بررسی و سطح بندی عوامل موثر بر نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه با استفاده از مدل سازی ساختاری تفسیری (ISM) (مطالعه موردی: شرکت روگا گستر)

معصومه روحی : دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع گرایش مدیریت مهندسی موسسه آموزش عالی راهبرد شمال
عادل آذر: استادگروه مدیریت صنعتی، دانشگاه تربیت مدرس
سید عباس ابراهیمی: استادیار گروه مدیریت، موسسه آموزش عالی رحمان

چکیده

هدف: هدف اصلی این پژوهش، شناسایی و سطح بندی مهمترین عوامل موثر بر نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه با استفاده از مدل ساختاری- تفسیری می‌باشد.

روش‌شناسی: پژوهش حاضر با روش تحقیقات توصیفی- پیمایشی انجام گرفته است. اطلاعات از روش‌های گوناگون شامل منابع کتابخانه‌ای اسنادی و مطالعات میدانی (مصاحبه و پرسشنامه) و استفاده از تارنماها (اینترنت) جمع‌آوری گردید. در این پژوهش، جهت شناسایی ارتباط بین متغیرها از سیستم قضاوت خبرگان(روش دلفی) استفاده شده است و پرسشنامه‌ای با هدف بررسی تاثیرات متقابل شاخص‌ها بصورت زوجی از لحاظ تاثیرپذیری و تاثیرگذاری بر یکدیگر مابین گروهی خبره توزیع گردیده است. پرسشنامه‌هایی که شامل اطلاعاتی برای مدل پژوهش بودند، در میان ۱۰ نفر از نخبگان به صورت تصادفی توزیع گردید. تجزیه و تحلیل داده‌های کیفی به روش تئوری بنیادی و داده‌های حاصل از پرسشنامه نیز به روش تحلیل عاملی بوده است. در این مدل، ماتریس دسترسی اولیه از تبدیل ماتریس خود تعاملی ساختاری به یک ماتریس دو ارزشی (صفر و یک) حاصل گردید. در مرحله بعد تعیین روابط و سطح‌بندی عوامل صورت گرفت و سپس ترسیم مدل نهایی انجام گرفت.

یافته‌ها: در فرایند تجزیه و تحلیل پرسشنامه‌ها، از نرم افزار MICMAC استفاده گردید. با توجه به ماتریس MICMAC مشاهده می‌شود عوامل ۱تا ۷ در ناحیه وابسته قرار دارند و این یعنی از قدرت نفوذ کم ولی میزان وابستگی زیاد نسبت به دیگر عوامل برخوردار هستند. عوامل ۸ تا ۱۴ در ناحیه نفوذ قرار دارند. این عوامل از قدرت نفوذ بالا با حداقل وابستگی برخوردارند.

نتیجه‌گیری: با توجه به مدل بدست آمده از تکنیک ISM، شاخص بودجه لازم به عنوان تاثیرگذارترین عامل، شناسایی شد. بنابراین ابتدا می بایست به شناسایی عوامل بودجه لازم در جهت نگهداری و تعمیر پرداخت. گراف ISM یک شمای گویا از روابط علت و معلولی بین عوامل را نشان می‌دهد. همچنین شاخص چک لیست های مناسب به عنوان تاثیر پذیرترین شاخص شناسایی شدند.

واژه‌های کلیدی: سطح بندی، نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه، مدل‌سازی ساختاری تفسیری

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-09-13]

مقدمه

نگهداری و تعمیرات یکی از مفاهیم اساسی در سازمان‌های پیشرفته می‌باشد و در میان مدیران ارشد و کارکنان سازمان‌ها جایگاه ویژه‌ای دارد (بیگیان،۱۳۹۷). فرآیند نگهداری و تعمیرات (نت) باعث افزایش بهره‌وری منابع تولید می‌گردد. این فرآیندها شامل فعالیت‌های برنامه‌ریزی شده و برنامه‌ریزی نشده، به منظور حفظ دارایی‌های فیزیکی سازمان در شرایط قابل قبول می‌باشد. اهداف نگهداری و تعمیرات شامل افزایش قابلیت اطمینان، ایمنی، دسترسی و کیفیت دارایی (مانند کارخانه تولیدی، تجهیزات یا ساختمان) همراه با هزینه‌های قابل قبول می‌باشد. (اسحاقیان، ۱۳۹۶).

نگهداری و تعمیرات ماشین‌آلات در حوزه صنعت به عنوان یک فرایند پشتیبانی شناخته می‌شود. به بیان دیگر، فعالیت کسب و کار در هر زمینه و حوزه‌ای که باشد، نیازمند حفظ و نگهداری ماشین‌آلات و تجهیزاتی است که شرایط را برای تولید کالا یا خدمات بهینه فراهم آورد؛ لذا یافتن استراتژی بهینه برای انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات جز اولویت‌های کاری بسیاری از کارخانجات تولیدی قرار گرفته است. اگر گزینه‌ای درست انتخاب شود، امکان بهبود و ارتقای کیفی عملکرد ماشین‌آلات به وجود می‌آید و هم‌زمان با آن هزینه‌های نگهداری و تعمیرات نیز کاهش پیدا خواهد کرد؛ برعکس، در صورتی که گزینه‌های نادرست انتخاب شود، نه تنها قادر به حل مسئله نخواهیم شد بلکه مشکلات قبلی را وخیم‌تر نموده و مشکلات جدیدتری را برای سازمان ایجاد خواهیم نمود. از این رو، اهمیت حیاتی و راهبردی انتخاب استراتژی مناسب نگهداری و تعمیرات به طور روز افزونی برای صنایع مختلف، برجسته و نمایان می‌شود (فرهادی محلی، ۱۳۹۵).

نت را می‌توان به ترتیب زمانی به سه نسل تقسیم کرد. فعالیت‌های تعمیراتی صرفاً بعد از وقوع خرابی‌ها صورت گرفته و هیچ‌گونه آمادگی قبلی در مورد رویارویی با آن‌ها وجود ندارد، تجارب کسب شده و اقدامات انجام یافته، مورد ثبت و ضبط و تحلیل قرار نمی‌گیرند (عدم وجود مدیریت دانش در مجموعه) و تأثیر منفی روی زمان تولید بر جای می‌گذارد.

امروزه کارخانجات به شدت درگیر مباحثی چون کاهش هزینه‌ها، توان رقابت بالا، بهبود مستمر، افزایش کیفیت و کمیت محصول، کمبود منابع طبیعی، بحران انرژی و ... هستند که در این راستا اندیشیدن به بحث نگهداری و تعمیرات به عنوان یک امر استراتژیک جهت رسیدن به اهداف فوق بسیار حیاتی و اجتناب ناپذیر است. علم نگهداری و تعمیرات در حال حاضر بستری مساعد برای رسیدن به بهبود کیفیت و در پی آن، بهبود سود را فراهم آورده است. این علم که بهتر است نام آن را روشی کاربردی برای رسیدن به بهبود در وضعیت غیر نظام‌مند صنعت حال حاضر گذارد، درعمل دارای پایه و اساس نظری بسیار کاربردی است (لیو[1] و همکاران، ۲۰۱۸).

