



دانشگاه افسری و تربیت پاسداری
امام حسین (ع)
۱۳۶۵

دو فصلنامه علمی
دوره اول
پیش شماره ۲
پاییز و زمستان ۱۳۹۸

بسم الله الرحمن الرحيم
کس جاهدی خنثی برآین
بر از جهادی عاریت خدایت

پژوهش در مهندسی نگهداشت دفاع

پیش‌بینی فرسایش و خرابی ماشین‌آلات راه‌سازی با استفاده از نتایج آنالیز روغن /
مصطفی یوسفی طزر جان، محسن دزفولی



شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای ارزیابی عملکرد سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات با رویکرد مدیریت
دارایی فیزیکی در صنایع دفاعی / محمد مقدسی، فاطمه احمدی، منصور مقدسی، محمدرضا قاسمی



توسعه مدل تصمیم‌گیری برون‌سپاری فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات بر اساس مفهوم اقتصاد مقاومتی
(مطالعه موردی شرکت حمل‌ونقل آزادگان) / سید محمد سید حسینی، علی اصغر حاتمی‌پور

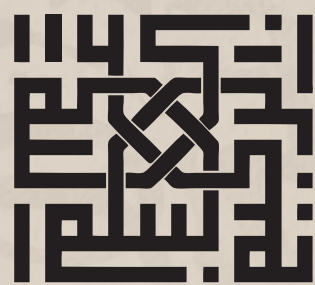


استراتژی بهینه نگهداری و تعمیرات با استفاده از مدل AHP فازی /
مسعود مصدق‌خواه، محمد اسماعیل گلرخی



ارائه مدل ارزیابی بلوغ سیستم نگهداری و تعمیرات الکترونیکی سازمان‌های دفاعی /
مسعود موحدی، سعید رمضانی، سید دانیال ابوالفضلی





دوفصلنامه علمی
پژوهش در مهندسی نگهداشت دفاعی
نشریه دانشکده علوم و مهندسی دفاعی

اعضای هیأت تحریریه

دکتر سید محمد سید حسینی	استاد تمام دانشگاه علم و صنعت ایران
دکتر علیرضا معینی	دانشیار دانشگاه علم و صنعت ایران
دکتر مجتبی حسینی	دانشیار دانشگاه لرستان
دکتر احمد منصوریان	دانشیار مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
دکتر مسعود مصدق خواه	دانشیار دانشگاه جامع امام حسین (ع)
دکتر اردشیر احمدی	دانشیار دانشگاه جامع امام حسین (ع)
دکتر سید ضیاء الدین قاضی زاده	دانشیار دانشگاه جامع امام حسین (ع)
دکتر نقی شجاع	دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه

شمارگان: ۵۰۰ (نسخه چاپی) ۵۰۰ (نسخه الکترونیکی)

قیمت نسخه چاپی: ۶۵۰۰۰۰ ریال

دفتر نشریه: تلفن: ۷۷۱۰۵۰۳۳ داخلی ۱۰۶ - دورنگار: ۷۷۱۰۵۰۳۲

نشانی: تهران، بزرگراه شهید بابایی، بعد از پل لشگرک، دانشگاه افسری و تربیت

پاسداری امام حسین علیه السلام، دانشکده علوم و مهندسی دفاعی.

تارنمای شبکه: dmej.ihuo.ac.ir

پست الکترونیکی: 2qdmej@gmail.com / dmej@ihuo.ac.ir

کلیه حقوق مادی و معنوی برای دانشکده علوم و مهندسی دفاعی محفوظ است.



دانشگاه افسری و تربیت پاسداری
امام حسین (ع)

دوفصلنامه علمی

پژوهش در مهندسی نگهداشت دفاعی
دوره ۱، پیش شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۸
صاحب امتیاز و ناشر: دانشکده علوم و مهندسی دفاعی
شاپای چاپی: ۷۳۱۷-۲۶۷۶
شاپای الکترونیکی: ۰۸۶۱-۲۷۱۷
شماره پروانه انتشار: ۸۶۴۹۱



مدیر مسئول: دکتر محمد کاظم بصیرتی
سر دبیر علمی: دکتر سید محمد سید حسینی
مدیر اجرایی و معاون سردبیر: دکتر فرشید فرخی زاده
ویراستار: مهندس علیرضا سهرابی
کارشناس نشریه: مهندس سید اسمعیل میرحیدری
کارشناس انگلیسی: دکتر علی قربان گراوند
حروفچین و صفحه آرا: مهندس رضا کرمی



مشاورین علمی:

دکتر مهدی ابراهیمی
دکتر بیتا تبریزیان
دکتر رضا رادفر
مهندس حسن رادمرد
دکتر سعید رمضانی
دکتر مصطفی زارعی
دکتر محسن شاه رضایی
دکتر عباس طلوعی اشلقی
دکتر فرشید فرخی زاده
دکتر مسعود کسایی
دکتر رضا مازندرانی
دکتر احمد مهربان
دکتر حسن یزدانی



با عرض سلام و آرزوی توفیق خدمت دوستان عزیز و همکاران محترم سخن آغاز می‌کنم. آغاز هر نشریه علمی، به‌سان طلوعی نوین در عرصه آگاهی و دانش است، به‌ویژه در زمینه علوم فنی و مهندسی که جایگاه چالش‌های بزرگ و تعیین‌کننده می‌باشد. اینک که به لطف الهی پیش‌شماره دوم دوفصلنامه "پژوهش در مهندسی نگهداشت دفاعی" انتشار می‌یابد، یادآوری چند نکته خالی از لطف نیست.

نکته اول: با عنایت به تأکید فرماندهی معظم کل قوا در خصوص توجه نیروهای مسلح به اهمیت موضوع تعمیر و نگهداری و بازسازی امکانات و تجهیزات نظامی «نیروهای مسلح ما به‌عنوان انسان‌های مصمم، بااراده و انقلابی باید همواره درس بازسازی و تعمیر و نگهداری تجهیزات نظامی را بیاد داشته باشند و با تکیه بر مغزهای متفکر و فعال و ابتکار و امکانات، نیازهای رزمی و دفاعی خود را تأمین کنند»^۱.

نکته دوم: با توجه به اهمیت موضوع خودکفایی در امر تعمیر و نگهداری به‌خصوص برای نیروهای مسلح هر کشور و همچنین نبود نشریات علمی فعال و تخصصی در کشور برای این بخش از علوم، بر طبق رسالت و وظیفه ما نیز بر آن شدیم در راستای برنامه‌های دانشکده علوم و مهندسی دفاعی دانشگاه افسری و تربیت پاسدار امام حسین علیه‌السلام پیش‌شماره دوم دوفصلنامه مهندسی نگهداشت دفاعی را با همکاری اساتید و خبرگان موضوع تهیه نماییم تا بدین‌وسیله در اشاعه و ترویج علوم گام مثبتی برداشته و سهمیم باشیم.

نظر به همت اساتید و خبرگان موضوع و همچنین همکاری دانشگاه افسری و تربیت پاسداری امام حسین علیه‌السلام در این شماره به لطف ایزدمتان مجوزهای و زیرساخت‌های اولیه من‌جمله نمایه‌سازی مقالات مجله در پایگاه‌های علمی معتبر کشور، اخذ کد شاپا و پروانه انتشار از وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی و ...، که مقدماتی است برای دریافت اعتبار علمی از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری کشور؛ به‌صورت کامل و به نحو شایسته انجام شده است، امید است که با همکاری مجدد پژوهشگران و خبرگان موضوع در ارسال مقالات اصیل پژوهشی این مهم زودتر به سرانجام برسد.

سردبیر علمی

۱. برگزاری مراسم صبحگاه پایگاه نیروی دریایی بوشهر در حضور فرمانده کل قوا، ۱۳۷۰/۱۰/۲۰



۱. مقاله باید پژوهشی و حاصل تحقیق نویسنده در زمینه مهندسی نگهداشت دفاعی باشد.
۲. مقاله‌های ارسالی به نشریه، نباید پیش از این در هیچ یک از نشریه‌های داخلی یا خارجی چاپ شده باشد.
۳. مقاله‌ها پس از پذیرش اولیه در هیأت تحریریه به منظور ارزیابی برای دو نفر از داوران صاحب نظر و کارشناس فرستاده خواهد شد و پذیرش نهایی بر اساس نظر داوران و موافقت هیأت تحریریه خواهد بود.
۴. مسئولیت علمی مقاله بر عهده نویسنده است و دیدگاه‌های نویسندگان مقالات، لزوماً دیدگاه نشریه نیست.
۵. مقاله باید حداکثر در ۲۰ صفحه A^۴ و در قالب Word و با قلم ۱۱ B Nazanin تایپ شود و به شکل فایل الکترونیکی برای دفتر نشریه فرستاد شود.
۶. نشریه از مقاله‌های تحقیقی و تحلیلی اصیل استقبال می‌کند که در آن مطلب یا نظریه‌ای تخصصی دارای نوآوری، نکات علمی نوین و غیراقتباسی ارائه و به‌ویژه از مقاله‌های برگرفته از پایان‌نامه‌ها که طی آن نظری بدیع مطرح شده باشد، مجله از چاپ مقاله‌های مبتنی بر گردآوری یا ترجمه معذور است.
۷. برگه رویه (عنوان) که در آن فقط اطلاعات شناسنامه‌ای تحقیق از جمله، عنوان، نام نویسنده یا نویسندگان، عنوان شغلی یا علمی، زمان نگارش، نشانی کامل فرد یا مؤسسه یا مؤسسات متبوع، رایانامه (ایمیل) و شماره تلفن درج می‌شود.
۸. چکیده: خلاصه‌ای دقیق از مقاله است که در یک صفحه جدا و در قالب و قلم متفاوت از متن نوشته می‌شود و در آن باید درستی و دقت، استقلال، ایجاز و صراحت، غیرقضاوتی بودن و روانی و انسجام رعایت شود.
۹. مقدمه: بخش اصلی مقاله با مقدمه آغاز می‌شود که در ضمن آن، مسئله تحقیق (سؤال‌ها، فرضیه‌ها، اهداف) و پیشینه علمی پژوهش بیان می‌شود.
۱۰. بدنه نوشتار (چارچوب نظری): این بخش بدنه اصلی و ستون فقرات نوشتار را تشکیل می‌دهد. نظریه‌ها و مباحث نظری در حوزه مورد بحث باید بر اساس نظم و در چارچوب روشی منظم و بر اساس طرح کلی مقاله پیش برود.
۱۱. روش تحقیق: پس از مباحث نظری می‌آید و محقق جزئیات شیوه اجرای پژوهش را توصیف می‌کند. در این بخش مراحل پژوهش (جامعه آماری، نمونه‌گیری، حجم نمونه و...) بیان می‌شود.



۱۲. یافته‌ها و تحلیل: این بخش یافته‌های پژوهش و تحلیل کمی و کیفی پژوهشگر را در حوزه موضوعی مورد نظر تشکیل می‌دهد. داده‌ها و تحلیل‌ها باید بر اساس نظم و در چهارچوب روشی منظم و بر اساس طرح کلی مقاله پیش برود.

۱۳. نتیجه‌گیری و پیشنهاد: نویسنده در بخش پایانی مقاله باید نتایج را بیان و مطالب را چنان جمع‌بندی کند که خواننده احساس کند به پایان مقاله رسیده و از بحث و بررسی‌ها به نتیجه‌ای دست یافته است؛ همچنین پیشنهادهای بعدی و چشم‌انداز آینده و مسائل باقیمانده درباره موضوع در بخش نتیجه‌گیری مطرح می‌شود. این بخش یک پاراگراف تا یک صفحه باشد.

پیش‌بینی فرسایش و خرابی ماشین‌آلات راه‌سازی با استفاده از نتایج آنالیز روغن

مصطفی یوسفی طزر جان^۱، محسن دزفولی^{*۲}

عضو هیئت علمی دانشگاه جامع علمی کاربردی، البرز، ایران.
دانشجوی دکتری مکانیک، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه گیلان، ایران.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۴/۰۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۷/۱۰

چکیده:

آنالیز روغن یکی از روش‌های پایش وضعیت به منظور تشخیص فرسایش‌های غیرعادی تجهیزات و سیستم‌های مکانیکی است. ذرات فرسایشی بر اثر وجود سایش و عیوب مشابه در داخل اجزای ماشین به وجود می‌آیند. با دانستن متالوژی (ترکیب) مواد بکار رفته در ساخت قطعات داخلی موتور و جنس ذرات موجود در روغن می‌توان پیش‌بینی‌هایی در خصوص احتمال عیوب مختلف داشت. در این تحقیق به بررسی رفتار فرسایشی موتورهای ماشین‌آلات راه‌سازی با توجه به وضعیت عناصر آنالیز روغن بر اساس خطوط مبنا پرداخته شده است. این خطوط مبنا با روش داده کاوی نتایج آزمایش‌ها آنالیز روغن بر اساس توزیع نرمال و روش‌های آماری در کنار خرابی‌های ثبت شده در واحد نگهداری و تعمیرات در مدت زمان حدود سه سال به دست آمده است. با توجه به آنالیز ذرات فرسایشی و عناصر موجود در قطعات مختلف موتور خصوصاً ساختار آلیاژی سیلندر و سرسیلندر، آلیاژ مورد استفاده در ساختار شاتون، جنس فلز پایه استفاده شده در یاتاقان‌ها، نوع روغن موتور و میزان کارکرد روغن، عیوب احتمالی و بررسی‌های محتمل تعیین می‌شوند. شاخص‌های مورد مطالعه در آنالیز روغن عبارت‌اند از: ویسکوزیته، سیلیسم، ذرات درشت آهنی، فلزات فرسایشی نظیر آهن، آلومینیوم، سرب، مس، قلع، کروم. سایر پارامترهایی که مدنظر قرار می‌گیرد عبارت‌اند از:

- استفاده و یا عدم استفاده از افزودنی‌های روغن
 - استفاده از خنثی‌کننده‌های اسید، پاک‌کننده‌ها، اکسیدکننده‌ها و واسطه‌های ضد سایش و ضد زنگ
 - مصرف ضد یخ و نوع آن
 - نوع سرویس و تعمیرات صورت گرفته روی دستگاه‌ها (در صورت تعمیر، اعلام مشکل و در صورت امکان ارائه تصاویر از قطعاتی که دچار خرابی و آسیب شده‌اند)
 - محیطی که دستگاه‌ها در آن به کارگیری می‌شوند (معادن، راه‌سازی، محیط‌های پر گردوغبار و ...).
- واژه‌های کلیدی: آنالیز روغن، پیش‌بینی و تشخیص عیب، نگهداری و تعمیرات، توزیع نرمال، خط مبنا.

* نویسنده مسئول: mddezfouli@gmail.com





۱- مقدمه

نگهداری و تعمیرات مبتنی بر شرایط^۱ (CBM) و مدیریت سلامت و پیش‌بینی^۲ (PHM) در سال‌های اخیر به‌عنوان فناوری‌های چشمگیری که تأثیر عمیقی بر فعالیت‌های مربوط به نگهداری و تعمیرات در حوزه‌های نظامی و تجاری دارند، ظهور یافته‌اند. پیش‌بینی عیوب، یکی از جنبه‌های چالش‌برانگیز سیستم‌های مدرن نگهداری و تعمیرات بوده که ارتقا ایمنی بسیاری از انواع ماشین‌آلات و سیستم‌های پیچیده را در بر دارد.

آنالیز روغن یکی از تکنیک‌های اصلی مراقبت وضعیت ماشین‌آلات به شمار می‌رود. در این تکنیک، مقداری از روغن روانکاری تجهیز به‌عنوان نمونه به آزمایشگاه ارسال می‌شود و از طریق انجام یک سری تست‌های از پیش تعیین‌شده، از وضعیت روانکار و نیز وضعیت ماشین، اطلاعات مفیدی به دست می‌آید. «آنالیز روغن» از خانواده برنامه‌های PHM یک برنامه اجرایی نگهداری و تعمیرات بر پایه مراقبت وضعیت شرایط روانکار است که با تمرکز بر وضعیت روانکار و انجام آزمایش‌های گوناگون در محل کار، تجهیزات و آزمایشگاه‌های معتبر، آسیب‌ها و خسارت‌های وارده به ماشین‌آلات را به حداقل رسانده و موجب کاهش هزینه‌ها شده و به افزایش بهره‌وری و کیفیت فرآورده‌های تولید منجر خواهد شد.

پایش وضعیت کمک می‌کند که بدون نیاز به دمونتاژ موتور و بازدید مستقیم از قطعات بتوان عیوب و مشکلات ماشین را تشخیص داد. در صورتی که این عیوب به‌موقع شناسایی شوند می‌تواند از بروز خسارت‌های هنگفت جلوگیری کند.

