فصلنامه مدیریت راهبردی در سیستم های صنعتی (مدیریت صنعتی سابق)
دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج
سال هفدهم/ شماره ۶۲ / زمستان ۱۴۰۱

طراحی مدل هوشمند نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه در صنعت نساجی و پوشاک به کمک تجزیه و تحلیل آماری (مطالعه موردی: کارخانجات نساجی بروجرد)

سید شهرام فاطمی
دانشجوی دکترا گروه مهندسی صنایع، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
مهرداد جوادی(نویسنده مسئول)
دانشیار گروه مهندسی مکانیک، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
Email: mjavadi@azad.ac.ir
امیر عزیزی
استادیار گروه مهندسی صنایع، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
اسماعیل نجفی
استادیار گروه مهندسی صنایع، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۲۹ * تاریخ پذیرش ۱۴۰۱/۰۶/۱۴

چکیده

در پژوهش حاضر تعیین مهمترین عوامل تاثیر گذار بر نگهداری و تعمیرات پیش گیرانه هوشمند در صنعت نساجی و پوشاک در تعامل با تولید به کمک نرم افزار Spss25 پرداخته شد. دیتاست تحقیق بر اساس یک نمونه ۲۰۰۰ تایی از داده‌ها و گزارش‌های مدیرکل صنایع نساجی و پوشاک وزارت صنعت، معدن و تجارت کشور و کارخانجات صنعت نساجی بروجرد به عنوان محل اجرای طرح طی سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۹ به صورت نیم‌سال تنظیم شده است. این تحقیق با جمع آوری این حجم از اطلاعات با همکاری متخصصان نگهداری و صنعت نساجی (جمع آوری اطلاعات ۲۴۰ واحد صنعتی از۶۳۰ واحد ریسندگی و بافندگی کشور) کم نظیر است. حجم نمونه تحقیق شامل اساتید، مدیران و کارشناسان صنایع نساجی بوده که پس ازتکمیل پرسش نامه قبل از اجرای تحقیق (وضعیت عملکردی) و مقایسه آن با پرسش نامه بعد از اجرای تحقیق (وضعیت ایده آل) و انجام محاسبات تجزیه و تحلیل آماری نتایج زیر حاصل شده است. با بررسی ارتباط بین متغیرهای تحقیق وکلاس بندی عوامل موثر در نگهداری و تعمیرات پیش گیرانه به ترتیب عبارتند ازعامل استراتژی با امکان تعیین ۳۴ درصد، عامل فن‌آوری ۳۰ درصد، عامل محیط کار ۱۶ درصد، عامل کارکنان ۱۰ درصد، عامل کیفیت ۱۰ درصد مهمترین عوامل بهبود نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه در تعامل با تولید در صنعت نساجی و پوشاک تعیین شدند.

کلمات کلیدی: کارخانجات نساجی بروجرد، نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه، مدل هوشمند، تحلیل آماری.

۱-مقدمه

نگهداری و تعمیرات به‌طور قابل‌توجهی باعث افزایش بودجه در صنایع تولیدی شده، در صورتی که محققان ادعا می‌نمایند که دیدگاه نگهداری و تعمیرات از تمرکز شدید بر هزینه‌ها به سمت توانایی استراتژیک سازمانی هدایت‌شده است. دستیابی به این امر مهم زمانی حاصل می‌گردد که با مسائل تولیدی با دیدی منطقی، علمی و دقیق و همراه با برنامه ریزی صحیح برخورد گردد، یکی از این مسائل مهم حفظ آمادگی و عملیاتی نگهداشتن تجهیزات، ماشین آلات و تأسیسات است و اصولی ترین راه حل این مسئله، استفاده از سیستم برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات است. نکته حائز اهمیت این است که نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه می‌تواند بهره‌وری سیستم تولید را بهبود دهد که این خواسته با بهره‌برداری از مدل یکپارچه برنامه‌ریزی تولید و برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه همزمان موردبررسی قرارگرفته شود.

پس از بررسی مبانی نظری تحقیق و مرور پیشینه تحقیق و وجود خلاءهای پژوهشی در حوزه‌های مدل‌سازی، مشخص گردید که عامل فن‌آوری در نت، عامل کارکنان در نت، عامل محیط کار در نت، عامل کیفیت در نت، عامل استراتژی در نتیجه نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه در صنایع نساجی و پوشاک، به‌ویژه کارخانجات نساجی بروجردمحل اجرای طرح مهمترین عامل شناخته شدند. همچنین نبود یک مدل مناسب نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه جهت ارائه توصیه به مدیران صنعت نساجی و پوشاک کشور،و برطرف نمودن شکاف‌های تحقیق‌های گذشته صورت گرفته شده بین مدیران صنعت پوشاک و نساجی واساتید،دانشجویان رشته‌های صنایع و IT به نوآوری هر چه بیشتر این تحقیق پی برد.

هدف پژوهش در این تحقیق طراحی مدل هوشمند نگهداری و تعمیرات پیش گیرانه در تعامل باتولید به کمک تعیین مهمترین متغییرهای تاثیر گذار نگهداری و تعمیرات در صنعت نساجی و پوشاک در تعامل با تولید است. همچنین در سئوال پژوهش حاضر به بررسی اینکه چگونه می‌توان یک چارچوب استراتژی نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه به کمک تجزیه و تحلیل آماری طراحی کرد پرداخته است؟ در این تحقیق فرض بر امکان شناسایی مهمترین متغییرهای تاثیر گذار براستراتژی نگهداری و تعمیرات پیش گیرانه در صنعت نساجی و پوشاک کشور و تعیین میزان اثر بخشی هر عوامل در نظر گرفته شده است. همچنین وابستگی کامل ماشین آلات این صنعت به خارج از کشور، تحریم های ظالمانه، افزایش ضایعات محصولات بدلیل خرابی و توقفات ماشین آلات، هزینه های بسیار زیاد نگهداری و تعمیرات، افزایش زمان توقفات ماشین آلات و کاهش بهره وری، عدم استخراج دانش کارکنان مرتبط با نت، مهمترین ضرورت انجام این پژوهش می باشد.

لاپا (۲۰۰۳) در پژوهشی با عنوان «بهینه‌سازی فواصل بازرسی در استراتژی نگهداری و تعمیرات بر اساس وضعیت» نشان داد که ایجاد و توسعه روش‌هایی برای زمان‌بندی بازرسی‌ها در یک سیستم تحت نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه بر اساس وضعیت، مدل‌سازی قابلیت اطمینان و همچنین مدل‌سازی هزینه چرخه عمر سیستم، از حیث هزینه بازرسی صورت گرفته است (Lapa, 2003). تسای (۲۰۱۰) در پژوهشی با عنوان «بررسی کاربرد تحلیل طیفی تکین در تعمیرات و نگهداری بر مبنای شرایط» نشان داد که اهمیت تحلیل سری زمانی است و متشکل از داده‌های ارتعاشی در نت بر مبنای شرایط می‌باشد و نتایج حاصل از کاربرد عملی تحلیل طیفی تکین در پیش آگاهی نشان از بهبود عملیات نت بر مبنای شرایط دارد (Tsai, 2010). بدری و حجازی (۲۰۱۱) یک رویکرد جدید برای انتخاب استراتژی بهینه نگهداری را با استفاده از داده های کیفی و کمی به واسطه تعامل با کارشناسان نگهداری ارائه دادند (Badri & Hejazi, 2011). نظامی و ایلدریم (۲۰۱۳) در پژوهشی با عنوان «رویکرد پایداری به انتخاب راهبرد نگهداری در یک واحد تولیدی» نشان دادند که در قدم اول با استفاده از مفهوم تحلیل عاملی عوامل اصلی در هر کدام از ارکان پایداری مشخص و در قدم دوم از تکنیک ویکور فازی برای انتخاب مناسب‌ترین راهبرد نگهداری استفاده می‌شود (Nezami & Yildirim, 2013). ایراک و کاوالیری (۲۰۱۳) مدلی براساس فرایند سلسله مراتبی ارائه شد، که این امکان را برای مدیران نگهداری فراهم می‌کند تا بتوانند با ابزارهای مناسب انتخاب های مرتبط را اولویت بندی کنند. این مدل در دو واحد صنعتی تست شده است (Ierace & Cavalieri, 2013).