این علم در حال حاضر به صورت نظری و عملی قادر به حل درصد زیادی از این مشکلات است؛ البته باید یادآوری شود که این کاربرد، تنها بخش کوچکی از علم وسیع نگهداری و تعمیرات است. در سال‌های اخیر روند شتابنده توسعهٔ دانش و فناوری‌های در دست بشر و از سویی، دست‌یابی به زمینه‌های نوین علوم و تکنولوژی، منجر به طراحی، ساخت و تولید سیستم‌ها و تجهیزات پیچیده و حساس مهندسی شده است. این سامانه‌های

1. Liu

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-09-13]

پیشرفته، بیشتر در صنایع بسیار حساسی چون، صنایع وابسته به خودرو، صنایع هوایی، دفاعی و مانند آن ها کاربرد دارند. از آنجایی که نقص در عملکرد چنین سیستم‌هایی، ممکن است منجر به بروز خسارات شدید و جبران ناپذیر جانی و مالی شود، حصول اطمینان از عملکرد درست آن ها در بازه های زمانی مورد نظر، از ملزومات اصلی در طراحی و ساخت سیستم‌ها است. همان طور که می‌دانید قابلیت اطمینان، احتمال عملکرد صحیح یک سیستم تا زمان مشخص و در شرایط کاری معین است. با توجه به تعریف، باید زمان و شرایط کاری مشخص شده باشد. اهمیت قابلیت اطمینان آن چنان زیاد است که در زمینهٔ بهینه سازی و بهبود آن، مدل ها و روش‌های حل متعددی پیشنهاد شده است (شاوو[1] و همکاران، ۲۰۱۶).

به منظور بهره‌برداری بهتر و افزایش عمر مفید تجهیزات و به کارگیری مطلوب منابع، وجود یک نظام مناسب برنامه‌ریزی، تجزیه و تحلیل، کنترل و اعمال روش‌های صحیح مدیریت ضروری است؛ از این رو تدوین یک نظام نگهداری و تعمیرات مؤثر و پویا اهمیت بسزایی دارد. بی‌توجهی به امر نگهداری و تعمیر تجهیزات به ویژه دستگاه‌های پیچیده، حساس و گران‌قیمت، هزینه‌های زیادی را به سازمان تحمیل می‌کند و مشکلات زیادی را برای آن سازمان به وجود می‌آورد (بیگیان، ۱۳۹۷).

با توجه به اهمیت موضوع، نیاز به پژوهش در زمینه تعمیر و نگهداری روز به روز در افزایش است. واضح است که شرایط محیطی سازمان مورد مطالعه، و همچنین تجهیزات گران‌قیمت، اهمیت این موضوع را بیشتر کرده و لزوم توجه به نگهداری و تعمیرات و افزایش اثر بخشی را افزایش می‌دهد. در این پژوهش ضمن ارائه یک مدل مناسب، سعی شده است به این پرسش پاسخ داده شود که: عوامل مؤثر بر نت پیشگیرانه در شرکت مورد مطالعه کدام‌اند؟

ادبیات و پیشینه پژوهش

نگهداری و تعمیرات

نت مخفف نگهداری و تعمیرات است و به مجموعه برنامه‌ها و اقداماتی گفته می‌شود که به منظور نگهداری تجهیزات در سطح قابل قبول از نظر عملیاتی و یا بازگرداندن تجهیزات معیوب به چرخه استفاده و بهره‌برداری، انجام می‌شود و نتیجه آن ایجاد آمادگی، حفظ استمرار قابلیت عملیاتی تجهیزات و افزایش عمر مفید تجهیزات طبق شرایط تعریف شده، می‌باشد (رزازان و همکاران، ۱۳۹۳).

نسل اول

در این نسل، به نگرانی پیشگیری قبل از وقوع اولویت بالایی داده نشده است زیرا بیشتر تجهیزات در آن زمان بیش از حد طراحی شده و نیز ساده بودند. بیشتر تجهیزات بر اساس اجرا تا خرابی بکار برده شده‌اند با توجه به این باور که خرابی متناسب با سن تجهیزات است. شکل(۱) مفهوم ارتباط بین خرابی و سن در طول نسل را به تصویر می‌کشد. شکل نشان می‌دهد که سن تجهیزات احتمال خرابی را افزایش می‌دهد. با فرض اینکه تکنیک

1. Xiao

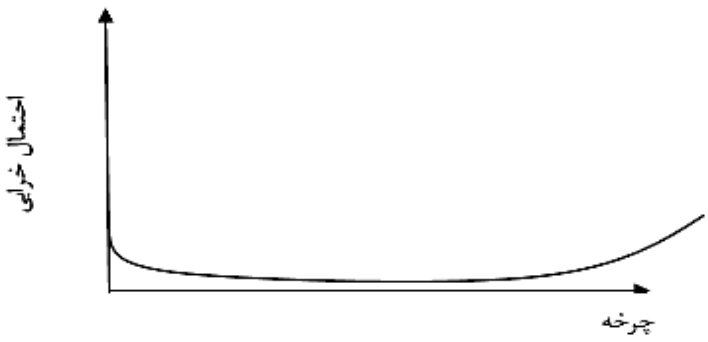
[Downloaded from somjournal.ir on 2026-09-13]

های ساده نگهداری و تعمیر روزمره مانند تمیز کردن، تعمیر و نگهداری، و روانکاری بکار برده شده است (ملکور[1] و همکاران، ۲۰۱۵).

شکل ۱. سن و ارتباط آن با خرابی (ملکور و همکاران ۲۰۱۵)

نسل دوم

با گذشت زمان تجهیزات پیچیده‌تر شده و نگرانی برای خرابی به وجود آمده و دیدگاه نسبت به خرابی تجهیزات تغییر می‌یابد. در این نسل، مفهوم "تلفات طفولیت خرابی"برای نشان دادن احتمال وقوع خرابی برای حتی تجهیزات که به تازگی نصب شده‌اند پدیدار شده است. شکل۲ ارتباط بین خرابی و زمان عمر را ترکیب می‌کند که نمودار این ارتباط الگوی وان نامیده می‌شود. در نتیجه تکنیک‌های نت در تلاش برای پیشگیری قبل از وقوع خرابی توسعه داده شده است. بر این اساس، روش نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه در این نسل پدید آمد. که در این نسل PM[2] به زمان‌بندی اجرای نت در فاصله زمانی خاص محدود شده است. اگرچه رویکرد RTF ساده است، اما در مقایسه با PM پرهزینه است. بنابراین این نسل نگران هزینه نت است (ملکور و همکاران ۲۰۱۵).



