

امکان‌سنجی پیاده‌سازی سیستم نگه‌داری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM) در مجتمع پتروشیمی بندر امام

علی غفاری (کارشناس ارشد)

دانشکده کامپیوتر و فن‌آوری اطلاعات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ماهشهر

امروزه نگه‌داری و تعمیرات (نت) در سازمان‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. نظام نگه‌داری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM)^۱ دیدگاه‌هایی اصولی در تغییر فرهنگ، بینش کارکنان، جذب علائق، دل‌بستگی و احساس تعلق خاطر آنان به داری‌های سازمان را شامل می‌شود.

در این نوشتار پیاده‌سازی سیستم نگه‌داری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر در مجتمع پتروشیمی بندر امام (شرکت فرآورش) امکان‌سنجی شد و میزان تأثیر عوامل اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی، فیزیکی کارکنان پتروشیمی بندر امام در پیاده‌سازی TPM مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش توسط نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت، و در پایان میزان اثربخشی کلی تجهیزات (OEE)^۲ یکی از واحدها محاسبه شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که چهار عامل عنوان شده مستقیماً با OEE در ارتباطند و نهایتاً در پیاده‌سازی TPM نقش دارند. به‌منظور بهینه‌سازی این چهار عامل برای پیاده‌سازی نگه‌داری و تعمیراتی بهره‌ور و فراگیر راه‌حل‌هایی ارائه شد.

واژگان کلیدی: نگه‌داری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM)، اثر بخشی کلی تجهیزات (OEE)، سیستم مدیریت نگه‌داری و تعمیرات رایانه‌ای (CMMS).

aighafari@yahoo.com

مقدمه

تحقیق در شیوه‌های اجرایی و استفاده‌ی بهینه از نیروی انسانی، همراه با به‌کارگیری روش‌های مدرن حفظ و نگه‌داری تجهیزات یکی از بهترین روش‌هایی است که باعث کاهش هزینه‌ها و ضایعات و افزایش بهره‌وری کلی سازمان و تداوم بقای آن می‌شود. ژاپنی‌ها در سال‌های دهه‌ی ۱۹۵۰ واردکننده‌ی سیستم نگه‌داری پیشگیرانه (PM)^۳ از ایالات متحده بوده‌اند و تقریباً تا دهه‌ی ۱۹۷۰ از این سیستم، بدون هیچ تغییری استفاده می‌کردند. این سیستم عمدتاً نگه‌داری و تعمیرات (نت) بر مبنای زمان، سرویس‌های دوره‌ی و فراگیر دستگاه‌ها و تجهیزات را شامل می‌شد.^[۱] نگه‌داری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM) در اوایل دهه‌ی ۱۹۸۰ به‌صورت فراگیر در ژاپن معرفی شد و از آن تاریخ به بعد در سطح وسیعی پذیرفته شد.^[۲]

۱. آموزش و پرورش برای تمام کارکنان؛
۲. اعلام خط‌مشی، اهداف و برنامه‌ها؛
۳. توسعه و اجرای ساختار ترویجی TPM؛
۴. توسعه‌ی روش‌ها و شیوه‌های ارزیابی پیشنهادات، اجرای اندیشه‌های بهینه‌سازی، شناسایی و پاداش‌ها.

وضعیت رایج در بسیاری از مؤسسه‌ها با این اصول فاصله‌ی زیادی دارد و

مفهوم TPM

اجرای موفقیت‌آمیز TPM در هر شرکتی، نه تنها مستلزم تشریح رویه‌ها و تکنیک‌های پیاده‌سازی آن است، بلکه باید از فلسفه‌ی مبنایی TPM نیز بهره‌مند باشد. این کار با

تاریخ: دریافت ۱۳۸۷/۸/۲۲، داوری، پذیرش ۱۳۸۸/۶/۴.

برای اجرای موفقیت‌آمیز TPM و تحقق مزایای آن باید وضعیت موجود متحول شود.

الف) تعمیرات اضطراری یا اتفاقی (EM)^۴

در این نظام پس از وقوع خرابی نسبت به تعمیر تجهیزات اقدام می‌شود. تعمیرات اتفاقی زیان زیادی به سیستم وارد می‌کند که کاهش ایمنی تجهیزات، عدم برنامه‌ریزی دقیق تولید، نیاز به گروه تعمیرات قوی و آماده به کار، افزایش زمان تعمیرات، نیاز به ذخیره و انبارکردن وسیع قطعات مثال‌هایی از این زیان‌ها هستند. با تجزیه و تحلیل اطلاعات می‌توان به فواصل بین خرابی‌ها و متوسط زمان انجام تعمیر پی‌برد و در صورت نیاز، تعمیرات پیشگیرانه به منظور کمینه‌سازی تعمیرات اتفاقی دستگاه بازنگری شود.

