برآورد تعداد نیروی انسانی تعمیراتی موردنیاز با درنظر گرفتن عدم قطعیت (مطالعه‌ی موردی: گروه صنعتی بارز)

Estimating the Number of Repair Technicians Required Based on Uncertainty (Case Study: Barez Industrial Group)

چکیده:

یکی از موردهای بسیار مهم در راهبری مدیریت بهره‌ور کارخانه‌ها، فراهم کردن یک سیستم مناسب و کارا برای نگه‌داری و تعمیرات ماشین‌آلات و تجهیزات است. بدین منظور به‌کارگیری نیروی کار تعمیراتی خبره و ماهر به تعداد موردنیاز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ بنابراین در این پژوهش، هدف تعیین تعداد کارکنان موردنیاز برای راهبری سیستم نگه‌داری و تعمیرات به‌صورت پایلوت در سالن پخت ناحیه‌ی ۴ گروه صنعتی بارز برای هر دو گروه الکترونیک و مکانیک است. بدین منظور بر اساس مطالعه‌های میدانی و نیز همکاری و مشاوره‌ی مدیر محترم تعمیرات این ناحیه‌ی تولیدی، مدیر امور مالی و معاونت روش آل مجتمع، شاخص‌ها و نیز گزینه‌های گوناگون تصمیم‌گیری درباره‌ی تعداد کارکنان تعیین‌شده است. سپس برای بررسی وضعیت فعلی تعداد کارکنان تعمیراتی، با بهره‌گیری از داده‌های توقف‌های تعمیراتی سال ۱۳۹۶، دست‌کم تعداد کارکنان سیستم محاسبه شد. درنهایت برای به‌دست آوردن تعداد کارکنان موردنیاز با توجه به شاخص‌ها، گزینه‌های تصمیم‌گیری و نیز کمترین تعداد کارکنان تعمیراتی که ۶ نفر محاسبه‌شده بود؛ از الگوریتم روش تاپسیس فازی گروهی استفاده شد که نتیجه‌های محاسبه‌ها نشان داد که تعداد کارکنان موردنیاز برای هریک از گروه‌های تعمیری الکترونیک و مکانیک برای ۳۲ عدد پرس پخت این ناحیه، ۷ نفر خواهند بود.

واژه‌های کلیدی: نیروی انسانی تعمیرات، گروه صنعتی بارز، تاپسیس فازی، رادیال باری.

نوع مقاله: پژوهشی

علی سلطان‌پور[1]*، سید مهدی پور باقری[2] و شهرام آریافر[3]

۱- کارشناس ارشد مهندسی صنایع دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه شهید باهنر کرمان و کارشناس اداره‌ی برنامه‌ریزی و مهندسی صنایع گروه صنعتی بارز، کرمان، ایران

۲- کارشناس مهندسی صنایع دانشکده‌ی فنی و مهندسی دانشگاه شهید باهنر کرمان و مدیر اداره‌ی برنامه‌ریزی و مهندسی صنایع گروه صنعتی بارز، کرمان، ایران

۳- دکترای مهندسی صنایع دانشگاه پوترا مالزی و استادیار بخش مهندسی صنایع دانشکده‌ی فنی و مهندسی دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

* عهده دار مکاتبات: soltanpourali@eng.uk.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۷/۶/۹ تاریخ بازنگری: ۹۷/۹/۴ تاریخ پذیرش: ۹۷/۹/۱۷

مقدمه

یکی از موضوع‌های موردبحث و چالش در مدیریت تولید و عملیات سازمان‌ها و شرکت‌ها، تعیین نیروی انسانی لازم و موردنیاز برای هر یک از فعالیت‌های تولیدی و غیر تولیدی آن‌هاست. اگر نیروی انسانی برای انجام فعالیت‌ها به شیوه‌ای صحیح و اصولی انتخاب نشود،

سبب بروز مشکل‌هایی مانند به‌کارگیری افراد بیش از تعداد موردنیاز یا حتی به‌کارگیری افراد کمتر از تعداد موردنیاز خواهد شد. نتیجه‌ی به‌کارگیری مازاد نیروی انسانی، افزایش هزینه‌هایی مانند پرداخت‌های حقوق و دستمزد غیرضروری و به‌کارگیری نیروی انسانی کمتر از تعداد موردنیاز، بروز مشکل‌هایی مانند کاهش تولید و از دست رفتن فرصت فروش کالا را رقم خواهد زد.

روش‌هایی که پیش‌ازاین درباره‌ی تعیین تعداد نیروی انسانی موردنیاز به‌کار گرفته‌شده است، به‌طور عمده برمبنای مطالعه‌ی اصول کار و حرکت فردریک تیلور سال ۱۹۱۹ میلادی بوده است. پس‌ازآن از روش‌های کارسنجی و زمان‌سنجی استفاده‌شده و در سال‌های اخیر نیز این فعالیت به استناد تجزیه‌وتحلیل مشاغل بوده است [۱].

نکته‌ی مهمی که درباره‌ی بحث‌های زمان‌سنجی، به‌ویژه تعیین تعداد نیروی انسانی موردنیاز دارای اهمیت است، این است که درباره‌ی فعالیت‌های تولیدی، تعیین تعداد نیروی انسانی موردنیاز با شیوه‌های گوناگون زمان‌سنجی و با در نظر گرفتن زمان مربوط به هر فعالیت و عناصر آن فعالیت محاسبه می‌شود؛ اما درباره‌ی فعالیت‌های تعمیراتی، در عمل امکان محاسبه‌ی زمان انجام فعالیت‌های تعمیراتی وجود ندارد، زیرا امکان دارد هرکدام از فعالیت‌های تعمیراتی همیشه تکرار نشوند یا اگر هم تکرار شوند، فقط آن فعالیت‌ها به‌تنهایی انجام نشوند و در راستای آن فعالیت‌ها، فعالیت‌های تعمیراتی دیگری نیز نیازمند رسیدگی و انجام باشند؛ بنابراین امکان استفاده‌ی مستقیم از شیوه‌های موردبررسی قرارگرفته در منابع گوناگون زمان‌سنجی، وجود ندارد و لازم خواهد بود از شیوه‌ها و روش‌هایی بهره گرفته شود که علاوه بر برطرف کردن این‌گونه محدودیت‌ها به شیوه‌ای اصولی نیز بتواند تعداد نیروی انسانی موردنیاز را تعیین کند.

ازآنجایی‌که بحث تعیین تعداد نیروی انسانی یکی از موضوع‌های جدایی‌ناپذیر دنیای واقعی‌ست و نیز در تعیین نیروی انسانی، انسان نقش مستقیم دارد؛ بنابراین عدم قطعیت این موضوع آشکار و نمایان خواهد بود. در همین رابطه یکی از روش‌های عدم قطعیتی که تاکنون به شکل محدودی درباره‌ی موضوع‌های زمان‌سنجی مورداستفاده قرارگرفته و می‌توانسته در ادامه‌ی مبحث زمان‌سنجی به تعیین تعداد نیروی انسانی موردنیاز منجر شود، روش منطق فازی است. این روش می‌تواند یکی از روش‌های جدید با کاربردهای متنوع باشد و تعداد نیروی انسانی موردنیاز کسب‌وکارها، به‌ویژه کسب‌وکارهای تعمیراتی را به شیوه‌ای نوین، علمی، منطقی و عملی تعیین کند؛ بنابراین لازم خواهد بود از روش‌های نوین مانند منطق فازی در موضوع تعیین تعداد نیروی انسانی موردنیاز بهره گرفته شود، اما با توجه به این‌که درباره‌ی موضوع‌های تعمیراتی قاعدتاً معیارها و شاخص‌هایی وجود خواهند داشت که می‌توانند در تعیین تعداد نیروی انسانی موردنیاز تأثیرگذار باشند؛ یکی از روش‌هایی که می‌تواند برای تعیین تعداد نیروی انسانی موردنیاز مورداستفاده قرار گیرد، روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره خواهند بود.

در این پژوهش برای تعیین نیروی انسانی موردنیاز تعمیرات، از موضوع‌های تصمیم‌گیری چند معیاره‌ی فازی بهره گرفته می‌شود. در همین باره ابتدا به‌مرور پژوهش‌هایی که در حوزه‌ی تعیین تعداد نیروی انسانی به انجام رسیده‌اند، پرداخته می‌شود؛ سپس در بخش بعدی بیان کلیات روش پژوهش صورت می‌گیرد و درنهایت نیز حل یک نمونه‌ی موردی و تحلیل نتیجه‌ها و نتیجه‌گیری انجام می‌شود.

پیشینه‌ی پژوهش

درباره‌ی موضوع تعیین نیروی انسانی تاکنون پژوهش‌های گوناگونی انجام‌شده است که در ادامه به بیان برخی از این پژوهش‌ها پرداخته می‌شود.

رمضان‌پور و حقانی در پژوهشی با نام "تعیین استانداردهای نیروی انسانی به روش منطق فازی"، اقدام به تعیین تعداد نیروی انسانی شاغل در یکی از مرکزهای مهم صنعت برق کشور (پست‌های ۶۳ کیلوولت) کرده‌اند. ایشان ابتدا عامل‌های تعیین‌کننده‌ای را که در تعیین تعداد نیروی انسانی موردنیاز مؤثر بوده است ، شناسایی کردند؛ سپس پیش از انجام محاسبه‌ها، با توجه به مطالعه‌هایی که به انجام رسانده‌اند، تعداد کارکنان موردنیاز را ۱ تا ۳ نفر تشخیص دادند. درنهایت پس از انجام محاسبه‌ها نشان دادند که برای نگه‌داری این پست‌ها، یک نفر نیروی انسانی کفایت می‌کند [۱].

