بکارگیری تکنیک تحلیل نسبت ارزیابی وزن‌دهی تدریجی برای ارزیابی موانع اجرایی موفق نت بهره‌ور جامع در صنعت گاز

عزت‌اله اصغری‌زاده[1] ، مهدی اجلی [2]

تاریخ دریافت : ۱۳۹۵/۰۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۹/۰۲

چکیده

تعداد شرکت‌هایی که به طور موفقیت‌آمیز برنامه‌ی نگهداری بهره‌ور جامع (TPM) را بکار گرفته‌اند نسبتاً محدود می‌باشد. هر چند که گزارش‌هایی از اجرای موفق TPM در شرکت‌های معتبر دنیا وجود دارد اما موارد شکست بسیاری نیز در اجرای برنامه‌های TPM در موقعیت‌های مختلف گزارش شده است. شناسایی موانع اجرایی موفق‌آمیز TPM در صنایع، می‌تواند اولین گام در پیاده‌سازی این سیستم محسوب شود؛ زیرا تا زمانی‌که مدیران و کارکنان تولید و نت، اقداماتی در خصوص رفع این موانع نداشته باشند، شکست چنین پروژه‌ای حتمی به‌نظر می‌رسد. ارتقاء قابلیت اطمینان تأسیسات و خطوط، افزایش درصد آماده به کاری، کاهش حوادث و میزان آلودگی محیط زیست ناشی از خرابی تجهیزات و بهینه‌سازی هزینه نگهداری و تعمیرات در چرخه عمر

---

۱. دانشیار گروه مدیریت صنعتی دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، تهران، ایران (asghari@ut.ac.ir)
۲.دانشجوی دکتری تخصصی مدیریت صنعتی دانشگاه تهران، تهران، ایران (نویسنده مسئول)
(ajalli@ut.ac.ir) و (mehdiajalli2010@gmail.com)

تجهیزات از مسائل پیش روی صنعت گاز کشور در سال‌های اخیر بوده است. در این مقاله پس از مرور ادبیات و بررسی موانع اصلی TPM و مصاحبه با خبرگان صنعت گاز، شش مانع اصلی شناسایی شد. در ادامه با استفاده از تکنیک تحلیل نسبت ارزیابی وزن‌دهی تدریجی، وزن نهایی موانع تعیین و به ترتیب اهمیت رتبه‌بندی شدند. نتایج نشان داد که موانع رفتاری به عنوان مهم‌ترین مانع بکارگیری سیستم نت بهره‌ور جامع در صنعت گاز و مشکلات و موانع اداری نیز در اولویت آخر قرار گرفتند. به این ترتیب صنعت گاز با پرداختن به این موانع بر مبنای اهمیت، موجب تسهیل در پیاده‌سازی موفقیت‌آمیز سیستم نت بهره‌ور جامع خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: نت بهره‌ور جامع، موانع کلیدی، تحلیل نسبت ارزیابی وزن‌دهی تدریجی، صنعت گاز.

۱. مقدمه

در سال‌های اخیر سیاست‌های سازمانی، نیازمندی‌های کسب‌وکار و رقابت‌های نزدیک اقتصادی از یک طرف، و فناوری پیچیده و هزینه‌ی بالای خرید تجهیزات و دستگاه‌های جدید از طرف دیگر باعث شده است که مدیران به نگهداری و تعمیرات، بیشتر توجه کنند. مدیران نگهداری و تعمیرات با بکارگیری ترکیب مناسبی از روش‌های نگهداری و تعمیرات موفق شده‌اند با کنترل بیشتر و مؤثرتر بر عملکرد سازمان، به موفقیت بالاتری دست یابند. نگهداری معمولاً این‌گونه درک شده که نرخ کمتری از بودجه را نسبت به سایر موارد به خود اختصاص دهد. هنوز، اکثر شرکت‌ها می‌توانند هزینه‌های نگهداری را به یک سوم کاهش داده و سطح بهره‌وری را از طریق اولویت مسئله نگهداری در وظایف مدیر بهبود دهند. اولویت نگهداری بایستی تمامی سطوح ساختار مدیریت سازمان را برای توسعه‌ی درک هر سطح از نگهداری جهت موفقیت یا شکست اهداف سازمان شامل شود (Al-hassan et al., 2000). در موارد مالی، نگهداری می‌تواند ۲۰ تا ٤۰ درصد ارزش اضافه‌شده به یک محصول را شامل شود (Hora, 1987).

بعلاوه بررسی تولیدکنندگان نشان می‌دهد که پرسنل تمام‌وقت نگهداری به عنوان درصدی از کارکنان کارخانه، بطور میانگین ۱۵/۷ درصد از کل کارکنان در سازمان‌های تولیدی مورد مطالعه را شامل شده است (Dunn, 1988)، در حالی‌که در پالایشگاه‌ها، دپارتمان‌های عملیات و نگهداری اغلب بیشترین و در حدود ۳۰ درصد کل کارکنان را شامل می‌شود (Dekker, 1996).

در صنعت تولیدی انگلیس مشخص شده که ۱۲ تا ۲۳ درصد هزینه‌ی عملیاتی کل کارخانه صرف نگهداری می‌شود. با بررسی این موارد، تولیدکنندگان دریافته‌اند که مدیریت و سازمان نگهداری و طراحی قابلیت نگهداری و اطمینان، فاکتورهای استراتژیک برای موفقیت در دهه‌ی ۱۹۹۰ محسوب می‌شوند. بنابراین اثربخشی عمل نگهداری عمدتاً با عملکرد تجهیزات، تولید و محصولات مرتبط است (Yoshida et al., 1990).

نت بهره‌ور جامع (TPM)[1]، فلسفه‌ی ژاپنی است که بر پایه‌ی مفاهیم و متدولوژی‌های نت بهره‌ور توسعه داده شد. این مفهوم ابتدا توسط شرکت ام اس نیپون دنسو[2] ژاپنی، تأمین‌کننده‌ی شرکت موتور تویوتا ام اس ژاپن در سال ۱۹۷۱ معرفی شد و به تدریج به فرهنگ غالب در صنایع ایالات متحده‌ی آمریکا تبدیل شد. بنابراین TPM اصولاً یک مفهوم تولیدی طراحی‌شده برای حداکثرکردن اثربخشی در کل چرخه‌ی عمر تجهیزات از طریق مشارکت و انگیزش تمام کارکنان می‌باشد (Nakajima, 1988).