ب) تعمیرات پیشگیرانه (PM)

از تعمیرات برنامه‌ریزی شده که آن را «تعمیرات پیشگیرانه» نامیده‌اند به منظور پیشگیری از خرابی‌ها استفاده می‌شود. بنابراین عملکرد تعمیرات بر عملکرد تجهیزات و به طور متوالی بر کیفیت محصول نهایی تأثیر می‌گذارد. صرف‌نظر از این که هر شرکت از امکانات پیچیده‌ی برای تولید محصول خود استفاده می‌کند، تعمیرات پیشگیرانه نیز نقشی کلیدی در دستیابی به مدیریت کیفیت بازی می‌کند.^[۴] این امر به بهبود روش‌های تعمیراتی مانند TPM و RCM^۵ منتهی می‌شود. این دو روش (TPM و RCM) ساختار مهمی در مدیریت تعمیرات به وجود می‌آورند.^[۵]

ج) تعمیرات مبتنی بر بازبینی شرایط (CM)^۶

کنترل وضعیت برخی از تجهیزات مهم برای شناسایی خرابی‌های تهدیدکننده، مادامی که دستگاه در حال کار است، «تعمیرات مبتنی بر بازبینی شرایط» نامیده می‌شود. تصمیم‌سازی در برنامه‌ی CM نیازمند عواملی همچون نتایج آخرین آزمون‌های CM، نتایج آزمون‌های قبلی CM، سوابق تعمیرات اساسی قبلی، برنامه و سوابق سرویس‌ها و گزارش‌های میدانی است.^[۶]

تعریف عوامل مؤثر در تحقیق

۱. عوامل اجتماعی

عوامل متعدد و پیچیده‌ی در کاهش یا افزایش بهره‌وری منابع انسانی یک سازمان نقش دارند، اما رهبری و مدیریت اثربخش و حضور فعال مدیران موفق، شایسته و کارآمد در سازمان دارای اهمیتی فراتر از اهمیت دیگر عوامل در همین زمینه است. چگونه می‌توان موجبات جایگزینی شایسته‌سالاری به جای بایسته‌سالاری را در سازمان فراهم آورد تا از این طریق افراد متعهد، واجد صلاحیت، لایق و کارآمد در پست‌های مدیریتی گمارده شوند.

برای گسترش نگرش و فرهنگ شایسته‌سالاری و اجتناب از بایسته‌سالاری، لازم است چنان‌که از ابزار سنجش و ارزیابی استفاده کنیم که طی آن، مدیران موفق از مدیران ناموفق، کارشناسان کارآمد از کارشناسان ناکارآمد، کارمندان لایق از کارمندان کم‌تر لایق، کارگران زحمت‌کش از کارگران تن‌پرور و... تمیز داده شوند. از سوی دیگر، نگرش کارکنان تعیین‌کننده‌ی رفتار آنان در سازمان است و بنابراین، نقش تعیین‌کننده‌ی در افزایش یا کاهش بهره‌وری شغلی آنان دارد. اگر تمامی شرایط برای افزایش بهره‌وری

در سازمان فراهم باشد اما گروهی از کارکنان معتقد به استفاده از حد بالای توان خود در سازمان نباشند، مدیریت نیز در تلاش خود برای افزایش بهره‌وری سازمانی با مشکلات جدی مواجه خواهد شد. یکی از وظایف مهم مدیریت هر سازمان صرف وقت و توان و سرمایه برای تغییر و اصلاح نگرش‌های غیرمفید و حتی مخرب بعضی از کارکنان است. در این تحقیق منظور از عوامل اجتماعی شاخص‌هایی است چون: ۱. شیوه‌ی مدیریت؛ ۲. حسن روابط مدیر و کارمند؛ ۳. امنیت شغلی؛ ۴. احساس عدم تبعیض؛ ۵. محیط دوستانه؛ ۶. مسئولیت‌پذیری؛ ۷. تقویت حس تعلق به سازمان؛ ۸. کاهش برخورد‌ها؛ ۹. اعتماد به نفس.

۲. عوامل فرهنگی

تا وقتی که تمامی کارکنان یک سازمان - به‌ویژه مدیران عالی، میانی و پایه - در دوره‌های آموزشی مفید، مبتنی بر مفاهیم و ارزش‌ها شرکت نکنند و طی آن سطح مهارت‌های شناختی، هیجانی و حرکتی خود را برای انجام وظایف شغلی‌شان افزایش ندهند، ارزیابی عملکرد شغلی آنان ثمربخش نخواهد بود. شرکت‌کنندگان در یک دوره‌ی آموزشی در صورتی می‌توانند مهارت‌های شغلی را به شیوه‌ی اثربخش فرا بگیرند که فرایند انتخاب، گزینش یا استخدام آنان برای تصدی شغلی که به‌عده خواهند گرفت، براساس برنامه‌های از قبل تعیین شده و روش‌های علمی انتخاب کارکنان انجام گرفته باشد.

در این تحقیق منظور از عوامل فرهنگی شاخص‌هایی است نظیر: ۱. ایجاد انگیزه؛ ۲. ایجاد زمینه‌ی بروز خلاقیت؛ ۳. نظم و انضباط؛ ۴. تناسب دوره‌ی آموزش با شغل؛ ۵. آموزش بدو استخدام؛ ۶. نگرش مثبت به کار؛ ۷. همگانی‌کردن مشارکت؛ ۸. انجام برنامه‌های فرهنگی و هنری.

