Conceptual review and analysis of the relationship between Total Productive Maintenance (TPM) and Reliability Based Maintenance (RCM)

Mehdi Khosroniya[1] *
PhD student in Industrial Engineering-Quality and Productivity, Faculty of Management and Industrial Engineering, Malik Ashtar University of Technology, Tehran

Gholamhossein Soleimani Shiri[2]
PhD in Industrial Management, Allameh Tabatabai University, Tehran

Abstract
Maintenance and repairs are an important issue that must be considered during the design and construction of a system. Pervasive Productive Maintenance (TPM) and Reliability Focused Maintenance (RCM) both have their own concepts and principles as a maintenance strategy to influence system performance and reliability. Therefore, in this research, the relationship between TPM and RCM is studied. Based on this, in this article, several magazines, books and articles were analyzed in order to recount relevant information such as definitions, concepts and the principle and implementation of both strategies. The conceptual method of Nasi's four elements of conceptual analysis was used. The result of the study shows that TPM started in 1970 while RCM started in the 1960s, but the foundation of TPM and RCM started in the 1950s with breakdown maintenance (BM). TPM is essentially about eliminating failure through daily activities involving the entire workforce, while the concept of RCM is to improve equipment reliability. TPM aims to achieve zero breakdowns, defects and incidents while RCM is based on maintaining functions. Although both use different tools, both are connected through lean tools and can increase product quality and equipment reliability, increase safety and increase profits.

Keywords: Maintenance, Total Productive Maintenance (TPM), Reliability Based Maintenance (RCM)

[1] Mehdikhosronia61@gmail.com
[2]G.soleimani@atu.ac.ir

بررسی و تحلیل مفهومی رابطه نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM) و نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان (RCM)

مهدی خسرونیا[1]*

دانشجوی دکتری مهندسی صنایع-کیفیت و بهره وری، دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران

غلامحسین سلیمانی شیری[2]

دکتری مدیریت صنعتی، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران

چکیده

نگهداری و تعمیرات موضوع مهمی است که باید در طول طراحی و ساخت یا ایجاد یک سیستم مورد توجه قرار گیرد. نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM) و نگهداری و تعمیرات متمرکز بر قابلیت اطمینان (RCM) هر دو مفاهیم و اصول خاص خود را به عنوان یک استراتژی نگهداری و تعمیرات برای تأثیرگذاری بر عملکرد و قابلیت اطمینان سیستم دارند. بنابراین در این تحقیق رابطه TPM و RCM مورد مطالعه قرار می گیرد . بر این اساس در این مقاله به تجزیه و تحلیل چندین مجله، کتاب و مقاله پرداخته شد تا اطلاعات مرتبط مانند تعاریف، مفاهیم و اصل و اجرای هر دو استراتژی بازگو گردد. روش مفهومی چهار عنصر تحلیل مفهومی Nasi مورد استفاده قرار گرفت . نتیجه مطالعه نشان می‌دهد که TPM در سال ۱۹۷۰ شروع شده بود در حالی که RCM در دهه ۱۹۶۰ شروع شد، اما پایه و اساس TPM و RCM در دهه ۱۹۵۰ با نگهداری و تعمیرات خرابی (BM) آغاز شد. TPM اساساً در مورد از بین بردن شکست از طریق فعالیت های روزانه شامل کل نیروی کار است در حالی که مفهوم RCM بهبود قابلیت اطمینان تجهیزات است. هدف TPM دستیابی به خرابی، نقص و حادثه صفر است در حالی که RCM مبتنی بر حفظ عملکردها است. اگرچه هر دو از ابزارهای مختلف استفاده می‌کنند اما هر دو از طریق ابزار ناب با هم مرتبط هستند و می‌توانند کیفیت محصول و قابلیت اطمینان تجهیزات را افزایش داده و موجب افزایش ایمنی و افزایش سود شوند .

کلمات کلیدی: نگهداری و تعمیرات، نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر(TPM)، نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان(RCM)

۱-مقدمه

مهندسی نگهداری و قابلیت اطمینان عمدتا در طول ۵۰ سال گذشته پدیدار شده است. این زمینه در چند دهه اخیر گام‌های بلندی برداشته شده و همچنان پتانسیل رشد طراحی را برای بهبود کارایی سیستم تولید دارد. تئوری‌های بسیاری در ۵ دهه گذشته توسعه‌یافته اند ، اما دو نظریه تاثیرگذار عبارتند از : نگهداری و تعمیرات متمرکز بر قابلیت اطمینان که در دهه ۱۹۷۰ در بخش هوانوردی ایالات‌متحده توسعه یافت، و نگهداری و تعمیر بهره‌ور فراگیر که از ژاپن پدید آمد (هنگ و ایپ[3]، ۲۰۰۶). در کنار تغییرات سریع تکنولوژی و رقابت در بین صنایع، سازمان ها، استراتژی ها و سیاست های مختلفی را برای افزایش بهره وری و کاهش هزینه ها به کار می گیرند. امروزه شرکت ها باید با رقابت از سراسر جهان روبرو شوند. نگهداری و تعمیر یکی از سیاست هایی است که برای کاهش هزینه ها، افزایش بهره وری و ادامه رقابت جهانی استفاده می شود. بسیاری از استراتژی های نگهداری در طول سال ها توسعه یافته اند. نگهداری و تعمیر نقش مهمی در سیستم تولید ایفا می کند زیرا بزرگترین هزینه قابل کنترل است و وضعیت موجود چالشی را برای مدیریت های پیشرو در ارزیابی مجدد استراتژی های نگهداری و تعمیر و تلاش های تصمیم گیری برای درک سیاست های مختلف نگهداری و تعمیرات برای

[1] Mehdikhosronia61@gmail.com- ORCID Code: 0009-0008-5052-8416
[2] G.soleimani@atu.ac.ir
[3] Hong and Ip

نگهداری بهتر دارایی ها نشان می دهد. بنابراین، کارایی سیستم های نگهداری می تواند بر سود یک کارخانه تأثیر بگذارد. بنابراین، انتخاب سیاست های نگهداری مناسب برای هر شرکت تولیدی حیاتی است. یک سازمان می تواند به میزان زیادی در زمان، پول و منابع مفید در تعامل داشتن با قابلیت اطمینان، قابلیت نگهداری و عملکرد صرفه جویی کند. یک شرکت می‌تواند از نگهداری و تعمیر بهره‌ور فراگیر (TPM[1]) که یک رویکرد نوآورانه برای نگهداری و تعمیر و بهینه‌سازی کارایی تجهیزات، رفع عیوب و ارتقای نگهداری و تعمیر مستقل بین اپراتورها، از طریق فعالیت‌های روزانه که شامل کل نیروی کار است، استفاده کند (پینتو و همکاران[2]، ۲۰۱۶). به گفته لیکه[3] (۲۰۰۰)، TPM رویکردی است که کارکنان از بخش نگهداری و تعمیر و بخش تولید تا مدیریت تجهیزات را درگیر می کند . نگهداری و تعمیر مستقل توسط فعالیت های اپراتورها و گروه کوچک در هر بخش و در هر سطح می باشد. تمام پیشرفت ها باید استاندارد شده و حفظ شوند زیرا TPM بهبود مستمری است که بر تجهیزات و تولید تمرکز دارد.