ذرات فرسایشی بر اثر وجود سایش و عیوب مشابه در داخل اجزاء ماشین به وجود می‌آیند. یکی از آیتم‌های مهم در خصوص تشخیص عیوب داخلی دانستن متالوژی (ترکیب) مواد بکار رفته در ساخت قطعات از یک‌طرف و نیز دانستن جنس ذرات موجود در داخل روغن از طرف دیگر است. لذا تشخیص جنس ذرات فرسایشی موجود در داخل روانکار از طریق آنالیز عنصری اهمیت زیادی پیدا می‌کند.

داده‌کاوی فرآیند اکتشاف اطلاعات و روندهای جالب نهفته از درون حجم بسیار زیاد داده‌هایی است که در قالب پایگاه‌های داده‌ای انبارهای داده‌ای، یا هر نوع انباره اطلاعاتی، ذخیره می‌شود. بر اساس این دیدگاه، معماری یک سامانه داده‌کاوی را می‌توان تشکیل داد. داده‌کاوی فرایند تحلیل حجم زیادی از داده‌ها به‌منظور استخراج اطلاعات مفید، واضح و بااهمیت، الگوها و قوانین بامعنی با استفاده از ابزارهای پیشرفته خودکار و نیمه‌خودکار است. چنین داده‌هایی ممکن است در پایگاه‌های داده، انباره داده و یا هر مخزنی از داده‌ها ذخیره شده باشند. هدف داده‌کاوی برای بسیاری از سازمان‌ها می‌تواند بهبود عملکرد، از طریق درک بهتری از نیازمندی‌ها، شناخت الگوهای نامتعارف، پیش‌بینی آینده بر پایه تجارب گذشته و بهبود در روش‌های کاری فعلی باشد. داده‌کاوی فرآیند کشف الگوها و روابط پنهان موجود بین داده‌هاست. مدل‌سازی مبتنی بر داده، عمده‌ترین روش و وجه تمایز داده‌کاوی محسوب می‌شود. روش‌های این حوزه طبقه‌بندی و پیش‌گویی، خوشه‌بندی، مصورسازی داده‌ها، شبکه‌های عصبی، وابستگی گروهی، درخت تصمیم‌گیری و... می‌باشند. با استفاده از این روش‌ها دانش پنهان در داده‌ها کشف می‌شود.

برای ارزیابی اینکه مقادیر به دست آمده در تحلیل روغن، شرایط مناسبی را نشان می‌دهند و یا برعکس نشان‌دهنده شرایط غیرعادی در ماشین هستند، لازم است که معیارهایی برای دسته‌بندی این مقادیر به مقادیر عادی و یا مشکوک وجود داشته باشد. تشخیص این معیارها و روش‌های ارزیابی نتایج آزمایش‌ها همواره یکی از چالش‌های اصلی در برنامه‌های تحلیل روغن بوده است. در این راستا سازندگان تجهیزات، شرکت‌های تولیدکننده روغن و آزمایشگاه‌های تحلیل روغن، معیارها و روش‌هایی را برای ارزیابی وضعیت روغن ارائه می‌دهند. هر یک از این معیارها مبتنی بر دیدگاه‌هایی است که آگاهی از آن‌ها

¹ Condition based maintenance

² Prognostic and health management



در زمان استفاده ضروری است. در این طرح برخی از روش‌های تحلیل و ارزیابی نتایج مورد استفاده قرار خواهد گرفت و سعی به دستیابی به خطوط مبنای آنالیز روغن می‌شود.

از داده‌کاوی برای تحلیل داده‌های موتور کامیون بنز ۲۶۲۸ با توجه به مدل‌های شبکه عصبی، درخت‌های تصمیم‌گیری و مصورسازی و آمار توصیفی استفاده کردند. یافته‌های مطالعه آن‌ها نشان می‌دهد الگوهای خاصی متناسب با مؤلفه‌های روغن وجود دارد و با توجه به حجم داده‌ها و ابزارها و شاخص‌های مرتبط، قواعد مناسب را می‌توان استخراج نمود [۱۱]. بررسی به‌کارگیری پایش وضعیت بر اساس آنالیز روغن در ماشین‌های راه‌سازی و راهداری را بر ۴۲۹ مورد از ماشین‌های وزارت راه و شهرسازی انجام دادند [۱۸].

پیشگویی نوع خرابی موتور تراکتور مسی فرگوسن مدل MF۲۸۵ را مبنی بر رابطه‌های رگرسیونی مربوط به عناصر فرسایشی و آلودگی‌های روغن مدل کردند [۱۱]. همچنین محمدی سرواله و کیانمهر، مؤلفه‌های فرسایشی و آنالیز روغن موتور تراکتور مسی فرگوسن MF۳۹۹ بر اساس شرایط کاری بررسی نمودند [۱۶]. رضانی و یوسفی رویکردهای هوشمند در تشخیص و پیش‌بینی عیوب را توسعه داده و کاربردهای این الگوریتم‌ها را ارائه دادند [۹]. سادات دانشی تکنیک‌های آنالیز روغن می‌تواند به‌عنوان روش‌های مفیدی برای نظارت و کنترل ماشین‌های کشاورزی، عمرانی، حمل‌ونقل و صنعتی مورد استفاده واقع شوند. درواقع به دلیل اینکه روغن در تماس دائم با سطوح قطعات مختلف سیستم قرار دارد، بنابراین با نمونه‌گیری می‌توان اطلاعات درون سیستم را به خارج از آن منتقل کرده و در اختیار سازمان کنترل و نظارت ماشین‌ها و تجهیزات قرار داد [۱۲]. در حقیقت با استمرار این نظارت می‌توان قبل از پیشرفت و گسترش خرابی و رسیدن به مرحله بحرانی، اقدامات پیشگیرانه‌ای را معمول داشت [۲۹].

فیلترهای هوا طوری طراحی و ساخته شده‌اند که تا ۹۹٪ از ذرات معلق در هوا را گرفته و مابقی داخل محفظه احتراق شده، وارد روغن موجود بر روی دیواره سیلندر می‌گردد. حال بسته به اندازه ذرات و اندازه لقی بین رینگ پیستون و جداره سیلندر برخی از ذرات که اندازه آن‌ها کمتر و یا برابر آن فاصله باشد از آنجا عبور کرده وارد محفظه روغن می‌شوند و ذرات درشت‌تر امکان عبور نخواهند داشت. از طرفی ذراتی که اندازه آن‌ها کمتر فاصله لقی باشد بدون درگیری با سطوح فلزی عبور کرده در حالی که ذراتی که هم‌اندازه فاصله لقی باشند در حین عبور باعث ایجاد خراش و فرسایش خواهند شد. بنابراین خطرناک‌ترین ذرات آن‌هایی هستند که هم‌اندازه فاصله بین سطوح باشند [۲۲]. نفوذ کوارتز به‌اندازه ده میکرون در موتور علت بالاترین شدت فرسایش بر روی رینگ‌های پیستون است [۲۵]. ترکی و ذوقی، طی یک بررسی آماری نتیجه گرفتند در قسمت‌های مختلف ماشین در بیش از ۹۰٪ موارد فرسایش بحرانی عناصر کروم و آلومینیم در حضور آلودگی بیش‌ازحد سیلیس اتفاق می‌افتد [۵].

مراقبت از روغن یکی از مهم‌ترین دستاوردها در نگهداری پیشگیرانه تجهیزات است. این روش ابزاری است که برای ارزیابی وضعیت دستگاه، شناسایی ریسک‌های خرابی، امکان پیش‌بینی عیوب برای جلوگیری از عواقب هزینه‌بر و افزایش طول عمر دستگاه مورد استفاده می‌باشد [۸]. روش CM آنالیز روغن در ماشین‌آلات را بررسی نمود و تأثیر آن بر هزینه‌های پروژه را نشان داد. خدابخشیان و شاکری، مراقبت وضعیت ماشین‌آلات کشاورزی را از طریق آنالیز روغن انجام دادند [۷]. حسامی و همکاران، با بررسی روش آنالیز روغن ماشین‌آلات و اثر این روش در کاهش هزینه‌های ماشین‌آلات در پروژه‌های عمرانی پرداختند [۶]. نصیری و همکاران، روند تحلیل نتایج آنالیز روغن یک نوع موتور دیزل را به کمک درخت تصمیم انجام دادند [۱۷]. شیخ داوودی و همکاران، بررسی فنی و اقتصادی نگهداری و تعمیرات ماشین‌های برداشت نیشکر با استفاده از روش پایش وضعیت روغن را انجام دادند [۱۴].

در سیستم‌های مکانیکی که اجزا با روغن در تماس‌اند، روش پایش روغن ۱، قابلیت بالایی را در تشخیص عیوب مکانیکی





داشته و به‌عنوان ابزاری مؤثر، امکان بهینه‌سازی سیستم‌ها و کنترل‌های مختلفی نظیر بررسی روند استهلاک، کیفیت قطعات و مواد و چگونگی انجام تعمیرات را فراهم می‌سازد [۲۴].

امروزه هیچ پروژه‌ای را نمی‌توان یافت که ماشین‌آلات در پیشبرد آن نقشی را ایفا نکند و در پروژه‌های عظیم نقش آن‌ها چه از نظر پیشرفت کار و چه از نظر هزینه قابل توجه است. به همین دلیل مدیریت کارایی و هزینه ماشین‌آلات نقش مهمی در کنترل هزینه‌ها و شکست یا موفقیت دارد. استفاده از روش‌های نت تأثیر کاهشی بر هزینه‌های ماشین‌آلات و پروژه دارد [۴].

آنالیز روغن این مشخصه‌ها را به اطلاعات ارزشمندی تبدیل می‌نماید که در زمینه تصمیم‌گیری، نگهداری و بهره‌برداری به کار می‌روند [۲۶].

تعیین زمان مناسب تعویض روغن روانکار در تجهیزات صنعتی به‌ویژه موتورهای همواره از چالش‌های عمده در بحث نگهداری تجهیزات صنعتی بوده است زوال و فرسودگی روغن روانکار با تغییر مشخصه‌های روغن در طول کارکرد آن قابل ارزیابی است [۱۹].

مواردی که از طریق آنالیز روغن می‌توان به آن‌ها پی برد به‌طور خلاصه عبارت‌اند از: سوخت وارد شده به روغن، مواد و کثافات وارد شده به روغن، ضد یخ موجود در روغن، سایش یاتاقان‌ها و عدم کارایی روغن‌کاری. از این طریق می‌توان عیوب مختلف نظیر خوردگی، مشکلات یاتاقان‌ها، فرسایش غیرعادی رینگ و پیستون موتورهای، فرسایش غیرعادی محورها و دنده‌های گیربکس و پمپ‌های هیدرولیک را مورد شناسایی قرار داد و نسبت به رفع عوامل آن اقدام نمود [۲۱].

با توجه به محدودیت‌های هزینه، مدیریت ماشین‌آلات و تعمیر و نگهداری به‌عنوان یکی از هزینه‌های اساسی بخش اجرای پروژه‌ها نیاز به بررسی و تدقیق بیشتری دارد. روش‌های کارآمد در تعمیر و نگهداری و برنامه‌های نت، دغدغه مسئولین مدیریت ماشین‌آلات را در رسیدن به اهداف پروژه را کاهش داده و از لحاظ هزینه و برنامه زمان‌بندی تأثیرگذار خواهد بود. آنالیز روغن و ذرات فرسایشی آن، یکی از راهکارهای کارآمد و دقیق برای پیشگیری از تعمیرات ناخواسته توقف‌های اضطراری و تخمین زمان دقیق تعویض روغن یا تشخیص میزان فرسایش قطعات می‌باشد. با به‌کارگیری آن می‌توان با کاهش هزینه‌های نت و جلوگیری از خرابی‌های نابجا هزینه‌های اجرای پروژه را کاهش داد. در اعمال برنامه‌های نت مبتنی بر CM آنالیز روغن به‌طور مستقیم و غیرمستقیم در صرفه‌جویی‌های اقتصادی تأثیر دارد. این برنامه‌ها می‌تواند به‌طور مستقیم تا ۲۲ درصد کاهش هزینه‌های را به دنبال داشته و افزایش عمر دستگاه، عدم توقف‌های زنجیره‌ای و سرمایه‌گذاری مضاعف را نیز موجب گردد [۱۳].

السون^۱، سیستم‌های پایش سیار را به‌عنوان روشی از نگهداری و تعمیرات مبتنی بر وضعیت دستگاه مطرح کرد. این سیستم‌ها اطلاعات دقیقی از پارامترهای موتور را به‌طور پیوسته فراهم آورده و امکان جایگزین نمودن روش‌های تعمیر و نگهداری به‌صورت بازرسی‌های مکرر و غیرقابل انعطاف را با یک برنامه نگهداری مطابق شرایط، اقتصادی و کاملاً انعطاف‌پذیر فراهم می‌نمایند [۲۸].

دگاسپاری^۲، گزارشی از سیستم‌های مراقبت وضعیت موجود از طریق آنالیز روغن به روش حسگرهای هشداردهنده را ارائه نمود. او در این گزارش سه نوع سیستم هشداردهنده را معرفی کرد [۲۴]:

- سیستم هشداردهنده از طریق نصب حسگر روی موتور
- سیستم هشداردهنده از طریق عادات بهره‌برداری
- سیستم ترکیبی

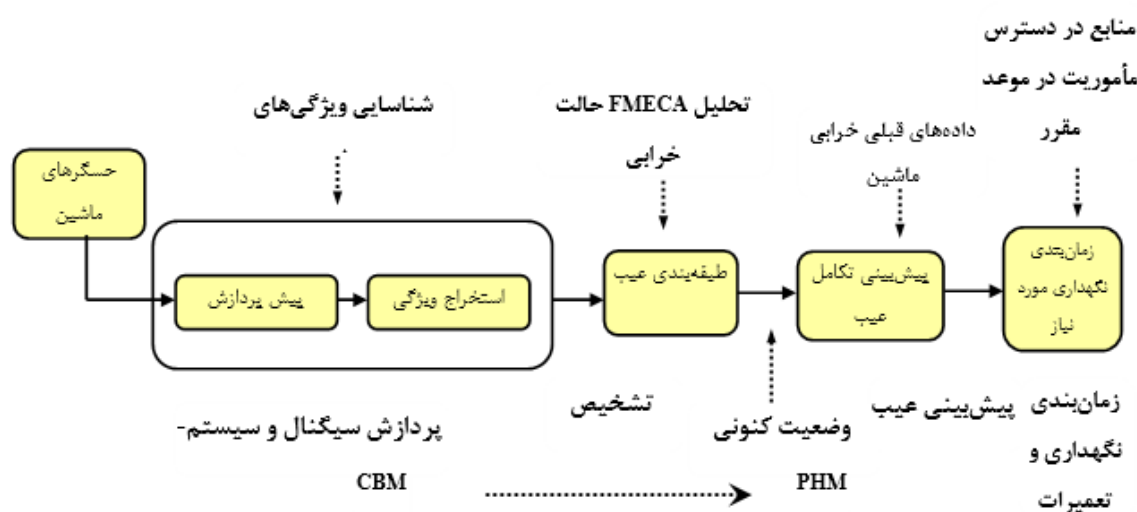
¹ Elson

² Degaspari



۲- تشخیص و پیش‌بینی عیوب

سیستم‌های PHM مدرن و جامع شامل امکانات بسیاری می‌باشد. بسیاری از این قابلیت‌ها، هرچند بسیار پیشرفته و دقیق می‌باشند، ولی یک سیر تکاملی از توانایی سیستم‌های تشخیص و پیش‌بینی عیوب می‌باشند. در شکل ۱، چرخه توسعه CBM به PHM، معرفی شده است [۸].



شکل ۱- چرخه CBM/PHM

نگهداری و تعمیرات بر مبنای شرایط^۱ (CBM) استفاده از داده‌های حین کار تجهیزات برای تعیین وضعیت ماشین و به دنبال آن وضعیت عیب یا خرابی آن است. پیش‌بینی عیوب و مدیریت سلامت^۲ (PHM) به‌طور ویژه به پیش‌بینی رفتار آینده، عمر مفید باقیمانده^۳ (RUL) و برنامه‌ریزی اقدامات نگهداری و تعمیرات مورد نیاز به‌منظور حفظ سلامتی سیستم، اشاره می‌کند.

با استفاده از روش مراقبت وضعیت (CM) و آنالیز ذرات فرسایشی در روانکارها نظیر روغن می‌توان میزان نفوذ و راه‌های پیشگیری از آن را شناسایی و تمهیدات لازم را اجرا نمود.

با توجه به ارتباط مستقیم صنعت با ماشین‌آلات به‌طوری‌که هزینه ماشین‌آلات سهم عمده‌ای در هزینه‌های یک پروژه دارد روش‌های مراقبت و نگهداری و همچنین تعمیرات می‌تواند در کاهش و یا افزایش هزینه ماشین‌آلات نقش مهمی داشته باشد [۶].

