

نشریه علمی - پژوهشی بهبود مدیریت
سال هفتم، شماره ۳، پیاپی ۲۱، پاییز ۱۳۹۲
صفحات: ۴۳ - ۶۱

ارائه الگویی به منظور تعیین راهبرد اثربخش تعمیرات و نگهداری با استفاده از رویکرد تفکر ناب

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۱/۲۱، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۹/۱۳)

نیما رحمانی^۱، علی رضا ایرج پور^۲

چکیده

امروزه مدیران صنایع تولیدی، در تلاش‌اند که در محیط‌های رقابتی، سازمان تحت مدیریت خود را با فضای موجود هماهنگ کرده و با ایجاد مزیت‌های رقابتی همچون تحویل به‌موقع، بالا بردن کیفیت محصول و پایین آوردن بهای تمام شده، بتوانند موقعیت مناسبی را برای کسب کار خود ایجاد نمایند. نگهداری و تعمیرات نقش کلیدی در کاهش هزینه، کم کردن توقف ماشین آلات و افزایش ظرفیت تولید، کیفیت و بالا بردن بهره‌وری و قابلیت اطمینان ماشین آلات و در نتیجه تحقق اهداف سازمانی دارد. این مقاله به دنبال ارائه الگوی کاربردی است تا از طرق آن به تبیین یک راهبرد اثربخش و بهینه برای نگهداری و تعمیرات با رویکرد تفکر ناب و با استفاده از نظرات کارشناسان نگهداری و تعمیرات در ۹ سایت تولیدی، بپردازد. در این رویکرد، با بررسی روابط معیارهای ناب‌سازی فرآیند نت از طریق DEMATEL و وزن دهی شاخص‌های نت با آنتروپی و رتبه‌بندی معیارها با TOPSIS، ارائه‌ی الگو صورت می‌پذیرد. در این الگو، روابط بین مولفه‌های ناب‌سازی در راستای تامین اهداف شاخص‌های نت، برای رسیدن به بهینه‌ترین نتایج در فرآیند نت، تبیین شده است.

واژه‌های کلیدی:

تفکر ناب، راهبرد نگهداری و تعمیرات، نگهداری و تعمیرات ناب، شاخص‌های پیش‌رو و پس‌رو نگهداری و تعمیرات، تصمیم‌گیری چند معیاره.

^۱- کارشناس ارشد مدیریت صنعتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین (نویسنده مسؤول): nimarrah@gmail.com

^۲- دکترای تخصصی مدیریت صنعتی و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی قزوین: airajpour@yahoo.com

۱) مقدمه

هر سازمان نیازمند تغییرات برنامه‌ریزی شده‌ای است که خود اقدامی منظم برای تجدید ساختار سازمان به روشی است که بتواند با شرایط در حال تغییر محیط خارجی خود هماهنگ شود و به هدف‌های جدید دست یابد. بنابراین، این کار مشکل و گاهی پرهزینه است ولی چنین تغییراتی از آن نظر اهمیت دارد که به سازمان کمک می‌کند خود را با تغییراتی که در سازمان و محیط رخ می‌دهد و بقای آن را مورد تهدید قرار خواهد داد وفق دهند [۲۷]؛ زیرا پویایی و استمرار حرکت سازمان‌ها در گرو این تغییرات و انعطاف لازم در مورد هر یک از عملیات‌ها مبتنی بر اهداف سازمان است [۲۸]. نیاز مشتری به‌طور چشم‌گیری خاص بوده و به‌سرعت تغییر می‌کند. مشتریان، همچنان محصولات و خدمات با کیفیت بالا و قیمت پایین درخواست می‌کنند که به همین دلیل، لازم است تا سازمان‌ها، پاسخ‌گوی تغییرات نو، سریع، مستمر و غیرقابل پیش‌بینی محیط باشند و تنوع مناسبی از کالا و خدمات ارائه دهند تا بقا یابند و رقابتی عمل کنند. در این شرایط، کسب و کارها خودشان را در مواجهه با چالش‌ها و تقاضاهای روز باسازی و مهندسی مجدد می‌کنند. برای مثال، فرآیند تولید کالا و خدمات، از زمان شروع انقلاب صنعتی از تولید دستی تا تولید ناب و چابک چندین جهش داشته و مسیری طولانی را پیموده است. عملیات نت بر جلوگیری از خرابی تجهیزات و تعمیر آنها متمرکز است. اغلب دپارتمان‌های نت فعالیت‌های خود را به معنی "حذف اتلاف" نمی‌دانند. در حقیقت، حرکت از استراتژی نت واکنشی به نت کنش‌گرایانه با تمرکز مقدماتی بر حذف اتلاف در اقدامات نت و سیستم مدیریتی، ساده‌تر صورت می‌گیرد. خصوصاً این امر در مورد شرکت‌هایی که هم‌اکنون تحت یک سیستم تولیدی ناب اجرا می‌شوند صادق است [۲۹]. در محیط‌های کسب و کار امروزی، کارخانه‌ها اغلب با چالش‌هایی در مورد تقاضا برای افزایش بهره‌وری ماشین‌های موجود، نیروی انسانی و روش‌های نگهداری و تعمیرات قدیمی و منسوخ مواجه هستند. فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات در این حوزه می‌توانند درصد قابل توجهی از هزینه‌های تولید و مخارج یک کارخانه را در بر بگیرد. هزینه‌های مرتبط با توقفات غیر برنامه‌ای یا توقفات بالاتر از حد نرمال در خط تولید می‌تواند ۳۰ تا ۴۰ درصد از سود را کاهش دهد، به‌علاوه توقفات بیش از اندازه می‌تواند در مدت زمان تولید به دور محصول در ماشین و تحویل به‌موقع کالا یا خدمات را به مشتری تأثیر منفی داشته باشد. تعهد مدیریت و پاسخ‌گویی برای موفقیت در ایجاد تغییر در کسب و کار در هر سازمانی کاملاً حیاتی است. تفکر ناب و مفاهیم آن را می‌توان به فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات نیز تعمیم داد تا این مفهوم بتواند در حذف اتلافات در فرآیند تولید مکمل تولید ناب باشد [۱۶]. این مقاله با شناسایی مولفه‌های ناب سازی نگه‌داری و تعمیرات و با تحلیل این مولفه‌ها در رشد و ارتقای شاخص‌های این فرآیند در پی تبیین روابط مولفه‌های نگهداری و تعمیرات در رشد عملکرد تولید است. برای تحلیل روابط میان مولفه‌ها ناب سازی نت و شاخص‌های فرآیند نگهداری و تعمیرات از روش ترکیبی تصمیم‌گیری چند معیاره با استفاده از دیمتل و آنتروپی شانون و تاپسیس بهره گرفته شده است.

۲) مرور ادبیات

- تولید ناب

فلسفه تولید ناب بر مبنای حذف هر نوع فعالیت بدون ارزش افزوده است، تولید ناب اصولی دارد که عبارت‌اند از: حذف ضایعات، عیوب صفر، تیم‌های چند منظوره، کاهش لایه‌های سازمانی، رهبری تیمی، سیستم‌های اطلاعاتی عمودی، بهبود مستمر و سیستم کششی. اصطلاح تولید ناب در اواسط دهه ۱۹۹۰، توسط جیمز و همکارانش، در قالب یک کار تحقیقی با عنوان «ماشینی که جهان را تغییر داد» منتشر گردید. او و همکارانش تولید ناب را تقریباً به‌عنوان ترکیبی از الگو تولید سنتی فورد و الگو سیستم‌های فنی اجتماعی در محیط تولید ژاپنی می‌شناسد. تولید ناب، یک استراتژی مدیریتی و رویکردی به‌منظور شناسایی و حذف منابع اتلاف برای حداقل کردن هزینه‌ها و حرکت به‌سوی بهره‌وری و تعالی سازمانی است. این رویکرد از تفکر بهبود مستمر و کایزن متولد شده و در کارخانجات و صنایع ژاپنی در قالب تولید ناب، توسعه یافت [۲۳].