هاکس و ماجلوف (۲۰۱۳) در پژوهشی با عنوان «بررسی رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره به ارزیابی استراتژی بهینه نگهداری و تعمیرات صنعت خودروسازی ایران» نشان دادند که انتخاب استراتژی بهینه نت امری اقتضایی و مختص هر سازمان بوده و با

توجه به شرایط حاکم بر محیط سازمان، به عنوان متغیرهای برون سازمانی و همچنین، شرایط درون سازمان به عنوان متغیرهای درون سازمانی است (Hax & Majluf, 2013). ژی (۲۰۱۳) در پژوهشی با عنوان «بررسی چگونگی اولویت‌بندی استراتژی-های نگهداری و تعمیرات با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی» نشان داد که با تلفیق دو تکنیک تحلیل عاملی و تحلیل سلسله مراتبی به اولویت‌بندی استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات پرداخته شود (Xie, 2013).

ژی و ژانگ (۲۰۱۶) در پژوهشی با عنوان «پیش بینی زمان واقعی از عمر مفید باقی مانده و استراتژی نگهداری فرصت طلب پیش‌گیرانه برای سیستم‌های چند جزء با توجه به وابستگی تصادفی» نشان دادند که ارئه یک استراتژی تعمیر و نگهداری مبتنی بر شرایط فرصت طلب پویا برای سیستم های چند جزء شده است. این استراتژی براساس پیش بینی های زمان واقعی از عمر مفید باقی مانده تحت بررسی همزمان وابستگی اقتصادی و تصادفی است. نتایج نشان می دهد که روش پیشنهادی به فرض اطمینان از قابلیت اطمینان سیستم، بهره وری تولید را به حداکثر می رساند و عملکرد سیستم و هزینه های نگهداری را کاهش می‌دهد (Xie & Zang, 2016). الرقبی (۲۰۱۷) با استفاده از الگوریتم راه‌حل بهینه برای مشکل مشترک (سطح تحلیل تعمیر) پرداخته و موجودی قطعات یدکی را تعیین می کنند (Alrabghi, 2017). لینسون (۲۰۱۸) روش بهینه‌سازی مشترک را برای کنترل موجودی قطعات یدکی و فاصله بازرسی نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه در این تحقیق موررد بررسی قرار داد. تمامی این مطالعات شامل بهینه‌سازی مشترک نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه و موجودی قطعات یدکی هستند. ازاین‌رو، در مفاهیم فعلی، نگهداری با تمرکز بر بهینه‌سازی موجودی قطعات یدکی و استراتژی‌های نگهداری فقط وضعیت‌های سیستم را توسعه می دهد (Linneusson, 2018).

کانگ (۲۰۱۸) با انتخاب روش بازرسی بهینه برای نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه اقدام گردید. در حقیقت، با پیشرفت‌های فن‌آورانه، زندگی ما به طور فزاینده‌ای به امکانات مختلف وابسته شده است. تشخیص علائم خرابی با بهره‌برداری از دستگاه‌های بازرسی یا نظارت برای نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه برای حفظ عملکرد دستگاه‌ها، بسیار مهم در نظر گرفته شده است (Kang, 2018). شاکر و شاهین (۲۰۱۹) در پژوهشی با موضوع توسعه گسترش بهبود عملکرد دو مرحله‌ای برای بهبود حالت شکست و تجزیه و تحلیل اثرات با رویکرد یکپارچه سازی پرداختند. برای بخش‌های تولید که اغلب با اثرات شکست مواجه می‌شوند و انواع ماشین آلات و بخش‌های تعمیر و نگهداری اغلب با علل خرابی برخورد می‌کنند، مدل پیشنهادی می‌تواند از هماهنگی و پیوستگی دو بخش پشتیبانی کند. این حمایت در شرکت‌هایی با خطوط تولید پیوسته به نظر می‌رسد که در صورت وقفه خطا، به طور جدی پاسخ مشتری را تحت تاثیر قرار دهد(Shaker & Shahin, 2019).

کاپانرا (۲۰۱۹) موضوع ارائه مدل دیجیتال برای پیش بینی عملکرد توربین گازی و نگهداری پیشگیرانه ارائه داد. واحد توربین گازی در یک سایت صنعتی نصب شده و به پارامترهای اصلی کار با مانیتور از راه دور مجهز است. مدل های مختلف با تمرکز بر مدل مدل ماشین بردار پشتیبان برای پیش بینی عملکرد و رویدادهای غیر منتظره مورد بررسی قرار گرفت. که منجر به شرایط زنگ خطر یا آسیب می شود (Capanera, 2019).

بابایی (۲۰۲۱) به بررسی نگهداری و تعمیر ماشین در تولید برای جلوگیری از خرابی ماشین به منظور حفظ راندمان تولید و کاهش هزینه های خرابی پرداخت. با توجه به اهمیت نگهداری در تولید، لازم است برنامه زمانی یکپارچه برای تولید و نگهداری در نظر گرفته شود. بیشتر ادبیات مربوط به زمان بندی ماشین ها فرض می کند که ماشین ها همیشه در دسترس هستند.با این حال، این فرض در بسیاری از کاربردهای صنعتی غیر واقعی است. نگهداری و تعمیر پیشگیرانه اغلب در یک سیستم تولید برای جلوگیری از خرابی زودرس ماشین به منظور حفظ راندمان تولید وجلوگیری از خرابی زودرس ماشین به منظور حفظ کارایی تولید انجام می شود. در این تحقیق یک مدل ریاضی شامل زمان‌بندی و بهینه‌سازی عملیات نگهداری و تعمیر همزمان فرموله شده که هدف آن این است که همه کارها را به ماشین ها واگذار کرده تا زمان تکمیل و متوسط هزینه به طور همزمان به حداقل برسد. برای حل مسئله پیشنهادی، یک الگوریتم شاخه و کران پیشنهاد شده است که نتایج مطالعه نشان‌دهنده کاربرد مدل ریاضی در سیستم‌های تولید و کارایی الگوریتم شاخه و کران سازگار در مقایسه با نرم‌افزار بهینه‌سازی گیمز بود (Babaei, 2021).

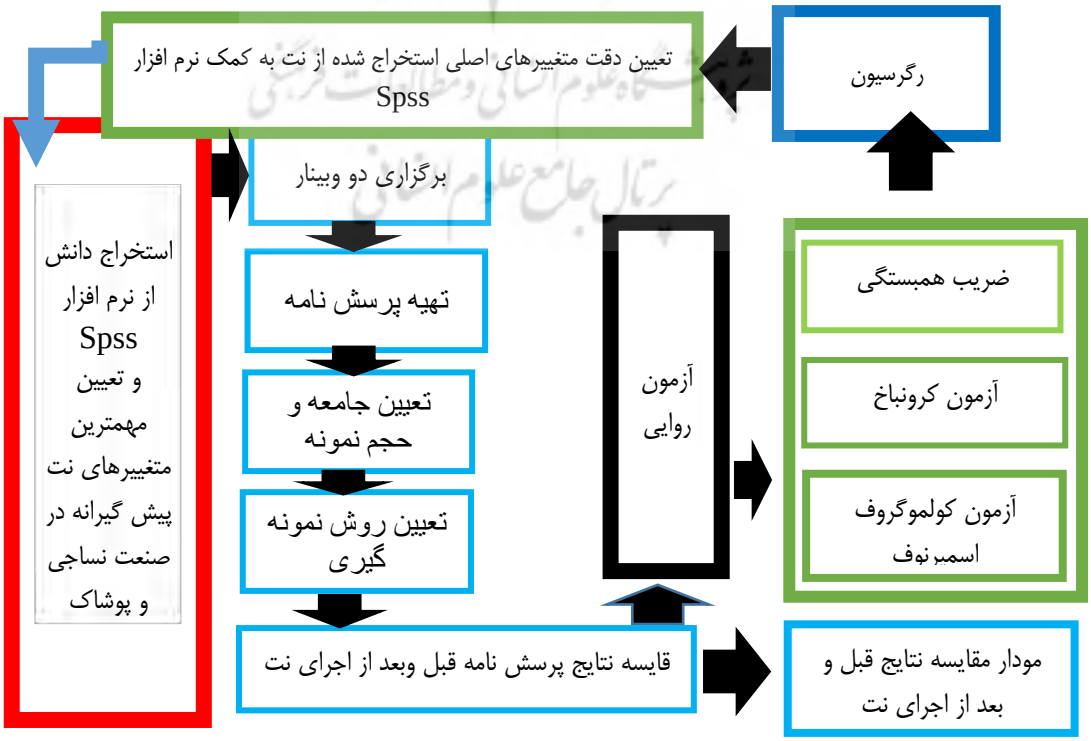
اولاگاناتان و سادیوجاتا (۲۰۲۱) مروری بر تکنیک‌های نگهداری و تعمیرات تجهیزات صنعتی و الگوریتم‌های یادگیری ماشینی جهت یک مسئله پیچیده برای شرکت هایی که تجهیزات زیادی داشته را مورد بررسی قرار داده است.در صنایع تولیدی، ماشین آلات به طور کلی به دو دسته چرخشی و رفت و برگشتی که بخش جدایی ناپذیر ماشین دوار موتور الکتریکی است تقسیم می شوند. ارزیابی مداوم سلامت موتور باید برای افزایش طول عمر تجهیزات ارزیابی شود. بنابراین، جلوگیری از خرابی ناگهانی آن بسیار ضروری است. تجهیزات با فناوری نوظهور اینترنت اشیاء صنعتی، پروتکل‌های یادگیری ماشین با نظارت بر عملکرد بی‌درنگ ماشین، راهی را برای نگهداری پیش‌بینی‌کننده هموار کردند که از خرابی غیرمنتظره وخرابی های غیرقابل پیش بینی جلوگیری کرده و باعث کاهش هزینه های نگهداری و افزایش طول عمر تجهیزات را سبب خواهد شد. مروری بر پیشرفت‌های اخیر برای جمع‌آوری ورودی‌ها، خروجی‌ها و بار و قطعات موتور صنعتی مانند دما، ارتعاش و آکوستیک با استفاده از سنسورهای صنعتی مختلف برای تجزیه و تحلیل وضعیت بلادرنگ ماشین در این مقاله برجسته شده است. که این تحقیق ساخت یک مدل الگوریتمی برای پیش‌بینی داده‌های نگهداری یک ماشین صنعتی با استفاده از تکنیک یادگیری ماشین و برجسته کردن کارهای تحقیقاتی برای انجام کارهای تحقیقاتی آینده را فراهم می‌کند (Ulaganathan & Sadyojatha, 2021).