نت بهره‌ور جامع یک رویکرد نوآور به نت است که اثربخشی تجهیزات را بهینه، خرابی‌ها را حذف، و نگهداری خودکار را توسط اپراتورها از طریق فعالیت‌های روزانه نیروی انسانی ارتقاء می‌دهد (Bhadury, 2000) و فلسفه‌ی آن این است که نگهداری و تعمیرات فقط وظیفه‌ی واحد نت نیست بلکه کلیه‌ی واحدهای سازمان و همه‌ی کارکنان در تمام طول عمر تجهیز از زمان طراحی و ساخت گرفته تا خرید، نصب و بهره‌برداری باید به مقوله‌ی نگهداری و تعمیرات توجه داشته باشند. در این شیوه، برخی از فعالیت‌های اولیه‌ی نگهداری و تعمیرات مثل انجام بازدیدهای ساده روزانه، تنظیمات ساده و تمیزکاری به اپراتور دستگاه واگذار می‌شود (جعفرنژاد، ۱۳۹۱).

TPM و مفاهیمش در دستیابی به نقص‌های نهایی صفر و اهداف خرابی صفر شهرت و اعتبار جهانی کسب کرده است. کارایی و اثربخشی تجهیزات نقش عمده‌ای در صنایع تولیدی مدرن جهت تعیین عملکرد تابع تولید سازمانی به خوبی سطح دستیابی به موفقیت سازمانی بازی می‌کند. هدف TPM، اعمال هر دو کارکرد (تولید و نگهداری) از طریق ترکیب عملیات کاری خوب، کار تیمی و بهبود مستمر است (Chintan et al., 2014). مفهوم TPM ساده به نظر می‌رسد اما دیدگاه عملی بکارگیری TPM شامل مراحل مختلف بسیار پیچیده است و نیاز به تمرکز جدی بر فرآیند اجرایی

1. Total Productive Maintenance

2. M/s Nippon Denso Co. Ltd.

جهت جلوگیری از خرابی‌ها دارد. بنا به دلایل بسیاری صنایع جهانی در بکارگیری TPM با شکست مواجه شده‌اند. TPM یک متدولوژی سریع با نتایج فوری نمی‌باشد و نیاز به تعهد و پشتکار مدیریت و کارکنان برای بکارگیری طولانی (در طول سال‌ها) برای تحویل نتایج آشکار قابل‌توجه دارد (Prasanth et al., 2013).

هر چند صنعت گاز ایران در حوزه نگهداری و تعمیرات(نت) از وضعیت نسبتاً مطلوبی برخورداراست؛ اما به دلیل نبود سیستم‌های منسجم نت در این صنعت، بسیار هزینه‌بر است تا جایی که در برخی واحدها هزینه‌های نت ۲ تا ۳ برابر کشورهای پیشرفته است. از دیگر مشکلات حوزه نت در صنعت گاز به‌کارگیری روش‌های تقریباً سنتی در این حوزه است. به عبارتی در حالی که دنیا در حال حرکت به سمت روش‌های مکانیزه نگهداری و تعمیرات و استفاده از شبکه در این حوزه است، متاسفانه این صنعت هنوز با شیوه‌های نه چندان پیشرفته اداره می‌شود. در اینجا نیز باید با آموزش سیستم‌های نوین به مدیران و ارائه مزایای این روش‌ها نسبت به روش‌های سنتی، آنان را نسبت به فواید به‌کارگیری فناوری در حوزه نت ترغیب کرد. با عنایت به ضرورت پیاده‌سازی سیستم نت بهره‌ور فراگیر در این صنعت و بهره‌مندی از مدل ارائه شده در واحدهای تابعه صنعت نفت و مصاحبه با مدیران بهره‌برداری، شناسایی موانع اصلی در پیاده‌سازی این سیستم ضروری است. هدف اصلی از انجام این تحقیق، شناسایی موانع کلیدی بکارگیری سیستم نت بهره‌ور جامع به صورت مدلی مفهومی و اولویت‌بندی این موانع در صنعت گاز کشور و شرکت‌های گاز استانی با رویکرد تحلیل نسبت ارزیابی وزن‌دهی تدریجی(SWARA)[1] است. بدین ترتیب اولویت‌بندی موانع به مدیران صنعت گاز کشور کمک کرده تا با پیاده‌سازی اصولی و برداشتن موانع مهم به ترتیب اولویت، آن‌ها را در دستیابی به تجهیزات بهینه، کاهش خرابی دستگاه‌ها و ارضای هرچه بیشتر مشتریان با ارائه خدمات بهتر یاری نماید.

1. Stepwise weight assessment ratio analysis

۲. مبانی نظری تحقیق

۲-۱. تاریخچه‌ی نت

افزایش میزان سرمایه‌گذای روی ماشین‌آلات و اتوماسیون صنعتی از یک سو و افزایش ارزش مالی و اقتصادی آن‌ها از سوی دیگر باعث شد که مدیران و صاحبان صنایع به فکر راهکارهایی جهت بیشینه‌سازی طول عمر مفید تجهیزات تولیدی و طولانی کردن عمر اقتصادی آن‌ها باشند. از سال ۱۹۳۰ تاکنون می‌توان سیر تحولات و تغییرات نگهداری و تعمیرات را به سه دوره‌ی اصلی تقسیم نمود (Dhillon, 2002).

دوره‌ی نخست: تعمیرات به هنگام از کارافتادگی (BM)[1] گام‌های اولیه در پیاده‌سازی نت در سال‌های قبل از جنگ جهانی دوم برداشته شد. در آن ایام صنایع به شکل امروزی مکانیزه نبود و لذا خرابی‌ها و توقف ناگهانی ماشین‌آلات مشکلی جدی برای دست‌اندرکاران امر تولید ایجاد نمی‌کرد. به بیان دیگر، جلوگیری از بروز عیب در ذهن اکثر مدیران و مهندسان مفهوم نداشت و یا حداقل ضرورتی از این نظر احساس نمی‌گردید. علاوه بر این اکثر ماشین‌آلات و تجهیزات تولیدی طرح نسبتاً ساده‌ای داشتند و این ویژگی، کار با آن‌ها را ساده و تعمیرشان را آسان می‌نمود. نتیجه آنکه در آن زمان نیازی به استفاده از نت سیستماتیک احساس نمی‌شد و اکثر شرکت‌ها و واحدهای تولیدی- صنعتی تنها در زمانی که دستگاه‌ها و تجهیزات از کار می‌افتادند، به بازبینی و تعمیر آن‌ها اقدام می‌کردند. در واقع، سیستم نگهداری و تعمیرات به هنگام از کارافتادگی (BM) معمول بود.