- راهبردهای نگهداری و تعمیرات

مجموعه فعالیت‌هایی که به‌طور مشخص و معمولاً به‌صورت برنامه‌ریزی شده و با هدف جلوگیری از خرابی‌های ناگهانی ماشین‌آلات و تجهیزات و تاسیسات انجام گرفته و با این کار قابلیت اطمینان و در دسترس بودن آن‌ها را افزایش می‌دهد، فعالیت‌های نگهداری لقب می‌دهند. تعمیرات شامل مجموعه فعالیت‌هایی است که در مورد یک سیستم که دچار خرابی و یا از کار افتادگی است، انجام می‌دهند تا آن را به حالت آماده و قابل بهره‌برداری باز گردانند و آن‌را به‌منظور انجام وظیفه‌ای که به آن محول شده است، آماده‌اش سازند [۲۴].

نگهداری و تعمیرات برنامه‌ریزی نشده (واکنشی یا اصلاحی)^۱:

به این استراتژی، نگهداری آتش‌نشانی یا نگهداری بر مبنای خرابی^۲، نیز می‌گویند. در این رویکرد فعالیت‌ها فقط بعد از خرابی اعمال می‌شود و هیچ مداخله‌ای تا قبل از زمان وقوع یک خرابی صورت نمی‌گیرد [۱۵]. نگهداری اصلاحی یک استراتژی ابتدایی است که در صنایع پدیدار شده است [۸] از این رویکرد به‌عنوان یک راهبرد امکان‌پذیر در مواقعی که حاشیه سود بالایی وجود دارد نام برده‌اند [۱۳]. همچنین با افزایش رقابت جهانی و حاشیه سود کم، مدیران ملزم به به‌کارگیری استراتژی‌های نگهداری موثرتر و قابل اطمینان‌تری هستند [۴].

- نگهداری و تعمیرات برنامه‌ریزی شده (پیش‌گیرانه)^۳

این رویکرد بر مبنای ویژگی قابلیت اطمینان طرح ریزی شده است. در این روش، نگهداری از تجهیزات در دوره‌های زمانی خاصی بر اساس یک برنامه زمان‌بندی منظم صورت می‌گیرد. در این سیاست سعی می‌شود تا با برخی بررسی‌ها و جایگزینی‌ها و بازرسی‌های مجدد برای اجزایی که نرخ خرابی بالایی دارند، تعداد خرابی‌های ناگهانی را کاهش دهند. نگهداری پیش‌گیرانه در بسیاری از صنایع مورد استفاده قرار می‌گیرد

^۱. Corrective Maintenance

^۲. Run to Failure

^۳. Preventive Maintenance

ولی اجرا کردن موثر آن نیازمند یک سیستم پشتیبانی تصمیم است [۷]. در بسیاری از موارد این استراتژی براساس اهمیت و عمر مفید باقی مانده ماشین آلات برنامه ریزی می شود [۸] که اغلب می تواند منجر به فعالیت های نگهداری غیر ضروری شود و اگر فعالیت نگهداری مناسب صورت نگیرد منجر به بدتر شدن تسهیل می شود.

این سیستم همیشه سازمان یافته است و یک شخص یا دپارتمان همیشه مسئول نگهداری سوابق و اقدام در برابر خرابی ها و شکست هاست. قطعات یدکی مورد نیاز همواره خریداری شده و در انبار نگهداری می شود. رویه و دستورالعمل های تعمیرات در دسترس هستند، در این حالت توقفات ماشین کمتر از راهبردهای تعمیرات برنامه ریزی نشده است زیرا که قطعات یدکی در دسترس است. هزینه های تعمیرات نیز کمتر از حالت برنامه ریزی نشده است زیرا که در این حالت زمان های بی کاری ماشین و نیروی انسانی کاهش یافته است [۱۸ و ۱۹].

- نگهداری و تعمیرات پیش گوینده^۱ (نگهداری و تعمیرات بر اساس پایش وضعیت)^۲

اجرای این روش مستلزم داشتن اطلاعات کافی و جامع از وضعیت ماشین در طول دوران بهره برداری بود تا بتوان بر اساس نرخ تغییر شرایط و تعریف وضعیت نامطلوب، زمان مناسب برای انجام به موقع تعمیرات را پیش بینی کرد. به همین دلیل این روش، نت پیش گوینده نامیده شده است. در فرهنگ پیش گوینده، این کارشناسان هستند که تصمیم می گیرند چه وقت ماشین را تعمیر کنند، نه آن که خرابی و توقف ماشین، میزان ساعت کارکرد آن و یا تقویم سالیانه آنها را مجبور به انجام تعمیرات کند. بنابراین سازمان نیز می تواند از قبل به منظور اجرای اقدامات اصلاحی مورد نیاز برنامه ریزی کند، به گونه ای که با تامین نیروی انسانی، قطعات و خدمات مورد نیاز و انجام هماهنگی های لازم برای اجرای تعمیرات آمادگی کامل داشته باشد. از آنجایی که در این روش، تعمیرات تنها بر اساس وضعیت ماشین و در صورت مشاهده علائم خرابی انجام می شود، آن را نت براساس وضعیت ماشین نیز می نامند [۲۶].

نت پیش گوینده در عمل پارامترهای تعریف شده برای عملکرد یک تجهیز را با حدود مهندسی تعریف شده آن پارامترها مقایسه کرده و بعد از انجام تحلیل های لازم مشکلاتی که باید برای جلوگیری از خرابی دستگاه برطرف شوند را تشخیص و اقدام لازم را برای برطرف کردن آنها انجام می دهد [۲].

- نگهداری و تعمیرات بر پایه قابلیت اطمینان (RCM)^۳

جان موبری^۴، در مقدمه کتاب Reliability Centered Maintenance که یکی از مراجع مهم در این موضوع به حساب می آید، RCM را چنین تعریف می کند:

"فرآیندی که در آن تعیین می شود، انجام چه فعالیت هایی برای نگه داشتن دارایی های فیزیکی در سطح مشخصی از کارایی (مطابق با نظر استفاده کنندگان از آنها) و حفظ کارکرد، آنها ضرورت دارد." در واقع RCM یک روش مهندسی برای تعیین برنامه های نت در سطح یک سازمان است که قابلیت اطمینان

^۱. Predictive Maintenance

^۲. CBM (Condition Base Monitoring)

^۳. Reliability Centered -Maintenance

^۴. John Moubray

^۵. function

را به عنوان مفهومی کلیدی لحاظ می نماید. یکی دیگر از ویژگی‌های اصلی این روش، رویکرد کارکردمحور^۱ آن است. یعنی فرآیند آنالیز پس از تعیین محدوده کاری، از تعریف و مشخص کردن کارکردهای هر یک از سیستم‌ها و تجهیزات مشمول در برنامه آغاز می‌شود [۶].

– نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM^۲)

نت بهره‌ور فراگیر، اساس و پایه نت ناب و آغاز راه برای بهینه‌سازی قابلیت اطمینان و اثربخشی تجهیزات است. اساس نت بهره‌ور فراگیر، بر فعالیت‌های گروهی و نت کنشی است و تمام سطوح سازمان از مدیران ارشد تا کف کارخانه را شامل می‌شود. نت بهره‌ور فراگیر، کل چرخه عمر سیستم تولید را هدایت می‌کند و یک سیستم استوار با محوریت کف کارخانه و با هدف جلوگیری از بروز اتلاف را بنیان می‌گذارد. هدف نت بهره‌ور فراگیر، حذف همه سوانح، نقص‌ها و شکست‌هاست [۹].