ابطحی و حسنی کاخکی در پژوهشی با عنوان استفاده از فرایندهای تصادفی در برآورد نیروی انسانی "مطالعه‌ی موردی استفاده از زنجیره‌ی مارکوف در برنامه‌ریزی نیروی انسانی"، به پیش‌بینی نیروی انسانی موردنیاز در سه شرکت از زیرمجموعه‌های یک شرکت نرم‌افزاری کشور پرداخته‌اند. در پژوهش ایشان یکی از روش‌های متداول در برنامه‌ریزی یعنی تحلیل زنجیره‌های مارکوف به‌کار گرفته‌شده است که برای پیش‌بینی نیروی انسانی موردنیاز، از اطلاعات سه سال گذشته، در چهارچوب شش دوره‌ی شش ماه بهره گرفته‌شده است [۲].

در پژوهشی اختیاری با بهره‌گیری از ترکیب رویکرد برنامه‌ریزی مقیدشده‌ی تصادفی و مدل معیار جهانی (مین - ماکس)، مدلی را بانام معیار جهانی مقیدشده‌ی تصادفی (مین- ماکس) پیشنهاد کرد. مدل پیشنهادشده توسط ایشان توانسته است یک مدل معادل قطعی، برای موضوع احتمالی چندهدفه ارائه کرده و درنهایت آن را بهینه‌سازی کند که ایشان برای تشریح مدل پیشنهادی، یک موضوع احتمالی چندهدفه پیرامون تعیین تعداد نیروی انسانی بهینه در یک سیستم تولیدی کارگاهی، در شرایط عدم قطعیت ارائه کرده است [۳].

مِهلوات و همکاران در پژوهشی به ارائه‌ی یک مدل بهینه‌سازی چند معیاره درباره‌ی موضوع‌های تخصیص با ضریب‌های فازی با هدف‌های می‌نیمم‌سازی هزینه‌ی کل، می‌نیمم‌سازی کل زمان به اتمام رسیدن کارها و ماکزیمم‌سازی دست‌یابی به کیفیت پرداخته‌اند که در این پژوهش، ایشان تابع هدف جدیدی برای کاهش تعداد نیروی کاری که کارها را به اتمام می‌رساند، در نظر گرفته‌اند. هم‌چنین در پژوهش خود برای بررسی مؤثر بودن مدل پیشنهادی از داده‌های برنامه‌ریزی نیروی انسانی یک شرکت استفاده کرده‌اند [۴].

بازرگان لاری و همکاران در پژوهشی، یک مدل شبیه‌سازی برای برنامه‌ریزی استراتژیک نیروی انسانی برای یکی از ایستگاه‌های اصلی نگه‌داری و تعمیرات در خط‌های هوایی کنتیننتال، در فرودگاه نیویورک توسعه دادند. این مدل شبیه‌سازی، دستورالعمل‌هایی برای توسعه‌ی مدل‌های بهینه‌ی تخصیص نیروی کار و درک بهتر منابع موردنیاز روزانه را ارائه می‌دهد [۵].

بازرگان و جیانگ در پژوهشی دیگر یک مدل شبیه‌سازی برای عملیات نگه‌داری و تعمیرات هواپیما در ایستگاه نگه‌داری و تعمیرات ایرترانس در فرودگاه بین‌المللی هارتزفیلد - جکسون شهر آتلانتا ارائه کردند. در مدل شبیه‌سازی ارائه‌شده، تعدادی از ویژگی‌ها و رفتارهای سیستم نگه‌داری و تعمیرات هواپیما مانند تخصیص گِیت و اثرهای آن بر تعداد مکانیک‌های موردنیاز، نگه‌داری و تعمیرات خارج از برنامه‌ی هواپیما، نگه‌داری و تعمیرات برنامه‌ریزی‌شده در طول شب و غیره در نظر گرفته‌شده است [۶].

در پژوهشی ناپ و ماهاجان یک مدل بهینه‌سازی تخصیص نیروی انسانی در حوزه‌ی نگه‌داری و تعمیرات ارائه دادند که نوع صنایع، سطح آموزش و هم‌چنین انتخاب بین یک ساختار سازمانی متمرکز، در برابر یک ساختار سازمانی غیرمتمرکز را در نظر می‌گرفت [۷].

در پژوهشی فرانچسکو و همکاران به بررسی موضوع برنامه‌ریزی کوتاه‌مدت نیروی انسانی در رابطه با پایانه‌های حمل‌ونقل کانتینری پرداخته‌اند. پژوهش ایشان شامل تعیین نوبت‌های کاری، وظیفه‌ها و فعالیت‌های نیروی انسانی فعال در این پایانه‌ها، برای خدمت‌رسانی به کشتی‌ها، در بازه‌های زمانی است که معمولاً با شیفت‌های کارکنان هم‌پوشانی ندارد. این موضوع با استفاده از مدل برنامه‌نویسی خطی عدد صحیح فرموله شده است [۸].

در پژوهشی دیگر یانگ و همکاران مدلی را معرفی کردند که شامل انواعی از استراتژی‌های منعطف، برای مدیریت مؤثر تأمین نیروی انسانی نگه‌داری و تعمیرات خط‌های هوایی‌ست. هدف ایشان توسعه‌ی مدلی است تا بتوان به‌صورت سامان‌دهی شده و بهینه، یک برنامه‌ی تأمین نیروی انسانی ایجاد کرد [۹].

روش‌شناسی پژوهش

با توجه به این‌که موضوع ماهیتاً از دسته موضوع‌های عدم قطعیت است و به‌ویژه انسان به‌طور مستقیم در فرایند تصمیم‌گیری آن نقش دارد، در این پژوهش از نظریه‌ی فازی با بهره‌گیری از روش تاپسیس در تصمیم‌گیری گروهی استفاده‌شده است.

نظریه‌ی فازی

نظریه‌ی فازی در سال ۱۹۶۵ میلادی، توسط استاد مرحوم پرفسور لطفی عسکرزاده معرفی و بیان شد. این نظریه، نظریه‌ای‌ست که در شرایط عدم قطعیت و عدم اطمینان، توانایی آن را دارد که بسیاری از مفهوم‌ها، متغیرها و سیستم‌هایی را که نادقیق و مبهم هستند؛ به فرم ریاضی درآورده و محیط را درباره‌ی استدلال، استنتاج، کنترل و تصمیم‌گیری در شرایط عدم قطعیت و عدم اطمینان فراهم کند [۱۰].

الگوریتم روش تاپسیس فازی در تصمیم‌گیری گروهی

الگوریتم روش تاپسیس فازی در تصمیم‌گیری گروهی یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است. برای به‌کارگیری این الگوریتم نخست می‌باید تصمیم‌گیرندگان، ماتریس تصمیم با n معیار و m گزینه را بر اساس طیف فازی موردنظر طراحی کنند. در گام دوم از این روش می‌باید درباره‌ی تجمیع دیدگاه تصمیم‌گیرندگان و سپس نرمال‌سازی یا بی‌مقیاس‌سازی ماتریس تصمیم تجمیع شده، اقدام شود. سپس می‌باید در گام سوم این روش، با محاسبه‌ی وزن هریک از شاخص‌ها (بر اساس روش‌هایی مانند آنتروپی) ماتریس نرمال شده در گام دوم را به ماتریس بدون مقیاس وزن‌دار فازی تبدیل کرد و پس‌ازآن با در نظر گرفتن ماتریس بدون مقیاس وزن‌دار فازی، ایده‌آل‌های مثبت و منفی فازی و هم‌چنین فاصله از این ایده‌آل‌ها محاسبه شود. درنهایت نیز بر اساس فاصله از ایده‌آل‌های مثبت و منفی محاسبه‌شده، میزان نزدیکی نسبی هر گزینه به راه‌حل ایده‌آل محاسبه شود که مبنای انتخاب بهترین گزینه‌ها و اولویت‌بندی گزینه‌ها خواهد بود [۱۱].

