

شناسایی عوامل کلیدی تأثیر گذار بر بهروری و کاهش هزینه سیستم مدیریت مکانیزه نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه در شرکت انتقال گاز منطقه ۲ اصفهان

مختار رحیمی، مهرداد نیکبخت*

گروه مهندسی صنایع، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

*نویسنده مسئول: Nikbakht2020@yahoo.com

چکیده

فعالیت‌های صحیح نگهداری و تعمیرات در هر بنگاه اقتصادی، سبب کاهش هزینه‌های ناشی از عدم فعالیت دستگاه‌ها، انجام اقدامات نگهداری و تعمیرات، سود از دست رفته، سرعت ارائه محصول در کل زنجیره تأمین، کیفیت محصول، قابلیت اطمینان، چابکی سازمان و عواملی از این دست می‌باشد. عدم مدیریت صحیح این فرآیند، خود سبب تحمیل هزینه‌های قابل توجه به بنگاه‌های اقتصادی خواهد شد عوامل مهم انسانی و تجهیزاتی در هر چه بهتر کار کردن این گونه سیستم‌ها و نیز سیستم کامپیوتری نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه دخیل هستند. شناسایی این عوامل کمک شایانی در اتخاذ تصمیمات و برنامه‌ریزی‌های کلان مدیریتی و عملیاتی می‌نماید. هدف از این پژوهش شناسایی عوامل کلیدی تأثیرگذار بر سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات مکانیزه با رویکرد کاهش هزینه و افزایش بهره‌وری می‌باشد که با تمرکز بر سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات مکانیزه در شرکت انتقال گاز منطقه ۲ اصفهان صورت گرفته است. با مطالعه کتابخانه‌ای عوامل تأثیرگذار بر بهره‌وری سیستم مکانیزه نت پیشگیرانه شناسایی شده و سپس از طریق مطالعه میدانی عوامل تأثیرگذار محدودتر و در نهایت با استفاده از تکنیک لاوشه، عوامل کلیدی با تأثیرگذاری بیشتر بر سیستم مدیریت مکانیزه نت پیشگیرانه مشخص گردیدند.

کلمات کلیدی: سیستم مدیریت و نگهداری تعمیرات (نت)؛ بهره‌وری سیستم؛ هزینه؛ تکنیک لاوشه؛ شرکت انتقال گاز منطقه ۲ اصفهان

مقدمه

نگهداری به مجموعه فعالیت‌های مشخص و معمولاً برنامه‌ریزی شده که با هدف جلوگیری از خرابی ناگهانی ماشین آلات، تجهیزات و تأسیسات انجام می‌گیرند، گویند و به این ترتیب قابلیت اطمینان و در دسترس بودن آنها را افزایش می‌دهند. تعمیرات شامل مجموعه فعالیت‌هایی است که بر روی یک سیستم یا وسیله‌ای که دچار خرابی و یا از کار افتادگی شده، انجام می‌گیرد، تا آن را به حالت آماده و قابل بهره برداری بازگردانده و برای انجام وظیفه‌اش آماده سازد. سیستم‌های مکانیزه مدیریت نگهداری و تعمیرات بطور فزاینده‌ای در مدیریت کنترل و نگهداری تجهیزات در صنایع تولیدی و خدماتی پیشرفته مورد استفاده قرار می‌گیرند. وجود یک برنامه تعمیراتی از ملزومات کارخانه‌های تولیدی است، ممکن است در یک کارگاه کوچک بتوان سیستم تعمیراتی را به صورت دستی اجرا کرد ولی در کارگاه‌های نیمه متوسط، متوسط و بزرگ اجرای سیستم به صورت دستی عملاً غیر ممکن است. از سیستم‌های

مکانیزه همچون **CMMS*** جهت ذخیره اطلاعات مربوط به انواع مختلف فعالیت های نت، مشخصات دستگاه ها و تجهیزات، سابقه خرابی آنها، بایگانی و بازیابی این اطلاعات و انجام انواع پردازشهای مورد نیاز در رویکردهای مختلف نت بر روی اطلاعات برنامه ریزی و مدیریت فعالیت های نت استفاده می شود [1].

نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه (**PM**[†]) مجموعه فعالیت ها و روش های منظم و دوره ای است که به منظور بررسی وضعیت موجود، به روز رسانی و حفظ تجهیزات در شرایط مطلوب انجام می شود. به نحوی که افزایش بهره وری و کاهش فرسایش تجهیزات و در نتیجه کاهش هزینه های سنگین خرید و تعمیرات قطعه برای مجموعه به حداقل برسد. تاریخچه تحولات نرم افزار سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات را می توان منطبق بر تاریخچه تغییر روش های نگهداری و تعمیرات دانست. فعالیت های نگهداری و تعمیرات در هر بنگاه اقتصادی، سبب کاهش هزینه های ناشی از عدم فعالیت دستگاه ها، هزینه های انجام اقدامات نگهداری و تعمیرات و هزینه سود از دست رفته خواهد شد. اما تأثیرات این فرآیند تنها محدود به هزینه نبوده و در سرعت ارائه محصول در کل زنجیره تأمین، کیفیت محصول، قابلیت اطمینان، چابکی سازمان و عواملی از این دست نیز تأثیرات خاص خود را دارد. عدم مدیریت صحیح این فرآیند، خود سبب تحمیل هزینه های قابل توجه به بنگاه های اقتصادی خواهد شد [2].

