	•	•	•			
ب۳	کاهش هزینه های تولید/خدمات (٪)			•	•	•	
ب۴	کاهش نیروی کار مازاد/پشتیبانی (٪)			•			
ب۵	کاهش شکایات مشتریان (٪)			•			
ن۱	تمیزی و پاکیزگی محل کار					•	
ن۲	قابلیت اطمینان کامل فرایند و تجهیزات			•		•	
ن۳	شفاف بودن، روز آمد بودن و استفاده درست از طراحی، بازرسی و مستندات			•			
ن۴	میزان اهمیت توسعه بهبود فرایند			•		•	
ن۵	میزان انعطاف پذیری نیروی کار			•			
ن۶	دستیابی همیشگی به کوتاه ترین زمان عملیاتی					•	
ن۷	تعهد به داشتن برنامه بهبود مستمر در کلیه موارد اندازه گیری عملکرد			•		•	
ن۸	تعهد فعال در زمینه آموزش، بازآموزی و کسب شایستگی در کلیه سطوح سازمان و مدیریت			•		•	
ن۹	اهمیت دادن به نظرها و ایده های کارکنان			•		•	
ن۱۰	باورمندی و التزام عملی به مستمر بودن تغییرات در خدمات			•		•	

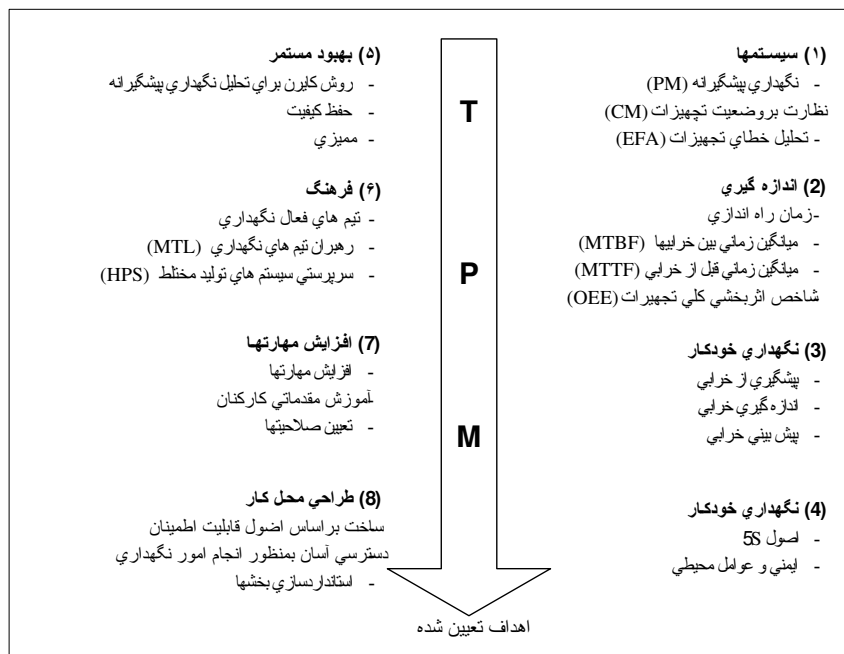
ب:باید ن:نیاز • اثر گذاری قابل توجه LETQMEX بر بایدها و نیازها



شکل ۱- ارتباط بین نگهداری، کیفیت و تولید [۱۲]

