

شناسایی و تحلیل عوامل کلیدی موفقیت در هوشمند سازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات، مطالعه

موردی: شرکت گاز استان خوزستان

مهرداد نیکبخت^{*}، حمید رضا موسی خانی^۱، مریم شریفیان پور^۱

^۱گروه مهندسی صنایع، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

^{*}ایمیل نویسنده مسئول: mnikbakht@iau.ac.ir

چکیده

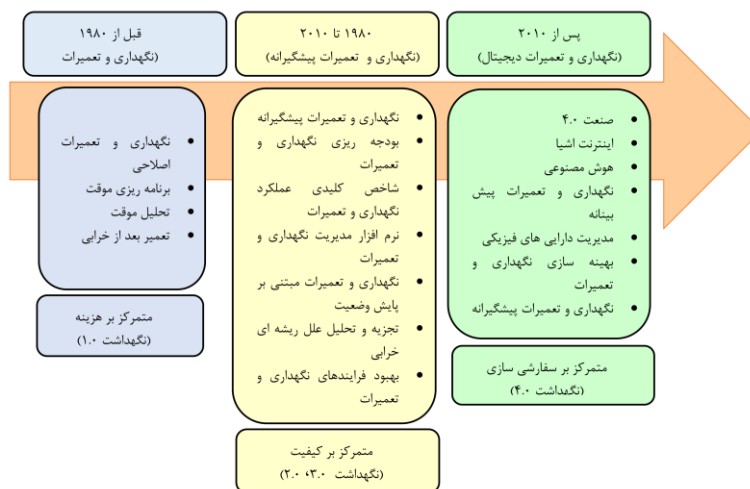
استفاده از فناوری‌های تحول دیجیتال در هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات به دلیل نبود رویکرد ساختاریافته و عدم توجه به عوامل تاثیرگذار در اجرای موفق این فناوری‌ها، سازمان‌ها را با چالش مواجه نموده است. هدف اصلی پژوهش حاضر شناسایی و بررسی عوامل کلیدی موفقیت، در هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات شرکت گاز استان خوزستان با استفاده از روش تجزیه و تحلیل مدل‌سازی ساختاری تفسیری و طراحی روابط درونی بین عوامل می‌باشد. این پژوهش با روش‌شناسی کیفی و ترکیبی (اکتشافی) و از طریق مطالعه ادبیات تحقیق در مرحله اولیه، ۲۷ عامل کلیدی موفقیت را شناسایی و با استفاده از تکنیک لاوشه و مدل‌سازی ساختاری تفسیری و همچنین بهره‌گیری از نظرات خبرگان، ۱۵ عامل کلیدی موفقیت در هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات در این شرکت نهایی و توسط تحلیل میک مک، روابط درونی بین عوامل مربوطه مشخص گردید. براساس یافته‌های تحقیق عوامل در شش سطح قرار گرفته و عوامل مستندسازی فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات، توسعه سازمانی، توسعه نیروی کار ماهر و توانمند، منابع مورد نیاز برای دیجیتالی شدن، رعایت مقررات و قوانین، فرهنگ سازمانی، توسعه استراتژی نگهداری و تعمیرات، آگاهی کارکنان از اهداف و استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات، تغییر در شیوه‌های کاری و فرایندها، حریم خصوصی داده‌ها و امنیت داده‌ها به دلیل قدرت نفوذ و وابستگی بالا دارای تاثیرگذاری و تاثیرپذیری بسیار بالایی هستند که باید مورد توجه قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی

مدیریت نگهداری و تعمیرات، نگهداری و تعمیرات هوشمند، صنعت ۴.۰، مدل‌سازی ساختاری تفسیری، شرکت گاز استان خوزستان.

۱. مقدمه

در سال‌های اخیر، به دلیل پیشرفت فناوری، ماشین‌ها به طور فزاینده‌ای پیچیده‌تر و در زمینه قابلیت اطمینان و در دسترس بودن اهمیت بیشتری پیدا کرده‌اند، به طوری که نگهداری و تعمیرات باید نقش کلیدی را برای کاهش ریسک و حداقل کردن عواقب توقف‌ها و اختلالات غیرمنتظره در تحول دیجیتال ایفا کند [۴]. تحول فناوری دیجیتال به سازمان‌ها کمک می‌کند تا با ادغام فناوری‌های نوین عملکرد خود را ارتقا داده و با محیط‌های پویا سازگار شوند [۱]. صنایع تحت تاثیر تحول فناوری دیجیتال قرار گرفته‌اند و مدیریت نگهداری و تعمیرات به عنوان یک فرایند کلیدی در صنایع می‌تواند از فرصت‌های ایجاد شده توسط هوشمندسازی استفاده نمایند. با توجه به افزایش استفاده از فناوری‌های دیجیتال و کم شدن هزینه‌های به کارگیری آن، سازمان‌ها در حال تجربه یک تحول اساسی هستند [۵]. این تحول از مجموعه‌ای از راه‌حل‌های فناوری پیشرفته بهره می‌برد، مانند اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، تحلیل داده‌های کلان و رایانش ابری که شیوه‌های نگهداری و تعمیرات سنتی را متحول می‌کنند. دستگاه‌ها و حسگرهای اینترنت اشیا داده‌های زمان واقعی را از تجهیزات جمع‌آوری می‌کنند و به سازمان‌ها این امکان را می‌دهند که وضعیت دارایی‌های خود را به طور مداوم زیر نظر داشته باشند. این حجم زیاد داده، هنگامی که با الگوریتم‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین ترکیب شود، امکان نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه را فراهم می‌آورد که در آن می‌توان مشکلات بالقوه تجهیزات را شناسایی و قبل از وقوع آن‌ها برطرف کرد، که این امر منجر به کاهش زمان خاموشی و حداقل کردن اختلال در عملیات می‌شود [۶]. یک حوزه بحرانی که به دلیل فناوری دیجیتال رشد و توسعه قابل توجهی را تجربه کرده است، مدیریت نگهداری و تعمیرات است. با گذشت زمان، نگهداری و تعمیرات از حالت واکنشی (نگهداشت ۱۰۰)، به پیشگیرانه (نگهداشت ۲۰۰) و سپس به نگهداری و تعمیرات مبتنی بر شرایط (نگهداشت ۳۰۰) تکامل یافته و به رویکردهای پیش‌بینی و تجویزی کنونی که معمولاً به عنوان نگهداری و تعمیرات الکترونیکی یا نگهداری و تعمیرات دیجیتال (نگهداشت ۴۰۰) شناخته می‌شود، رسیده است [۷]. شکل ۱ سیر زمانی نگهداری و تعمیرات به سمت هوشمندسازی نشان می‌دهد.



شکل ۱. سیر زمانی نگهداری و تعمیرات به سمت هوشمندسازی [۷، ۸]

الگوی نگهداری و تعمیرات به سمت نگهداری و تعمیرات پیشگویانه تغییر یافته است. صنایع به طور سنتی از روش‌های نگهداری و تعمیرات اضطراری استفاده می‌کردند، که در آن تعمیرات پس از بروز خرابی انجام می‌شود. همچنین در نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه، تعمیرات به صورت منظم و بدون توجه به وضعیت واقعی تجهیزات برنامه‌ریزی می‌گردد. این روش‌های واکنشی منجر به زمان‌های توقف غیرمنتظره و