۳. عوامل اقتصادی

قبل از اتخاذ هرگونه تصمیم در زمینه‌ی انتخاب فرد مناسب برای تصدی یک شغل، باید ارزش آن شغل به‌تنهایی و نیز ارزش آن در مقایسه با دیگر مشاغل موجود در سازمان، براساس روش‌های علمی متداول تعیین شده باشد. از طرف دیگر، با تعیین ارزش یک شغل، باید مشوق‌های مالی یا حقوق و دستمزد متصدی آتی آن مشخص باشد و فردی که قرار است وظایف شغل مورد نظر را انجام دهد، بدانند چه میزان حقوق دریافت خواهد کرد. بنابراین، لازمه یا مقدمه‌ی انتخاب علمی کارکنان، تعیین مشوق‌های مالی و ارزش‌یابی مشاغل سازمان است.

در این تحقیق منظور از عوامل اقتصادی شاخص‌هایی است نظیر: ۱. حقوق و دستمزد؛ ۲. پاداش نقدی؛ ۳. طرح کارانه؛ ۴. اضافه‌کاری؛ ۵. حق مأموریت؛ ۶. مرخصی تشویقی؛ ۷. جایزه‌ی غیرنقدی.

۴. عوامل فیزیکی

اگر در سازمانی شرایطی فراهم آید که طی آن، کارکنان بتوانند بالاترین میزان سازگاری رفتاری و هیجانی خود را نشان دهند، خویششان را با شرایط انسانی محیط کارشان انطباق دهند، از کار خود خشنود باشند و احساس خوشبختی را با توجه به ویژگی‌های شخصیتی خود تجربه کنند، می‌توان گفت که در آن سازمان بهداشت روانی تأمین شده است. در غیر این صورت، مدیریت سازمان ناگزیر عهده‌دار هماهنگی فعالیت افرادی معنوم، بی‌حوصله، مضطرب و افسرده است. از دیگر شاخص‌های مؤثر در بهبود شرایط فیزیکی محیط کار می‌توان به کارپژوهشی (ارگونومی) اشاره کرد و آن عبارت است از: «علم متناسب‌سازی مشاغل با افراد یا

مطالعه‌ی رابطه‌ی موجود بین آناتومی، فیزیولوژی و ابعاد روان‌شناختی فرد و نیازهای شغلی او».

ایمنی: حفاظت فنی و بهداشت صنعتی نیز زمینه‌ی تخصصی و گسترده است که به دلیل ارتباطش با بهره‌وری شغلی و سازمانی مورد توجه قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر، با متناسب‌سازی مشاغل با افراد، ایمن‌سازی محیط کار و پیشگیری از وقوع سوانح و حوادث می‌توان بستر مناسبی برای متوجه‌ساختن تلاش کارکنان در جهت افزایش بهره‌وری سازمانی فراهم کرد.

در این تحقیق منظور از عوامل فیزیکی شاخص‌هایی است نظیر: ۱. حفظ سلامت جسمی؛ ۲. توان فیزیکی؛ ۳. ابزار و ادوات کاری؛ ۴. تهویه؛ ۵. انجام درست کار در نوبت اول؛ ۶. نور؛ ۷. اوقات استراحت؛ ۸. دما؛ ۹. صدا.

آشنایی با مجتمع پتروشیمی بندر امام

مجتمع پتروشیمی بندر امام، در زمینی به مساحت حدود ۲۷۰ هکتار، در ضلع شمال غربی خلیج فارس در استان خوزستان در فاصله‌ی ۱۶۰ کیلومتری شرق اهواز و ۸۴ کیلومتری آبادان در منطقه‌ی بندر امام خمینی (ره) قرار دارد.

در اردیبهشت ۱۳۵۲ قرارداد مشارکتی بین شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران و پنج شرکت ژاپنی با نمایندگی شرکت میتسوبی و شرکاء منعقد و تحت عنوان شرکت پتروشیمی ایران - ژاپن نامگذاری شد که در مهرماه سال ۱۳۶۸ به مجتمع پتروشیمی بندر امام تغییر نام یافت.

نگه‌داری و تعمیرات در مجتمع پتروشیمی بندر امام

نگه‌داری و تعمیرات در مجتمع پتروشیمی بندر امام با شروع به کار واحدها به صورت تعمیرات اتفاقی، اصلاحی، روغن‌کاری و کنترل PM برای تجهیزات به صورت دستی شکل گرفت. در این سال‌ها این اطلاعات در بانک‌هایی که قابلیت اطمینان پایینی داشت ذخیره می‌شد. پس از تغییر نگرش مدیریت و در راستای مکانیزه‌کردن نظام تعمیراتی، مدیریت شرکت سهامی پتروشیمی بندر امام مصرانه پی‌گیر به وجود آوردن یک سیستم جامع مکانیزه‌ی تعمیرات در شرکت پتروشیمی بندر امام شدند و در سال ۱۳۷۱ گروهی از کارشناسان هندی و ایرانی اقداماتی برای مکانیزه‌کردن تعمیرات و نیز تدوین روش‌ها و دستورالعمل‌های تعمیراتی را در شرکت آغاز کردند که پس از رفع برخی از مشکلات بالاخره در سال ۱۳۷۸ کار طراحی نرم‌افزار CMMS^۷ و در سال ۱۳۸۱ روند تغییر سیستم سنتی تعمیرات به سیستم مکانیزه شروع شد.

در حال حاضر کلیه‌ی کارکنان نگه‌داری و تعمیرات مجتمع به این نرم‌افزار دسترسی دارند و از آن برای افزایش سطح نگه‌داری و تعمیرات استفاده‌ی قابل توجهی می‌شود.