۵ اصل کلی در TPM وجود دارد:

۱. ارتقای اثربخشی کلی تجهیزات از طریق شناسایی فرصت‌های از دست رفته و نظارت و کنترل به منظور کاهش و حذف عوامل کاهنده سرعت در ماشین آلات، خرابی‌ها و زمان‌های از دست رفته به علت توقف فنی ماشین آلات و تجهیزات.
۲. ایجاد یک خط مقدم برای حفاظت از تجهیزات به عنوان ابزار تولید. این خط مقدم از طریق نت‌های خودگردان توسط اپراتورها ایجاد می‌شود. در این چهار چوب اپراتورها باید بتوانند حمایت لازم را از واحد تعمیرات به عمل آورند. اپراتور باید بتواند برخی از امور تعمیراتی ساده، اقدامات پیش‌گیرانه و بهبود دهنده و اصلاحی را انجام دهد و راهکارهایی برای جلوگیری از بروز مشکلات فنی در ماشین ارایه کند.
۳. اتخاذ رویکرد سیستمی در راستای انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات
 - از طریق فعالیت‌های PM برای هر قسمت از ماشین صورت (TBM^۳).
 - ایجاد استاندارد برای اجرای تعمیرات و نگهداری بر اساس پایش وضعیت
 - تعریف مسئولیت‌های نگهداری و تعمیرات برای اپراتورهای تولید و پرسنل واحد نگهداری و تعمیرات
 - تعریف مسئولیت کلی نگهداری ماشین برای اپراتور
 - مسئولیت‌های پرسنل واحد نگهداری و تعمیرات: انجام تعمیرات به هنگام خرابی‌های اضطراری، حمایت از اپراتورها از طریق ارایه آموزش اصول نگهداری ماشین به آن‌ها، عیب‌یابی مشکلات و خرابی‌ها، به کار بردن خلاقیت در فعالیت‌های تعمیراتی و ارزیابی کیفیت اقدامات انجام شده، توسعه فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات از طریق بهبود مستمر در ماشین آلات.
۴. برای درست انجام دادن وظایف در کارکنان نیاز است که به صورت مداوم آموزش کاربردی در راستای توسعه توان‌مندی و مهارت اپراتوری، کارگروهی و حل مساله، صورت پذیرد.

^۱. function based

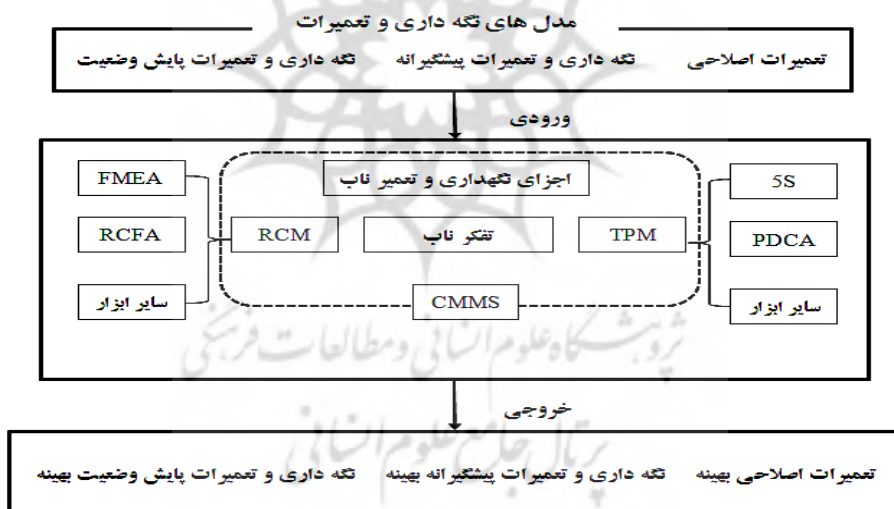
^۲. Total Productive Maintenance

^۳. Time Based Maintenance

۵. انجام مدیریت اولیه در تجهیزات: تعمیر و نگهداری صفر به این مفهوم است که در گام اول تمامی مراحل طراحی، ساخت تجهیز و نصب و راه اندازی آن تمامی مواردی که می‌تواند تجهیز را نیازمند انجام تعمیرات و دچار خرابی کند، در نظر گرفته شده است. بنابراین هرگونه مشکل فنی و خرابی را می‌توان با برگشت به عقب در هر یک از این مراحل شناسایی و حذف نمود [۱۷ و ۱۶].

– نگهداری و تعمیرات ناب^۱

نگهداری و تعمیرات ناب به منظور ایجاد کاربرد و هماهنگی و اجرای بهینه بین مفاهیم و رویکردهای مختلف نگهداری و تعمیرات همچون PM، TPM، RCM، با استفاده از آنالیز جریان ارزش، ایجاد شده است. این راهبرد در نگهداری و تعمیرات به دنبال شناسایی و حذف اقدامات غیر ارزش آفرین است. نت ناب، شامل ۳ هسته و یک پلت فرم است. سه هسته اصلی نت ناب شامل تفکر ناب، RCM و TPM، بوده و پلت فرم آن CMMS است که به عنوان پایه و اساس جمع‌آوری اطلاعات و تجزیه و تحلیل نگهداری و تعمیرات، است. در خلال فرآیندهای اجرایی، ابزارهای مختلفی از جمله ۵S و نقشه‌ی جریان ارزش به منظور بهبود فرآیندها مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۱: اجزای نگهداری و تعمیرات ناب

بسیاری از سازمان‌ها هنوز دپارتمان نت را به عنوان یک چاهک هزینه یا هزینه‌های سربار تلقی می‌کنند، حال آن‌که یک سیستم نت ناب، سودآوری سازمان را به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌دهد. در نتیجه، در اولین

^۱. Lean Maintenance

گام، توجه به دو موضوع از اهمیت برخوردار است: استفاده بهینه از نیروی انسانی نت و تعیین موارد بهینه برای برون سپاری فعالیت‌های نت

طراحی یک سیستم کنترل موجودی برای نگهداری اقلام و قطعات مورد نیاز در مقادیر بهینه که می‌تواند حداقل ۲۰٪ از هزینه‌های مواد و نگهداری موجودی را کاهش دهد.

اما نکته‌ی مهم و قابل توجه این است که در یک سیستم نت ناب، هدف اصلی به جای تمرکز روی کاهش هزینه‌های نت، افزایش قابلیت دسترسی ماشین آلات است. نکته‌ی دیگر آن است که افزایش سطح دسترسی ماشین آلات تابع دو عامل است:

مساله فنی: مربوط به خرابی‌های حاد و اتفاقی که منجر به حذف ظرفیت دستگاه می‌شود.

مساله سازمانی: مربوط به خرابی‌های مزمن که کاهش ظرفیت دستگاه را به دنبال دارد.

نت ناب به دنبال حذف هر دو این خرابی‌هاست. مهم‌ترین گام نت ناب محاسبه اثربخشی کلی ماشین آلات (OEE) است که کارایی دستگاه را از سه جنبه دسترسی، کارایی و کیفیت بررسی می‌نماید. محاسبه OEE، به بسیاری از تصمیم‌گیری‌ها در عملیات نت جهت می‌دهد [۵].

با این توضیح مراحل اصلی نت ناب را می‌توان مطابق شکل زیر ارایه داد:

مرحله ۱: تمرکز بر زیرساخت‌ها

مرحله ۲: تمرکز بر سطح دسترسی

مرحله ۳: تمرکز بر کارایی [۱۴]



شکل ۲: مراحل اصلی اجرای نت ناب

- سنجش عملکرد فرآیند تعمیرات و نگهداری -
 رابطه‌ی میان نگهداری و تعمیرات و تولید پیچیده است. مشکل هنگامی به وجود می‌آید که هدف اندازه‌گیری کمیت‌های ورودی و خروجی تعمیرات و نگهداری باشد [۱۰].