¹ Condition-based Maintenance

² Prognosis and Health Management

³ Remaining Useful Life





شکل ۲- محاسن برنامه مراقبت وضعیت ماشین‌ها^۱ (MCM)

۳- آنالیز روغن

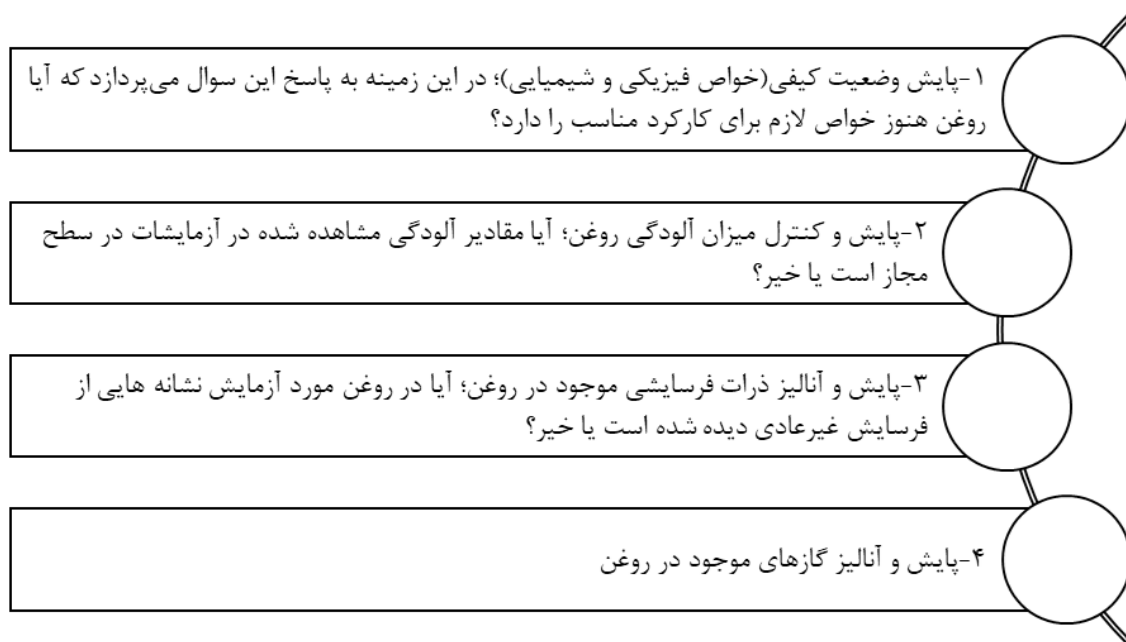
آنالیز روغن همانند آزمایش خون انسان می‌باشد. از طریق آنالیز روغن می‌توان عیوب مختلف نظیر خوردگی، مشکلات یاتاقان‌ها، فرسایش غیرعادی رینگ و پیستون موتورها، فرسایش غیرعادی شفت‌ها و دنده‌های گیربکس‌ها، پمپ‌های هیدرولیک و به‌طور کلی قسمت‌هایی که در آن روغن به‌عنوان روان‌کننده استفاده می‌شود شناسایی و نسبت به رفع عوامل آن اقدام نمود. همچنین به کمک این آزمایش‌ها می‌توان از صحت و سلامت روغن‌ها که نقش کلیدی در کار ماشین دارند اطمینان حاصل نمود. با آزمایش نمونه روغن گرفته‌شده از ماشین، اندازه‌گیری قابلیت روان‌کننده برای انجام وظایف اصلی آن ممکن گشته و همچنین اطلاعات وسیعی راجع به کار و شرایط سلامت ماشین به دست می‌آید.

^۱ Machinery Conditioning Monitoring



فناوری مراقبت وضعیت از طریق آنالیز روغن، به عنوان روش مؤثری در تشخیص فرسایش های غیرعادی یا عیوب تجهیزات و سیستم های مکانیکی شناخته می شود. در فرآیند تحلیل و تفسیر نتایج آنالیز روغن، مسائلی نظیر شناخت رفتارهای فرسایشی، ویژگی های فنی، سوابق و تجارب قبلی آنالیز و غیره، جهت اجرای برنامه CM، بسیار ضروری و تعیین کننده است [۸]. درواقع در روش آنالیز روغن، از روانکار به عنوان یک منبع سرشار از اطلاعات استفاده می شود. گردش روغن در داخل سیستم این امکان را به وجود می آورد تا آثار اتفاقات و یا تغییرات وضعیت سیستم به خارج از آن منتقل گردد. اطلاعات موجود در روغن با انجام آزمایش ها مختلف که بر روی چند قطره از آن صورت می پذیرد قابل استخراج می باشد. با مقایسه نتایج آزمایش ها هر مرحله با مراحل قبل می توان هرگونه تغییرات در وضعیت کار و سلامت دستگاه را شناسایی نمود [۲۷]. اجزای موتور در حین کار مقادیر میکروسکوپی از عناصر به روغن اضافه می کنند. در شرایط طبیعی موتور فرسایش به آرامی صورت گرفته و مقدار عناصر فرسایشی در روغن به طور پیوسته و آرام زیاد می شود [۲۰]. آلودگی و رقت روغن های کارتر مانع روغن کاری خوب می شود، که علاوه بر سوخت های آتش نگرفته از دیواره سیلندر پایین رفته وارد محفظه کارتر می گردد. این خود باعث تجمع ذرات در آن و ایجاد فرسایش خواهد شد [۳]. برخی از این عناصر مانند آهن (Fe)، آلومینیوم (Al)، کروم (Cr)، سرب (Pb) و مس (Cu) ناشی از فرسایش قطعات داخل دستگاه هستند و برخی هم چون کلسیم (Ca)، منیزیم (Mg)، فسفر (P) و روی (Zn) نشان دهنده وجود مواد افزودنی در روغن هستند. بعضی عناصر هم شامل سیلیس (Si) و سدیم (Na) از عناصر آلاینده هستند که از محیط وارد روغن می شوند [۱۵].

گردش روغن در داخل سیستم این امکان را به وجود می آورد تا آثار اتفاقات و یا تغییرات وضعیت سیستم به خارج از آن منتقل گردد. اطلاعات موجود در روغن با انجام آزمایش ها مختلف که بر روی چند قطره از آن صورت می پذیرد قابل استخراج می باشد. با مقایسه نتایج آزمایش ها هر مرحله با مراحل قبل می توان هرگونه تغییرات در وضعیت کار و سلامت دستگاه را شناسایی نمود. شکل زیر کاربردهای آنالیز روغن و ذرات فرسایشی را نشان می دهد.



شکل ۲- کاربردهای آنالیز روغن و ذرات فرسایشی





ابو سیادا و حمود^۱، یک روش منطق فازی جدید برای شناسایی خرابی‌های بحرانی ترانسفورماتور قدرت با استفاده از آنالیز گاز حل‌شده در روغن ارائه دادند [۳۳]. الجنابی و همکاران^۲، یک سیستم ترکیبی برای تشخیص و پیش‌بینی خرابی‌ها در ترانسفورماتورهای الکتریکی طراحی و ارزیابی کردند [۳۴]. زارکوویچ و استوچکوویچ^۳، تشخیص عیب و پایش وضعیت را با سیستم‌های هوشمند مصنوعی برای ترانسفورماتور قدرت انجام دادند [۴۱]. کاسترو و میراندا^۴، شبکه عصبی را به‌عنوان موتورهای استنتاج برای تشخیص عیوب ارائه دادند [۳۵]. هان و همکاران^۵، تشخیص عیوب را بر اساس انتخاب ویژگی و بهینه‌سازی پارامتر انجام دادند [۳۶]. مانتز و همکاران^۶ و نی و وانگ^۷، در مقالات جداگانه‌ای پایش وضعیت خرابی‌های یاتاقان گیربکس توربین‌های بادی را مورد مطالعه قرار دادند [۳۷] و [۳۸].

سالا و همکاران^۸، یک ماژول تشخیص عیب فازی برای آنالیز روغن در موتورهای دیزل صنعتی ارائه دادند [۳۹]. تان و همکاران^۹، یک مطالعه تجربی مقایسه‌ای در مورد توانایی‌های تشخیصی و پیش‌آگهی انتشار آکوستیک، ارتعاش و تجزیه و تحلیل روغن اسپکترومتری برای چرخ‌دنده‌ها انجام دادند [۴۰].

۳-۱- معیارها و روش‌های ارزیابی نتایج آنالیز روغن

یکی از این راه‌ها ایجاد حدودی است که مقادیر پارامترها باید در آن محدوده باشند. برای مثال در روش استفاده از درصد تجمعی^{۱۰} مقداری که ۸۵ درصد از نمونه‌ها کمتر از آن هستند، سطح هشدار و مقداری که ۹۵ درصد از نمونه‌ها کمتر از آن هستند، سطح بحران تعیین می‌شود. شرایط روغن تحت تأثیر عوامل زیادی همچون شرایط کارکرد، بارگذاری و بهره‌برداری از ماشین، مشخصات عمومی دستگاه و مشخصات خاص دستگاه مانند عمر، لقی‌ها و غیره می‌باشد و در نتیجه استفاده از این روش‌ها به‌عنوان یک راه‌حل کلی و بدون در نظر گرفتن سایر شرایط همواره نمی‌تواند نتایج مطلوبی داشته باشد [۳۲]. امکان ارزیابی درست و قابل‌اطمینان تنها با استفاده از اندازه‌گیری فلزات فرسایشی وجود ندارد و بایستی تحلیل‌های مکمل نیز برای تشخیص درست مورد استفاده قرار گیرد.

در روش تعیین حدود ثابت^{۱۱} محدوده‌های ثابتی برای کمیت‌ها تعریف می‌شود که معمولاً شامل سه محدوده عادی^{۱۲}، غیرعادی^{۱۳} و بحرانی^{۱۴} می‌باشد. این کمیت می‌تواند مقدار مطلق فرسایش یا آلاینده‌گی و یا نرخ فرسایش یا آلاینده‌گی برحسب ساعت کارکرد باشد. برای تعیین وضعیت ماشین مقادیر به دست آمده از آزمایش با حدهای تعیین‌شده مقایسه شده و شرایط دستگاه ارزیابی می‌شود. در این روش مقادیر کمتر از مقدار متوسط به‌علاوه انحراف معیار، عادی و مقادیر بیش از مقدار متوسط به‌علاوه دو برابر انحراف معیار، بحرانی محسوب می‌شوند و مقادیر بین این دو حد غیرعادی هستند [۳۰]. داشتن تعداد مناسب از نمونه‌های قابل‌استفاده یعنی نمونه‌هایی که در زمانی که سلامت ماشین و کارکرد مناسب آن اطمینان وجود داشته است گرفته‌شده‌اند شرط لازم برای انجام موفق این روش می‌باشد [۸].

¹ Abu-Siada & Hmood

² Al-Janabi & et.al.

³ Žarković & Stojković

⁴ Castro & Miranda

⁵ Han & et.al.

⁶ Mauntz & et.al.

⁷ Nie & Wang

⁸ Sala & et.al.

⁹ Tan & et.al.

¹⁰ Cumulative percent

¹¹ Fixed limits

¹² Normal

¹³ Abnormal

¹⁴ Critical



در روش تحلیل تجهیزات هم‌خانواده^۱ نتایج به دست آمده از آزمایش‌های مجموعه‌ای از دستگاه‌های مشابه (یک مدل) که در شرایط یکسانی کار می‌کنند مقایسه می‌شود. در این روش نیز نتایج به دست آمده تحلیل آماری شده و محدوده‌ها همانند محدوده‌های تعریف‌شده در تعیین حدود ثابت تعیین می‌شوند [۸].

در روش روندگرایی^۲ تغییرات کمیت‌ها با زمان برای یک دستگاه خاص بررسی می‌شود و با ارزیابی این تغییرات وضعیت حال و آینده دستگاه تعیین می‌شود. در صورتی که شرایط و فواصل نمونه‌برداری ثابت باشد با آگاهی از شرایط کارکرد دستگاه و دنبال کردن تغییرات پارامترها می‌توان نتایج مطلوبی به دست آورد. در ارزیابی نتایج نرخ تغییرات و مقدار تغییرات باید هم‌زمان مورد توجه قرار بگیرد. هرگونه تغییرات غیرعادی در نرخ یا مقدار تغییرات باید به‌عنوان هشدار مورد توجه قرار بگیرد. مهم‌ترین مزیت این روش عدم وابستگی آن به شرایط عمومی و خاص دستگاه می‌باشد و فقط به شرایط کاری و بارگذاری دستگاه وابسته است و به‌راحتی برای هر دستگاهی قابل اجراست [۳۹]. با داشتن نتایج چهار آزمایش پشت سر هم در این روش می‌توان شرایط آتی دستگاه را پیش‌بینی کرد. این روش رایج‌ترین روش مورد استفاده در برنامه تحلیل روغن می‌باشد. حتی اگر این روش تنها روش مورد استفاده نباشد همواره توصیه می‌شود در کنار سایر روش‌ها به کار گرفته شود چراکه در بسیاری از شرایط تغییرات یک کمیت مهم‌تر از مقدار مطلق آن می‌باشد [۸]. در این روش معمولاً نتایج هر آزمایش در کنار نتایج سه آزمایش ماقبل تحلیل می‌شود. بدین ترتیب که روند تغییرات در نتایج آزمایش آخر و دو آزمایش ماقبل مقایسه شده و در صورت افزایش محسوس در نرخ تغییرات شرایط دستگاه نامطلوب و غیرعادی ارزیابی می‌شود. توجه به نکات چون خطای اندازه‌گیری تجهیزات اندازه‌گیری، صعودی بودن روند تغییرات در شرایط غیرعادی و درصد تغییرات بسیار مهم می‌باشد.

در پیاده‌سازی یک برنامه تحلیل روغن مناسب و کارآمد توصیه می‌شود هر سه روش گفته شده هم‌زمان به کار گرفته شوند [۸].

۳-۲- معیارهای تعیین‌شده از طرف سازنده

سازندگان تجهیزات، شرکت‌های تولیدکننده روغن و آزمایشگاه‌های تحلیل روغن معیارها و روش‌هایی را برای ارزیابی وضعیت روغن ارائه می‌دهند [۸]. بسیاری از سازندگان معیارها و راهنمایی‌هایی برای ارزیابی وضعیت روغن ارائه می‌دهند. این معیارها عمدتاً حد مجاز آلاینده‌ها برای آسیب زدن به دستگاه می‌باشد [۳۰]. تولیدکنندگان روغن نیز معمولاً حدهای مجازی برای مقدار آلاینده‌های موجود در روغن تعیین می‌کنند که رعایت این حدود برای عملکرد دستگاه ضروری است.

۳-۳- مبانی تحلیل روغن در موتورهای دیزل

در صورتی که موتورها عملیاتی هستند، هر روز و در غیر این صورت هر هفته یک‌بار باید روغن نمونه‌گیری و علاوه بر بازرسی چشمی ویسکوزیته، آلودگی آب و عدد بازی آن اندازه‌گیری شود. در صورت وجود مواد نامحلول و یا آب در بازرسی چشمی و یا هر یک از حالات زیر روغن برای انجام آزمایش‌ها دقیق‌تر باید به آزمایشگاه فرستاده شود [۳۱].

بیش از ده درصد تغییرات ویسکوزیته نسبت به روغن نو، TBN کمتر از ۸، آلودگی آب بیش از ۰/۲ درصد به‌عنوان معیار در نظر گرفته شده است. در صورتی که نتایج آزمایش‌ها روی موتور نامطلوب بود آزمایش‌ها تکمیلی زیر باید در آزمایشگاه انجام شود.

- ویسکوزیته در ۴۰ و ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد

¹ Family analysis

² Trending analysis





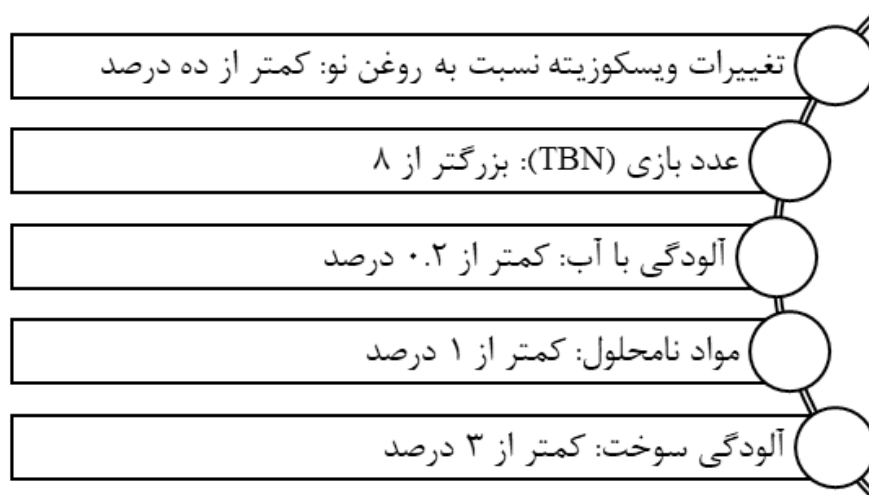
TBN -

- آلودگی آب

- مواد نامحلول

- آلودگی سوخت

در صورتی که هر یک از الزامات زیر برآورده نشود باید روغن موتور تعویض و عیب‌یابی شود:



شکل ۴- الزامات تعویض روغن

افرادی که در آزمایشگاه‌های تحلیل روغن مشغول به کارند هر قدر هم که از تجربه کافی برخوردار باشند می‌توانند حداکثر تأثیر دو تا سه عامل را به‌طور هم‌زمان برای پیش‌بینی وضعیت موتور مورد تحلیل قرار دهند [۱۵].