در دهه اخیر پیاده سازی سیستم مکانیزه نگهداری و تعمیرات در صنعت گاز ایران مورد توجه گسترده ای قرار گرفته است به گونه ای که اکثر شرکت های فعال در حوزه گاز، پیاده سازی سیستم مکانیزه را در اولویت کاری خود قرار داده اند. عوامل مهمی در هر چه بهتر کار کردن سیستم کامپیوتری نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه دخیل هستند. این عوامل از جمله عوامل انسانی و تجهیزاتی می باشد. شناسایی این عوامل کمک شایانی در اتخاذ تصمیمات کلان مدیریتی و عملیاتی خواهد کرد. از جمله عوامل انسانی می توان به عدم آموزش نیروی انسانی، مقاومت مدیران نام برد. وجود تجهیزات کاربردی و بروزرسانی مناسب سیستم نگهداری و تعمیرات نیز از جمله عواملی است که بر روند کار **CMMS** تأثیر گذار خواهد بود [2]. هدف از این پژوهش شناسایی عوامل کلیدی تأثیرگذار بر سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات مکانیزه (**CMMS**) با رویکرد کاهش هزینه و افزایش بهره وری خواهد بود. این پژوهش با تمرکز بر سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات مکانیزه (**CMMS**) در شرکت انتقال گاز منطقه ۲ اصفهان صورت خواهد پذیرفت. با توجه به آنکه سیستم نت **CMMS** در حال حاضر در این شرکت، اجرایی شده است، می توان با بررسی این سیستم بصورت مطالعه میدانی به نتایج قابل توجه دست یافت و از نتایج حاصل نیز در کاهش هزینه در سیستم نگهداری و تعمیرات بهره برد.

۲- ادبیات تحقیق

ابوالحسینی در تحقیق خود به بررسی موانع پیاده سازی سیستم مکانیزه مدیریت نگهداری و تعمیرات در صنایع نفت و گاز پرداخته است. فاکتورهای تعهد مدیریت ارشد، مقاومت کارکنان، آموزش کارکنان، زیرساخت ها، توانایی شرکت های تولید کننده در پشتیبانی و رفع خطاها، حمایت ساختار سازمانی، وجود اطلاعات و مشخصات فنی تجهیزات، هماهنگی بین تیم پیاده سازی و واحدهای مختلف سازمان شناسایی شده اند که در این راستا برخی از شرکت ها به دلیل عدم رعایت موارد فوق الذکر در پیاده سازی سیستم مدیریت مکانیزه نگهداری و تعمیرات دچار شکست می شوند [3].

* -Computerized Maintenance Management System

† Preventive Maintenance

در پژوهشی دیگر چالش‌های پیاده سازی نرم افزار CMMS در شرکت گاز استان فارس مورد بررسی قرار گرفته است و ۶ چالش اصلی به همراه ۲۰ عامل زیر مجموعه، جهت استقرار نرم افزار CMMS شناسایی شده و در پایان، نتایج مطالعه حاکی از آن بوده که فرهنگ خشک سازمانی و دیدگاه مدیران تاثیر بیشتری بر فرایند استقرار داشتند [۴].

بابائی و همکاران، پژوهشی با نام "ارائه مدل مفهومی جهت عرضه یابی و رتبه بندی مشکلات پیاده سازی سیستم جامع مکانیزه مدیریت نگهداری و تعمیرات" با هدف ارائه مدل مفهومی جهت عرضه یابی و رتبه بندی مشکلات پیاده سازی سیستم های مکانیزه مدیریت نگهداری و تعمیرات را انجام دادند. یافته های پژوهش نشان می دهد، عدم همخوانی اهداف نت با اهداف و استراتژی‌های بلند مدت و حمایت مدیران و انتخاب نادرست تامین کننده نرم افزار بالاترین تاثیر را در عدم موفقیت پیاده سازی سیستم جامع مکانیزه مدیریت نگهداری و تعمیرات CMMS دارد [۵].

هاشمی بنی و شیرویه زاد در پژوهشی با عنوان "بررسی اثر اجرای TPM* بر نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه PM مورد مطالعه واحد تولید آب سرد فولاد مبارکه اصفهان" به بررسی سیستم نگهداری و تعمیرات خودگردان در فولاد مبارکه اصفهان پرداخته‌اند. در این مقاله ضمن تشریح اهداف و گام‌های نت خودگردان بطور مختصر اشاره شده و اثر آن را در روند اجرای نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه PM مورد بررسی قرار گرفته و گام‌های موثر TPM در اجرای PM مشخص شده است در پایان با اجرای گام‌های موثر TPM بر روی تجهیز مورد مطالعه بهبود قابل توجهی در شاخص‌های نگهداری و تعمیرات بعمل آمده است [۶].

