پانزدهمین کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع
15th Iran International Industrial Engineering Conference
Jan 23-24, 2019
۳ و ۴ بهمن ۱۳۹۷
دانشگاه یزد

بکارگیری روش DEMATEL و VIKOR فازی جهت ارزیابی و اولویت بندی راهبردهای نگهدار ی و تعمیرات مورد کاوی شرکت قالبهای صنعتی ایران خودرو

امیر عبدی[a]، مهدی فتح اله[b]، وحید مجدی[c]
[a] کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، شرکت قالبهای صنعتی ایران خودرو
[b] دکتری تخصصی مهندسی صنایع، عضو هیات علمی گروه مهندسی صنایع دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، البرز
[c] کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، شرکت قالبهای صنعتی ایران خودرو
نویسنده مسئول: امیر عبدی (۰۹۱۲۲۶۱۵۱۸۸ و a.abdi@ikid.ir)

چکیده

آمادگی تجهیزات و ماشین آلات یک سازمان تولیدی - خدماتی برای مقابله با تغییرات بازار از مؤلفه های اساسی توان رقابتی آن سازمان می باشد. به طور حتم شرط لازم و عنصر اساسی در مؤثر بودن تجهیزات، میزان بهره برداری قابلیت های آن در بازده مفید تجهیزات است. این موضوع سبب بیان اهمیت نت در سازمان های تولیدی شده که میزان بهره برداری از آن تابع وجود سیستم های یکپارچه سخت افزاری و نرم افزاری نت می باشد که در غیر این صورت با افزایش نرخ خرابی ها و کاهش عمر مفید تجهیزات و بالا رفتن نرخ استهلاک، سرمایه گذاری بعمل آمده از مدار عملیات خارج و در نتیجه سبب تضعیف موقعیت رقابتی سازمان خواهد شد. به همین دلیل نظام های نت رابطه مستقیم با میزان آمادگی سازمانها برای مواجهه با تغییرات دارند. در این پژوهش به دنبال ارائه روش موثر جهت شناسایی و اولویت بندی استراتژی های نگهداری و تعمیرات می باشیم، در این راستا، با استفاده از روش DEMATEL و VIKOR فازی شاخص ها بر اساس میزان تاثیرشان در انتخاب استراتژی های نگهداری و تعمیرات اولویت بندی می شوند. نتایج پژوهش نشان داد که با استفاده از تکنیک DEMATEL مشخص شد در بین معیارها، معیار قیمت رتبه اول و همچنین با توجه به روش VIKOR فازی مشخص گردید که به ترتیب استراتژی های نت پیشگیرانه، سیستم‌های نت فراگیر و جامع، نگهداری و تعمیرات اصلاحی و تعمیرات اساسی برترین استراتژی های نگهداری و تعمیرات برای شرکت قالبهای صنعتی ایران خودرو می باشند.

کلمات کلیدی: نت؛ استراتژی؛ روش VIKOR.

۱. مقدمه

از دهه ۱۹۳۰ میلادی به بعد تحولات اساسی در امور نت و مدیریت آن به وجود آمده است. هر چند که تا پیش از جنگ جهانی دوم به‌دلیل استفاده از تجهیزات و ماشین‌آلات ساده و ابتدایی نیازی به استفاده از روش‌ها و سیستم‌های مدون نگهداری و تعمیرات نبود و عملیات نت عمدتاً به یک سری سرویس‌های ساده چون تمیزکاری، روغن‌کاری و روانکاری محدود می‌شد، اما با گذشت زمان و در خلال جنگ جهانی دوم به دلیل مقتضیات زمانی و نیاز به تولید انبوه جهت پوشش تقاضای بازار و کاهش هزینه‌های تولید به‌ازای واحد محصول، استراتژی تولید به سمت مکانیزاسیون و استفاده از ماشین‌آلات و تجهیزات پیچیده متمایل گردید. افزایش سطح مکانیزاسیون و بکارگیری روش‌های تولید انبوه، ماشین‌آلات و تجهیزاتی به مراتب پیچیده‌تر، متنوع‌تر و گران‌تر را می‌طلبید. بنابراین افزایش عمر ماشین‌آلات به عنوان یک سرمایه و دارایی با ارزش اهمیت بسیاری پیدا کرد. بعلاوه با توسعه سیستم‌های تولید انبوه، افزایش قابلیت اطمینان دستگاه ها جهت جلوگیری از توقف تولید نیز دغدغه جدیدی در سازمان‌ها و صنایع تولیدی به نظر می‌آمد. در این برهه جهت کنترل و مدیریت هزینه های تعمیراتی تجهیزات و نیز یافتن راه هایی جهت افزایش عمر مفید آنها و جلوگیری از توقفات تولید ناشی از خرابی تجهیزات و حذف اثرات سوء آن، سیستم‌های نت مدون پا به عرصه گذاشتند و رفته رفته تکنیک‌ها، روش‌ها و سیستم‌های جامع‌تر با کارایی و اهداف متعالی‌تر ایجاد گردیدند.[۲] از نیمه ی دوم قرن حاضر ، به علت بالا رفتن سطح دانش و تکنولوژی، پیچیدگی طرح و حرکات ماشین آلات، هزینه ی سنگینی که در اثر رکود های احتمالی و غیر منتظره به سیستم صنعتی تحمیل می شد و لزوم آمادگی و در دسترس بودن آنها در مواقعی که مورد نیازاست، اهمیت نگهداری و تعمیرات چندین برابر شد. توجه به نت، محدود به خطوط تولید نشده و در بسیاری از صنایع مانند هواپیما سازی و نیروگاه های هسته ای که وقوع خرابی، خسارت های جانی و زیست محیطی فراوان به دنبال دارد، اهمیت زیادی دارد. نگهداری و تعمیرات، یکی از وظایف اصلی پشتیبان کسب و کار در هر سازمان به شمار می‌رود. اثربخشی مدیریت نگهداری و تعمیرات، زمانی مشخص می‌شود که سازمان، قادر به ارزیابی یک استراتژی نگهداری و تعمیرات معین باشد [۱]. از دهه‌ی ۱۹۳۰ میلادی به بعد تحولات اساسی در امور نگهداری و تعمیرات و مدیریت آن به وجود آمده است. هرچند که تا پیش از جنگ جهانی دوم به دلیل استفاده از تجهیزات و ماشین‌آلات ساده و ابتدایی، نیازی به استفاده از روش‌ها و سیستم‌های مدون نگهداری و تعمیرات نبود و عملیات نت، عمدتاً به یکسری سرویس‌های ساده همچون تمیزکاری، روغن‌کاری و روان‌کاری محدود می‌شد؛ امّا، با گذشت زمان و در خلال جنگ جهانی دوم به دلیل مقتضیات زمانی و نیاز به تولید انبوه جهت پوشش تقاضای بازار