برگه تحلیل روغن به سه بخش کلی تقسیم می‌شود [۱۵]:

۱. بخش اول اطلاعات مربوط به روغن دستگاه است.

۲. بخش دوم اطلاعات مربوط به مقادیر عناصر فرسایش و مؤلفه‌های روغن است.

۳. بخش سوم اطلاعات مربوط به نتایج تحلیل روغن و نظرات و توصیه‌های تحلیلگران می‌باشد.

در بخش اول اطلاعات زیر وجود دارد:

گروه نمونه‌برداری، تعداد نمونه، کد اختصاصی مورد نمونه‌گیری، کارکرد روغن، نام روغن، درجه روغن، سازنده روغن، نام دستگاه، مدل، قسمت نمونه‌گیری شده، سازنده دستگاه، تاریخ آزمایش.

بخش دوم شامل عناصر فرسایشی و مؤلفه‌های روغن است که عبارت‌اند از:

آهن Fe، کروم Cr، آلومینیوم Al، مس Cu، سرب Pb، قلع Sn، نیکل Ni، تیتانیم Ti، نقره Ag، مولیبدن Mo، سیلیسیم Si، سدیم Na، بور B، وانادیم V، روی Zn، فسفر P، کلسیم Ca، باریم Ba، منیزیم Mg، PQ، آلودگی آب، آلودگی سوخت، TAN، TBN، ۴۰ Vis، ۱۰۰ Vis.



بخش سوم شامل اطلاعات زیر است:

وضعیت دستگاه، کد وضعیت، کد تغییر وضعیت، کد نظریه، توصیه و وضعیت تک تک موارد بخش دوم و کد وضعیت روغن. نظرات کارشناسان صرفاً بر مبنای تجربه و سال‌ها کار کردن در آزمایشگاه‌های تحلیل روغن بوده و هیچ‌گونه منطق ریاضی ندارد [۱۵].

۴- نتایج تحلیل‌ها

در این تحقیق به بررسی رفتار فرسایشی موتورهای ماشین‌آلات راه‌سازی و ارزیابی و تحلیل رابطه بین وضعیت نهایی موتور و وضعیت مؤلفه‌های مورد تحلیل در آنالیز روغن پرداخته می‌شود. داده‌های خام این مطالعه موردی، از آنالیز روغن موتور تجهیزات زیر تهیه شده است. جدول شماره ۱ تجهیزات مورد مطالعه از هر نوع مدل موتور را نشان می‌دهد.

جدول ۱- تجهیزات مورد مطالعه از هر نوع مدل موتور

نام تجهیز	مدل موتور
لودر کوماتسو WA470-W470 و بولدوزر کوماتسو D65	D12
بولدوزر کوماتسو D355-D155	D4D
بیل مکانیکی کوماتسو PC200-6-PC200-7 و لودر کوماتسو W90	D7DEBE2
لودر کوماتسو WA400-W120	V3300
بیل مکانیکی کوماتسو 7-PC220	S6D125
لودر ولوو L180E-L220-L180	S6D155
بیل بکهو ولوو BL71-BC71	SA6D105
بیل مکانیکی ولوو 240-240-EC240-L240-BLC	SA6D110
مینی لودر بابکت A300-T300	SAA6D102E
بیل مکانیکی هیوندا 210-220-320-330-PC210	
غلطک هیکو CA25	6BTA5.9
غلطک هیکو HC100-HC100-HCP100-HCD100-C	





جدول شماره ۲ متوسط کارکرد روغن به تفکیک مدل موتور مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

جدول ۲- متوسط کارکرد روغن از هر نوع مدل موتور

مدل موتور	متوسط کارکرد روغن
S6D125	۱۲۵
S6D155	۱۴۶
SA6D105	۲۷۴
SA6D110	۱۹۰
SAA6D102E	۱۴۲
6BTA5.9	۹۹
41/8460	۲۹۶۴
BF8L513	۳۶۲
D12	۱۱۹
D4D	۳۴۱
D7DEBE2	۱۱۳
Hepko-D4D	۶۲۰
HT-D4D	۳۱۴

تاریخ نمونه‌گیری و آزمایش بین ۱۳۹۳/۰۱/۳۰ و ۱۳۹۶/۰۳/۰۷ می‌باشد.

ابتدا داده‌ها پیش‌پردازش و پاک‌سازی گردید، یعنی شاخص‌هایی که برای هدف موردنظر مناسب نیستند، حذف و اطلاعات ناقص با تکنیک‌های پیش‌پردازش کامل شد. برای داده‌های گمشده، مقدار مناسب جایگزین گردید. همچنین شاخص‌هایی که بیشترین اطلاعات را فراهم می‌سازند انتخاب شدند و سپس مدل‌های آماری و قواعد برای تشخیص عیوب به کار گرفته شد.

برای هر یک از عناصر، انحراف معیار آن محاسبه گردید و برای هر نمونه مشخص شد که در یک، دو یا سه انحراف معیار مثبت یا منفی از میانگین قرار گرفته‌اند. مقادیر تا یک انحراف معیار مثبت را نرمال، از یک تا دو انحراف معیار را مرزی، از دو تا سه انحراف معیار را مرزی سریع و از سه انحراف معیار به بالا را بحرانی می‌نامیم.

شکل شماره ۵ وضعیت هر عنصر و بازه آن را نشان می‌دهد.



نام تجهیز	مدل موتور	بیل مکانیکی	لودر کوماتسو	بیل مکانیکی	لودر کوماتسو	بیل مکانیکی	لودر کوماتسو	بیل مکانیکی	لودر کوماتسو	بیل مکانیکی	لودر کوماتسو
		W470-WA470 بولدوزر کوماتسو D155-D255 و بولدوزر کوماتسو D65	W470-WA470 بولدوزر کوماتسو D155-D255 و بولدوزر کوماتسو D65	W470-WA470 بولدوزر کوماتسو D155-D255 و بولدوزر کوماتسو D65	W470-WA470 بولدوزر کوماتسو D155-D255 و بولدوزر کوماتسو D65	W470-WA470 بولدوزر کوماتسو D155-D255 و بولدوزر کوماتسو D65	W470-WA470 بولدوزر کوماتسو D155-D255 و بولدوزر کوماتسو D65	W470-WA470 بولدوزر کوماتسو D155-D255 و بولدوزر کوماتسو D65	W470-WA470 بولدوزر کوماتسو D155-D255 و بولدوزر کوماتسو D65	W470-WA470 بولدوزر کوماتسو D155-D255 و بولدوزر کوماتسو D65	W470-WA470 بولدوزر کوماتسو D155-D255 و بولدوزر کوماتسو D65
		D12	D4D	D7DEBE2	V3300	S6D125	S6D155	SA6D105	SA6D110	SAA6D102E	
Cr	کروم	MinOfCr	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		MaxOfCr	1	8	7	6	15	10	15	8	8
		AvgOfCr	0	1	1	2	2	3	3	3	3
	عادی	StDevOfCr	0	2	1	2	1	3	3	3	2
	مرزی	1sigCr	0	3	2	3	3	5	5	5	5
	مرزی سریع	2sigCr	1	5	3	5	4	8	8	8	7
	بحرانی	3sigCr	1	7	4	6	6	10	10	11	9
Pb	سرب	MinOfPb	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		MaxOfPb	3	16	5	4	20	29	26	14	6
		AvgOfPb	2	3	2	1	4	4	2	4	2
	عادی	StDevOfPb	1	3	1	1	3	4	3	3	1
	مرزی	1sigPb	3	5	3	2	7	8	6	7	4
	مرزی سریع	2sigPb	3	8	4	3	10	12	9	10	5

شکل ۵- وضعیت عناصر و بازه ها

شکل شماره ۶ نمونه‌ای از خطوط مبنا به صورت نموداری ارائه می‌دهد.



شکل ۶- نمونه خطوط مبنا، موتور S6D155

۴-۱- نتایج حاصله:

اگر همه عناصر طبق خط مبنا در وضعیت عادی باشد تجهیز سالم گزارش می‌شود و در سایر موارد پیشنهادهایی از طریق سیستم به کاربر ارائه می‌شود که به وی در تشخیص و پیش‌بینی به موقع خرابی یا جلوگیری از وقوع آن کمک می‌کند. پیش‌بینی فرسایش و خرابی ماشین‌آلات باعث صرفه‌جویی اقتصادی بالا می‌شود زیرا بازدید مستقیم عموماً نیازمند دمونتاژ موتور است و هزینه‌های بالایی دارد و حتی خود دمونتاژ نیز موجب افزایش خرابی خواهد شد.





به‌عنوان مثال اقدامات پیشنهادی برای وضعیتی که عناصر Al, Si, Fe, PQ بالا و Cu کمی بالا است، به‌صورت زیر است:

- بازدید پیستون
- بررسی راه‌های ورود ذرات غبار
- بازدید سیلندر
- بازدید رینگ‌های روغن.

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهاد:

برخی از دستاوردها و نتایج کلی عبارت‌اند از:

۱. با استفاده از نتایج حاصل از این تحقیق، شاخص‌های فرسایشی موتور برآورد و موردبررسی قرار گرفته است و سپس پیشنهادها در قالب جداول شاخص‌های فرسایشی برای تک‌تک عناصر و مؤلفه‌های آنالیز روغن، ارائه شده است، همچنین نمودار خط مبنای رفتار فرسایشی با توجه به جداول فوق تهیه و تدوین گردیده است.
۲. خط مبنا برای عناصر مختلف آنالیز روغن برای موتور کامیون محاسبه و ارائه گردید.
۳. روش‌های گوناگون تعیین خطوط مبنا در این تحقیق موردبررسی قرار گرفته است که عبارت‌اند از: تعیین حدود ثابت، تحلیل گروهی، تحلیل روند (روندگرایی)، روش‌های ترکیبی، معیارهای تعیین‌شده از طرف سازنده و معیارهای موردی.
۴. با استفاده از میانگین و انحراف معیار در وضعیت‌های عادی، مرزی غ.ق. و بحرانی می‌توان بازه مشخصی را تعیین کرد. این روش در تعامل با روش نمودار توزیع فراوانی نسبی مقادیر عناصر فرسایشی، یکدیگر را تکمیل کرده تا بتوان در مجموع به حدود بالا و پایین هر شاخص فرسایشی در آنالیز روغن پی برد.

برای توسعه این پژوهش موارد زیر پیشنهاد می‌شود:

- از روش‌های دیگر شبکه‌های عصبی و فازی برای بررسی ریز بینانه‌تر استفاده گردد و نتایج آن با این پژوهش مقایسه گردد.
- تعداد تجهیزات بیشتر و متنوع‌تری استفاده شود تا خوشه‌بندی را به‌طور گسترده‌تر و با طیف وسیع‌تری انجام داد. این روش برای سایر مطالعات هم قابل‌تعمیم می‌باشد.
- در داده‌های مورد مطالعه اطلاعات ساعت و کیلومتر کارکرد ثبت نشده بود برای مطالعات آتی پیشنهاد می‌شود بررسی نتایج خط مبنا و شاخص‌های فرسایشی با توجه به کارکرد انجام شود.
- مطالعه حد عیب تا آستانه عیب نهایی برای قطعات حساس موتور، مانند یاتاقان‌ها انجام شود. این موضوع کمک می‌کند تا خط مبناهای به دست آمده از نظر عملیاتی ارزیابی گردند و عمر دقیق یک قطعه از جهت عملیاتی بودن با توجه به حدود هشدار شاخص‌های فرسایشی، مورد مطالعه قرار گیرد.
- روش‌های دیگر بخصوص آنالیز ارتعاشات نیز همانند آنالیز روغن برای تشخیص عیوب مورد مطالعه قرار گیرد.
- با توجه به اینکه تعیین وضعیت موتور و شناخت شاخص‌ها و خطوط رفتار فرسایشی آن به عوامل و پارامترهای گوناگونی وابسته است و از طرف دیگر در شرایط گوناگون حدود پایین و بالا قابل‌تغییر هستند، پیشنهاد می‌شود خطوط



مبنای فازی محاسبه شود؛ زیرا در بسیاری از شرایط نمی توان با این شاخص ها به صورت مطلق برخورد نمود. در واقعیت نیز نظر تحلیل گران به صورت فازی ثبت می گردد.

۶- منابع و مآخذ

۶-۱- فارسی

- [۱] ابراهیمزاده محمدرضا، برقی سید علی محمد. ۱۳۸۱. مونیتورینگ روغن. مجله مهندسان مکانیک ایران (پرواز). سال یازدهم. شماره ۲۷. صفحات ۱۶-۲۰.
- [۲] احمدی حجت، رضایی نیا محمود. ۱۳۸۹. پیشگویی نوع خرابی، مبنی بر رابطه های رگرسیونی مربوط به عناصر فرسایشی و آلودگی های روغن موتور تراکتور مسی فرگوسن مدل MF۲۸۵. ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون.
- [۳] بهروزی لار، منصور، ۱۳۷۰، مدیریت تراکتور و ماشین های کشاورزی، ترجمه، انتشارات دانشگاه تهران.
- [۴] بیژنی، بابک؛ رسول صفری منجق تپه؛ مهدی کریمی و احسان سقط فروش، ۱۳۹۳، مروری بر روش های مدیریت و تعمیر و نگهداری ماشین آلات و تأثیر آن در کاهش هزینه های پروژه، کنفرانس ملی الکترونیکی توسعه پایدار در علوم جغرافیا و برنامه ریزی، معماری و شهرسازی اولین کنفرانس ملی توسعه پایدار در علوم جغرافیا و برنامه ریزی، معماری و شهرسازی، تهران، موسسه آموزش عالی مهر اروند، مرکز راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار.
- [۵] ترکی، محمد. ذوقی، ۱۳۷۱، اصول روانکاری، ترجمه، انتشارات پژوهشگاه صنعت نفت ایران.
- [۶] حسامی سعید، خلیل پاشا محمدحسن، طاهری امیری محمدجواد. ۱۳۹۰. تأثیر مدیریت ماشین آلات از طریق آنالیز روغن بر هزینه پروژه های عمرانی. اولین همایش منطقه ای مهندسی عمران.
- [۷] خدابخشیان رسول، شاکری محسن. ۱۳۸۹. موفقیت های حاصل از مراقبت وضعیت ماشین آلات کشاورزی از طریق آنالیز روغن. ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون.
- [۸] رضانی سعید، مسعودی علیرضا، معماریانی عزیزالله، کاربرد داده کاوی در تعیین خطوط مبنای رفتار فرسایشی موتورها فصلنامه مدیریت زنجیره تأمین، سال سیزدهم- شماره ۳۱، بهار ۱۳۹۰.
- [۹] رضانی سعید، یوسفی طرزجان مصطفی. ۱۳۸۸. توسعه رویکردهای هوشمند در تشخیص و پیش بینی عیوب، با ارائه مطالعات موردی از کاربردهای این الگوریتم ها. چهارمین کنفرانس تخصصی پایش وضعیت و عیب یابی.
- [۱۰] رضانی سعید، یوسفی طرزجان مصطفی. ۱۳۹۰. تشخیص و پیش بینی هوشمند عیوب برای سیستم های مهندسی، انتشارات دانشگاه جامع امام حسین (ع).
- [۱۱] رضانی، سعید؛ معماریانی عزیزالله؛ مسعودی علیرضا و نورنگ احمد، ۱۳۸۶، کاربرد داده کاوی در تعیین خطوط مبنای رفتار فرسایشی موتورها با استفاده از نتایج آنالیز روغن، اولین کنفرانس داده کاوی ایران، تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، موسسه پژوهشی داده پردازان گیتا.
- [۱۲] سادات دانشی سعیده. ۱۳۹۳. روش CM آنالیز روغن در ماشین آلات و تأثیر آن بر روی هزینه های پروژه. اولین





همایش ملی عمران، معماری و توسعه پایدار.

[۱۳] شاه‌حسینی، وحید؛ حامد حاجیا و محسن صحرایی، ۱۳۹۳، جایگاه آنالیز روغن در پیشگیری از خرابی ماشین‌آلات عمرانی، دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت چالش‌ها و راهکارها، شیراز، مرکز همایش‌های علمی همایش نگار.