مفاهیم نگهداری و تعمیر مانند قابلیت اطمینان (RCM[4]) ، با موفقیت در فرآیند صنعت برای کاهش اقدامات نگهداری و تعمیر پیشگیرانه غیر ضروری و ارائه یک برنامه نگهداری و تعمیر سیستماتیک و کارآمد به کار گرفته شده است. RCM سیستماتیک ترین و کارآمدترین فرآیند برای پرداختن به یک رویکرد برنامه ای کلی برای بهینه سازی نگهداری و تعمیر کارخانه و تجهیزات است. نیازهای فرآیند نگهداری و تعمیر تجهیزات کارخانه را می توان با رویکرد RCM بهتر برطرف کرد. حالت شکست و تجزیه و تحلیل اثرات (FMEA) به شناسایی تمام علل احتمالی خرابی با ارجاع خاص به مولفه سیستم ها و زیر سیستم ها کمک می کند (گوپتا و مشرا[5]، ۲۰۱۶؛ یکلوند[6]، ۲۰۰۳) .RCM تکنیکی برای اولویت بندی استراتژی نگهداری و تعمیر به شیوه ای سیستماتیک و منطقی است. هدف اصلی RCM حفظ توابع است (چپرا و همکاران[7]، ۲۰۱۴). رقابت در سراسر جهان به مواردی از جمله مقررات زدایی، توسعه فنی، افزایش تجارت جهانی، بین المللی شدن و اصول جدید برای سازمان و مدیریت وابسته است. این مقاله بر تحلیل مفهومی TPM و RCM، شباهت‌ها و تفاوت‌های بین هر دو استراتژی تمرکز دارد. رابطه بین TPM و RCM به سازمان ها کمک می کند تا فرآیند پیاده سازی آن ها را ساده کنند. تجزیه و تحلیل این یافته‌ها مبنایی برای توصیه‌ها و راهنمایی‌ها برای سازمان‌هایی است که قصد پیاده‌سازی TPM و RCM را دارند. بنابراین، اجرای موفقیت آمیز هر دو قابل دستیابی است (آزید و همکاران[8]، ۲۰۱۹).

۲-مرور ادبیات

۲-۱-نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان (RCM)

RCM روشی برای تعیین برنامه نگهداری صحیح برای دارایی های و روشی ساختار یافته است که با درک عملکردهای انجام شده توسط دارایی های فیزیکی و عملکرد مورد نیاز آنها در یک زمینه عملیاتی خاص شروع می شود. سپس ماهیت خرابی های احتمالی تجهیزات و پیامدهای مرتبط را بررسی می کند. اقدامات نگهداری و تعمیرات قابل اجرا و موثر برای جلوگیری از نحوه خرابی و پیامدهای آن مورد نظر است. اگر نگهداری و تعمیرات از خرابی جلوگیری نکند، گزینه های دیگری مانند طراحی مجدد، رفع عیوب اجزا، تغییر رویه های عملیاتی یا اجرای بهتر کار در نگهداری و تعمیرات دنبال می شود.

۲-۱-۱-جنبه های اصلی RCM

RCM اساساً با روش های فعلی برنامه ریزی فعالیت های نگهداری و تعمیرات متفاوت است. این امر مستلزم تغییرات نسبت به روش‌های قبلی و غالباً ریشه‌دار در مورد نگهداری و تعمیرات است.

- **توابع و استانداردهای عملکرد**

1 Total Productive Maintenance
2 Pinto
3 Lycke
4 Reliability Centered Maintenance
5 Gupta and Mishra
6 Backlund
7 Chopra
8 Azid

تجزیه و تحلیل RCM با تعریف عملکردها و استانداردهای عملکردی که برای دستیابی به اهداف تجاری مورد انتظار یا مورد نیاز است، آغاز می شود. این مرحله هر دو دیدگاه عملیات و طراحی را درگیر می کند و می تواند کاملاً آشکار باشد.RCM رویکردی از بالا به پایین دارد که الزامات نگهداری و تعمیر را به اهداف تجاری مرتبط می کند. نگهداری و تعمیر باید عملکرد ، کارایی و قابلیت اطمینان مورد نیاز برای برآورده کردن الزامات عملیاتی را حفظ و بازیابی کند. نگهداری تجهیزات تا حداکثر توانایی آنها نه ضروری و نه مقرون به صرفه است. از سوی دیگر، اگر سطوح ذاتی عملکرد، کارایی و قابلیت اطمینان کمتر از آنچه مورد نیاز است باشد، هیچ اقدام نگهداری و تعمیر موفقیت آمیز نخواهد بود و تنها گزینه تغییر محیط عملیاتی یا طراحی مجدد فرآیند یا تجهیزات است.

- **درک شکست**

از دست دادن عملکرد مبنایی برای انجام تحلیل حالت‌ها و اثرات شکست (FMEA[1]) است که اجازه درک ماهیت خرابی‌ها را می‌دهد. تجزیه و تحلیل شکست توسط خطوط هوایی یونایتد در دهه ۱۹۶۰ نشان داد که تصورات رایج در مورد منحنی خم گودالی ، مبنای ناکافی برای نگهداری فراهم می کند. این تحلیل نشان داد که تنها ۱۱ درصد از خرابی ها ممکن است از حدود دوره عملیاتی بهره مند شوند. خرابی های باقیمانده نمی توانند از تعمیر یا تعویض با فاصله ثابت بهره مند شوند. بخش قابل‌توجهی از خرابی‌ها پنهان هستند و برای اطمینان از در دسترس بودن تجهیزات و کاهش احتمال خرابی‌های متعدد، باید شناسایی خرابی انجام شود (نولان و هیپ[2]، ۱۹۸۷).

- **پیشگیری از عواقب**

تمرکز RCM بر جلوگیری از خرابی همه تجهیزات نیست، بلکه بر جلوگیری از عواقب خرابی تمرکز دارد. ماهیت و شدت پیامدهای خرابی اقدامات نگهداری و تعمیر را توجیه می کند. فقدان پیامدهای عمده همچنین مبنایی را برای انجام هیچ گونه نگهداری و تعمیر برنامه ریزی شده یا اجرای برنامه ریزی شده تا شکست فراهم می کند. اگرچه نگهداری و تعمیر نمی تواند از همه خرابی ها جلوگیری کند، اما می تواند با جلوگیری از خرابی تجهیزات، تشخیص خرابی اولیه یا کشف خرابی های پنهان، پیامدهای خرابی را محدود کند.

- **انواع اقدامات نگهداری و تعمیرات**

RCM بر خلاف برخی از فلسفه‌های نگهداری و تعمیر که رویکردهای منحصربه‌فردی مانند نگهداری و تعمیر مبتنی بر شرایط یا پیش‌گیرانه را ترویج می‌کنند، دیدگاهی جامع از اقدامات نگهداری دارد. جدول (۱) روش جامعی را برای دسته بندی انواع وظایف نگهداری که می توان انجام داد را نشان می دهد. نگهداری و تعمیر برنامه ریزی شده نه تنها شامل اقدامات کنشگرایانه/پیشگیرانه - تعویض تعمیر با زمان ، رسیدگی و شرایط هدایت شده - بلکه همچنین اقدامات حفاظتی (وظایف یافتن خطا) برای خرابی های پنهان و حتی خرابی در مواردی است که عواقب خرابی قابل قبولی وجود دارد. خرابی های برنامه ریزی نشده باید باعث ارزیابی و تجزیه و تحلیل شود، به ویژه در مواردی که عواقب آن شدید است. در طول تجزیه و تحلیل RCM، تجزیه و تحلیل درخت منطقی (LTA[3]) به تصمیم گیری در مورد وظایف قابل اجرا و موثر کمک می کند. اقدامات پیش‌فرض، مانند طراحی مجدد، حذف عیوب تولید یا روش‌های عملیاتی خاص، در مواردی در نظر گرفته می‌شوند که نگهداری و تعمیر نتواند نتیجه قابل قبولی ارائه دهد.