دوره‌ی دوم: نگهداری و تعمیرات بهره‌ور جامع (TPM)[2]. همه چیز در خلال جنگ جهانی دوم به صورتی انفجارآمیز دستخوش تحول گردید. فشارهای ناشی از جنگ، تقاضا برای انواع محصولات را افزایش داد و کاهش شدید نیروی انسانی صنایع سبب گردید تا مکانیزاسیون افزایش یابد. می‌توان سال ۱۹۵۰ را سال رونق طراحی و

1. Breakdown Maintenance

2. Total Productive Maintenance

ساخت ماشین‌آلات مکانیزه نامید. این ایام، سرآغاز وابستگی صنایع به تجهیزات مکانیزه و گسترش اتوماسیون صنعتی بود و باعث شد مسئله‌ی شکست و ازکارافتادگی ماشین‌آلات از اهمیت بیشتری برخوردار گردد. پس از گذشت چندی، روند افزایش خرابی‌ها کمیت و کیفیت تولیدات را تحت‌الشعاع قرار داد و اسباب نارضایتی صاحبان صنایع را فراهم کرد. ادامه‌ی این روند، مدیران و کارشناسان را به فکر چاره و راه‌حلی مناسب برای جلوگیری از رشد عیوب انداخت. در این زمان سیستم نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه به عنوان راه‌حلی مناسب در کشور امریکا به اجراء درآمد، و به دلیل نیاز صنایع به تولید محصولاتی با کیفیت بالا و قیمت مناسب، جهت افزایش توان رقابت در بازار، استفاده از سیستم پیشگیرانه (PM)[1] رونق یافت، و در این راستا اجرای تعمیرات و تعویض‌های پیشگیرانه‌ی دوره‌ای به عنوان مؤثرترین راه‌حل جهت کاهش خرابی‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

در طول دهه‌ی ۱۹۵۰ نت پیشگیرانه به تدریج تکامل یافت تا پاسخگوی نیازهای جدید صنعت باشد و در این راستا سیستم نگهداری و تعمیرات بهره‌ور در سال ۱۹۵٤ به صنایع امرکا معرفی گردید. در این سیستم ضمن تأکید بر اصلاح خرابی‌های اتفاقی و ازکارافتادگی غیرمنتظره‌ی تجهیزات، با بهره‌گیری مناسب از علوم آمار و احتمالات، پژوهش عملیاتی، شبیه‌سازی، اقتصاد مهندسی، نظریه‌ی صف و نگرش‌های تحلیلی، فنون و مدل‌هایی برای حالات مختلف انواع دستگاه‌ها و تجهیزات ابداع شد و متخصصان این رشته توانستند کلیه‌ی فعالیت‌ها و عملیات نگهداری و تعمیرات را تحت نظم درآورده، خرابی‌ها را پیش‌بینی و برای تعمیرات پیشگیرانه برنامه‌ریزی نمایند. دهه‌ی ۱۹٦۰ را می‌توان دهه‌ی گسترش استفاده از نت بهره‌ور در صنایع نامید. معرفی نگهداری و تعمیرات بی‌نیاز از تعمیر، مهندسی قابلیت اطمینان و مهندسی قابلیت تعمیر از نتایج تحقیقات انجام شده در این دهه بود که در تکامل سیستم نت بهره‌ور بسیار مؤثر بوده است.

---

1. Preventive Maintenance

معرفی سیستم نگهداری و تعمیرات بهره‌ور جامع (TPM) در دهه‌ی ۱۹۷۰ از سوی صنایع ژاپنی را می‌توان آخرین دستاورد در دوره‌ی دوم تحولات نگهداری و تعمیرات دانست. سیستم TPM در حقیقت همان سیستم نت بهره‌ور به شیوه‌ی امریکایی است که جهت سازگاری با شرایط صنعتی ژاپن در آن اصلاحاتی انجام پذیرفت. ابتکار محوری در TPM این است که اپراتورها به امور اصلی و اولیه‌ی نگهداری و تعمیرات ماشین‌های خود می‌پردازند. در نت بهره‌ور جامع(TPM) نتایج حاصل از فعالیت‌های صنعتی و تجاری به صورت اعجاب‌انگیزی بهبودیافته، به ایجاد محیط کاری با بهره‌وری بالا و ایمن منجر می‌شود و روابط بین نیروی انسانی و تجهیزاتی را که با آن کار می‌کنند بهبود می‌بخشد.

دوره‌ی سوم: نگهداری و تعمیرات بر پایه‌ی قابلیت اطمینان (RCM)[1].

افزایش میزان اثربخشی ماشین‌آلات، بهبود کیفیت محصولات در کنار کاهش هزینه‌های نت و عدم خسارت به محیط زیست از جمله مواردی بود که باعث ایجاد تحولی جدید در زمینه‌ی نگهداری و تعمیرات گردید. RCM فرآیندی است که اولاً معین می‌کند چه کاری باید برای تداوم عمر هرگونه سرمایه‌ی فیزیکی انجام شود و ثانیاً انتظارات کاربرا از تجهیزات را عملی می‌نماید. دستاوردهای جدید نت در این دوره عبارتند از:

۱- معرفی سیستم نگهداری و تعمیرات بر پایه‌ی شرایط کارکرد ماشین‌آلات و ترویج استفاده از روش‌های بازرسی بر مبنای شرایط (CM)[2] همچون تجزیه و تحلیل لرزش، تجزیه و تحلیل روغن، حرارت‌سنجی و غیره

۲- معرفی و بکارگیری انواع روش‌های تجزیه و تحلیل خرابی‌های ماشین‌آلات

۳- طراحی تجهیزات با تأکید بیشتر بر قابلیت اطمینان و قابلیت تعمیر

٤- تحول اساسی در تفکر سازمانی به سمت مشارکت و کار گروهی

---

1. Reliability Centered Maintenance

2. Condition Monitoring

۵- معرفی سیستم نگهداری و تعمیرات مؤثر

٦- معرفی روش نگهداری و تعمیرات بر پایه‌ی قابلیت اطمینان (RCM) به عنوان روشی جامع جهت تصمیم‌گیری در استفاده‌ی صحیح از انواع سیستم‌های نگهداری و تعمیرات موجود.