گاتان و همکاران در پژوهشی با عنوان "ترمیم و نگهداری تجهیزات شبکه برقی" با الگوی همگن نیمه ماکوف به این نتیجه دست یافتند که شاخص‌های قابلیت اطمینان عملیاتی تاثیر مستقیم بر هزینه‌ها و میزان شکست خواهد داشت [۷].

بارلو و هانتر در مقاله‌ای با عنوان "مجموعه الگوهای تعویض جهت کابل‌های در معرض خرابی" به بررسی نگهداری و تعمیرات در حوزه نفت و گاز نموده است. این تحقیق خط مشی تعمیرات را برای یک شرکت نفتی در عمان الگو سازی نموده است. الگوی تعویض مجموعه به منظور تعیین کردن بهترین خط مشی تعمیراتی تعویضی برای کابل‌ها در شرایط عملکردی نوسازی مطرح شده است [۸].

نکاگوا در پژوهشی با عنوان "نگهداری و تعمیر کلاس جهانی: شاخص‌های قابل سنجش ایجاد کننده فرصت‌ها جهت صنعت نفت و گاز نروژ" به بررسی فرصت‌ها در صنعت نفت پرداخته است. این پژوهش می‌کوشد سازگاری مفهوم کلی نگهداری و تعمیر کلاس جهانی و روندهای جاری موجود آن را همچنان که در صنعت نفت و گاز نروژ مشاهده گردید معرفی کرده و روشن می‌سازد. شاخص‌های شناخته شده در این تحقیق می‌توانند جهت ترسیم عملکرد جاری هرگونه اموال عملیاتی با مقایسه کردن آن با استانداردهای کلاس جهانی مورد استفاده قرار گیرد [۹].

تسای و همکاران، در پژوهشی با عنوان "تلفیق مدیریت ابزار FDI و CMMS" به بررسی نگهداری و تعمیر در کارخانه های صنعتی پرداخته است. در این پژوهش دوری جستن از پراکندگی‌های رسانه‌ای و عرضه داشتن جریان کاری یکپارچه برای استفاده‌کنندگان از DCS می‌باشد. نتایج این پژوهش نشانگر این مطلب است که چگونه فن آوری تلفیق ابزار میدانی یا FDI می‌تواند از طریق اتصال ضعیف سبک وزن DCS و CMMS برای دستیابی به تلفیق گسترده عمیق و یکپارچه راه حل‌های جاری بکار روند [۱۰].

ولدز و همکاران در پژوهشی به بررسی عوامل کلیدی در پیاده سازی TPM در شرکت‌ها پرداخته است و با مقایسه پیاده سازی‌های این روش به بیان نتایج خود پرداخته است. بر اساس این پژوهش تعهد و تعامل مدیریت، سازمان‌های تبلیغاتی از عوامل مهم به شماره آمده است [۱۱].

* Total productive maintenance

شناخت سیستم نگهداری و تعمیر (نت)

اگر سیستم را مجموعه‌ای از عناصر اطلاق کنیم که برای رسیدن به هدف خاصی با کمیت و کیفیت معلوم، طراحی و ساخته شده و با ترتیبی با یکدیگر ترکیب شده‌اند، تعریف نمائیم، می‌توان ادعا کرد که هر سیستم از دو بخش اصلی زیر تشکیل شده است [۱۲]:

- هسته اصلی: این بخش وظیفه اجرای هدف را دارد.
- قسمت پشتیبانی: این بخش ضمن پشتیبانی از هسته اصلی تداوم اجرای اهداف را تضمین می‌کند و شامل وسائل و امکانات بررسی و آزمایش شرایط فنی و تکنولوژی، ابزار نگهداری و تعمیرات، قطعات یدکی، اسناد و مدارک فنی نظیر نقشه‌ها، دستور العمل‌های نگهداری، تعمیر و بهره برداری و پرسنل آزموده و آماده برای بکارگیری روشها و ... می باشد.

در سالهای اخیر، در مراحل پیشرفته این موضوع مورد توجه واقع شده که عناصر و عوامل پشتیبانی (لجستیک) به عنوان جزئی غیر قابل تفکیک از یک سیستم تعریف شوند. در مراحل طراحی یک سیستم عوامل با اهمیت که لازم است همگام و سازگار با عوامل تولیدی مورد نظر قرار گیرند، در پاسخگویی به سؤالات ذیل قابل تعریف می‌باشند:

- ✓ تجهیزات چگونه طراحی و تولید شوند که عمر اقتصادی بیشتری داشته باشند و بتوان براحتی و با هزینه کم آنها را نگهداری و تعمیر نمود؟
- ✓ در دوران بهره برداری از تجهیزات چگونه عمل شود که تجهیزات خرابی کمتری داشته باشند و سرعت فرسودگی آنها در حدودی اقتصادی و قابل کنترل باشد؟

در بررسی‌های انجام شده دو عامل فوق، در نیمه دوم قرن حاضر مورد توجه واقع شده، و به مجموعه فعالیت‌هایی را که پاسخگویی دو سوال بالا باشند را در سالهای اخیر در سطح جهانی تروتکنولوژی می‌نامند [۱۲].