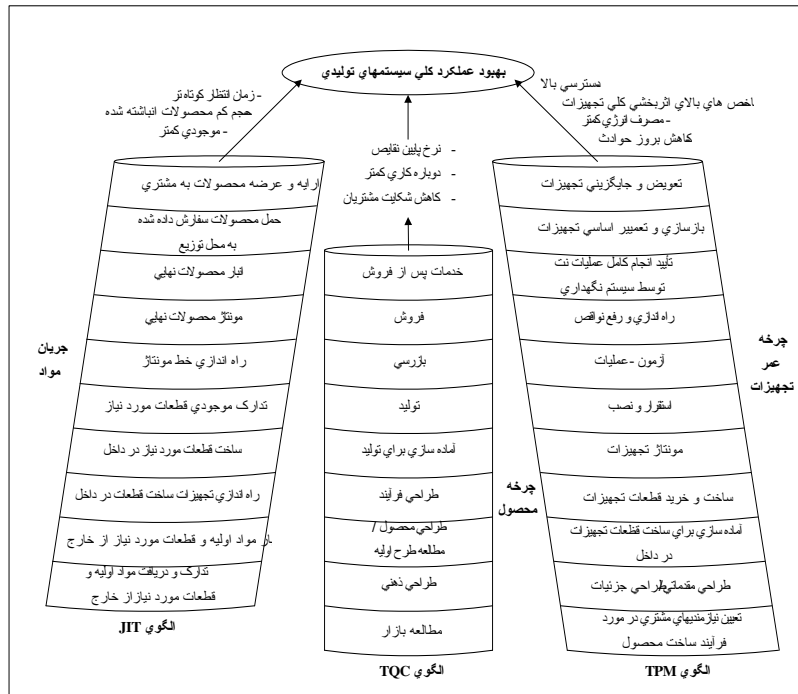


شکل ۲- تأثیر TPM بر رقابت پذیری (مدل اصلاحی ناکاجیما) [۳۱]

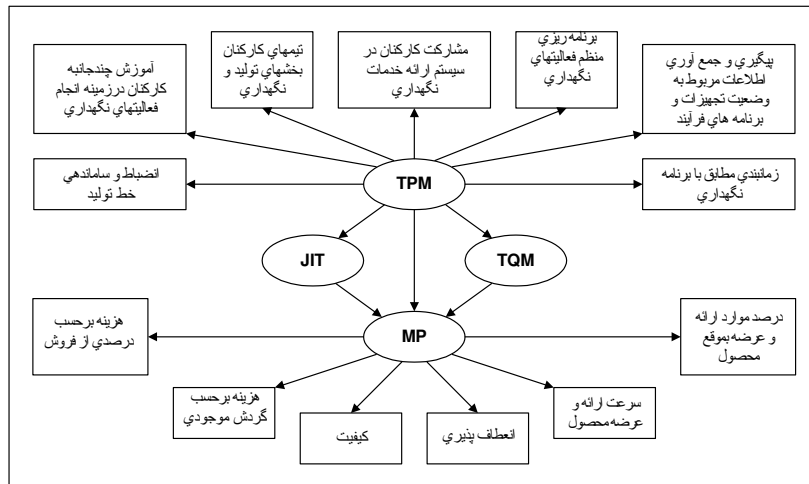


شکل ۳- هشت قدم راهبردی در راستای اجرای موفقیت آمیز TPM [۱۹]

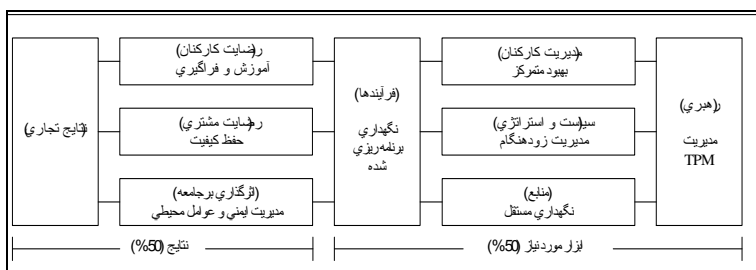
1. PM: Preventive Maintenance; CM: Condition Monitoring; EFA: Equipment Failure Analysis; MTBF: Mean Time Between Failures; MTTF: Mean Time To Repair; MTL: Maintenance Team Leaders; HPS: Hybrid Production Supervision



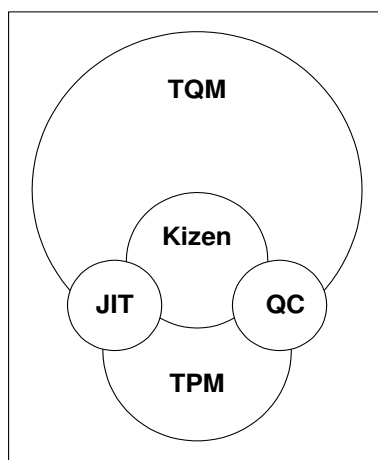
شکل ۴- چگونه تلفیق فنون JIT، TQC و TPM [۳۶]