حدوداً از اواسط دهه‌ی هفتاد، فرآیند تغییر و تحول در حیطه‌ی صنعت در ابعاد گوناگون افزایش چشمگیری پیدا کرد. ابعاد تغییر و تحول در سه دوره‌ی مذکور را می‌توان مطابق با جدول ۱ بیان کرد (Netherton, 2004).

جدول ۱. پیشرفت مدیریت نگهداری و تعمیرات و دستاوردهای مربوط در هر دوره

دوره‌ی اول	دوره‌ی دوم	دوره‌ی سوم
نت اضطراری (EM)[1]	افزایش آماده‌به‌کاری	پیشرفت فناوری
تعمیرات به هنگام ازکارافتادگی (BM)	افزایش عمر تجهیزات	افزایش آماده‌به‌کاری
	کاهش هزینه	کاهش حوادث
		افزایش کیفیت محصول
		حفاظت محیط زیست
		افزایش عمر تجهیزات
		کاهش هزینه

۲-۲. مفهوم نت بهره‌ور جامع (TPM)

مفهوم و متدولوژی TPM شامل اهداف دستیابی به نقص‌های صفر محصول، خرابی‌های برنامه‌ریزی‌نشده‌ی صفر تجهیزات، و وقایع صفر می‌باشد. به طور کلی مفهوم TPM شامل موارد زیر است:

۱- در تلاش است که اثربخشی تجهیزات را حداکثر کند.

۲- یک سیستم جامع نگهداری پیشگیرانه برای تمام عمر تجهیزات پایه‌ریزی می‌کند.

۳- شامل مشارکت تمامی بخش‌های سازمان است که برنامه‌ریزی، استفاده و نگهداری تجهیزات را بعهده دارد.

---

1. Emergence Maintenance

٤- مشارکت TPM از مدیریت بالا به کارکنان خط جلو[1] می‌باشد.
٥- اجرای TPM بر مبنای فعالیت گروه کوچک می‌باشد. (Kapil et al., 2012)

۲-۳. دلایل استفاده از TPM

TPM روشی برای انجام کار گروهی جهت بهبود کارایی تجهیزات در کارخانه‌هاست، بدین معنی که نه فقط بخش نت بلکه هر فردی که با تجهیزات کار می‌کند، به دنبال روش‌هایی برای حفظ تداوم کارایی تجهیزات در زمان تولید با حداکثر توان و با بالاترین سطح کیفیت و بازدهی است. در اجرای TPM فرهنگ احساس مالکیت نسبت به تجهیزات به وجود می‌آید، کارکنان با تجهیزات خود به گونه‌ای رفتار می‌کنند که گویی وسیله‌ی خودشان است، بدین مفهوم که آن‌ها به صداهای ناهنجار، لرزش‌ها، نشتی‌ها و غیره توجه کامل داشته، تجهیزات خود را به طور مرتب تمیز می‌کنند تا بتوان مشکلات را قبل از این‌که منجر به از کارفتادگی شوند، رفع نمود. TPM نیازمند آن است که اپراتورها برای انجام برخی کارها که قبلاً وظیفه‌ی واحد نگهداری و تعمیرات تصور می‌شد آموزش داده شوند. هشتاد درصد از موفقیت TPM به روابط نیروی انسانی بستگی دارد. TPM آن اندازه که مبتنی بر تفکر، ساختار، عادت، دانش، مهارت و عقیده است، مبتنی بر فناوری و ابزار نیست. نقطه‌ی شروع اجرای TPM بسته به نیاز تجهیزات و کارکنان از سازمانی به سازمان دیگر، از کارخانه‌ای به کارخانه‌ی دیگر و تا حدودی از واحدی به واحد دیگر متفاوت است. آنچه که در یک شرکت اجراء شده لزوماً در شرکت دیگر موفق نخواهد بود. بسیاری از شرکت‌ها می‌کوشند که مدل ژاپنی TPM را همانند یک دستور آشپزی دنبال کنند که این موضوع موفقیت محدودی را به دنبال دارد. برای موفقیت، TPM باید متناسب با نیازهای شرکت و بر اساس اصول واقعی موجود پیاده‌سازی شود (جعفرنژاد و همکار، ۱۳۹۰).

1. Frontline

۳. پیشینه و مدل تحقیق

بکارگیری TPM فرآیند پیچیده‌ای بوده و با برخی مشکلات و موانع مواجه شده است. TPM علاوه بر تعهد، نیاز به ساختار، رهبری و مدیریت دارد. برخی از مسائل عمده در بکارگیری TPM شامل مقاومت فرهنگی برای تغییر، اجرای جزئی TPM، انتظارات خوش‌بینانه، فقدان جریان خوب تعریف‌شده برای آموزش اهداف بکارگیری (اثربخشی تجهیزات)، فقدان تعلیم و تربیت، فقدان ارتباطات سازمانی، و بکارگیری TPM برای توافق با قواعد اجتماعی به عنوان ابزاری جهت دستیابی به تولید کلاس جهانی (Crawford et al., 2014; Becker, 1993) می‌باشند. شکست سازمان‌ها در استفاده‌ی صحیح از پتانسیل TPM و بکارگیری موفقیت‌آمیز برنامه رسمی اثربخش آن، ناشی از فقدان یک سیستم پشتیبانی جهت تسهیل یادگیری و انتقال یادگیری برای ایجاد عملیات اثربخش TPM، فقدان اجماع مدیریتی و درک اهمیت دانش، انتظارات مبهم و ناسازگار و غفلت از مبانی اجرای TPM در ساختار سازمانی موجود بدون فراهم‌کردن پشتیبانی می‌باشد. این مسائل عدم درک واضح از عملیات اساسی و مکمل تولید را منعکس خواهند کرد. شرکت‌هایی که تجربه‌ی شکست در بکارگیری برنامه‌ی TPM را داشته‌اند اغلب از توسعه‌ی مبانی بهبود مستمر عملیات و مشارکت فراگیر کارکنان به عنوان پشتیبان اجرایی تکنیک‌های TPM غفلت و کوتاهی کرده‌اند. (Chintan et al., 2014)