گارسیا (۲۰۲۲) به بررسی نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان به عنوان یک چارچوب استراتژیک جدید برای ارزیابی الزامات نگهداری سیستم در شرایط عملیاتی پرداخت. برخی از صنایع علاوه بر استراتژی های نگهداری پیشگیرانه از استراتژی های نگهداری پیش بینی کننده استفاده می کنند که هزینه های تولید را افزایش می دهد. رویکرد نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان ترکیبی از استراتژی های نگهداری و تعمیراتی است که می تواند برای بهینه سازی هزینه های تعمیر و نگهداری و اطمینان از در دسترس بودن سیستم استفاده شود.روش نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان برای کار تحقیقاتی گزارش شده در این مقاله برای سیستم دیگ بخار مورد استفاده در صنایع نساجی استفاده شد. روش بیان شده در ادبیات قابلیت اجرا نداشته، همانطور که در صنایع نساجی هند به دلیل عدم آگاهی از اصول نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان، ماهیت کار محور، استفاده از سیستم های اطلاعاتی نیمه کامپیوتری، پایگاه داده تعمیر و نگهداری ناکافی، و اطلاعات مربوط به هزینه های نگهداری و از دست دادن تولید برای حل این مسائل، یک رویکرد نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان اصلاح شده شامل تعداد زیادی از کارشناسان توسعه یافته است. برای اعمال این روش اجزای حیاتی از طریق قابلیت اطمینان و اثر حالت شکست و تجزیه و تحلیل بحرانی شناسایی می شوند.در نهایت، استراتژی های نگهداری برنامه ریزی شده و فواصل آنها برای اطمینان از ادامه عملکرد صحیح سیستم توصیه می شود برای اعمال این روش اجزای حیاتی از طریق قابلیت اطمینان و اثر حالت شکست و تجزیه و تحلیل بحرانی شناسایی می‌شوند.در نهایت، استراتژی های نگهداری برنامه ریزی شده و فواصل آنها برای اطمینان از ادامه عملکرد صحیح سیستم توصیه می شود.بر اساس این مطالعه، اجرای روش نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان به طور موثر، قابلیت اطمینان و در دسترس بودن سیستم بویلر را به ترتیب ۲۸/۱۵ و ۰/۱۶ درصد افزایش می دهد.علاوه بر این، با استفاده از این برنامه های نگهداری و تعمیر برنامه ریزی شده، می تواند سالانه تا ۲۰/۳۲ درصد از هزینه نگهداری را کاهش داد (García, 2022).

وانگ (۲۰۲۲) به بررسی مسائل مختلف صنعتی، مدل های قابل تعمیر به طور گسترده ای برای استخراج معیارهای عملکرد پرداخت. بررسی فعلی چهار سیستم آزمایش مجدد غیرقابل اعتماد را با تعمیر و نگهداری پیشگیرانه مقایسه می کند. هدف این است که یک روش تجزیه و تحلیل مناسب و مفید برای مدیران جهت تعیین بهترین پیکربندی و در نتیجه عملکرد بهتر ارائه شود. یک کاربرد بالقوه که در آن مدل پیشنهادی می تواند اعمال شود ارائه شده است.برای هر سیستم، نمودار حالت– گذار و معادلات مربوط به تفاوت انها ارائه شده است. با استفاده از فرمول های صریح برای میانگین زمان شکست و در دسترس بودن حالت پایدار استخراج شده است که معمولاً معیارهای بحرانی در نظر گرفته می شوند. نتایج عددی به صورت جدول‌بندی و گرافیکی نمایش داده می‌شوند و سپس تحلیل مقایسه‌ای هزینه و فایده انجام می‌شود. در نهایت نگرش های مشاهده شده در مورد تصمیم گیری ارائه شده است (Wang, 2022).

قارون، حمید و ترابی (۲۰۲۲) به بررسی ارائه یک مدل دو هدفه جدید برای مقابله با یک مشکل برنامه ریزی تولید یکپارچه و نگهداری پیشگیرانه چند سطحی مبتنی بر قابلیت اطمینان پرداخته است. سیستم تولید شامل مجموعه ای از ماشین های فرسوده موازی است. فعالیت های نگهداری پیشگیرانه به عنوان فعالیت های تعدیل و جایگزینی طبقه بندی می شوند که هر کدام هزینه و اثر خاصی بر روی ماشین ها دارند. این مدل برای به حداقل رساندن هزینه کل و در عین حال به حداکثر رساندن رضایت مشتری خدمت می کند. همچنین، سودآورترین مشتریان جدول با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری ترکیبی شناسایی می‌شوند تا سفارشات خود را در پنجره‌های زمانی مطلوب خود انجام دهند. سه الگوریتم فرابتکاری کارآمد برای حل مدل پیشنهادی برای مسائل در مقیاس بزرگ توسعه داده شده‌اند. علاوه بر این، از روش تاپسیس برای انتخاب مطلوب‌ترین راه‌حل از میان حل‌های پارتو استفاده می‌شود. در نهایت، یک مطالعه موردی برای نشان دادن کاربردی بودن رویکرد پیشنهادی ارائه شده است (Gharoun, et al., 2022).

با توجه به آنچه گذشت و پس از بررسی مبانی نظری تحقیق و مرور پیشینه تحقیق، و همچنین وجود خلاءهای پژوهشی در حوزه‌های مدل‌سازی، مشخص گردید که عامل فن‌آوری، عامل کارکنان، عامل محیط کار، عامل کیفیت، و عامل استراتژی در نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه در صنعت نساجی و پوشاک، به‌ویژه کارخانجات نساجی بروجرد محل اجرای طرح مهمترین عامل شناخته شدند. همچنین نبود یک مدل استراتژی مناسب نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه جهت ارائه توصیه به مدیران صنعت نساجی و پوشاک کشور، و برطرف نمودن شکاف‌های تحقیق‌های گذشته صورت گرفته شده توسط اساتید،دانشجویان رشته‌های صنایع و IT به نوآوری هر چه بیشتر این تحقیق پی برد. همچنین با همکاری صمیمانه مدیر کل صنایع نساجی و پوشاک وزارت صنعت، معدن و تجارت با محقق کلیه اطلاعات جمع آوری شده کاملا بر مبنای واقعیت مدیران نت این حوزه تخصصی بوده است، که بعد از تحلیل های انجام شده و چهارچوب نظری تحقیقات صورت گرفته شده مهم ترین عوامل موثر اولیه تحقیق به صورت مدل اولیه تحقیق مورد بهره برداری قرار گرفته شده است. مدل مفهومی تحقیق در شکل شماره (۱) آورده شده است. در این مدل متغییرهای توان مند ساز به عنوان ورودی ها و نتایج به عنوان خروجی در نظر گرفته شده است.