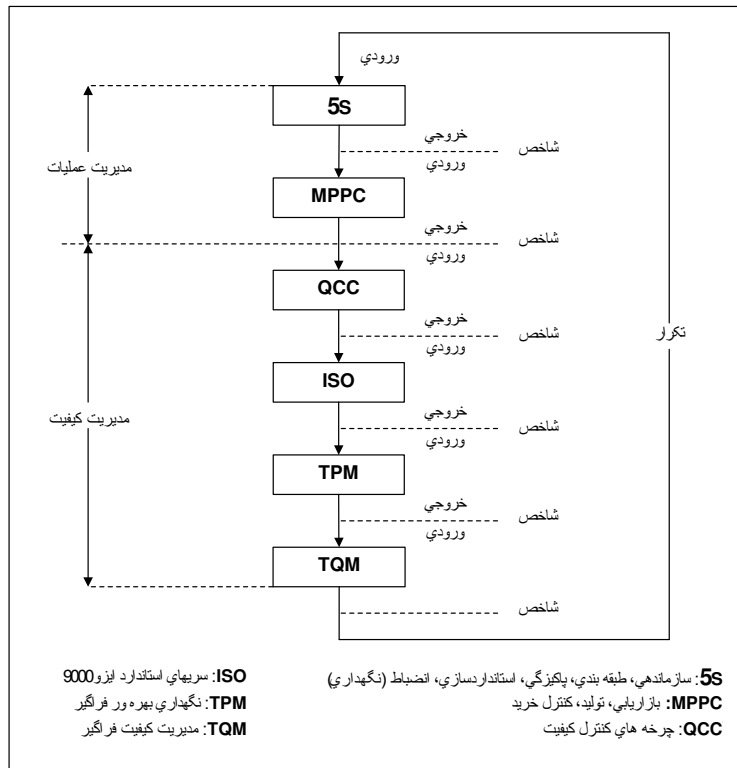
شکل ۵- ارتباط بین MP و TPM [۱]



شکل ۶- مدل اصلاح شده BE: ارتباط بین BE [۳۷] و TPM



شکل ۷- TPM و راهبردهای BE [۳۷]



شکل ۸- مدل اجرایی 1 LETQMEX [۳۵]

1 . 5S: Seiri. Seition, Seiso, Seiketsu, Shitsuke; MPPC: Marketing, Production, Purchacing Control; QCC: Quality Control Circles

مراجع

1. Eti, M.C., Ogaji, S.O.T. and Probert, S.D., "Strategic Maintenance-management in Nigerian Industries", *Applied Energy*, Vol.83, pp. 211–227, 2006.
2. DTI (Department of Trade and Industry), *Effective Maintenance: A Route to Increased Profitability*, Managing into the 90's Series, London, 1998.
3. Bamber, C.J., Sharp, J.M. and Hides, M.T., "Factors Affecting Successful Implementation of Total Productive Maintenance: A UK Manufacturing Case Study Perspective", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol.5, No.3, pp. 162-181, 1999.
4. Willmott, P. "TPM's Place in the Quality Scene", *Quality World*, November, pp. 762-765, 1994.
5. Nakajima, S., *Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)*, Productivity Press, Cambridge, MA. (Translated into English from the Original Text Published by the Japan Institute for Plant Maintenance, Tokyo, Japan, 1984), 1988.
6. Womack, J.P. and Jones, D.T., *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation*, Simon and Schuster Publications, New York, NY., 1996.
7. Ohno, T., *The Toyota Production System: Beyond Large Scale Production*, Productivity Press, Cambridge, MA., 1988.
8. Dale, B.G., *Managing Quality*, 2nd ed., Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ., 1994.
9. Schonberger, R.J., *World Class Manufacturing Casebook: Implementing JIT and TQC*, The Free Press, New York, NY., 1987.
10. Cheng, T.C.E. and Podolsky, S., *Just-in-Time Manufacturing: An Introduction*, 2nd ed., Chapman and Hall, London, 1996.
11. Sharp, J.M. and Kutuocuoglu, K.Y., "Striving for quality in Maintenance Within Manufacturing Organisations", *IFRIM 1997 Meeting Proceedings*, The Hong Kong Polytechnic University, 1997.
12. Ben-Daya, M. and Duffuaa, S.O., "Maintenance and quality: The Missing Link", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol.1, No.1, pp. 20-26, 1995.
13. Kwon, O. and Lee, H., "Calculation Methodology for Contributive Managerial Effect by OEE as a Result of TPM Activities", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol.10, No.4, pp. 263–272, 2004.
14. Eti, M.C., Ogaji, S.O.T. and Probert, S.D., "Implementing total productive maintenance in Nigerian manufacturing industries", *Applied Energy*, Vol.79, pp. 385–401, 2004.
15. Eti, M.C., Ogaji, S.O.T. and Probert, S.D., "Impact of Corporate Culture on Plant Maintenance in the Nigerian Electric-power Industry", *Applied Energy*, Vol.83, pp. 299–310, 2006.
16. Robinson, C.J., and Ginder, A.P., *Implementing TPM: The North American Experience*, Productivity Press, Portland, OR., 1995.
17. Chan, F.T.S., Lau, H.C.W., IP, R.W.L., Chan, H.K. and Kong, S., "Implementation of Total Productive Maintenance: A Case Study", *International*