جدول (۱). انواع اقدامات نگهداری و تعمیر

بدون برنامه ریزی	نگهداری و تعمیر اصلاحی	وظایف تعمیر و تجزیه و تحلیل خرابی
برنامه ریزی شده	نگهداری و تعمیر برنامه ریزی نشده	وظایف تعمیر اجرا تا خرابی
	نگهداری حفاظتی	وظایف یافتن خرابی (برای خرابی های پنهان)
	نگهداری کنشگرایانه/پیشگیرانه	وظایف تعمیر/تعویض زمان‌دار
		وظایف مبتنی بر شرایط

[1] Failure Mode and Effect Analysis
[2] Nowlan and Heap
[3] Logic tree analysis

- **نقش طراحی، عملیات و نگهداری**

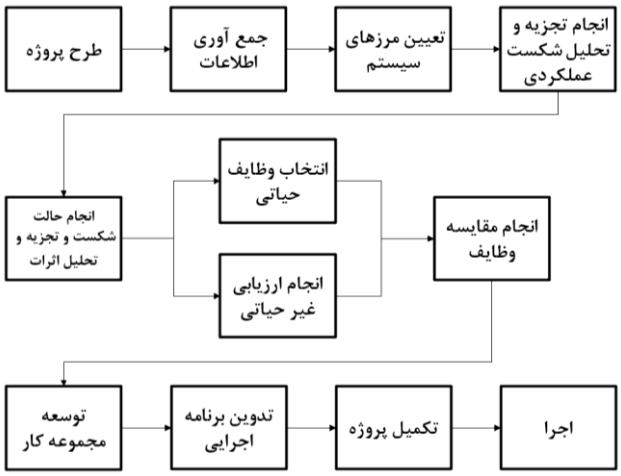
مسئولیت تعیین نگهداری و تعمیر به طور سنتی بر عهده سازنده تجهیزات یا برنامه ریزان نگهداری و تعمیر اختصاصی جدا از طراحان، اپراتورها و نگهداری می باشد. بنابراین تعجب آور نیست که بسیاری از برنامه های نگهداری و تعمیر ماهیت ناکارآمد یا محافظه کارانه دارند. RCM در تمام مراحل فرآیند به شدت به تخصص و تجربه طراحی، عملیات و نگهداری و تعمیر متکی است. موفقیت تجزیه و تحلیل RCM معمولاً به طور مستقیم با مقدار ورودی از این گروه ها و خرید حاصل از آن مرتبط است.

۲-۱-۲-فرآیند RCM

از نظر فرآیندهای نگهداری و تعمیر، RCM در مرحله فرآیند برنامه نگهداری و تعمیر قرار می گیرد. چهار مرحله اصلی برای انجام تجزیه و تحلیل RCM به همراه یک جزء برنامه زنده برای بررسی و بهبود مستمر وجود دارد. چهار مرحله به صورت متوالی انجام می شود و شامل موارد زیر است:

- تعریف و انتخاب سیستم ها برای تحلیل
- انجام تجزیه و تحلیل حالت ها و اثرات خرابی (FMEA)
- تعیین رویکرد نگهداری
- توسعه بسته وظایف و پیاده سازی

دوازده مرحله زیر بر اساس رویکرد کارآمد است و در شکل (۱) نشان داده شده. تفاوت عمده در تجزیه و تحلیل بحرانی در جایی رخ می دهد که در آن حالت های شکست ترکیب می شوند و به طور جداگانه تجزیه و تحلیل نمی شوند.



شکل (۱). مراحل در فرآیند RCM

۲-۲-نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر

یک شرکت می‌تواند از نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر که یک رویکرد نوآورانه برای نگهداری و تعمیرات و بهینه‌سازی کارایی تجهیزات، حذف شکست‌ها و ارتقای نگهداری و تعمیرات مستقل بین اپراتورها، از طریق فعالیت‌های روزانه که شامل کل نیروی کار است استفاده کند (بهادری، ۲۰۰۰). نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر یک رویکرد مدیریت تولیدی در کلاس جهانی است که به دنبال بهینه‌سازی بمنظور اثربخشی در تجهیزات تولیدی است، به عبارت دیگر به دنبال مشارکت در همه سطوح و کارکردها در فرآیند به حداکثر رساندن اثربخشی کلی تجهیزات تولیدی است (شیروس[1]، ۱۹۹۵). اجرای نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر شرایطی را برای سازمان‌ها فراهم می‌کند تا با تلفیق فرهنگ ، فرآیند و فن‌آوری، سطح تولید خود را به طور اساسی تغییر دهند. نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر در

[1] Shirose

اصل توسط ژاپنی‌ها از استراتژی‌های نگهداری پیشگیرانه (PM[1]) که بیش از ۳۰ سال پیش در ایالات‌متحده استفاده می‌شد، توسعه یافت. هدف برنامه نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر افزایش تولید و بهبود رضایت شغلی و اخلاقی کارکنان است (آزید، ۲۰۱۸).

- ❖ نگهداری و تعمیرات: نگهداری کارخانه و تجهیزات در شرایط کاری خوب.
- ❖ بهره‌ور : این به معنای عدم فعالیت هدر رفته یا تولید کالا و خدماتی است که از انتظارات مشتری فراتر می‌رود.
- ❖ فراگیر : مشارکت همه کارکنان.

این راهبرد نگهداری کلی است که پیشگیری از نگهداری و تعمیرات ، بهبود نگهداری و تعمیرات و نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه را با هدف نهایی جلوگیری از اتلاف در طول فرآیند تولید پوشش می‌دهد. TPM یک سیاست خاص نگهداری نیست ، یک فرهنگ، یک فلسفه و یک نگرش جدید نسبت به نگهداری برای افزایش عملکرد تولید از طریق بهبود سیستم تولید است. TPM شامل جنبه‌های زیر است (نکاجیما[2]، ۱۹۸۹؛ سوزوکی[3]، ۱۹۹۲؛ بامبر و همکاران[4]، ۱۹۹۹)

بیشینه کردن اثربخشی تجهیزات از طریق بهینه‌سازی دسترس‌پذیری تجهیزات، عملکرد، کارایی و کیفیت محصول.

- ایجاد یک راهبرد نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه برای کل چرخه عمر تجهیزات.
- پوشش تمامی بخش‌ها و واحدها مانند بخش‌های برنامه‌ریزی، اداری و نگهداری و تعمیرات.
- شامل تمامی کارکنان از مدیریت ارشد گرفته تا کارگران سطوح پایین‌تر.
- ارتقا نگهداری و تعمیرات بهبود یافته از طریق فعالیت‌های مستقل گروه‌های کوچک.

برنامه هشت بخشی TPM راه را برای برنامه‌ریزی عالی ، سازماندهی، نظارت و کنترل اقدامات هموار می‌کنند و در اجرا از کاهش هزینه‌های نگهداری ، کاهش وقفه تولید و خرابی و افزایش بهره‌وری نیروی کار پشتیبانی می‌کند. این هشت بخش TPM شامل تعمیر و نگهداری مستقل، نگهداری متمرکز، نگهداری برنامه‌ریزی‌شده، نگهداری کیفیت، آموزش و یادگیری، TPM اداری، مدیریت توسعه و ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست هستند (براگلیا و همکاران[5]، ۲۰۱۹). افزایش بهره‌وری و اجتناب از تلفات حاصل از اجرای استراتژیک هشت قسمت TPM براساس داده‌های شکست و سپس تحلیل علت ریشه‌ای برای بهبود هدف انجام می‌شود.

از طرفی دیگر پایین بودن تعهد مدیران منجر به تخریب ساختار تثبیت‌شده می‌شود. عوامل اصلی که به‌طور مستقیم بر کاهش الگوی TPM در شرکت‌ها توسط افراد واحدهای تولید و نگهداری و تعمیرات تاثیر می‌گذارد.