هزینه‌های تعمیرات بالا می‌شوند، در حالی که نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه نیز ممکن است باعث هدررفت منابع گردد[۹]. ظهور فناوری‌های دیجیتال راه را برای استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات پیشرفته‌تری مانند نگهداری و تعمیرات پیشگویانه و نگهداری و تعمیرات تجویزی هموار کرده است که به داده‌های زمان واقعی و تحلیل‌های پیشرفته متکی هستند تا شکست‌های تجهیزات را پیش‌بینی کرده و مداخلات و فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات را بهینه کنند. اجرای موفق نگهداری و تعمیرات دیجیتال می‌تواند با حداقل کردن زمان قطعی، افزایش عمر دارایی‌ها و بهبود کارایی کلی عملیات، مدیریت نگهداری و تعمیرات را متحول کند[۱۰]. با این حال، پیاده‌سازی نگهداری و تعمیرات دیجیتال بدون چالش نیست[۱۱] و سازمان‌های صنعتی در هنگام پیاده‌سازی راه‌حل‌های دیجیتال خود با چالش‌های متعددی روبرو هستند[۱۲]. این عوامل شامل آمادگی فناوری، فرهنگ سازمانی، مدیریت تغییر، مدیریت داده‌ها و توسعه مهارت‌ها می‌باشد[۱۳]. فرهنگ ساختار سازمانی نقش کلیدی در موفقیت تحول دیجیتال دارند. موانعی مانند بوروکراسی، سلسله مراتب سازمانی و عدم همکاری دانشی می‌توانند تحول را مختل کنند، در حالی که ارزش‌هایی مانند انعطاف‌پذیری، ریسک‌پذیری و کار تیمی آن را تسهیل می‌کند[۱۴]. با توجه به این پیچیدگی‌ها، ضروری است که سازمان‌ها رویکردی جامع برای فناوری دیجیتال اتخاذ کنند و نه تنها عوامل فناوری، بلکه جنبه‌های سازمانی، فرهنگی و انسانی را که نقش مهمی در تعیین اثربخشی استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات و موفقیت تحول دارند، در نظر بگیرند[۱۴]. انتقال از روش‌های سنتی نگهداری و تعمیرات به استراتژی‌های مبتنی بر دیجیتال نیازمند سرمایه‌گذاری‌های قابل توجه در زمینه فناوری، زیرساخت و منابع انسانی است. علاوه بر این، سازمان‌ها باید در یک محیط پیچیده با عوامل تسهیل‌کننده و موانع مختلف حرکت کنند که این عوامل می‌توانند تأثیر زیادی بر موفقیت یا شکست ابتکارات نگهداری و تعمیرات دیجیتال داشته باشند[۱۵]. با توجه به نیاز به یک رویکرد نظام‌مند برای هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات، هدف این پژوهش شناسایی و ارزیابی عوامل کلیدی موفقیت در هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات در شرکت گاز استان خوزستان و مشخص نمودن روابط درونی بین عوامل مربوطه برای اجرای موفقیت‌آمیز آن است. مقاله حاضر به شرح زیر سازماندهی شده است: بخش دوم، به بررسی مبانی و چارچوب نظری هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات می‌پردازد و عوامل کلیدی موفقیت این فرآیند را شناسایی و تحلیل می‌کند. در بخش سوم، روش و چارچوب پیشنهادی پژوهش و تجزیه و تحلیل آن تشریح و توضیح داده می‌شود و در نهایت در بخش چهارم، نتیجه‌گیری و پیشنهادات برای تحقیقات آینده ارائه شده است.

۲. مبانی و چارچوب نظری پژوهش

۲.۱. هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات

پیشرفت‌های جدید در فناوری دیجیتال در حال ایجاد تغییرات اساسی در صنعت شده و مدیریت نگهداری و تعمیرات به عنوان یکی از حوزه‌های کلیدی این تحول شناخته می‌شود که می‌تواند از فرصت‌های ناشی از هوشمندسازی بهره‌برداری کند[۱۶]. نگهداری و تعمیرات فناوری دیجیتال به کاربرد فناوری‌های دیجیتال برای بهینه‌سازی و ارتقای شیوه‌های نگهداری و تعمیرات اشاره دارد که در نهایت منجر به عملیات کارآمدتر و قابل اعتمادتر می‌شود[۱۴]. تحلیل داده‌های کلان نقش حیاتی در نگهداری دیجیتال ایفا می‌کند و دیدگاه‌های ارزشمندی را در مورد عملکرد تجهیزات و روندهای نگهداری و تعمیرات ارائه می‌دهد. این دیدگاه‌ها می‌توانند به سازمان‌ها کمک کنند تا استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات خود را بهینه، منابع را اولویت‌بندی و نقاط بالقوه برای بهبود را شناسایی نمایند[۱۷]. از سوی دیگر رایانش ابری، امکان ذخیره‌سازی و پردازش حجم عظیمی از داده‌ها را فراهم می‌کند و اطمینان می‌دهد که سازمان‌ها می‌توانند به سرعت و به طور کارآمد به این اطلاعات دسترسی پیدا کرده و آن‌ها را تحلیل کنند[۱۸]. برای درک عمیق‌تر از زمینه و اهمیت نگهداری و تعمیرات دیجیتال، بررسی تأثیر فناوری دیجیتال بر شیوه‌های نگهداری و تعمیرات ضروری است[۱۹]. بسیاری از عملیات نگهداری و تعمیرات هنوز به صورت دستی انجام می‌شوند، که این موضوع یکی از بزرگ‌ترین چالش‌ها برای هوشمندسازی در صنعت است. بنابراین، هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات می‌تواند با ساده‌سازی عملیات و کاهش زمان تشخیص و تعمیر، بار کاری متخصصان را کاهش دهد[۲۰]. اگر چه در حال حاضر

فرایند نگهداری و تعمیرات بیشتر بر اساس برنامه زمانبندی انجام می شود، ولیکن استفاده از داده ها برای برنامه ریزی و بهینه سازی فرایند مذکور دشوار است. با این حال، بهره برداری مؤثر از این داده ها برای برنامه ریزی یا بهینه سازی هنوز یک چالش می باشد، زیرا شناسایی فناوری های دیجیتال مناسب برای برنامه ریزی نگهداری دشوار است [۲۱]. علاوه بر این، طراحی استراتژی های مؤثر برای بهبود برنامه های نگهداری و تعمیرات از طریق تحلیل داده ها یک فرایند پیچیده به شمار می آید و نیازمند یک رویکرد جدید با استفاده از روش ها و ابزارهای دیجیتال می باشد تا همکاری بین ذینفعان مختلف در حوزه نگهداری و تعمیرات را تسهیل کند [۱۰]. ترتن و همکاران در مطالعه ای به بررسی مزایا و مشکلات فرایند هوشمندسازی نگهداری راه آهن از دیدگاه آگاهی موقعیتی پرداخته و به این نتیجه رسیدند که، اگرچه هوشمندسازی باید به بهبود آگاهی موقعیتی کمک کند، اما ممکن است چالش ها و موانعی وجود داشته باشد که باعث کاهش یا اختلال در این آگاهی شوند. این موضوع می تواند شامل عوامل انسانی، فنی یا محیطی باشد که موجب می شوند افراد نتوانند به طور مؤثر از اطلاعات دیجیتال برای تصمیم گیری های خود استفاده کنند [۲۲]. سینگ و همکاران تأثیر تکنیک های مدیریت نگهداری و تعمیرات را بر عملکرد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی مورد بررسی قرار دادند. هدف آن ها دستیابی به پایداری از طریق توسعه یک مدل نظری مدیریت نگهداری و تعمیرات برای یک نیروگاه آبی پایدار بود [۲۳]. ترنر و همکاران نیز شیوه نگهداری و تعمیرات دیجیتال را برای تولید اقتصاد چرخشی پایدار قطعات خودرو معرفی کردند و دریافتند که این شیوه می تواند به عنوان مبنایی برای استراتژی های نگهداری و تعمیرات دیجیتال در چارچوب اقتصاد چرخشی و فناوری صنعت ۴.۰ عمل کند [۲۴]. با توجه به این پیچیدگی ها، ضروری است که سازمان ها رویکردی جامع به فناوری دیجیتال اتخاذ کنند و نه تنها عوامل فناوری، بلکه جنبه های سازمانی، فرهنگی و انسانی را که نقش مهمی در تعیین اثربخشی استراتژی های نگهداری و تعمیرات و موفقیت تحول دارند را در نظر بگیرند [۱۴]. سایچی و همکاران یک تحلیل جامع انجام داده و عوامل کلیدی تسهیل کننده و موانع تأثیرگذار بر پیاده سازی نگهداری و تعمیرات فناوری دیجیتال در محیط های صنعتی را شناسایی کردند [۱۳]. در کار بعدی، سایچی و همکاران از یک رویکرد ترکیبی دلفی واکنشی برای اعتبارسنجی و رتبه بندی فهرست این عوامل کلیدی موفقیت استفاده کردند. نتایج این دو کار بینش های ارزشمندی را در زمینه ملاحظات کلیدی هنگام انجام ابتکارات نگهداری و تعمیرات فناوری دیجیتال ارائه دادند و پایه ای قوی برای کاوش و توسعه بیشتر فراهم نمودند [۲۵]. نیکبخت و ادب آوازه، دوازده معیارهای مؤثر در ارزیابی عملکرد سیستم نگهداری و تعمیرات را در صنعت نفت و گاز مورد مطالعه قرار دادند و پس از رتبه بندی آنها، معیارهای استراتژی اطلاعات تجهیزات، تصمیم سازی سرمایه گذاری، فرایند اکتساب و ساختار و فرهنگ سازمانی بالاترین رتبه را داشتند [۳]. یکی از اهداف هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات، یافتن راه هایی برای کاهش نگهداری و تعمیرات اصلاحی و کار کردن بیشتر با نگهداری و تعمیرات مبتنی بر شرایط است، زیرا این کار صرفه جویی در زمان و هزینه را برای شرکت ها در بر دارد [۲۶]. تحقیقات نشان می دهد که در شرکت های کوچک و متوسط، شکاف دانش تکنولوژیکی وجود دارد. این شرکت ها اطلاعات کمی در مورد چگونگی استفاده از پتانسیل فناوری های تحول دیجیتال دارند و از مزایای بالقوه راه حل های موجود آگاهی ندارند [۲۷]. محدودیت های مالی باعث می شود که دسترسی به مشاوران خارجی محدود باشد [۲۸]، که این موضوع کمبود متخصصان فناوری اطلاعات را تشدید می کند و مانع از استخراج ارزش بیشتر از ابزارهای پیچیده تر مانند یادگیری ماشین و داده های بزرگ می شود [۲۹]. حتی در مراحل ابتدایی هوشمندسازی، این شرکت ها در توسعه تخصص در این زمینه عقب مانده اند [۳۰].