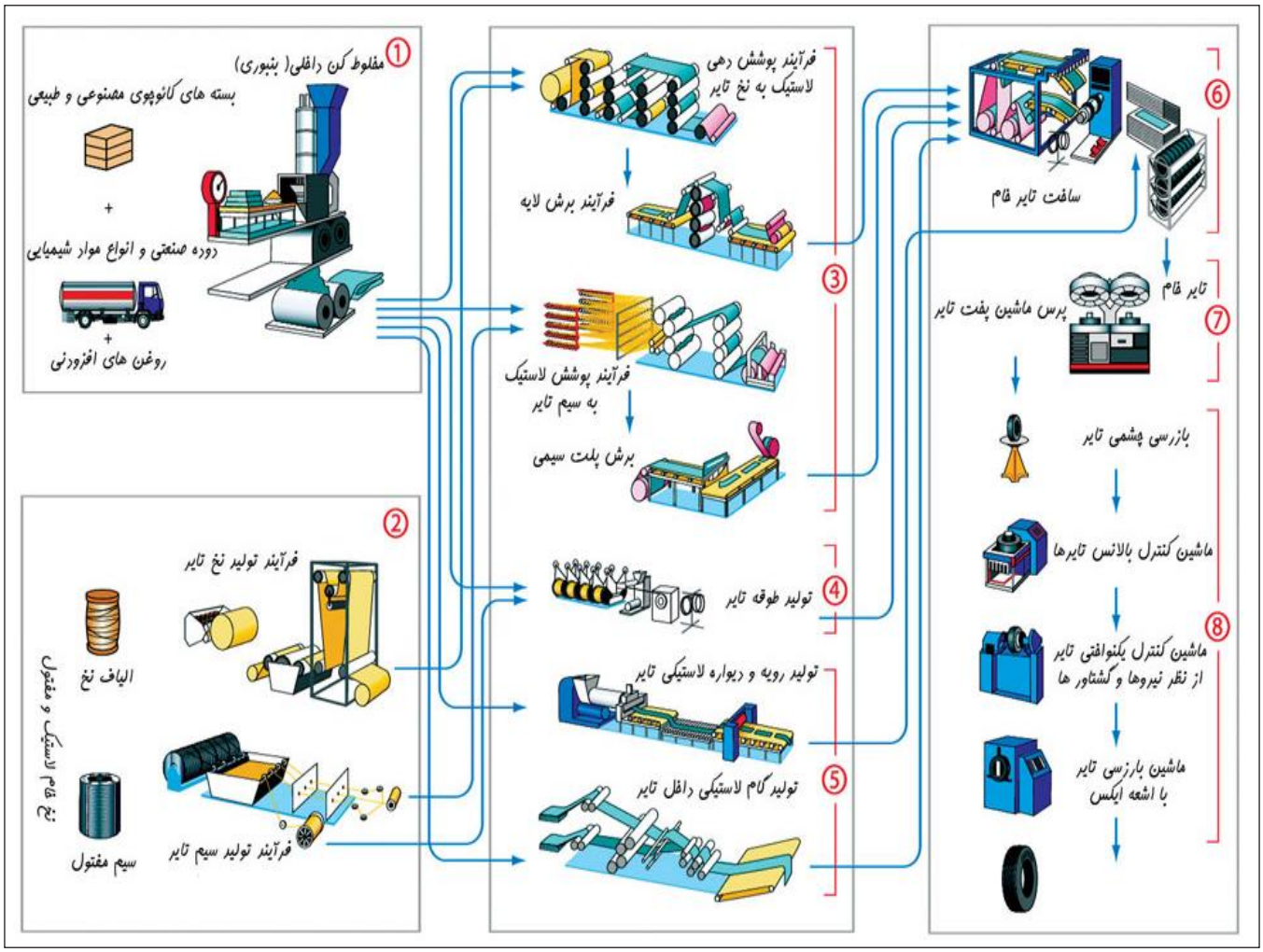
مثال موردی و یافته‌های پژوهش

یکی از صنایع تولیدی که دامنه‌ی گسترده‌ای از فعالیت‌ها برای تولید محصول نهایی در آن به انجام می‌رسد، صنعت تایرسازی‌ست که دراین‌بین می‌توان به کارخانه‌های تایرسازی میشلن و گودیر در خارج از کشور و کارخانه‌های بارز کرمان، بارز کردستان، کیان تایر، یزد تایر و دنا در داخل کشور اشاره کرد. بر اساس شکل (۱) کارخانه‌های تایرسازی برای تولید محصولات نهایی خود، فرایندهای گوناگونی که هرکدام از این فرایندها بخشی از محصول نهایی را آماده می‌سازند، طی می‌کنند. برای هرکدام از این فرایندها دستگاه‌های گوناگونی مانند بیدسازی، فیلر زنی، پرس‌های

پخت و غیره وجود دارند، اما با توجه به دستورالعمل‌های هر دستگاه تولیدی که سازندگان آن ارائه داده‌اند، می‌باید از یک سری فعالیت‌های نگه‌داری و تعمیرات در طول دوران بهره‌برداری بهره‌مند شوند.

در طول این دوران گاهی فعالیت‌های تعمیراتی غیر برنامه‌ریزی‌شده‌ای نیز پیش خواهند آمد که می‌باید درباره‌ی آن‌ها نیز فعالیت‌های نگه‌داری و تعمیرات مناسبی صورت گیرد تا آن دستگاه به وضعیت مناسب پیش از تعمیرات خود برسد؛ بنابراین روشن است که برای هرگونه فعالیت تعمیراتی، نیروی انسانی کافی، کارآمد و در دسترس می‌باید وجود داشته باشد؛ اما همان‌گونه که پیش‌ازاین نیز به آن اشاره شد، برای تعیین تعداد نیروی انسانی موردنیاز فعالیت‌های تعمیراتی، از شیوه‌های مرسوم زمان‌سنجی نمی‌توان بهره جست. در این پژوهش برای تعیین تعداد نیروی انسانی کار تعمیراتی، از روش تاپسیس فازی در تصمیم‌گیری گروهی، از دسته موضوع‌های تصمیم‌گیری چند معیاره بهره گرفته‌شده است.

در این پژوهش گروه صنعتی بارز به‌عنوان بزرگ‌ترین تولیدکننده‌ی بازار تایر ایران در نظر گرفته شد. سپس با



شکل ۱- مرحله‌ها و فرایند تولید تایر برگرفته از [۱۲]

توجه به اهمیتی که خودروهای سنگین مانند انواع کامیون‌های نفت‌کش و غیره در حمل‌ونقل جاده‌ای از خود ایفا می‌کند و همچنین با توجه به مزیت‌های که تایرهای رادیال نسبت به تایرهای بایاس دارند مانند چسبندگی بهتر تایر به سطح جاده و مصرف کمتر سوخت، فرایند پخت تایرهای رادیال باری این گروه صنعتی (ناحیه‌ی ۴) به‌صورت پایلوت در نظر گرفته‌شده است. سپس با توجه به ماهیت روش تاپسیس فازی، با بررسی و مشخص نمودن شاخص‌هایی که قابلیت تعیین تعداد نیروی انسانی موردنیاز فعالیت‌های تعمیراتی را دارند، گام اول این روش آغاز شد و شاخص‌های سن پرس پخت، کیفیت و صحت انجام تعمیرات، تعداد توقف‌هایی پرس‌های پخت، محل انجام تعمیرات، نوع تعمیرات، مدت‌زمان رسیدن به وضعیت مطلوب پرس، نوع عیب، سطح فناوری پرس، تخصص نیروی انسانی، تناژ روزانه و شاخص‌های MTTR، MTBF و MTTF تعیین شدند. درنهایت نظر مدیر تعمیرات این ناحیه‌ی تولیدی، مدیر امور مالی و معاونت روش آل نیز درباره‌ی هرکدام از شاخص‌های بیان‌شده، گردآوری شد.

پس از تعیین شاخص‌ها، با توجه به ماهیت موضوع، نوبت به تعیین گزینه‌های تصمیم‌گیری یعنی تعداد نفرها می‌رسد. ازاین‌رو برای تعیین تعداد نفرهای لازم، با بهره‌گیری از مدت‌زمان توقف تعمیراتی در بازه‌ی زمانی یکساله (سال ۱۳۹۶) و نیز با توجه به کل زمان در دسترس یکساله، میانگین مدت‌زمانی که در یک ساعت از شبانه‌روز، پرس‌های پخت دچار توقف شده‌اند، محاسبه شد و در نهایت با توجه به ضریب محاسبه‌شده‌ی متوسط، کل زمان توقف یک شبانه‌روز در بازه‌ی زمانی یکساله محاسبه و این متوسط کل زمان توقف، منجر به محاسبه‌ی نفر/ ساعت تعمیراتی شد. نتیجه‌های این محاسبه در جدول (۱) ارائه‌شده است.

با توجه به این‌که مدت‌زمان توقف‌های غیر برنامه‌ریزی‌شده هیچ‌گاه ثابت نبوده و نیز توجه به این‌که بسیار اتفاق افتاده سایر توقف‌های غیر برنامه‌ریزی‌شده دیگری نیز به‌وجود آیند که تاکنون پیش نیامده است و نیز ازآنجاکه در حال حاضر تعداد ۸ عدد پرس پخت جدید به ۲۴ عدد پرس پخت پیشین اضافه می‌شوند ، همچنین توجه به این نکته که تعداد کارکنان تعمیرات مکانیک و الکترونیک، در حال حاضر هرکدام ۵ نفر هستند، برای دست‌یابی به نتیجه‌های دقیق‌تر، مقدار ۱۵ درصد به‌عنوان تلرانس برای تغییرهای زمان‌های توقف به زمان توقف محاسبه‌شده در بازه‌ی زمانی یکساله اضافه شد که با توجه به محاسبه‌های صورت گرفته در جدول (۱)، مشخص شد که تعداد ۶ نفر ساعت برای انجام فعالیت‌های تعمیراتی مکانیکی و نیز ۶ نفر ساعت برای انجام فعالیت‌های تعمیراتی الکترونیکی موردنیاز است.