شکل شماره (۱): مدل مفهومی تحقیق

۲- روش شناسی پژوهش

طراحی مدل استراتژی نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه در تعامل با تولید بر اساس تجزیه و تحلیل آماری به درخواست مدیرکل محترم نساجی و پوشاک وزارت صنعت، معدن و تجارت،و جمع آوری اطلاعات نگهداری و تعمیرات چندین واحد پوشاک و نساجی کشور در اختیار قرار گرفته شد و با موافقت مدیرکل صنایع نساجی و پوشاک وزارت صنعت،معدن و تجارت و موافقت مدیر عامل کارخانجات نساجی بروجرد به‌عنوان محل اجرای مدل طرح انتخاب گردید، که پس از انجام تحقیق، مقایسه ۶ ماه قبل و بعد از اجرای تحقیق مورد تحلیل قرارگرفته تا میزان اثربخشی و سودمندی اجرای نتایج مورد مقایسه قرار گیرد. در تحقیق حاضر جهت "نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه" علاوه بر جامعه آماری، از دیتاست‌های سیستم‌های اطلاعاتی صنایع نساجی و پوشاک (جمع آوری اطلاعات ۲۴۰ واحد صنعتی از ۶۳۰ واحد ریسندگی و بافندگی کشور) طی سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۹ به صورت نیم‌سال، در قالب پرسش نامه با مشارکت وزارت صنعت،معدن و تجارت در حوزه صنعت نساجی و پوشاک بهره‌برداری شده است. مفاهیم و متغیرهای مرتبط با نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه، از کتب و سایر منابع کتابخانه ای، استخراج شده‌اند و آن متغیرها و مفاهیم با بهره‌برداری از نظرات خبرگان ارزیابی شده و بعد از اعمال نظرات خبرگان و انجام تغییراتی مدل اولیه تحقیق، مورد مطالعه قرار گرفته شد. همچنین جهت تعیین استراتژی کاربردی در حوزه نت در صنعت نساجی با مشارکت دادن متخصصان کارخانجات صنعت نساجی و همکاری مدیر کل محترم نساجی و پوشاک مهمترین عوامل تاثیر گذار بر نت پیش گیرانه تعیین شده است.

در این تحقیق از دیتاست‌های صنایع نساجی و پوشاک و همچنین مصاحبه با خبرگان، بهره‌برداری می‌گردد. در حقیقت، جامعه خبرگان مورد مطالعه این تحقیق را می‌توان به دو گروه کلی شامل: گروه اول در برگیرنده اساتید دانشگاهی صاحب نظر در حوزه موردبررسی (خبرگان آکادمیک)؛ و گروه دوم دربرگیرنده متخصصان نگهداری و تعمیرات شاغل در صنایع نساجی و پوشاک و یا سمت‌های مشابه، دسته‌بندی نمود. بهره‌برداری از مقالات و اسناد مرتبط با مدل هوشمند تحقیق حاضر از روش گردآوری داده‌ها از "مطالعه موردی مستندات" استفاده شده است و برای ارزیابی قواعد هوشمند از نظرات خبرگان صنایع نساجی و پوشاک استخراج می‌گردند، از ابزار تعیین متغیرهای مدل برگزاری دو وبینار توسط محقق بوده که با هماهنگی وزارت صمت برای مدیران و متخصصان نگهداری و تعمیرات کارخانجات نساجی کشور صورت گرفته شده است. همواره باید حکمی روشن و صریح درباره هدف‌های نمونه‌گیری در دست باشد و جامعه‌ای که از آن نمونه می‌گیریم، باید دقیقا تعریف شود، زیرا اگر طرح نمونه‌گیری مناسب مورد بهره‌برداری قرار نگیرد، صرف یک حجم نمونه بزرگ کافی نخواهد بود که یافته‌ها به جامعه تعمیم داده شوند. انتخاب یک روش نمونه‌گیری مناسب برای این تحقیق، وابسته به متغیرهایی چون ساختار جامعه، نوع داده‌ها مورد جستجو، زمان گردآوری اطلاعات، عنصر یعنی واحدی که درباره‌اش داده‌ها گردآوری می‌گردد را در بر می گیرد ومبنای تحلیل را فراهم می‌سازد.

روش نمونه‌گیری در این تحقیق ترکیبی از دو روش نمونه‌گیری غیراحتمالی هدفمند (قضاوتی) و نمونه‌گیری گلوله برفی است. در حقیقت، علت بهره‌برداری از نمونه‌گیری غیرتصادفی هدفمند– نمونه‌گیری قضاوتی در این تحقیق این است که، افرادی برای نمونه انتخاب می‌گردند که برای ارائه داده‌ها مورد نیاز در بهترین موقعیت قرار دارند. به‌عبارت‌دیگر، طرح نمونه‌گیری قضاوتی هنگامی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد که طبقه‌ی محدودی از افراد دارای داده‌ها موردنیاز تحقیق باشند، و محقق در جستجوی آنهاست. این شیوه تنها شیوه نمونه‌گیری است که می‌توان برای به‌دست آوردن اطلاعاتی که لازم است از افراد خاصی که دارای علم و دانش بوده و می‌توانند داده‌ها موردنظر را ارائه دهند، مورد بهره‌برداری استفاده قرار گرفته شده است.از آنجایی که تهیه لیست این افراد ممکن نیست، محقق سعی می‌نماید به مکانهایی مانند شرکت‌ها، دانشگاه‌ها و محل کار آن‌ها مراجعه کرده و به طور تعمدی افراد مورد نظر را در مکان‌های خاص شناسایی کند. این روش نمونه‌گیری با توجه به موضوع مورد بررسی مبتنی بر فهم نظری و تجربه پیشین محقق از جمعیت موردمطالعه انجام می‌گردد و نمونه بر اساس قضاوت شخصی یا اهداف محقق انتخاب می‌گردد.

دلیل بهره‌برداری از روش نمونه‌گیری گلوله برفی۱، زنجیره‌ای، شبکه‌ای یا نمونه‌گیری بر اساس شهرت در این تحقیق، زمانی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد که چارچوب نمونه‌گیری وجود ندارد و از طرفی افراد نمونه نسبت به یکدیگر شناخت دارند و دارای ویژگی‌های مشترک هستند و از طریق آن‌ها و با توجه به ویژگی‌هایی که موردنظر محقق است، به خبرگان صنایع نساجی و پوشاک بعدی می‌رسد. این نمونه‌گیری که در تحقیق‌ها کیفی رایج است، خود گونه‌ای از روش هدفمند است. در این روش، حجم نمونه مثل گلوله برف، که همانطورکه می‌چرخد برف بیش‌تری به خودش جذب می‌نماید، در مسیر تحقیق بزرگ‌تر می‌گردد.این فن شامل شناسایی برخی افراد مهم یک جمعیت و مصاحبه با آن‌ها است، سپس محقق به پیشنهاد این افراد برای مصاحبه به سراغ افراد دیگر می‌رود. در این شیوه‌ی نمونه‌گیری، محقق می‌تواند، در انتخاب اعضای جمعیت نمونه، به صورت ترجیحی به انتخاب نمونه‌هایی بپردازد که از نظر متغیرهای زمینه‌ای و نیز میزان آشنایی با حوزه‌ی مورد بررسی، در وضعیت مطلوب‌تری قرار دارند. عوامل فن‌آوری، عامل کارکنان، عامل محیط کار، عامل کیفیت، و عامل استراتژی در نگهداری و تعمیرات پیش گیرانه در صنعت نساجی و پوشاک مهمترین متغییرهای تاثیر گذار بر نگهداری و تعمیرات پیش گیرانه صنعت نساجی و پوشاک تعیین شدند که در قالب کامپوننت های زیر تعریف و زیر بنای چارچوب نظری تحقیق قرار گرفته شد (جدول شماره ۱).