۲.۲. عوامل کلیدی هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات

تحول دیجیتال در صنایع تأثیر قابل توجهی بر فرایند مدیریت نگهداری و تعمیرات داشته است و شناسایی قابلیت های سازمانی و همچنین نحوه ارزیابی سازمان ها، برای آغاز انتقال به سمت هوشمندسازی در فرایندهای نگهداری و تعمیرات اهمیت دارد. لامدسنی و اوکار، عوامل بحرانی مهمی را برای تحول دیجیتال موفق در مدیریت نگهداری شناسایی کردند که تحت پنج مفهوم اصلی شامل مدیریت فناوری اطلاعات و ارتباطات، منابع مورد نیاز برای هوشمندسازی، توسعه سازمانی، سیستم نگهداری و تعمیرات مؤثر و کارآمد و توسعه فرهنگ سازمانی

دسته‌بندی نموده اند [۳۱]. علاوه بر این، یوهانسون و همکاران، نیز برخی ویژگی‌های دیگر مانند توسعه فناوری هوشمند، رشد سازمانی، تغییر در شیوه‌های کاری، رعایت مقررات و قوانین و حریم خصوصی و امنیت داده‌ها را تحلیل کردند که در پذیرش موفق نگهداری و تعمیرات دیجیتال مفید هستند [۳۲]. سینگ و گوپتا، چهارده عامل مدیریت نگهداری را از طریق مطالعه ادبیات موضوعی، مصاحبه با متخصصان و کارشناسان حوزه نگهداری و تعمیرات بررسی کردند [۳۳]. همچنین الرفاعی اشاره دارد که فناوری‌های صنعت ۴.۰ با ارائه امکاناتی مانند هوش مصنوعی و شبکه‌سازی، به بهبود مدیریت نگهداری و تعمیرات کمک می‌نماید. این فناوری‌ها باعث کاهش زمان خرابی و بهینه‌سازی برنامه‌ریزی می‌شوند [۳۴]. گروس و همکاران، در خصوص هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات در شرکت‌های کوچک و متوسط عوامل را در دو سطح عوامل فناورانه و سازمانی بررسی نموده است که این عوامل به شرکت‌ها کمک می‌کنند تا با استفاده از فناوری‌های دیجیتال، سیستم نگهداری و تعمیرات خود را بهبود بخشند و عملکرد بهتری داشته باشند [۳۵]. بوکرانتز و همکاران نیز مدل جدیدی را با هدف دستیابی به نگهداری و تعمیرات هوشمند مبتنی بر چهار معیار اصلی، منابع انسانی، یکپارچه‌سازی داخلی، یکپارچه‌سازی خارجی، و تصمیم‌گیری مبتنی بر داده کاوی توسعه دادند [۳۶]. در پژوهش دیگر، گومس و همکاران مهمترین معیارهای عملکرد نگهداری و تعمیرات از دیدگاه مدیران صنعتی را مورد بررسی قرار دادند و معیارهای، قابلیت اطمینان و برنامه‌های پیشگیرانه، سیستم پاسخگویی خدمات، اثربخشی و کیفیت، خرابی و ایمنی، آگاهی از ایمنی و بهداشت، کارایی تیم نگهداری و تعمیرات، آگاهی کارکنان از اهداف و استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات، مدیریت بودجه، و منابع انسانی و توسعه سازمانی به‌عنوان معیارهای کلیدی در مدل پیشنهادی ارائه نمودند [۳۷]. در مطالعه‌ای دیگر، گاندهی و همکاران عوامل کلیدی موفقیت مدیریت نگهداری و تعمیرات را در مراکز تولید تنقلات غذایی اندونزی مورد بررسی قرار دادند که مهمترین معیارهای مدل پیشنهادی آنان، اجرای سیاست‌ها و توسعه سازمانی، آگاهی کارکنان از اهداف و استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات، هزینه‌های نگهداری و تعمیرات، بهبود عملکرد پایدار و مدیریت منابع انسانی بودند [۳۸]. باکری و همکاران به بررسی مشکلات مدیریت نگهداری و تعمیرات در شرکت‌های کوچک و متوسط در مالزی پرداختند و عوامل کلیدی، تعهد و حمایت مدیریت، منابع مورد نیاز برای دیجیتالی شدن، تعداد مناسب پرسنل نگهداری و تعمیرات، برنامه‌ریزی استراتژیک نگهداری و تعمیرات، ادغام ابزارها، تکنیک‌ها و فناوری، توسعه نیروی کار ماهر و توانمند، ثبت داده‌های نگهداری و تعمیرات، نظارت و ارزیابی مستمر برای بهبود نگهداری و تعمیرات تعیین نمودند [۳۹]. گندهاره و همکاران به بررسی نقش عوامل کلیدی موفقیت در شکل‌گیری ابعاد سازمانی در مدیریت نگهداری و تعمیرات پرداخته‌اند و عوامل مستندسازی فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات، زیرساخت فناوری اطلاعات مناسب، برون‌سپاری فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات را مشخص نمودند [۴۰]. سلطانعلی و همکاران عوامل کلیدی موفقیت در مدیریت نگهداری و تعمیرات تجهیزات صنایع کشاورزی را به سه دسته، مدیریت سازمانی، عوامل انسانی و جنبه‌های سازمانی تقسیم‌بندی نمودند و راهکارهایی برای بهبود سیستم‌های نگهداری و تعمیرات ارائه دادند [۴۱]. با توجه به بررسی صورت گرفته مشاهده می‌شود که تحول دیجیتال، مدیریت نگهداری و تعمیرات را با تغییرات اساسی مواجه کرده و موفقیت آن به ادغام عوامل فناوری، سازمانی، عملیاتی، انسانی، قانونی و مالی وابسته است. زیرساخت‌های دیجیتال مانند هوش مصنوعی و اینترنت اشیا موجب کاهش خرابی تجهیزات و بهینه‌سازی برنامه‌ریزی می‌شوند، در حالی که پذیرش تغییر، برنامه‌ریزی استراتژیک، آموزش کارکنان و یکپارچه‌سازی منابع انسانی از جنبه‌های سازمانی و انسانی حیاتی هستند. اهداف عملیاتی شامل افزایش قابلیت اطمینان تجهیزات و کاهش زمان خرابی است و رعایت استانداردهای قانونی از طریق فناوری‌های هوشمند، باعث ارتقای جایگاه سازمانی در ذهن ذینفعان و جامعه می‌شود. مدیریت دقیق هزینه‌ها و سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین نیز برای موفقیت در این حوزه ضروری است. در نهایت ادغام فناوری، انسان و فرایندها همراه با پایش مستمر عملکرد و انعطاف‌پذیری استراتژی‌ها تضمین‌کننده تطبیق با تغییرات آینده خواهد بود. در جدول ۱ معیارها و عوامل موفقیت برای هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات با توجه به بررسی صورت گرفته آورده شده است.