شکل ۲. زمان و ارتباط آن با خرابی (ملکور و همکاران ۲۰۱۵)

1. Melchor-Hernández
2. Preventive Maintenance

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-09-13]

نسل سوم

در این نسل تعدادی از انتظارات، تحقیقات، و تکنیک‌ها به‌وجود آمدند. در منظر انتظارات، نگرانی درمورد توقف کارخانه و تأثیرات آن که در نسل دوم به‌وجود آمد در نسل سوم ضروری شده‌اند. از این‌رو، مفاهیم شامل قابلیت اطمینان، دسترس‌پذیری، ایمنی و شرایط زیست محیطی در نت در نظر گرفته می‌شوند. همچنین هزینه‌های مرتبط با نت برای قرار گرفتن در اولویت اول جهش بالایی را داشته است. با توجه به پژوهش‌های صورت گرفته، ارتباط بین سن و خرابی تکامل یافته است. در این تکامل چهار الگو دیگر به دو الگوی قبلی برای چهارچوب ارتباط بین احتمال و خرابی و زمان عمر تجهیزات اضافه شده است. در نسل سوم بعضی از توسعه‌ها و تکنیک‌های جدید معرفی شده‌اند. این توسعه‌ها شامل تعدادی ابزار تصمیم‌گیری پشتیبانی به‌کاربرده شده برای مطالعه حالات خرابی و آنالیز تأثیرات خرابی می‌باشد (هیگینس[1] و همکاران، ۲۰۰۲)

تکنیک ISM[2]

ISM یک روش ساختاری تفسیری است که به وسیله وارفیلد مطرح گردید. در این روش، با تجزیه معیارها در چند سطح مختلف، به تحلیل ارتباط بین شاخص‌ها پرداخته می‌شود. این مدل ساختار تفسیری قادر است سطوح ارتباط بین شاخص‌ها که به صورت تکی یا گروهی به یکدیگر وابسته‌اند، را تعیین نماید. به عبارت دیگر، ISM می‌تواند برای تجزیه و تحلیل ارتباط بین ویژگی‌های چند متغیر که برای یک مساله تعریف شده‌اند، مورد استفاده قرار گیرد. این روش ابتدا عوامل مؤثر درباره موضوع مورد مطالعه را در سطوح مختلف قرار می‌دهد، سپس روابط بین این عوامل را به گونه‌ای شفاف و در سطوحی جدا (از نظر تأثیر بر موضوع مورد مطالعه) مشخص می‌کند (تقی‌زاده، ۱۳۹۲).

پیشینه پژوهش

پیشینه داخلی

آقاسی در پژوهش خود تحت عنوان انتخاب استراتژی مناسب نگهداری و تعمیرات توسط تکنیک تحلیل سلسله مراتبی به نتایج زیردست پیدا کردند: از مهم‌ترین استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات می‌توان به نگهداری و تعمیرات اصلاحی، پیشگیرانه، فرصتی، موقعیتی و پیشگویانه اشاره کرد که با توجه به موقعیت و شرایط محیطی، به‌کارگیری هر یک از مزایا و معایبی برخوردار است. وی بیان داشت هدف از این مقاله ارائه یک روش کلی برای انتخاب بهترین استراتژی نگهداری و تعمیرات در سازمان‌های تولیدی است. در این راستا سعی شده است با در نظرگیری شاخص‌هایی مانند هزینه، قابلیت اجرا، ایمنی و ارزش‌افزوده پنج استراتژی فوق در کارخانه تبرک مورد ارزیابی قرار گیرد . برای این منظور پرسشنامه‌ای تنظیم‌شده است و با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی بهترین استراتژی نگهداری و تعمیرات برای این کارخانه انتخاب‌شده است (آقاسی، ۱۳۹۷).

1. Higgins
2. Structural Equation Modeling

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-09-13]

حسنی در پژوهشی تحت عنوان الگوریتم چندهدفه فرا ابتکاری ترکیبی برای مسئله زمان‌بندی جریان کارگاهی جایگشتی دوباره وارد شونده توزیع‌شده با در نظر گرفتن نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه در شرایط عدم قطعیت به نتایج زیردست پیدا کردند: نتایج حل نشان‌دهندۀ کارایی مدل ارائه‌شده برای ارائۀ زمان‌بندی و تخصیص مناسب انجام کارها با توجه به معیارهای ارزیابی مدنظر و لحاظ کردن سطوح مختلف ریسک‌پذیری تصمیم‌گیرندگان است. نتایج حل مسائل نمونه و ارزیابی عملکرد الگوریتم حل، نشان‌دهندۀ کارایی آن است (حسنی، ۱۳۹۷).

تقی پور و آوخ در پژوهشی تحت عنوان انتخاب استراتژی مناسب نگهداری و تعمیرات با رویکرد سلسله مراتبی فازی به نتایج زیردست پیدا کردند: نتایج دو روش تاپسیس فازی و طراحی بدیهی فازی برای انتخاب استراتژی نگهداری و تعمیرات مقایسه گردید که نتایج، حاکی از یکسان بودن جواب‌های این دو روش بود، همچنین نتایج دو مدل نشان می‌دهد که استراتژی نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر از اولویت برتری نسبت به سایر استراتژی‌ها برخوردار است (تقی پور و آوخ،۱۳۹۷).

محمدی در پژوهشی تأثیر نت پیشگیرانه در سیستم نت خودرویی دانشگاه علوم انتظامی امین را مورد بررسی قرار داده است. جامعه آماری، کارکنان نت خودرویی دانشگاه مذکور بوده است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS استفاده شده شده است. وی بیان داشت که مولفه‌های نت پیشگیرانه در سیستم نت خودرویی دانشگاه علوم انتظامی امین تأثیر زیادی دارند. مولفه نگهداری بیشترین تأثیر را دارد و مولفه‌های نظارت و بازرسی، کارگاه‌های تعمیراتی، برنامه‌ریزی و خدمات پشتیبانی به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار دارند (محمدی، ۱۳۹۲).

پیشینه خارجی

لیو در مقاله پژوهشی خود تحت "عنوان بهینه‌سازی مشترک مبتنی بر یک ماشین برنامه‌ریزی نگهداری پیشگیرانه و برنامه‌ریزی تولید" به نتایج زیردست پیدا کردند: در مدل یکپارچه، وضعیت سلامتی افراد و زمان مورد آزمایش از سمت ویژگی‌های ماشین قرارگرفته است. درنهایت، یک نمونه موردی برای نشان دادن ارزش روش‌های پیشنهادی استفاده می‌شود و عملکرد راه‌حل یکپارچه با راه‌حل‌های به‌دست‌آمده از حل برنامه‌ریزی پیش‌بینی‌شده و برنامه‌ریزی تولید به‌طور مستقل مقایسه می‌شود. در انتها تمام فرضیات نیز به اثبات رسید (لیو و همکاران،۲۰۱۸).