و کاهش هزینه‌های تولید به ازای واحد محصول، استراتژی تولید به سمت مکانیزاسیون و به‌کارگیری روش‌های تولید بوده و ماشین‌آلات و تجهیزاتی به مراتب پیچیده‌تر، متنوع‌تر و گران‌تر را می‌طلبید. بنابراین، افزایش عمر ماشین‌آلات به عنوان یک سرمایه و دارایی با ارزش، اهمیت بسیاری پیدا کرد؛ به علاوه، با توسعه‌ی سیستم‌های تولیدی انبوه، افزایش پایایی دستگاه‌ها جهت جلوگیری از توقف خط تولید نیز دغدغه‌ی جدیدی در سازمان‌ها و صنایع تولیدی به نظر می‌آمد. در این برهه، جهت کنترل و مدیریت هزینه‌های تعمیراتی تجهیزات و نیز یافتن راه‌هایی جهت افزایش عمر مفید آنها و جلوگیری از توقفات تولید ناشی از خرابی تجهیزات و حذف اثرات سوء آن، سیستم‌های نت مدون پا به عرصه گذاشتند و رفته رفته، تکنیک‌ها، روش‌ها و سیستم‌های جامع‌تر با کارایی و اهداف متعالی‌تر ایجاد گردیدند. پژوهش‌های مادو[1] [۲]، حاکی از این مطلب است که مدیریت نگهداری و تعمیرات تجهیزات با قابلیت رقابتی سازمان، ارتباط معناداری دارد و باید مورد توجه ویژه‌ی سازمان قرار گیرد. مادو، همچنین معتقد است که مدیریت نگهداری، عنصری مهم در سازمان‌های تجاری اثربخش برای دستیابی به مزیت رقابتی است. از این رو، توسعه‌ی استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات مناسب، برای تضمین تحویل کالا و خدمات با پایایی و کیفیت بالا به مشتریان و مصرف‌کنندگان، امری ضروری و حیاتی است. به طور کلی، استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات، از نظر مفاهیم و سیاست‌های نگهداری مورد توجه قرار می‌گیرند [۳]. کلی[2] [۴]، استراتژی نگهداری را به عنوان شناسایی، تخصیص منابع و انجام تعمیر، تعویض و بازرسی مورد نظر قرار داده است.

۲. مبانی نظری

تیسانگ[3] [۵]، حداکثر کردن بهره‌برداری از دارایی‌ها، بهبود پاسخگویی و تمرکز بر توسعه‌ی شایستگی‌های اصلی را به عنوان نمونه‌هایی از استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات معرفی کرده است. از سوی دیگر، کوین و پنلسکی[4] [۶]، ترکیبی از عناصر مختلف مانند سیاست‌های نگهداری و تعمیرات، تجهیزات پشتیبان و تقویت تجهیزات را به عنوان استراتژی نگهداری و تعمیرات دانسته‌اند. بویلاکوا و براگلیا[5] [۷]، هر یک از سیاست‌های نگهداری و تعمیرات را به عنوان یک استراتژی نگهداری و تعمیرات مجزا قلمداد کرده‌اند. سوانسون[6] [۸]، سه نوع استراتژی نگهداری و تعمیرات را تشریح کرده است که عبارتند از: استراتژی واکنشی[7]، استراتژی پیش‌فعال[8] و استراتژی تهاجمی[9]. پینتلون و همکاران[10] [۹]، به معرفی سیاست‌های نگهداری مانند نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه[11]، اصلاحی[12] و پیشگویانه[13] پرداخته‌اند. مفاهیم نگهداری و تعمیرات، همچنین، به دنبال نگهداری و تعمیرات بهره‌ور جامع[14] و یا نگهداری و تعمیرات یا محوریت پایایی[15] هستند. استیج و زاکرمن[16] [۱۰]، استراتژی نگهداری و تعمیرات وابسته به دوره‌ی عمر[17] که کل هزینه‌های تنزیل مورد انتظار در طول افق برنامه‌ریزی را حداقل می‌کند؛ معرفی کرده‌اند. آنها با استفاده از ویژگی‌های سیاست بهینه به ارائه روش‌های تحلیلی و عددی برای تعیین استراتژی نگهداری بهینه اقدام نموده‌اند. چارلز و همکاران[18] [۱۱]، رویکردی برای تعامل تولید و نگهداری و تعمیرات معرفی کرده و اهمیت ملاحظات زمان‌بندی را در بهینه‌سازی استراتژی-های نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه اثبات نموده‌اند. پینجالا و همکاران[19] [۳]، با استفاده از پژوهشی پیمایشی، ارتباط میان استراتژی نگهداری و تعمیرات و کسب و کار را مورد مطالعه قرار داده‌اند. آنها دریافته‌اند که شرکت‌هایی با الویت‌های رقابتی مختلف، استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات متفاوتی را دنبال می-کنند.نتایج تحقیقات آنها، حاکی از آن است که رقابت‌کنندگان بر سر کیفیت در مقایسه با دیگران، دارای سیاست‌های نگهداری و تعمیرات پیش‌گسترده‌تر، سیستم‌های برنامه‌ریزی و کنترل بهتر و ساختارهای سازمانی نگهداری و تعمیرات غیرمتمرکز هستند.