روش تحقیق

روش تحقیق در این پژوهش توصیفی از نوع پیمایشی است. جامعه‌ی آماری این پژوهش کلیه‌ی کارکنان پتروشیمی بندر امام (شرکت فرآورش) در سال ۱۳۸۶ را در بر می‌گیرد که شامل ۴۲۷ نفر است.

پرسش‌نامه

مهم‌ترین ابزار مورد استفاده در این تحقیق پرسش‌نامه است. ابتدا تعداد محدودی پرسش‌نامه‌ی مقدماتی به روش دلفی و با توجه به شاخص‌های مورد نظر در موضوع تحقیق طراحی شد و بین تعدادی از اعضاء جامعه‌ی آماری توزیع شد. پس از تجزیه و تحلیل نتایج حاصله، تعداد سؤالات و نحوه‌ی ادبیات آن و کلاً مواردی که پاسخ‌دهنده را دچار ابهام یا اشتباه می‌کرد حذف یا اصلاح شد و نهایتاً تعداد ۱۷۶ پرسش‌نامه بین جامعه‌ی آماری به‌طور تصادفی توزیع شد. از این تعداد ۱۵۴ عدد پرسش‌نامه برگردانده شد.

برای آنکه بتوان عوامل مؤثر در تحقیق را رتبه‌بندی کرد پرسش‌نامه‌ی تهیه شد و عوامل تحقیق دو به دو نسبت به یکدیگر سنجیده شدند و به هر یک از آنها امتیازبندی $9 \div 1$ نسبت داده شد. سپس تعداد ۲۰ عدد از این پرسش‌نامه‌ها بین کارشناسان با سابقه و آشنا با نظام‌ها TPM و مدیریتی توزیع و پس از پاسخ‌گویی جمع‌آوری شد. با بررسی پرسش‌نامه‌ها و مقایسه‌ی بین دو عامل، عاملی که ارجحیت بیشتری داشت به‌عنوان عامل برتر برگزیده شد.

تعیین حجم نمونه

به‌منظور تعیین حجم نمونه‌ی این پژوهش با توجه به دسترس نبودن واریانس صفت مورد مطالعه و خطای نوع اول آماری، ابتدا با استفاده از ۳۰ پرسش‌نامه‌ی مقدماتی واریانس برآورد شده محاسبه شد و سپس تعداد نمونه با استفاده از فرمول زیر و با سطح اطمینان ۹۵ درصد برآورد شد.^[۷]

$$n = \frac{N t^2 s^2}{N d^2 + t^2 s^2} = \frac{407 \times 1/96^2 \times 0/964^2}{(407 \times 0/107^2) + (1/96^2 \times 0/964^2)} = 176$$

که در آن، n تعداد نمونه؛ N جامعه‌ی آماری؛ t سطح اطمینان ۹۵٪؛ S پیش برآورد واریانس صفت مورد مطالعه؛ d دقت احتمالی مطلوب.

تعداد نمونه‌های مورد نیاز در این پژوهش ۱۷۶ نفر از کارکنان است که پس از توزیع این تعداد پرسش‌نامه در میان آنها، تعداد ۱۵۹ پرسش‌نامه برگشت داده شد (نرخ بازگشت پرسش‌نامه ۹۰٪ است). در نهایت بعد از کنار گذاشتن ۵ پرسش‌نامه از تعداد فوق به‌علت ناقص بودن و غیرقابل اعتماد بودن، ۱۵۴ پرسش‌نامه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

روش نمونه‌گیری

روش نمونه‌گیری در این پژوهش روش تصادفی ساده است. در این تحقیق ابتدا به کل کارکنان مجتمع پتروشیمی به‌طور تصادفی شماره‌ی اختصاص داده شد. سپس با استفاده از جدول اعداد تصادفی تعداد ۱۷۶ نفر از بین ۴۰۷ نفر انتخاب، و پرسش‌نامه‌ی تحقیق بین آنها توزیع شد.

اعتبار

ضریب اعتبار پرسش‌نامه براساس ضریب آلفای کرون‌باخ (توسط نرم‌افزار SPSS) ۹۳/۶۵ درصد برآورد شده است که حاکی از اعتبار بالای ابزار اندازه‌گیری است.

روش‌های آماری

تجزیه و تحلیل داده‌های این پژوهش در دو سطح آمار توصیفی و استنباطی صورت گرفته است. در سطح آمار توصیفی از درصد میانگین و انحراف معیار و در سطح آماری استنباطی از آزمون‌های t یک‌متغیره استفاده شده است.

یافته‌های جدول ۴ نشان می‌دهد بیشترین متوسط نمره‌ی پاسخ‌ها مربوط به «داشتن شناسنامه‌ی بهداشتی» با ۳٫۲۹۸ و «نور مطلوب محیط کار» با ۳٫۲۵۵ و کم‌ترین متوسط نمره‌ی پاسخ‌ها مربوط به «کیفیت صدای محیط کار» با ۱٫۹۵۷ و «رعایت بهداشت روانی و صنعتی کارکنان» با ۲٫۲۱۳ بوده است.

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \quad n \geq 25$$

هرگاه واریانس نامعلوم باشد، برای تعیین t از فرمول فوق استفاده می‌شود. $\bar{X}^{[4]}$ میانگین نمرات؛ S برآورد واریانس؛ μ میانگین مورد نظر؛ n تعداد نمونه.