اوزکان در پژوهشی تحت عنوان یک "برنامه‌نویسی ترکیبی – روش AHP با پشتیبانی TOPSIS برای انتخاب استراتژی تعمیر و نگهداری در نیروگاه‌های برق‌آبی" به فعالیت‌های زیر پرداختند: محققان در این پژوهش روش ترکیبی برنامه‌ریزی آرمانی و تحلیل سلسله مراتبی متکی بر تاپسیس برای انتخاب استراتژی بهینه نگهداری و تعمیرات در نیروگاه‌های برق‌آبی استفاده کردند. استراتژی‌های موردبررسی عبارت‌اند از: نگهداری و تعمیر پیشگویانه، نگهداری و تعمیر اصلاحی، نگهداری و تعمیر پیشگیرانه، نگهداری و تعمیر رویژن. در این پژوهش ابتدا با استفاده از روش ترکیبی تاپسیس – تحلیل سلسله مراتبی مهم‌ترین تجهیزات انتخاب گردیدند و سپس برای تعیین مناسب‌ترین استراتژی نگهداری و تعمیرات برای بحرانی‌ترین تجهیزات الکتریکی در نیروگاه

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-09-13]

برق‌آبی از روش ترکیبی تحلیل سلسله مراتبی – برنامه‌ریزی آرمانی استفاده کردند (اوزکان و همکاران، ۲۰۱۷).

اسماعیلیان و بکران در پژوهشی تحت عنوان "برنامه ریزی تعمیر و نگهداری پیشگیرانه با برنامه‌نویسی عدد صحیح و برنامه نویسی محدودیت" اذعان داشتند برنامه ریزی تعمیر و نگهداری پیشگیرانه انجام یک سری وظایف است که از خرابی تولید جلوگیری یا به حداقل می‌رساند و قابلیت اطمینان را بهبود می‌بخشد. هدف از مطالعه مذکور تعیین زمان نگهداری پیشگیرانه با برنامه ریزی محدود است. آن‌ها بیان داشتند مشکل برنامه ریزی تعمیر و نگهداری پیشگیرانه با منابع چندگانه و منفرد، با برنامه ریزی ریاضی و برنامه محدودیت حل شده است شده‌اند که به طور خودکار، راه حل بهینه و ترکیب صنایع دستی را در مشکلات متعدد منابع تولید می‌کنند (اسماعیلیان و بکران، ۲۰۱۴).

روش پژوهش

روش مطالعه این پژوهش با توجه به ویژگی‌های خاص آن، تحلیلی–توصیفی است. در جمع‌آوری اطلاعات از روش‌های گوناگون شامل منابع کتابخانه‌ای اسنادی و مطالعات میدانی (مصاحبه و پرسشنامه) و استفاده از تارنماها (اینترنت) صورت می‌پذیرد. در این پژوهش، جهت شناسایی ارتباط بین متغیرها از سیستم قضاوت خبرگان(روش دلفی) استفاده شده است و پرسشنامه‌ای با هدف بررسی تاثیرات متقابل شاخص‌ها به‌صورت زوجی از لحاظ تأثیرپذیری و تأثیرگذاری بر یکدیگر مابین گروهی خبره توزیع گردیده است.

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی است، چرا که درصدد سطح بندی عوامل مؤثر بر نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه با استفاده از مدل‌سازی ساختاری تفسیری می‌باشد، در واقع به دنبال حل مشکل است و از نظر روش، توصیفی–پیمایشی است.

گام‌های اجرایی تکنیک ISM در این پژوهش

گام اول: شناسایی عوامل مؤثر بر نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه

در این پژوهش، عوامل مؤثر بر نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه شناسایی‌شده است و به‌منظور جمع‌آوری نظر خبرگان در خصوص شناسایی روابط میان عوامل استخراج شده و ارائه مدل ساختاری تفسیری از این عوامل، پرسشنامه‌ای طراحی گردید و سپس میان ۱۰ تن از خبرگان توزیع گردید. عوامل حاصل از مطالعه ادبیات موجود پس از اعمال نظرات متخصصین در جدول ۱ آمده است.

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-09-13]

جدول ۱. متغیرهای جمع‌آوری‌شده از پیشینه پژوهش	
ردیف	**عوامل**
۱	سامانه هوشمند کنترل
۲	وجود چک لیست‌های مناسب
۳	کالیبروزاسیون ابزارها
۴	زمینه و شرایط مساعد
۵	شرایط فرهنگی
۶	دستور کارهای اصولی
۷	برنامه ریزی
۸	زمان‌بندی
۹	اجرای بهینه و مؤثر
۱۰	بودجه لازم
۱۱	آموزش‌های لازم
۱۲	دانش لازم
۱۳	شرایط تکنولوژیکی
۱۴	تأمین قطعات و لوازم

گام دوم: تشکیل ماتریس خود تعاملی ساختاری

پس از تعیین عوامل، پرسشنامه ماتریسی ISM طراحی‌شده و خبرگان این متغیرها را به‌صورت زوجی مورد بررسی قرار داده و با استفاده از نمادهای زیر به تعیین روابط میان شاخص‌ها پرداخته‌اند:

V : اگر عنصر i بر عنصر j تأثیرگذار باشد

A : اگر عنصر j بر عنصر i تأثیرگذار باشد

X : تأثیر متقابل عناصر i و j

O : در صورت عدم وجود ارتباط بین عناصر i و j

اطلاعات حاصله بر اساس متد مدل‌سازی ساختاری تفسیری جمع‌بندی شده و ماتریس خود تعاملی ساختاری از ابعاد و متغیرهای پژوهش و مقایسه آن ها با استفاده از چهار حالت روابط مفهومی تشکیل شده است. منطق مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM) بر مبنای مد در فراوانی‌ها عمل می‌کند.

نتایج حاصل از پرسشنامه‌ها در مورد عوامل موردبررسی در جدول ۲آورده شده است.

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-09-13]

جدول ۲. ماتریس خودتعاملی ساختاری

ردیف	عوامل	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
۱	سامانه هوشمند کنترل		V	V	V	V	V	V	A	A	A	A	A	A	A
۲	وجود چک‌لیست‌های مناسب			A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
۳	کالیبروزاسیون ابزارها				V	V	X	X	A	A	A	A	A	A	A
۴	زمینه و شرایط مساعد					X	A	A	A	A	A	A	A	A	A
۵	شرایط فرهنگی						A	A	A	A	A	A	A	A	A
۶	دستور کارهای اصولی							X	A	A	A	A	A	A	A
۷	برنامه ریزی								A	A	A	A	A	A	A
۸	زمان‌بندی									X	A	A	A	A	A
۹	اجرای بهینه و مؤثر										A	A	A	A	A
۱۰	بودجه لازم											V	V	V	V
۱۱	آموزش‌های لازم												X	V	V
۱۲	دانش لازم													V	V
۱۳	شرایط تکنولوژیکی														X
۱۴	تأمین قطعات و لوازم														

گام سوم: تشکیل ماتریس دسترسی اولیه

ماتریس دسترسی اولیه از تبدیل ماتریس خود تعاملی ساختاری به یک ماتریس دو ارزشی (صفر و یک) حاصل می‌گردد. به‌منظور جایگزینی اعداد صفر و یک بجای نمادهای چهارگانه جدول ۳، برای استخراج ماتریس دسترسی اولیه، قوانین زیر مورداستفاده قرار می‌گیرند:

اگر ورودی (i , j) در ماتریس خودتعاملی ساختاری نماد V باشد، در ماتریس دسترسی اولیه (i , j) عدد یک و ورودی (j , i) عدد صفر خواهد بود.