بررسی ادبیات موجود در زمینه‌ی موانع بکارگیری TPM در کشور نشان می‌دهد که علیرغم انجام چندین پژوهش و مقاله در این زمینه، در هیچ‌کدام از پژوهش‌های صورت‌گرفته، موانع بکارگیری TPM بررسی نشده‌اند. در این پژوهش به‌منظور شناسایی موانع، پژوهش‌های صورت‌گرفته در این زمینه از سال ۱۹۹۳ تا پایان سال ۲۰۱٤، مورد بررسی قرار گرفتند و با بررسی جامع ادبیات، موانعی استخراج شدند که در پژوهش‌های گذشته به اهمیت آن‌ها در ادبیات TPM به‌طور مستقیم اشاره شده بود. با بررسی پیشینه

در نهایت تعداد ٦ عامل (مانع کلیدی) به صورت رفتاری، سازمانی، فرهنگی، فنی، بخشی و عملیاتی و ٤٤ شاخص به صورت جدول ۲ شناسایی و استخراج شدند:

جدول ۲. موانع و شاخص‌های شناسایی شده در رابطه با TPM

ردیف	مانع کلیدی	شاخص‌های استخراج‌شده	منابع پژوهش
۱	موانع رفتاری	فقدان انگیزش جهت افزایش عملکرد سازمان	(پترسون و همکاران، ۱۹۹۵)؛ (لارنس، ۱۹۹۹) (ماگارد و همکار، ۱۹۹۲)؛ (رابرت و همکاران، ۱۹۹٤)
۲		عدم تمایل به تغییر به دلیل ناامنی شغلی و عدم آگاهی نسبت به موقعیت کاری ناشی از پیشرفت‌های تکنولوژیک	
۳		مقاومت کارکنان جهت پذیرش و توافق با مفاهیم و تغییرات جدید	
٤		مشکلات متناوب در مقابل موفقیت تیم‌های میان‌کارکردی	
٥		فقدان توسعه‌ی چندمهارتی، ارزیابی دوره‌ای و ترفیع مهارت‌های کارکنان.	
٦	موانع سازمانی	فقدان یک رویکرد سیستماتیک جهت ثبت، کنترل و ارزیابی شاخص‌های کلیدی عملکرد نظیر اثربخشی کلی تجهیزات (OEE)۱، بازگشت سرمایه‌ی بکارگرفته‌شده(ROCE)۲ و بازگشت دارایی‌های خالص (RONA)۳	(موروگادوس و همکاران، ۲۰۱۲)؛
۷		فقدان تعهد مدیریت ارشد و ارتباط ناکافی و نامناسب	
۸		ناتوانی در مدیریت تغییر شکل فرهنگی و کسب مشارکت فراگیر کارکنان	
۹		فقدان سیستم انگیزش و پاداش در سازمان	
۱۰		ناتوانی مدیریت در اتحاد و پیوستگی استوار	

1. Overall Equipment Effectiveness
2. Return on Capital Employed
3. Return on Net Assets

ردیف	مانع کلیدی	شاخص‌های استخراج‌شده	منابع پژوهش
		ترغیب در مورد مزایای TPM	
۱۱		فقدان آگاهی و درک اصول و مفاهیم TPM	
۱۲		ناتوانی و شکست در توسعه‌ی شایستگی‌های کارکنان در جهت بلوغ TPM	
۱۳		ضعف مدیریت ارشد در اجرای برنامه‌ی مدیریت تغییر.	
۱٤	موانع فرهنگی	فقدان توانایی مدیریت بالا برای انگیزش کارکنان در جهت توسعه‌ی مهارت‌های جدید	(لارنس، ۱۹۹۹)؛ (مورا، ۲۰۰۲)؛ (پراسانز و همکاران، ۲۰۱۳)؛
۱۵		عدم پیوستگی و اتحاد سودمند، تفکرات سخت‌گیرانه، روش کاری انعطاف‌ناپذیر، نگرش‌های مقاوم بر تنظیمات موجود در سازمان	
۱٦		بی‌کفایتی در تنظیم کارکنان برای اهداف و آرمان‌های سازمانی	
۱۷		ابهام در نقش‌ها و مسئولیت‌های کارکنان و منافع آن برای افراد	
۱۸		حداقل مشارکت کارکنان در فرآیندهای تصمیم‌گیری	
۱۹		نگرش هزینه‌ی پذیرش کیفیت ضعیف (COPQ)[1]، برای دوباره‌کاری قابل‌ملاحظه و نمونه به‌عنوان عنصری از فرآیند تولید نوعی	
۲۰		فقدان سازگاری و آگاهی از کیفیت ضعیف و مقاومت برای تغییر پیوسته‌ی نتایج در فقدان حرفه‌ای توانمندساختن تغییر شکل فرهنگی.	
۲۱	موانع فنی	فقدان سیستم مدیریت نگهداری کامپیوتری (CMMS)[2]	(رودریگز و همکار، ۲۰۰٦)، (آهوجا و همکار، ۲۰۰۸c)؛

1. Attitude of Accepting Cost of Poor Quality

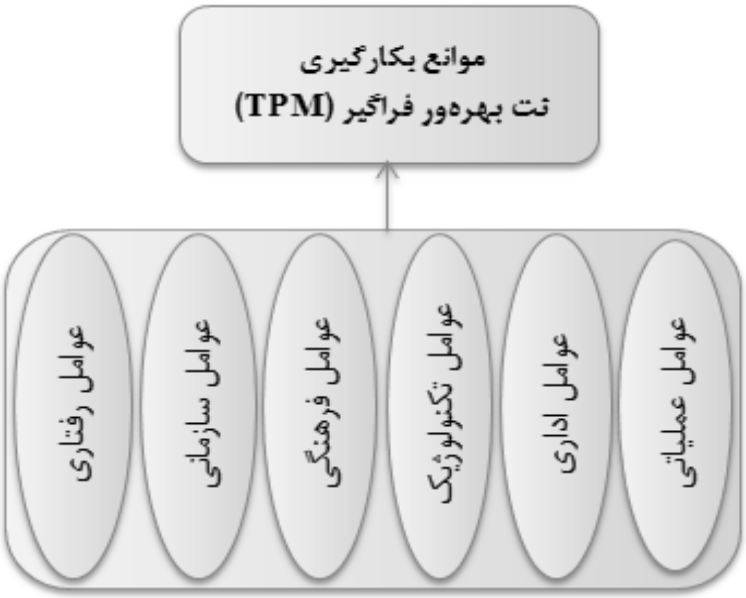
2. Computerized Maintenance Management System