---

[1] Madu
[2] Kelly
[3] Tsang
[4] Kevin and Penlesky
[5] Bevilacqua and Braglia
[6] Swanson
[7] Reactive Strategy (CM)
[8] Proactive Strategy (PM)
[9] Aggressive Strategy (TPM)
[10] Pintelon et al.
[11] Preventive Maintenance (PM)
[12] Corrective Maintenance (CM)
[13] Predictive Maintenance (PDM)
[14] Total Productive Maintenance (TPM)
[15] Reliability Centered Maintenance (RCM)
[16] Stadge and Zuckerman
[17] Age Dependent Maintenance Strategy
[18] Charles et al.
[19] Pinjala et al.

پینتلون و همکاران[1] [۹]، همچنین، چارچوبی را برای ارزیابی و تعیین اثربخشی یک استراتژی نگهداری و تعمیرات مشخص در سازمان ارائه داده‌اند. وانگا و همکاران[2] [۱۲]، با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی به انتخاب استراتژی نگهداری بهینه مانند نگهداری و تعمیرات اصلاحی، نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه‌ی مبتنی بر زمان[3]، نگهداری و تعمیرات مبتنی بر شرایط[4] و نگهداری و تعمیرات پیشگویانه پرداخته‌اند. گبائر و همکاران[5] [۱۳]، استراتژی‌های نگهداری تجهیزات تولیدی را در شرکت‌های چینی بررسی نموده‌اند. آنها با بررسی رویکردهای نگهداری و تعمیرات در صنایع تولیدی چینی، حوزه‌های نادیده گرفته شده در مدیریت عملیات را شناسایی و معرفی نموده‌اند. نتایج پژوهش آنها، حاکی از این بود که استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات، اغلب به نگهداری و تعمیرات اصلاحی محدود شده‌اند و تنها تعداد اندکی از شرکت‌های چینی تاکنون به اجرای رویکرد نگهداری پیشگویانه، برنامه‌های نگهداری بهره‌ور جامع یا برون‌سازی استراتژیک فعالیت‌های نگهداری روی آورده‌اند. کیگر و همکاران[6]، در یک مطالعه‌ی امکان‌سنجی، با استفاده از شبیه‌سازی مبتنی بر عامل[7]، استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند. بوسچیان و همکاران[8] [۱۴]، با استفاده از شبیه‌سازی یک سیستم تولیدی متشکل از دو ماشین موازی، یک خط مونتاژ و یک تأمین‌کننده به مقایسه‌ی دو استراتژی پرداخته‌اند. در استراتژی اول، تناوب عملیات نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه و نرخ تولید هر ماشین، مستقل فرض شده است. استراتژی دوم بر اثر متقابل دوره‌های در دسترس نبودن ماشین و نرخ تولید ماشین‌ها به منظور حداقل نمودن میزان تولید از دست رفته در طی این دوره‌ها دلالت دارد. چاینز و گیراردو[9] [۱۵]، تصویر روشنی از مدیریت نگهداری و تعمیرات را در شرکت‌های تولیدی ایتالیایی ارائه نموده‌اند. هدف آنها تأکید بر این مطلب است که استراتژی‌ها و عملکرد نگهداری و تعمیرات تا چه اندازه تحت تأثیر بافت، معیارها و اهداف شرکت‌های کوچک هستند. در حالی که بسیاری از عناصر استراتژی به اندازه سازمان مرتبط می‌شوند؛ به نظر نمی‌رسد که عملکرد نگهداری به اندازه‌ی سازمان مربوط باشد. ظاهراً برخی از عناصر استراتژی، به خصوص عناصر برنامه‌ریزی و کنترل، تأثیر کمی بر عملکرد دارند. در مقابل، استفاده‌ی پیشرفته از نگهداری پیشگیرانه، مخصوصاً نگهداری مبتنی بر شرایط، اقدامی بسیار مؤثر برای بهبود نگهداری و ئعمیرات در تمام شرکت‌ها با ابعاد مختلف است. یوتن[10] [۱۶]، چارچوبی را برای ایجاد سیاست‌ها و استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات مناسب، از تحلیل نیاز تا اجرا معرفی کرده و آن را برای توربین‌های بادی سواحل دریا اجرا نموده است. صنیعی و افتخار [۱۰]، به بررسی کاربرد سه شبکه عصبی پرسیترون چند لایه، هایفیلد و کوهونن در نگهداری و تعمیرات پرداختند و سیستمی برای تشخیص اتوماتیک خرابی‌ها و عیوب خودرو طراحی و مدل‌سازی نمودند.

زائری، شهرابی، پری آذر و مربی (۲۰۰۷) انتخاب بهترین استراتژی نگهداری و تعمیرات را با استفاده از ترکیبی از دو تکنیک تحلیل عاملی و AHP انجام دادند. نویسندگان ابتدا سعی کردند تا با کمک تحلیل عاملی عوامل کلیدی را از میان عامل‌های اثرگذار شناسایی کنند و سپس ساختار سلسله مراتبی را ایجاد کرده و ارزیابی استراتژی‌ها را انجام دادند. آنها استراتژی نگهداری و تعمیرات , CM, CBM, PDM, OM را به عنوان گزینه‌ها و عوامل ایمنی، هزینه، ارزش افزوده، قابلیت اجرا به عنوان معیارهای اصلی انتخاب در نظر گرفتند. آنها با انجام یک مطالعه موردی بهترین استراتژی را استراتژی CBM معرفی کردند و نتیجه گرفتند ترکیب روش تحلیل عاملی و روش AHP مدل مناسبی برای انتخاب بهترین استراتژی نگهداری و تعمیرات است.

۳. معیارهای انتخاب استراتژی نگهداری و تعمیرات

با مرور ادبیات (زائری، شهرابی، پری آذر و مربی، ۲۰۰۷. ونگ، چاوو و وو، ۲۰۰۷. زیم، ترکیلماز، آکار، ترکی و دمیرل ۲۰۱۲) و استفاده از نظر کارشناسان و متخصصان نگهداری و تعمیرات چهار عامل اصلی در مسئله تصمیم گیری در مورد انتخاب استراتژی نگهداری و تعمیرات به عنوان معیارهای اصلی انتخاب شدند که عبارتند از: هزینه (C)، ارزش افزوده (A)، ایمنی (S) و قابلیت اجرا (E).