اگر ورودی (i , j) در ماتریس خودتعاملی ساختاری نماد A باشد، در ماتریس دسترسی اولیه (i , j) عدد صفر و ورودی (j , i) عدد یک خواهد بود.

اگر ورودی (i , j) در ماتریس خودتعاملی ساختاری نماد X باشد، در ماتریس دسترسی اولیه (i , j) عدد یک و ورودی (j , i) عدد یک خواهد بود.

اگر ورودی (i , j) در ماتریس خودتعاملی ساختاری نماد O باشد، در ماتریس دسترسی اولیه (i , j) عدد صفر و ورودی (j , i) عدد صفر خواهد بود.

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-09-13]

جدول ۳. ماتریس دسترسی اولیه														
ردیف	عوامل	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
۱	سامانه هوشمند کنترل	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲	وجود چک‌لیست‌های مناسب	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۳	کالیبروزاسیون ابزارها	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۴	زمینه و شرایط مساعد	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۵	شرایط فرهنگی	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۶	دستور کارهای اصولی	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۷	برنامه ریزی	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۸	زمان‌بندی	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰
۹	اجرای بهینه و مؤثر	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰
۱۰	بودجه لازم	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۱	آموزش‌های لازم	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱
۱۲	دانش لازم	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱
۱۳	شرایط تکنولوژیکی	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱
۱۴	تأمین قطعات و لوازم	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱

گام چهارم: ایجاد ماتریس دسترسی نهایی

پس‌ازآنکه ماتریس دسترسی اولیه به دست آمد، روابط ثانویه شاخص‌ها کنترل می‌گردد. رابطه ثانویه به صورتی است که اگر شاخص i منجر به شاخص j شود و هم‌چنین شاخص j منجر به شاخص k شود، آنگاه شاخص i نیز منجر به شاخص k خواهد شد. اگر در ماتریس دسترسی اولیه این حالت برقرار نبود، باید ماتریس اصلاح‌شده و روابطی که ازقلم افتاده جایگزین شود؛ به این عمل اصطلاحاً سازگار کردن ماتریس دسترسی اولیه گفته می‌شود. در این گام، کلیه روابط ثانویه بین متغیرها، بررسی شد؛ اما رابطه ثانویه‌ای شناسایی نشد. بنابراین ماتریس دسترسی اولیه همان ماتریس دسترسی نهایی خواهد بود. در این ماتریس قدرت نفوذ و میزان وابستگی هر متغیر نیز نشان داده‌شده است. قدرت نفوذ یک متغیر از جمع تعداد متغیرهای متأثر از آن و خود متغیر به دست می‌آید و میزان وابستگی یک متغیر نیز از جمع متغیرهایی که از آن تأثیر می‌پذیرد و خود متغیر به دست می‌آید. جدول ۴ ماتریس دسترسی نهایی را نشان می‌دهد.

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-09-13]

جدول ۴. ماتریس دسترسی نهایی (ماتریس دسترسی سازگار شده عوامل)																	
ردیف	عوامل	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	قدرت نفوذ
۱	سامانه هوشمند کنترل	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۷
۲	وجود چک‌لیست‌های مناسب	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۳	کالیبروزاسیون ابزارها	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۶
۴	زمینه و شرایط مساعد	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳
۵	شرایط فرهنگی	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳
۶	دستور کارهای اصولی	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۶
۷	برنامه ریزی	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۶
۸	زمان‌بندی	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۹
۹	اجرای بهینه و مؤثر	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۹
۱۰	بودجه لازم	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۴
۱۱	آموزش‌های لازم	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱۳
۱۲	دانش لازم	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱۳
۱۳	شرایط تکنولوژیکی	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۱۱
۱۴	تأمین قطعات و لوازم	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۱۱
	میزان وابستگی	۸	۱۴	۱۱	۱۳	۱۳	۱۱	۷	۷	۷	۱	۳	۳	۵	۵	

گام پنجم: تعیین روابط و سطح‌بندی عوامل

در این گام، با استفاده از ماتریس دسترسی، پس از تعیین مجموعه‌های ورودی و خروجی، اشتراک این مجموعه‌ها برای هر یک از عوامل به دست می‌آید.

مجموعه خروجی یک عامل شامل خود آن عامل و عواملی است که بر آن‌ها اثر می‌گذارد که با "۱" های موجود در سطر مربوطه قابل‌شناسایی است.

مجموعه ورودی یک عامل شامل خود آن عامل و عواملی است که از آن‌ها اثر می‌پذیرد که با "۱" های موجود در ستون مربوطه قابل‌شناسایی است.

پس از تعیین مجموعه‌های ورودی و خروجی، اشتراک آن‌ها برای هر یک از عوامل تعیین می‌شود. عواملی که مجموعه خروجی و مشترک آن‌ها کاملاً مشابه باشند، در بالاترین سطح از سلسله مراتب مدل ساختاری تفسیری قرار می‌گیرند. به‌منظور یافتن اجزای تشکیل‌دهنده سطح بعدی سیستم، اجزای بالاترین سطح آن در محاسبات ریاضی جدول مربوط حذف می‌شوند و عملیات مربوط به تعیین اجزای سطح بعدی مانند روش تعیین اجزای بالاترین سطح انجام می‌شود. این عملیات تا آنجا تکرار می‌شود که اجزای تشکیل‌دهنده کلیه سطوح سیستم مشخص شوند.

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-09-13]

جدول ۵. سطح‌بندی (۱)			
عوامل	مجموعه خروجی	مجموعه ورودی	مجموعه مشترک	سطح
۱	۷، ۶، ۵، ۴، ۳، ۲، ۱	۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۱	۱	
۲	۲	۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۷، ۶، ۵، ۴، ۳، ۲، ۱	۲	۱
۳	۷، ۶، ۵، ۴، ۳، ۲	۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۷، ۶، ۳	۷، ۶، ۳	
۴	۵، ۴، ۲	۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۷، ۶، ۵، ۴، ۳، ۱	۵، ۴	
۵	۵، ۴، ۲	۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۷، ۶، ۵، ۴، ۳، ۱	۵، ۴	
۶	۷، ۶، ۵، ۴، ۳، ۲	۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۷، ۶، ۳	۷، ۶، ۳	
۷	۷، ۶، ۵، ۴، ۳، ۲	۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۷، ۶، ۳	۷، ۶، ۳	
۸	۹، ۸، ۷، ۶، ۵، ۴، ۳، ۲، ۱	۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸	۹، ۸	
۹	۹، ۸، ۷، ۶، ۵، ۴، ۳، ۲، ۱	۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸	۹، ۸	
۱۰	۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۷، ۶، ۵، ۴، ۳، ۲، ۱	۱۰	۱۰	
۱۱	۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۹، ۸، ۷، ۶، ۵، ۴، ۳، ۲، ۱	۱۲، ۱۱، ۱۰	۱۲، ۱۱	
۱۲	۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۹، ۸، ۷، ۶، ۵، ۴، ۳، ۲، ۱	۱۲، ۱۱، ۱۰	۱۲، ۱۱	
۱۳	۱۴، ۱۳، ۹، ۸، ۷، ۶، ۵، ۴، ۳، ۲، ۱	۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰	۱۴، ۱۳	
۱۴	۱۴، ۱۳، ۹، ۸، ۷، ۶، ۵، ۴، ۳، ۲، ۱	۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰	۱۴، ۱۳	

بنابراین عامل شماره ۲ در سطح اول قرار می‌گیرد و برای ادامه سطح‌بندی از جدول فوق حذف می‌شود. سایر مراحل سطح‌بندی به طور خلاصه در جدول ۶ آمده است.