جدول ۱- نتیجه‌های محاسبه‌های مربوط به کمترین نفر ساعت تعمیری موردنیاز در وضعیت فعلی

کل زمان توقف تعمیراتی یک‌ساله (ساعت)	۱۸۹۴
کل زمان در دسترس (ساعت)	۸۷۶۰
نرخ توقف در یک ساعت	۰٫۲۱۶
متوسط مدت‌زمان توقف در شبانه‌روز (ساعت)	۵٫۱۸۴
متوسط مدت‌زمان توقف در شبانه‌روز (دقیقه: ساعت)	۵:۱۱
تلرانس در نظر گرفته‌شده	۱۵ درصد
متوسط مدت‌زمان توقف در شبانه‌روز (دقیقه: ساعت) با احتساب تلرانس	۵:۵۸
نفر ساعت تعمیری موردنیاز وضعیت فعلی	شش نفر ساعت

در ادامه با توجه به محاسبه‌های صورت گرفته، بررسی‌های میدانی و نیز جلسه‌های برگزارشده با مسؤولان تعمیرات این ناحیه‌ی تولیدی مشخص شد که تعداد کارکنان تعمیراتی فعلی، جواب‌گوی کارهای تعمیراتی نبوده و ضرورت به‌کارگیری تعداد نیروی تعمیراتی، تا ۱۰ نفر برای انجام هرکدام

از فعالیت‌های مکانیکی و الکترونیکی است؛ بنابراین تعداد نیروی تعمیراتی موردنیاز برای هرکدام از فعالیت‌های تعمیراتی مکانیکی و هرکدام از فعالیت‌های تعمیراتی الکترونیکی، حداقل ۶ نفر و حداکثر ۱۰ نفر خواهد بود.

پس از آن‌که گزینه‌ها و شاخص‌های تصمیم‌گیری مشخص شدند، نظرهای مدیر محترم تعمیرات ناحیه‌ی تولیدی رادیال باری، مدیر محترم امور مالی و معاونت محترم روش آل، در جلسه‌ای به تفکیک، جمع‌آوری و موردبررسی و اظهارنظر قرار گرفت و درنهایت نتیجه‌های نهایی اظهارنظر انجام گرفت. این نتیجه‌ها که در قالب ماتریس تصمیم‌گیری به تفکیک در جدول‌های (۲)، (۳) و (۴) نشان داده‌شده است، ارائه شد؛ اما با توجه به این‌که شاخص‌های استخراج‌شده تماماً کیفی هستند، برای تبدیل نتیجه‌های کیفی گزینه‌ها به نتیجه‌های کمی، از یک مقیاس زبانی هفت درجه، بر اساس جدول ۵ برگرفته از پژوهش [۱۱] استفاده‌شده است.

جدول ۲- ماتریس تصمیم‌گیری بر اساس دیدگاه تعمیرات

تعداد نفر تعمیراتی/ شاخص		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
سن پرس پخت	۱	ضعیف	ضعیف	تقریباً ضعیف	تقریباً ضعیف	تقریباً ضعیف	متوسط	متوسط	تقریباً خوب	تقریباً خوب	تقریباً خوب
کیفیت و صحت انجام تعمیرات	۲	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	ضعیف	ضعیف	ضعیف	تقریباً ضعیف	تقریباً ضعیف	متوسط	تقریباً خوب	تقریباً خوب
تعداد توقف‌های پرس‌های پخت	۳	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	تقریباً ضعیف	تقریباً ضعیف	تقریباً ضعیف	متوسط	متوسط	متوسط	تقریباً خوب	تقریباً خوب
محل انجام تعمیرات	۴	تقریباً ضعیف	تقریباً ضعیف	تقریباً ضعیف	متوسط	متوسط	متوسط	تقریباً خوب	تقریباً خوب	تقریباً خوب	تقریباً خوب
نوع تعمیرات	۵	تقریباً ضعیف	تقریباً ضعیف	تقریباً ضعیف	متوسط	متوسط	تقریباً خوب	تقریباً خوب	تقریباً خوب	خوب	خیلی خوب
مدت‌زمان رسیدن به وضعیت مطلوب پرس	۶	ضعیف	ضعیف	ضعیف	متوسط	متوسط	متوسط	تقریباً خوب	خوب	خوب	خوب
نوع عیب	۷	تقریباً ضعیف	تقریباً ضعیف	تقریباً ضعیف	متوسط	متوسط	تقریباً خوب	خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب
سطح فناوری پرس	۸	ضعیف	ضعیف	متوسط	تقریباً خوب	تقریباً خوب	تقریباً خوب	خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب
تخصص نیروی تعمیراتی	۹	ضعیف	ضعیف	ضعیف	متوسط	تقریباً خوب	تقریباً خوب	خوب	خوب	خیلی خوب	خیلی خوب
تناژ روزانه	۱۰	ضعیف	ضعیف	ضعیف	ضعیف	متوسط	تقریباً خوب	خوب	خوب	خیلی خوب	خیلی خوب
متوسط زمان بین دو خرابی	۱۱	ضعیف	ضعیف	ضعیف	ضعیف	متوسط	تقریباً خوب	خوب	خوب	خیلی خوب	خیلی خوب
متوسط زمان تعمیر دستگاه	۱۲	ضعیف	ضعیف	ضعیف	ضعیف	متوسط	تقریباً خوب	تقریباً خوب	خوب	خیلی خوب	خیلی خوب
متوسط مدت‌زمان تا خرابی	۱۳	ضعیف	ضعیف	ضعیف	متوسط	متوسط	تقریباً خوب	تقریباً خوب	خوب	خیلی خوب	خیلی خوب

جدول ۳- ماتریس تصمیم‌گیری بر اساس دیدگاه مالی

تعداد نفر تعمیراتی/ شاخص		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
سن پرس پخت	۱	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خوب	خوب	تقریبا خوب	متوسط	تقریبا ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف
کیفیت و صحت انجام تعمیرات	۲	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خوب	تقریبا خوب	متوسط	تقریبا ضعیف	ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف
تعداد توقف‌های پرس‌های پخت	۳	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خوب	خوب	خوب	تقریبا خوب	تقریبا خوب	متوسط	متوسط
محل انجام تعمیرات	۴	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خوب	خوب	خوب	تقریبا خوب	تقریبا خوب	تقریبا خوب	متوسط
نوع تعمیرات	۵	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خوب	خوب	تقریبا خوب	تقریبا خوب	متوسط	تقریبا ضعیف	ضعیف
مدت‌زمان رسیدن به وضعیت مطلوب پرس	۶	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خوب	خوب	خوب	تقریبا خوب	تقریبا خوب	تقریبا خوب	متوسط
نوع عیب	۷	خیلی خوب	خیلی خوب	خوب	خوب	خوب	تقریبا خوب	تقریبا خوب	متوسط	متوسط	تقریبا ضعیف
سطح فناوری پرس	۸	خیلی خوب	خیلی خوب	خوب	خوب	تقریبا خوب	تقریبا خوب	متوسط	متوسط	تقریبا ضعیف	تقریبا ضعیف
تخصص نیروی تعمیراتی	۹	خوب	خوب	خوب	تقریبا خوب	تقریبا خوب	متوسط	تقریبا ضعیف	تقریبا ضعیف	ضعیف	ضعیف
تناژ روزانه	۱۰	خوب	خوب	تقریبا خوب	تقریبا خوب	متوسط	متوسط	تقریبا ضعیف	تقریبا ضعیف	ضعیف	ضعیف
متوسط زمان بین دو خرابی	۱۱	خوب	خوب	خوب	خوب	تقریبا خوب	تقریبا خوب	متوسط	متوسط	تقریبا ضعیف	تقریبا ضعیف
متوسط زمان تعمیر دستگاه	۱۲	خوب	خوب	خوب	خوب	تقریبا خوب	متوسط	متوسط	تقریبا ضعیف	ضعیف	ضعیف
متوسط مدت‌زمان تا خرابی	۱۳	خیلی خوب	خیلی خوب	خوب	خوب	تقریبا خوب	تقریبا خوب	متوسط	تقریبا ضعیف	ضعیف	خیلی ضعیف

پس از تشکیل هر سه ماتریس تصمیم‌گیری، با توجه به کیفی بودن آن‌ها، این ماتریس‌ها بر اساس جدول (۵)، به ماتریس‌ها با مقدارهای کمی تبدیل شدند، اما پس از تبدیل محتویات هرکدام از ماتریس‌های تصمیم‌گیری به مقدارهای کمی، مطابق با گام‌های الگوریتم تاپسیس فازی در تصمیم‌گیری گروهی، نوبت به تجمیع‌سازی دیدگاه تصمیم‌گیرندگان و نرمال‌سازی یا بی‌مقیاس‌سازی دیدگاه تجمیع شده‌ی تصمیم‌گیرندگان می‌رسد که مطابق با میانگین فازی دیدگاه هر سه تصمیم‌گیرنده، یکپارچه و نتیجه‌های آن در جدول (۶) ارائه‌شده است؛ اما درباره‌ی بی‌مقیاس‌سازی این ماتریس تجمیع شده، نرمال‌سازی برحسب معیارهای از نوع هزینه یا از نوع سود انجام شد. نتیجه‌های عملیات بی‌مقیاس‌سازی در جدول (۷) ارائه‌شده است.