از زمانی که نگهداری و تعمیرات همکاری مثبتی را در ارتباط با تحقق اهداف راهبردی سازمان ایفا می‌کند، مدیریت ارشد سازمان ارزش افزوده این فرآیند و نقشی که در کاهش هزینه‌ها می‌تواند ایفا کند را درک کرده

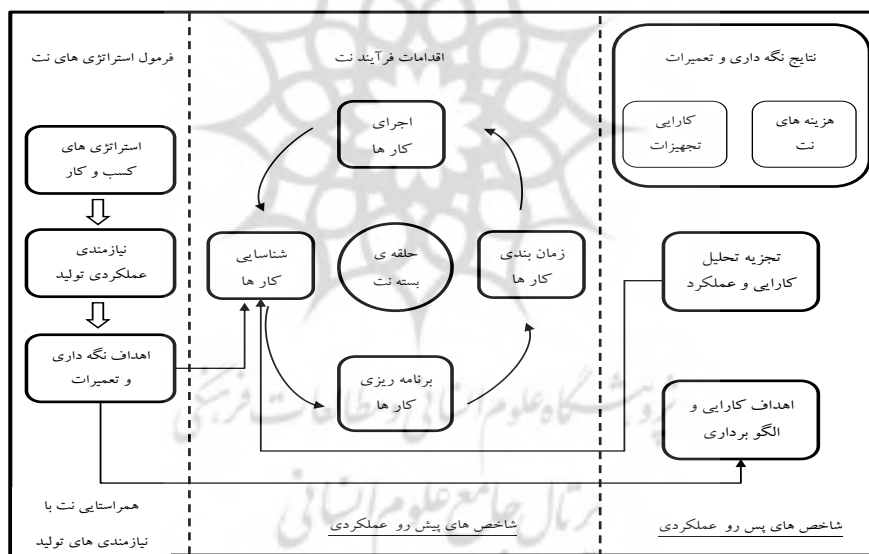
است. به عبارت دیگر نگاه‌داری و تعمیرات ضعیف می‌تواند علاوه بر این که مانعی در ایجاد ارزش به حساب آید، موجب نابودی سرمایه‌ها و راهبردهای شرکت می‌شود [۱].

- شاخص‌های پیش رو در فرآیند تعمیرات و نگاه‌داری

شاخص‌های پیش رو، ناظر بر انجام درست کارها در حوزه‌ی نگاه‌داری و تعمیرات، در راستای تحقق نتایج مطلوب تولید، هستند. این شاخص‌ها هر زیر فرآیند را از نظر رضایت بخش بودن، در حوزه‌ی نگاه‌داری و تعمیرات اندازه‌گیری می‌کنند. این شاخص‌ها، چهار حوزه‌ی شناسایی کارها، برنامه‌ریزی کارها، زمان‌بندی کارها و اجرای کارها را اندازه‌گیری و ارزیابی می‌کند.

- شاخص‌های پس رو فرآیند تعمیرات و نگاه‌داری

نتایج نگاه‌داری و تعمیرات را می‌توان از طریق قابلیت اطمینان، دسترس‌پذیری و قابلیت کار سیستم‌های فنی، جمع‌بندی کرد. شاخص‌های پس رو به اندازه‌گیری فرآیند نگاه‌داری و تعمیرات از طریق نتایج کارایی تجهیزات و هزینه‌های نگاه‌داری و تعمیرات می‌پردازد [۳].



شکل ۴: چهارچوب سنجش عملکرد فرآیند نگاه‌داری و تعمیرات

۲-۳- کاربرد تکنیک‌های وزن دهی و تصمیم‌گیری چند معیاره

روش‌های مختلف تصمیم‌گیری چند معیاره و توسعه‌ی آن‌ها به کمک انتخاب بهترین گزینه‌ها برای تصمیم‌گیری آمده‌اند. توسعه تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره نه تنها از طریق مشکلات واقعی و مختلف زندگی که معیارهای مختلفی را شامل می‌شود بلکه از طریق میل به منظور تسهیل فرآیند تصمیم‌گیری، رخ

داده است. این تکنیک‌ها با استفاده از پیشرفت‌هایی که در حوزه‌ی ریاضیات، بهینه‌سازی، علوم محاسباتی و فن‌آوری کامپیوتری رشد یافته‌اند [۱۹].

- تکنیک TOPSIS^۱:

TOPSIS از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است که به منظور شناسایی راه حل از میان گزینه‌های کراندار است.

- تکنیک DEMATEL:

DEMATEL برای ساختار دهی به یک دنباله از اطلاعات مفروض کاربرد دارد به طوری که:

۱. شدت ارتباطات را به صورت امتیاز دهی مورد بررسی قرار می‌دهد.

۲. بازخوردهای توأم با اهمیت آن‌ها را تجسس می‌کند.

۳. روابط انتقال‌ناپذیر را می‌پذیرد.

پایه‌ی این روش براساس این فرض بنا شده است که یک سیستم، شامل مجموعه‌ای از معیارهاست و مقایسه‌ی زوجی روابط میان این معیارها می‌تواند به وسیله‌ی معادلات ریاضی الگو کرد. این تکنیک برای ساختن و تحلیل الگوهای ساختاری مرتبط با روابط علی و معلولی پیچیده میان عوامل یک مساله است. روش DEMATEL، روشی بسیار عملی و مفید برای نشان دادن ساختارهای علی و معلولی به وسیله‌ی ماتریس و نمودار است. ماتریس و نمودار چهارچوب روابط بین عناصر یک سیستم را به وسیله‌ی اعداد، از نظر شدت تاثیرگذاری و تاثیر پذیری، نشان می‌دهد. روش DEMATEL، روابط علی و معلولی عناصر را به صورت ساختاری قابل درک از سیستم ارایه می‌دهد و در بسیاری از زمینه‌ها، کاربردی بسیار موفق دارد [۱۱].

- تکنیک آنتروپی شانون:

آنتروپی، اطلاعات را در شرایط عدم قطعیت اندازه‌گیری می‌کند. این روش اولین بار توسط شانون در مقاله‌ی تحت عنوان تئوری ریاضی ارتباطات^۲، ارایه شد [۱۲]. این روش در بسیاری از فعالیت‌های مدیریتی، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳ روش تحقیق

این تحقیق با توجه به هدف، در هر دو دسته‌ی تحقیقات بنیادین و کاربردی، قرار می‌گیرد. زیرا این تحقیق به دنبال تبیین روابط و شاخص‌ها و ارایه‌ی الگو است. ابزار گردآوری اطلاعات پرسشنامه است. با انجام مطالعات کتابخانه‌ای و آرشیوی و بررسی تحقیق صورت گرفته، راهبردها و شاخص‌های مختلف نگاه‌داری و تعمیرات و عناصر کلیدی به منظور پیاده‌سازی نگاه‌داری و تعمیرات ناب شناسایی شد، که در دو پرسش‌نامه از این مفاهیم استفاده شده است. در پرسشنامه‌ی شماره ۱، از خبرگان خواسته شد که میزان و شدت تاثیرگذاری هر یک از عناصر نت ناب را به صورت مقایسات زوجی نسبت به یکدیگر مشخص نمایند و جلوی هر ردیف

^۱. Technique for order preference by similarity to ideal solution

^۲. A Mathematical Theory of Communication

اعلام نمایند که آیا این مولفه‌ها در کارخانه‌های آن‌ها به‌کار گرفته شده است و در صورت کاربرد این مولفه‌ها در پیاده‌سازی آن در چه سطحی است. در این تحقیق برای سنجش روایی پرسشنامه از روایی محتوا، استفاده شده است. روایی محتوا اطمینان می‌دهد که ابزار مورد نظر به تعداد کافی، پرسش مناسب برای اندازه‌گیری مفهوم مورد سنجش را دارد. هر قدر این عناصر، مقیاس گسترده‌تر و قلمرو مفهوم مورد سنجش را بیشتر در برگیرند، روایی محتوا بیشتر خواهد بود. به بیان دیگر، روایی محتوا نشان می‌دهد که ابعاد و عناصر یک مفهوم تا چه حد، تحت پوشش دقیق قرار می‌گیرند. در این تحقیق، سوال‌های پرسشنامه متناسب با میانی نظری طراحی شده و سپس با توزیع آن بین صاحب‌نظران مرتبط با موضوع، مولفه‌های نامفهوم و غیر مرتبط تعدیل یا حذف شد و با پیشنهادها‌ی ارائه شده، مولفه‌هایی نیز اضافه گردید پرسشنامه اصلی بعد از این مرحله تدوین و توزیع شد. بنابراین پرسش‌ها از نظر محتوایی دارای روایی هستند. در این تحقیق به دلیل کیفی بودن داده‌ها برای سنجش پایایی پرسشنامه از روش «آلفای کرونباخ» استفاده شده است. برای به‌دست آوردن آلفای مورد نظر، از برنامه‌ی محاسباتی SPSS استفاده شده است. داده‌های مربوط به محاسبات «آلفای کرونباخ»، پرسش‌نامه ۱ و ۲ در زیر آمده است.