ردیف	مانع کلیدی	شاخص‌های استخراج‌شده	منابع پژوهش
۲۲		تأکید کمتر بر بهبود قابلیت‌های تولید فراتر از شایستگی‌های طراحی	
۲۳		فقدان زیربنایی برای نت پیشگیرانه	
۲٤		فقدان انگیزه برای ارزیابی و توسعه‌ی اعتبار سیستم‌های تولید	
۲۵		تشخیص ناکافی تأثیر ناکارایی‌های سازمانی	
۲٦		آموزش نیروی کاری ناکافی در مقابل سرعت پیشرفت‌های تکنولوژیک	
۲۷		آموزش ناکافی متدولوژی‌های بهبود کیفیت، حل مسائل و تکنیک‌های قابل‌تشخیص	
۲۸		زمان‌های تنظیم و تغییرات طولانی‌مدت منجر به انعطاف‌پذیری ضعیف سیستم‌های تولیدی	
۲۹	موانع بخشی	تکرار و وقوع یک علامت‌گذاری(سرحد) قوی بین مسئولیت‌های مربوط به دپارتمان‌های تولید و نگهداری	(ایرلند و همکار، ۲۰۰۱)؛ (آهوجا و همکار، ۲۰۰۸c)؛ (بلانچارد، ۱۹۹۵)؛
۳۰		هماهنگی و هم‌افزایی کمتر دپارتمان‌های تولید و نگهداری	
۳۱		فقدان اعتماد پرسنل نگهداری به شایستگی اپراتورهای تولید جهت اجرای فعالیت‌های نگهداری خودکار	
۳۲		عدم تمایل[1] اپراتورهای تولید به buy-in برای مفهوم نگهداری خودکار	
۳۳	موانع عملیاتی	مقاومت نیروی کار کف کارگاهی جهت اجرای فعالیت‌های نگهداری خودکار	(فردندال و همکاران، ۱۹۹۷)؛ (داویس، ۱۹۹۷)
۳٤		تأکید بیشتر بر اصلاح تجهیزات نسبت به پیشگیری از خرابی و شکست	(آهوجا و همکار ، ۲۰۰۸c)؛ (اجنسی، ۲۰۰۷)؛

1. Unwillingness

ردیف	مانع کلیدی	شاخص‌های استخراج‌شده	منابع پژوهش
۳۵		فقدان استانداردسازی برای مثال کاربرد رویه‌های عملی استاندارد و غیره	
۳٦		نگرش عمومی پذیرش سطح بالایی از نقص‌های مرتبط با سیستم‌های تولید	
۳۷		فقدان اسناد و رویه‌های ساختارمند برای فعالیت‌های نت برنامه‌ریزی‌شده	
۳۸		فقدان توانمندسازی کارکنان، مشارکت کارکنان ضعیف در تجهیزات و بهبود فرآیندهای تصمیم‌گیری مرتبط	
۳۹		اجرای 5S محدود در نتیجه‌ی محیط کاری دلسرد و سست	
٤۰		افزایش بار کاری در تولید به موجب نداشتن تمرکز یا داشتن تمرکز کمتر در فعالیت‌های TPM	
٤۱		خودداری یا انتقال مسئولیت‌های اپراتورها از اجرای وظایف نگهداری خودکار در مقایسه با فازهای اولیه‌ی اجرایی TPM، ایجاد تأثیر منفی بر توسعه‌ی حرفه‌ای اپراتورها در نتیجه‌ی عدم رضایت	
٤۲		تمرکز بیشتر بر انجام اهداف روزمره‌ی تولید و نتیجتاً فقدان زمان و منابع برای بهبود فرآیند	
٤۳		رویکرد اجرایی TPM برنامه‌ریزی‌نشده و ساختارنیافته	
٤٤		فرموله‌بندی KPI ها منحصراً جهت راضی‌کردن فرآیندهای ممیزی داخلی و خارجی	

شکل ۱ مدل مفهومی پژوهش را که با عنایت به پیشینه پژوهش و نیز شاخص‌ها و عوامل اشاره شده در جدول ۲ جهت سنجش "موانع بکارگیری موفق TPM" پیشنهاد شده است نشان می‌دهد.

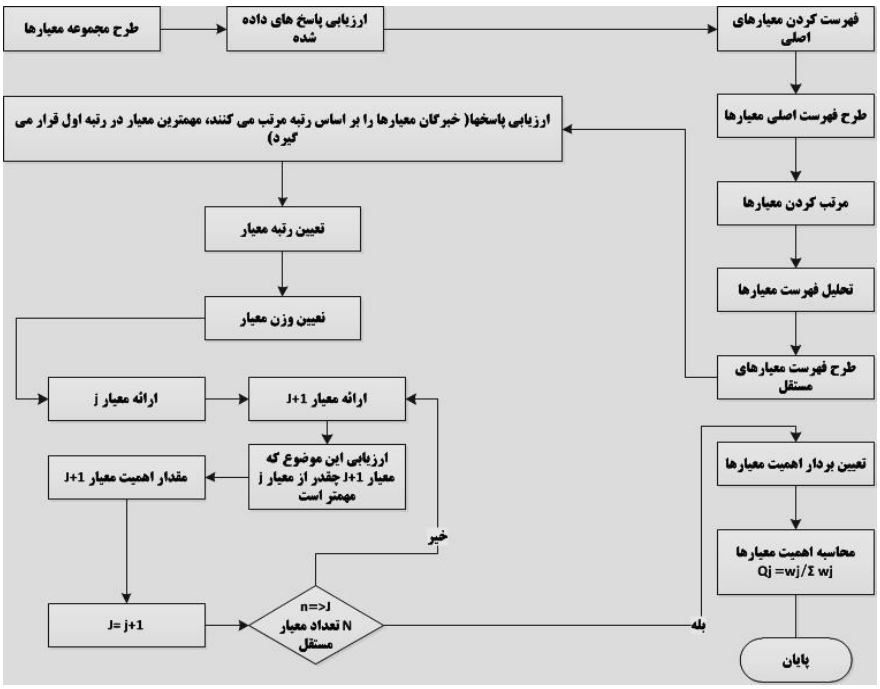


شکل۱. مدل مفهومی پیشنهادی جهت سنجش موانع بکارگیری موفق TPM

٤. تکنیک تحلیل نسبت ارزیابی وزن‌دهی ترجیحی

در این پژوهش به منظور اولویت‌بندی موانع شناسایی شده از تکنیک تحلیل نسبت ارزیابی وزن‌دهی ترجیحی(SWARA) استفاده خواهد شد. روش SWARA یکی از روش‌های جدید MCDM است که در سال ۲۰۱۰ برای توسعه روش تحلیل اختلاف معقول بین معیارها به کار گرفته شد. در روش SWARA هریک از کارشناسان قبل از هر چیز، معیارها را رتبه‌بندی می‌کنند. مهم‌ترین معیار، رتبه یک را گرفته و به کم‌اهمیت‌ترین آن‌ها رتبه آخر تعلق خواهد گرفت. در نهایت، معیارها براساس مقادیر متوسط اهمیت نسبی اولویت‌بندی می‌شوند. این تکنیک بر مبنای نظرات خبرگان استوار است و یک روش کاملاً قضاوتی می‌باشد. در این روش هر متخصص اهمیت هر