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-09-13]

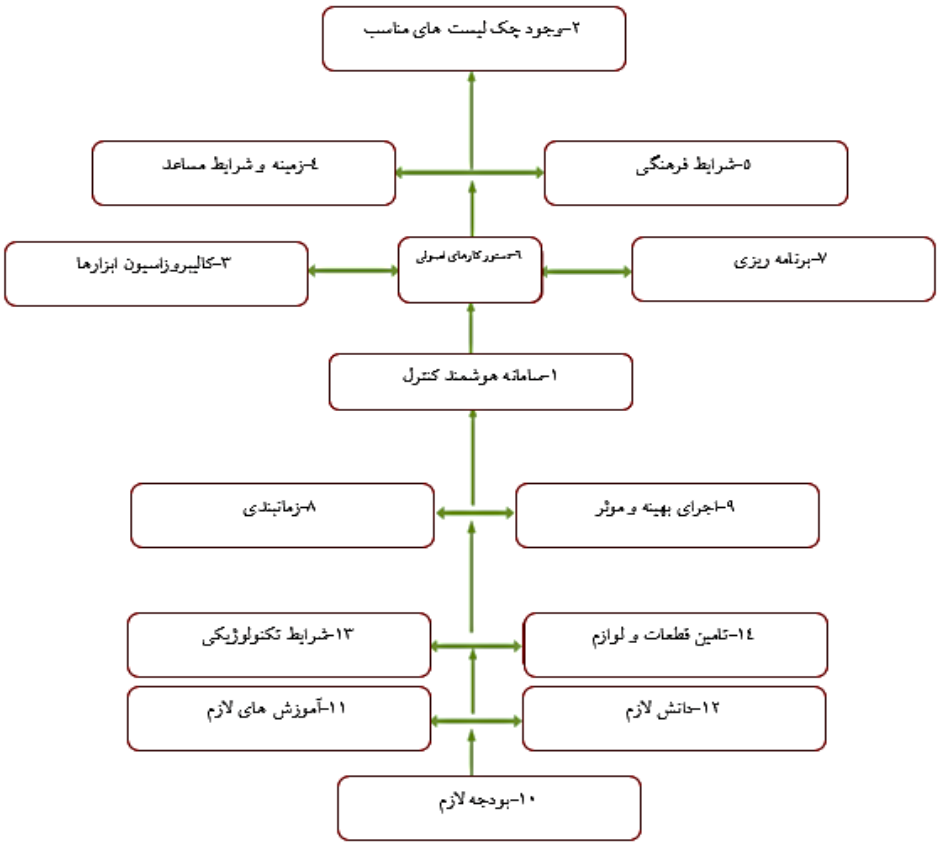
جدول ۶. سطح‌بندی(۲)				
تکرار	عوامل	مجموعه خروجی	مجموعه ورودی	مجموعه مشترک	سطح
دوم	۴	۴، ۵	۱، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴	۴، ۵	۲
	۵	۴، ۵	۱، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴	۴، ۵	۲
سوم	۳	۳، ۶، ۷	۳، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴	۳، ۶، ۷	۳
	۶	۳، ۶، ۷	۳، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴	۳، ۶، ۷	۳
	۷	۳، ۶، ۷	۳، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴	۳، ۶، ۷	۳
چهارم	۱	۱	۱، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴	۱	۴
پنجم	۸	۸، ۹	۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴	۸، ۹	۵
	۹	۸، ۹	۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴	۸، ۹	۵
ششم	۱۳	۱۳، ۱۴	۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴	۱۳، ۱۴	۶
	۱۴	۱۳، ۱۴	۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴	۱۳، ۱۴	۶
هفتم	۱۱	۱۱، ۱۲	۱۰، ۱۱، ۱۲	۱۱، ۱۲	۷
	۱۲	۱۱، ۱۲	۱۰، ۱۱، ۱۲	۱۱، ۱۲	۷
هشتم	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۸

در نهایت عوامل شماره ۱۰ در سطح هشتم قرار می‌گیرد و سطح‌بندی به پایان می‌رسد.

گام ششم: ترسیم مدل نهایی

در این مرحله با توجه به سطوح عوامل و ماتریس دسترسی نهایی یک مدل اولیه رسم می‌شود و با حذف انتقال‌پذیری‌ها در مدل اولیه، مدل نهایی به دست می‌آید. بنابراین مدل نهایی ISM که حاصل شده است، به صورت شکل ۳ خواهد بود.

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-09-13]



شکل ۳. مدل نهایی ISM

با توجه به گراف حاصل، مشاهده می‌شود که شاخص بودجه لازم به عنوان تأثیر گذارترین شاخص و وجود چک لیست‌های مناسب به عنوان تأثیر پذیرترین شاخص شناسایی شدند.

گام هفتم: تجزیه‌وتحلیل قدرت نفوذ و میزان وابستگی (نمودار MICMAC)

در این مرحله متغیرها در چهار گروه طبقه بندی می شوند. اولین گروه شامل متغیرهای خودمختار (ناحیه ۱) می شود که قدرت نفوذ و وابستگی ضعیفی دارند. این متغیرها تا حدودی از سایر متغیرها مجزا هستند و ارتباط کمی دارند. گروه دوم، متغیرهای وابسته (ناحیه ۲) را شامل می‌شود که از قدرت نفوذ ضعیف اما وابستگی بالایی برخوردارند. گروه سوم متغیرهای پیوندی (ناحیه ۳) هستند. این متغیرها قدرت نفوذ و وابستگی بالایی دارند. درواقع هرگونه عملی بر روی این متغیرها منجر به تغییر سایر متغیرها می شود. گروه چهارم متغیرهای مستقل (ناحیه ۴) می باشند. این متغیرها از قدرت نفوذ بالا و وابستگی پایینی برخوردارند. متغیرهایی که از قدرت نفوذ

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-09-13]

بالایی برخوردارند اصطلاحاً متغیرهای کلیدی خوانده می شوند. واضح است که این متغیرها دریکی از دو گروه متغیرهای مستقل یا پیوندی جای می‌گیرند. از طریق جمع‌کردن ورودی‌های "۱" در هر سطر و ستون قدرت نفوذ و میزان وابستگی متغیرها به دست می‌آید. بر همین اساس، نمودار قدرت نفوذ- وابستگی ترسیم می‌شود (آذر و همکاران، ۱۳۹۲).