نگهداری وتعمیرات (نت)، دو مفهوم بسیار مهم و دو مقوله اساسی هستند که تحقق و عمل به آنها، موجبات بقاء و تداوم خطوط مختلف تولید و کاهش هزینه‌ها را فراهم می‌آورند. کلیه فعالیت‌هایی را که برای حفظ شرایط اولیه دارائی‌های فیزیکی و آماده به کار نگه داشتن آنها، جهت استمرار فرآیندهای پیش‌بینی شده، انجام می‌شود؛ نگهداری وتعمیرات می‌نامند. به طور معمول، نگهداری و تعمیرات، به دو شکل زیر، انجام می‌گیرد [۱۰].

[1] Pintelon et al.
[2] Wanga et al.
[3] Time Based Preventive Maintenance
[4] Condition Based Maintenance
[5] Gebauer et al.
[6] Kaeger et al.
[7] Agent Based Simulations
[8] Boschian et al.
[9] Chinese and Ghirardo
[10] Utne

۱.۳. نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه[1]: این‌گونه تعمیرات، به صورت روزانه و مستمر، انجام می‌گیرد. با انجام مستمر این‌گونه فعالیت‌ها، عیب‌های موجود در دستگاه، شناسایی و اصلاح می‌شود تا به این وسیله، از بدتر شدن وضعیت و از خرابی کل دستگاه جلوگیری شود.

۲.۳. نگهداری و تعمیرات اصلاحی[2]: این روش، در واقع بهبود تجهیزات و عوامل وابسته به آن، است که به نوعی، می‌توان آن را مکمل تعمیرات پیشگیرانه دانست.

اهداف اصلی نگهداری و تعمیرات را می‌توان به شرح زیر برشمرد:

۱.۲.۳. بیشینه کردن دوره عمر مفید تجهیزات و ماشین‌آلات

۲.۲.۳. بیشینه کردن پایایی تجهیزات و ماشین‌آلات

۳.۲.۳. بیشینه کردن کارایی کلی تجهیزات

۴.۲.۳. کمینه کردن تعمیرات اتفاقی تجهیزات

۵.۲.۳. کمینه کردن هزینه‌های توقفات خطوط تولید بر اثر خرابی‌های دستگاه

۴. استراتژی های نگهداری و تعمیرات

۱.۴. نت پیشگیرا نه

فعالیت‌های بازرسی، بازدید، تنظیم، تعویض و تعمیر قطعات و ماشین‌آلات که بصورت دوره‌ای و برنامه‌ریزی شده انجام می‌گیرند. هدف از این فعالیت‌ها جلوگیری از توقفات پیش‌بینی نشده ماشین‌آلات و تجهیزات و کاهش تعمیرات اساسی می‌باشد و معمولاً دارای دو رویکرد زیر می باشد :

۱.۱.۴. تعمیرات منظم ودوره ای

در این نوع تعمیرات معمولاً براساس توصیه‌های تأمین‌کنندگان و سازندگان تجهیزات و یا بعضاً براساس تجربیات گذشته، به برنامه بازدید، تعویض و یا تعمیر قطعات حساس و با اهمیت و یا بخش‌های مهم دستگاه‌ها و ماشین‌آلات می‌پردازند. این نوع عملیات معمولاً تعمیرات مبتنی بر زمان ، سیکل تولید، مقدار محصول و... می‌باشد.

۲.۱.۴. تعمیرات پیش‌گویانه

هارتمن تعمیرات پیش گویانه را چنین تعریف می‌کند: «پیشگویی روندهای ترسیمی مربوط به مقادیر اندازه‌گیری شده با درنظرگرفتن محدودیت‌های فنی به‌منظور تشخیص، تحلیل و اصلاح مشکلات تجهیزات، پیش از خرابی». در این نوع سیستم‌ها که یک روش نت مبتنی بر شرایط می‌باشند، براساس اندازه‌گیری عوامل و پارامترهای از پیش تعیین شده تجهیزات بحرانی و سپس تجزیه و تحلیل سوابق این اطلاعات می‌توان به پیش‌بینی عمر مفید قطعات و تعیین متوسط زمان بین خرابی ها و متوسط زمان تعمیر پرداخت. برخی از این پارامترها عبارتند از: سرعت ارتعاش، حرارت، نتایج آنالیز روغن، فشار، تنش، خستگی، مقاومت، ظرفیت واقعی و... . البته در اختیار داشتن اطلاعات به روز می‌تواند مؤثر باشد.

۲.۴. نگهداری و تعمیرات اصلاحی

در این سیستم‌ها براساس اطلاعات و سوابق نگهداری و تعمیرات ماشین‌آلات مشکل‌دار و نیز بررسی پارامترهای اقتصادی و غیره، به‌طراحی مجدد دستگاه هایی با طراحی و برنامه‌ریزی در راستای اصلاح این شرایط می‌پردازند. با این اقدامات و اصلاحات صورت گرفته کارایی دستگاه ها افزایش یافته و تعمیرات پیشگیرانه آنها کاهش می‌یابد. درنتیجه قابلیت اطمینان و تعمیرپذیری دستگاه افزایش خواهد یافت.

۳.۴. تعمیرات اساسی

در مواقعی که امکان انجام تعمیرات پیش‌گیرانه در مدت زمان کوتاه وجود نداشته باشد و یا سنجش‌های آسیب‌دیده و مشکل‌دار دستگاه ها زیاد باشند، با یک طرح و برنامه قبلی مدون و در زمان مناسب (ایام تعطیل و یا کم‌کاری ماشین) به مونتاژ کردن دستگاه و انجام تعمیرات اساسی می‌پردازند. گاهی دامنه چنین تعمیراتی چنان وسیع است که می‌بایست برای مدتی خط تولید متوقف گردد. بنابراین چنین اقداماتی را می‌بایست در قالب پروژه های نت تعریف نمود و ملزومات و منابع مورد نیاز آنها از پیش طرح‌ریزی و تأمین گردد.