جدول شماره (۱): چارچوب نظری تحقیق

متغییر	متغیرهای فرعی	روش اندازه گیری
عامل کارکنان در نت	عملکرد استراتژیک کارکنان در دامنه پیش گیرانه (رشته سازمانی) با هدف حداکثر سازی در دسترس بودن تجهیزات عملکرد استراتژیک کارکنان در دامنه برنامه ریزی شده (پیش کار طرح) با هدف برنامه ریزی و پیش بینی قبل از خرابی تجهیزات عملکرد استراتژیک کارکنان در دامنه واکنشی (پاسخ به وقایع) با هدف رفع عیب پس از خرابی تجهیزات	نظر سنجی از طریق پرسش نامه در طیف شش تایی لیکرت بوسیله خبرگان و متخصصان نت در صنعت نساجی
عامل فن آوری در نت	ارتقای عملکرد فن آوری عملیات تولید بر اساس سنسورهای تجهیزات جهت سنجش میزان اثر بخشی نگهداری و تعمیرات ارتقای عملکرد فن آوری عملیات تولید بر اساس سابقه نگهداری و تعمیرات جهت تشخیص موارد غیر عادی و تحلیل ریسک ارتقای عملکرد فن آوری عملیات تولید بر اساس سوابق بازرسی های فنی جهت تشخیص عیوب پیشرفته در مدیریت زنجیره تامین	نظر سنجی از طریق پرسش نامه در طیف شش تایی لیکرت بوسیله خبرگان و متخصصان نت در صنعت نساجی
عامل استراتژی در نت	عملیات استراتژیک مدیریت قطعات کم مصرف (غیر فعال) و پر مصرف (فعال) در انبارهای انتخاب شده مسیر استراتژیک استراتژی بهینه سازی نقطه سفارش و میزان سفارش در اقلام پر مصرف بر حسب احتمال خرابی بهبود مستمر و استراتژیک بهینه سازی میزان موجودی اطمینان در اقلام کم مصرف (غیرفعال یا راکد)بر حسب احتمال خرابی	نظر سنجی از طریق پرسش نامه در طیف شش تایی لیکرت بوسیله خبرگان و متخصصان نت در صنعت نساجی
عامل کیفیت در نت	سیاست های کیفیت بر اساس شاخص متوسط زمان شکست سیاست های کیفیت بر اساس شاخص متوسط زمان تعمیر	نظر سنجی از طریق پرسش نامه در طیف شش تایی لیکرت بوسیله خبرگان و متخصصان نت در صنعت نساجی
	بهبود در عملیات تولید محیط کار از طریق هوشمند سازی تصمیم گیری در نت پیش گیرانه	نظر سنجی از طریق پرسش نامه در طیف شش تایی لیکرت بوسیله خبرگان و متخصصان نت در صنعت نساجی

[1] Snowball Sampling

عامل محیط کار در نت	نوآوری محیط کار عملیات تولید از طریق به کارگیری دانش ایجاد شده در نت پیش گیرانه

در پایان باید گفت کـه حجـم نمونـه ایـن تحقیـق افـراد در دسـترس و متمایـل بـه همکـاری در مجمـوع از دو گـروه معرفـی شـده در جامعـه آمـاری هسـتند.ضـمن اینکـه حجـم نمونـه شـامل اسـاتید، مـدیران و کارشناسـان صـنایع نسـاجی و پوشـاک می‌باشند که حداقل دارای مدرک دانشگاهی کـارشناسـی مـی‌باشـند کـه بـا نگهـداری و تعمیـرات پـیش‌گیرانـه آشـنایی دارنـد در مجمـوع تعـداد ۱۳۰ نفـر از خبرگـان بـا ترکیبـی از دو روش نمونـه‌گیـری غیراحتمـالی هدفمنـد (قضـاوتی) و نمونـه‌گیـری گلولـه برفـی مـورد بررسـی قرارگرفتـه، جامعـه هـدف دارای دو ویژگـی آشـنایی بـا موضـوع بـوده و سـپس، سـابقه کـار پـنج سال به بالا را داشته باشـندکه بـه صـورت نمونـه‌گیـری غیـر احتمـالی هدفمنـد و نمونـه گیـری گلولـه برفـی انتخـاب شـدند. در پایـان ۱۲۰ نفـر از خبرگـان تحقیـق پاسـخ کامـل دادانـد. جـدول شـماره (۲) بـه صـورت خلاصـه، بـه توصـیف جمعیـت شناختی نمونه تحقیق بر اساس جنسیت، مدرک تحصیلی و سابقه کاری مرتبط، می‌پردازد.

جدول شماره (۲): خلاصه‌ای از توصیف جمعیت شناختی نمونه تحقیق

ردیف	نوع مشخصات	تعداد	درصد فراوانی نسبی
جنسیت	مرد	۸۴	۷۰
	زن	۳۶	۳۰
مدرک تحصیلی	کارشناسی	۶۰	۵۰
	کارشناسی ارشد	۴۸	۴۰
	دکتری	۱۲	۱۰
سابقه کار	۵تا۱۰	۳۶	۳۰
	۱۰تا۱۵	۶۰	۵۰
	بیشتراز ۱۵سال	۲۴	۲۰

مقایسه نتایج پرسش نامه قبل از اجرای تحقیق(وضعیت عملکردی) و جمع آوری نتـایج اجرایـی تحقیـق بعـد از اجـرای تحقیـق (وضعیت ایده آل) در قالب جدول شماره (۳) ارائه و مورد تحلیل قرار گرفته شده است.

جدول شماره (۳): مقایسه پرسش نامه عملکردی با ایده آل

متغییرها و شاخص تغییر	تعداد داده	میانگین عملکردی (قبل از اجرای نت)	میانگین ایده آل (بعد از اجرای نت)	واریانس عملکردی (قبل از اجرای نت)	واریانس ایده آل (بعد از اجرای نت)	انحراف معیار عملکردی (قبل از اجرای نت)	انحراف معیار آیده آل (بعد از اجرای نت)
A) عامل کارکنان در نت	۱۲۰	۴/۶۷	۵/۹۰	۱/۴۲	۰/۸۸۵	۲/۰۲	۰/۷۸۳
A1)عملکرد استراتژیک کارکنان در دامنه پیش گیرانه(رشته سازمانی) با هدف حداکثر سازی در دسترس بودن تجهیزات	۱۲۰	۴/۴۰	۵/۵۷	۱/۱۹	۰/۶۷۹	۱/۴۲	۰/۴۷۱
A2) عملکرد استراتژیک کارکنان در دامنه واکنشی(پاسخ به وقایع) با هدف رفع عیب پس از خرابی تجهیزات	۱۲۰	۴/۵۳	۵/۵	۱/۲۸	۰/۸۶۱	۱/۹۱	۰/۷۴۱
A3) عملکرد استراتژیک کارکنان در دامنه واکنشی (پاسخ به وقایع) با هدف رفع عیب پس از خرابی تجهیزات	۱۲۰	۴/۷۳	۵/۶۳	۱/۲۳	۰/۷۶۵	۱/۵۱	۰/۵۸۵

متغییرها و شاخص تغییر	تعداد داده	میانگین عملکردی (قبل از اجرای نت)	میانگین ایده آل (بعد از اجرای نت)	واریانس عملکردی (قبل از اجرای نت)	واریانس ایده آل (بعد از اجرای نت)	انحراف معیار عملکردی (قبل از اجرای نت)	انحراف معیار آیده آل (بعد از اجرای نت)
B) عامل فنآوری در نت	۱۲۰	۴/۱۲	۵/۸۰	۰/۸۶۲	۱/۰۶	۰/۷۵۴	۰/۱۳۱
B1) ارتقای عملکرد فنآوری عملیات تولید بر اساس سنسورهای تجهیزات جهت سنجش میزان اثر بخشی نگهداری و تعمیرات	۱۲۰	۴/۴۳	۵/۶۳	۱/۱۰	۰/۹۹۹	۱/۲۲	۰/۹۹۹
B2) ارتقای عملکرد فنآوری عملیات تولید بر اساس سابقه نگهداری و تعمیرات جهت تشخیص موارد غیر عادی و ریسک	۱۲۰	۴/۹۳	۵/۸۰	۱/۱۴	۰/۸۱۷	۱/۳۰	۰/۶۶۸
B3) ارتقای عملکرد فنآوری عملیات تولید بر اساس سوابق بازرسی های فنی جهت تشخیص عیوب پیشرفته در مدیریت زنجیره تامین	۱۲۰	۴/۶۷	۵/۶۳	۱/۱۴	۰/۸۱۷	۱/۳۰	۰/۶۶۸
C) عامل استراتژی	۱۲۰	۴/۹۰	۵/۷۷	۱/۰۲	۰/۸۶۸	۱/۰۵	۰/۷۵۴
C1) عملیات استراتژیک مدیریت قطعات کم مصرف (غیر فعال) و پر مصرف (فعال) در انبارهای انتخاب شده	۱۲۰	۴/۵۳	۵/۷۷	۱/۰۴	۰/۸۸۵	۱/۰۸	۰/۷۸۳
C2) مسیر استراتژیک استراتژی بهینه سازی نقطه سفارش و میزان سفارش در اقلام پر مصرف بر حسب احتمال خرابی	۱۲۰	۴/۳۰	۵/۹۳	۱/۲۰	۱/۰۲	۱/۴۵	۱/۰۵
C3) بهبود مستمر و استراتژیک بهینه سازی میزان موجودی اطمینان در اقلام کم مصرف (غیر فعال یا راکد) بر حسب احتمال خرابی	۱۲۰	۴/۸۳	۵/۹۰	۰/۸۳۴	۰/۸۴۵	۰/۶۹۵	۰/۷۱۴
D) عامل کیفیت در نت	۱۲۰	۴/۲۰	۵/۶۷	۱/۲۰	۱/۰۶	۱/۴۵	۱/۱۳۱
D1) سیاست های کیفیت بر اساس شاخص متوسط زمان شکست(MTTF)	۱۲۰	۴/۶۰	۵/۹۰	۱/۱۶	۰/۹۹۹	۱/۲۵	۰/۹۹۹
D2) سیاستهای کیفیت بر اساس شاخص متوسط زمان تعمییر(RTTF)	۱۲۰	۴/۸	۵/۶۷	۱/۱۵	۰/۹۳۸	۱/۳۳	۰/۸۷۹
E) عامل محیط کار در نت	۱۲۰	۴/۶۳	۵/۹۰	۱/۰۳	۰/۸۲۸	۱/۰۶	۰/۶۸۵
E1) بهبود در محیط کار عملیات تولید از طریق هوشمند سازی تصمیم گیری در نت پیش گیرانه	۱۲۰	۴/۹۰	۵/۸۳	۱/۰۲	۰/۸۴۵	۱/۰۵	۰/۷۱۴
E2) نوآوری در محیط کار عملیات تولید از طریق به کارگیری دانش ایجاد شده در نت پیش گیرانه	۱۲۰	۵/۶۳	۰/۹۴۴	۰/۹۴۴	۰/۸۸۵	۰/۸۹۲	۰/۷۸۳