فعالیت‌های ردیف دوم که مربوط به دوره بهره‌برداری از ماشین است در فرهنگ کشور ما عناوینی نظیر نگهداری و تعمیرات را بخود گرفته است. در سالهای اخیر در ایران رسم بر این بوده که این دسته از فعالیت‌ها در راستای مقدم داشتن امور نگهداری، به امور تعمیرات بعد از خرابی، به عنوان نگهداری و تعمیرات نام برده شود. لزوم توجه به مسائل فنی از دستگاه‌ها و برقراری سیستم منظمی که با مدیریت متشکل، به امور نگهداری دارائی‌های فیزیکی (شامل ماشین آلات تولیدی، تجهیزات تأسیسات و ساختمان و...) رسیدگی نماید هم اکنون در جهان صنعتی به حد کافی احساس می‌شود. در جهت بهبود بازدهی تولید و کارائی تجهیزات لازم است فعالیت‌های مدیریت فنی (تروتکنولوژی) در مراحل طراحی، ساخت، نصب و راه اندازی و بهره برداری در سیستم‌های صنعتی بعنوان یک بخش اساسی و بنیادی مورد ملاحظه قرار می‌گیرد نشانگر این حقیقت است که با پیشرفت زمان، جایگاه امور نت سیر صعودی پیدا کند. دلایل این امر بشرح ذیل می باشد [۳]:

- حرکت سریع صنایع در جهت خودکار شدن که در نتیجه احتیاج به مهارت بیشتر کارکنان نت و مدیریت فنی را در جهت توانائی در مراقبت و تعمیر تجهیزات الزامی می‌نماید.
- بالا رفتن حجم سرمایه گذاری‌ها و سرعت تولید، در نتیجه بروز خسارت زیاد به سیستم تولیدی در رکود تولید، به علت خرابی‌های اضطراری.
- بالا رفتن قیمت قطعات یدکی و قیمت اولیه ماشین آلات که احتیاج به روشهای صحیح و بهینه مدیریت بر دارائیهای فیزیکی و کنترل سرعت استهلاک و هزینه‌های نگهداری و تعمیرات را الزامی می نماید.

اهداف مدیریت نگهداری و تعمیرات

برای توسعه مناسب مدل‌های نگهداری و تعمیرات نیاز به درک صحیح و کافی از اهداف آن است تا بتوان اهداف را بطور دقیق و شایسته‌ای کمی نموده و به مقادیر عددی سنجش عملکرد یک سیستم نگهداری و تعمیرات تبدیل نمود [۱۳]. به گفته وتن، هاگستاد و بادزبرگ هدف از ایجاد و استقرار نت در یک سیستم، کاهش هزینه‌های پنهان در آن سیستم می باشد که در نتیجه منجر به افزایش امنیت نیروی کار، مینیمم کردن تهدیدهای محیطی و کاهش هزینه‌های عملیاتی، کاهش توقفات تولید در اثر ایجاد خرابی و همچنین کاهش هزینه‌های نت می‌شود [۱۴].

گائو همچنین موارد ذیل را از جمله مهمترین اهداف مدیریت نت ذکر می‌کند [۱۵]:

- ماکزیمم کردن قابلیت اطمینان: اولین هدف مدیریت نت، افزایش قابلیت اطمینان تجهیز می‌باشد. اگر یک تجهیز قابل اطمینان نبوده و دچار خرابی‌های مکرر بشود، بهره‌وری سازمان به شدت تحت تاثیر قرار خواهد گرفت. با جلوگیری از خرابی تجهیز، مدیریت نت قابلیت اعتماد تسهیلات تولید را افزایش می‌دهد.
- ماکزیمم کردن دسترس پذیری: یک فضای تولیدی کامل و بدون نقص، همه تسهیلات تولید را در تمامی اوقات، در دسترس قرار می‌دهد. به منظور بهبود قابلیت دسترسی تجهیز، سازمان برای انجام فعالیت‌های نت (بازرسی، تعویض و یا تعمیر تجهیز) نیاز به یک برنامه دقیق خواهد داشت.
- مینیمم کردن هزینه‌ها: اگر در طول زمان کارکرد سیستم هیچگونه خرابی پیش نیاید، بهره‌وری بالا حاصل شده و هزینه‌ها پائین تر خواهند بود. اگر دسترس پذیری تجهیزات بالا باشد، تولید و یا زمان انتظار برای دریافت خدمات، پایین تر بوده و در نهایت هزینه کل کمتر خواهد شد.
- مینیمم کردن توقفات: وقتی زمان توقف تولید کاهش یابد، بهره‌وری و دسترس‌پذیری افزایش خواهند یافت. گاهی اوقات زمان توقف برای مدیریت عملیات بحرانی و حساس می‌باشد.