[۱۴] شیخ داودی محمدجواد، غنیا منصور، موسوی پور سید علی. ۱۳۹۰. بررسی فنی و اقتصادی نگهداری و تعمیرات ماشین‌های برداشت نیشکر با استفاده از روش پایش وضعیت روغن. وزارت علوم، تحقیقات و فناوری - دانشگاه شهید چمران اهواز.

[۱۵] علیزاده دینا، احمدی حجت، پایش وضعیت موتور دیزل با تحلیل روغن به روش منطق فازی، فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات موتور/سال ششم /شماره نوزدهم /تابستان ۱۳۸۹.

[۱۶] محمدی سرواله افسانه، کیانمهر محمدحسین. ۱۳۹۲. بررسی مؤلفه‌های فرسایشی و آنالیز روغن موتور تراکتور مسی فرگوسن MF۳۹۹ بر اساس شرایط کاری. هشتمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی (بیوسیستم) و مکانیزاسیون ایران.

[۱۷] نصیری محمود، احمدی حجت، خادم محمدرضا، لبافی رضا. ۱۳۹۲. هوشمندسازی روند تحلیل نتایج آنالیز روغن یک نوع موتور دیزل به کمک درخت تصمیم. هشتمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی (بیوسیستم) و مکانیزاسیون ایران.

[۱۸] نصیری محمود، احمدی حجت، لبافی رضا، صادقی مرتضی. ۱۳۹۲. بررسی به‌کارگیری پایش وضعیت بر اساس آنالیز روغن در ماشین‌های راه‌سازی و راهداری، هشتمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی (بیوسیستم) و مکانیزاسیون ایران.

[۱۹] نیک‌نفس حامد، زارع پور غلامرضا. ۱۳۹۱. تحلیل وضعیت کیفی روغن موتور با استفاده از پایش وضعیت به روش منطق فازی، بیستمین کنفرانس سالانه مهندسی مکانیک، شیراز، دانشگاه شیراز.

۶-۲- انگلیسی

[20] Anderson, D. p.1982. Wear particle Atlas. prepared for Advanced Technology office support Equipment Engineering Department Naval Air Engineering Center Lakehurst, New Jersey 08733.

[21] Annon. 1991. Condition monitoring of diesel engines. Noise Vibrat. Worldwide: Vol.22, no.2, pp.27-34.

[22] Boldt, K., and Hall, B. R. 1977. Significance of test for Petroleum Products. ASTM, Philadelphia, PA.

[23] Darrin Clark, A new approach to assessing wear problems using oil analysis, Practicing oil analysis magazine, 2004.

[24] Degaspari, John. 1999. Recording oils vital signs. Mechanical Engineering: Vol.121, Issue5., p.54, 3p,2c.

[25] Dikenson, C. F. 1987. Filter and Filtration handbook. 2nd Edition. The trade & Technical



press limited.

- [26] Drew, D. Troyer. 1998. Why oil analysis should be performed on-site. Noria Corporation, Oil analysis.com.
- [27] Ellis, E. G. 1970. Fundamentals of lubrication. Scientific Publications, Broseley, Shropshire, England.
- [28] Elson, B.M. 1982. Flexible maintenance possible with new monitor. AVAIT. Week and Space TECH. Vol.117, no.4, pp.120-128.
- [29] Fein, R. S. 1971. Boundary lubrication. Lubrication 57:1-12.
- [30] Jonathan Sowers, Use statistical analysis to create wear debris alarm limits, Practicing oil analysis magazine, 2001.
- [31] Machinery oil analysis – methods, automation and benefits, Larry A.Toms -Publisher: Coastal skills Training, 1998.
- [32] Mark Barnes, Advanced strategies for selecting oil analysis alarms and limits, Practicing oil analysis conference, 2000.
- [33] Abu-Siada, A., & Hmood, S. (2015). A new fuzzy logic approach to identify power transformer criticality using dissolved gas-in-oil analysis. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 67, 401-408
- [34] Al-Janabi, S., Rawat, S., Patel, A., & Al-Shourbaji, I. (2015). Design and evaluation of a hybrid system for detection and prediction of faults in electrical transformers. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 67, 324-335.
- [35] Castro, A. R. G., & Miranda, V. (2005). An interpretation of neural networks as inference engines with application to transformer failure diagnosis. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 27(9-10), 620-626.
- [36] Han, H., Hou-jun, W., & xiucheng, D. (2011). Transformer Fault Dignosis Based on Feature Selection and Parameter Optimization. Energy Procedia, 12, 662-668.
- [37] Mauntz, M. R., Gegner, J., Kuipers, U., & Klingauf, S. (2013). Sustainable wind power generation by online sensor oil condition monitoring against premature gearbox bearing failures. IFAC Proceedings Volumes, 46(16), 425-429.
- [38] Nie, M., & Wang, L. (2013). Review of Condition Monitoring and Fault Diagnosis Technologies for Wind Turbine Gearbox. Procedia CIRP, 11, 287-290.
- [39] Sala, A., Tormos, B., & Macián, V. (2004). A Fuzzy Diagnosis Module for Oil Analysis in Industrial Diesel Engines. IFAC Proceedings Volumes, 37(16), 199-204.
- [40] Tan, C. K., Irving, P., & Mba, D. (2007). A comparative experimental study on the diagnostic and prognostic capabilities of acoustics emission, vibration and spectrometric oil analysis for spur gears. Mechanical Systems and Signal Processing, 21(1), 208-233.





- [41] Žarković, M., & Stojković, Z. (2017). Analysis of artificial intelligence expert systems for power transformer condition monitoring and diagnostics. *Electric Power Systems Research*, 149, 125-136.

شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای ارزیابی عملکرد سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات با رویکرد مدیریت دارایی فیزیکی در صنایع دفاعی

محمد مقدسی^{۱*}، فاطمه احمدی^۲، منصور مقدسی^۳، محمدرضا قاسمی^۴

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد مدیریت صنعتی، مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

^۲ دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد حسابداری، مدیریت و اقتصاد، دانشگاه آزاد علوم تحقیقات، تهران، ایران.

^۳ دانشجوی دکتری حسابداری، مدیریت و حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد، ایران.

^۴ دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد مهندسی صنایع-صنایع، دانشگاه آیندگان مازندران، تهران، ایران.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۸/۱۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۱۰/۲۰

چکیده:

اهداف پژوهش: امروزه هزینه نگهداری و تعمیرات و عملیاتی یک تجهیز در طول زمان استفاده از آن ممکن است بسیار بیشتر از هزینه خرید آن گردد. در نتیجه، تصمیم‌ها در نحوه برنامه‌ریزی و انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات می‌تواند بر کل هزینه طول عمر یک دارایی فیزیکی تأثیر به‌سزایی داشته باشد. هدف اصلی این پژوهش ارائه چارچوبی به‌منظور سنجش روابط علی و معلولی معیارهای ارزیابی عملکرد سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات با رویکرد مدیریت دارایی فیزیکی صنایع دفاعی می‌باشد.

متدولوژی/روش‌شناسی: جهت تحقق اهداف و پاسخ به سؤال‌های پژوهش، این پژوهش در دو گام انجام شده است. در گام اول با مطالعه متون علمی و کسب نظر خبرگان آشنا به مسائل نگهداری و تعمیرات، مدیریت دارایی فیزیکی، بر اساس ابعاد اصلی استخراج‌شده شناسایی و مبنای تهیه پرسشنامه اول قرار گرفت. پس از جمع‌آوری نظرات خبرگان ۱۱ معیار اصلی بومی‌سازی و انتخاب شد. در گام دوم از روش ساختاری تفسیری به‌منظور تأثیرگذاری و تأثیرپذیری عوامل معیارهای مزبور استفاده شد.

نتایج پژوهش: نتایج تحقیق حاکی از آن است که در صنایع دفاعی در بین متغیرهای شناسایی‌شده، فرآیند اسقاط کردن و استاندارد دانش تجهیزات دارای قدرت نفوذ بالا و میزان وابستگی پایین هستند.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی عملکرد، نگهداری و تعمیرات، مدیریت دارایی فیزیکی، صنایع نظامی، روش ساختاری تفسیری.

* ایمیل نویسنده مسئول m.moghadas1364@gmail.com



۱- مقدمه

علم نگهداری و تعمیرات (نت) در حال حاضر بستری مساعد برای رسیدن به بهبود کیفی 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 صنایع نظامی گذارد، در عمل دارای پایه و اساس نظری بسیار کاربردی است.

از دیرباز بشر برای طرح‌ریزی تولید، ملزم به بررسی معیارهای اساسی مانند، برآورد میزان تولید و برآورد نیازمندی‌هایی مانند دستگاه‌ها، نیروی انسانی و... بوده است، اما یکی از مشکلات بزرگی که راه را بر تحقق این اهداف ناهموار می‌ساخته، بحث خرابی‌های ناگهانی دستگاه‌ها بوده که تأثیر خود را به‌صورت کاملاً محسوس روی تولید داشته است. این علم در حال حاضر به‌صورت نظری و عملی قادر به حل درصد زیادی از این مشکل است؛ البته باید یادآوری شود که این کاربرد، تنها بخش کوچکی از علم وسیع نگهداری و تعمیرات است [۱].

در صنایع نظامی، هزینه نگهداری و تعمیرات و عملیاتی یک تجهیز در طول زمان استفاده از آن ممکن است بسیار بیشتر از هزینه خرید آن گردد. در نتیجه، تصمیم‌ها در نحوه برنامه‌ریزی و انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات می‌تواند بر کل هزینه طول عمر یک دارایی فیزیکی تأثیر به‌سزایی داشته باشد [۲].

از طرف دیگر، پیچیده‌تر شدن تجهیزات، باعث افزایش هزینه سرمایه‌ای سازمان‌ها، شرکت‌ها و در نتیجه کاهش توانایی خرید آن‌ها شده است. این در حالی است که شرکت‌ها و بنگاه‌های اقتصادی برای انجام فعالیت‌های تولیدی و خدماتی خود با توجه به افزایش تقاضا و پیچیده شدن فرآیندهای تولید ناگزیر به استفاده از این تجهیزات هستند [۳]. لذا انگیزه بالایی برای شرکت‌ها وجود دارد تا این تجهیزات را از روش‌های با هزینه کمتر تأمین کنند. از طرف دیگر، تأمین‌کنندگان نیز تمایل دارند که با ارائه روش‌های متنوع تأمین، طیف مشتریان خود را گسترش دهند. در نتیجه، در عمل تصمیم‌گیران با روش‌های متنوع تأمین تجهیزات مواجه هستند و انتخاب گزینه بهینه بین آن‌ها چالشی جدی می‌باشد. در حال حاضر، چنین تصمیم‌هایی بر اساس تجربه خبرگان انجام می‌پذیرد که با افزایش پیچیدگی ماشین‌آلات و نوسانات هزینه‌ای و فاکتورهای زیاد دخیل در تصمیم‌گیری، این تصمیم‌گیری‌ها نمی‌تواند قابل اطمینان باشد [۴].

دارایی‌های سازمان به پنج گروه: مالی، انسانی، اعتباری، دانشی و فیزیکی قابل تقسیم هستند، چهار گروه اول نقش پشتیبانی دارایی فیزیکی را برای تولید کالا و ارائه خدمات به عهده دارند [۵]. بنابراین برای مدیران سازمان، صیانت از تجهیزات و تأسیسات تولیدی و بهره‌برداری درست همیشه یک مسئله بوده است. از سال ۱۹۳۰ که خط تولید مونتاژ توسط هنری فورد با استراتژی تولید انبوه راه‌اندازی شد، سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات برای صیانت از تجهیزات از منظر افزایش قابلیت اطمینان و قابلیت دسترسی تجهیزات مورد توجه بوده است [۶]. با توسعه تکنولوژی از دهه ۶۰ سیستم‌های دیگر به آن اضافه شدند. سیستم مدیریت خوردگی و بازرسی فنی بعدها به‌عنوان سیستم‌های پیشگیرانه در صنایع تجهیز محور جزو سیستم‌های یکپارچه مدیریت دارایی فیزیکی به‌حساب آمدند. اگرچه ارائه ساختار چندوجهی برای ارزیابی عملکرد سیستم، دقت و صحت آن و در نتیجه درستی تصمیم‌گیری را بالاتر نشان می‌دهد، در مقابل تعیین شاخص‌های هر معیار و اندازه‌گیری آن به مراتب مسئله را پیچیده و سخت کرده است. این پیچیدگی و این مشکل زمانی بیشتر نمایان می‌شود که ارتباط متقابل معناداری بین معیارهای ارزیابی وجود داشته باشد. در این خصوص، محققین مدل‌سازی ساختاری تفسیری را برای حل این‌گونه مسائل پیشنهاد داده‌اند [۷].

با مشاهده سوابق تاریخی مشخص می‌شود که تاکنون گزارش‌دهی عملکرد سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات با رویکرد مدیریت دارایی فیزیکی توسط سازمان‌ها زیاد مورد توجه قرار نگرفته و به‌طور سنتی در تاریخچه مدیریت عملیات

¹ Henry Ford



بر شاخص‌های عملکردی مرتبط با هزینه، کیفیت، تحویل و انعطاف‌پذیری تأکید شده است.

بی‌توجهی به امر نگهداری و تعمیرات با رویکرد مدیریت دارایی فیزیکی به‌ویژه در صنایع دفاعی، حساس و گران‌قیمت، هزینه‌های زیادی را به سازمان تحمیل می‌کند و مشکلات زیادی را برای آن سازمان به وجود می‌آورد. اهمیت مأموریت‌ها در بخش دفاعی، تجهیزات گران‌قیمت و همچنین مشکلات جایگزینی آن، اهمیت این موضوع را بیشتر کرده و لزوم توجه به نگهداری و تعمیرات با رویکرد دفاعی و افزایش اثربخشی تجهیزات را زیاد می‌کند.

از جنبه نظری این پژوهش برای نخستین بار به شناسایی و رتبه‌بندی معیارهای ارزیابی عملکرد سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات در صنایع دفاعی می‌پردازد. از منظر کاربردی در این پژوهش محقق بر آن است تا با توجه به اهمیت نگهداری و تعمیرات به شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر نگهداری و تعمیرات با رویکرد مدیریت دارایی فیزیکی در صنایع دفاعی بپردازد. تا در نهایت بتوان نتایج را در سایر صنایع تابعه به کار بسته تا گامی در راستای توسعه بهتر این صنایع برداشته شود.

هدف از این پژوهش، شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای ارزیابی عملکرد سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات با رویکرد مدیریت دارایی فیزیکی در صنایع دفاعی با استفاده از تکنیک MADM در صنایع دفاعی است، در این پژوهش، مشخص می‌شود با استفاده از روش ISM تأثیرگذاری و تأثیرپذیری عوامل مختلف ارزیابی عملکرد سیستم نگهداری و تعمیرات صنایع دفاعی به چه صورت خواهد بود.

۲- مبانی نظری پژوهش

۲-۱- نگهداری و تعمیرات^۱

مجموعه فعالیت‌هایی که به‌طور مشخص و معمولاً به‌صورت برنامه‌ریزی‌شده و با هدف جلوگیری از خرابی ناگهانی ماشین‌آلات و تجهیزات انجام گرفته و با این کار قابلیت اطمینان و در دسترس بودن ماشین‌آلات افزایش می‌یابد، فعالیت‌های نگهداری نامیده می‌شوند و تعمیرات، شامل مجموعه فعالیت‌هایی که بر روی یک سیستم یا وسیله‌ای که دچار خرابی و یا از کارافتادگی گردیده انجام می‌گیرد تا آن را به حالت آماده و قابل بهره‌برداری در جهت انجام وظیفه‌ای که به آن محول گردیده است بازگردانده شود. همچنین نگهداری و تعمیرات که به‌اصطلاح از آن به‌عنوان "نت" یاد می‌شود عبارت است از مجموعه‌ای از فعالیت‌های مختلف که به‌منظور حفظ و بقای قطعات، تجهیزات و ماشین‌آلات و نیز صیانت از سرمایه‌ها و دارایی‌هایی که در صنعت به کار می‌رود، هست؛ تا حتی‌الامکان از بروز حوادثی که منجر به خرابی دستگاه‌ها و وقفه در فرآیند تولید و یا روند بهره‌برداری از تجهیزات و کارخانه‌ها مربوط می‌گردد، پیشگیری لازم به عمل آید [۸].

۲-۲- اهداف سیستم‌های نگهداری و تعمیرات

- پیشینه کردن عمر مفید ماشین‌آلات، قابلیت اطمینان و اثربخشی کلی ماشین‌آلات.
- اطمینان از حصول اقتصادی‌ترین شرایط بهره‌برداری از ماشین‌آلات و تجهیزات.
- کمینه کردن تعمیراتی اتفاقی ماشین‌آلات و هزینه‌های توقف تولید بر اثر تعمیرات دستگاه.