جدول ۱. عوامل کلیدی هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات

دیف	معیارها	عوامل کلیدی هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات	(JOHANSSON ET AL., 2019)	(SINGH ET AL., 2020)	(LAMDASNI ET AL., 2020)	(BOKRANTZ ET AL., 2020)	(GOMES ET AL., 2021)	(GANDHI ET AL., 2021)	(BAKRI ET AL., 2021)	(GANDHAR ET AL., 2022)	(SOLTANALI ET AL., 2023)	(GROOSS ET AL., 2024)	(ALREFAE ET AL., 2025)
۱	فناوری و زیرساخت دیجیتال	مدیریت فناوری اطلاعات و ارتباطات			✓			✓		✓		✓	
۲		فناوری‌های صنعت ۴.۰		✓					✓		✓		✓
۳		زیرساخت فناوری اطلاعات مناسب						✓		✓			
۴		توسعه فناوری‌های هوشمند	✓		✓	✓				✓		✓	
۵		ادغام ابزارها، تکنیک‌ها و فناوری‌ها								✓		✓	
۶		حریم خصوصی و امنیت داده‌ها	✓					✓			✓		
۷	سازمانی و مدیریتی	فرهنگ سازمانی	✓				✓	✓		✓	✓	✓	✓
۸		توسعه استراتژی نگهداری و تعمیرات			✓				✓	✓	✓		✓
۹		مستندسازی فعالیت‌های نت	✓			✓	✓	✓	✓		✓		✓
۱۰		توسعه سازمانی	✓		✓	✓		✓		✓		✓	
۱۱		بهبود عملکرد پایدار	✓			✓	✓	✓	✓		✓		✓
۱۲		آگاهی کارکنان از اهداف و استراتژی‌های نت			✓		✓			✓	✓		
۱۳		سیستم نت مؤثر و کارآمد	✓						✓	✓			✓
۱۴		یکپارچه‌سازی داخلی و خارجی			✓								
۱۵		کاهش زمان خرابی	✓				✓		✓				✓
۱۶	عملیاتی و عملکردی	بهینه‌سازی برنامه‌ریزی	✓			✓					✓		✓
۱۷		قابلیت اطمینان و برنامه‌های پیشگیرانه	✓	✓			✓		✓				
۱۸		سیستم پاسخگویی خدمات				✓	✓						
۱۹		اثربخشی و کیفیت	✓				✓			✓			
۲۰	انسانی و فرهنگی	توسعه نیروی کار ماهر و توانمند	✓			✓	✓	✓		✓			✓
۲۱		تغییر در شیوه‌های کاری و فرایندها	✓		✓				✓		✓		
۲۲		تعهد و حمایت مدیریت	✓			✓	✓	✓			✓	✓	✓
۲۳		رعایت مقررات و قوانین	✓				✓	✓				✓	
۲۴	قانونی و ایمنی	آگاهی از ایمنی و بهداشت	✓					✓		✓	✓		✓
۲۵		منابع مورد نیاز برای دیجیتالی شدن			✓	✓	✓	✓	✓	✓			
۲۶		هزینه‌های نگهداری و تعمیرات	✓					✓		✓		✓	
۲۷	اقتصادی	مدیریت بودجه	✓			✓			✓				

۳. روش پژوهش

این پژوهش از نظر هدف، یک مطالعه کاربردی و به دنبال طراحی روابط درونی بین عوامل موفقیت به منظور هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات شناسایی شده از بررسی ادبیات پیشینه تحقیق، در شرکت گاز استان خوزستان با بهره گیری از مدل سازی ساختاری تفسیری (ISM)^۱ است. و از نظر روش جمع آوری داده ها، یک تحقیق اکتشافی با رویکرد ترکیبی می باشد، چرا که هم الگوهای ذهنی را ترسیم و هم از مقادیر برای نمایش قدرت نفوذ-وابستگی ابعاد استفاده می کند. ابزار گردآوری اطلاعات مورد نیاز کتابخانه ای و میدانی است که مراتب از طریق پزل خبرگی و پرسشنامه مدل سازی ساختاری تفسیری می باشد. روش تجزیه و تحلیل در این رویکرد مدل سازی، روش استقرار مطلوب برای شناسایی و تحلیل روابط بین عوامل شناسایی شده است که با تجزیه عوامل در چند سطح مختلف به تحلیل ارتباط بین آن ها می پردازد. رویکرد مورد استفاده در این تحقیق برای انجام تحلیل های ساختاری تفسیری، از تحلیل میک مک می باشد. جامعه آماری این نوع مدل سازی شامل ۵۳ نفر از مدیران، روسا و مسئولین نگهداری و تعمیرات در شرکت گاز استان خوزستان می باشند که با تشکیل پزل خبرگی و با استفاده از گام های مدل سازی ساختاری تفسیری روابط بین عوامل و اولویت بندی آن ها تعیین و مدل نهایی ترسیم گردید.

۱.۳.۱. مدل سازی ساختاری تفسیری

روش مدل سازی ساختاری تفسیری که توسط وارفلد در سال ۱۹۷۴ معرفی شد، یک رویکرد مؤثر برای بررسی عوامل مختلف در یک سیستم پیچیده است [۴۲]. این رویکرد برای تحلیل سیستم های پیچیده و روابط میان عناصر موجود در آن سیستم ها استفاده می شود و رویکردی است که داده های خام و غیرساختاریافته را به تفسیرهای معنادار بر اساس نظرات کارشناسان تبدیل می کند [۴۳]. این روش به ویژه زمانی مفید است که بخواهیم به بررسی ارتباطات بین اجزای مختلف یک سیستم پردازیم و ساختار یا سلسله مراتب آن عناصر را بر اساس تأثیر و وابستگی آن ها مشخص کنیم [۴۴]. گام های مدل سازی ساختاری تفسیری به شرح زیر می باشد:

۱. شناسایی عوامل اثرگذار ۲. تعیین رابطه بین عوامل اثرگذار و ایجاد ماتریس خود تعاملی ساختاری ۳. ایجاد ماتریس دسترسی اولیه ۴. ایجاد ماتریس دسترسی نهایی ۵. تعیین سطوح عوامل اثرگذار ۶. ترسیم مدل ساختاری تفسیری ۷. تجزیه و تحلیل قدرت نفوذ و میزان وابستگی (نمودار MICMAC)^۲

۲.۳. اجرای مراحل روش مدل سازی ساختاری تفسیری و نتایج حاصل از آن ها

برای اجرای مدل سازی ساختاری تفسیری هفت گام زیر برای به دست آوردن روابط درونی و اولویت عوامل باید انجام شود:

۱.۳.۱. شناسایی عوامل اثرگذار

براساس بررسی ادبیات پیشینه تحقیق، لیست اولیه عوامل کلیدی موفقیت شناسایی و با استفاده از تکنیک لاوشه^۳، عوامل کلیدی موفقیت تعیین می گردد. مدل لاوشه به عنوان یک تکنیک کمی در سنجش روایی محتوایی مورد استفاده قرار می گیرد. اعتبار محتوایی روشی نظام مند و هدفمند برای شناسایی ویژگی های خاص یک موضوع است [۴۵]. این مدل در سال ۱۹۷۵ توسط لاوشه معرفی شد. در این تکنیک پرسش نامه ای به گروهی از خبرگان داده می شود. نقش این گروه، قضاوت درباره ضرورت مؤلفه های ابزار (مدل یا پرسشنامه) بر اساس مقیاس «ضروری، مفید اما غیرضروری، و غیرضروری» است. پاسخ های اعضا به صورت ضریب روایی محتوایی نسبی (CVR) و شاخص اعتبار محتوایی

¹ Interpretive Structural Modeling

² Matrix of Crossed Impact Multiplications Applied to a Classification

³ Lawshe

(CVR) کمی سازی می شود. نسبت روایی محتوایی (CVR) با استفاده از معادله (۱) محاسبه می شود که تعداد پاسخ های "ضروری" را نسبت به کل اعضای گروه بررسی می کند. اگر مقدار محاسبه شده بیشتر از مقدار جدول لاوشر باشد، آن آیتم دارای روایی محتوایی قابل قبول است. لاوشر حداقل تعداد اعضا را ۵ نفر و حداقل ضریب اعتبار قابل قبول را ۰/۶۰ اعلام کرده است [۴۶،۴۷].

$$CVR = \frac{n_e - \frac{n}{2}}{\frac{n}{2}} \quad (1)$$

ne: تعدادی اعضای پانل است که بعد ضروری را تشخیص داده اند.

n: تعداد کل اعضای پانل.

۳.۲.۳. تعیین رابطه بین عوامل اثرگذار و ایجاد ماتریس خود تعاملی ساختاری

در گام دوم، روابط داخلی میان عوامل شناسایی شده توسط خبرگان شرکت با استفاده از پرسشنامه روش مدل سازی ساختاری که عوامل را به صورت زوجی با یکدیگر در نظر می گیرند، به طوری که در هر مقایسه دو عامل از روابط مفهومی استفاده می شود و با استفاده از نمادهای تعریف شده در جدول ۲ این ماتریس ایجاد می شود. شایان ذکر است که مدل سازی ساختاری تفسیری بر مبنای روش های ناپارامتریک و با تکیه بر مد در فراوانی ها عمل می کند. بنابراین، بر اساس روش مد، پرتکرارترین نظر به عنوان نظر نهایی انتخاب می شود.

جدول ۲. نمادهای مورد استفاده در بیان روابط مفهومی عوامل

نماد	روابط مفهومی عوامل
V	عامل سطر i باعث محقق شدن عامل ستون j می شود.
A	عامل ستون j باعث محقق شدن عامل سطر i می شود.
X	هر دو عامل سطر i و ستون j باعث محقق شدن یکدیگر می شوند.
O	عامل i و j هیچ ارتباطی ندارند.