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	۱۴	۱۰۰٫۰
	Excluded	۰	۰٫۰
	Total	۱۴	۱۰۰٫۰

تعداد خبرگان پرسشنامه‌های شماره ۱ و ۲

Reliability Statistics

Cranach's Alpha	N of Items
.۶۷۵	۷۲

تعداد سوال‌ها و مقدار آلفای کرونباخ پرسشنامه ۱

Reliability Statistics

Cranach's Alpha	N of Items
.۷۶۲	۲۷۹

تعداد سولات و مقدار آلفای کرونباخ پرسشنامه ۲

قلمرو تحقیق (موضوعی، مکانی، زمانی)

قلمرو موضوعی: در این تحقیق، محقق سعی دارد با ارایه یک رویکرد کاربردی، به بررسی مولفه‌های توانمندساز و تاثیرگذار در بهینه‌سازی فرآیند نگهداری و تعمیرات در صنایع تولیدی بپردازد و الگویی مناسب و عملی به‌منظور به‌کارگیری موثر هر یک از مولفه‌های مذکور به‌منظور دستیابی به اهداف سازمان، ارایه کند.

قلمرو مکانی: مکان انجام این تحقیق، در ۹ کارخانه پل فیلم و اطلس فیلم (تولید لفاف‌های پلیمری)، پلات و آذین چاپ (چاپ و تولید سیلندر چاپ هلیو گراور)، صنایع مفتولی زنجان و بید وایر (در زمینه تولید مفتول، وایر و الکتروود جوش کاری)، صنایع فردان آریان (تولید پریفرم و ظروف بسته بندی مواد غذایی)، می دیسک (تولید لوح های فشرده نوری، سی دی و دی وی دی) و صنایع آریا کیان (خط مونتاژ رام فرمان اتومبیل) صورت گرفته است.

قلمرو زمانی: زمان انجام تحقیق حاضر، در دوره‌ی زمانی شش ماهه، سال ۱۳۹۱ هجری شمسی واقع شده است و اطلاعات، آمار و اسناد مربوط به این دوره زمانی است.

به‌منظور کسب اطمینان از جامعیت دیدگاه‌ها این شاخص‌ها به‌دست آمد: ۱- مرتبط بودن تجربه کاری خبرگان به بحث نگهداری و تعمیرات ۲- وجود خبرگانی از سمت‌های مدیریت و کارشناسان ارشد و ماهر در زمینه نگهداری و تعمیرات. خبرگان دانشگاهی و دارای تحصیلات آکادمیک مرتبط (تعداد خبرگان بین ۴ الی ۱۴ نفر، پیشنهاد شده است. این ۱۴ نفر در ۹ کارخانه تولیدی مشغول به فعالیت هستند) ۳- بررسی مقالاتی که روش ساختاری- تفسیری را برای تحلیل نتایج استفاده کرده‌اند.

روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

استخراج نتایج مفید و قابل استفاده از یک تحقیق مستلزم به‌کارگیری شیوه‌های مناسب علمی، دقیق و تایید شده است. در این راستا مراحل زیر به‌منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات در این تحقیق، مورد استفاده قرار می‌گیرد:

گام اول: استخراج ماتریس توافقی تقریبی شدت روابط مستقیم مولفه‌های ناب‌سازی فرآیند نگهداری و تعمیرات برگرفته از داده‌های پرسشنامه شماره ۱ که ۱۴ نفر خبرگان انتخاب شده آن را تکمیل کرده‌اند.
گام دوم: به‌منظور ساختاردهی به تاثیر هر یک از مولفه‌های ناب‌سازی نسبت به یکدیگر و بررسی بازخور و روابط آن‌ها و تعیین مقادیر اثر گذاری و اثر پذیری بین مولفه‌های ناب‌سازی فرآیند نت، از روش DEMATEL استفاده می‌شود. به‌کار بردن این روش می‌تواند در ارتباط با روابط مولفه‌های ناب‌سازی نت، تحقیق را به یک ساختار مناسب برساند و خط و مشی الگو بهینه را برای تبیین راهبرد با رویکرد ناب در فرآیند نگهداری و تعمیرات میسر سازد. با استخراج دو شاخص اثرگذاری و اثر پذیری بین مولفه‌های ناب سازی فرآیند نت، می‌توان تاثیر هر یک از مولفه‌ها را بر یکدیگر ارزیابی کرد تا بتوان با توجه به اهمیت تاثیرگذاری هر یک از آن‌ها تحلیل مناسبی را برای رتبه‌بندی این مولفه‌ها انجام داد.

- نرمال نمودن ماتریس روابط مستقیم
- ایجاد ماتریس روابط کلی

- ایجاد ماتریس علی و معلولی
- ایجاد ماتریس وابستگی
- مشخص نمودن ترتیب نفوذ عناصر بر یکدیگر
- استخراج شاخص‌های تاثیرگذاری و تاثیر پذیری مولفه‌های ناب سازی

گام سوم: استخراج ماتریس توافق تقریبی ارزیابی با استفاده از داده‌های پرسشنامه شماره ۲ که مولفه‌های ناب‌سازی نت را به‌عنوان گزینه و شاخص‌های پس رو و پیش رو نگه‌داری و تعمیرات به‌عنوان معیار که خروجی گام دوم یعنی اثرگذاری و اثرپذیری مولفه‌ها نیز به این شاخص‌ها اضافه می‌شود. گام چهارم: تعیین وزن شاخص‌ها با استفاده روش آنتروپی شانون: در تعیین وزن شاخص به‌علت نبود قطعیت، از روش آنتروپی شانون به‌جای استفاده از نظر خبرگان بهره گرفته می‌شود. در این تحلیل مشخص می‌شود که وزن و اهمیت هر یک از گروه شاخص‌های پیش رو و پس رو و تاثیرگذاری و تاثیرپذیری مولفه‌های ناب‌سازی فرآیند چگونه است.

گام پنجم: رتبه‌بندی و تعیین وزن مولفه‌های ناب‌سازی نگه‌داری و تعمیرات با استفاده از تکنیک TOPSIS: به‌منظور رتبه‌بندی و وزن‌دهی از تکنیک TOPSIS بهره گرفته شده است. زیرا این روش یک روش تراکمی جبرانی است که گزینه‌ها را از طریق وزن هر یک از معیارها و اعداد نرمال سازی شده بر هر معیار و محاسبه‌ی معیار، مقایسه می‌کند. این مهم با فرض این که TOPSIS نتیجه‌ی یکسانی برای افزایش و کاهش مقادیر دارد، صورت می‌گیرد. بی‌مقیاس‌سازی، معمولاً نیازمند پارامترها و معیارهایی است که اغلب دارای یعدهای ناهمگن و نامتجانس در مسایل چند معیاره هستند. در روش‌های جبرانی مانند TOPSIS، مبادله‌ی میان معیارها مجاز است به‌طوری‌که نتایج ضعیف یک معیار از طریق نتایج خوب معیارهای دیگر خنثی و جبران می‌شود. روش‌های جبرانی شکل واقع‌گرایانه‌تری را نسبت به روش‌های غیر جبرانی ارائه می‌دهند که راه‌حل‌های به‌دست آورده شده را از طریق برش‌هایی که بر آن‌ها اعمال می‌کنند، نادیده می‌گیرند.