۲-۳- روش ISM^۲

مدل ساختاری تفسیری ISM یا Interpretive Structural Modelling توسط اندرو سیج به سال ۱۹۷۷ ارائه شد. روش ISM یک روش ساختار تفسیری است که در سال ۲۰۰۶ توسط آگاروال مطرح گردید و در سال ۲۰۰۷ توسط کانان

^۱ Optimum Maintenance

^۲ Interpretive Structural Modeling





در مقاله‌ای ارائه شد. در این روش ابتدا به شناسایی عوامل مؤثر و اساسی پرداخته و سپس با استفاده از روشی که ارائه شده است، روابط بین این عوامل و راه دستیابی به پیشرفت توسط این عوامل ارائه شده است. روش ISM با تجزیه معیارها در چند سطح مختلف به تحلیل ارتباط بین شاخص‌ها می‌پردازد. مدل ساختار تفسیری قادر است ارتباط بین شاخص که به صورت تکی یا گروهی به یکدیگر وابسته‌اند را تعیین نماید^۱ [۹].

۳- پیشینه پژوهش

جدول ۱- ادبیات موضوع

نویسنده/ نویسندگان	سال	عنوان پژوهش	یافته‌ها
اوکو و همکاران ^۱	۲۰۱۸	ارتقاء سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات به سیستم مدیریت دارایی فیزیکی به دلیل کاستی‌ها در مدیریت نگهداری	نتایج نشان می‌دهد که در صنایع فرآیندی، درصد قابل توجهی از حوادث عمده به دلیل ضعف سیستم نگهداری و تعمیرات در ارتباط با دارایی‌های بحرانی شناخته شده است. در همین رابطه برای بهبود مدیریت نگهداری و تعمیرات دارایی برای کمک به بهینه‌سازی ارزش کل دارایی در کل دوره عمر سرمایه مورد نیاز است. برای این منظور، سازمان استاندارد بین‌المللی، ایزو ۵۵۰۰ را همراه با سیستم مدیریت آن برای توانایی در افزایش مدیریت نگهداری در سال ۲۰۱۴ به دنیا معرفی نموده است [۱۰].
شاه و همکاران ^۲	۲۰۱۷	ارزیابی چالش‌ها، کاستی‌ها و چشم‌اندازهای به کارگیری مدیریت دارایی در بزرگراه‌ها	نتایج پژوهش نتایج نشان داد که اجرای اصول مدیریت دارایی‌ها در بزرگراه‌ها اثربخش نیستند و نیاز به بهبود قابلیت مدیریت دارایی‌ها برای اثربخش کردن داده‌های دارایی‌ها دارد [۱۱].
هوندا و همکاران ^۳	۲۰۱۷	مطالعه مدیریت دارایی در راه‌آهن	نتایج آن‌ها نشان داد که روش مدیریت دارایی‌ها برای یافتن سیاست نگهداری و تعمیرات اثربخش از لحاظ هزینه بسیار سودمند است [۱۲].
کامپوس و همکاران ^۴	۲۰۱۷	ارائه چارچوب تحلیل داده‌ای جهت مدیریت دارایی	آن‌ها به این نتیجه رسیدند که ایمنی و قابلیت اطمینان تجهیزات اثر بسیار مهمی در شرکت‌های امروزه تولیدی دارند. علاوه بر آن، عقاید مشتریان و عملکرد خدمات و محصول‌ها به عنوان بهبود مزیت رقابتی بسیار حیاتی هستند. در نهایت عملکرد موفق مدیریت دارایی‌ها نقش مهمی در صنایع تولیدی که برای موفقیت بیشتر به پشتیبانی تکنولوژی اطلاعات و ارتباطات نیاز دارند اجرا می‌کنند [۱۳].
پارلیکات و جعفری ^۵	۲۰۱۶	چالش‌های موجود در شالوده مدیریت دارایی‌ها	آن‌ها به این نتیجه رسیدند که این شالوده به‌خودی‌خود با چالش‌های متعددی همچون روبرویی با افزایش مشکلات اقتصادی و سیاسی روبرو هستند و در جستجوی روش‌های نوینی برای پاسخ‌گویی به نیازهای مشتریان، اپراتورها و دیگر ذینفعان می‌باشند [۱۴].

¹ Okoh et al

² Shah et al

³ Honda et al

⁴ Ilankumaran

⁵ Campos et al



۴- جامعه آماری و ابزار گردآوری داده‌ها

جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه خبرگان بخش نگهداری و تعمیرات صنایع دفاعی می‌باشد که تعداد آن‌ها ۱۵ نفر است. با توجه به این‌که افراد با جامعه ما را خبرگان این صنایع تشکیل خواهند داد که این تعداد محدودی می‌باشند، نمونه‌گیری صورت نگرفته است. از روش میدانی برای گردآوری داده‌ها استفاده، که به‌طور کلی شامل دو پرسشنامه می‌باشد. در پرسشنامه اول جهت بومی‌سازی معیارها از نظر خبرگان این صنایع استفاده می‌شود و سپس پرسشنامه شماره دو بر اساس رویکرد ISM تدوین می‌شود.

۵- روایی و پایایی ابزار گردآوری داده‌ها

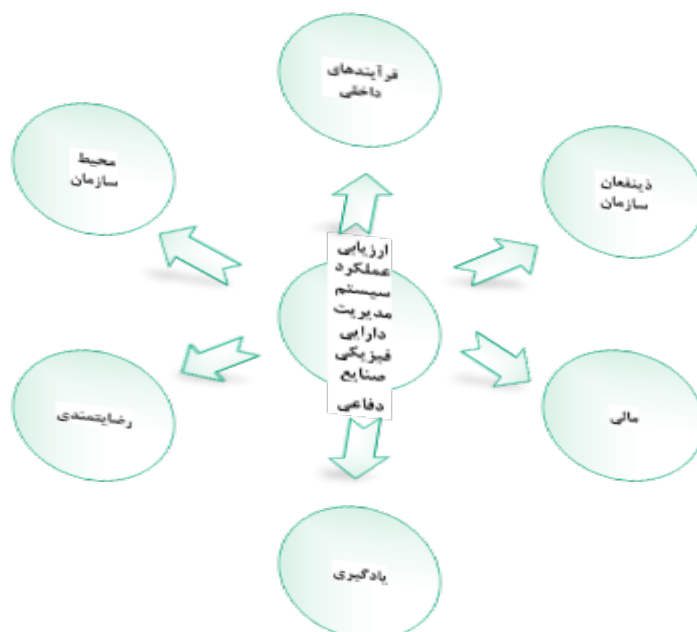
روایی پرسشنامه با توجه به اینکه مؤلفه‌هایی که ما استخراج کردیم متکی است به مطالعات پیشین، لذا نتیجه می‌شود کیفیت گزارش عوامل مؤثر نگهداری و تعمیرات مبتنی بر مدیریت دارایی‌های فیزیکی از تمامی عواملی است که در پرسشنامه‌ها ذکر شده است. لذا عوامل دارای روایی کافی برای سنجش میزان کیفیت نگهداری و تعمیرات مبتنی بر مدیریت دارایی‌های فیزیکی صنایع دفاعی می‌باشد. پایایی روش هم بر اساس فرمت استاندارد پرسشنامه ISM تدوین شده است.

۶- نرم‌افزارهای مورد استفاده

به‌منظور انجام محاسبات از نرم‌افزارهای Excel استفاده شده است.

۷- مؤلفه‌های ارزیابی عملکرد سیستم مدیریت دارایی فیزیکی صنایع دفاعی

بر اساس استاندارد ایزو ۵۵۰۰۰، مدیریت دارایی فیزیکی عبارت‌اند از مجموعه‌ای از فعالیت‌های هماهنگ و یکپارچه سازمانی برای دستیابی به اهداف سازمان می‌باشد. بر همین اساس موسسه‌ی مدیریت دارایی انگلستان، فعالیت‌هایش را در شش گروه اصلی (شکل ۱) برای مدیریت دارایی فیزیکی تعریف کرده است. [۱۵].



شکل ۱. ارزیابی عملکرد سیستم مدیریت دارایی فیزیکی





معیارهای ارزیابی عملکرد سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات با رویکرد مدیریت دارایی فیزیکی در صنایع دفاعی با توجه به مرور ادبیات موضوع ۱۱ مورد بود که عبارت‌اند از:

- توسعه پایدار
- استراتژی اطلاعات تجهیزات
- تصمیم‌سازی سرمایه‌گذاری
- فرآیند اکتساب
- ارتباطات ذینفعان
- فرآیند اسقاط کردن
- بهینه‌سازی و استراتژی تأمین منابع
- مدیریت تغییر
- مدیریت رفتار و شایستگی
- استاندارد دانش تجهیزات
- بهینه‌سازی ارزش و هزینه چرخه عمر

۸- روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش با توجه به هدف آن مبنی بر "شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات با رویکرد مدیریت دارایی فیزیکی در صنایع دفاعی با استفاده از تکنیک ISM"، ابتدا عوامل مختلف مؤثر در ارزیابی نگهداری و تعمیرات با رویکرد مدیریت دارایی فیزیکی با مرور ادبیات شناسایی و عوامل مؤثر در صنایع دفاعی، پس از مصاحبه و نظرخواهی از کارشناسان و خبرگان نگهداری و تعمیرات، غربال شد. با توجه به هدف اصلی پژوهش مبنی بر رتبه‌بندی معیارهای مزبور، روش ISM بدین منظور مورد استفاده قرار گرفت. این پژوهش از نظر مکانی، میدانی است، زیرا داده‌های پژوهش با حضور در جامعه آماری (صنایع دفاعی) و با استفاده از ابزار کاربرگ تصمیم‌گیری گردآوری شده است و از نظر زمانی، مقطعی می‌باشد، زیرا در فاصله ۳ ماهه دوم سال ۱۳۹۸ صورت پذیرفته است.

۹- روش‌های بررسی و تحلیل داده‌ها

گام‌های اجرای تکنیک ISM به شرح زیر است:

گام ۱: شناسایی متغیرهای مرتبط با مسئله

گام ۲: تشکیل ماتریس خود تعاملی ساختاری، در این مرحله، متغیرهای مسئله به صورت دوجه‌دو و زوجی باهم بررسی می‌شوند و پاسخ‌دهنده با استفاده از نمادهای زیر، به تعیین روابط بین متغیرها می‌پردازد:

V: متغیر i به تحقق متغیر j کمک می‌کند.

A: متغیر j به تحقق متغیر i کمک می‌کند.

X: متغیر j ، هر دو به تحقق هم کمک می‌کنند.



O: متغیر i و j باهم ارتباطی ندارند.

گام ۳: ایجاد ماتریس دسترسی اولیه: از طریق تبدیل نمادهای O, X, V, A در ماتریس خود تعاملی ساختاری به اعداد صفر و یک، ماتریس دسترسی اولیه به دست می آید، بدین صورت که:

در صورتی که محل تلاقی سطر i و ستون j در ماتریس خود تعاملی ساختاری V باشد، در ورودی (j, i) در ماتریس دسترسی، عدد یک و در ورودی (i, j) ، صفر قرار داده می شود.

در صورتی که محل تلاقی سطر i و ستون j در ماتریس خود تعاملی ساختاری A باشد، در ورودی (j, i) در ماتریس دسترسی، عدد صفر و در ورودی (i, j) ، یک قرار داده می شود.

در صورتی که محل تلاقی سطر i و ستون j در ماتریس خود تعاملی ساختاری X باشد، در ورودی (j, i) در ماتریس دسترسی، عدد یک و در ورودی (i, j) نیز، یک قرار داده می شود.

گام ۴: ایجاد ماتریس دسترسی نهایی، در این گام، پس از بررسی روابط ثانویه و اطمینان از سازگاری مقایسات، ماتریس دسترسی نهایی به دست می آیند.

گام ۵: بخش بندی سطح؛ در این گام، به منظور شفاف سازی هر یک از متغیرها و تسهیل فرآیند تجزیه و تحلیل، اقدام به بخش بندی ماتریس دسترسی بر اساس سه مفهوم مجموعه خروجی، مجموعه ورودی و مجموعه مشترک می شود:

مجموعه خروجی یک متغیر: شامل اجزایی از سیستم است که از آن جزء نشاءت می گیرد. تعداد (۱) های موجود در هر سطر، نشان دهنده تعداد خطوط جهت داری است که از متغیر مربوط به آن سطر خارج می شود.

مجموعه ورودی یک متغیر: شامل اجزایی از سیستم است که به آن جزء منتهی می شود. تعداد (۱) های موجود در هر ستون، نشان دهنده تعداد خطوط جهت داری است که به متغیر مربوط به آن سطر وارد می شود.

مجموعه مشترک: شامل اجزایی از سیستم است که در مجموعه ورودی و خروجی مشترک هستند. در واقع، مجموعه مشترک عبارت است از: اشتراک مجموعه ورودی و خروجی.

در صورتی که محل تلاقی سطر i و ستون j در ماتریس خود تعاملی ساختاری O باشد، در ورودی (j, i) در ماتریس دسترسی، عدد صفر و در ورودی (i, j) نیز، صفر قرار داده می شود.

در صورتی که $i=j$ باشد، در ورودی ماتریس دسترسی عدد یک قرار داده می شود.

متغیرهای که مجموعه خروجی و مشترک آنها کاملاً مشابه باشند، در بالاترین سطح مدل ساختاری تفسیری قرار می گیرند. به منظور یافتن اجزای تشکیل دهنده سطح بعدی سیستم، اجزای بالاترین سطح که در مرحله قبلی تعیین شدند، از محاسبات ریاضی جدول مربوطه حذف می شوند و عملیات مربوط به تعیین اجزای سطح بعدی، مشابه همان روش تعیین اجزای بالاترین سطح انجام می شود. این عملیات تا آنجا تکرار می شود که اجزای تشکیل دهنده کلیه سطوح سیستم مشخص شوند.

گام ۶: ترسیم مدل ساختاری تفسیری؛ در این گام با توجه به سطوح متغیرها و ماتریس دسترسی نهایی و همچنین حذف انتقال پذیری ها، مدل ساختاری تفسیری رسم می شود.

گام ۷: ترسیم نمودار MICMAC؛ در این گام متغیرها در چهار گروه به ترتیب زیر، دسته بندی می شوند:

متغیرهای خودمختار: متغیرهای این گروه، قدرت نفوذ و وابستگی ضعیفی دارند.





متغیرهای وابسته: متغیرهای این گروه، قدرت نفوذ کم، اما وابستگی بالای دارند.
متغیرهای پیوندی: متغیرهای این گروه، قدرت نفوذ زیاد و همچنین وابستگی بالای دارند.
متغیرهای نفوذ: متغیرهای این گروه که اصطلاحاً متغیرهای کلیدی نامیده می‌شوند، قدرت نفوذ زیاد اما وابستگی ضعیفی دارند [۱۶].

۹. تجزیه و تحلیل داده‌ها

۹-۱. تلفیق ماتریس نظرات خبرگان

مرحله اول: جهت ادغام کردن نظرات خبرگان ابتدا تک تک ماتریس‌های پر شده را به اعداد صفر یا یک تبدیل کرده سپس درایه‌های متناظر تمام ماتریس‌های حاصل را باهم جمع می‌کنیم.

جدول ۲. تلفیق ماتریس خبرگان

	C _۱	C _۲	C _۳	C _۴	C _۵	C _۶	C _۷	C _۸	C _۹	C _{۱۰}	C _{۱۱}
C _۱	۰	۳	۴	۱	۳	۳	۲	۳	۳	۴	۴
C _۲	۴	۰	۲	۳	۳	۱	۱	۰	۲	۲	۲
C _۳	۵	۳	۰	۳	۴	۳	۳	۴	۶	۳	۵
C _۴	۲	۳	۲	۰	۲	۱	۳	۱	۴	۲	۳
C _۵	۲	۳	۴	۱	۰	۲	۳	۲	۲	۱	۳
C _۶	۳	۲	۳	۲	۴	۰	۵	۳	۲	۲	۴
C _۷	۲	۲	۳	۱	۴	۴	۰	۳	۲	۱	۳
C _۸	۳	۳	۴	۲	۴	۳	۳	۰	۳	۱	۳
C _۹	۲	۳	۳	۳	۶	۳	۲	۲	۰	۳	۳
C _{۱۰}	۴	۴	۲	۳	۴	۳	۲	۲	۵	۰	۳
C _{۱۱}	۳	۶	۳	۳	۵	۴	۴	۴	۴	۳	۰

۹-۲. به دست آوردن ماتریس دستیابی

مرحله دوم: هنگامی که تمام ماتریس‌های حاصل درایه‌های متناظر را باهم جمع کردیم، از ماتریس حاصله مقدار مُد می‌گیریم هر عدد که برابر یا کوچک‌تر از مقدار مُد ($MODE=3$) بود مقدار صفر و اگر بزرگ‌تر از مقدار مُد بود مقدار یک می‌گیرد که از این طریق ماتریس دستیابی اولیه به دست می‌آید.