سؤال یک: تا چه حد عوامل اجتماعی کارکنان برای پیاده‌سازی TPM مناسب است؟

با توجه به این که t مشاهده شده از مقدار بحرانی جدول در سطح ۵٪ کم‌تر است بنابراین وضعیت کارکنان از نظر عوامل اجتماعی کم‌تر از سطح متوسط مناسب است.

سؤال دو: تا چه حد عوامل فرهنگی کارکنان برای پیاده‌سازی TPM مناسب است؟

با توجه به این که t مشاهده شده از مقدار بحرانی جدول ۶ در سطح خطای ۵٪ کوچک‌تر است، وضعیت کارکنان از نظر عوامل فرهنگی مناسب کم‌تر از سطح متوسط مناسب است.

سؤال سه: تا چه حد عوامل اقتصادی کارکنان برای پیاده‌سازی TPM مناسب است؟

با توجه به این که t مشاهده شده از مقدار بحرانی جدول ۷ در سطح خطای ۵٪ کوچک‌تر است، وضعیت کارکنان از نظر عوامل اقتصادی کم‌تر از سطح متوسط مناسب است.

سؤال چهار: تا چه حد عوامل فیزیکی کارکنان برای پیاده‌سازی TPM مناسب است؟

با توجه به این که t مشاهده شده از مقدار بحرانی جدول ۸ در سطح خطای

نحوه‌ی امتیازدهی به سؤالات پرسش‌نامه

در تحقیق حاضر از مقیاس ترتیبی استفاده شده که از طیف لیکرت به صورت تقسیم‌بندی زیر در پرسش‌نامه استفاده شده و تعیین نمرات به صورت یک، دو، سه، چهار و پنج برای کلیه سؤالات به نظر مناسب رسیده است.

براساس یافته‌های جدول ۱ بیشترین متوسط نمره‌ی پاسخ‌ها مربوط به (علاقه‌مندی نسبت به کار) با ۳٫۹۱۷ و (احترام متقابل بین مسئولین و کارکنان) با ۳٫۳۸۳ و کم‌ترین متوسط نمره‌ی پاسخ‌ها مربوط به سؤالات (سیستم کنترل و نظارت در کلیه کارها) با ۲٫۲۷۳ و (برآورده شدن انتظارات کارکنان) با ۲٫۴۴۷ و (ارزیابی پیمان‌کاران) با ۲٫۶۱۷ بوده است.

براساس یافته‌های جدول ۲ بیشترین متوسط نمره‌ی پاسخ‌ها مربوط به دو سؤال «آیا برای انجام کارها دستورالعمل کاری وجود دارد؟» و «آیا برای تجهیزات شناسنامه‌ی فنی وجود دارد؟» با ۳٫۵۵۳ و «آیا برنامه‌ی آموزشی سالیانه برای کارکنان وجود دارد؟» با ۳٫۴۴۷ و کم‌ترین متوسط نمره‌ی پاسخ‌ها مربوط به سؤال «آیا امکانات رفاهی بین کارکنان درست تقسیم می‌شود؟» با ۲٫۰۸۵ و «آیا دوره‌های آموزشی به‌درستی ارزیابی می‌شوند؟» با ۲٫۱۴۹ بوده است.

براساس یافته‌های جدول ۳ بیشترین متوسط نمره‌ی پاسخ‌ها مربوط به «میزان تأثیر پاداش نقدی در بهتر انجام شدن کارها» با ۳٫۸۹۴ و کم‌ترین متوسط نمره‌ی پاسخ‌ها مربوط به «تقسیم درست پاداش‌های مادی بین کارکنان» با ۲٫۲۵۵ بوده است.

جدول ۱. توزیع میانگین و انحراف معیار سؤال‌های مربوط به عامل اجتماعی.

عنوان سؤال	میانگین \bar{X}	انحراف معیار S
آیا به کار خود علاقه‌مند هستید؟	۳٫۹۱۷	۰٫۹۶۸
آیا سازمان انتظارات شما را برآورده می‌کند؟	۲٫۴۴۷	۰٫۷۷۵
آیا انتظارات سیستم از شما با شرح وظایف و مسئولیت‌تان مطابقت دارد؟	۲٫۹۳۶	۰٫۹۶۵
آیا انتظارات سیستم از شما به روشنی برایتان تعریف شده است؟	۲٫۹۷۹	۱٫۰۱۱
آیا کارکنان در محیط کار تمام شایستگی‌های خود را به کار می‌برند؟	۲٫۷۰۲	۰٫۹۷۶
آیا کارکنان در حفظ و نگهداری تجهیزات حداکثر سعی خود را می‌کنند؟	۳٫۱۲۸	۱٫۰۹۶
آیا سیستم کنترل و نظارت در کلیه کارها وجود دارد؟	۲٫۲۷۳	۰٫۷۷۲
آیا پیمان‌کاران مورد ارزیابی قرار می‌گیرند؟	۲٫۶۱۷	۰٫۸۷۴
آیا بین مسئولین و کارکنان احترام متقابل وجود دارد؟	۳٫۶۸۳	۰٫۹۴۵
آیا از تجهیزات و امکانات به‌نحو مطلوب استفاده می‌شود؟	۲٫۷۰۲	۰٫۶۸۹
آیا روش‌ها و تکنولوژی جدید جایگزین روش‌های سنتی و قدیمی شده است؟	۳٫۱۱۱	۰٫۸۷۰
آیا حوادث مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد؟	۳٫۰۲۱	۰٫۹۴۴

جدول ۲. توزیع میانگین و انحراف معیار سؤال‌های مربوط به عامل فرهنگی.