در گام بعدی با توجه به اینکه نیاز است تا وزن شاخص‌ها در فرایند محاسبه لحاظ شود و همچنین با توجه به وضعیت فعلی ناحیه‌ی یادشده، هیچ‌گونه برتری‌ای درباره‌ی شاخص‌ها پیش‌بینی

جدول ۴- ماتریس تصمیم‌گیری بر اساس دیدگاه تولید- فرایند

تعداد نفر تعمیراتی/ شاخص		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
سن پرس پخت	۱	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	تقریباً ضعیف	خوب	خیلی خوب	متوسط	تقریباً ضعیف	ضعیف	خیلی ضعیف
کیفیت و صحت انجام تعمیرات	۲	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	تقریباً ضعیف	خوب	خیلی خوب	تقریباً ضعیف	تقریباً ضعیف	ضعیف	خیلی ضعیف
تعداد توقف‌هایی پرس‌های پخت	۳	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	ضعیف	خوب	خوب	خیلی خوب	ضعیف	ضعیف	خیلی ضعیف
محل انجام تعمیرات	۴	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	تقریباً ضعیف	خوب	خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف
نوع تعمیرات	۵	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	ضعیف	خوب	خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف
مدت‌زمان رسیدن به وضعیت مطلوب پرس	۶	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	ضعیف	خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	تقریباً ضعیف	ضعیف
نوع عیب	۷	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	متوسط	تقریباً خوب	خوب	خیلی خوب	تقریباً ضعیف	ضعیف	خیلی ضعیف
سطح فناوری پرس	۸	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خوب	خیلی خوب	تقریباً خوب	متوسط	تقریباً ضعیف	ضعیف
تخصص نیروی تعمیراتی	۹	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	تقریباً خوب	خوب	خیلی خوب	ضعیف	ضعیف	خیلی ضعیف
تناژ روزانه	۱۰	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	متوسط	خیلی خوب	تقریباً خوب	تقریباً ضعیف	ضعیف	خیلی ضعیف
متوسط زمان بین دو خرابی	۱۱	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	تقریباً خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب
متوسط زمان تعمیر دستگاه	۱۲	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	متوسط	خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب
متوسط مدت‌زمان تا خرابی	۱۳	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی خوب	خیلی خوب	تقریباً خوب	متوسط	تقریباً ضعیف	ضعیف

نشد و درنهایت وزن تمامی شاخص‌ها یکسان در نظر گرفته شد و با در نظر گرفتن وزن‌های یکسان، ماتریس نرمال‌سازی شده مطابق با جدول (۷) به‌عنوان ماتریس نرمال موزون به‌کار گرفته شد.

در گام بعدی از الگوریتم تاپسیس فازی گروهی نوبت به محاسبه‌ی فاصله‌ی گزینه‌ها از ایده‌آل‌های مثبت و منفی و درنهایت محاسبه‌ی میزان نزدیکی نسبی هر گزینه به راه‌حل ایده‌آل و یافتن گزینه‌ی مناسب می‌رسد. نتیجه‌های این محاسبه‌ها در جدول (۸) آمده است.

جدول ۵- عددهای فازی مثلثی معادل طیف هفت درجه برای ارزیابی گزینه‌ها برگرفته از [۱۱]

متغیر کلامی	معادل فازی
خیلی ضعیف	(۰،۰،۱)
ضعیف	(۰،۱،۳)
تقریباً ضعیف	(۱،۳،۵)
متوسط	(۳،۵،۷)
تقریباً خوب	(۵،۷،۹)
خوب	(۷،۹،۱۰)
خیلی خوب	(۹،۱۰،۱۰)

جدول ۶- ماتریس تصمیم کمّی تجمیع‌شده

تعداد نفر تعمیراتی/ شاخص	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱	۳	۳	۳٫۳۳	۳	۵	۵٫۶۷	۳	۲٫۳۳	۱٫۶۷	۱٫۶۷
	۳٫۶۷	۳٫۶۷	۴٫۳۳	۵	۷	۷٫۳۳	۵	۴٫۳۳	۲٫۶۷	۲٫۳۳
	۴٫۶۷	۴٫۶۷	۵٫۳۳	۶٫۶۷	۸٫۳۳	۸٫۶۷	۷	۶٫۳۳	۴٫۳۳	۳٫۶۷
۲	۳	۳	۳	۲٫۶۷	۴	۴٫۳۳	۱	۱٫۳۳	۱٫۶۷	۱٫۶۷
	۳٫۳۳	۳٫۳۳	۳٫۶۷	۴٫۳۳	۵٫۶۷	۶	۳	۳	۲٫۶۷	۲٫۳۳
	۴	۴	۴٫۶۷	۶	۷٫۳۳	۷٫۳۳	۵	۵	۴٫۳۳	۳٫۶۷
۳	۳	۳	۳٫۳۳	۲٫۶۷	۵	۵٫۶۷	۵٫۶۷	۲٫۶۷	۲٫۶۷	۲٫۶۷
	۳٫۳۳	۳٫۳۳	۴٫۳۳	۴٫۳۳	۷	۷٫۶۷	۷٫۳۳	۴٫۳۳	۴٫۳۳	۴
	۴	۴	۵٫۳۳	۶	۸٫۳۳	۹	۸٫۶۷	۶٫۳۳	۶٫۳۳	۵٫۶۷
۴	۳٫۳۳	۳٫۳۳	۳٫۳۳	۳٫۶۷	۵٫۶۷	۵٫۶۷	۶٫۳۳	۶٫۳۳	۳٫۳۳	۲٫۶۷
	۴٫۳۳	۴٫۳۳	۴٫۳۳	۵٫۶۷	۷٫۶۷	۷٫۶۷	۸	۸	۴٫۶۷	۴
	۵٫۳۳	۵٫۳۳	۵٫۳۳	۷٫۳۳	۹	۹	۹٫۳۳	۹٫۳۳	۶٫۳۳	۵٫۶۷
۵	۳٫۳۳	۳٫۳۳	۳٫۳۳	۳٫۳۳	۵٫۶۷	۵٫۶۷	۶٫۳۳	۵٫۶۷	۲٫۶۷	۳
	۴٫۳۳	۴٫۳۳	۴٫۳۳	۵	۷٫۶۷	۷٫۶۷	۸	۷٫۳۳	۴	۳٫۶۷
	۵٫۳۳	۵٫۳۳	۵٫۳۳	۶٫۶۷	۹	۹٫۳۳	۹٫۳۳	۸٫۶۷	۵٫۳۳	۴٫۶۷
۶	۳	۳	۳	۳٫۳۳	۵٫۶۷	۶٫۳۳	۶٫۳۳	۷	۴٫۳۳	۳٫۳۳
	۳٫۶۷	۳٫۶۷	۳٫۶۷	۵	۷٫۶۷	۸	۸	۸٫۶۷	۶٫۳۳	۵
	۴٫۶۷	۴٫۶۷	۴٫۶۷	۶٫۶۷	۹	۹	۹٫۳۳	۹٫۶۷	۸	۶٫۶۷
۷	۳٫۳۳	۳٫۳۳	۲٫۶۷	۴٫۳۳	۵	۵٫۶۷	۷	۴٫۳۳	۴	۳٫۳۳
	۴٫۳۳	۴٫۳۳	۴	۶٫۳۳	۷	۷٫۶۷	۸٫۶۷	۶	۵٫۳۳	۴٫۳۳
	۵٫۳۳	۵٫۳۳	۵٫۳۳	۸	۸٫۶۷	۹٫۳۳	۹٫۶۷	۷٫۳۳	۶٫۶۷	۵٫۳۳
۸	۳	۳	۳٫۳۳	۴	۵٫۶۷	۶٫۳۳	۵	۵	۳٫۶۷	۳٫۳۳
	۳٫۶۷	۳٫۶۷	۴٫۶۷	۵٫۳۳	۷٫۶۷	۸	۷	۶٫۶۷	۵٫۳۳	۴٫۶۷
	۴٫۶۷	۴٫۶۷	۶	۶٫۶۷	۹٫۳۳	۹٫۳۳	۸٫۶۷	۸	۶٫۶۷	۶
۹	۲٫۳۳	۲٫۳۳	۲٫۳۳	۲٫۶۷	۵	۵	۵٫۶۷	۲٫۶۷	۳	۳
	۳٫۳۳	۳٫۳۳	۳٫۳۳	۴	۷	۷	۷٫۳۳	۴٫۳۳	۴	۳٫۶۷
	۴٫۶۷	۴٫۶۷	۴٫۶۷	۵٫۶۷	۹	۸٫۶۷	۸٫۳۳	۶	۵٫۳۳	۴٫۶۷
۱۰	۲٫۳۳	۲٫۳۳	۱٫۶۷	۱٫۶۷	۳	۵٫۶۷	۴٫۳۳	۳	۳	۳
	۳٫۳۳	۳٫۳۳	۲٫۶۷	۲٫۶۷	۵	۷٫۳۳	۶٫۳۳	۵	۴	۳٫۶۷
	۴٫۶۷	۴٫۶۷	۴٫۳۳	۴٫۳۳	۷	۸٫۶۷	۸	۶٫۶۷	۵٫۳۳	۴٫۶۷
۱۱	۲٫۳۳	۲٫۳۳	۲٫۳۳	۲٫۳۳	۴٫۳۳	۶٫۳۳	۶٫۳۳	۶٫۳۳	۶٫۳۳	۶٫۳۳
	۳٫۳۳	۳٫۳۳	۳٫۳۳	۳٫۳۳	۶٫۳۳	۸	۸	۸	۷٫۶۷	۷٫۶۷
	۴٫۶۷	۴٫۶۷	۴٫۶۷	۴٫۶۷	۸٫۳۳	۹٫۳۳	۹	۹	۸٫۳۳	۸٫۳۳
۱۲	۲٫۳۳	۲٫۳۳	۲٫۳۳	۲٫۳۳	۳٫۶۷	۵	۵٫۶۷	۵٫۶۷	۶	۶
	۳٫۳۳	۳٫۳۳	۳٫۳۳	۳٫۳۳	۵٫۶۷	۷	۷٫۳۳	۷٫۳۳	۷	۷
	۴٫۶۷	۴٫۶۷	۴٫۶۷	۴٫۶۷	۷٫۶۷	۸٫۶۷	۸٫۶۷	۸٫۳۳	۷٫۶۷	۷٫۶۷
۱۳	۳	۳	۲٫۳۳	۳٫۳۳	۵٫۶۷	۶٫۳۳	۴٫۳۳	۳٫۶۷	۳٫۳۳	۳
	۳٫۶۷	۳٫۶۷	۳٫۳۳	۴٫۶۷	۷٫۳۳	۸	۶٫۳۳	۵٫۶۷	۴٫۶۷	۳٫۶۷
	۴٫۶۷	۴٫۶۷	۴٫۶۷	۶	۸٫۶۷	۹٫۳۳	۸٫۳۳	۷٫۳۳	۶	۴٫۶۷