جدول ۳. ماتریس دستیابی اولیه

	C _{۵۲}	C _{۴۲}	C _{۵۱}	C _{۴۱}	C _{۳۳}	C _{۶۱}	C _{۲۳}	C _{۶۴}	C _{۳۲}	C _{۶۲}	C _{۱۴}
C _۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱
C _۲	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C _۳	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱
C _۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰
C _۵	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C _۶	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۱
C _۷	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰
C _۸	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C _۹	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C _{۱۰}	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰
C _{۱۱}	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰

۳-۹. تشکیل ماتریس دستیابی اصلاح شده (ماتریس دستیابی نهایی)

مرحله سوم: داده‌ها را از طریق ماتریس دستیابی اصلاح شده به داده‌های نهایی تبدیل می‌کنیم. بر اساس جدول ۴ روابط نهایی عوامل شناسایی شده با یکدیگر مشخص می‌شوند.

جدول ۴. ماتریس دستیابی نهایی

	C _{۵۲}	C _{۴۲}	C _{۵۱}	C _{۴۱}	C _{۳۳}	C _{۶۱}	C _{۲۳}	C _{۶۴}	C _{۳۲}	C _{۶۲}	C _{۱۴}
C _۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱
C _۲	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C _۳	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱
C _۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰
C _۵	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C _۶	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۱
C _۷	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰
C _۸	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰





	C _{۵۲}	C _{۴۲}	C _{۵۱}	C _{۴۱}	C _{۳۳}	C _{۶۱}	C _{۲۳}	C _{۶۴}	C _{۳۲}	C _{۶۲}	C _{۱۴}
C _۹	.	.	.	.	۱	.	.	.	.	.	.
C _{۱۰}	۱	۱	.	.	۱	.	.	.	۱	.	.
C _{۱۱}	.	۱	.	.	۱	۱	۱	۱	۱	.	.

۴-۹. سطح‌بندی

مرحله چهارم: ماتریس به‌دست‌آمده به روش زیر به سطوح مختلفی تقسیم می‌شود و مجموعه خروجی و مجموعه ورودی برای هر شاخص به دست می‌آید. با به دست آوردن ماتریس دستیابی برای تعیین شاخص‌ها، دو مجموعه ورودی و خروجی را تعریف کرده و سپس اشتراک آن‌ها را به دست آورده، بدین ترتیب که مجموعه خروجی، مجموعه‌ای است که در آن سطرها، عدد معیارها به‌صورت یک ظاهر شده باشند و مجموعه ورودی، مجموعه‌ای است که در آن ستون‌ها، عدد شاخص‌ها، به‌صورت یک ظاهر شده باشند. با به دست آوردن اشتراک این دو مجموعه، ستون بعدی جدول (اشتراک) تکمیل خواهد شد. اولین سطری که اشتراک دو مجموعه برابر با مجموعه خروجی باشد، سطح یک مشخص خواهد شد.

جدول ۵. اولین تکرار بخش‌بندی سطوح ماتریس دستیابی

سطح	مجموعه مشترک	مجموعه ورودی	متغیرهای خروجی	متغیرها
	۱,۲,۳,۵,۸,۱۰,۱۱	۱,۲,۳,۵,۸,۱۰,۱۱	۱,۲,۳,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱	C _۱
۱	۱,۲,۳,۱۰,۱۱	۱,۲,۳,۶,۱۰,۱۱	۱,۲,۳,۱۰,۱۱	C _۲
۱	۱,۲,۳,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱	۱,۲,۳,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱	۱,۲,۳,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱	C _۳
	۴	۴	۴,۵,۹	C _۴
۱	۱,۳,۵,۸,۹,۱۱	۱,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱	۱,۳,۵,۸,۹,۱۱	C _۵
	۳,۶,۷,۱۱	۱,۳,۶,۷,۱۱	۲,۳,۵,۶,۷,۸,۹,۱۱	C _۶
	۳,۶,۷,۱۱	۱,۳,۶,۷,۱۱	۳,۵,۶,۷,۱۱	C _۷
	۱,۳,۵,۸,۱۱	۱,۳,۵,۶,۸,۱۱	۱,۳,۵,۸,۹,۱۱	C _۸
۱	۳,۵,۹	۱,۳,۴,۵,۶,۸,۹,۱۰,۱۱	۳,۵,۹	C _۹
	۱,۲,۳,۱۰	۱,۲,۳,۱۰	۱,۲,۳,۵,۹,۱۰,۱۱	C _{۱۰}
	۱,۲,۳,۵,۶,۷,۸,۱۱	۱,۲,۳,۵,۶,۷,۸,۱۰,۱۱	۱,۲,۳,۵,۶,۷,۸,۹,۱۱	C _{۱۱}

بر اساس جدول ۵ چهار شاخص C_۲, C_۳, C_۵, C_۹ به‌عنوان متغیرهای شناسایی شده در سطح اول تعیین گردیده‌اند.



جدول ۶. دومین تکرار بخش بندی سطوح ماتریس دستیابی

سطح	مجموعه مشترک	مجموعه ورودی	متغیرهای خروجی	متغیرها
	۱,۸,۱۰,۱۱	۱,۸,۱۰,۱۱	۱,۶,۷,۸,۱۰,۱۱	C۱
۲	۴	۴	۴	C۴
	۶,۷,۱۱	۱,۶,۷,۱۱	۶,۷,۸,۱۱	C۶
۲	۶,۷,۱۱	۱,۶,۷,۱۱	۶,۷,۱۱	C۷
۲	۱,۸,۱۱	۱,۶,۸,۱۱	۱,۸,۱۱	C۸
	۱,۱۰	۱,۱۰	۱,۱۰,۱۱	C۱۰
۲	۱,۶,۷,۸,۱۱	۱,۶,۷,۸,۱۰,۱۱	۱,۶,۷,۸,۱۱	C۱۱

همان طور که در جدول شماره ۶ مشهود است، متغیرهای C۴، C۷، C۸، C۱۱ در سطح دوم متغیرهای شناسایی شده قرار گرفته اند.

جدول ۷ سومین تکرار بخش بندی سطوح ماتریس دستیابی

سطح	مجموعه مشترک	مجموعه ورودی	متغیرهای خروجی	متغیرها
	۱,۱۰	۱,۱۰	۱,۶,۱۰	C۱
۳	۶	۱,۶	۶	C۶
۳	۱,۱۰	۱,۱۰	۱,۱۰	C۱۰

همان طور که در جدول شماره ۷ مشهود است، متغیرهای C۶، C۱۰ در سطح سوم متغیرهای شناسایی شده قرار گرفته اند.

جدول ۸. چهارمین تکرار بخش بندی سطوح ماتریس دستیابی

سطح	مجموعه مشترک	مجموعه ورودی	متغیرهای خروجی	متغیرها
	۱,۱۰	۱,۱۰	۱,۶,۱۰	C۱

و در نهایت با انجام چهارمین مرحله تکرار در بخش بندی سطوح ماتریس دستیابی، متغیر C۱ در سطح چهارم (جدول شماره ۸) در بین متغیرهای شناسایی شده قرار گرفت.

با عنایت به تجزیه و تحلیل های صورت گرفته می توان صورت خلاصه، سطح بندی متغیرهای شناسایی شده را به شرح جدول ۹ نمایش داد.



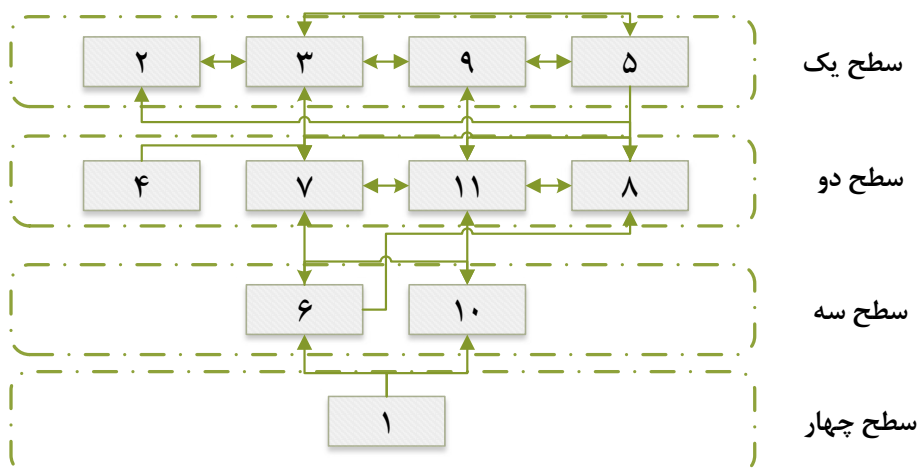


جدول ۹. سطح‌بندی نهایی متغیرهای مؤثر چالش‌های پیاده‌سازی RFID

سطوح	نام معیار
۴	C۱
۱	C۲
۱	C۳
۲	C۴
۱	C۵
۳	C۶
۲	C۷
۲	C۸
۱	C۹
۳	C۱۰
۲	C۱۱

۹-۵. تعیین روابط بین عوامل شناسایی شده

مرحله پنجم: در این بخش، روابط بین عوامل شناسایی شده از طریق ماتریس دستیابی نهایی و همچنین بخش‌بندی سطوح تعیین شده مشخص می‌شود. همان‌طور که در شکل ۲. مشخص است برخی عوامل رابطه دوطرفه و برخی رابطه یک‌طرفه با دیگر عوامل دارند.



شکل ۲. دیاگرام قدرت نفوذ و میزان وابستگی (تحلیل میک مک)

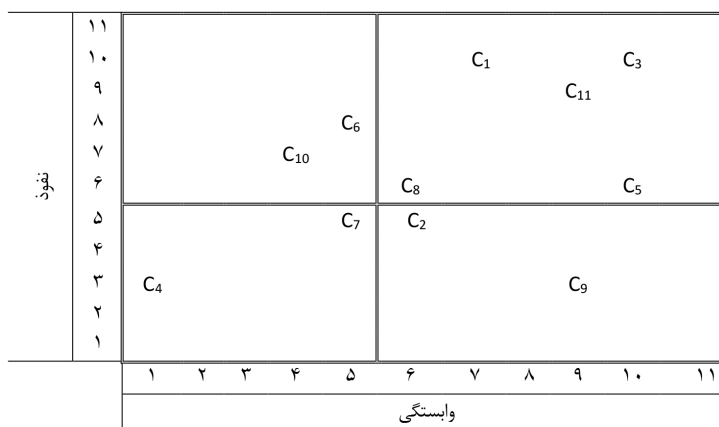


۹-۶. محاسبه میزان وابستگی و قدرت نفوذ (تحلیل میک مک)

مرحله ششم: در ادامه، قدرت نفوذ و همچنین میزان وابستگی عوامل شناسایی شده را برای انجام تحلیل میک مک تعیین کرده (جدول شماره ۱۰) و بر اساس آن نمودار تحلیلی میک مک (نمودار شماره ۱) ترسیم می‌گردد.

جدول ۱۰. ماتریس تعیین قدرت نفوذ و میزان وابستگی میک مک برای چالش‌های پیاده‌سازی RFID

قدرت نفوذ	C _{۱۴}	C _{۶۲}	C _{۳۲}	C _{۶۴}	C _{۲۳}	C _{۶۱}	C _{۳۳}	C _{۴۱}	C _{۵۱}	C _{۴۲}	C _{۵۲}	
۱۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	C _{۵۲}
۵	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	C _{۴۲}
۱۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	C _{۵۱}
۳	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	C _{۴۱}
۶	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۱	C _{۳۳}
۸	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	C _{۶۱}
۵	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۰	C _{۲۳}
۶	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۱	C _{۶۴}
۳	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	C _{۳۲}
۷	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۱	C _{۶۲}
۹	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	C _{۱۴}
میزان وابستگی	۹	۴	۹	۶	۵	۵	۱۰	۱	۱۰	۶	۷	



نمودار ۱. نمودار قدرت نفوذ وابستگی شاخص‌های RFID





• متغیرهای خودمختار (ناحیه ۱): شاخص‌های، توسعه پایدار و بهینه‌سازی و استراتژی تأمین منابع، در این بخش قرار گرفته است. این نشان از آن دارد که قدرت نفوذ و میزان وابستگی این شاخص‌ها ضعیف است؛ و این شاخص‌ها تا حدودی از سایر شاخص‌ها مجزا هستند و ارتباطات کمی با آن‌ها دارند.

• متغیرهای وابسته (ناحیه ۲): همان‌طور که در نمودار (۱) مشهود است شاخص‌های تصمیم‌سازی سرمایه‌گذاری و مدیریت رفتار و شایستگی در این ناحیه قرار گرفته‌اند که این نشان از آن دارد که این شاخص‌ها از قدرت نفوذ ضعیف اما میزان وابستگی بالا برخوردار هستند.

• متغیرهای پیوندی (ناحیه ۳): نتایج تحلیل در قالب نمودار فوق نشان می‌دهد که از بین شاخص‌های شناسایی‌شده، استراتژی اطلاعات تجهیزات، فرآیند اکتساب، ارتباطات ذینفعان، مدیریت تغییر و بهینه‌سازی ارزش و هزینه چرخش عمر از قدرت نفوذ و میزان وابستگی بالای برخوردار هستند. به‌گونه‌ای که هرگونه تغییری بر روی این شاخص‌ها باعث تغییر سایر شاخص‌ها می‌گردد.

• متغیرهای مستقل (ناحیه ۴): در بین متغیرهای شناسایی‌شده، فرآیند اسقاط کردن و استاندارد دانش تجهیزات دارای قدرت نفوذ بالا و میزان وابستگی پایین هستند.

۱۰- بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر در دو مرحله متفاوت انجام شد. در گام نخست، ۱۱ معیار ارزیابی عملکرد سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات با رویکرد مدیریت دارایی فیزیکی با مطالعه متون علمی و کسب نظر خبرگان صنایع دفاعی استخراج شد و مبنای تهیه پرسشنامه قرار گرفت. پس از جمع‌آوری داده‌ها معیارهای مزبور بومی‌سازی شد؛ سپس در گام دوم، پس از انتخاب معیارهای اصلی، برای پیدا کردن روابط علی و معلولی آن‌ها از روش ISM استفاده شد.

این پژوهش با رویکرد شناسی مؤلفه‌ها و همچنین با توجه به اهمیت روزافزون مباحث نگهداری و تعمیرات و نیز توجه بیشتر جامعه به این مورد و همچنین الزامات و قوانین مبنی بر مدنظر قرار دادن ملاحظات دارایی‌های فیزیکی توسط صنایع نظامی و دفاعی، می‌تواند زمینه مساعدی برای اجرای نگهداری و تعمیرات با رویکرد مدیریت دارایی فیزیکی در صنایع، به‌ویژه صنایع دفاعی، ایجاد کند. نتایج تحقیق حاکی از آن است که در صنایع دفاعی در بین متغیرهای شناسایی‌شده، فرآیند اسقاط کردن و استاندارد دانش تجهیزات دارای قدرت نفوذ بالا و میزان وابستگی پایین هستند.

۱۱- پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی

بررسی فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات با رویکرد مدیریت دارایی فیزیکی و تأثیر آن بر عملکرد سازمان، انتخاب راه‌برد بر بهبود در عملکرد نگهداری و تعمیرات در صنایع نظامی با کمک مدل ANP فازی.

۱۲- منابع و مآخذ

۱-۱۲- منابع فارسی:

[۱]. حاج شیرمحمدی، علی، ۱۳۹۴. نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر، انتشارات سازمان مدیریت صنعتی.