همانطور که مشاهده می‌گردد بر اساس نظرات و تجربه حرفه‌ای مدیران و کارشناسان صنعت نساجی و پوشاک و خبرگان آکادمیک حوزه مورد بررسی:

عامل کارکنان در نت با میانگین اهمیتی (وضعیت جدید)برابر با ۵/۹؛ عامل فن‌آوری در نت با میانگین اهمیتی (وضعیت جدید)برابر با۵/۸۰ ؛ عملیات استراتژیک مدیریت قطعات کم‌مصرف (غیرفعال) و پرمصرف (فعال) در انبارهای انتخاب‌شده با

میانگین اهمیتی (وضعیت جدید)برابر با ۵/۹۰؛ مسیر استراتژیک استراتژی بهینه‌سازی نقطه سفارش و میزان سفارش در اقلام پرمصرف برحسب احتمال خرابی با میانگین اهمیتی (وضعیت جدید)برابر با ۵/۶۷؛
عامل استراتژی در نت با میانگین اهمیتی (وضعیت جدید)برابر با ۵/۹۳؛ بهبود مستمر و استراتژیک بهینه‌سازی میزان موجودی اطمینان در اقلام کم‌مصرف (غیرفعال یا راکد) برحسب احتمال خرابی با میانگین اهمیتی (وضعیت جدید)برابر با ۵/۹۰؛ عامل کیفیت در نت با میانگین اهمیتی (وضعیت جدید)برابر با ۵/۸۰؛ عامل محیط کار در نت با میانگین اهمیتی (وضعیت جدید)برابر با۵/۷۳؛ محاسبه شده است.

درحالی که وضعیت عملکردی (قبل از اجرای تحقیق) متغیرهای بررسی و طراحی مدل پویای هوشمند نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه، در وضعیت ضعیف‌تری نسبت به اهمیت آن‌ها قرار دارند زیرا که:
عامل کارکنان در نت با میانگین وضعیتی (وضعیت قبلی) برابر با ۴/۶۷؛ عامل فن‌آوری در نت با میانگین وضعیتی (وضعیت قبلی) برابر با ۴/۹۳؛ عملیات استراتژیک مدیریت قطعات کم‌مصرف (غیرفعال) و پرمصرف (فعال) در انبارهای انتخاب‌شده با میانگین وضعیتی (وضعیت قبلی) برابر با۴/۵۳؛ مسیر استراتژیک استراتژی بهینه‌سازی نقطه سفارش و میزان سفارش در اقلام پرمصرف برحسب احتمال خرابی با میانگین وضعیتی (وضعیت قبلی) برابر با۴/۳۰ ؛ عامل استراتژی در نت با میانگین وضعیتی (وضعیت قبلی) برابر با ۴/۹۰؛ بهبود مستمر و استراتژیک بهینه‌سازی میزان موجودی اطمینان در اقلام کم‌مصرف (غیرفعال یا راکد) برحسب احتمال خرابی با میانگین وضعیتی (وضعیت قبلی) برابر با ۴/۸۳؛ عامل کیفیت در نت با میانگین وضعیتی (وضعیت قبلی) برابر با ۴/۳۰؛ عامل محیط کار در نت با میانگین وضعیتی (وضعیت قبلی) برابر با ۴/۶۳؛ محاسبه شده است. همانطور که مشاهده می شود وضعیت عملکرد (قبل از اجرای تحقیق) در مورد متغیرهای بررسی و طراحی مدل پویای هوشمند نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه، در وضعیت ضعیف‌تری نسبت به اهمیت آن‌ها دارد.

در ادامه، آزمون آلفای کرونباخ یا قابلیت اعتماد یا پایایی پرسش‌نامه ضریب آلفای کرونباخ برای سنجش میزان تک بعدی بودن نگرش‌ها، قضاوت‌ها، عقاید و سایر مقولاتی که اندازه‌گیری آن‌ها آسان نیست به کار می‌رودکه در جدول شماره (۴) به آمارهای پایایی متغیرها و شاخص‌های تحقیق را با بهره‌برداری از آزمون آلفای کرونباخ اشاره شده‌است.

جدول شماره‌ی (۴): آمارهای پایایی متغیرها و شاخص‌های تحقیق با بهره‌برداری از آزمون آلفای کرونباخ

متغییرهای تحقیق	ضریب آلفای کرونباخ	تعداد آیتم ها
A)عامل کارکنان در نت	۰/۸۷۶	۴
B)عامل فنآوری در نت	۰/۸۷۰	۴
C)عامل استراتژی در نت	۰/۸۵۵	۴
D)عامل کیفیت در نت	۰/۹۳۵	۳
E)عامل محیط کار در نت	۰/۹۴۶	۳

نتایج مربوط به آمارهای پایایی شاخص‌های مربوط به متغیرهای تحقیق با بهره‌برداری از آزمون آلفای کرونباخ، بیانگر قابلیت اعتماد بالا نسبت به پرسش‌نامه این تحقیق است زیرا ضریب آلفای کرونباخ برای متغیرهای تحقیق بالاتر از ۸۰ درصد محاسبه شده است، یعنی: متغیر عامل کارکنان در نت با آلفای کرونباخ ۰/۸۷۶؛ عامل فن‌آوری ۰/۸۶۰ ؛ عامل استراتژی ۰/۸۵۵ ؛ عامل کیفیت در نت ۰/۹۳۵ ؛ عامل محیط کار در نت ۰/۹۴۶؛ محاسبه شدند.

به‌منظور بررسی نرمال بودن توزیع داده‌های تحقیق از آزمون کولموگروف–اسمیرنوف استفاده شده است. جدول شماره (۵) اطلاعات مربوط به آزمون کولموگروف– اسمیرنوف برای متغیرهای اصلی تحقیق، نشان داده شده است.

جدول شماره (۵): آزمون کولموگروف–اسمیرنوف (K-S Test)

آماره آزمون	داده های مربوط به متغییرهای اصلی تحقیق							
تعداد پاسخ	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰
آماره K-S	۲/۳۷۳	۲/۵۵۶	۲/۳۷۳	۲/۵۵۶	۲/۱۹۱	۲/۱۹۱	۲/۵۵۶	۲/۷۳۹
SIG	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰

همانگونه که در جدول بالا مشاهده می‌گردد آزمون کولموگروف اسمیرنوف برای داده‌های تحقیق، در سطح معناداری است یعنی مقدار Sig یا P-Value کمتر از ۵ صدم شده است، بنابراین داده‌ها، از توزیع نرمالی برخوردار هستند. برای تحلیل دقیق تمامی روابط بین متغیرها و شاخص‌های موجود در مدل تحقیق و همچنین بررسی تأثیرگذاری و تأثیرپذیری بین متغیر تابع (وابسته) و متغیرهای مستقل، از همبستگی پیرسون بهره‌برداری می‌گرددکه بیانگر وجود همبستگی قابل قبولی بین موارد مذکور می باشد.