جدول ۷- نتیجه‌های نرمال‌سازی ماتریس تصمیم تجمیع‌شده

تعداد نفر تعمیراتی/ شاخص	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱	۰٫۳۵	۰٫۳۵	۰٫۳۸	۰٫۳۵	۰٫۵۸	۰٫۶۵	۰٫۳۵	۰٫۲۷	۰٫۱۹	۰٫۱۹
	۰٫۴۲	۰٫۴۲	۰٫۵۰	۰٫۵۸	۰٫۸۱	۰٫۸۵	۰٫۵۸	۰٫۵۰	۰٫۳۱	۰٫۲۷
	۰٫۵۴	۰٫۵۴	۰٫۶۲	۰٫۷۷	۰٫۹۶	۱	۰٫۸۱	۰٫۷۳	۰٫۵۰	۰٫۴۲
۲	۰٫۲۵	۰٫۲۵	۰٫۲۱	۰٫۱۷	۰٫۱۴	۰٫۱۴	۰٫۲۰	۰٫۲۰	۰٫۲۳	۰٫۲۷
	۰٫۳۰	۰٫۳۰	۰٫۲۷	۰٫۲۳	۰٫۱۸	۰٫۱۷	۰٫۳۳	۰٫۳۳	۰٫۳۸	۰٫۴۳
	۰٫۳۳	۰٫۳۳	۰٫۳۳	۰٫۳۸	۰٫۲۵	۰٫۲۳	۱	۰٫۷۵	۰٫۶۰	۰٫۶۰
۳	۰٫۳۳	۰٫۳۳	۰٫۳۷	۰٫۳۰	۰٫۵۶	۰٫۶۳	۰٫۶۳	۰٫۳۰	۰٫۳۰	۰٫۳۰
	۰٫۳۷	۰٫۳۷	۰٫۴۸	۰٫۴۸	۰٫۷۸	۰٫۸۵	۰٫۸۱	۰٫۴۸	۰٫۴۸	۰٫۴۴
	۰٫۴۴	۰٫۴۴	۰٫۵۹	۰٫۶۷	۰٫۹۳	۱	۰٫۹۶	۰٫۷۰	۰٫۷۰	۰٫۶۳
۴	۰٫۳۶	۰٫۳۶	۰٫۳۶	۰٫۳۹	۰٫۶۱	۰٫۶۱	۰٫۶۸	۰٫۶۸	۰٫۳۶	۰٫۲۹
	۰٫۴۶	۰٫۴۶	۰٫۴۶	۰٫۶۱	۰٫۸۲	۰٫۸۲	۰٫۸۶	۰٫۸۶	۰٫۵۰	۰٫۴۳
	۰٫۵۷	۰٫۵۷	۰٫۵۷	۰٫۷۹	۰٫۹۶	۰٫۹۶	۱	۱	۰٫۶۸	۰٫۶۱
۵	۰٫۳۶	۰٫۳۶	۰٫۳۶	۰٫۳۶	۰٫۶۱	۰٫۶۱	۰٫۶۸	۰٫۶۱	۰٫۲۹	۰٫۳۲
	۰٫۴۶	۰٫۴۶	۰٫۴۶	۰٫۵۴	۰٫۸۲	۰٫۸۲	۰٫۸۶	۰٫۷۹	۰٫۴۳	۰٫۳۹
	۰٫۵۷	۰٫۵۷	۰٫۵۷	۰٫۷۱	۰٫۹۶	۱	۱	۰٫۹۳	۰٫۵۷	۰٫۵۰
۶	۰٫۳۱	۰٫۳۱	۰٫۳۱	۰٫۳۴	۰٫۵۹	۰٫۶۶	۰٫۶۶	۰٫۷۲	۰٫۴۵	۰٫۳۴
	۰٫۳۸	۰٫۳۸	۰٫۳۸	۰٫۵۲	۰٫۷۹	۰٫۸۳	۰٫۸۳	۰٫۹۰	۰٫۶۶	۰٫۵۲
	۰٫۴۸	۰٫۴۸	۰٫۴۸	۰٫۶۹	۰٫۹۳	۰٫۹۳	۰٫۹۷	۱	۰٫۸۳	۰٫۶۹
۷	۰٫۳۴	۰٫۳۴	۰٫۲۸	۰٫۴۵	۰٫۵۲	۰٫۵۹	۰٫۷۲	۰٫۴۵	۰٫۴۱	۰٫۳۴
	۰٫۴۵	۰٫۴۵	۰٫۴۱	۰٫۶۶	۰٫۷۲	۰٫۷۹	۰٫۹۰	۰٫۶۲	۰٫۵۵	۰٫۴۵
	۰٫۵۵	۰٫۵۵	۰٫۵۵	۰٫۸۳	۰٫۹۰	۰٫۹۷	۱	۰٫۷۶	۰٫۶۹	۰٫۵۵
۸	۰٫۳۲	۰٫۳۲	۰٫۳۶	۰٫۴۳	۰٫۶۱	۰٫۶۸	۰٫۵۴	۰٫۵۴	۰٫۳۹	۰٫۳۶
	۰٫۳۹	۰٫۳۹	۰٫۵۰	۰٫۵۷	۰٫۸۲	۰٫۸۶	۰٫۷۵	۰٫۷۱	۰٫۵۷	۰٫۵۰
	۰٫۵۰	۰٫۵۰	۰٫۶۴	۰٫۷۱	۱	۱	۰٫۹۳	۰٫۸۶	۰٫۷۱	۰٫۶۴
۹	۰٫۵۰	۰٫۵۰	۰٫۵۰	۰٫۴۱	۰٫۲۶	۰٫۲۷	۰٫۲۸	۰٫۳۹	۰٫۴۴	۰٫۵۰
	۰٫۷۰	۰٫۷۰	۰٫۷۰	۰٫۵۸	۰٫۳۳	۰٫۳۳	۰٫۳۲	۰٫۵۴	۰٫۵۸	۰٫۶۴
	۱	۱	۱	۰٫۸۸	۰٫۴۷	۰٫۴۷	۰٫۴۱	۰٫۸۸	۰٫۷۸	۰٫۷۸
۱۰	۰٫۲۷	۰٫۲۷	۰٫۱۹	۰٫۱۹	۰٫۳۵	۰٫۶۵	۰٫۵۰	۰٫۳۵	۰٫۳۵	۰٫۳۵
	۰٫۳۸	۰٫۳۸	۰٫۳۱	۰٫۳۱	۰٫۵۸	۰٫۸۵	۰٫۷۳	۰٫۵۸	۰٫۴۶	۰٫۴۲
	۰٫۵۴	۰٫۵۴	۰٫۵۰	۰٫۵۰	۰٫۸۱	۱	۰٫۹۲	۰٫۷۷	۰٫۶۲	۰٫۵۴
۱۱	۰٫۵۰	۰٫۵۰	۰٫۵۰	۰٫۵۰	۰٫۲۸	۰٫۲۵	۰٫۲۶	۰٫۲۶	۰٫۲۸	۰٫۲۸
	۰٫۷۰	۰٫۷۰	۰٫۷۰	۰٫۷۰	۰٫۳۷	۰٫۲۹	۰٫۲۹	۰٫۲۹	۰٫۳۰	۰٫۳۰
	۱	۱	۱	۱	۰٫۵۴	۰٫۳۷	۰٫۳۷	۰٫۳۷	۰٫۳۷	۰٫۳۷
۱۲	۰٫۲۷	۰٫۲۷	۰٫۲۷	۰٫۲۷	۰٫۴۲	۰٫۵۸	۰٫۶۵	۰٫۶۵	۰٫۶۹	۰٫۶۹
	۰٫۳۸	۰٫۳۸	۰٫۳۸	۰٫۳۸	۰٫۶۵	۰٫۸۱	۰٫۸۵	۰٫۸۵	۰٫۸۱	۰٫۸۱
	۰٫۵۴	۰٫۵۴	۰٫۵۴	۰٫۵۴	۰٫۸۸	۱	۱	۰٫۹۶	۰٫۸۸	۰٫۸۸
۱۳	۰٫۵۰	۰٫۵۰	۰٫۵۰	۰٫۳۹	۰٫۲۷	۰٫۲۵	۰٫۲۸	۰٫۳۲	۰٫۳۹	۰٫۵۰
	۰٫۶۴	۰٫۶۴	۰٫۷۰	۰٫۵۰	۰٫۳۲	۰٫۲۹	۰٫۳۷	۰٫۴۱	۰٫۵۰	۰٫۶۴
	۰٫۷۸	۰٫۷۸	۱	۰٫۷۰	۰٫۴۱	۰٫۳۷	۰٫۵۴	۰٫۶۴	۰٫۷۰	۰٫۷۸