آشنایی با شرکت انتقال گاز منطقه ۲

شرکت انتقال گاز به عنوان بزرگترین زیرمجموعه شرکت ملی گاز ایران از ابتدای تاسیس شرکت ملی گاز ایران در سال ۱۳۴۴ تحت مدیریت شرکت پالایش و انتقال گاز فعالیت داشته است، این مجموعه عظیم در پایان سال ۸۵ به شرکت انتقال گاز تبدیل گردید. این شرکت با بکارگیری ۲۰ درصد نیروی انسانی شاغل (حدود ۱۱ هزار نفر) در صنعت گاز، وظیفه خطیر مدیریت، حفظ، نگهداشت و بهره‌برداری از ۷۰ درصد دارایی‌های فیزیکی این صنعت عظیم را به عهده دارد. مهمترین وظیفه شرکت انتقال گاز ایران خرید و حق العمل کاری گاز طبیعی، اتان، گاز مایع و مایعات گازی از منابع تولید داخلی و خارجی و فروش به مبادی تعیین شده داخلی و پایانه‌های صادراتی و انجام سوآپ فرآورده های فوق الذکر می‌باشد. فعالیت این شرکت در حوزه ذخیره سازی گاز طبیعی به وسیله واحدهای توربو کمپرسوری مجتمع سراج، به منظور ذخیره گاز در فصول کم مصرف و استفاده در زمان‌های حداکثر مصرف (فصول سرد) با قابلیت تزریق و برداشت بیش از ۹۰۰ میلیون متر مکعب در سال انجام می‌پذیرد. شرکت انتقال گاز ایران از ده منطقه تشکیل شده است که منطقه دوم آن در شهر اصفهان واقع می‌باشد. منطقه ۲ یکی از مناطق دهگانه و استراتژیک عملیاتی، مسئولیت انتقال گاز را در محدوده هفت استان کشور، سه استان اصفهان، یزد و چهار محال و بختیاری به طور کامل و بخشهایی از استان‌های کهگیلویه و بویراحمد، خوزستان، لرستان و مرکزی بر عهده گرفت. مأموریت این مجموعه عظیم، بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات از تأسیسات تقویت فشار، خطوط لوله فشار قوی و تجهیزات ارتباطی و مخابراتی شبکه انتقال گاز، بر اساس استانداردها و الزامات بین المللی به منظور دریافت و انتقال بهینه گاز می‌باشد و مصمم به تحقق چشم انداز با مأموریت انتقال ایمن، پایدار و بهره ور پاک بوده

تا به رتبه نخست سرآمدی نائل آید. منطقه ۲ انتقال گاز شرکت ملی از سه معاونت مهم عملیات ایستگاهها، عملیات خطوط لوله و مهندسی و خدمات فنی تشکیل شده است.

۳- روش تحقیق

تحقیق حاضر یک تحقیق کاربردی می باشد زیرا در جستجوی دستیابی به یک هدف علمی است و بر حل مساله ای تاکید دارد و شامل مجموعه روش هایی است که هدف آنها، توصیف شرایط یا پدیده های مورد بررسی است [۱۵]. از حیث روش نیز می توان آن را یک تحقیق توصیفی برشمرد؛ که هدف آن شناسایی عوامل کلیدی تأثیرگذار بر سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات مکانیزه (CMMS) با رویکرد کاهش هزینه و افزایش بهره وری در شرکت انتقال گاز منطقه ۲ اصفهان است. به منظور جمع آوری اطلاعات از مطالعات کتابخانه ای و همچنین مطالعه میدانی در مراکز شرکت انتقال گاز منطقه ۲ اصفهان استفاده شده است. با مراجعه به کتابخانه های معتبر و همچنین با استفاده از کتب، مجلات، مقالات فارسی و لاتین، پایان نامه های کارشناسی ارشد و دکتری مطالعات نظری انجام و سپس با استفاده از پرسشنامه محقق ساخته و مطالعه میدانی، عوامل موثر بر سیستم مدیریت نت مکانیزه پیشگیرانه با رویکردهای بهره وری و هزینه مطابق جدول های شماره ۱ و ۲ مورد شناسایی قرار گرفتند. روایی صوری پرسشنامه با برگزاری چندین جلسه و استفاده از نظر خبرگان صنعت و دانشگاه مورد تایید قرار گرفت. سپس از تکنیک لاوشه جهت محاسبه شاخص نسبت روایی محتوایی استفاده گردید. جامعه آماری این تحقیق شامل تمامی کارشناسان شرکت انتقال گاز منطقه ۲ اصفهان و حجم نمونه از متخصصان صنعت می باشد. برای تعیین CVR طبق پرسشنامه تهیه شده از خبرگان درخواست شد تا هر عامل را بر اساس طیف سه قسمتی ضروری است، مفید است ولی ضرورتی ندارد و ضرورتی ندارد بررسی نمایند. و در نهایت پس از انجام محاسبات بر اساس تکنیک لاوشه و تجزیه و تحلیل داده ها عوامل کلیدی با تأثیرگذاری بیشتر بر سیستم مدیریت مکانیزه نت پیشگیرانه مطابق جدول های شماره ۳ و ۴ مشخص گردیدند.