۳.۲.۳.۱. ایجاد ماتریس دسترسی اولیه

با توجه به اینکه ماتریس خود تعاملی ساختاری در گام قبل با استفاده از نمادهای خاصی تشکیل شده است، در این مرحله این ماتریس به یک ماتریس دودویی (صفر و یک) تبدیل می شود تا ماتریس دسترسی اولیه ایجاد گردد. این تبدیل بر اساس قواعد زیر انجام می پذیرد:

- اگر ورودی j.i در ماتریس خود تعاملی ساختاری با نماد V مشخص شده باشد، در این صورت در ورودی j.i ماتریس دسترسی اولیه، عدد یک و در ورودی j.i عدد صفر قرار می گیرد.
- اگر ورودی j.i در ماتریس خود تعاملی ساختاری با نماد A مشخص شده باشد، در این صورت در ورودی j.i ماتریس دسترسی اولیه، عدد صفر و در ورودی i.j عدد یک قرار می گیرد.
- اگر ورودی j.i در ماتریس خود تعاملی ساختاری با نماد X مشخص شده باشد، در این صورت هم در ورودی j.i و هم در ورودی i.j ماتریس دسترسی اولیه، عدد یک درج می شود.
- اگر ورودی j.i در ماتریس خود تعاملی ساختاری با نماد O مشخص شده باشد، در این صورت هم در ورودی j.i و هم در ورودی i.j ماتریس دسترسی اولیه، عدد صفر قرار می گیرد.

۳.۲.۳.۲. ایجاد ماتریس دسترسی نهایی

در این گام، سازگاری ماتریس دسترسی اولیه با استفاده از خاصیت انتقال پذیری ماتریس‌ها تحلیل می‌شود تا اطمینان حاصل شود که روابط تأثیر مستقیم و غیرمستقیم بین عوامل به درستی نمایش داده شوند. برای مثال، اگر عامل B بر عامل A و عامل C بر عامل B تأثیر داشته باشد، آنگاه عامل C به طور غیرمستقیم بر عامل A نیز تأثیرگذار خواهد بود. بر این اساس، ماتریس دسترسی نهایی تشکیل می‌شود که در آن درایه‌های دارای رابطه تأثیر (مستقیم یا غیرمستقیم) مقدار یک و درایه‌های فاقد رابطه، مقدار صفر دریافت می‌کنند. پس از محاسبه ماتریس ورودی و خروجی هر عمل، با اعمال خاصیت انتقال پذیری، ماتریس دسترسی نهایی به دست می‌آید. این ماتریس نشان‌دهنده میزان وابستگی و قدرت نفوذ عوامل است. در مدل‌سازی ساختاری تفسیری، قدرت نفوذ هر عامل از مجموع مقادیر هر سطر (خروجی‌ها) و میزان وابستگی آن از مجموع مقادیر هر ستون (ورودی‌ها) محاسبه می‌شود.

۵.۲.۳. تعیین سطوح عوامل/اثرگذار بر هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات

در این گام، با استفاده از ماتریس دسترسی نهایی، سطوح‌بندی عوامل انجام می‌شود. برای این منظور، ابتدا مجموعه‌های ورودی و خروجی هر عامل به شرح زیر تعیین می‌گردند:

- مجموعه ورودی متغیر: این مجموعه شامل عواملی است که بر تحقق عامل A نقش دارند. برای شناسایی این مجموعه، ستون مربوط به عامل A در ماتریس دسترسی نهایی بررسی می‌شود. تعداد یک‌های موجود در این ستون، نشان‌دهنده تعداد عواملی است که بر عامل A تأثیر می‌گذارند.
 - مجموعه خروجی متغیر A: این مجموعه شامل عواملی است که تحت تأثیر عامل A قرار می‌گیرند یا به عبارتی، عامل A در تحقق آن‌ها نقش دارد. برای شناسایی این مجموعه، سطر مربوط به عامل A در ماتریس دسترسی نهایی بررسی می‌شود. تعداد یک‌های موجود در این سطر، نشان‌دهنده تعداد عواملی است که از عامل A تأثیر می‌پذیرند.
- پس از تعیین مجموعه‌های ورودی و خروجی برای هر یک از عوامل مسئله، اشتراک این دو مجموعه برای هر عامل محاسبه می‌شود. برای انجام سطوح‌بندی عوامل، در این مرحله مجموعه خروجی و اشتراک هر عامل مورد بررسی قرار می‌گیرد. عواملی که دارای مجموعه خروجی و اشتراک یکسان باشند، در بالاترین سطح قرار می‌گیرند. سپس، عوامل مربوط به بالاترین سطح از جدول مجموعه‌های ورودی، خروجی و اشتراک حذف شده و فرآیند تعیین بالاترین سطح برای سطوح بعدی تکرار می‌شود.

۶.۲.۳. ترسیم مدل ساختاری تفسیری

در این گام، با توجه به سطوح عوامل و ماتریس دسترسی نهایی، مدل ساختاری تفسیری ترسیم می‌شود.

۷.۲.۳. تجزیه و تحلیل قدرت نفوذ و میزان وابستگی (نمودار MICMAC)

در این گام، قدرت نفوذ و میزان وابستگی هر عامل محاسبه می‌شود و بر اساس آن، نمودار مربوطه در ماتریس دسترسی نهایی ترسیم می‌گردد. برای محاسبه قدرت نفوذ متغیر A، تعداد یک‌های موجود در سطر مربوط به آن عامل در ماتریس دسترسی نهایی با هم جمع می‌شوند. به طور مشابه، برای محاسبه میزان وابستگی متغیر A، تعداد یک‌های موجود در ستون مربوط به آن متغیر در ماتریس دسترسی نهایی با هم جمع می‌شوند. در نهایت، بر اساس این محاسبات، قدرت نفوذ و میزان وابستگی هر متغیر تعیین می‌گردد. برای رسم نمودار MICMAC محور افقی میزان وابستگی هر عامل و محور عمودی آن قدرت نفوذ عوامل را نشان می‌دهد.

۴. یافته‌های پژوهش

۱.۴. شناسایی عوامل اثرگذار در هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات

پس از بررسی ادبیات پیشینه تحقیق، لیست اولیه عوامل کلیدی موفقیت شامل ۲۷ عامل شناسایی و با استفاده از تکنیک لاوشه، پرسشنامه‌ای طراحی و بین ۸ عضو در پیل اعتبارسنجی توزیع و با اعتبار محتوایی نهایی برابر ۰/۸۸ تأیید گردید و پژوهشگران از میان عوامل اولیه شناسایی شده، ۱۵ عامل کلیدی موفقیت در هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات شرکت گاز استان خوزستان را تعیین نمودند و این عوامل به عنوان ورودی برای مدل‌سازی ساختاری تفسیری مورد استفاده قرار گرفتند که شامل: تعهد و حمایت مدیریت (C01)، مستندسازی فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات (C02)، توسعه سازمانی (C03)، توسعه نیروی کار ماهر و توانمند (C04)، منابع مورد نیاز برای دیجیتالی شدن (C05)، رعایت مقررات و قوانین (C06)، فرهنگ سازمانی (C07)، توسعه استراتژی نگهداری و تعمیرات (C08)، آگاهی کارکنان از اهداف و استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات (C09)، تغییر در شیوه‌های کاری و فرایندها (C10)، آگاهی از ایمنی و بهداشت (C11)، حریم خصوصی داده‌ها و امنیت داده‌ها (C12)، سیستم نگهداری و تعمیرات مؤثر و کارآمد (C13)، بهبود عملکرد پایدار (C14) و توسعه فناوری‌های هوشمند (C15) می‌باشد.

۲.۴. تعیین رابطه بین عوامل اثرگذار و ایجاد ماتریس خود تعاملی ساختاری

ماتریس خودتعاملی ساختاری عوامل اثرگذار در هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳. ماتریس خودتعاملی ساختاری عوامل اثرگذار در هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات

عوامل	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12	C13	C14	C15
C01	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C02		V	V	V	V	V	A	V	V	A	A	V	V	V	V
C03			V	V	V	V	V	V	V	A	A	A	V	V	V
C04				V	V	V	V	V	V	A	V	A	V	V	V
C05					V	V	A	V	V	O	A	V	V	V	V
C06						A	A	V	V	O	X	A	V	V	V
C07							V	V	V	A	V	A	V	V	V
C08								V	V	V	V	A	V	V	V
C09									V	V	V	A	V	V	V
C10										V	V	V	V	V	V
C11											A	V	V	V	V
C12												V	V	V	V
C13													V	V	V
C14														V	V
C15															V

۳.۴. ایجاد ماتریس دسترسی اولیه

ماتریس دسترسی اولیه در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ۴. ماتریس دسترسی اولیه

عوامل	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12	C13	C14	C15
C01	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
C02	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱
C03	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۱
C04	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۱
C05	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱
C06	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱
C07	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱
C08	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
C09	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
C10	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
C11	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱
C12	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
C13	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱
C14	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱
C15	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱

۴.۴. ایجاد ماتریس دسترسی نهایی

ماتریس دسترسی نهایی و مقادیر قدرت نفوذ و میزان وابستگی هر عامل در جدول ۵ آورده شده است، همچنین در شکل ۲ الگوی علی-معلولی روابط میان عوامل اثرگذار در هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات با استفاده از تحلیل میک مک نشان داده شده است.