جدول ۸- نتیجه‌های فاصله‌ی گزینه‌ها از ایده‌آل‌های مثبت و منفی و هم‌چنین نتیجه‌های نزدیکی نسبی

تعداد نفر تعمیراتی/ شاخص	فاصله از ایده‌آل	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱	فاصله از ایده‌آل مثبت	۰٫۵۷	۰٫۵۷	۰٫۵۱	۰٫۴۷	۰٫۲۷	۰٫۲۲	۰٫۴۶	۰٫۵۳	۰٫۶۸	۰٫۷۱
	فاصله از ایده‌آل منفی	۰٫۴۴	۰٫۴۴	۰٫۵۱	۰٫۵۹	۰٫۸۰	۰٫۸۵	۰٫۶۱	۰٫۵۳	۰٫۳۶	۰٫۳۱
۲	فاصله از ایده‌آل مثبت	۰٫۷۱	۰٫۷۱	۰٫۷۳	۰٫۷۵	۰٫۸۱	۰٫۸۲	۰٫۶۰	۰٫۶۲	۰٫۶۲	۰٫۵۸
	فاصله از ایده‌آل منفی	۰٫۳۰	۰٫۳۰	۰٫۲۸	۰٫۲۷	۰٫۱۹	۰٫۱۸	۰٫۶۲	۰٫۴۹	۰٫۴۳	۰٫۴۵
۳	فاصله از ایده‌آل مثبت	۰٫۶۲	۰٫۶۲	۰٫۵۳	۰٫۵۴	۰٫۲۹	۰٫۲۳	۰٫۲۴	۰٫۵۳	۰٫۵۳	۰٫۵۶
	فاصله از ایده‌آل منفی	۰٫۳۹	۰٫۳۹	۰٫۴۹	۰٫۵۰	۰٫۷۷	۰٫۸۴	۰٫۸۱	۰٫۵۲	۰٫۵۲	۰٫۴۸
۴	فاصله از ایده‌آل مثبت	۰٫۵۴	۰٫۵۴	۰٫۵۴	۰٫۴۴	۰٫۲۵	۰٫۲۵	۰٫۲۰	۰٫۲۰	۰٫۵۱	۰٫۵۷
	فاصله از ایده‌آل منفی	۰٫۴۷	۰٫۴۷	۰٫۴۷	۰٫۶۲	۰٫۸۱	۰٫۸۱	۰٫۸۶	۰٫۸۶	۰٫۵۳	۰٫۴۶
۵	فاصله از ایده‌آل مثبت	۰٫۵۴	۰٫۵۴	۰٫۵۴	۰٫۴۹	۰٫۲۵	۰٫۲۵	۰٫۲۰	۰٫۲۶	۰٫۵۸	۰٫۶۰
	فاصله از ایده‌آل منفی	۰٫۴۷	۰٫۴۷	۰٫۴۷	۰٫۵۶	۰٫۸۱	۰٫۸۳	۰٫۸۶	۰٫۷۸	۰٫۴۴	۰٫۴۱
۶	فاصله از ایده‌آل مثبت	۰٫۶۱	۰٫۶۱	۰٫۶۱	۰٫۵۰	۰٫۲۷	۰٫۲۳	۰٫۲۲	۰٫۱۷	۰٫۳۹	۰٫۵۰
	فاصله از ایده‌آل منفی	۰٫۴۰	۰٫۴۰	۰٫۴۰	۰٫۵۴	۰٫۷۸	۰٫۸۱	۰٫۸۳	۰٫۸۸	۰٫۶۶	۰٫۵۴
۷	فاصله از ایده‌آل مثبت	۰٫۵۶	۰٫۵۶	۰٫۶۰	۰٫۳۹	۰٫۳۳	۰٫۲۷	۰٫۱۷	۰٫۴۱	۰٫۴۶	۰٫۵۶
	فاصله از ایده‌آل منفی	۰٫۴۶	۰٫۴۶	۰٫۴۳	۰٫۶۶	۰٫۷۳	۰٫۸۰	۰٫۸۸	۰٫۶۲	۰٫۵۶	۰٫۴۶
۸	فاصله از ایده‌آل مثبت	۰٫۶۰	۰٫۶۰	۰٫۵۱	۰٫۴۴	۰٫۲۵	۰٫۲۰	۰٫۳۱	۰٫۳۳	۰٫۴۶	۰٫۵۱
	فاصله از ایده‌آل منفی	۰٫۴۱	۰٫۴۱	۰٫۵۱	۰٫۵۸	۰٫۸۳	۰٫۸۶	۰٫۷۶	۰٫۷۱	۰٫۵۷	۰٫۵۱
۹	فاصله از ایده‌آل مثبت	۰٫۳۴	۰٫۳۴	۰٫۳۴	۰٫۴۲	۰٫۶۵	۰٫۶۵	۰٫۶۷	۰٫۴۵	۰٫۴۲	۰٫۳۸
	فاصله از ایده‌آل منفی	۰٫۷۶	۰٫۷۶	۰٫۷۶	۰٫۶۵	۰٫۳۶	۰٫۳۷	۰٫۳۴	۰٫۶۳	۰٫۶۲	۰٫۶۵
۱۰	فاصله از ایده‌آل مثبت	۰٫۶۱	۰٫۶۱	۰٫۶۸	۰٫۶۸	۰٫۴۶	۰٫۲۲	۰٫۳۳	۰٫۴۷	۰٫۵۴	۰٫۵۷
	فاصله از ایده‌آل منفی	۰٫۴۱	۰٫۴۱	۰٫۳۶	۰٫۳۶	۰٫۶۱	۰٫۸۵	۰٫۷۴	۰٫۵۹	۰٫۴۹	۰٫۴۴
۱۱	فاصله از ایده‌آل مثبت	۰٫۳۴	۰٫۳۴	۰٫۳۴	۰٫۳۴	۰٫۶۱	۰٫۷۰	۰٫۷۰	۰٫۷۰	۰٫۶۸	۰٫۶۸
	فاصله از ایده‌آل منفی	۰٫۷۶	۰٫۷۶	۰٫۷۶	۰٫۷۶	۰٫۴۱	۰٫۳۱	۰٫۳۱	۰٫۳۱	۰٫۳۲	۰٫۳۲
۱۲	فاصله از ایده‌آل مثبت	۰٫۶۱	۰٫۶۱	۰٫۶۱	۰٫۶۱	۰٫۳۹	۰٫۲۷	۰٫۲۲	۰٫۲۲	۰٫۲۲	۰٫۲۲
	فاصله از ایده‌آل منفی	۰٫۴۱	۰٫۴۱	۰٫۴۱	۰٫۴۱	۰٫۶۸	۰٫۸۱	۰٫۸۵	۰٫۸۳	۰٫۸۰	۰٫۸۰
۱۳	فاصله از ایده‌آل مثبت	۰٫۳۸	۰٫۳۸	۰٫۳۴	۰٫۴۹	۰٫۶۷	۰٫۷۰	۰٫۶۱	۰٫۵۶	۰٫۴۹	۰٫۳۸
	فاصله از ایده‌آل منفی	۰٫۶۵	۰٫۶۵	۰٫۷۶	۰٫۵۵	۰٫۳۴	۰٫۳۱	۰٫۴۱	۰٫۴۷	۰٫۵۵	۰٫۶۵
	فاصله‌ی هر گزینه از ایده‌آل مثبت	۷٫۰۳	۷٫۰۳	۶٫۸۷	۶٫۵۵	۵٫۵۱	۵	۴٫۹۴	۵٫۴۵	۶٫۵۸	۶٫۸۳
	فاصله‌ی هر گزینه از ایده‌آل منفی	۶٫۳۳	۶٫۳۳	۶٫۶۱	۷٫۰۵	۸٫۱۲	۸٫۶۱	۸٫۸۶	۸٫۲۴	۶٫۸۵	۶٫۴۸
	محاسبه‌ی راه‌حل ایده‌آل	۰٫۴۷	۰٫۴۷	۰٫۴۹	۰٫۵۲	۰٫۶۰	۰٫۶۳	۰٫۶۴	۰٫۶۰	۰٫۵۱	۰٫۴۹

بحث

برای تعیین تعداد نیروی انسانی موردنیاز، عامل‌های گوناگونی مانند تصمیم‌گیرندگان گوناگون تأثیرگذار هستند. این تصمیم‌گیرندگان با توجه به ماهیت و دیدگاه شغلی و فعالیتی که دارند، دیدگاه‌های گوناگونی درباره‌ی نیروی انسانی خواهند داشت. در این پژوهش مدیر امور مالی، معاونت تکنیکال مدیر تعمیرات به‌عنوان تصمیم‌گیرندگان کلیدی انتخاب شدند.