یافته‌های پژوهش

با استفاده از داده‌های حاصل از گام چهارم می‌توان عوامل مورد مطالعه را بر اساس قدرت نفوذ هر عامل بر عوامل دیگر و میزان وابستگی هر عامل به عوامل دیگر در چهار سطح زیر دسته‌بندی کرد:

- خودمختار: عواملی که حداقل وابستگی و قدرت نفوذ را در دیگر عوامل دارند.
- وابسته: عواملی که وابستگی زیادی به عوامل دیگر دارند.
- پیوندی (متصل): عواملی که رابطه دوطرفه‌ای با دیگر عوامل دارند.
- مستقل (نفوذ): عواملی که بر عوامل دیگر نفوذ قابل‌توجهی دارند.

برای تعیین مختصات هر عامل در ماتریس MICMAC باید از قدرت نفوذ و میزان وابستگی آن عامل استفاده شود. این مقادیر از ماتریس دسترسی نهایی به دست می‌آید. جدول ۷ قدرت نفوذ و میزان وابستگی هر عامل را نشان می‌دهد.

جدول ۷. قدرت نفوذ و میزان وابستگی هر عامل

عوامل	سامانه هوشمند کنترل	وجود چک لیست‌های مناسب	کالیبروزاسیون ابزارها	زمینه و شرایط مساعد	شرایط فرهنگی	دستور کارهای اصولی	برنامه ریزی	زمان‌بندی	اجرای بهینه و مؤثر	بودجه لازم	آموزش‌های لازم	دانش لازم	شرایط تکنولوژیکی	تأمین قطعات و لوازم
قدرت نفوذ	۷	۱	۶	۳	۳	۶	۶	۹	۹	۱۴	۱۳	۱۳	۱۱	۱۱
میزان وابستگی	۸	۱۴	۱۱	۱۳	۱۳	۱۱	۱۱	۷	۷	۱	۳	۳	۵	۵

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-09-13]

با استفاده از مختصات عوامل که در جدول ۷ آمده است، ماتریس MICMAC تشکیل می‌شود (جدول ۸).

جدول ۸. ماتریس MICMAC

زیاد	۱۴	۱۰													
	۱۳			۱۲، ۱۱											
	۱۲														
	۱۱					۱۴، ۱۳									
	۱۰														
	۹							۹، ۸							
	۸			نفوذ								پیوندی			
نفوذ	۷								۱						
	۶											۷، ۶، ۳			
	۵														
	۴														
	۳													۵، ۴	
	۲														
	۱			خودمختار								وابسته			۲
		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
کم								وابستگی							زیاد

همان‌طور که در ماتریس MICMAC مشاهده می‌شود عوامل ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ در ناحیه وابسته قرار دارند و این یعنی از قدرت نفوذ کم ولی میزان وابستگی زیاد نسبت به دیگر عوامل برخوردار هستند. عوامل ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۴ در ناحیه نفوذ قرار دارند. این عوامل از قدرت نفوذ بالا با حداقل وابستگی برخوردارند.

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

حوزه نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه از مهم‌ترین استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات است. فعالیت‌های نگهداری و تعمیر (سرویس، بازدید، تمیزکاری، بازدید، کالیبراسیون، روانکاری، تنظیمات، تعویض قطعات و...) طبق برنامه‌ریزی و در طی فواصل زمانی از پیش تعیین شده انجام می‌شود. این روش بر این دیدگاه استوار است که ماشین‌آلات پس از مدتی دچار پیری شده و می‌بایست با انجام فعالیت تعمیرانی به وضعیتی مشابه با نو برگردانده شوند. نت پیشگیرانه به منظور اجتناب از خرابی‌ها معرفی شده است. در واقع نت پیشگیرانه می‌تواند در برخی از موارد حتی برخی از این شکست‌ها را معرفی کند.

سرعت بالا در اجرای فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات یکی از شاخص‌های مهم در این زمینه است. نکته

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-09-13]

حائز اهمیت این است که تاکنون بحث نگهداری و تعمیرات با تکنیک ISM بررسی نشده بود و در طی این پژوهش این خلأ رفع گردید.

در شرکت‌هایی نظیر روکاگستر، ماهیت محصولات به گونه‌ای است که برای خرید آن‌ها هزینه زیادی باید تقبل گردد، لذا طبق مدل به دست آمده نگهداری و تعمیر پیشگیرانه طبق مقرون به صرفه‌تر می‌باشد.

نگهداری و تعمیرات یک هنر است، چرا که پیش از وقوع یک مشکل و هنگام وقوع آن توانایی انتخاب رویکردها و فعالیت‌های مختلف وجود دارد. لذا مدیران و سرپرستان و کارشناسان و مسئولان نگهداری و تعمیرات نقش پررنگ‌تری نسبت به پارامترهای دیگر و حتی ماهیت مشکل ایجاد شده برخوردار خواهند بود.

در این پژوهش، عوامل مؤثر بر نت ذکر گردید و ارتباط میان آن‌ها با استفاده از تکنیک ISM در قالب ۸ سطحی ارائه گردید. سپس با استفاده از ماتریس MICMAC به تجزیه و تحلیل تأثیرگذاری و تأثیرپذیری این عوامل پرداختیم. این نتیجه حادث گردید که مدل پژوهشی حاضر خطوط راهنمای مهمی را در عرصه عمل برای مدیران به همراه خواهد داشت و روابط علت و معلولی تعمیم شده در مدل مورد پژوهش ضمن فراهم آوردن راهنمایی برای هدایت تلاش‌های اجرایی و اثر بخشی تصمیمات مدیران را در هر ۳ فرایند بهبود نت، ارتقا خواهد داد.

همان طور که از نتایج پژوهش بر می‌آید شاخص بودجه لازم به عنوان تاثیرگذارترین عامل، شناسایی شد. بنابراین ابتدا می بایست به شناسایی عوامل بودجه لازم در جهت نگهداری و تعمیر پرداخت. گراف ISM یک شمای گویا از روابط علت و معلولی بین عوامل را نشان می‌دهد. و لازم به ذکر است نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج حاصل از یافته‌های محمدی (۱۳۹۲) مطابقت نداشت اما با نتایج حاصل از پژوهش آقاسی (۱۳۹۷) همخوانی داشت.

با توجه به قرار گرفتن شاخص بودجه لازم در سطح آخر، می‌بایست این شاخص به‌طور جداگانه به بررسی عناصر این عامل پرداخت. سطح‌بندی عوامل پژوهش با مشخص نمودن نقاط قوت و ضعف آن‌ها می‌تواند به‌عنوان الگویی مناسب برای سیاست‌گذاری و تدوین استراتژی در سطح کلان (در ارتباط باسیاست‌های کلی شرکت‌ها) و همچنین در سطح خرد (اقدامات اصلاحی یا حمایتی توسط دولت و مجلس) استفاده گردد.