- ایجاد ماتریس تصمیم نرمال شده
- محاسبه ماتریس نرمال موزون شده
- تعیین نقطه ایده آل مثبت و منفی
- محاسبه فاصله اقلیدسی راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت و منفی
- انجام رتبه‌بندی: در این اعداد به‌دست آمده به‌صورت کاهشی رتبه‌بندی می‌کند تا گزینه دارای اولویت، انتخاب شود.

بر اساس مقادیر خروجی TOPSIS، با استفاده از روش میانگین موزن، اوزان هر یک از مولفه‌ها مشخص می‌شود.

گام ششم: انجام بررسی روند شاخص‌ها با توجه به سطوح پیاده‌سازی مولفه‌های ناب‌سازی نت به‌منظور تعیین ارتباط بین مولفه‌های ناب‌سازی فرآیند نت و روند شاخص‌های نگه‌داری و تعمیرات در ۹ کارخانه انتخاب شده برای مطالعات میدانی، هم‌چنین ارزیابی اثر بخشی و یا افت کارایی فرآیند نگه‌داری و تعمیرات

در هر یک از کارخانه‌ها در یک دوره شش ماهه در ارتباط با به‌کارگیری و یا عدم به‌کارگیری مولفه‌های ناب‌سازی نگاه‌داری و تعمیرات.

ارایه الگو

با استفاده از خروجی روش DEMATEL و TOPSIS که وابستگی عناصر و و رتبه‌ی آن‌ها مشخص شده است و نتایج مطالعات میدانی صورت گرفته شده و تحلیل روند بین مولفه‌های ناب‌سازی نگاه‌داری و تعمیرات و روند شاخص‌های نت، الگو بهینه برای تبیین راهبرد نگاه‌داری و تعمیرات با رویکرد تفکر ناب ارائه می‌شود.

۴ یافته‌های تحقیق و تجزیه و تحلیل آن‌ها

در این راه ۹ مولفه به‌عنوان عواملی که با پیاده‌سازی صحیح آن‌ها می‌توان فرآیند نگاه‌داری و تعمیرات را ناب و بهینه، نمود شناسایی شده‌اند. این مولفه‌ها به شرح زیر هستند:

خرید و انبار قطعات یدکی با رویکرد تفکر ناب، ۵S، CMMS، آموزش و فرهنگ سازی، RCM، CBM، AM، PM، CM [۲۷].

استخراج ماتریس توافقی تقریبی شدت روابط مستقیم مولفه‌های ناب سازی فرآیند نگاه‌داری و تعمیرات ماتریس مقایسات زوجی زیر که مولفه‌های آن برگرفته از مطالعات انجام شده در فصل ادبیات پژوهش است، یک ماتریس ۹×۹ است که از داده‌های پرسشنامه‌ی شماره ۱ توسط ۱۴ خبره انتخاب شده، بر اساس تصمیم‌گیری گروهی تحت عنوان ماتریس توافقی تقریبی شدت روابط مستقیم مولفه‌های ناب سازی فرآیند نگاه‌داری و تعمیرات، استخراج شده است.

CM	PM	AM	RCM	CBM	آموزش	CMMS	۵S	خرید و انبار قطعات یدکی با رویکرد تفکر ناب	مولفه‌های ناب- سازی نگهداری و تعمیرات
۴	۴	۲	۲	۲	۲	۱	۳	۰	خرید و انبار قطعات یدکی با رویکرد تفکر ناب
۳	۳	۴	۲	۳	۳	۳	۰	۴	۵S
۴	۴	۲	۴	۴	۲	۰	۳	۴	CMMS
۴	۳	۴	۳	۳	۰	۲	۴	۲	آموزش
۴	۳	۳	۴	۰	۲	۳	۲	۳	CBM
۴	۴	۳	۰	۴	۴	۲	۲	۳	RCM
۴	۴	۰	۳	۳	۲	۲	۲	۱	AM
۴	۰	۳	۲	۲	۲	۳	۲	۴	PM
۰	۲	۲	۲	۱	۱	۲	۲	۴	CM

جدول ۱: ماتریس توافق ترکیبی روابط مستقیم روابط مولفه‌های ناب‌سازی

- تعیین ساختار تاثیر گذاری و تاثیر پذیری مولفه‌های ناب‌سازی نت با استفاده از تکنیک DEMATEL: با پیاده سازی تکنیک DEMATEL نتایج زیر حاصل می‌شود.

Influence matrix T : ۹ criterion				
di-ri	di+ri	Column Sum (ri)	Row Sum (di)	
-۱,۲۰	۹,۸۷	۵,۵۴	۴,۳۳	خرید و انبار قطعات یدکی با رویکرد تفکر ناب
۱,۰۴	۹,۸۰	۴,۳۸	۵,۴۲	۵S
۱,۷۹	۹,۸۵	۴,۰۳	۵,۸۲	CMMS
۱,۴۷	۹,۳۸	۳,۹۶	۵,۴۲	آموزش
۰,۵۴	۹,۹۰	۴,۶۸	۵,۲۲	CBM
۰,۸۵	۱۰,۳۵	۴,۷۵	۵,۶۰	RCM
-۰,۳۷	۹,۵۸	۴,۹۸	۴,۶۱	AM
-۱,۰۵	۱۰,۵۴	۵,۸۰	۴,۷۵	PM
-۳,۰۶	۱۰,۲۰	۶,۶۳	۳,۵۷	CM

در این گام، ترتیب نفوذ عناصر بر یکدیگر را مشخص می‌نماییم. عناصر ستون di نشان‌دهنده‌ی سلسله عناصر نفوذ کننده بوده و ترتیب عناصر ستون ri نشان دهنده سلسله مراتب از عناصر تحت نفوذ خواهند

بود. (d-j) نشان دهنده موقعیت یک عنصر است و این موقعیت در صورت مثبت بودن (d-j) به طور قطع یک نفوذکننده و در صورت منفی بودن به طور قطع تحت نفوذ خواهد بود. (d+j) نشان دهنده ی مجموع شدت یک عنصر هم از نظر نفوذ کننده و هم از نظر تحت نفوذ بودن است. موقعیت یک عنصر در صورت مثبت بودن (d-j) به طور قطع یک نفوذ کننده و در صورت منفی بودن به طور قطع تحت نفوذ خواهد بود.

مرتب سازی بر اساس تاثیر پذیری مولفه ها	
مولفه	Column Sum (ri)
CM	۶,۶۳
PM	۵,۸۰
خرید و انبار قطعات یدکی با رویکرد تفکر ناب	۵,۵۴
AM	۴,۹۸
RCM	۴,۷۵
CBM	۴,۶۸
۵S	۴,۳۸
CMMS	۴,۰۳
آموزش و فرهنگ سازی	۳,۹۶

مرتب سازی بر اساس تاثیر گذاری مولفه ها	
مولفه	Row Sum (di)
CMMS	۵,۸۲
RCM	۵,۶۰
آموزش و فرهنگ سازی	۵,۴۲
۵S	۵,۴۲
CBM	۵,۲۲
PM	۴,۷۵
AM	۴,۶۱
خرید و انبار قطعات یدکی با رویکرد تفکر ناب	۴,۳۳
CM	۳,۵۷

تحلیل فوق نشان می دهد که CMMS و RCM و آموزش و فرهنگ سازی در سطح اول بیشترین اثر را نسبت به سایر مولفه های دیگر در اجرای اثر بخش آن ها می گذارند. هم چنین این تحلیل مشخص می سازد که CM و PM و خرید و انبار قطعات یدکی بیشترین تاثیر پذیری را از کاربرد و اجرای سایر مولفه ها خواهند پذیرفت. لازم به ذکر است که این سه مولفه به طور قطع تحت نفوذ سایر مولفه ها است. از خروجی های di به عنوان شاخص مثبت تاثیر گذار و Π به عنوان شاخص منفی تاثیر پذیر در گام بعد، به منظور رتبه بندی مولفه های ناب سازی نگه داری و تعمیرات بهره گرفته خواهد شد.