۴- یافته ها

در پژوهش حاضر که به منظور شناسایی عوامل کلیدی تأثیر گذار بر سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات مکانیزه پیشگیرانه با رویکردهای کاهش هزینه و افزایش بهره وری انجام گرفته است جداول شماره ۱ و ۲ در جهت مشخص نمودن عوامل کلیدی مطابق روش تحقیق با توجه به رویکردهای بهروری و هزینه و نیز ذکر منابع آورده شده است. پس از آن جداول شماره ۳ و ۴ با استفاده از پرسشنامه ای تکمیل شده توسط خبرگان و تکنیک لاوشه، تحت عنوان عوامل کلیدی تعیین گردیدند.

جدول ۱- شناسایی شاخص های جزئی مبتنی بر رویکرد بهره برداری

| منبع | متغیرهای فرعی | متغیر اصلی |
|----------------------|-----------------------------|------------|
| شولز، ۲۰۱۳ | مدیریت | بهره وری |
| شهیدپور، کونچو، ۲۰۰۵ | ساختار | |
| لندوسی، ۲۰۱۲ | سرعت | |
| فنگ، ۲۰۱۰ | دقت، تداوم، اثربخشی، کارایی | |

| | |
|------------------------|--|
| معصومی ، ۱۳۹۳ | قابلیت دسترسی، قابلیت اطمینان |
| ریس و همکاران ، ۲۰۱۶ | انعطاف پذیری |
| طباطبائی ، ۱۳۹۶ | ایمنی فردی، ایمنی زیست محیطی، افزایش سطح ایمنی ماشین آلات |
| پریرا و همکاران ، ۲۰۰۷ | سهولت استفاده از سیستم، ارزش اطلاعاتی، سادگی و عدم ایجاد اغتشاش اطلاعاتی |
| اوتایو، ۲۰۰۶ | مدت زمان تعمیرات ، فاصله زمانی بین خرابی ها |
| شولز ، ۲۰۱۳ | مدیریت کیفیت |
| میلر ، ۲۰۱۳ | اجرایی و کاربردی بودن |
| اسحاقیان ، ۱۳۹۶ | استفاده کامل و بهینه از ظرفیت ماشین آلات |
| نفوذی ، ۱۳۹۲ | سازماندهی تیم کاری |
| شرزه بی ، ۱۳۹۴ | بهره وری نیروی کار |
| دکر و همکاران، ۱۹۹۷ | رقابت پذیری نیروی کار ، افزایش عمر مفید ماشین آلات |
| سلطانی ، ۱۳۹۳ | بهره وری سرمایه |
| نوابخش، ۱۳۹۲ | بهره وری انرژی |
| افتخاریان، ۱۳۷۸ | بهره وری مواد |
| شرزه بی ، ۱۳۹۴ | برنامه ریزی تولید ، مدیریت جامع مواد |

جدول ۲- شناسایی شاخص های جزئی مبتنی بر رویکرد هزینه

| منبع | متغیرهای فرعی | متغیر اصلی |
|------------------|---|------------|
| ابوالحسنی ، ۱۳۹۲ | سرمایه اولیه ، هزینه های سیستم مدیریت و نگهداری، هزینه اپراتوری | هزینه |
| لو ، ۲۰۰۸ | هزینه پیاده سازی تکنولوژی | |
| شوآنگ می ، ۲۰۱۰ | بازگشت سرمایه | |
| رادفر، ۱۳۸۶ | هزینه های اپراتوری، هزینه استهلاک، هزینه تعمیرات اساسی برنامه ریزی نشده، خسارت تأخیر در تحویل کار | |
| شن ، ۲۰۱۵ | هزینه حفظ و نگهداری تکنولوژی | |
| نیلسون ، ۲۰۰۹ | هزینه تعمیر، هزینه بروز خرابی | |
| نلی، ۲۰۱۰ | هزینه کاهش نیروی انسانی | |
| گراونز ، ۲۰۰۵ | هزینه های قطعات یدکی | |
| استپهن ، ۲۰۱۴ | هزینه رکود سیستم در اثر خرابی | |
| اولسون ، ۲۰۱۵ | هزینه ریسک تولید | |

| | |
|-----------------|---|
| ۱۹۹۷ و فام، ونگ | هزینه تعمیرات اضطراری، هزینه نیروی انسانی اضطراری، هزینه دستیابی به تعمیرات اضطراری |
| شیرمحمدی، ۱۳۸۷ | هزینه تعمیرات و بازگشت به حالت اولیه |
| سید حسنی، ۱۳۸۷ | هزینه مواد و مصالح عمومی، هزینه سربار، هزینه های حمل و نقل، هزینه های غیر قابل پیش بین، هزینه های بازسازی |
| گائو، ۲۰۰۷ | هزینه ی تعمیرات و نگهداری برنامه ریزی شده |
| سلطانی، ۱۳۹۳ | هزینه تعمیرات اتفاقی |
| نوابخش، ۱۳۹۲ | هزینه تعمیرات اساسی برنامه ریزی شده |