۴.۴. سیستم‌های نت فراگیر و جامع

[1] Preventive Maintenance (PM)
[2] Corrective Maintenance

در این سیستم‌ها عملیات نت به عنوان بخش مجزا و تنها محدود به واحد نت در نظر گرفته نمی‌شود. علاوه بر این از تمرکز بر روی تجهیزات و ماشین‌آلات پرهیز می‌شود و سیستم نت در راستای برنامه‌ها و اهداف سازمان قرار گرفته و همیاری و همکاری همه سازمان در جهت افزایش بهره‌وری کل سازمان ملاک فعالیت خواهد بو د .

۱.۴.۴. نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان

جان موبریRCM را چنین تعریف می‌کند: «نت مبتنی بر قابلیت اطمینان، فرآیندی است برای مشخص کردن ملزومات نت هر دستگاهی که در طول عمر عملیاتی‌اش استفاده می‌گردد». این فرآیند امکان تشخیص خرابی‌های قابل پیشگویی، قابل پیشگیری و تصادفی را فراهم می‌سازد. برای مشخص کردن ملزومات نت یک دستگاه، کارکرد و سابقه آن باید مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. بکارگیری مناسب RCM توانمندی پرسنل نت را در بکارگیری روش‌های مرسوم بالا برده و با دقت به پارامترهای «پرسنلی، زمان، ماهیت خرابی، نوع خرابی، خسارت، درجه بحرانی در خطوط تولید، اولویت، مسائل اقتصادی و غیره» می‌پردازد و پس از تحلیل، برنامه‌ریزی را در تصمیم‌گیری حمایت و هدایت می‌کند.

۲.۴.۴. سیستم نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر

TPM، همان نت بهره‌ور PM بود که در صنایع ژاپن مورد بهبود قرار گرفت، TPMشعار «من تولید می‌کنم و تو نگهداری و تعمیر می‌نمایی» را برداشته و بر این نکته تأکید نمود که در بهسازی تجهیزات باید همه افراد سازمان، حتی مدیران بالا دستی نیز درگیر باشند.TPM، افزایش بهره‌وری در کنار افزایش رضایت شغلی و مسائل انسانی را دنبال می‌کند و توجه آن بر کاهش ضایعات تجهیزات می‌باشد و به بالا بردن اثربخشی تجهیزات و بیشینه‌سازی خروجی‌های آنها توجه دارد. همچنین سعی در حفظ تجهیزات در شرایط مطلوب دارد تا از خرابی های ا ضطراری، ضایعات ناشی از کاهش سرعت تولید و ضایعات کیفیت در فرآیند تولید جلوگیری بعمل آید.[۳] در حقیقت تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه شامل عملیات هایی است که روی دستگاه ها و تجهیزات ،قبل از اینکه شکست یا از کارافتادگی رخ بدهد، در مقاطع زمانی ثابت و از پیش تعیین شده، انجام می شود.هدف از تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه جلوگیری از خرابی و شکست ،قبل از رخ دادن است.می توان گفت هدف از آن به حداقل رساندن احتمال خرابی یا شکست می باشد. مزیت لحاظ کردن تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه این است که سیستم همیشه در وضعیت خوبی قرار دارد، بدین معنی که خرابی ها یا شکست های غیر مترقبه کاهش پیدا می کند. هدف تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه عبارتند از:

۱.۲.۴.۴ افزایش قابلیت اطمینان دستگاه ها و در نتیجه کاهش شکست ها در طول عملیات،که با کاهش هزینه در هزینه ها و افزایش بهره وری در تداخل است.