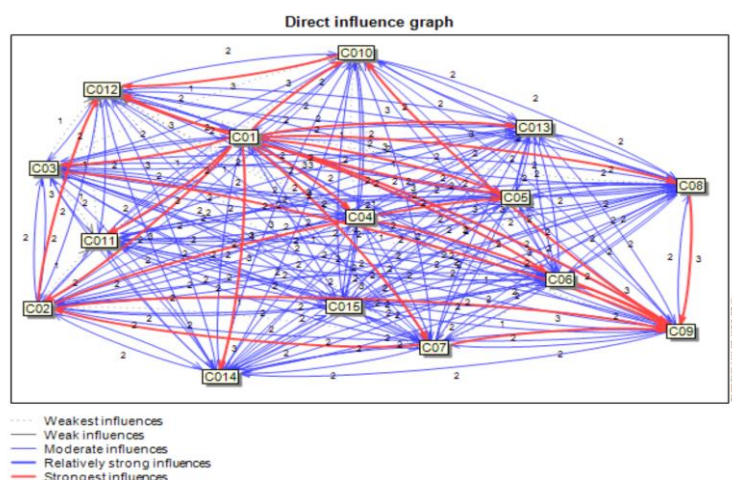
جدول ۵. ماتریس دسترسی نهایی

قدرت

عوامل	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12	C13	C14	C15	نفوذ
C01	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۵
C02	۰	۱	۱	۱	۱	۱	*۱	۱	۱	*۱	*۱	۱	۱	۱	۱	۱۴
C03	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	*۱	*۱	*۱	۱	۱	۱۳
C04	۰	*۱	*۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	*۱	۱	*۱	*۱	۱	۱	۱۴
C05	۰	۰	*۱	*۱	۱	۱	*۱	۱	۱	*۱	*۱	۱	۱	۱	۱	۱۳
C06	۰	*۱	*۱	*۱	*۱	۱	*۱	۱	۱	۰	۱	*۱	*۱	۱	۱	۱۴
C07	۰	۱	*۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	*۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱۲
C08	۰	*۱	*۱	*۱	*۱	۰	*۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱۲
C09	۰	*۱	*۱	*۱	۰	۰	*۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱۰
C10	۰	۱	۱	۱	*۱	*۱	۱	*۱	*۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۴
C11	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۷
C12	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۱

قدرت

عوامل	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12	C13	C14	C15	نفوذ
C13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۳
C14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۲
C15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۱
میزان وابستگی	۱	۹	۱۲	۱۰	۱۰	۱۰	۱۱	۱۰	۱۱	۹	۱۲	۸	۱۳	۱۴	۱۵	



شکل ۲. الگوی علی- معلولی روابط میان عوامل اثرگذار در هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات

۵.۴. تعیین سطوح عوامل اثرگذار در هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات
سطوح عوامل اثرگذار در هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات در جدول ۶ تعیین شده است.

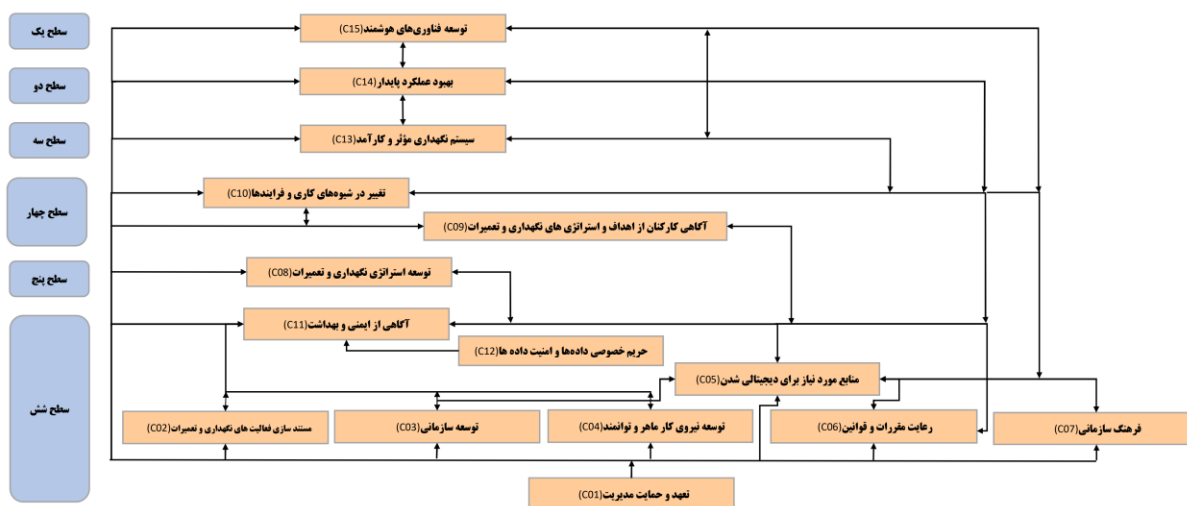
جدول ۶. سطوح عوامل اثرگذار در هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات

عوامل	مجموعه دسترسی	مجموعه مقدم	اشتراک	سطح
C01	۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴ و ۱۵	۱	۱	۶
C02	۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴ و ۱۵	۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴ و ۱۵	۱	۶
C03	۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴ و ۱۵	۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴ و ۱۵	۱	۶
C04	۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴ و ۱۵	۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴ و ۱۵	۱	۶
C05	۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴ و ۱۵	۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴ و ۱۵	۱	۶
C06	۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴ و ۱۵	۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴ و ۱۵	۱	۶
C07	۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴ و ۱۵	۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴ و ۱۵	۱	۶
C08	۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴ و ۱۵	۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴ و ۱۵	۱	۵
C09	۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴ و ۱۵	۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴ و ۱۵	۱	۴
C10	۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴ و ۱۵	۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴ و ۱۵	۱	۴

عوامل	مجموعه دسترسی	مجموعه مقدم	اشتراک	سطح
C11	۱۵۳ و ۱۳ و ۱۱ و ۱۳ و ۱۴ و ۱۵	۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲	۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۱۱	۶
C12	۱۵۳ و ۱۳ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴ و ۱۵	۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲	۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۱۲	۶
C13	۱۵۳ و ۱۳ و ۱۴	۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۳	۱۳	۳
C14	۱۵ و ۱۴	۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴	۱۴	۲
C15	۱۵	۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴ و ۱۵	۱۵	۱

۶.۴. ترسیم مدل ساختاری تفسیری

مدل نهایی ساختاری تفسیری در شش سطح و با توجه به سطوح عوامل و ماتریس دسترسی نهایی، ترسیم شده و نشان می‌دهد که عوامل سطح پایین‌تر به صورت سلسله‌مراتبی تأثیر بیشتری بر سایر عوامل دارند. همان‌طور که در شکل ۳ مشخص است، عوامل: تعهد و حمایت مدیریت (C01)، توسعه سازمانی (C03)، توسعه نیروی کار ماهر و توانمند (C04)، منابع مورد نیاز برای دیجیتالی شدن (C05)، رعایت مقررات و قوانین (C06)، فرهنگ سازمانی (C07)، آگاهی از ایمنی و بهداشت (C11)، حریم خصوصی داده‌ها و امنیت داده‌ها (C12)، تغییر در شیوه‌های کاری و فرایندها (C10)، سیستم نگهداری مؤثر و کارآمد (C13)، بهبود عملکرد پایدار (C14) و توسعه فناوری‌های هوشمند (C15) به عنوان پایه مدل در نظر گرفته شده و بر تمامی عوامل اثرگذار بر هوشمندسازی سازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات در شرکت گاز استان خوزستان، تأثیرگذار است. هر شش سطح چارچوب مدل به وضوح نشان‌دهنده میزان تأثیر عوامل بر سیستم هستند. این تأثیرات هم به صورت فردی و هم به صورت روابط بین دو یا چند عامل مشابه نشان داده می‌شوند که می‌توانند به صورت هماهنگ با یکدیگر کار کنند یا به طور غیرمستقیم تحت تأثیر عوامل دیگر موجود در سیستم قرار گیرند.