- افزایش ریتم روزانه تولید با همان تیم
- فقدان زمان برای نگهداری خودمختار
- یک اپراتور بیش از یک ماشین را در یک زمان تحت فشار کاری قرار می‌دهد .
- به اپراتورها این ایده داده می شود که باید با حذف برخی از مراحل یکپارچه سازی تولید اجرای TPM را به روشی سریع انجام دهند.
- فقدان آموزش شخصی (نه تنها فنی بلکه مدیریتی)
- عدم پی‌گیری پیشرفت برنامه و ارزیابی آن
- اهدافی که به دست نمی‌آیند و بدون توضیح باقی می‌مانند
- ناآگاهی اپراتورها از تکامل برنامه TPM
- رهبری قدرتمند به پایان می‌رسد
- کاهش سرمایه‌گذاری بدون معیارهای مشخص برای اپراتورها و افراد واحد نگهداری

بسیاری از مزایای نامشهود را می‌توان با استفاده از TPM بدست آورد. این امر امکان بهبود تصویر سازمان را فراهم می‌کند که امکان افزایش سفارشات را کاهش می‌دهد . به لطف عملکرد نگهداری و تعمیرات خودکار ، اپراتورها به طور مستقیم مسئول نگهداری و تعمیر

[1] Preventive maintenance
[2] Nakahjima
[3] Suzuki
[4] Bamber
[5] Braglia

ماشین‌ها و تجهیزات بدون نیاز به یاداوری کردن به آن ها در شرایط عملیاتی هستند. نگهداری و تعمیرات خودکار در کاهش حجم کار تکنسین کمک خواهد کرد. این رویه از طریق توانمندسازی، آموزش و شناخت کافی ، انگیزه در نیروی کار ارتقا می‌یابد در نتیجه مشارکت کارکنان در تحقق اهداف سازمانی افزایش می‌یابد. مزایای دیگر شامل تغییرات مطلوب در نگرش اپراتورها، دستیابی به اهداف توسط کار گروهی و به اشتراک گذاری دانش و تجربه است. نتیجه اهداف اصلی TPM این است که اپراتورها نسبت به مهارت‌ها و توانایی‌های خود اعتماد جدیدی کسب می‌کنند و از سوی دیگر سازمان‌ها نقش اساسی کارکنان در دستیابی به اهداف عملکرد را شناسایی می‌کنند (دوسنباج[1]، ۲۰۰۶). همانطور که توسط موسسه نگهداری و تعمیرات کارخانه ژاپن مشاهده و پیشنهاد شد، رویکرد TPM بمنظور بهبود عملکرد تولیدی بروی افزایش قابل‌توجه بهره‌وری نیروی کار، کاهش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات، کاهش وقفه و خرابی‌ها پایه‌گذاری شده است (براگلیا و همکاران، ۲۰۱۹). همچنین مککن و همکاران[2] (۲۰۰۱) اشاره کردند که پیاده‌سازی TPM می‌تواند در شش فعالیت اصلی سازماندهی شود: آموزش، طراحی اولیه تجهیزات، طراحی اولیه محصول،گروه‌های بهبود دهنده متمرکز، فعالیت‌های پشتیبانی گروهی، نگهداری و تعمیرات مستقل و برنامه‌ریزی شده.

۲-۳-رابطه TPM و RCM

رابطه بین روش‌های TPM و RCM ، امکان ایجاد یک راهکار از عملکرد اپراتور خبره و تعامل با ماشین‌ها و دستگاه‌ها با هدف رسیدن به عیوب صفر را فراهم می‌کند (پالومینو-والز و همکاران[3]، ۲۰۲۰). کلید موفقیت TPM، توسعه عملکرد تعمیر و نگهداری خودکار (AM[4]) است ، که به سرمایه انسانی در میان اپراتورهای پشتیبانی شده توسط مهندسان برای انجام فعالیت‌های ساده نگهداری روزانه، به غیر از تعمیرات برنامه‌ریزی‌شده اشاره دارد (مین و همکاران[5]، ۲۰۱۱). رویکرد RCM به ما اجازه می‌دهد تا این قابلیت دسترسی را بهبود بخشیم و در نتیجه عملکرد را از طریق تجزیه و تحلیل خرابی و اثرات به حداکثر برسانیم تا توسعه نگهداری پیشگیرانه ارزیابی شود (کارلسن[6]، ۲۰۱۴)، نتیجه موجب بهبود در دسترس بودن تجهیزات و کاهش هزینه نگهداری است . کاربرد TPM ، به ویژه بر فعالیت‌های پیشگیرانه ساده مانند تمیز کردن، روغن‌کاری، تنظیم اجزا و رسیدگی تمرکز دارد. با استفاده از RCM ، یک سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات و هدایت پذیری جدید برای ماشین یا دستگاه مورد مطالعه را می‌توان ایجاد کرد (مسکوس و همکاران[7]، ۲۰۱۹).

RCM و TPM برای تشخیص و جلوگیری از مشکلات بالقوه نیازمند بخش‌های نگهداری و تعمیرات و تولید هستند. اهداف نگهداری و تعمیرات با نیازهای تولید مانند کاهش زمان تولید و افزایش انعطاف‌پذیری هم‌راستا هستند (آشیری[8]، ۲۰۰۷). در حالی که شاخص عملکرد کلی اثربخشی تجهیزات (OEE[9]) را به حداکثر می رسانند. از طرفی دیگر TPM یکپارچگی بین شیوه های تولید و نگهداری و همچنین بهبود منظم و مستمر را ارتقا می دهد (هانسن و همکاران[10]، ۲۰۰۳). چندین نویسنده موافق هستند که TPM یک روش بهبود است که بمنظور بهینه‌سازی قابلیت اطمینان و قابلیت دسترسی تجهیزات از طریق توانمندسازی و مشارکت فعال تمامی کارکنان درگیر در کارهای تولیدی و نگهداری و تعمیرات طراحی شده‌است. علاوه بر این، به دنبال حذف شش تلفات اصلی تجهیزات (خرابی تجهیزات، تنظیم ماشین، خرابی جزئی، کاهش سرعت عملیاتی ، نقص فرآیند و اتلاف زمان) است (ماسکوس و همکاران، ۲۰۱۹).

در نگاه کلی‌تر TPM عمدتا یک رویکرد جامع برای نگهداری و تعمیرات محسوب می‌شود که می‌تواند در کل سازمان اعمال شود. برعکس ، RCM به عنوان یک تکنیک خاص تلقی می‌شود که می‌تواند در یک سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات یکپارچه گنجانده شود (فراسر و همکاران[11]، ۲۰۱۱؛ فراسر و همکاران، ۲۰۱۵). به طور دقیق‌تر، TPM روشی است که می‌تواند بخشی از سیستم مدیریت عملیات یک سازمان باشد. این روش به صورت هم افزایی و موثر فعالیت اپراتور را با کارهای برنامه‌ریزی شده و نگهداری و تعمیرات

---

[1] Dossenbach
[2] McKone
[3] Palomino-Valles
[4] Autonomous Maintenance
[5] Min
[6] Carlson
[7] Moscoso
[8] Ashayeri
[9] Overall Equipment Effectiveness
[10] Hansson
[11] Fraser

ترکیب می‌کند، در حالی که جنبه‌های ایمنی، انرژی ، مواد و کیفیت را در نظر می‌گیرد. TPM به عنوان یک روش بهبود جامع یکپارچه مناسب‌تر است، در حالی که RCM بر روی تجهیزات خاص برای کاربردهای حیاتی ، پیچیده و پیشرفته تمرکز می‌کند (براگلیا و همکاران، ۲۰۱۹). فراسر و همکاران (۲۰۱۱) اشاره کردند که یک رویکرد جامع مانند TPM که نیازمند مشارکت و پشتیبانی کل سازمان و مدیریت آن است، ممکن است برای پیاده‌سازی و بهره‌برداری از RCM مفید باشد. این دیدگاه با نظر موکاشی و همکاران[1] (۲۰۲۰) همسو است که بیان کردند TPM می‌تواند پیاده‌سازی RCM را تسهیل کند. همانطور که هانسون و همکاران (۲۰۰۳) تایید کردند، RCM مسائل سازمانی و اهمیت رسیدگی به عوامل ناملموس را نادیده می‌گیرد که باعث دشواری معرفی روش خود به سازمان می‌شود. بنابراین TPM می‌تواند از RCM پشتیبانی کند. همچنین شایان به ذکر است که TPM و RCM با ارائه نگهداری و تعمیرات موثر و کارآمد، نیازهای مدیریت کیفیت کل را برآورده می‌کنند.