معیار را با توجه به دانش ضمنی، اطلاعات و تجربیات خود مشخص می‌کند. آن‌گاه با توجه به ارزش متوسط رتبه‌های گروهی به دست آمده از کارشناسان، وزن هر معیار تعیین می‌گردد (کرسولین، زاواداسکاس و تارسکیس[1]، ۲۰۱۰). ارزیابی وزن، یکی از موضوعات مهم در بسیاری از مسایل تصمیم‌گیری چندمعیاره است. روش SWARA یکی از انواع روش‌های وزن‌دهی است که متخصصین در آن نقش مهمی را در محاسبه‌ی وزن و ارزیابی نهایی دارند. شکل ۲ گام‌های اجرایی این تکنیک را نشان می‌دهد (زلفانی و همکاران[2]، ۲۰۱۲ و آقدای، زلفانی و زاواداسکاس[3]، ۲۰۱۳).



شکل ۲. گام‌های اجرایی تکنیک SWARA

1. Keršuliene, Zavadskas, & Turskis
2. Zolfani et al
3. Aghdaie, Zolfani, & Zavadskas

۵. اجرای تکنیک SWARA

در این پژوهش شش مانع کلیدی در اجـرای نـت بهـره‌ور جـامع در صـنعت گـاز، استخراج شد که در جدول ۳ ارائه شده است:

جدول ۳. موانع اجرایی نت بهره‌ور جامع

علامت	موانع شناسایی شده
C1	عوامل رفتاری
C2	عوامل سازمانی
C3	عوامل فرهنگی
C4	عوامل تکنولوژیک
C5	عوامل اداری
C6	عوامل عملیاتی

در ادامه با استفاده از تکنیک تحلیل نسبت ارزیابی وزن‌دهـی ترجیحـی بـه ارزیـابی ایـن موانع پرداخته شد. بدین منظور برای ارزیابی موانع از نظرات ۲۰ خبره صنعت گـاز (جـدول ٤) در این حوزه بهره گرفته شد. وزن هـر معیـار نشان‌دهنده‌ی اهمیت آن می‌باشد.

جدول ٤. اطلاعات مربوط به خبرگان

دسته	طبقه‌بندی	تعداد
سابقه کار	مدیر عامل	۱
	مهندسی بهره‌برداری	۱۰
	بازرسی و کنترل فنی	۹
سطح تحصیلات	لیسانس	٦
	کارشناسی ارشد	۱۱
	دکتری	۳
جنسیت	مرد	۱۷
	زن	۳

بدین منظور پس از استخراج نظرات هریک از ۲۰ خبره در مورد موانع شناسایی شده وزن اولیه موانع استخراج گردید. در واقع از هریک از خبرگان خواسته شد تا هرکدام به صورت جداگانه این پنج شاخص را اولویت‌بندی نمایند و در نهایت برای محاسبه‌ی اهمیت نسبی اولیه این معیارها تعداد اولویت‌های هر شاخص متناسب با نظرات خبرگان شمرده می‌شود. به عنوان مثال شاخص اول نه بار در اولویت یک قرار گرفته، پنج بار در اولویت ۲، سه بار در اولویت ۳ و دو بار در اولویت ٤ و یک بار هم در اولویت ۵ جای گرفت. بعد از اولویت‌بندی موانع توسط خبرگان، برای محاسبه وزن هریک، تعداد اولویت‌های هرشاخص ضربدر اختلاف بیشترین امتیاز و امتیاز مربوطه می‌شود.

جدول ۵ محاسبات نهایی مربوط به وزن و اهمیت هرکدام از شاخص‌های مورد بررسی را با استفاده از نرم‌افزار اکسل نشان می‌دهد که بر اساس اوزان ستون آخر می‌توان موانع را رتبه‌بندی نمود:

جدول ۵. محاسبات نهایی مربوط به وزن و اهمیت

مانع (شاخص)	Sj	Kj =Sj+1	Wj	Qj	اولویت
موانع رفتاری (C1)	–	۱	۱	۰/۲٦٤	۱
موانع عملیاتی (C2)	۰/۲۵	۱/۲۵	۰/۸	۰/۲۱۰	۲
موانع فرهنگی (C3)	۰/۲	۱/۲۰	۰/٦٦٦	۰/۱۷٦	۳
موانع سازمانی (C4)	۰/۳	۱/۳۰	۰/۵۱۲	۰/۱۳٤	٤
موانع تکنولوژیکی (C5)	۰/۱۵	۱/۱۵	۰/٤٤۵	۰/۱۱۸	۵
موانع اداری (C6)	۰/۲	۱/۲۰	۰/۳۷۰	۰/۰۹۸	٦

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، موانع رفتاری به عنوان مهم‌ترین مانع در اجرای سیستم نت بهره‌ور جامع در صنعت گاز شناسایی گردید. همچنین موانع اداری خود به عنوان یکی از موانع شناسایی شده بوده که از نظر اهمیت در جایگاه آخر قرار دارد.

٦. نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها

در این پژوهش پس از مرور ادبیات مربوط به موانع اجرایی TPM و مصاحبه با خبرگان صنعت گاز، شش مانع اصلی شدند که ابعاد مدل پیشنهادی این تحقیق را تشکیل می‌دهند. در ادامه با استفاده از تکنیک جدید تحلیل نسبت ارزیابی وزن‌دهی تدریجی(SWARA) و استفاده از نظرات خبرگان صنعت گاز، موانع شناسایی‌شده اولویت‌بندی شدند.