انحراف معیار S	میانگین X	عنوان سؤال
۰/۹۳۰	۲/۵۱۱	آیا کارکنان با توجه به تخصص و مهارت خود در پست سازمانی انجام وظیفه می‌کنند؟
۰/۷۸۳	۳/۳۱۹	آیا کارکنان کارها را تا دست‌یابی به نتیجه‌ی نهایی پی‌گیری می‌کنند؟
۰/۹۴۳	۲/۲۵۵	آیا کارکنان با توجه به شایستگی‌های شخصی رشد و ارتقاء می‌یابند؟
۰/۸۰۲	۳/۵۵۳	آیا برای انجام کارها دستورالعمل کاری وجود دارد؟
۰/۹۱۴	۳/۱۰۶	آیا کارها مطابق استاندارد خاص خود صورت می‌پذیرد؟
۰/۸۴۰	۳/۲۳۴	آیا سیستم گزارش‌دهی منظم به مافوق وجود دارد؟
۰/۷۳۲	۳/۱۷۰	آیا برای نگه‌داری و تعمیرات برنامه‌ی زمان‌بندی وجود دارد؟
۰/۹۳۵	۲/۶۸۱	آیا برنامه‌ی زمان‌بندی نگه‌داری و تعمیرات به‌دقت رعایت می‌شود؟
۰/۸۲۹	۳/۵۵۳	آیا برای تجهیزات شناسنامه‌ی فنی وجود دارد؟
۰/۸۸۳	۲/۷۰۲	آیا نظرات سازنده‌ی کارکنان مورد توجه مسئولین قرار می‌گیرد؟
۰/۹۱۹	۲/۶۳۸	آیا برنامه‌های فرهنگی و رفاهی نظیر (اردوها، برنامه‌های هنری-تفریحی) برای کارکنان و خانواده‌هایشان وجود دارد؟
۱/۰۱۸	۲/۰۸۵	آیا امکانات رفاهی بین کارکنان درست تقسیم می‌شود؟
۰/۸۸۳	۲/۷۸۷	آیا کارکنان تمایل به کارگروهی و مشارکت دارند؟
۰/۸۲۹	۳/۴۴۷	آیا برنامه‌ی آموزشی سالانه برای کارکنان وجود دارد؟
۰/۷۶۰	۲/۶۶۰	آیا کلیه‌ی کارکنان آموزش‌های لازم را دیده‌اند؟
۰/۸۰۷	۲/۱۴۹	آیا دوره‌های آموزشی به‌درستی ارزیابی می‌شوند؟
۰/۹۰۵	۲/۴۶۸	آیا دوره‌های آموزشی عملاً در کارها مؤثر بوده است؟
۰/۹۸۰	۲/۶۸۱	آیا کارکنان با جدیت و علاقه در دوره‌های آموزشی شرکت می‌کنند؟
۱/۱۵۴	۳/۱۹۱	آیا برای کارکنان شناسنامه‌ی آموزشی وجود دارد؟
۱/۱۵۷	۲/۴۴۷	آیا آرشیو و کتابخانه‌ی کارآمد در سیستم وجود دارد؟

جدول ۳. توزیع میانگین و انحراف معیار سؤال‌های مربوط به عامل اقتصادی.

انحراف معیار S	میانگین X	عنوان سؤال
۱/۰۴۱	۲/۲۹۸	آیا کارکنانی که در کارکوشش بیشتری می‌کنند مورد تشویق قرار می‌گیرند؟
۰/۹۰۶	۲/۵۱۱	آیا نظام کارآمدی برای رسیدگی به مشکلات و مسائل بازنشستگان وجود دارد؟
۰/۸۸۷	۲/۳۱۹	آیا کارکنان در مقابل کاری که انجام می‌دهند از نظر مادی تأمین می‌شوند؟
۰/۹۸۸	۲/۲۵۵	آیا پاداش‌های مادی به‌درستی بین کارکنان تقسیم می‌شوند؟
۰/۹۶۱	۳/۸۹۴	تا چه میزان پاداش نقدی برای بهتر انجام شدن کارها مؤثر بوده است؟

جدول ۴. توزیع میانگین و انحراف معیار سؤال‌های مربوط به عامل فیزیکی.

انحراف معیار S	میانگین X	عنوان سؤال
۱/۰۰	۲/۸۵۱	آیا لوزام مورد نیاز برای نگه‌داری و تعمیرات به‌میزان کافی در اختیار کارکنان قرار می‌گیرد؟
۰/۸۹۰	۳/۱۰۶	آیا کلیه‌ی کارکنان اصول ایمنی را رعایت کرده و به دیگران نیز تذکره می‌دهند؟
۰/۸۵۸	۲/۷۸۷	آیا شرایط ایمنی محیط کار شما مناسب است؟
۰/۹۰۷	۲/۲۱۳	آیا بهداشت روانی و صنعتی کارکنان در محیط کار رعایت می‌شود؟
۰/۷۴۹	۳/۲۹۸	آیا افراد دارای شناسنامه‌ی بهداشتی هستند؟
۰/۸۲۰	۳/۲۵۵	آیا نور محیط کار شما مطلوب است؟
۰/۹۰۸	۱/۹۵۷	آیا کیفیت صدا در محیط کار شما مطلوب است؟
۱/۰۹۲	۲/۶۳۸	آیا درجه حرارت محیط کار شما مطلوب است؟

جدول ۹. جدول اطلاعات اولیه برای محاسبه OEE.