RCM یک روش دقیق دارد که امکان درک عمیق از تجهیزات و فرآیندها را فراهم می‌کند. برعکس، اگرچه TPM روش‌شناسی خاصی ندارد ، اصول آن بر مسائل سازمانی و مدیریتی که ممکن است در RCM پنهان باشند، تاکید می‌کند. به گونه‌ای که در پیاده‌سازی رویکرد استاندارد TPM، با استفاده از اصول RCM برای تعریف جنبه‌های دقیق مانند زمان و تعداد دفعات فعالیت و وظایف لازم در کل سازمان صورت می‌گیرد (براگلیا و همکاران، ۲۰۱۹). یک جنبه قابل‌توجه دیگر که براساس آن TPM و RCM می‌توانند مکمل تلقی شوند، مسئله تنوع در بازه‌های شکست است (موکاشی و همکاران، ۲۰۰۲). به طور دقیق‌تر، در حالی که RCM استفاده از شرایط و pm را در هر جایی که امکان پذیر است توصیه می‌کند، TPM تلاش می‌کند تا فواصل شکست را تثبیت کند که فعالیت‌های زیر را ارتقا دهد که نگهداری و تعمیرات مستقل را شامل می‌شود:

- ایجاد شرایط اساسی از طریق تمیز کردن ، روغن‌کاری و سفت کردن
- آشکار کردن ناهنجاری‌ها و احیای زوال
- شفاف سازی شرایط عملیاتی و رعایت شرایط استفاده؛
- حذف یا کنترل منابع آلودگی عمده که موجب زوال سریع می‌شوند
- تنظیم استانداردهای کنترل و روانکاری روزانه.
- معرفی کنترل بصری تا حد ممکن .

بنابراین، لازم است یک برنامه موثر pm ایجاد شود که به اثربخشی بالایی در تجهیزات دست یافت. RCM کلیدی در این مفهوم است. در واقع، وظایف مختلف در چارچوب pm باید با هدف حفظ عملکرد سیستم با توجه به دانش عمیق از شکست باشد. علاوه بر این، روش RCM قطعاً برای کارایی کلی سازمان مفید خواهد بود، زیرا روند pm (نگهداری پیشگیرانه) را برای موفقیت TPM افزایش می‌دهد (بن-دایا[2]، ۲۰۰۰). به‌طور خاص ، TPM از پذیرش ابزارهای تحلیل و ارزیابی که امکان شناسایی رابطه علت و معلولی را فراهم می‌کند سود می‌برد. این ابزارها یا روش‌ها به متخصص کمک می‌کنند تا کل سیستم را برجسته کند تا محرک‌های با هزینه بالا و ماهیت مشکلات خاص را شناسایی کند که منجر به اصلاح بهبود سیستم می‌شود. در این راستا یک روش ممکن شامل توصیف سیستم در شرایط عملکردی از طریق توسعه یک نمودار جامع جریان کارکردی یعنی با استفاده از یک FMECA است (بلنچارد[3]، ۱۹۹۷). در حالی که مدل‌ها، رویکردها و چارچوب‌های متعددی برای مدیریت فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات در دسترس هستند ، RCM و TPM در میان مطالعات و پیاده‌سازی بیشتر هستند. با این حال، ما باید در نظر بگیریم که RCM و TPM به طور معمول به عنوان جهان‌های مجزا تلقی می‌شوند . به این معنا که آن‌ها معمولاً روش‌های مستقل و جایگزین محسوب می‌شوند تا به‌طور بالقوه در توالی اجرا شوند. در واقع، ادغام بین RCM و TPM می‌تواند به مزایای متعددی مانند بهبودها در ایمنی، اثرات زیست‌محیطی، اثرات تولید، کاهش خرابی‌های ناشی از نگهداری و تعمیرات بیش از حد، بهبود برنامه نگهداری و تعمیرات و هزینه‌های مرتبط، آگاهی از تجهیزات و کاهش وابستگی فنی به تولید کنندگان منجر شود زیرا ضعف یک مدل به طور بالقوه با قدرت مدل دیگر کاهش می‌یابد . به عبارت دیگر ، RCM و TPM می‌توانند روش‌های مکمل در نظر گرفته شوند (هیپکین و دی-کک[4]، ۲۰۰۰). ادبیات مطالعاتی را بازگو می‌کند که روش‌های ممکن برای

[1] Mokashi
[2] Ben-Daya
[3] Blanchard
[4] Hipkin and de Cock

ادغام اصول RCM و TPM به نظر می‌رسد بسیار محدود باشند. در نهایت، همانند برخی مطالعات نظری، نتایج ممکن است با ترکیب مناسب دو راهبرد نگهداری و تعمیرات افزایش یابد. به همین دلیل ، ما تصمیم گرفتیم که اصول متعددی را از روش‌های TPM و RCM ترکیب کنیم. به طور خلاصه، نتیجه تحلیل مفهومی که از طریق مرور ادبیات صورت گرفت در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول (۲). ارتباط TPM و RCM از طریق ویژگی‌های مختلف

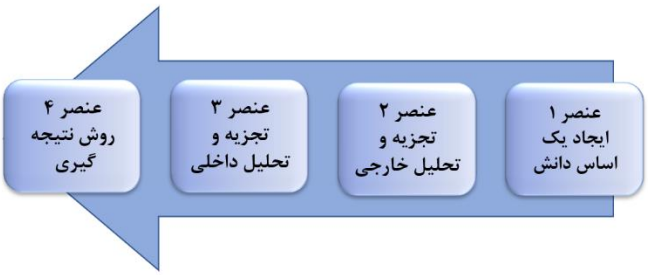
ویژگی‌ها	TPM	RCM
تاریخچه	• مفهوم TPM اولین بار در سال ۱۹۷۰ معرفی شد • براساس مفاهیم و روش‌های نگهداری و تعمیرات تولیدی توسعه داده شد.	• تاسیس در دهه ۱۹۶۰ • در ابتدا بمنظور حفظ هواپیماها و توسط صنعت هواپیماسازی ، دولت و خطوط هوایی استفاده می‌شد
نگرش	• ترویج نگهداری و تعمیرات خودمختار • از بین بردن خطا در فعالیت‌های روزمره شامل کل کار نیرو • بهینه کردن کارایی تجهیزات • شکست صفر	• شناسایی تعمیرات پیشگیرانه موثر و کارآمد • بهبود قابلیت اطمینان تجهیزات
اهداف	• خرابی صفر • حوادث صفر	• حفظ کارکردها
نمای فرایندی	• کاهش تاخیر در فرآیند • بهبود جریان فرآیند	• ارتباط قابلیت اطمینان سیستم با فرآیند نگهداری و تعمیرات سیستم • تحلیل شکست تجهیزات • ارزیابی پیامدهای هر شکست
روش	• درک هشت ستون TPM ، شش زیان	• انتخاب بهترین اقدام نگهداری و تعمیرات برای اطمینان از این که سطح کلی مطلوب عملکرد سیستم برآورده شود
ابزار	• نگهداری و تعمیرات خودمختار • 5s • OEE • JIT • LMC • SMED	• FMEA • FMECA • PHA • FTA • OMF • تحلیل HAZOP
بخش‌بندی	• نگهداری و تعمیرات • خدمات • تولید (صنایع بزرگ کارخانه‌ای) • فرایند	• نگهداری و تعمیرات • خدمات • تولید
مزایا	• کاهش تاخیر و تلفات از کارافتادگی • کاهش تلفات سرعت • کاهش نیروی انسانی کل • TPM ذخیره انرژی بهتر و بیشتر را تضمین می‌کند • اثربخشی سودمندی بیشتر	• بهبود قابلیت اطمینان سیستم • ایمنی بیشتر و یکپارچگی محیطی • بهبود عملکرد عملیاتی • اثربخشی سودمندی بیشتر • انگیزه بیشتر افراد