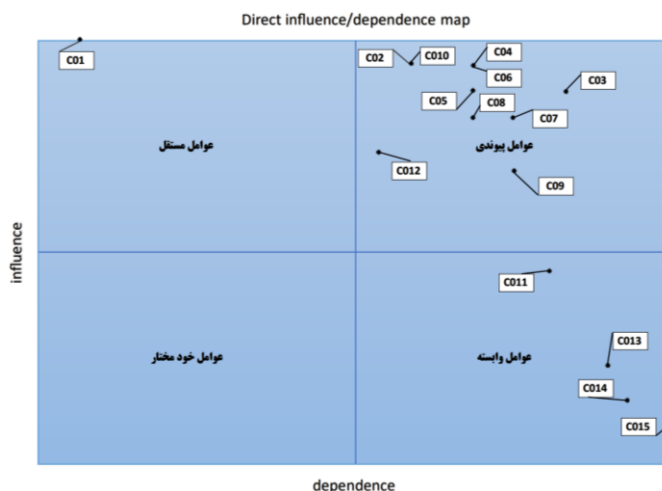


شکل ۳. مدل ساختاری تفسیری عوامل اثرگذار در هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات شرکت گاز استان خوزستان

۷.۴. تجزیه و تحلیل قدرت نفوذ و میزان وابستگی (MICMAC) (نمودار)

عوامل اثرگذار بر هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات در شرکت گاز استان خوزستان در سه گروه اصلی زیر بر اساس قدرت نفوذ و میزان وابستگی هر عامل تقسیم‌بندی می‌شوند.

۱. عوامل وابسته: این گروه شامل عواملی است که قدرت نفوذ کم اما میزان وابستگی بالایی دارند که شامل عوامل: آگاهی از ایمنی و بهداشت (C11)، سیستم نگهداری و تعمیرات مؤثر و کارآمد (C13)، بهبود عملکرد پایدار (C14)، توسعه فناوری‌های هوشمند (C15) می باشد. این عوامل بسیار قوی هستند و تحت تأثیر دیگر قرار می گیرند.
 ۲. عوامل پیوندی: این گروه شامل عواملی است که هم قدرت نفوذ بالا و هم میزان وابستگی بالایی دارند. تغییر در این متغیرها تأثیر مستقیمی بر سایر متغیرهای سیستم می‌گذارد و نشان می‌دهد که هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات از طریق این عوامل پیوندی ناپایدار می‌شود، زیرا آن‌ها به عوامل مرتبط وابسته هستند، که شامل عوامل: مستندسازی فعالیت های نگهداری و تعمیرات (C02)، توسعه سازمانی (C03)، توسعه نیروی کار ماهر و توانمند (C04)، منابع مورد نیاز برای دیجیتالی شدن (C05)، رعایت مقررات و قوانین (C06)، فرهنگ سازمانی (C07)، توسعه استراتژی نگهداری و تعمیرات (C08)، آگاهی کارکنان از اهداف و استراتژی های نگهداری و تعمیرات (C09)، تغییر در شیوه‌های کاری و فرایندها (C10)، حریم خصوصی داده‌ها و امنیت داده‌ها (C12) می باشد.
 ۳. عوامل مستقل: این گروه شامل عواملی است که قدرت نفوذ بالا اما وابستگی کمی دارند و به عنوان عوامل کلیدی شناخته می‌شوند که شامل عامل تعهد و حمایت مدیریت (C01) می باشد. از بین همه عوامل، این عامل به دلیل قدرت نفوذ بسیار بالایی که دارد، می تواند بر هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات در شرکت گاز استان خوزستان تأثیر بگذارد.
- برای رسم این نمودار از تحلیل میک استفاده شده، که در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴. تجزیه و تحلیل قدرت نفوذ و میزان وابستگی عوامل اثرگذار در هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات شرکت گاز استان خوزستان

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که تعداد ۱۵ عامل کلیدی در موفقیت هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات شرکت گاز استان خوزستان نقش دارند که با استفاده از مدل سازی ساختاری تفسیری در شش سطح قرار گرفتند. مهمترین عوامل مرتبط به سطح شش می‌باشد که عوامل سطوح بالاتر را تحت تأثیر قرار می‌دهند. همچنین با استفاده از تجزیه و تحلیل میک تقسیم‌بندی عوامل انجام گردید. عامل توسعه فناوری‌های هوشمند در بالاترین سطح و عوامل تعهد و حمایت مدیریت، توسعه سازمانی، توسعه نیروی کار ماهر و توانمند، منابع مورد نیاز برای دیجیتالی شدن، رعایت مقررات و قوانین، فرهنگ سازمانی، آگاهی از ایمنی و بهداشت و حریم خصوصی داده‌ها و امنیت داده‌ها، در پایین‌ترین سطح قرار گرفتند. نتایج حاصل از تحلیل میک نشان می‌دهد، عامل تعهد و حمایت مدیریت به

دلیل قدرت نفوذ بالا و وابستگی کم به عنوان عامل کلیدی و ۱۰ عاملی که جز عوامل پیوندی می باشند به دلیل قدرت نفوذ و وابستگی بالا، دارای تاثیرگذاری و تاثیرپذیری بسیار بالایی هستند که هر تغییر کوچکی بر روی این عوامل باعث تغییرات اساسی در کل سیستم می شود و باید مورد توجه قرار گیرند. با توجه به بررسی های صورت گرفته در این پژوهش پیشنهادهایی برای اجرای موفق هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات شرکت گاز استان خوزستان ارائه می شود: ۱- اطمینان از داشتن سیستم های اطلاعاتی قوی و یکپارچه برای مدیریت داده های نگهداری و تعمیرات. ۲- ایجاد رویکردی برای جمع آوری و تحلیل داده های مربوط به عملکرد تجهیزات و فرایندهای نگهداری و تعمیرات. ۳- همسو نمودن ابتکارات هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات با هدف کلی سازمان. ۴- ایجاد فرهنگ سازمانی که از نوآوری و تغییر استقبال کند. ۵- جلب حمایت مدیریت برای تخصیص منابع. ۶- ارائه برنامه های آموزشی برای افزایش مهارت های مورد نیاز کارکنان در زمینه فناوری های دیجیتال. همچنین تحقیقات آتی می تواند بر روی چگونگی بهبود موارد مذکور در هوشمندسازی فرایندهای نگهداری و تعمیرات انجام گردد.

۶. مراجع

- [1] Ahmadi, H., Parsaei, N., Hashemi, S. H., & Nematollahi, H. (2024). Providing a General Model for the Successful Implementation of Digital Transformation in Organizations. *Journal of Public Administration*, 16(2), 282-315. doi: 10.22059/jipa.2024.372113.3470
- [2] TavakoliRad, R., & Zargarani Khousani, H. (2023). Successful Organizational Digital Transformation Model. *International Conference on Interdisciplinary Studies in Management and Engineering*. University of Tehran, Iran. SID. <https://sid.ir/paper/1032356/fa>
- [3] Nikbakht, M., & Adabavazeh, N. (2023). Designing a Model for Performance Evaluation Criteria of Maintenance and Repair Systems in the Oil and Gas Industry with a Physical Asset Management Approach Using Fuzzy SWARA. *International Conference on Industrial and Systems Engineering*. Mashhad, Iran. <https://civilica.com/doc/1537506>
- [4] Jasiulewicz-Kaczmarek, M. and A. Gola, Maintenance 4.0 technologies for sustainable manufacturing-an overview. *IFAC-PapersOnLine*, 2019. 52(10): p. 91-96. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.10.005>
- [5] Bokrantz, J., et al., Smart Maintenance: a research agenda for industrial maintenance management. *International journal of production economics*, 2020. 224: p. 107547. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107547>
- [6] Cardoso, D. and L. Ferreira, Application of predictive maintenance concepts using artificial intelligence tools. *Applied Sciences*, 2020. 11(1): p. 18. <https://doi.org/10.3390/app11010018>
- [7] Jasiulewicz-Kaczmarek, M., S. Legutko, and P. Kluk, Maintenance 4.0 technologies—new opportunities for sustainability driven maintenance. *Management and production engineering review*, 2020. 11. <https://doi.org/10.24425/mper.2020.133730>
- [8] Rødseth, H., P. Schjølberg, and A. Marhaug, Deep digital maintenance. *Advances in Manufacturing*, 2017. 5: p. 299-310. <https://doi.org/10.1007/s40436-017-0202-9>
- [9] Yerram, S.R., et al., Human-Centered Software Development: Integrating User Experience (UX) Design and Agile Methodologies for Enhanced Product Quality. *Asian Journal of Humanity, Art and Literature*, 2019. 6(2): p. 203-218. <https://doi.org/10.18034/ajhal.v6i2.732>
- [10] Kans, M. Maintenance in the digital era: an interview study of challenges and opportunities within the Swedish maintenance ecosystem. in *5th International Workshop and Congress on eMaintenance*, Stockholm, Sweden, 14-15 May 2019. 2019. Luleå tekniska universitet.
- [11] Lundgren, C., J. Bokrantz, and A. Skoogh, Hindering factors in smart maintenance implementation, in *SPS2022*. 2022, IOS Press. p. 629-637. <https://doi.org/10.3233/ATDE220181>
- [12] Gooneratne, C.P., et al., Drilling in the fourth industrial revolution—Vision and challenges. *IEEE Engineering Management Review*, 2020. 48(4): p. 144-159. <https://doi.org/10.1109/EMR.2020.2999420>
- [13] Saihi, A., M. Ben-Daya, and R. As' ad, Underpinning success factors of maintenance digital transformation: A hybrid reactive Delphi approach. *International Journal of Production Economics*, 2023. 255: p. 108701. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108701>