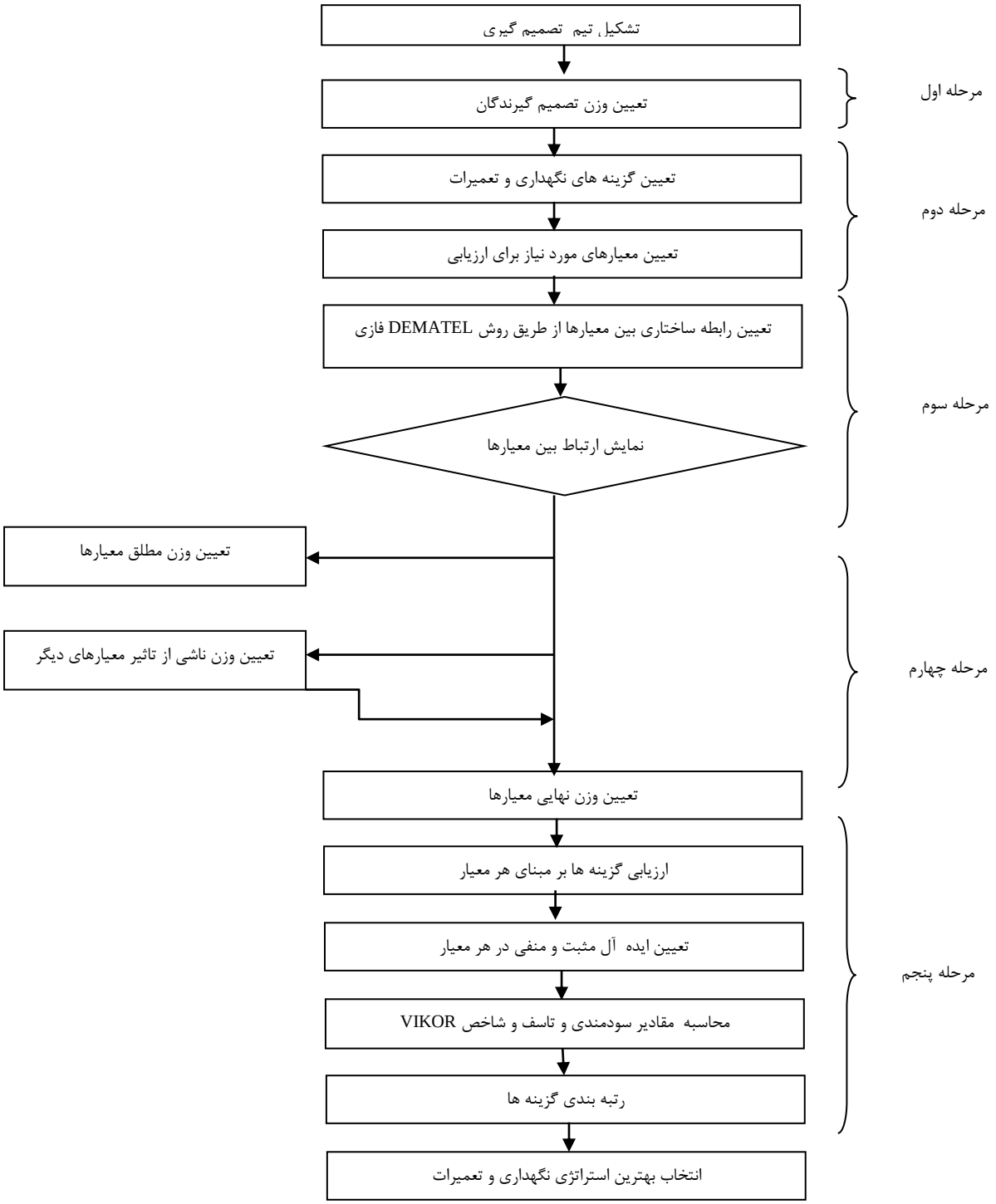
۲.۲.۴.۴ افزایش عمر قابل استفاده تجهیزات

۳.۲.۴.۴. بهبود مدیریت و طرح ریزی محصول

۴.۲.۴.۴ تضمین سلامت و ایمنی

۳. روش تحقیق

در این تحقیق به منظور توصیف عینی و کیفی، محتوای مفاهیم به صورت نظام مند انجام می شود و قلمروی آن را متن های مکتوب شفاهی و تصویری در مورد موضوع تشکیل می دهد. پس از اینکه تجزیه و تحلیل مطالب صورت پذیرفت و توصیف انجام گرفت، به گردآوری اطلاعات درباره سوالات تحقیق می پردازیم. این امر از طریق روش های مصاحبه، با کارشناسان و مطالعه کتابخانه ای صورت می گیرد. پس از گردآوری اطلاعات وداده ها از طریق تکنیک های تصمیم گیری چند معیاره به صورت گروهی ودر شرایط عدم قطعیت مانند: Fuzzy DEMATEL استفاده کرده و داده ها را تجزیه و تحلیل می کنیم و به نتیجه گیری می پردازیم. در نهایت نتایج حاصله را به جوامع آماری با ویژگی های مشترک تعمیم می دهیم.



شکل ۱. فرایند انتخاب بهترین استراتژی

۴. تعیین تیم تصمیم گیری

همانطور که در فلوچارت می بینیم ابتدا یک کمیته از ۵ تصمیم گیرنده که شامل مدیر کیفیت(DM1)، مدیر بازرگانی(DM2) ، مدیر مهندسی(DM3) ، مدیر مالی(DM4) و مدیر بخش تحقیق و توسعه(DM5) را برای انتخاب پیمانکار تشکیل می دهیم. اعضای تیم تصمیم گیری همگی از افرادی هستند که با فعالیت های نگهداری و تعمیرات آشنا بوده و سابقه کار با سیستم های تولید و مونتاژ خودرو را دارا می باشند.

جدول۱. درجه اهمیت تصمیم گیرندگان

متغیرهای زبانی	اعداد فازی شهودی IFN
خیلی مهم (VH)	(0.9,0.1)
مهم (H)	(0.7,0.3)
متوسط (L)	(0.55,0.45)
بی اهمیت (VL)	(0.35,0.65)
خیلی بی اهمیت (NO)	(0.1,0.9)

نظر خود را درباره میزان اهمیت هر تصمیم گیرنده به صورت متغیر زبانی که در جدول ۱ آورده شده است را تعیین می کنیم.

جدول۲. میزان اهمیت هر تصمیم گیرنده

تصمیم گیرنده	(DM1)	(DM2)	(DM3)	(DM4)	(DM5)
متغیر زبانی	خیلی مهم	مهم	متوسط	بی اهمیت	خیلی بی اهمیت

حال با استفاده از فرمول های ۱ و ۲ وزن تصمیم گیرندگان را به ترتیب زیر مشخص می کنیم:

$$\pi_A = 1- \mu_A(x) - v_A(x) \quad (۱)$$

$$0 \le \pi_A(x) \le 1 \quad (۲)$$

$$\pi_1 = 1-0.9-0.1 = 0$$

$$\pi_2 = 1-0.7-0.3 = 0$$

$$\pi_3 = 1-0.5-0.45 = 0.045$$

$$\pi_4 = 1-0.75-0.2 = 0.0$$

$$\pi_5 = 1-0.75-0.2 = 0.$$

$$\lambda_1 = \frac{0.9}{0.9+0.9+\left(0.5+0.05\left(\frac{0.5}{0.5+0.45}\right)\right)+\left(0.75+0.5\left(\frac{0.75}{0.75+0.2}\right)\right)+\left(0.75+0.5\left(\frac{0.75}{0.75+0.2}\right)\right)} = 0.23$$

$$\lambda_2 = \frac{0.9}{0.9+0.9+0.53+0.79+0.79} = \frac{0.9}{3.91} = 0.23$$

$$\lambda_3 = \frac{0.53}{3.91} = 0.13$$

$$\lambda_4 = \frac{0.79}{3.91} = 0.2$$

$$\lambda_5 = \frac{0.79}{3.91} = 0.2$$

$$\Sigma_{I=1}^{0} \lambda_I = 0.23+0.23+0.13+0.2+0.2 \sim 1$$

نتایج حاصل را در جدول۳ می بینید:

جدول۳. وزن هر تصمیم گیرنده

تصمیم گیرنده	(DM1)	(DM2)	(DM3)	(DM4)	(DM5)
متغیرهای زبانی	خیلی مهم	خیلی مهم	متوسط	بی اهمیت	خیلی بی اهمیت
وزن	0.23	0.23	0.13	0.2	0.2

۵. انتخاب معیارها

از میان معیارهای مختلف با توجه به نظر کارشناسان و بر اساس ادبیات موضوع ده معیار برای ارزیابی گزینه ها مورد استفاده قرار می گیرند. این معیارها در جدول۲ آمده است.