– استخراج ماتریس توافق تقریبی ارزیابی مولفه های ناب سازی نت به شاخص های نگه داری و تعمیرات استخراج ماتریس توافق تقریبی ارزیابی با استفاده از داده های پرسشنامه شماره ۲ که مولفه های ناب سازی نت را به عنوان گزینه و شاخص های پس رو و پیش روی نگه داری و تعمیرات به عنوان معیار که خروجی گام دوم یعنی اثر گذاری و اثر پذیری مولفه ها نیز به این شاخص ها اضافه می شود. شاخص هایی که در خانه های تیره رنگ قرار دارند شاخص های مثبت و شاخص هایی که در خانه های روشن قرار دارند، شاخص منفی در نظر گرفته شده اند.

- تعیین وزن شاخص ها با استفاده از روش آنتروپی شانون
 با توجه به اوزان استخراج شده مشاهده می شود که وزن هر یک از طبقات اصلی شاخص های پیش رو و پس رو تعمیرات به شرح زیر است:

وزن شاخص	گروه شاخص	نوع شاخص
۱۲,۳۲%	شناسایی کار	شاخص های پیش رو
۱۲,۴۰%	برنامه ریزی کارها	
۱۳,۳۴%	زمان بندی کارها	
۲۰,۶۹%	اجرای کارها	
۱۳,۲۲%	سنجه های کارایی تجهیزات	شاخص های پس رو
۲۸,۱۲%	سنجه های کارایی هزینه	

- رتبه بندی و تعیین اوزان مولفه های ناب سازی نگهداری و تعمیرات با استفاده از تکنیک TOPSIS

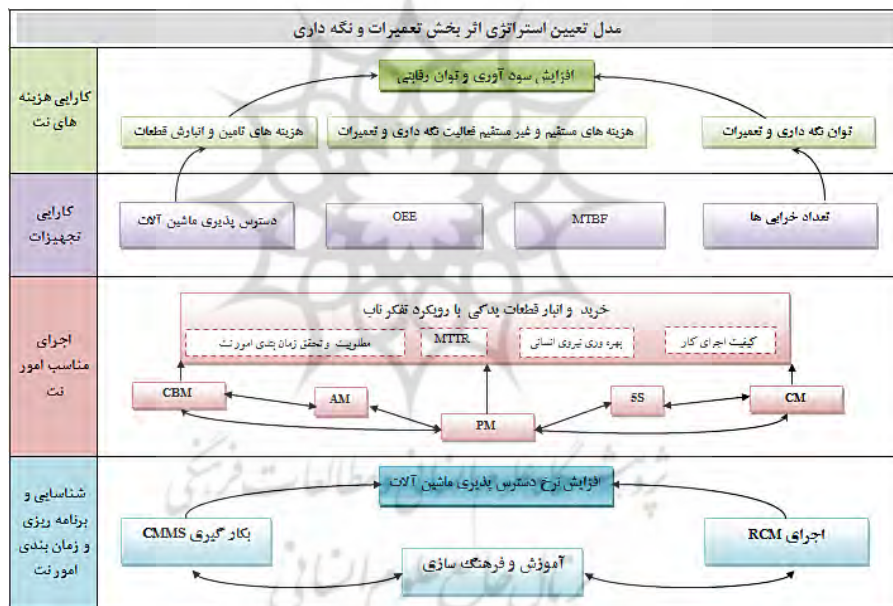
Ranking by TOPSIS		
Cumulative weight	cli+	مولفه های ناب سازی
۱۳,۸%	۰,۶۴۲۲	PM
۱۳,۵%	۰,۶۲۸۶	CMMS
۱۲,۷%	۰,۵۹۱۸	RCM
۱۱,۵%	۰,۵۳۲۵	خرید و انبار قطعات یدکی با رویکرد تفکر ناب
۱۰,۷%	۰,۴۹۵۵	CM
۱۰,۳%	۰,۴۷۵۸	آموزش و فرهنگ سازی
۹,۶%	۰,۴۴۷۹	CBM
۹,۰%	۰,۴۱۷۲	۵S
۸,۸%	۰,۴۱۰۴	AM

با توجه به تحلیل بالا می بینیم که ۴ مولفه PM، CMMS، RCM، و خرید و انبار قطعات یدکی با رویکرد تفکر ناب مهم ترین مولفه ها برای حرکت به سمت ایجاد بهینگی در نگهداری و تعمیرات هستند. این ۴ مولفه، ۵۲ درصد از وزن ناب سازی فرآیند نگهداری و تعمیرات را شامل هستند.

ارایه الگو

با استفاده از خروجی روش DEMATEL و TOPSIS که وابستگی عناصر و و رتبه‌ی آن‌ها مشخص شده است و نتایج مطالعات میدانی صورت گرفته شده و تحلیل روند بین مولفه‌های ناب سازی نگهداری و تعمیرات و روند شاخص‌های نت، الگو بهینه برای تبیین راهبرد نگهداری و تعمیرات با رویکرد تفکر ناب ارائه می‌شود.

در این الگو که از پایین به بالا ارائه شده است، مشاهده می‌شود که زیر ساخت‌های تاثیرگذار و دارای اولویت برای طرح‌ریزی نظام بهینه نگهداری و تعمیرات سه مولفه‌ی «آموزش و فرهنگ سازی، CMMS، RCM» هستند که به‌عنوان لازم و ملزوم اجرای مناسب یکدیگر و مولفه‌های بنیادین تحقق اهداف طرح‌ریزی شده‌ی فرآیند نگهداری و تعمیرات هستند. در گام بعدی، به‌منظور تحقق سایر اهداف نگهداری و تعمیرات سایر مولفه‌های ناب‌سازی نگهداری و تعمیرات آورده شده‌اند.



الگو تعیین راهبرد اثر بخش نگهداری و تعمیرات

۵) جمع‌بندی

الگو ارائه شده الگوی کاربردی است که می‌تواند در کارخانجات مختلف و در خطوط تولید گوناگون برای بهینه‌سازی فرآیند نگهداری و تعمیرات مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به شناسایی شاخص‌های ارزیابی نگهداری و تعمیرات و اوزان‌بندی آن‌ها و ارائه اهداف پیشنهادی، چهارچوبی برای ارزیابی فرآیند نگهداری و تعمیرات ارائه شد. شناخت راهبردها برای حذف اتلافات و هزینه‌ها در فرآیند نگهداری و تعمیرات با استفاده

از رویکرد تولید و تفکر ناب با شناسایی ۹ مولفه که در ناب سازی فرآیند نگهداری و تعمیرات موثرند، رخ داد. تعریف راهبرد و خط و مشی مناسب نگهداری و تعمیرات در چهارچوب راهبردهای تولید و کسب و کار نیاز به شناسایی دقیق شاخص‌های ارزیابی این فرآیند و راهبردهای مختلف نت دارد که این امر در این تحقیق صورت گرفته است. در اندک تحقیق‌های انجام شده از یک تکنیک تحلیلی برای تعیین یک راهبرد نت برای ماشین آلات یک صنعت خاص استفاده شده است ولی این تحقیق با ارایه یک الگو کلی تعیین راهبرد بهینه-ی نت، به دنبال ارایه‌ی یک چهارچوب برای تمامی کارخانجات است. این الگو با به کار بردن مولفه‌های ناب سازی نگهداری و تعمیرات در پی این است که اتلافات را در فرآیند نت به حداقل رسانده، هزینه‌ها را کاهش دهد و در نهایت سودآوری و مزیت رقابتی را افزایش دهد.