منابع

اسحاقیان،رامین؛ براتی، مسعود. (۱۳۹۶). ارزیابی عوامل مؤثر بر راهبرد نگهداری و تعمیرات ناب با رویکرد ISM (مطالعه موردی: گروه صنعتی انتخاب). دومین کنفرانس ملی مدیریت راهبردی خدمات. دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد. ۷ آذر.

آذر، عادل؛ خسروانی، فرزانه؛ و جلالی، رضا .(۱۳۹۲). تحقیق در عملیات نرم، انتشارات سازمان مدیریت صنعتی.

آقاسی، زهرا.(۱۳۹۷). انتخاب استراتژی مناسب نگهداری و تعمیرات توسط تکنیک تحلیل سلسله مراتبی؛ علوم اجتماعی، شباک، مرداد ۱۳۹۷ – شماره ۳۴ از ۵۱ تا ۵۶.

بیگیان، حسین؛ قیدر خلنجانی، جعفر؛ کریمی گوارشکی، محمد حسین. (۱۳۹۷). طراحی یک مدل مدیریت

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-09-13]

نگهداری و تعمیرات با استفاده از نظریه ساختار سازی تفسیری ISM (مورد مطالعه: یک سازمان فن آوَر). نشـریه مدیریت بهره وری. سال دوازدهم. شماره ۴۷. ۱۰۸-۸۷.

تقی پور، راضیه؛ و آوخ دارستانی؛ سروش.(۱۳۹۷). انتخاب استراتژی مناسب نگهداری و تعمیرات بـا رویکـرد سلسله مراتبی فازی؛ مدیریت : مطالعات مدیریت صنعتی. پاییز ۱۳۹۷ - شماره ۵۰ (علمـی-پژوهشـی) از ۱۹۳ تـا ۲۲۸.

تقی‌زاده، هوشنگ؛ شکری، عبدالحسین. (۱۳۹۲). کاربرد مدلسازی ساختاری تفسیری در سطح‌بندی شاخص-های رفتار شهروندی سازمانی (مطالعه موردی). فصلنامه علمی- پژوهشی رهیافتی نو در مدیریت آموزشـی، سـال پنجم، شماره ۳. پاییز ۹۳. ۲۳-۴۲.

حسنی، علی اکبر.(۱۳۹۷). الگوریتم چندهدفه فرا ابتکاری ترکیبی برای مساله زمان بنـدی جریـان کارگـاهی جایگشتی دوباره وارد شونده توزیع شده با در نظر گرفتن نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه در شرایط عـدم قطعیـت؛ مدیریت، مدیریت تولید و عملیات، پاییز و زمستان ۱۳۹۷ - شماره ۱۷ (علمی-پژوهشی) از ۱ تا ۲۲.

رزازان،عبدالکریم؛ بادکوبه، عباس؛ شه بخـش، مهرانگیـز؛ جدیـدفر، پوریـا؛ جهندیـده، رزگـار. (۱۳۹۶). تـأثیر استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات بر چرخه عمر شناورها. شانزدهمین همایش صنایع دریایی. آذرماه. بندرعباس.

فرهادی محلی، علی؛ اسدی، پیمـان. (۱۳۹۵). شناسـایی و تعیـین اسـتراتژی مناسـب مـدیریت نگهـداری و تعمیرات ماشین آلات با تکنیک سلسله مراتبی (AHP) (مطالعه موردی: شرکت فرآورده های گوشتی کاله آمـل). سومین کنفرانس بین المللی پژوهش‌های نوین در مدیریت، اقتصاد و حسابداری. استانبول- ترکیه.

محمدی، کاظم. (۱۳۹۲). تأثیر و نگهداری و تعمیرات پیشـگیرانه در سیسـتم نـت خـودرویی دانشـگاه علـوم انتظامی امین. فصلنامه علمی ترویجی توسعه مدیریت منابع انسانی. شماره ۲۹ دوره سوم پاییز ۱۳۹۲. ۷-۲۶.

Higgins, L. R., Mobley, R. K., & Smith, R. (2002). Maintenance engineering handbook (pp. 1-3). New York: McGraw-Hill.

Liu, Q., Dong, M., & Chen, F. F. (2018). Single-machine-based joint optimization of predictive maintenance planning and production scheduling. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 51, 238-247.

Melchor-Hernández, C. L., Rivas-Dávalos, F., Maximov, S., Coria, V., & Moreno-Goytia, E. L. (2015). An analytical method to estimate the Weibull parameters for assessing the mean life of power equipment. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 64, 1081-1087.

Xiao, L., Song, S., Chen, X., & Coit, D. W. (2016). Joint optimization of production scheduling and machine group preventive maintenance. Reliability Engineering & System Safety, 146, 68-78.

Xie, H., Shi, L., & Xu, H. (2013). Transformer Maintenance Policies Selection Based on an Improved Fuzzy Analytic Hierarchy Process. JCP, 8(5), 1343-1350.

Esmaelian, M., & Bakran, H.(2014). Preventive Maintenance Scheduling with Integer Programming and Constraint Programming.

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-09-13]

Investigation and Leveling of Factors Affecting Preventive Maintenance and Repairs Using ISM (Case study: Roga Gostar Company)

Roohi, M., Master of Industrial Engineering, Rahbord Shomal Institute of Higher Education
Azar, A., Professor, Department of Industrial Management, Tarbiat Modares University
Ebrahimi, S. A., Assistant Professor, Management Department, Rahman Institute of Higher Education

Abstract

Objective: The main purpose of this study was to identify and level the most important factors affecting preventive maintenance and repairs using interpretive structural modeling (ISM).

Methodology: The present study employed descriptive survey method. The data were collected through a variety of methods, including library resources and field studies (interviews and questionnaires) and the use of websites (the Internet). To identify the relationships between variables, the expert judgment system (Delphi method) was used and a questionnaire was distributed to the experts to examine the pair-wise interaction of indicators in terms of their effectiveness and impact on each other. Questionnaires that included the information for the research model were randomly distributed among 10 elites. The qualitative data were analyzed through grounded theory method and the data collected through the questionnaire were subjected to factor analysis. In this model, the initial access matrix was obtained by converting the structural self-interaction matrix into a dual value matrix (zero and one). In the next step, the relationships and leveling of the factors were determined and then the final model was drawn.

Results: MICMAC software was used to analyze the data obtained through the questionnaires. Based on the MICMAC matrix, it was observed that factors 1 to 7 were in the dependent region, which means that they have low driving power but a high degree of dependence on other factors. Factors 8 to 14 were in the driver power zone. These factors have high driving power with minimal dependence.

Conclusion: According to the model obtained from the ISM technique, the required budget index was identified as the most effective factor. Therefore, we must first identify the necessary budget factors for maintenance and repair. The ISM graph shows a clear picture of causal relationships between the factors. Also, the appropriate checklist index was identified as the most highly influenced index.

Keywords: Leveling, Preventive Maintenance and Repair, Interpretive Structural Modeling (ISM)

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-09-13]