۳-روش شناسی

این تحقیق از روش تحلیل مفهومی چهار عنصر تحلیل مفهوم ناسی[1] منتشر شده توسط نیوپنن[2] (۲۰۱۱) برای مطالعه تحلیل مفهومی TPM و RCM و بررسی روابط TPM و RCM استفاده می کند. مجلات منتشر شده از چندین نویسنده مرتبط با این موضوع در سال های مختلف مورد مطالعه قرار گرفتند. در ادامه، روش پیمایش برای انتخاب تکنیک پیمایش مناسب برای بررسی رابطه TPM و RCM با توجه به کاربرد واقعی در صنعت مورد مطالعه قرار گرفته است.

۳-۱-روش تحلیل مفهومی

در تحلیل مفهومی ناسی، چهار عنصر در مدل وجود دارد که در شکل (۲) نشان داده شده است. عنصر اول ایجاد یک اساس دانش، عنصر دوم تجزیه و تحلیل بیرونی، به دنبال آن تحلیل درونی و عنصر آخر نتیجه گیری است.



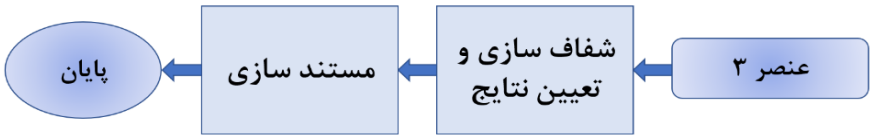
شکل (۲). چهار عنصر ناسی در تحلیل مفهوم

- عنصر ۱: ایجاد یک اساس دانش. ابتدا تمام اطلاعات مربوط به تحقیقات مربوطه و نتایج آن در مورد TPM و RCM جمع آوری شد. اطلاعات رایج در مورد شجره نامه، تعریف، هدف و هدف اجرای TPM و RCM در ادبیات جمع آوری شد. ادبیات فقط به مجلات، کتاب ها و مقالات نویسنده های مختلف محدود شده بود. در این روش به دو بخش TPM و RCM تقسیم می شود.
- عنصر ۲: تجزیه و تحلیل خارجی. عنصر ۲ شامل تمایز و تعیین حدود مفاهیم مورد مطالعه از مفاهیم مافوق آنها و سایر مفاهیم مرتبط است، به این معنی که تمام مفهوم TPM و RCM از ادبیات متمایز شده است. این عنصر بر جداسازی و درک مفهوم TPM و RCM متمرکز شده است. مروری بر تحقیقات قبلی در مورد TPM و RCM انجام شد. تمام اطلاعات عنصر ۱ مانند تعریف، تاریخچه، هدف، اجرا و تمام اصولی که قبلاً در مقاله ذکر شده است، متمایز شده و ویژگی بررسی می شود. سپس داده ها از هر منظر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. این عنصر همچنین برای TPM و RCM اعمال می شود همانطور که در بخش مرور ادبیات هر دو رویکرد به صورت منحصر به فرد بررسی شدند.
- عنصر ۳: تجزیه و تحلیل داخلی. مفاهیم بین TPM و RCM در نظریه های مختلف تجزیه و تحلیل شده و مفاهیم به بخش‌های خود تجزیه می‌شوند. این عنصر تجزیه و تحلیل مجدد و ترکیب تمام تحقیقاتی که هم TPM و هم RCM را مورد بحث قرار می‌دهد تا بین اصطلاحات مورد بحث تمایز قائل شود. نویسنده پیوند بین TPM و RCM را مورد بحث قرار داد. عنصر ۲ تنها بر روی نمای TPM و نمای RCM به صورت جداگانه از انواع مختلف ادبیات متمرکز است، اما در عنصر ۳، تمرکز بیشتر بر روی رابطه بین TPM و RCM است همانطور که قبلا در مقاله در مورد ارتباط بین مفاهیم TPM و RCM توضیحات ارائه گشت ، در شکل ۳ تجسم شده است، ورودی عنصر ۲ به مراحل تجزیه و تحلیل مجدد در عنصر ۳ برای ارائه ورودی عنصر ۴ کمک می کند.

[1] Nasi
[2] Nuopponen

شکل (۳). عنصر ۳ (تحلیل داخلی)

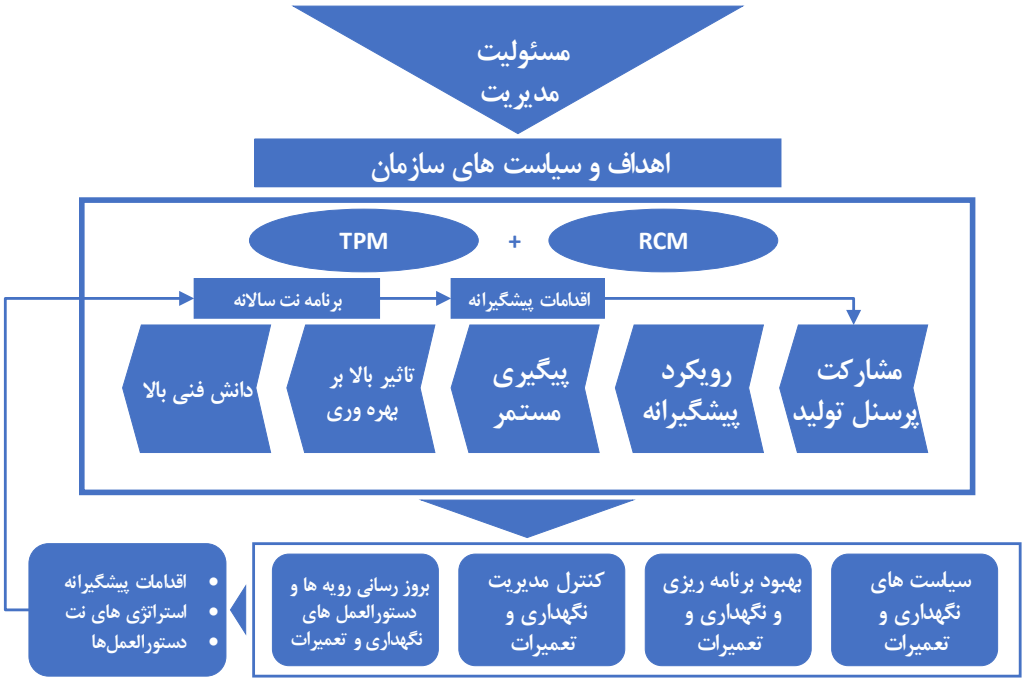
- عنصر ۴: روش نتیجه گیری. در نهایت، روش نتیجه گیری در مورد تحلیل مفهومی TPM و RCM. در این مرحله راه حل هایی برای مسائل مفهومی ارائه می شود. راه حل ها می تواند یا اصلاح یا پذیرش مفاهیم قدیمی و یا حتی شکل دادن به مفاهیم جدید باشد، در این مقاله با بررسی TPM و RCM به ارائه یک رویکرد مفهومی دربرگیرنده ویژگی‌های آنها پرداخت شد که در ادامه بیان شده است. و سپس، در این عنصر باید مستندات ارائه شوند همانطور که در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل (۴). عنصر ۴ (روش نتیجه گیری)

۳-۲-ارائه رویکرد پیشنهادی

مدل پیشنهادی دو روش همسو با نگهداری در صنعت تولید، TPM و RCM را در بر می‌گیرد. از جنبه نظری TPM شامل هشت بخش است و RCM به ده مرحله تقسیم می‌شود. از آنجا که هر سازمان منابع متفاوتی دارد، پیشنهاد ارائه‌شده در این مقاله از دو اصل TPM، نگهداری و تعمیرات خودمختار و برنامه‌ریزی‌شده و روش‌های کلی RCM استفاده می‌کند. ادغام این اصول در شکل (۵) مشاهده می‌شود.