جدول ۳- نسبت روایی محتوایی شاخص های جزئی مبتنی بر رویکرد بهره برداری

| مقدار امتیاز | متغیرهای فرعی | متغیر اصلی |
|--------------|--------------------------|------------|
| ۱۴/۷۳ | مدیریت | بهره وری |
| ۱۶/۳۸ | ساختار | |
| ۱۵/۰۶ | سرعت | |
| ۱۴/۹۱ | دقت | |
| ۱۵/۴۱ | قابلیت دسترسی | |
| ۱۵/۱۲ | انعطاف پذیری | |
| ۱۴/۶۳ | ایمنی فردی | |
| ۱۵/۵۲ | فاصله زمانی بین خرابی ها | |
| ۱۴/۵۴ | مدیریت کیفیت | |
| ۱۵/۶۵ | اجرایی و کاربردی بودن | |
| ۱۳/۶۳ | بهره وری نیروی کار | |
| ۱۹/۹۶ | بهره وری سرمایه | |
| ۲۰/۰۱ | بهره وری انرژی | |
| ۱۳/۹۶ | بهره وری مواد | |
| ۱۵/۵۵ | مدیریت جامع مواد | |

جدول ۴- نسبت روایی محتوایی شاخص های جزئی مبتنی بر رویکرد هزینه

| مقدار امتیاز | متغیرهای فرعی | متغیر اصلی |
|--------------|---------------|------------|
| ۱۴/۷۷ | سرمایه اولیه | |

| هزینه | هزینه پیاده سازی تکنولوژی | ۱۴/۸۶ |
|-------|---|-------|
| | هزینه استهلاک | ۱۵/۲۸ |
| | هزینه سربار | ۱۷/۹۴ |
| | هزینه نگهداری و تعمیرات برنامه ریزی شده | ۱۸/۰۹ |
| | هزینه تعمیر اساسی برنامه ریزی نشده | ۱۸/۲۵ |
| | هزینه های تعمیرات اصلاحی | ۱۶/۱۱ |
| | هزینه ریسک تولید | ۱۴/۵۴ |
| | هزینه تعمیرات اضطراری | ۱۴/۳۶ |
| | هزینه تعمیرات و بازگشت به حالت اولیه | ۱۶/۳۴ |
| | هزینه مواد و مصالح عمومی | ۱۶/۴۶ |
| | هزینه بازسازی | ۱۷/۷۸ |
| | هزینه تعمیرات اتفاقی | ۱۴/۴۸ |
| | هزینه تعمیرات اساسی برنامه ریزی شده | ۱۵/۳۹ |

مطابق تکنیک لاوشه، مقدار امتیاز هر عامل محاسبه شده و در جدول فوق تدوین گردیده است.

۵- نتیجه گیری و پیشنهادات

فعالیت های نگهداری و تعمیرات در هر بنگاه اقتصادی، سبب کاهش هزینه های ناشی از عدم فعالیت دستگاه ها، هزینه های انجام اقدامات نگهداری و تعمیرات و هزینه سود از دست رفته خواهد شد. اما تأثیرات این فرآیند تنها محدود به هزینه نبوده و در سرعت ارائه محصول در کل زنجیره تأمین، کیفیت محصول، قابلیت اطمینان، چابکی سازمان و عواملی از این دست نیز تأثیرات خاص خود را دارد. عدم مدیریت صحیح این فرآیند، خود سبب تحمیل هزینه های قابل توجه به بنگاه های اقتصادی خواهد شد.

با توجه به مطالعات کتابخانه ای که از یافته های پیشین، به دست آمده است، از جمله مهم ترین اهداف مدیریت نت کمک به سود آوری سازمان می باشد که از طریق مهم ترین رویکرد های کاهش هزینه و افزایش بهره وری صورت می پذیرد. باتوجه به امتیاز دهی جدول ۳، سه عامل بهره وری انرژی، بهره وری سرمایه، ساختار از جمله شاخص های مهم برای رویکرد بهره وری می باشند.

با توجه به امتیاز دهی های صورت گرفته توسط تکنیک لاوشه در جدول ۴، سه عامل هزینه نگهداری و تعمیرات برنامه ریزی شده، هزینه تعمیرات اساسی برنامه ریزی نشده و هزینه سربار از جمله شاخص های مهم برای رویکرد هزینه می باشند.

طبق نتایج به دست آمده از پژوهش های پیشین، عواملی همچون تعهد مدیریت ارشد، مقاومت کارکنان، آموزش کارکنان، وجود زیرساخت ها، توانایی شرکت های تولید کننده در پشتیبانی و رفع خطاها، حمایت ساختار سازمانی، وجود اطلاعات و مشخصات فنی تجهیزات، هماهنگی بین تیم پیاده سازی و واحدهای مختلف سازمان را بعنوان عوامل مهم و تأثیر گذار در سیستم نت بیان کرده اند.