نتایج این تکنیک نشان داد که موانع رفتاری به عنوان مهم‌ترین مانع در اجرای سیستم TPM در صنعت گاز و موانع اداری نیز در اهمیت آخر قرار گرفت. بنابراین صنعت گاز با رفع این موانع به ترتیب اولویت می‌تواند گام مؤثری در اجراء و پیاده‌سازی موفق این سیستم برداشته و به تجهیزات با توقفات و خرابی پائین و کارآیی بالا دست یابد.

همچنین در تحقیقات آتی می‌توان برای اولویت‌بندی موانع از رویکردهای فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی(AHP) یا فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) در محیط فازی، برای تبیین ارتباط میان موانع از مدلسازی ساختاری تفسیری فازی (FISM)، جهت تعیین شدت (تأثیرگذاری و تأثیرپذیری) میان موانع از مدل دیمتل فازی (FDEMATEL) و برای تأیید و برازش روابط میان موانع در مدل مفهومی پیشنهادی پژوهش از تحلیل مسیر(تحلیل عاملی مرتبه‌ی دوم) و مدلسازی معادلات ساختاری با نرم‌افزار PLS استفاده شود.

فهرست منابع

- جعفرنژاد احمد و مجید اسماعیلیان (۱۳۹۱). مدیریت نگهداری و قابلیت اطمینان، چ اول، سمت.
- Aghdaie, M. H., Zolfani, S. H. & Zavadskas, E. K. Decision Making in Machine Tool Selection: An Integrated Approach with SWARA and COPRAS-G Methods. Sprend. priėmimas pasirenkant Mech. stakles jungtinis SWARA ir COPRAS-G Metod. 24, 5–17 (2013).
- Ahuja, I.P.S. and Khamba, J.S. (2008a), "An evaluation of TPM initiatives in Indian industry for enhanced manufacturing performance", International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 25 No. 2, pp. 147-72.
- Ahuja, I.P.S. and Khamba, J.S. (2008c), "Strategies and success factors for overcoming challenges in TPM implementation in Indian manufacturing industry", Journal of Quality in
- Al-Hassan, K., Chan, J.F.L. and Metcalfe, A.V. (2000), "The role of total productive maintenance in business excellence", Total Quality Management & Business Excellence, Vol. 11 Nos 4/5/6, pp. S596-S601.
- Becker, S.W. (1993), "TQM does work: ten reasons why misguided efforts fail", Management Review, Vol. 82 No. 5, pp. 30-4.
- Bhadury, B. (2000), "Management of productivity through TPM", Productivity, Vol. 41 No. 2, pp. 240-51.
- Chintan Barelwala, Jagdish Varotaria (2014), Barriers and Solutions of TPM Implementation in PNG Distribution Company, International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR), Volume 3, Issue 7.
- Crawford, K.M., Blackstone, J.H. Jr and Cox, J.F. (2014), "A study of JIT implementation and operating problems", International Journal of Production Research, Vol. 26 No. 9, pp. 1561-8.
- Davis, R. (1997), "Making TPM a part of factory life", TPM Experience (Project EU 1190, DTI, Findlay, sponsored by the DTI.
- Dehilon, B.S.; Engineering Maintenance: A Modern Approach; CR Press, 2002.
- Dekker, R. (1996), "Applications of maintenance optimization models: a review and analysis", Reliability Engineering and System Safety, Vol. 51, pp. 229-40.
- Dunn, R. (1988), "Maintenance update – 88", Plant Engineering, Vol. 42 No. 8, pp. 60-2.
- Fredendall, L.D., Patterson, J.W., Kennedy, W.J. and Griffin, T. (1997), "Maintenance modeling, its strategic impact", Journal of Managerial Issues, Vol. 9 No. 4, pp. 440-53.
- Hora,M. (1987), "The unglamorous game of managing maintenance", Business Horizons, pp. 67-75. in Nachi-Fujikoshi Corporation and JIPM (Eds), Training for TPM: A Manufacturing.
  in Nachi-Fujikoshi Corporation and JIPM (Eds), Training for TPM: A Manufacturing

- Ireland F. and B.G. Dale, "A study of total productive maintenance implementation," Journal of Quality in Maintenance Engineering, vol. 7, no. 3, pp. 183-92, 2001.
- Kapil Sharma, Gaurav Gera, Rajender Kumar, H.K. Chaudhary and S.K.Gupta (2012), An Empirical Study Approach on TPM Implementation in Manufacturing Industry, International Journal on Emerging Technologies 3(1): 18-23.
- Keršuliene, V., Zavadskas, E. K. & Turskis, Z. Selection of rational dispute resolution method by applying new stepwise weight assessment ratio analysis (Swara). J. Bus. Econ. Manag. 11, 243–258 (2010).
- Lawrence, J.L. (1999), "Use mathematical modeling to give your TPM implementation effort an extra boost", Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 5 No. 1, pp. 62-9
- Maggard, B.N. and Rhyne, D.M. (1992), "Total productive maintenance: a timely integration of production and maintenance", Production and Inventory Management Journal, Vol. 33, No. 4, pp. 6-10.
- Mora, E. (2002), The Right Ingredients for a Successful TPM or Lean Implementation, available at: www.tpmonline.com.
- Murugadoss K Panneerselvam, 2012, TPM implementation to invigorate manufacturing performance: an Indian industrial rubric, International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 3, Issue 6.
- Nakajima, S. (1988), Introduction to Total Productive Maintenance (TPM), Productivity Press, Portland, OR.
- Netherton, D.; "RCM Tasks", Maintenance Technology; 2004.
- Patterson, J.W., Kennedy, W.J. and Fredendall, L.D. (1995), "Total productive maintenance is not for this company", Production and Inventory Management Journal, Vol. 36 No. 2, pp. 61-4
- Prasanth S. Poduval, Dr. V. R. Pramod, Dr. Jagathy Raj V. P., (2013), Barriers In TPM Implementation In Industries, INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH VOLUME 2, ISSUE 5.
- Prasanth S. Poduval, Dr. V. R. Pramod, Dr. Jagathy Raj V. P., (2013), Barriers In TPM Implementation In Industries, INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH VOLUME 2, ISSUE 5.
  Success Story, Productivity Press, Portland, OR.
- Yoshida, K., Hongo, E., Kimura, Y., Ueno, Y., Kaneda, M. and Morimoto, T. (1990),
- Zolfani, S. H., Chen, I.-S., Rezaeiniya, N. & Tamošaitienė, J. A hybrid MCDM model encompassing AHP and COPRAS-G methods for selecting company supplier in Iran. Technol. Econ. Dev. Econ. 18, 529–543 (2012).