ماه	مقدار	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	جمع کل
خوراک واحد (تن)	۴۲۰۹۷	۵۸۳۹۵	۷۴۶۵۱	۷۳۸۲۰	۲۴۸۹۶۳	
تولید محصول (تن)	۲۷۰۲۳	۳۶۵۰۹	۴۶۸۷۶	۴۵۶۵۰	۱۵۶۰۵۸	
توقفات برنامه‌ریزی شده (ساعت)	۲۰۵	۰	۰	۰	۲۰۵	
مدت زمان تعمیرات اتفاقی (ساعت)	۹۵	۱۴۴	۱۱	۳	۲۵۳	

دقیقه ۱/۱۴۹ = زمان عملی برای تولید یک تن اتیلن

$\%۹۱ = (۱/۱۴۹) / (۱/۰۴۱) =$ نسبت سرعت تولید

تن ۱۵۶۰۵۸ = مقدار اتیلن تولید شده

تن ۲۴۸۹۶۳ = مقدار خوراک واحد

$\%۹۴ = (۱۵۶۰۵۸ / (۱۶۶۲۶۰ - ۱۵۱۸۰)) / (۰/۹۱ \times ۱۵۶۰۵۸) =$ نسبت خالص بهره‌برداری

$\%۸۶ = \%۹۱ \times \%۹۴ =$ نسبت کارایی

$\%۶۳ = ۱۵۶۰۵۸ / ۲۴۸۹۶۳ =$ نسبت تولید سالم (کیفیت)

$\%۳۷ =$ درصد ضایعات

$\%۴۹ = \%۶۳ \times \%۸۶ \times \%۹۱ =$ اثربخشی کلی تجهیزات

ارائه‌ی پیشنهادات

۱. می‌توان وضعیت فرد، سازمان و ویژگی‌هایی را که یک مدیر باید داشته باشد، مطابق چک‌لیستی مورد ارزیابی قرار داد. توسط این چک‌لیست‌ها می‌توان کارایی مدیر، احساس مسئولیت کارکنان، در جریان قراردادن کارکنان، خصوصیت و نیاز شخصیت‌ها، واکنش آنها در شرایط اضطراری، انطباق مسئولیت‌های آنها با شخصیت‌شان، وضعیت احترام به کارکنان، وضعیت قدردانی از کارکنان، ضریب نوآوری خود و سازمان، رشد نوآوری در سازمان و... را مشخص، و در نهایت نقاط ضعف و قوت سازمان را تعیین کرد.
 ۲. ایجاد زمینه‌ی همکاری و تفاهم میان کارکنان تعمیرات و کارکنان بهره‌برداری.
 ۳. ارتقاء سطح دانش و تخصیص کارکنان بهره‌برداری، به‌منظور کسب توانایی در انجام برخی فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات از قبیل روان‌کاری، رفع نشتی، تمیزکاری، تعویض فیلترها و...
 ۴. برگزاری دوره‌های آموزشی برای کلیه‌ی کارکنان به‌منظور متقاعدسازی آنها درخصوص منابع اجرای روش TPM در سازمان.
 ۵. تغییر تفکر حاکم مبنی بر این که کارکنان بهره‌برداری فقط مسئولیت بهره‌برداری از تجهیزات و تولید را دارند و کارکنان تعمیرات فقط وظیفه‌ی نگهداری و تعمیر تجهیزات را به عهده دارد.
- مدیریت باید به تدریج شعار «من تولید می‌کنم، شما نگهداری می‌کنید» را حذف و شعار جدید «من مسئول تجهیزات خود هستم» را جانشین آن کند.

جدول ۵. مقایسه‌ی میانگین نمره‌ی عوامل اجتماعی با میانگین فرضی (u=۳).

عامل	X	S	Se	t
اجتماعی	۲,۹۸۲	۰/۴۸۲	۰/۱۳۹	-۰/۱۲۴

جدول ۶. مقایسه‌ی میانگین نمره‌ی عوامل فرهنگی با میانگین فرضی (u=۳).

عامل	X	S	Se	t
فرهنگی	۲,۸۳۷	۰/۴۵۹	۰/۱۰۲	-۱,۵۸۷

جدول ۷. مقایسه‌ی میانگین نمره‌ی عوامل اقتصادی با میانگین فرضی (u=۳).

عامل	X	S	Se	t
اقتصادی	۲,۷۱۴	۰/۶۶۸	۰/۲۹۹	-۰/۹۵۵

جدول ۸. مقایسه‌ی میانگین نمره‌ی عوامل فیزیکی با میانگین فرضی (u=۳).

عامل	X	S	Se	t
فیزیکی	۲,۷۶۳	۰/۴۸۱	۰/۱۷۵	-۱,۳۹۲

۵٪ کوچک‌تر است، وضعیت کارکنان از نظر عوامل فیزیکی کم‌تر از سطح متوسط مناسب است.