علت اهمیت در نظر گرفتن دیدگاه این سه تصمیم‌گیرنده در این پژوهش، مطابق با وضعیت فعلی گروه صنعتی بارز، آن است که مدیر امور مالی از منظر مالی و هزینه‌های مرتبط با نیروی انسانی تصمیم‌گیری می‌کند، معاونت روش آل از منظر تولید و بهره‌وری و راندمان بالای تولید و به‌ویژه فرایند تولید و درنهایت مدیر تعمیرات از دیدگاه تعمیر و کیفیت و سرعت تعمیر؛ بنابراین لازم است که سه دیدگاه هزینه‌ای، تولیدی- فرایندی و تعمیری، به‌طور هم‌زمان در نظر گرفته شوند تا تعداد نیروی انسانی موردنیاز با دقت بیشتری تعیین شود؛ در همین رابطه و بر اساس نتیجه‌های به‌دست‌آمده از این روش، با توجه به این‌که نیروهای تعمیراتی گروه صنعتی بارز، درباره‌ی تعمیرات پخت ناحیه‌ی ۴، به دودسته‌ی الکترونیک و مکانیک تقسیم‌بندی می‌شوند و هم‌چنین بر اساس تصمیم مدیر تعمیرات این ناحیه مبنی بر این‌که داده‌های اولیه‌ی مربوط به ماتریس تصمیم‌گیری، برای تعیین هر دو گروه تعمیراتی در نظر گرفته شود، تعداد ۷ نفر برای تعمیرات مکانیک و نیز برای تعمیرات الکترونیک ۳۲ عدد پرس پخت ناحیه‌ی ۴ تولیدی مناسب درنظر گرفته شد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این پژوهش با بهره‌گیری از موضوع‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، به ارائه‌ی روش‌های نوین درباره‌ی تعیین تعداد نیروهای تعمیراتی موردنیاز مجتمع‌های صنعتی پرداخته است. برای این کار در این پژوهش از روش تاپسیس فازی از دسته موضوع‌های تصمیم‌گیری گروهی چند معیاره، با در نظر گرفتن ۱۳ شاخص و ۱۰ گزینه‌ی تصمیم‌گیری بهره گرفته‌شده است. این روش به‌صورت پایلوت در یکی از ناحیه‌های پنج‌گانه‌ی تولیدی گروه صنعتی بارز (ناحیه‌ی چهارم تولیدی) موردبررسی و تحلیل قرار گرفت. بررسی وضعیت فعلی تعمیرات پخت این ناحیه‌ی تولیدی بر اساس داده‌های توقف‌های تعمیراتی سال ۱۳۹۶ نشان داد که دست‌کم ۶ نفر برای انجام تعمیرات در هر گروه الکترونیک و مکانیک وجود داشته باشد، اما با توجه به بررسی‌های میدانی و نیز در نظر گرفتن ۱۳ شاخص و ۱۰ گزینه‌ی تصمیم‌گیری بیان‌شده برای استفاده در روش تاپسیس فازی گروهی، محاسبه‌ها انجام شد و نتیجه‌های بررسی محاسبه‌ها نشان داد که می‌باید تعداد ۷ نفر نیروی کار تعمیراتی، به تفکیک گروه‌های الکترونیک و مکانیک برای ۳۲ عدد پرس پخت این ناحیه‌ی تولیدی وجود داشته باشد.

در پایان برای مطالعه‌های آتی پیشنهاد می‌شود از سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، با توجه به داده‌های موجود بهره گرفته شود و نتیجه‌های به‌دست‌آمده با نتیجه‌های این پژوهش موردبررسی و مقایسه قرار گیرد؛ هم‌چنین به پژوهش‌گران پیشنهاد می‌شود از روش ارائه‌شده در این پژوهش، در سایر سالن‌ها و ناحیه‌های تولیدی این کارخانه بهره گرفته شود. همین‌طور پیشنهاد می‌شود پژوهش‌گران از روش پیشنهادی در سایر صنایع تولیدی درباره‌ی تعیین تعداد نیروی کار تعمیراتی بهره گیرند و به بررسی و تجزیه‌وتحلیل نتیجه‌های آن بپردازند.

سپاسگزاری

در پایان از مدیریت محترم تعمیرات ناحیه‌ی ۴، مدیریت محترم امور مالی و معاونت محترم تکنیکال گروه صنعتی بارز برای بیان نظرها و دیدگاه‌های خود درباره‌ی ماتریس‌های تصمیم، شاخص‌ها و گزینه‌های تصمیم‌گیری تشکر و قدردانی می‌شود IRM

مراجع

۱- رمضان پور، پ و حقانی، م. (۱۳۷۵). تعیین استانداردهای نیروی انسانی به روش منطق فازی، ششمین کنفرانس سراسری شبکه‌های توزیع نیروی برق، بابلسر، شرکت برق منطقه‌ی استان مازندران، https://www.civilica.com/Paper- EPDC06- EPDC06_048.html

۲- ابطحی، س ح و حسنی کاخکی، آ. (۱۳۸۵). استفاده از فرایندهای تصادفی در برآورد نیروی انسانی "مطالعه‌ی موردی استفاده از زنجیره‌ی مارکوف در برنامه‌ریزی نیروی انسانی"، فصل‌نامه‌ی مطالعات مدیریت صنعتی، مقاله‌ی ۶، دوره‌ی ۴، شماره‌ی ۱۲، بهار ۱۳۸۵، صفحه‌های ۱۸۲ -۱۶۳.

۳- اختیاری، م. (۱۳۸۹). برنامه‌ریزی احتمالی چندهدفه برای بهینه‌سازی موضوع تعیین تعداد نیروی انسانی در سیستم‌های تولید کارگاهی، فصل‌نامه‌ی مطالعات مدیریت صنعتی، مقاله‌ی ۹، دوره‌ی ۸، شماره‌ی ۱۹، زمستان ۱۳۸۹، صفحه‌های ۲۱۶ -۱۸۹.

4. Mehlawat, M. K. Gupta, P. and Pedrycz, W. (2018). "A New Possibilistic Optimization Model for Multiple Criteria Assignment Problem," in IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Vol. 26, No. 4, pp. 1775- 1788, Aug. 2018. doi: 10. 1109/TFUZZ. 2017. 2751006.
5. Bazargan- Lari, M. Gupta, P. and Young, S. (2003) "A simulation approach to manpower planning," in Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference, 2003, pp. 1677- 1685 Vol. 2.
6. Bazargan, M. and Jiang, B. (2010), "A simulation approach to airline maintenance manpower planning," presented at the Proceedings of the 2010 Summer Computer Simulation Conference, Ottawa, Ontario, Canada, 2010.
7. Knapp, G. M. Mahajan, M. (1998) "Optimization of maintenance organization and manpower in process industries", Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 4 Issue: 3, pp. 168- 183, https://doi.org/10.1108/13552519810223472.
8. Di Francesco, M. Díaz- Maroto Llorente, N. Zanda, S. and Zuddas, P. (2016), "An optimization model for the short- term manpower planning problem in transshipment container terminals," Computers & Industrial Engineering, Vol. 97, pp. 183- 190, 2016/07/01/ 2016.
9. Yang, T. H. Yan, S. and Chen, H. H. (2003) "An airline maintenance manpower planning model with flexible strategies," Journal of Air Transport Management, Vol. 9, pp. 233- 239, 2003/07/01/ 2003.

۱۰- مؤمنی، م؛ و حسین زاده، م. (۱۳۹۱). ارائه‌ی رویکردی جدید برای حل موضوع‌های برنامه‌ریزی خطی تمام فازی با استفاده از مفهوم رتبه‌بندی فازی، پژوهش‌های مدیریت در ایران، دوره‌ی ۱۶، شماره‌ی ۴، زمستان ۱۳۹۱

11. Chen, C.T. (2000), "Extensions of the TOPSIS for group decision- making under Fuzzy environment", Fuzzy Sets and Systems 114, 1(9).
12. https://etarh.com/ فرایند تولید لاستیک خودرو

Estimating the Number of Repair Technicians Required Based on Uncertainty (Case Study: Barez Industrial Group)

A. Soltanpour[1,*], M. Pourbagheri[2] and Sh. Ariyafar[3]

1. Master of Industrial Engineering, Faculty of Engineering and Technology, Shahid Bahonar University of Kerman, and expert in planning and engineering of Barz Industrial Group, Kerman, Iran.
2. Industrial Engineering Expert of Shahid Bahonar University of Kerman and Manager of Industrial Engineering Planning and Engineering Department of Barz Industrial Group, Kerman, Iran
3. PhD in Industrial Engineering, University of Puta, Malaysia and Assistant Professor of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

∗**Corresponding author Email:** soltanpourali@eng.uk.ac.ir

Recieved: September 2018, Revised: November 2018, Accepted: December 2018

Abstract: Providing an effective maintenance management system for machinery and equipment of a manufacturing company has great impact on the productivity of a firm. While, without usage of qualified and skilled repair technicians operating an effective maintenance system will be very difficult. Hence, the main aim of this paper is to determine the number of required technical staffs for conducting the maintenance tasks as pilot in the baking hall of the 4th zone of the Barez tire industry group. For this purpose, based on the interview that has been done with maintenance manager of the 4th zone, financial manager and technical manager of the complex, several criteria and alternatives have been determined for determining the number of the required technicians in this section. On the other hand, the minimum number of required technicians for this section was calculated based on the archived data in 2017 from maintenance department and the results showed a minimum six staffs in this section. Finally, by using Group Fuzzy TOPSIS method, the required technician for working on 32 baking machines in the 4th zone for both electrical and mechanical tasks should be seven persons.

Keywords: Repair Technician; Barez Industrial Group; Fuzzy TOPSIS; Truck and Bus Radial Tires.