شکل (۵). رویکرد پیشنهادی TPM و RCM

۳-۳-مفهوم سازی

PM اطلاعات تاریخی لازم برای ایجاد اقدامات خاص مورد نیاز برای هر قطعه تجهیزات را اولویت‌بندی می‌کند به طوری که زمان‌های نگهداری مناسب برقرار شود، فعالیت‌های پیشگیرانه خاص برای تجهیزات با زوال بالا تعریف می‌شوند و وظایف نگهداری پیشگیرانه براساس حساسیت و پیچیدگی تجهیزات انجام می‌شوند. RCM شکست‌های بالقوه هر سیستم را از طریق معیارهایی مانند تحلیل شکست، تعیین اقدامات پیشگیرانه (برنامه آموزشی، اصلاح، رویه‌ها) مشاوره، دستورالعمل‌ها و تعهدات تعیین می‌کند که به برنامه نگهداری و تعمیرات سالانه فعلی شرکت اضافه خواهد شد. سطوح مورد بررسی برای مطالعه مربوطه در مراحل RCM شناسایی و تعیین شدند که در شکل ۶ قابل مشاهده است .

شکل (۶). مراحل RCM

در RCM، مرحله اول، انتخاب صحیح شاخص‌ها و وزن‌های مربوطه برای هر کدام می‌باشد که برای شناخت ارزش آن‌ها قبل از انجام مطالعه، استفاده از نتایج پیشنهاد و اندازه‌گیری اثربخشی کلی آن‌ها ضروری است. فاز دوم به منابع اطلاعاتی اشاره دارد که باید ارزیابی شوند (مانند تاریخچه شکست، اطلاعات ارائه‌شده توسط پرسنل نگهداری و نمودارهای تولید و عملکردی موجود در آن زمینه). در مرحله سوم، حالات (علل) خطاهای موجود در فاز قبلی تعیین می‌شوند. در مرحله چهارم، اقدامات پیشگیرانه اتخاذ شده باید مربوط به اهمیت خطا باشد تا از آن اجتناب شود. در نهایت، در مرحله آخر، اقدامات پیشگیرانه تعریف‌شده در مرحله قبل باید اجرا شود و نتایج آن‌ها باید مورد حسابرسی قرار گیرد.

۳-۴-شاخص ها

برای دستیابی به پیگیری صحیح این پیشنهاد، شاخص‌های سنجش پیشرفت (میانگین زمان تعمیر (MTTR[1])، نرخ پیشرفت نگهداری پیشگیرانه، نرخ کار تعمیر اصلاحی، قابلیت اطمینان، قابلیت دسترسی، شاخص کارایی RCM) باید ایجاد شوند. هنگامی که دستگاه بحرانی که این مدل به آن اعمال خواهد شد، تعریف شد، شناسایی ترکیب آن یعنی تجهیزات و اجزای آن ضروری است. برای تعریف اینکه کدام مولفه‌ها روند RCM را دریافت خواهند کرد و کدام یک روند TPM را دریافت خواهند کرد، دو معیار هزینه و حساسیت می‌تواند تاثیر گذار باشد، اگر یک مولفه بسیار گران مهم در نظر گرفته شود ، RCM باید به‌کار رود. در غیر این صورت، این مولفه با روش TPM بررسی خواهد شد. بر این اساس، هر دو فرآیند برای حفظ هدف اصلی طراحی می‌شوند. شکل ۷ مراحل TPM را نشان می‌دهد.

[1] Mean time to repair

شکل (۷). مراحل TPM

فاز اولیه ملاحظات اولیه را ارائه می‌دهد که باید قبل از پیاده‌سازی پیشنهاد در نظر گرفته شود. در مرحله اجرا، وظایف لازم براساس برنامه TPM تثبیت‌شده اجرا شوند. در نهایت، در مرحله پی‌گیری، مشاهدات حسابرسی داخلی برای بهبود برنامه فهرست می‌شوند. بنابراین، توالی پیاده‌سازی بر اساس مراحل زیر ارائه گردد:

۱) فاز اولیه

- تشکیل تیم کار: اول ، تیم کار باید تعریف شود. مهندس ارشد پروژه باید منصوب شود و تعداد و نوع تکنسین‌های نگهداری و تعمیرات مورد نیاز برای انجام کار برنامه‌ریزی‌شده باید تصمیم‌گیری شود.
- آموزش کارکنان: مذاکرات و جلسات برای توضیح روش و آنچه که انتظار می‌رود از طریق آن اجرا و پیاده‌سازی انجام شود برگزار می‌شود.
- تعریف اهداف و شاخص‌ها: این موارد باید به اندازه کافی شفاف باشند تا همه اهداف نهایی خود را در فرآیند برنامه کاربردی درک کنند.
- تعیین تجهیزات و اجزای ماشین: پس از تعیین ماشینی که TPM بر روی آن انجام خواهد شد ، تجهیزات و اجزای آن باید تعریف شوند. این کار به سازماندهی بهتر فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات برنامه‌ریزی‌شده و انجام پی‌گیری متمرکز بیشتر کمک می‌کند.
- فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات برنامه‌ریزی شده: برای کنترل بهتر و پی‌گیری بهتر کار، باید از یک فرم و یا کاربرگ برای مشخص کردن اینکه تکنسین‌های مسئول چه کسانی هستند، چه قطعات و تجهیزاتی برای کار نیاز است، فعالیت‌های خاصی که اجرا می‌شوند و تناوب این فعالیت‌ها و کاربرد آن‌ها، استفاده خواهد شد.

۲) پیاده سازی

- تمیز کردن تجهیزات : تمیز کردن اولیه تجهیزات و ایستگاه کاری قبل از انجام هر فعالیت برنامه‌ریزی‌شده . این براساس اصول ۵s است.
- اجرای فعالیت‌ها ، کنترل و ارزیابی : وقتی مرحله قبل تکمیل شود ، اجرای واقعی وظایف نگهداری و تعمیرات تعیین‌شده در برنامه TPM آغاز می‌شود . پس از تکمیل وظایف ، کنترل تکمیل کار و همچنین ارزیابی مربوطه باید پر شود.

۳) پیگیری

- اصلاحات کاربردی : اصلاح در برنامه TPM باید پیشنهاد شود. این امر اهداف پروژه را تقویت می‌کند، دامنه فعالیت‌های هر ماشین را گسترش می‌دهد و بررسی می‌کند که آیا فعالیت‌های برنامه‌ریزی‌شده به درستی تکمیل شده‌اند یا خیر.

- ممیزی‌های داخلی : گزارش‌های برنامه برای تکمیل و به روز رسانی بررسی خواهند شد و اطمینان حاصل می‌شود که فعالیت‌های برنامه‌ریزی‌شده انجام می‌شوند.