مقایسه‌ی دو به دو عوامل مؤثر در تحقیق

از مقایسه‌ی دو به دو عوامل مورد تحقیق نتیجه می‌گیریم که عامل اقتصادی در این مقایسه اهمیت بیشتری دارد و بعد از آن به ترتیب عوامل اجتماعی و فرهنگی و فیزیکی قرار دارند که برای مدیران ارشد و برنامه‌ریزان صنایع پتروشیمی کمک مؤثری در جهت اولویت‌بندی عوامل یادشده است.

اندازه‌گیری ضریب اثربخشی کلی تجهیزات

ضریب اثربخشی کلی تجهیزات (OEE) یک ابزار اندازه‌گیری و بهبود است، و به‌عنوان یکی از بخش‌های اصلی سیستم نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM) شناخته شده است، به‌طوری که یکی از پنج اصل TPM مستقیماً به کاربرد این شاخص اشاره دارد. محاسبه‌ی OEE برای واحد الفین جدول ۹:

$$\text{دقیقه } (۶۰ \times \text{ساعت } ۲۴ \times \text{روز } ۳۱) \times ۴ \text{ ماه} = \text{زمان کل کارکرد واحد (چهار ماه)}$$

$$= ۱۷۸۵۶۰ \text{ دقیقه}$$

$$\text{دقیقه } ۱۵۱۸۰ = (۹۵ + ۱۴۴ + ۱۱ + ۳) \times ۶۰ = \text{مدت زمان توقفات اضطراری (تعمیرات اساسی) دقیقه } ۱۲۳۰۰ = ۶۰ \times ۲۰۵ = \text{مدت زمان توقفات برنامه‌ریزی شده}$$

$$۱۶۶۲۶۰ = ۱۷۸۵۶۰ - ۱۲۳۰۰ = \text{زمان بهره‌برداری برنامه‌ریزی شده}$$

$$\%۹۱ = (۱۶۶۲۶۰ / ۱۸۰۰۰۰) \times ۱۰۰ = (۱۶۶۲۶۰ - ۱۵۱۸۰) = \text{قابلیت دسترسی}$$

$$\text{دقیقه } ۱/۰۴۱ = \text{زمان مطلوب برای تولید یک تن اتیلن}$$

نتیجه‌گیری

پس از محاسبه‌ی اثربخشی کلی تجهیزات و درصد به‌دست آمده (۴۹٪) به نظر می‌رسد رابطه‌ی مستقیمی بین چهار فرضیه‌ی این تحقیق با اثربخشی کلی تجهیزات وجود دارد، زیرا چهار فرضیه‌ی این تحقیق کم‌تر از متوسط سطح مناسب ($\mu = 3$)، و اثربخشی کلی تجهیزات نیز کم‌تر از متوسط سطح مناسب است. بنابراین می‌توان گفت که چهار عامل اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی، فیزیکی مستقیماً با OEE مرتبطاند و مدیریت ارشد سازمان باید تمام توان خود را به‌منظور ارتقاء این چهار عامل به کار گیرد تا در آینده‌ی نه‌چندان دور شاهد پیاده‌سازی این سیستم و افزایش اثربخشی کلی تجهیزات در صنایع پتروشیمی باشیم.

۶. شناسایی منابع بروز تلفات و ضایعات در نیروگاه به‌ویژه ضایعات شش‌گانه‌ی مطرح شده در روش TPM و حرکت در جهت حذف آنها.
۷. تهیه‌ی طرح اجرایی برای یک دوره‌ی سه تا چهارساله با عنوان طرح اصلی TPM.
۸. تعریف اهداف مورد انتظار از طرف مدیریت درخصوص استقرار TPM از قبیل درصد قابل قبول خرابی‌ها و درصد مورد انتظار توقف‌های ناخواسته‌ی واحد پس از استقرار سیستم.
۹. متوقف‌ساختن روند فرسوده‌شدن تجهیزات با اجرای منظم فعالیت‌های TPM.
۱۰. استقرار و پیاده‌سازی روش TPM بر روی تجهیزات یک واحد به‌صورت نمونه و با استفاده از گروه پیشرو.

پانویس

1. total productive maintenance
2. overall equipment effectiveness
3. preventive maintenance
4. emergency maintenance
5. reliability center maintenance
6. condition monitoring
7. computerized maintenance management system

منابع

1. Roberts, R. "Total productive maintenance (TPM)", The Technology Interface, (Fall 1997).
2. Haj shirmohammadi, A., *Total Productive Maintenance*, Industrial Management Organization Publications (2000).
3. Rostamiyan, H., *Total Productive Maintenance*, Terme Publications (2006).
4. Ben-Daya, M. and Duffuaa, S.O. "Maintenance and quality: The missing link", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, **1**(1), pp. 20-26 (1995).
5. Hipkin, I.B. "A new look at world class physical asset management strategies", *South African Journal of business Management*, **29**(4), pp. 158-163 (1998).
6. Masoudi, A.; Ghasemi, B. and Bitarafan, M. "Relation strategic CM and PM in one total maintenance system", 2th International conference maintenance in Iran (2005).
7. Sarmad, Z., *Research Methods in Humanism*, Yadvareh Publications (1997).