با توجه به مطالعات کتابخانه ای که از یافته های پیشین به دست آمده است، از جمله مهم ترین اهداف مدیریت نت کمک به سود آوری سازمان می باشد که از طریق مهم ترین رویکرد های کاهش هزینه و افزایش بهره وری صورت می پذیرد.

به پژوهشگران برای انجام تحقیقات در این زمینه پیشنهاد می گردد که:

رتبه بندی شاخص های تعیین شده توسط تکنیک لاوشه در حوزه نگهداری و تعمیرات بسیار مهم می باشد که می توان در این زمینه نیز تحقیق و پژوهش هایی را به عمل آورد. با توجه به اهمیت نت مکانیزه پیشگیرانه در صنایع امروز، به محققان دیگر پیشنهاد می گردد که علاوه بر این سازمان، سازمان های دیگر با عوامل و متغیرهای دیگر را نیز مورد بررسی و سنجش قرار دهند. توصیه می گردد که این پژوهش با استفاده از تکنیک های دیگری همچون دلفی جهت شناسایی عوامل تاثیرگذار بر سیستم نت پیشگیرانه استفاده گردد.

منابع

- [1].رادفر، م. (۱۳۸۶)، وضعیت فعلی استراتژی های تعمیر و نگهداری و تاثیر تأیید بر قابلیت اطمینان، تهران: انتشارات دانشگاه علامه طباطبائی.
- [2].حاج شیرمحمدی، غ. و پدرام، م. (۱۳۸۹)، مبانی نظری برنامه ریزی زمانی تعمیر و نگهداشت واحد های نیروگاهی، گزارش شماره ۱، مرکز مطالعات و برنامه ریزی شبکه های قدرت.
- [3]. ابوالحسینی، م.م؛ باغبان، ح. (۱۳۹۳)، بررسی عوامل کلیدی موفقیت و موانع پیاده سازی سیستم مکانیزه مدیریت نگهداری و تعمیرات CMMS در صنایع نفت و گاز، کنفرانس بین المللی اقتصاد، حسابداری، مدیریت و علوم اجتماعی، کشور لهستان
- [4].نجاتی، ش، معلمی، ه. (۱۳۹۱)، اولویت بندی چالشهای پیاده سازی نرم افزار CMMS با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه ای ANP در شرکتهای گازاستانی مطالعه موردی شرکت گاز استان فارس، کنگره ملی مهندسی برق، کامپیوتر و فناوری اطلاعات، مشهد، موسسه آموزش عالی خیام
- [5]. بابائی، م.ر؛ مکتوبیان، آ؛ حمزه یی، م.ر. (۱۳۹۴)، ارائه مدل مفهومی جهت عارضه یابی و رتبه بندی مشکلات پیاده سازی سیستم جامع مکانیزه مدیریت نگهداری و تعمیرات CMMS، کنفرانس بین المللی پژوهش در مهندسی، علوم و تکنولوژی، استانبول، موسسه مدیران ایده پرداز پایتخت ویرا
- [6].هاشمی بنی، م؛ شیرویه زاد، ه. (۱۳۹۱)، بررسی اثراجرای TPM برنگهداری و تعمیرات پیشگیرانه PM مورد مطالعه واحد تولید آب سرد فولاد مبارکه اصفهان، اولین کنفرانس ملی مهندسی صنایع و سیستم ها، نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد، گروه مهندسی صنایع
- [7]. Ghatan and et al., (2016) "The Present Status of Maintenance Strategies and the Impact of Maintenance on Reliability", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 16, No. 4, PP. 638-646, November.
- [8]. Barlo, H. and Hanter.K. (2016), "Security Coordinated Maintenance Scheduling in Deregulation Based on Genco Contribution to Unserved Energy", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 23, No. 4, PP. 1871-1882.
- [9]. Nakagava, R. (2013), "Generation Maintenance Scheduling in Restructured Power Systems", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 20, No. 2, PP. 984-992.
- [10]. Tesay, A. et al. (2013)., "A Fast and Elitist Multiobjective Genetic Algorithm: NSGA-II", IEEE Transactions on Evolutionary Computation, Vol. 6, No. 2, PP. 182-197.
- [11]. Valdez, J. Florez, J. Feldman. H. (2015), "A New Game-Theoretic Framework for Maintenance Strategy Analysis", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 18, No. 2, PP. 698-706.
- [12].سیدحسینی، م. (۱۳۸۷)، انتخاب رویکرد مناسب نگهداری و تعمیرات با استفاده از سیستم هزینه یابی بر مبنای فعالیت، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علامه طباطبائی.

- [13]. Jhang, D, gi, W. (2002), “Bidding based generator maintenance scheduling with triple-objective optimization”, Electric Power Systems Research, Vol. 93, PP. 127-134.
- [14]. Weten.C and X. Hakstad. Z.Badzberg. (1996), “A Competitive Mechanism of Unit Maintenance Scheduling in a Deregulated Environment”, IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 25, No. 1, PP. 351-359.
- [15]. Gaou.A. (2007), “A Practical Maintenance Scheduling Program: Mathematical Model and Case Study”, IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 13, No. 4, PP. 1475-1480.