- Journal of Production Economics, Vol. 95, pp. 71-94, 2005.
18. Brandolese, M., Franci, M. and Pozzetti, A., "Production and Maintenance Integrated Planning", International Journal of Production Research, Vol.34, No.7, pp. 2059-2075, 1996.
 19. Carannante, T., Haigh, R.H. and Morris, D.S., "Implementing Total Productive Maintenance: A Comparative Study of the UK and Japanese Foundry Industries", Total Quality Management, Vol.7, No.6, pp. 605-611, 1996.
 20. Currie, W.L. and Seddon, J.M., "Managing AMT in a Just-in-time Environment in the UK and Japan", British Journal of Management, Vol.3, pp. 123-136, 1992.
 21. David, A.T., "Japan's new Advantage: Total Productive Maintenance", Quality Progress, Vol.28, No.3, pp.121-123, 1995.
 22. Jostes, R.S. and Helms, M.M., "Total Productive Maintenance and its Link to Total Quality Management", Work Study, Vol.43, No.7, pp.18-20, 1994.
 23. Maggard, B.N. and Rhyne, D.M., "Total Productive Maintenance: A Timely Integration of Production and Maintenance", Production and Inventory Management Journal, Vol.33, No.4, pp.6-10, 1992.
 24. Willmott, P., "Total Quality with Teeth", The TQM Magazine, Vol.6, No.4, pp. 48-50, 1994.
 25. McCarthy, D., "Total Productive Maintenance: An Agent of Change", Works Management, April, pp. 14-15, 1995.
 26. Tammi, N. and Gershon, M., "A Tool for Assessing Industry TQM Practice Versus the Deming Philosophy", Production and Inventory Management Journal, Vol.36, No.1, pp. 27-32, 1995.
 27. Benson, T., "The Gestalt of Total Quality Management", Industry Week, July, pp. 38- 41, 1991.
 28. Hansson, J. and Backlund, F., "Managing Commitment: Increasing the Odds for Successful Implementation of TQM, TPM or RCM", International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 20, No. 9, pp. 993-1008, 2003.
 29. Seth, D. and Tripathi, D., "Relationship between TQM and TPM Implementation factors and Business Performance of Manufacturing Industry in Indian Context", International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 22, No. 3, pp. 256-277, 2005.
 30. Marsh, R.F. and Meredith, J.R., "Changes in Performance Measures on the Factory Floor", Production and Inventory Management Journal, Vol.39, No.1, pp. 36-40, 1998.
 31. Park, K.S. and Han, S.W., "TPM: Total Productive Maintenance: Impact on Competitiveness and a Framework for Successful Implementation", Human Factors and Ergonomics in Manufacturing, Vol.11, No.4, pp. 321-338, 2001.
 32. McKone, K.E., Schroeder, R.G. and Cua, K.O., "The Impact of Total productive Maintenance Practices on Manufacturing Performance", Journal of Operations Management, Vol.19, pp. 39-58, 2001.
 33. Miyake, D.I. and Enkawa, T., "Matching the Promotion of Total Quality Control and Total Productive Maintenance: An Emerging Pattern for the Nurturing of Well-balanced Manufacturers", Total Quality Management, Vol.10, No.2, pp. 243-269, 1999.
 34. Suzuki, T., TPM in Process Industries, Productivity Press, Portland, OR., 1994.
 35. Ho, S.K.M. and Fung, Ch.K.H., "Developing a TQM Excellence Model", The TQM Magazine, Vol. 6, No. 6, pp. 24-30, 1994.

36. Miyake, D.I., Enkawa, T. and Fleury, A.C.C., "Improving Manufacturing Systems Performance by Complementary Application of Just-in-time, Total Quality control and total Productive Maintenance Paradigms", Total Quality Management, Vol.6, No.4, pp. 345-363, 1995.
37. Alhassan, Kh., Chan, J.F.L. and Metcalfe, A., "The Role of Total Productive Maintenance in Business Excellence", Total Quality Management, Vol.11, No. 4/5&6, S596-S601, 2000.

(تاریخ دریافت مقاله: ۸۴/۳/۱۷)