۴-نتیجه‌گیری

در این مقاله به تحلیل مفهومی TPM و RCM ، شباهت‌ها و تفاوت‌های بین دو استراتژی پرداخته شد. ارتباط بین TPM و RCM به سازمان‌ها در تسهیل فرآیند اجرای استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات کمک خواهد کرد. روش چهار عنصر Nasi برای تحلیل مفهومی به کار برده شد، این روش به این دلیل انتخاب شد که گام به گام بوده و درک آن بسیار ساده‌تر از دیگر روش‌های تحلیل مفهومی است . این روش دارای چهار عنصر است که عنصر اول ایجاد یک بنیاد دانش ، عنصر دوم تحلیل خارجی، عنصر سوم تحلیل داخلی و عنصر چهارم شکل‌گیری نتیجه‌گیری می‌باشد. در این تحقیق، در عنصر اول چندین نوع ادبیات مرتبط با TPM و RCM بررسی گشت، سپس در عنصر دوم اطلاعات موجود در ادبیات را به بخش‌های مختلفی تقسیم شد که دربرگیرنده تعاریف، اصول و مفاهیم و پیاده‌سازی رویکردهای TPM و RCM به صورت جداگانه بودند، در ادامه در عنصر سوم به بررسی شباهت‌ها و تفاوت‌ها و ارتباط دو استراتژی مورد نظر پرداخته شد در نهایت در عنصر چهارم برای نتیجه‌گیری با استفاده از اطلاعات عناصر قبلی یک رویکرد مفهومی بمنظور پیاده‌سازی این دو روش پیشنهاد شد. TPM یک رویکرد نوآورانه برای نگهداری و تعمیرات شرکت است که نگهداری و تعمیرات مستقل بین اپراتورها را ارتقا می‌دهد، خطاها را از طریق فعالیت‌های روزمره شامل کلیه نیروی کاری حذف می‌کند و کارایی تجهیزات را بهینه می‌کند تا اثربخشی کلی تجهیزات را به حداکثر برساند. در حالی که RCM یک رویکرد ساختاریافته برای ترکیب شکست و تحلیل ریسک با نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه و مبتنی بر شرایط است که موجب بهبود قابلیت اطمینان تجهیزات می‌شود و از طرفی تصمین می‌کند، تنها نگهداری و تعمیرات با اهمیت انجام خواهد شد. TPM و RCM را می توان با هم مرتبط کرد زیرا ابزار مورد استفاده در RCM که FMEA است همراه با TPM به عنوان ابزار تولید ناب که هر دو مفهوم یکسانی دارند می‌خواهند کیفیت محصول ، قابلیت اطمینان تجهیزات ، افزایش ایمنی و کاهش هزینه عملیات را از طریق حذف تلفات و شکست‌ها بدست آورند.

فهرست منابع

Hong, H., Ip, W., Engineer, J. R. S. T. S., Lindey, O. T., & Senior Thermal Station Engineer, O. P. G. (2006). FINAL YEAR PROJECT May 3, 2006.

Pinto, H., Pimentel, C., & Cunha, M. (2016). Implications of total productive maintenance in psychological sense of ownership. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *217*, 1076-1082.

Lycke, L. (2000). *Implementing Total Productive Maintenance: driving forces and obstacles* (Doctoral dissertation, Luleå tekniska universitet).

Gupta, G., & Mishra, R. P. (2016). A SWOT analysis of reliability centered maintenance framework. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*.

Backlund, F. (2003). *Managing the introduction of reliability-centred maintenance, RCM: RCM as a method of working within hydropower organisations* (Doctoral dissertation, Luleå tekniska universitet).

Chopra, A., Sachdeva, A., & Bhardwaj, A. (2014). Importance of training and data management issues in implementing reliability centered maintenance (RCM). *International Journal of Engineering and Technical Research*, *2*(3), 175-180.

Azid, N. A. A., Shamsudin, S. N. A., Yusoff, M. S., & Samat, H. A. (2019, June). Conceptual analysis and survey of total productive maintenance (TPM) and reliability centered maintenance (RCM) relationship. In *IOP Conference series: materials science and engineering* (Vol. 530, No. 1, p. 012050). IOP Publishing.

Nowlan, F., & Heap, H. F. (1978). *Reliability centered maintenance. National Technical Information Service, USA, Report n*. AD/A066-579.

Bhadury, B. (2000). Management of productivity through TPM. *Productivity*, *41*(2), 240-251.

Shirose, K. (1995). TPM Team Guide, Productivity Press, Portland, OR.

AB AZID, N. A. B. (2018). Conceptual analysis of total productive maintenance (tpm) and reliability centered maintenance (rcm) (Doctoral dissertation, Universiti Sains Malaysia).

Nakajima, S. (Ed.). (1989). *TPM development program: implementing total productive maintenance*. Productivity press.

Suzuki, T. (1992). *New directions for TPM*. Productivity Press.

Bamber, C. J., Sharp, J. M., & Hides, M. T. (1999). Factors affecting successful implementation of total productive maintenance: a UK manufacturing case study perspective. *Journal of Quality in Maintenance engineering*.

Braglia, M., Castellano, D., & Gallo, M. (2019). A novel operational approach to equipment maintenance: TPM and RCM jointly at work. *journal of quality in maintenance engineering*.

Dossenbach, T. (2006). Implementing total productive maintenance. *Wood and Wood Products*, *111*(2), 29-32.

McKone, K. E., Schroeder, R. G., & Cua, K. O. (2001). The impact of total productive maintenance practices on manufacturing performance. *Journal of operations management*, *19*(1), 39-58.

Palomino-Valles, A., Tokumori-Wong, M., Castro-Rangel, P., Raymundo-Ibañez, C., & Dominguez, F. (2020, March). TPM maintenance management model focused on reliability that enables the increase of the availability of heavy equipment in the construction sector. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 796, No. 1, p. 012008). IOP Publishing.

Min, C. S., Ahmad, R., Kamaruddin, S., & Azid, I. A. (2011). Development of autonomous maintenance implementation framework for semiconductor industries. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, *9*(3), 268-297.

Carlson, C. S. (2014, January). Understanding and applying the fundamentals of FMEAs. In *Annual Reliability and Maintainability Symposium* (Vol. 10, pp. 1-35).

Moscoso, C., Fernandez, A., Viacava, G., & Raymundo, C. (2019, August). Integral model of maintenance management based on TPM and RCM principles to increase machine availability in a manufacturing company. In *International Conference on Human Interaction and Emerging Technologies* (pp. 878-884). Springer, Cham.

Ashayeri, J. (2007). Development of computer-aided maintenance resources planning (CAMRP): A case of multiple CNC machining centers. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, *23*(6), 614-623.

Hansson, J., Backlund, F., & Lycke, L. (2003). Managing commitment: increasing the odds for successful implementation of TQM, TPM or RCM. *International Journal of Quality & Reliability Management*.

Fraser, K., Hvolby, H. H., & Tseng, T. L. B. (2015). Maintenance management models: a study of the published literature to identify empirical evidence: A greater practical focus is needed. *International Journal of Quality & Reliability Management*.

Fraser, K., Hvolby, H. H., & Watanabe, C. (2011). A review of the three most popular maintenance systems: how well is the energy sector represented?. *International Journal of Global Energy Issues*, *35*(2-4), 287-309.

Mokashi, A. J., Wang, J., & Vermar, A. K. (2002). A study of reliability-centred maintenance in maritime operations. *Marine Policy*, *26*(5), 325-335.

Hansson, J., Backlund, F., & Lycke, L. (2003). Managing commitment: increasing the odds for successful implementation of TQM, TPM or RCM. *International Journal of Quality & Reliability Management*.

Ben-Daya, M. (2000). You may need RCM to enhance TPM implementation. *Journal of quality in maintenance engineering*.

Blanchard, B. S. (1997). An enhanced approach for implementing total productive maintenance in the manufacturing environment. *Journal of quality in Maintenance Engineering*.

Hipkin, I. B., & De Cock, C. (2000). TQM and BPR: lessons for maintenance management. *Omega*, *28*(3), 277-292.

Nuopponen, A. (2011). Methods of concept analysis-tools for systematic concept analysis (part 3 of 3). *LSP Journal-Language for special purposes, professional communication, knowledge management and cognition*, *2*(1).