جدول شماره (۶): همبستگی بین متغیرهای تحقیق با بهره‌برداری از ضریب همبستگی پیرسون

همبستگی بین متغییرهای تحقیق		A)عامل کارکنان در نت	B) عامل فنآوری در نت	C)عامل استراتژی در نت	D)عامل کیفیت در نت	E) عامل محیط کار در نت
A) عامل کارکنان در نت	ضریب همبستگی	۱	۰/۶۹۱	۰/۶۶۴	۰/۷۹۱	۰/۷۶۳
	SIG	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
B) عامل فنآوری در نت	ضریب همبستگی	۰/۶۹۱	۱	۰/۷۵۸	۱	۰/۶۰۷
	SIG	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
C) عامل استراتژی در نت	ضریب همبستگی	۰/۶۶۴	۰/۷۵۸	۱	۰/۶۵۸	۰/۷۴۲
	SIG	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
D) عامل کیفیت در نت	ضریب همبستگی	۰/۷۹۱	۱	۰/۶۵۸	۱	۰/۷۰۷
	SIG	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
E) عامل محیط کار در نت	ضریب همبستگی	۰/۷۶۳	۰/۶۰۷	۰/۷۴۲	۰/۷۰۷	۱
	SIG	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰

با توجه به نتایج جدول شماره (۶) که علامت ضریب همبستگی، شیب خط رگرسیون است، و بر اساس نظرات مدیران و کارشناسان صنعت نساجی و پوشاک و خبرگان آکادمیک،ضریب همبستگی متغیر های اصلی تحقیق به شرح زیر است؛

رابطه بین " عامل استراتژی در نت " بر "عامل کارکنان در نت" مثبت و معنی دار است، زیرا ضریب همبستگی بین آن‌ها برابر با ۰/۶۶۴ محاسبه شده است. از طرفی، "عامل استراتژی در نت" بر "عامل محیط کار در نت "تأثیر بسیار مثبت و مستقیمی دارد، زیرا ضریب همبستگی بین آن‌ها برابر با ۰/۷۴۲ محاسبه شده است. "عامل استراتژی در نت" بر "عامل کیفیت در نت "تأثیر مثبت و مستقیمی دارد زیرا ضریب همبستگی بین آن‌ها برابر با ۰/۶۵۸محاسبه شده است. ضریب همبستگی بین عامل استراتژی در نت بر عامل فن‌آوری در نت برابر با۰/۷۵۸ ؛ محاسبه شده است. رابطه بین عامل محیط کار در نت و عامل کارکنان در نت بسیار مثبت و بسیار معنی دار است، زیرا ضریب همبستگی بین آن‌ها برابر با ۰/۷۶۳ محاسبه شده است،

رابطه عامل محیط کار در نت بر عامل کیفیت در نت تأثیر مثبت و مستقیمی دارد زیرا ضریب همبستگی بین آن‌ها برابر با ۰/۷۰۷ محاسبه شده است. همچنین ضریب همبستگی بین عامل محیط کار در نت بر عامل فن‌آوری در نت برابر با ۰/۶۰۷ محاسبه شده است. رابطه بین عامل فن‌آوری در نت بر عامل کارکنان در نت مثبت و بسیار معنی دار است، زیرا ضریب همبستگی بین آن‌ها برابر با۰/۶۹۱ محاسبه شده است، عامل فن‌آوری در نت بر عامل کیفیت در نت تأثیر کاملا مثبت و مستقیمی دارد زیرا ضریب همبستگی بین آن‌ها برابر با یک محاسبه شده است که بیانگر رابطه بسیار بالا بین شاخص‌ها و متغیرهای تحقیق است. بنابراین با بررسی ارتباط بین متغیرهای تحقیق، می‌توان نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه، را به صورت جامع‌تری بررسی و تحلیل نمود؛ به‌منظور تخمین روابط بین متغیرها جهت بررسی و طراحی مدل پویای هوشمند نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه، از آنجایی که علامت ضریب همبستگی، شیب خط رگرسیون است، یکی از مفروضاتی که در رگرسیون بین متغیرهای تحقیق مدنظر قرار می‌گیرد، استقلال خطاها و نبود همبستگی میان آن‌ها است.

جدول شماره (۷) اطلاعات مربوط به مدل رگرسیونی تحقیق

مدل	R	مجذور R	مجذور R تعدیل (اصلاح شده)	انحراف معیار تخمین مدل	تغییرات مجذورR	Sig	آماره دوربین –واتسون
۱	۰/۹۴۱a	۰/۸۳۶	۰/۸۳۰	۰/۳۱۲۹۶	۰/۸۳۶	۰/۰۰۰	
۲	۰/۹۹۷b	۰/۹۵۵	۰/۹۵۲	۰/۱۶۶۳۸	۰/۱۱۹	۰/۰۰۰	
۳	۰/۹۹۷۲c	۰/۹۳۳	۰/۹۹۳	۰/۶۵۲۰	۰/۰۳۸	۰/۰۰۰	
۴	۱/۰۰۰d	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰	۰/۴۳۸

جدول شماره (۷)، مقادیر R و R2 را نشان می‌دهد. مقدار R، به شدت همبستگی بین متغیرهای نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه، اشاره دارد. مقدار R2 نشان می‌دهد که چه مقدار از متغیر وابسته، می‌تواند توسط متغیرهای مستقل، تبیین شود. در قسمت، متغیرهای مستقل مربوط به ۵ متغیر مکنون تحقیق، می‌تواند بالای ۹۰ درصد از تغییرات متغیر وابسته در تحقیق، بررسی و طراحی مدل پویای هوشمند نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه را تبیین کنند؛ از طرفی دیگر، سطح معناداری مدل رگرسیونی متغیرهای تحقیق نیز برای تمامی ۴ استپ محاسبات رگرسیونی برابر با صفر محاسبه شده است که نشان‌دهنده سطح اطمینان بالای مدل رگرسیونی متغیرهای تحقیق (سطح اطمینان۱۰۰ درصد) جهت بررسی و طراحی مدل پویای هوشمند نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه است.

۳- نتایج و بحث

پس از برگزاری دو وبینار برای مدیران و متخصصان مرتبط با نت ۲۴۰واحد صنعتی نساجی و تعیین متغییرهای تاثیر گذار بر نت هوشمند پیش گیرانه و همچنین پس از اجرای مدل در کارخانجات نساجی بروجرد به عنوان محل اجرای طرح مشاهده گردید که وضعیت نت در وضعیت بسیار بهتری نسبت به قبل از اجرای تحقیق بوده و متغییرهای تاثیر گذار در قالب زیر کلاس بندی شدند.
عامل کارکنان در نت در کلاس A :A1عملکرداستراتژیک کارکنان در دامنه پیشگیرانه (رشته سازمانی) با هدف حداکثر سازی در دسترس بودن تجهیزات، A2 عملکرد استراتژیک کارکنان دردامنه واکنشی (پاسخ به وقایع) باهدف رفع عیب پس از خرابی تجهیزات، A3 عملکرد استراتژیک کارکنان دردامنه واکنشی (پاسخ به وقایع) با هدف رفع عیب پس از خرابی تجهیزات عامل فن‌آوری در نت در کلاس B1:Bارتقای عملکرد فناوری عملیات تولید بر اساس سنسورهای تجهیزات جهت سنجش میزان اثر بخشی نگهداری و تعمیرات، B2ارتقای عملکرد فناوری عملیات تولید براساس سابقه نگهداری و تعمیرات جهت تشخیص موارد غیر عادی و ریسک، B3 ارتقای عملکرد فناوری عملیات تولید براساس سوابق بازرسی های فنی جهت تشخیص عیوب پیشرفته در مدیریت زنجیره تامین.
عامل استراتژی در نت در کلاسC1:C:عملیات استراتژیک مدیریت قطعات کم مصرف (غیر فعال)و پر مصرف (فعال) در انبارهای انتخاب شده، C2 مسیر استراتژیک استراتژی بهینه سازی نقطه سفارش و میزان سفارش در اقلام پر مصرف بر حسب احتمال خرابی، C3 بهبود مستمر و استراتژیک بهینه سازی میزان موجودی اطمینان در اقلام کم مصرف (غبرفعال یا راکد)بر حسب احتمال خرابی.
عامل کیفیت در نت در کلاسD1:D1 سیاست های کیفیت براساس شاخص متوسط زمان شکست، D2 سیاستهای کیفیت بر اساس شاخص متوسط زمان تعمییر.
عامل محیط کار در نت در کلاس E: E1بهبود در محیط کار عملیات تولید از طریق هوشمند سازی تصمیم گیری در نت پیش گیرانه، E2 نوآوری در محیط کار عملیات تولید از طریق به کارگیری دانش ایجاد شده در نت پیش گیرانه.
با بررسی ارتباط بین متغیرهای تحقیق، می‌توان نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه، را به صورت جامع‌تر بررسی و تحلیل نمودکه هدف آن طراحی مدل هوشمند سازی نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه در صنعت نساجی و پوشاک به کمک تجزیه و تحلیل های آماری می باشد از این رو با کلاس بندی عوامل موثر در نگهداری و تعمیرات پیش گیرانه در وضعیت ایده آل (پس از انجام تحقیق) نسبت به وضعیت عملکردی(قبل از انجام تحقیق) در تعامل با تولید را نشان می دهد. در نتیجه جهت تعیین واحدهای خدماتی برتر، با نسبت‌های بهینه از امکان بهبود نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه، پس از انجام تحقیق به ترتیب: عامل استراتژی در نت با امکان تعیین ۳۴ درصد، عامل فن‌آوری در نت با امکان تعیین ۳۰ درصد، عامل محیط کار در نت با امکان تعیین ۱۶

درصد، عامل کارکنان نگهداری و تعمیرات۱۰ درصد، عامل کیفیت در نت ۸ درصد، و در نهایت عامل سوابق در نت با امکان تعیین ۲درصد بهبود نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه در تعامل با تولید تعیین شدند.