references:

منابع:

- ۱- حاجیلو، حسینعلی، (۱۳۸۶)، "به کارگیری تفکر ناب در بهینه سازی نگهداری و تعمیرات قطارهای مسافری"، نهمین همایش حمل و نقل ریلی.
- ۲- حاجیلو، حسینعلی، علی احمدی، علیرضا، (۱۳۸۴)، "راهنمای تدوین راهبرد تعمیر و نگهداری در یک واحد تولیدی"، سومین کنفرانس نگهداری تعمیرات.
- ۳- ربانی، مسعود، رضایی فکامران، معنوی زاده، ندا، عبادیان محمود، (۱۳۸۵)، "تولید ناب باتکیه بر اصول چهارده گانه تویوتا، ناشر RWTUV Iran و نشر آتنا، صفحات ۶۰ - ۶۸ و ۲۷۲ - ۲۸۹.
- ۴- سید حسینی، محمد، (۱۳۷۶)، "برنامه ریزی نظام مند نظام تعمیر و نگهداری در بخش صنایع و خدمات"، چاپ اول، ناشر سازمان مدیریت صنعتی، صفحه ۲۳.
- ۵- شیر محمدی، علی، (۱۳۷۹)، "موسسه مهندسی نگهداری و تعمیرات ژاپن (JIPM) نت بهره‌ور فراگیر، انتشارات ارکان، چاپ دوم.
- ۶- طاهری . علی رضا (۱۳۸۸)، مروری بر رایج ترین روش های نگهداری و تعمیرات و پایش وضعیت ماشین آلات - چهارمین کنفرانس تخصصی پایش وضعیت و عیب یابی ماشین آلات ایران، تهران، دانشگاه صنعتی شریف.
- ۷- ۲۷. لاجوردی، سید جلال. (۱۳۸۷) برنامه ریزی برای مواجهه با تغییر در سازمان. مجله مدیر امروز، شماره پنجم، ۶۵-۶۸.
- ۸- ۲۸. مشبکی، اصغر (۱۳۷۷). تغییر سرچشمه بالندگی در سازمان: فصلنامه پژوهشی دانشگاه امام صادق(ع)، شماره ۵
- ۹- ۲۹. معبودیان - یاسمن. خیری - مونا (۱۳۸۴). برنامه ریزی و سازماندهی نت ناب. سومین کنفرانس ملی نگهداری و تعمیرات
- ۱۰- ووماک جیمز، جونز دانیل، روس دانیل، "تولید ناب"، ترجمه آزاده رادنژاد، (۱۳۸۷)، چاپ دوم، چاپ آموزه.
- ۱۱- حاجیلو، حسینعلی، (۱۳۸۴)، "گسترش الگو نت ناب در جهت افزایش بهره وری نگهداری و تعمیرات"، ف پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و صنعت.
- ۱۲- ملاحسینی، علی، مصطفوی، شهرزاد، (۱۳۸۶)، "ارزیابی چابکی سازمان با استفاده از منطق فازی"، ماهنامه تدبیر، سال هجدهم، شماره ۱۸۶.
- ۱۳- نیلی پور، سید علی اکبر، باقر زاده نیری، مهدی، شعبانی سیچانی، مهدی، (۱۳۸۶)، "طراحی الگو کاربردی ارزیابی متوازن عملکرد سیستم های تعمیر و نگهداری"، پنجمین کنفرانس بین المللی مدیریت.

- ١٤-Al-Najjar, B.,(٢٠٠٢),“Data coverage and quality,diagnosis and maintenance decision,and their economic Impact on the company’s profits:case studies”,Proceedings of the Conference of ١٦th International Euro maintenance ٢-٥June, Helsinki, Finland.
- ١٥- Bashiri.M, Badri.Hossein, Hejazi.Taha Hossein,(٢٠١١), “Selecting optimum maintenance strategy by fuzzy interactive linearassignment method: An experimental design approach Applied Mathematical Modelling”,vol ٣٥, pages ١٥٢-١٦٤.
- ١٦-Muchiri, (٢٠١١), “Development of maintenance function performance measurement framework and indicators”, Int. J.Production Economics, vol. ١٣١, ٢٩٥-٣٠٢.
- ١٧-M, J. Shahrabi, M.S. Zaeri and Sh. Parhizi, (٢٠٠٨), “A Combined Approach for Maintenance Strategy Selection”, Journal of Applied Sciences, ٨: ٤٣٢١-٤٣٢٩.
- ١٨-Smith Ricky. Hawkins B,(٢٠٠٤), “Lean Maintenance: Reduce Costs, Improve Quality, and Increase Market Share”, Butterworth-Heinemann.
- ١٩-J. Venkatesh, Reliabilityweb.com, (٢٠٠٩), “Total Productive Maintenance”, Available at:http://reliabilityweb.com/index.php/articles/total_productive_maintenance/Imants_BVBA(٢٠٠٩), The Total Productive Maintenance Guide.
- ٢٠-Mann, L., Saxena, A., Knapp, G.M, (١٩٩٥), “ Statistical-based or condition-based preventive maintenance? “, Journal of Quality in Maintenance Engineering ١ (١), ٤٦-٥٩.
- ٢١-Mechefske, C.K., Wang, Z., (٢٠٠٣), “Using fuzzy linguistics to select optimum maintenance and condition monitoring strategies”,Mechanical Systems and Signal Processing ١٧ (٢), ٣٠٥-٣١٦.
- ٢٢-Nazim Baluch,Che Sobry Abdullah,Shahimi Mohtar.,(٢٠١٢), “TPM AND LEAN Matntenance– A critical review”, interdisciplinary Journal of contemporary research in business, vol.٤, No.٢.
- ٢٣-Pintelon, L.,VanPuyvelde, F., (٢٦٦٦), “Maintenance Decision Making”, Leuven, Belgium, Acco.
- ٢٤-Seyed-Hosseini, S. M., Safaei, N., & Asgharpour, M. J., (٢٦٦٦), “Reprioritization of failures in a system failure mode and effects analysis by decision making trial and evaluation”.
- ٢٥-Shannon, C. E., (١٩٤٨), “A mathematical theory of communication”, Bell System Technical Journal, ٢٧, ٣٧٩-٤٢٣.
- ٢٦-Sharma, R.K., Kumar, D., Kumar, P., (٢٠٠٥), “FLM to select suitable maintenance strategy in process industries using MISO model”,Journal of Quality in Maintenance Engineering, ١١ (٤), ٣٥٩-٣٧٤.
- ٢٧-Sundararajan Kannan,YanzhenLi, NaveedAhmed, Zeid El-Akkad, (٢٠٠٧), “Developing a maintenance value stream map”,Department of Industrial and Information Engineering The University of Tennessee.
- ٢٨-Swanson, L., (٢٠٠١), “ Linking maintenance strategies to performance”, International Journal of Production Economics, ٧٠, ٢٣٧-٢٤٤.
- ٢٩-Tan Lin Sheng ,(٤٠١٠), “The secret of manufacturing excellence: Lean maintenance”,IEEE Conference publications, Page(s):١-٤.

- ۳۰-Thomas R. Pomorski, (۲۰۰۴), "Brooks Automation, Inc. Total Productive Maintenance (TPM) Concepts and Literature Review", Available at: <http://www.brooks.com/tmp/۲۱۱۰.pdf>.
- ۳۱-Walker, D.L. (۱۹۹۹), "Operations Management: A Supply Chain Approach", International Thomson Business Press, Boston, MA.
- ۳۲-Wiecek, M.M., Ehrgott, M., Fadel, G., Figueira, J.R., (۲۰۰۸), "Editorial: Multiple criteria decision making for engineering", Omega ۳۶, ۳۳۷-۳۳۹.
- ۳۳-Wireman, T., (۱۹۹۸), "Developing Performance Indicators for Managing Maintenance", Industrial Press, New York, NY.