جدول۴. معیارها و زیرمعیارهای شناسایی شده موثر در انتخاب استراتژی نگهداری و قابلیت

هزینه (C^1)	ارزش افزوده (C^2)	ایمنی (C^3)	قابلیت اجرا (C^4)
۱- استهلاک تجهیزات	۱- کیفیت تولیدات	۱- ایمنی تجهیزات	۱- پذیرش توسط مدیریت
۲- هزینه مصرف انرژی	۲- بازدهی تجهیزات و پرسنل	۲- اثرات محیطی و آسیب‌های	۲- وجود قطعات یدکی
۳- هزینه‌های تحقیق و توسعه	۳- رضایت مشتریان	محیطی زیست	۳- پذیرش توسط کارکنان
۴- هزینه سخت افزار	۴- خلاقیت	۳- ایمنی پرسنل	۴- پذیرش توسط سهامداران
۵- دستمزد پرسنل	۵- افزایش رقابت‌پذیری	۴- استانداردهای اجتماعی	۵- توانمندی‌های نیروی انسانی
۶- هزینه نرم افزار	۶- بهره‌وری زمانی	۵- استانداردهای محیط زیست	۶- امکانات نرم‌افزاری لازم
۷- هزینه تلفات تولید	۷- بازگشت سرمایه	۶- قوانین حکومتی	۷- امکانات سخت افزاری لازم
۸- هزینه آموزش	۸- سودآوری	۷- انتشار سموم به هوا، خاک، آب	۸- پیچیدگی تکنولوژی
۹- زمان نصب و راه‌اندازی تجهیزات	۹- توسعه تجارب مدیریت و مهندسان		۹- عملی بودن از نظر تکنیکی
۱۰- هزینه قطعات یدکی			
۱۱- هزینه پاک سازی ضایعات			
۱۲- هزینه مصرف مواد خام			

برای تصمیم‌گیری مناسب و دقیق که جوابگوی نیازمندی‌های سازمان باشد توجه به معیارهای ذکر شده امری حیاتی و ضروری است.

۶. تعیین ساختار ارتباطات بین معیارها از طریق روش DEMATEL فازی گروهی

جدول۵. مقادیر دی فازی شده ارزیابی هر استراتژی

استراتژی ها	C1	C2	C3	C4
نگهداری و تعمیرات اصلاحی	0.068	0.067	0.046	0.075
سیستم‌های نت فراگیر و جامع	0.073	0.079	0.066	0.064
پیمانکارC	0.057	0.072	0.070	0.061
نت پیشگیرانه	0.070	0.061	0.064	0.069

در گام بعدی با توجه به مقادیر جدول فوق پارامتر S و R وQ را محاسبه می نماییم.

$$S_1 = \left(0/073\times\frac{0/073-0/068}{0/016}\right)+\left(0/06\times\frac{0/067-0/067}{0/012}\right)+\left(0/06\times\frac{0/070-0/046}{0/024}\right)$$
$$+\left(0/074\times\frac{0/061-0/075}{0/014}\right)+\left(0/05\times\frac{0/065-0/068}{0/0009}\right)+\left(0/07\times\frac{0/079-0/079}{0/013}\right)$$
$$+\left(0/067\times\frac{0/064-0/064}{0/007}\right)+\left(\%53\times\frac{0/080-0/068}{0/012}\right)+\left(0/074\times\frac{0/077-0/075}{0/0007}\right)$$
$$+\left(0/07\times\frac{0/075-0/079}{0/0004}\right)=0/300$$

$$S_2 = \left(0/073\times\frac{0/073-0/073}{0/16}\right)+\left(0/06\times\frac{0/067-0/079}{0/012}\right)+\left(0/06\times\frac{0/070-0/066}{0/024}\right)$$
$$+\left(0/074\times\frac{0/061-0/064}{0/14}\right)+\left(0/05\times\frac{0/065-0/056}{0/009}\right)+\left(0/07\times\frac{0/079-0/066}{0/13}\right)$$
$$+\left(0/067\times\frac{0/064-0/071}{0/007}\right)+\left(0/053\times\frac{0/080-0/057}{0/12}\right)+\left(0/074\times\frac{0/077-0/070}{0/007}\right)$$

$$+\left(0/07\times\frac{0/075-0/075}{0/004}\right)=0/398$$

$$S_3=\left(0/073\times\frac{0/073-0/057}{0/16}\right)+\left(0/06\times\frac{0/067-0/072}{0/12}\right)+\left(0/073\times\frac{0/070-0/070}{0/24}\right)$$
$$+\left(0/073\times\frac{0/061-0/061}{0/14}\right)+\left(0/05\times\frac{0/065-0/064}{0/009}\right)+\left(0/07\times\frac{0/077-0/077}{0/013}\right)$$
$$+\left(0/067\times\frac{0/064-0/070}{0/007}\right)+\left(0/053\times\frac{0/080-0/080}{0/12}\right)+\left(0/073\times\frac{0/077-0/077}{0/007}\right)$$
$$+\left(0/07\times\frac{0/075-0/079}{0/004}\right)=0/282$$

با توجه به مقادیر محاسبه شده خواهیم داشت:

$$R_3=0/073$$
$$R_1=R_2=0/074$$

در گام بعدی با توجه به مقادیر محاسبه شده، پارامتر Q را برای هر یک از گزینه ها محاسبه می نماییم. همچنین خواهیم داشت:

$$R^-=0/074 \qquad R^*=0/073 \qquad S^-=0/398 \qquad S^*=0/282$$

$$Q_1=0/5\left(\frac{0/299-0/282}{0/398-0/282}\right)+0/5\left(\frac{0/074-0/073}{0/074-0/073}\right)=0/573$$

$$Q_2=0/5\left(\frac{0/398-0/282}{0/398-0/282}\right)+0/5\left(\frac{0/074-0/073}{0/074-0/073}\right)=1$$

$$Q_3=0/5\left(\frac{0/282-0/282}{0/398-0/282}\right)+0/5\left(\frac{0/073-0/073}{0/074-0/073}\right)=0$$

در مرحله بعدی مقادیر S، R و Q را به ترتیب صعودی مرتب می نماییم.