٤-منابع

1. Alrabghi, A., Tiwari, A., & Savill, M. (2017). Simulation-based optimisation of maintenance systems: Industrial case studies. *Journal of Manufacturing Systems*, *44*, 191-206.
2. Alrabghi, A., & Tiwari, A. (2016). A novel approach for modelling complex maintenance systems using discrete event simulation. *Reliability Engineering & System Safety*, *154*, 160-170.
3. Alrabghi, A., & Tiwari, A. (2015). State of the art in simulation-based optimisation for maintenance systems. *Computers & Industrial Engineering*, *82*, 167-182.
4. Alsyouf, I. (2009). Maintenance practices in Swedish industries: Survey results. *International Journal of Production Economics*, *121*(1), 212-223.
5. Bashiri, M., Badri, H., & Hejazi, T. H. (2011). Selecting optimum maintenance strategy by fuzzy interactive linear assignment method. *Applied mathematical modelling*, *35*(1), 152-164.
6. Ulaganathan, J., & Sadyojatha, K. M. (2021). A Review On Maintenance Techniques For Industrial Equipment And Its Machine Learning Algorithms. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology (IJARET)*, *12*(4), 183-194.
7. Campbell, J. D., Reyes-Picknell, J. V., & Kim, H. S. (2015). *Uptime: Strategies for excellence in maintenance management*. CRC Press.
8. Cappanera, P., Manfrida, G., Nicoletti, A., Pacini, L., Romagnoli, S., & Rossi, R. (2019, December). Digital model of a gas turbine performance prediction and preventive maintenance. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2191, No. 1, p. 020033). AIP Publishing LLC.
9. Garcia, M. C., Sanz-Bobi, M. A., & Del Pico, J. (2006). SIMAP: Intelligent System for Predictive Maintenance: Application to the health condition monitoring of a windturbine gearbox. *Computers in industry*, *57*(6), 552-568.
10. Conrads, A., Scheffer, M., Mattern, H., König, M., & Thewes, M. (2017). Assessing maintenance strategies for cutting tool replacements in mechanized tunneling using process simulation. *Journal of Simulation*, *11*(1), 51-61.
11. Nezami, F. G., & Yildirim, M. B. (2013). A sustainability approach for selecting maintenance strategy. *International Journal of Sustainable Engineering*, *6*(4), 332-343.
12. García, F. J. Á., & Salgado, D. R. (2022). Analysis of the Influence of Component Type and Operating Condition on the Selection of Preventive Maintenance Strategy in Multistage Industrial Machines: A Case Study. *Machines*, *10*(5), 385.
13. Gharoun, H., Hamid, M., & Torabi, S. A. (2021). An integrated approach to joint production planning and reliability-based multi-level preventive maintenance scheduling optimisation for a deteriorating system considering due-date satisfaction. *International Journal of Systems Science: Operations & Logistics*, 1-23.
14. Hax, A. C., & Majluf, N. S. (1996). *The strategy concept and process: a pragmatic approach* (Vol. 2, pp. 360-375). Upper Saddle River, NJ: Prentice hall.
15. Ierace, S., & Cavalieri, S. (2013). An analytic hierarchy process based model for the selection of decision categories in maintenance systems. *Management and Production Engineering Review*, *4*.

16. Kang, K., & Subramaniam, V. (2018). Integrated control policy of production and preventive maintenance for a deteriorating manufacturing system. *Computers & Industrial Engineering*, *118*, 266-277.
17. Wang, K. H., Wu, C. H., & Yen, T. C. (2022). Comparative cost-benefit analysis of four retrial systems with preventive maintenance and unreliable service station. *Reliability Engineering & System Safety*, *221*, 108342.
18. Laks, P., & Verhagen, W. J. (2018). Identification of optimal preventive maintenance decisions for composite components. *Transportation Research Procedia*, *29*, 202-212.
19. Lapa, C. M., Pereira, C. M., & e Melo, P. F. F. (2003). Surveillance test policy optimization through genetic algorithms using non-periodic intervention frequencies and considering seasonal constraints. *Reliability Engineering & System Safety*, *81*(1), 103-109.
20. Linnéusson, G., Ng, A. H., & Aslam, T. (2018). Relating strategic time horizons and proactiveness in equipment maintenance: a simulation-based optimization study. *Procedia CIRP*, *72*, 1293-1298.
21. Mishra, S., Vanli, O. A., Kakareko, G., & Jung, S. (2019). Preventive maintenance of wood-framed buildings for hurricane preparedness. *Structural safety*, *76*, 28-39.
22. Ozcan, S., & Simsir, F. (2019). A new model based on Artificial Bee Colony algorithm for preventive maintenance with replacement scheduling in continuous production lines. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, *22*(6), 1175-1186.
23. Seiti, H., Hafezalkotob, A., Najafi, S. E., & Khalaj, M. (2019). Developing a novel risk-based MCDM approach based on D numbers and fuzzy information axiom and its applications in preventive maintenance planning. *Applied Soft Computing*, *82*, 105559.
24. Shaker, F., Shahin, A., & Jahanyan, S. (2019). Developing a two-phase QFD for improving FMEA: an integrative approach. *International journal of quality & reliability management*.
25. Shi, H., & Zeng, J. (2016). Real-time prediction of remaining useful life and preventive opportunistic maintenance strategy for multi-component systems considering stochastic dependence. *Computers & Industrial Engineering*, *93*, 192-204.
26. Patil, S. S., Bewoor, A. K., Kumar, R., Ahmadi, M. H., Sharifpur, M., & PraveenKumar, S. (2022). Development of Optimized Maintenance Program for a Steam Boiler System Using Reliability-Centered Maintenance Approach. *Sustainability*, *14*(16), 10073.
27. Tsai, Y. T., Wang, K. S., & Teng, H. Y. (2001). Optimizing preventive maintenance for mechanical components using genetic algorithms. *Reliability engineering & system safety*, *74*(1), 89-97.
28. Woodhouse, J. (2001). Combining the best bits of RCM, RBI, TPM, TQM, Six-Sigma and other 'solutions'. *The Woodhouse Partnership Ltd*.
29. Xie, H., Shi, L., & Xu, H. (2013). Transformer Maintenance Policies Selection Based on an Improved Fuzzy Analytic Hierarchy Process. *J. Comput.*, *8*(5), 1343-1350.

Designing an Intelligent Model of Preventive Maintenance and Repairs in the Textile and Clothing Industry Using Statistical Analysis (Case Study: Borujerd Textile Factories)

Seyyed Shahram Fatemi
PhD Candidate, Department of industrial engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran,Iran
Mehrdad Javadi (Correpsondinh Author)
Associate Professor, Department of industrial engineering, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
Email: mjavadi@azad.ac.ir
Amir Azizi
Asistant Professor, Department of industrial engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran,Iran
Esmaeil Najafi
Asistant Professor, Department of industrial engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran,Iran

Abstract
In this study, the identification of the most important influencing factors for intelligent preventive maintenance and repair in the textile industry in interaction with manufacturing was performed using Spss 25 software. The research data set is based on the 2000 sample data and reports from the Director General of Textile Industry under the Ministry of Industry, Mine and Trade and the factories in the textile industry of Borujerd where the project was implemented on a semiannual basis as of 2015 to 2020. This survey is significant in that it collects information in cooperation with specialists in the maintenance industry and the textile industry (information was collected from 240 establishments of 630 textile factories nationwide). The study sample size included professors, managers, and professionals from the textile industry. A comparison of the pre-test questionnaire (functional status) and the post-test questionnaire (ideal status) and statistical analysis calculations yielded the following results. The relationships between the study variables and the most important preventive maintenance and improvement factors in interaction with production in the textile industry have been classified as follows: strategy factor with the possibility of determining 34%, technology factor 30%, work environment factor 16%, staff factor 10%, the quality factor was identified by 10%.

Keywords: Borujerd textile factories, Preventive maintenance and repairs, Intelligent model, Statistical Analysis.