- [14] Silvestri, L., et al., Maintenance transformation through Industry 4.0 technologies: A systematic literature review. *Computers in industry*, 2020. 123: p. 103335. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103335>
- [15] Ingemarsdotter, E., et al., Challenges and solutions in condition-based maintenance implementation-A multiple case study. *Journal of Cleaner Production*, 2021. 296: p. 126420. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126420>
- [16] Karki, B.R., et al., Digital maintenance and the functional blocks for sustainable asset maintenance service-A case study. *Digital Business*, 2022. 2(2): p. 100025. <https://doi.org/10.1016/j.digbus.2022.100025>
- [17] Daily, J. and J. Peterson, Predictive maintenance: How big data analysis can improve maintenance. Supply chain integration challenges in commercial aerospace: A comprehensive perspective on the aviation value chain, 2017: p. 267-278. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46155-7_18
- [18] Su, C.-J. and S.-F. Huang, Real-time big data analytics for hard disk drive predictive maintenance. *Computers & Electrical Engineering*, 2018. 71: p. 93-101. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2018.07.025>
- [19] Shamayleh, A., M. Awad, and A.O. Abdulla, Criticality-based reliability-centered maintenance for healthcare. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 2020. 26(2): p. 311-334. <https://doi.org/10.1108/JQME-10-2018-0084>
- [20] Shin, H. and V.V. Prabhu. Evaluating impact of AI on cognitive load of technicians during diagnosis tasks in maintenance. in *Advances in Production Management Systems. Smart Manufacturing for Industry 4.0: IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2018, Seoul, Korea, August 26-30, 2018, Proceedings, Part II*. 2018. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99707-0_4
- [21] van Staden, H.E. and R.N. Boute, The effect of multi-sensor data on condition-based maintenance policies. *European Journal of Operational Research*, 2021. 290(2): p. 585-600. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.08.035>
- [22] Tretten, P., P. Illankoon, and O. Candell. Digitalization of Railway Maintenance: A Situation Awareness Perspective. in *Advances in Human Factors and System Interactions: Proceedings of the AHFE 2021 Virtual Conference on Human Factors and Systems Interaction*, July 25-29, 2021, USA. 2021. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-79816-1_25
- [23] Singh, P., et al., Sustainability of maintenance management practices in hydropower plant: A conceptual framework. *Materials today: proceedings*, 2020. 28: p. 1569-1574. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.842>
- [24] Turner, C., et al., A digital maintenance practice framework for circular production of automotive parts. *IFAC-PapersOnLine*, 2020. 53(3): p. 19-24. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.11.004>
- [25] Saihi, A., M. Ben-Daya, and R. As'ad, A survey of the underlying success factors of maintenance Digital Transformation. *IFAC-PapersOnLine*, 2022. 55(10): p. 2944-2949. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.10.179>

- [26] Manco, G., et al., Fault detection and explanation through big data analysis on sensor streams. *Expert Systems with Applications*, 2017. 87: p. 141-156. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.05.079>
- [27] Bank, E.I., EIB Investment Report 2019/2020: Accelerating Europe's transformation. 2019: European Investment Bank.
- [28] Goerzig, D. and T. Bauernhansl, Enterprise architectures for the digital transformation in small and medium-sized enterprises. *Procedia Cirp*, 2018. 67: p. 540-545. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.12.257>
- [29] Telukdarie, A., et al., The opportunities and challenges of digitalization for SME's. *Procedia Computer Science*, 2023. 217: p. 689-698. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.265>
- [30] Council, O. Enhancing the contributions of SMEs in a global and digitalised economy. in Meeting of the OECD Council at Ministerial Level. Paris. 2017.
- [31] Lamdasni, Y. and C. Okar. Abilities for a successful maintenance digital transformation: A case study of a Moroccan company. in 2020 IEEE 13th International Colloquium of Logistics and Supply Chain Management (LOGISTIQUA). 2020. IEEE. <https://doi.org/10.1109/LOGISTIQUA49782.2020.9353932>
- [32] Johansson, N., E. Roth, and W. Reim, Smart and sustainable emaintenance: Capabilities for digitalization of maintenance. *Sustainability*, 2019. 11(13): p. 3553. <https://doi.org/10.3390/su11133553>
- [33] Singh, R.K. and A. Gupta, Framework for sustainable maintenance system: ISM–fuzzy MICMAC and TOPSIS approach. *Annals of Operations Research*, 2020. 290(1): p. 643-676. <https://doi.org/10.1007/s10479-019-03162-w>
- [34] Al-Refaie, A., Interpretive Structural Modelling for Implementing Lean and Agile Maintenance Practices Enabled by Industry 4.0. 2025. <https://doi.org/10.18421/TEM141-26>
- [35] Grooss, O.F., Digitalization of maintenance activities in small and medium-sized enterprises: A conceptual framework. *Computers in Industry*, 2024. 154: p. 104039. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2023.104039>
- [36] Bokrantz, J., Skoogh, A., Berlin, C., Wuest, T., & Stahre, J. (2020). Smart Maintenance: an empirically grounded conceptualization. *International Journal of Production Economics*, 223, 107534. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107534>
- [37] Gomes, C. F., Yasin, M. M., & Simões, J. M. (2021). The emerging organizational role of the maintenance function: a strategic perspective. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 27(1), 144-168. <https://doi.org/10.1108/JQME-03-2017-0012>
- [38] Gandhi, A., Purwani, D. R., Susanti, Y. D., & Prasetya, Y. (2021). The status of maintenance management in indonesia: Result from a pilot survey food snack msme's. In *Proceedings of the 11th Annual International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Singapore.
- [39] Bakri, A., Alkbir, M. F. M., Awang, N., Januddi, F., Ismail, M. A., Ahmad, A. N. A., & Zakaria, I. H. (2021). Addressing the issues of maintenance management in SMEs: towards sustainable and lean maintenance approach. *Emerging Science Journal*, 5(3), 367-379. <http://dx.doi.org/10.28991/esj-2021-01283>

- [40] Gandhare, B. S., & Akarte, M. M. (2022). Benchmarking maintenance performance in select agro-based industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 28(2), 296-326. <https://doi.org/10.1108/JQME-02-2019-0018>
- [41] Soltanali, H., Khojastehpour, M., & Kheybari, S. (2023). Evaluating the critical success factors for maintenance management in agro-industries using multi-criteria decision-making techniques. *Operations Management Research*, 16(2), 949-968. <https://doi.org/10.1007/s12063-023-00348-1>
- [42] Usmani, M.S., et al., Establishing a corporate social responsibility implementation model for promoting sustainability in the food sector: a hybrid approach of expert mining and ISM–MICMAC. *Environmental Science and Pollution Research*, 2022: p. 1-22. doi.org/10.1007/s11356-021-16111-7
- [43] Beloor, V., et al., Modeling facilitators of sustainable manufacturing practices—an integrated Pareto, ISM and MICMAC approach. *Materials today: proceedings*, 2022. 66: p. 2642-2649. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.07.227>
- [44] Raut, R.D., B. Narkhede, and B.B. Gardas, To identify the critical success factors of sustainable supply chain management practices in the context of oil and gas industries: ISM approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2017. 68: p. 33-47. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.067>
- [45] Adabavazaeh, N., & Nikbakht, M. (2019, January). Interpretive structural modelling analysis of reverse supply chain critical success factors in air industry. In 2019 15th Iran international industrial engineering conference (IIIEC) (pp. 99-105). <https://doi.org/10.1109/IIIEC.2019.8720737>
- [46] Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel psychology*, 28(4).
- [47] Heravi-Karimooi, M., Anoosheh, M., Foroughan, M., Sheykhi, M. T., & Hajizadeh, E. (2010). Designing and determining psychometric properties of the Domestic Elder Abuse Questionnaire. *Iranian journal of ageing*, 5(1), 0-0.