جدول۶ .رتبه بندی گزینه های پیمانکار

رتبه بندی گزینه ها	۱	۲	۳	۴
بر مبنای S	نت پیشگیرانه	سیستم‌های نت فراگیر و جامع	نگهداری و تعمیرات اصلاحی	تعمیرات اساسی
بر مبنای R	نت پیشگیرانه	سیستم‌های نت فراگیر و جامع	نگهداری و تعمیرات اصلاحی	تعمیرات اساسی
بر مبنای Q	نت پیشگیرانه	سیستم‌های نت فراگیر و جامع	نگهداری و تعمیرات اصلاحی	تعمیرات اساسی

$$Q(A_3)-Q(A_1)\geq\frac{1}{3-1}$$

۷. نتایج

در عصر حاضر، یکی از بنیان‌های اساسی در صنعت و تولید، بدون شک، تجهیزات و ماشین‌آلات است. از طرفی، افزایش بهره‌وری و کارآیی تولید و دستیابی به استانداردهای جهانی، حفظ و نگهداری از سرمایه‌های ملی، رقابت در صحنه‌های تولید و حضور فعال‌تر در بازارهای داخلی و جهانی، بدون افزایش زمان قابلیت استفاده و بهره‌برداری از تجهیزات و ماشین‌آلات و سیستم‌های تولید و همچنین، کاهش هزینه‌های تعمیراتی و زمان از کارافتادگی میسر نخواهد بود. بنابراین، برخورداری از نظام نگهداری و تعمیرات مناسب از مباحث مهم هر صنعت است. تحقق و عمل به نت موجب تداوم خطوط تولید، کاهش هزینه‌ها، مصرف قطعات یدکی، انرژی و نیز افزایش عمر مفید ماشین‌آلات و کارایی آنها خواهد شد. از علائم فقدان نت، کارایی کم و سوددهی پایین است. نگهداری و تعمیرات مانند سایر تجارت‌ها و سازمان‌ها، نه تنها اهداف مناسب را برای سطوح مختلف اجرا بلکه، روش‌های معمول را نیز برای دستیابی به این اهداف مشخص می‌کند. همان طور که در این مقاله ملاحظه می شود، با استفاده از تکنیک DEMATEL مشخص شد در بین معیارها، معیار قیمت رتبه اول و همچنین با توجه به روش VIKOR فازی مشخص گردید که به ترتیب استراتژی های نت پیشگیرانه، سیستم‌های نت فراگیر و جامع، نگهداری و تعمیرات اصلاحی و تعمیرات اساسی برترین استراتژی های نگهداری و تعمیرات برای شرکت قالبهای صنعتی ایران خودرو می باشند.

منابع

[1] Pintelon L. M., Gelders L. F. (1992). Maintenance management decision making. European journal of operational research, 58(3), 301-317.
[2] Madu, C. N. (2009). Competing through maintenance strategies. International journal of quality & reliability management, 17(9), 937-948.
[3] Pinjala, S. K., Pintelon, L., & Vereecke, A. (2006). An empirical investigation on the relationship between business and maintenance strategies. International journal of production economics, 104, 214-229.
[4] Kelly, A. (1997). Maintenance organization and systems: business centered maintenance. Butterworth-Heinemann, Oxford.
[5] Tsang, H. C. A. (1998). A strategic approach to managing maintenance performance. Journal of quality in maintenance engineering, 4(2), 87-94.
[6] Kevin, F. G., Penlesky, R. J. (1998). A framework for developing maintenance strategies, Production and inventory management journal, first quarter: 16-21.
[7] Bevilacqua, M., Braglia, M. (2000). The analytic hierarchy process applied to maintenance strategy selection. Reliability engineering and system safety, 70, 71-83.
[8] Swanson, L. (2001). Linking maintenance strategies to performance. International journal of production economics, 70, 237-244.
[9] Pintelon, L., Kumar, S. P., & Vereecke, A. (2006). Evaluating the effectiveness of maintenance strategies. Journal of quality in maintenance engineering, 12(1), 7-20.
[10] Stedje, W., & Zukerman, D. (1991). Optimal maintenance strategies for repairable systems with general degree of repair. Journal of applied probability, 28(2), 384-396.
[11] Charles, A. S., Floru, I. R., Azzaro- Pantel, C., Pibouleau, L. & Domenech, S., (2003). Optimization of preventive maintenance strategies in a multipurpose batch plant: application to semiconductor manufacturing. Computers and chemical engineering, 27(4), 449-467.
[12] Wanga, L., Chua, J., & Wub, J. (2007). Selection of optimum maintenance strategies based on a fuzzy analytic hierarchy process. International journal of production economics, 107 (1), 151-163.
[13] Gebauer, H., Putz, F., Fischer, T., Wang, C. & Lin, J. (2008). Exploring maintenance strategies in Chinese product manufacturing companies. Management research news, 31(12), 941-950.
[14] Boschian, V., Rezg, N. & Chelbi, A. (2009). Contribution of simulation to the optimization of maintenance strategies for a randomly failing production system. European journal of operational research, 197, 1142-1149.
[15] Chinese, D. & Ghirardo, G. (2010). Maintenance management in Italian manufacturing firms matters of size and matters of strategy. Journal of quality in maintenance engineering, 16(2), 156-180.
[16] Utne, I. B. (2010). Maintenance strategies for deep sea offshore wind turbines. Journal of quality in maintenance engineering, 16(4), 367-381.