- [2]. A. K. S. Jardine and A. H. C. Tsang, "Maintenance, Replacement and Reliability: Theory and Applications", CRC Press, 2013.
- [3]. M. Pecht and R. Jaai, "A prognostics and health management roadmap for information and electronics-rich systems", *Microelectronics Reliability*, Vol. 50, No. 3, 2010, pp. 317-323.
- [4]. J. Z. Sikorska, M. Hodkiewicz and L. Ma, "Prognostic modelling options for remaining useful life estimation by industry", *Mechanical Systems and Signal Processing*, Vol. 25, No. 5, 2013, pp. 1803-1836.
- [5]. Olímpio A., Paulo T., De Souza H., André B., Zambalde. L., (2014). Using the BSC for strategic planning of IT (Information Technology) in Brazilian organization, *Journal of Information Systems and Technology Management*.
- [6]. Pophaley.M., Vyas R.K., (2010). Plant maintenance management practices in automobile industries: A retrospective and literature review, *Journal of Industrial Engineering and Management*, Publisher: Omniscience.
- [7]. Veronese Bentes, A., Carneiro, J., Da Silva, J.F., Kimura H., (2011). Multidimensional asset management of organizational performance: Integrating BSC and AHP, *Journal of Business Research*, Elsevier Inc.
- [8]. S. G. D. Amik Garg, "Maintenance management: Literature review and directions", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 12, No., 3, 2016, pp. 205-238.
- [9]. Saaty, Thomas L.; "The Analytic Network Process", *ISAHP Japan*,)2016.(
- [10]. Okoh, P., Schjøberg, P., Wilson A., (2018). A new maintenance management model based on ISO 55000, *Infrastructure Asset Management Journal*, Volume 3 Issue 1, March 2016, pp. 21-28, Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS).
- [11]. Shah, R., Mc Mann, O., Borthwick, F., (2017). Challenges and prospects of applying asset management principles to highway maintenance: A case study of the UK, *Transportation Research Part A* 97, 231–243.
- [12]. Honda, M., Kishi, T., and Yamamoto, H., (2017). Study of Asset Management Method for Galvanized Steel Railway Electrification Infrastructure in JR-EAST, *Procedia CIRP* 59, 47 – 52.
- [13]. Campos, J., Sharmab, P., Gabiria, U.G., Jantunen, E., and Baglee, D., (2017). A big data analytical architecture for the Asset Management, *Procedia CIRP* 64, 369 – 374.
- [14]. Parlikad, A.K., Jafari, M., (2016). Challenges in infrastructure asset management, *IFAC papers*, Online 42-28, 185-190.
- [15]. Kordi, M., Aliheydari D., Bijar, D., (2015). Contractors' performance using the balanced scorecard approach (BSC) and Fuzzy AHP (Study case: municipal construction projects in Baqer





Shahr in Tehran), Cumhuriyet Science Journal, Vol 36, No 4.

[16]. Atti, R., Dev, N., & Sharma, V. (2013). Interpretive structural modelling (ISM) approach: an overview. Research Journal of Management Sciences, 2319, 1171.

توسعه مدل تصمیم‌گیری برون‌سپاری فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات بر اساس مفهوم اقتصاد مقاومتی (مطالعه موردی شرکت حمل‌ونقل آزادگان)

سید محمد سید حسینی^۱، علی اصغر حاتمی‌پور^{۲*}

^۱ استاد تمام، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران.

^۲ مربی و پژوهشگر، دانشکده علوم و مهندسی دفاعی، دانشگاه افسری و تربیت پاسداری امام حسین (ع)، تهران، ایران.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۹/۱۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۱۰/۳۰

چکیده:

ایکی از فعالیت‌هایی که در بیشتر سازمان‌ها از گزینه‌های مهم برون‌سپاری محسوب می‌شود، فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات است. فعالیت‌های نت، با توجه به اینکه جزء اهداف اصلی سازمان‌ها محسوب نمی‌شود و مزیت رقابتی خاصی به دنبال ندارد، از قابلیت برون‌سپاری بالایی برخوردار است. بی‌توجهی به امر نگهداری و تعمیر تجهیزات به‌ویژه دستگاه‌های پیچیده، حساس و گران‌قیمت، هزینه‌های زیادی را به سازمان تحمیل می‌کند و مشکلات زیادی را برای آن سازمان به وجود می‌آورد. عمده‌ترین دلایل این امر افزایش بهره‌وری کار، کاهش هزینه‌های نت، تمرکز بیشتر سازمان روی فعالیت‌های اصلی، استفاده از مهارت تخصصی در نت، کاهش حجم کاری نیروهای داخلی، افزایش دسترسی به تجهیزات تخصصی، کاهش خطر، افزایش امکان اطمینان، افزایش کیفیت، همگام شدن با تغییر فناوری و تنوع پیمانکاران ذکر شده است؛ هرچند این امر خطراتی مانند مشکلات قبول مسئولیت و برنامه‌ریزی و طرح‌ریزی نت، دشواری تدارک و نظارت نیروهای کار و سازمان‌دهی و جایگزینی پیمان‌کاران در انتهای قرارداد نیز متصور است. این پژوهش در دو فاز متفاوت انجام گرفته است: در مرحله نخست، معیارهای برون‌سپاری و اقتصاد مقاومتی با مطالعه متون علمی و کسب نظرات خبرگان شرکت حمل‌ونقل آزادگان استخراج شده و مبنای تهیه پرسش‌نامه قرار گرفته است. در مرحله دوم، با کمک معیارهای اقتصاد مقاومتی، معیارهای برون‌سپاری با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه (مدل TOPSIS) اولویت‌بندی شدند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که هزینه نت، کیفیت نت و دسترسی به اطلاعات محرمانه شرکت رتبه اول تا سوم را کسب کردند.

واژه‌های کلیدی: برون‌سپاری، نگهداری و تعمیرات، اقتصاد مقاومتی، حمل‌ونقل آزادگان، روش تاپسیس.

* نویسنده مسئول: hatami_p46@yahoo.com





۱- مقدمه

تعمیرات واژه‌ای است آشنا که قدمتی به وسعت تاریخ بشریت داشته و همواره موازی با زندگی انسان‌ها، ماشین‌آلات و صنایع به حیات خویش ادامه داده و خواهد داد و گریز از آن هیچ‌گاه میسر نبوده است زیرا اصطکاک، گرما، سایش، خوردگی و... عواملی هستند که حضور دائمی در صحنه داشته و با گذر زمان، تجهیزات را از حالت اولیه و ایدئال خارج ساخته و به‌سوی فرسودگی و خرابی پیش می‌برند، کوشش در جهت از بین بردن و یا به حداقل رساندن اثرات منفی و هزینه‌های تعمیرات و کسب زمان بیشتر برای تولید، بشر را به سمت لغت آشنای دیگری به نام نگهداری سوق می‌دهد، که از زمان پیدایش، در کنار واژه تعمیرات زوجی جدانشدنی را تشکیل داده و به‌گونه‌ای دارای اهمیت و اعتبار شده که عبارت "تعمیر و نگهداری" به "نگهداری و تعمیرات" که در صنایع به‌اختصار نت نامیده می‌شود تغییر کرده است. پیچیدگی دستگاه‌ها و تجهیزات، رقابتی شدن صنایع، مسائل مادی، روابط بین کشورها، استراتژیک شدن صنایع و... باعث شده که در حوزه نت تحقیقات و مطالعات بسیاری انجام شود زمانی که "نگهداری" هنوز نمود خارجی پیدا نکرده بود "تعمیرات" به‌تنهایی در عرصه کار و صنعت میدان‌داری می‌کرد و سیستم کاری صنایع تعمیرات عکس‌عملی یا حرکت تا خرابی^۱ بود. بدین معنی که دستگاه‌ها آن‌قدر کار کنند تا خراب شوند و برنامه‌ای برای مراقبت و افزایش طول عمر تجهیزات در میان نبود، امروزه سیستم کاری تغییر کرده و تعمیرات پیشگیرانه یا برنامه‌ریزی‌شده که در صنعت به نام PM^۲ شناخته می‌شود، استقرار یافته است. با توجه به اینکه PM یک سیستم کلی و قابل بسط بود به‌سرعت تمامی صنایع را تحت پوشش گرفت و برای مدت‌ها در صنعت یکه‌تازی کرد. در ایران نیز سیستم تعمیراتی غالب PM است که بر مبنای بازرسی‌های چشمی و برنامه‌ریزی دوره‌ای جهت تعمیرات کلی است که تحت عنوان "اورهال" شناخته می‌شود، این روش از روش قبلی بهتر بوده و درصد توقفات و آسیب‌ها را پایین‌تر می‌آورد. ولی ایرادی را که می‌توان به این سیستم گرفت این است که چون برنامه تعمیرات به‌صورت کلی و برای اکثر تجهیزات طرح می‌شود، ممکن است دستگاه‌ها و تجهیزاتی که سالم بوده و در برنامه قرار گرفته‌اند، در بازرسی‌ها دچار آسیب شده و نیازمند تعمیرات شوند و یا عمر مفید کاری آن‌ها به‌واسطه یک آسیب جزئی کم گردد. سیستم جدید نگهداری و تعمیرات که سال‌هاست مراحل آزمایشی را طی کرده و به پختگی رسیده "تعمیرات پیش‌گویانه یا PDM"^۳ که در ایران به نام CM^۴ یا (نت مبنی بر وضعیت) CBM^۵ شناخته می‌شود در این روش همان‌گونه که از نامش پیداست بر محور پیش‌بینی و پیش‌گویی وضعیت و طول عمر تجهیزات، به کمک یکسری دستگاه‌ها، تجهیزات و نرم‌افزارهای خاص و پیشرفته جهت جلوگیری از توقفات بی‌مورد استوار است. امروزه نگهداری و تعمیرات از پایه‌های اساسی هر صنعتی می‌باشد و جامع‌ترین سیستم نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM)^۶ معرفی شده که با تکیه بر مشارکت کلیه کارکنان در امور نگهداری و تعمیرات، سعی در کاهش هزینه‌ها و قیمت تمام‌شده محصول و افزایش بهره‌وری از طریق به صفر رساندن اتفاقات و ضایعات محصولات دارد. مردمی کردن اقتصاد، جزو الزامات اقتصاد مقاومتی است. این سیاست‌های اصل ۴۴ که اعلام شد، می‌تواند یک تحول به وجود بیاورد؛ و این کار باید انجام بگیرد. البته کارهایی انجام گرفته و تلاش‌های بیشتری باید بشود. بخش خصوصی را باید توانمند کرد؛ هم به فعالیت اقتصادی تشویق بشوند، هم سیستم بانکی کشور، دستگاه‌های دولتی کشور و دستگاه‌هایی که می‌توانند کمک کنند - مثل قوهی مقننه و قوهی قضائیه کمک کنند که مردم وارد میدان اقتصاد شوند [۱].

برون‌سپاری در سال‌های اخیر یکی از رویکردهای پراهمیت معرفی شده است. و در تحقق اهداف اقتصاد مقاومتی و اجرای سیاست‌های اصل ۴۴ قانون اساسی در راستای آزادسازی و خصوصی‌سازی نقش مهمی دارد. بعضی از سازمان‌ها، به‌منظور

¹ Run to Failure

² Preventive Maintenance

³ Predictive Maintenance

⁴ Condition Monitoring

⁵ Condition Based Monitoring

⁶ Total Productive Maintenance



بهبود کیفیت خدمات و محصولات، کاهش هزینه و زمان تولید، تمرکز بر مزیت‌های اصلی رقابتی و به‌طور کلی افزایش اثربخشی سازمان، اقدام به برون سپاری برخی فعالیت‌های خود کرده‌اند؛ چنین به نظر می‌رسد که سازمان‌ها، با برون سپاری فعالیت‌های خود به سازمان‌های تخصصی دیگر، بهتر می‌توانند بر فعالیت‌هایی که ارزش افزوده بیشتری ایجاد می‌کنند، تمرکز کرده و بدین طریق اثربخشی فعالیت‌های خود را بیشینه کنند. از سوی دیگر، شواهدی نیز حاکی از این است که افزایش برون سپاری می‌تواند نوآوری و کنترل بر فعالیت‌ها را کاهش دهد. یکی از فعالیت‌هایی که در بیشتر سازمان‌ها از گزینه‌های مهم برون‌سپاری محسوب می‌شود، فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات است. فعالیت‌های نت، با توجه به اینکه جزء اهداف اصلی سازمان‌ها محسوب نمی‌شود و مزیت رقابتی خاصی به دنبال ندارد، از قابلیت برون‌سپاری بالایی برخوردار است. پژوهش‌های مراکز تحقیقاتی در سال ۲۰۰۸ میلادی نشان می‌دهد که استفاده از منابع خارج از سازمان (پیمان‌کاران) در فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات رو به گسترش است؛ به‌طوری‌که در سازمان‌های بررسی شده از سرتاسر جهان، واگذاری نت به بخش پیمان‌کاری از حالت قرارداد موقت به یک حالت شریک تجاری و پیمان اخوت تبدیل شده است [۲].

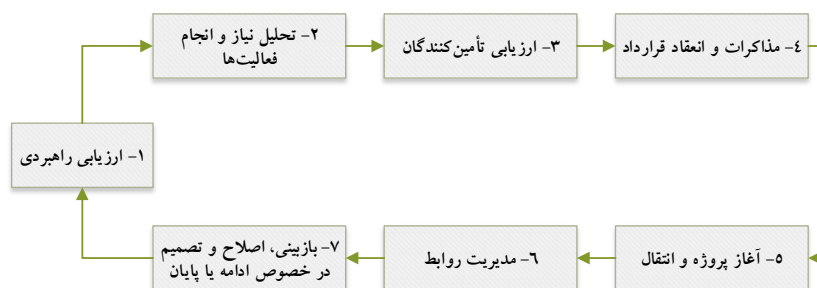
تصمیم‌گیری برای برون‌سپاری فعالیت‌ها، ممکن است نیازمند بررسی صدها فاکتور باشد که همین مسئله بر لزوم استفاده از روش‌های سیستماتیک و حتی هوشمند و ارائه مدل در این حوزه تأکید می‌کند. در این تحقیق برون‌سپاری فعالیت‌های نت واحد شرکت حمل‌ونقل آزادگان با تعداد زیادی خودرو مسافری و حمل‌بار، بررسی و تحلیل خواهد شد آنگاه مدلی جهت تصمیم‌گیری برون‌سپاری این فعالیت‌ها بر اساس مفهوم اقتصاد مقاومتی ارائه خواهد شد.

۲- مبانی نظری پژوهش

۲-۱- برون‌سپاری

برون‌سپاری در مفهوم اولیه خود بدین معناست که کارکنان بخشی از فعالیت‌های شرکت را به بیرون سپرده و در حقیقت، خود از فرآیند خارج می‌شوند و این کار توسط کارکنان تأمین‌کننده فعالیت‌ها انجام می‌شود. این مفهوم از برون‌سپاری به برون‌سپاری سنتی معروف است درحالی‌که در برون‌سپاری نو مطرح می‌شود که کارکنان در حقیقت جابجا نمی‌شوند و خدمتی نو، توسط یک شرکت در مجموعه فرآیندهای کسب‌وکار همان شرکت مورد استفاده قرار می‌گیرد. در هر صورت چنانچه بخواهیم تعریفی به‌صورت جامع تر بیان کنیم، باید تمامی جوانب برون‌سپاری و دسته‌بندی‌های گوناگون را شامل شود. برون‌سپاری انتقال و یا نمایندگی دادن به یک تأمین‌کننده خدمات و یا عملیات همراه با مدیریت روزبه‌روز فرآیند کسب‌وکار است. بر این اساس، مشتری خدمات مشخص تری را درباره موضوعات فرآیند مرتبط با کسب‌وکار دریافت می‌کند که مجموعه آن‌ها فرآیند کسب‌وکار را تکمیل می‌کند. به عبارتی، مفهومی که بر اساس آن بخشی از وظایف یک شرکت از داخل به خارج شرکت منتقل شده و توسط دیگران انجام می‌شود، برون‌سپاری را تداعی می‌کند. هدف از برون‌سپاری کاهش هزینه‌ها، افزایش کیفیت و یا آزادسازی برخی منابع شرکت برای تخصیص آن به اموری که دارای اولویت بیشتری است، است. مفاهیم برون‌سپاری اگرچه بیشتر در حوزه‌های فناوری اطلاعات مطرح شده و گسترش یافته است، اما برخی دیگر بر این اعتقادند که فرآیند برون‌سپاری از زمانی که تولید انبوه به تولید مشتری‌گرا تغییر جهت داد، در عرضه تولید انواع کالا و خدمات شکل گرفت. از روزگار تولید انبوه یک قرن می‌گذرد ولیکن امروز برای هیچ سرمایه‌گذاری مقرون‌به‌صرفه نبوده و یا حتی می‌توان گفت غیرممکن است که همه قطعات و مجموعه‌های مورد نیاز یک کالا را در یک شرکت تولید نمایند. این مفهوم در تولید خودرو بسیار مطرح است، به‌گونه‌ای که حتی تعاریف مربوط به یک خودرو ساز نیز دچار تغییر شده است. موفقیت برون‌سپاری در قبال اجرای صحیح آن در قالب فرایندی راهبردی و دقیق است. به این منظور، الگوهای فرایندی فراوانی پیشنهاد و ارائه شده است که یکی از این الگوها در شکل (۱) مشاهده می‌شود. گفتنی است اصول بیشتر این الگوها مشابه است و بدون تناقض در کلیات، فقط در جزئیات و گام‌های آن تفاوت‌هایی دیده می‌شود [۳].





شکل ۱. فرایند اجرایی برون‌سپاری [۳]

فرایند برون‌سپاری استفاده از تفکر و اندیشه را برای استفاده بهتر از منابع در اختیار یک موسسه تشریح می‌کند. این فرایند ابتدا در قطعه‌سازی‌هایی که برای کارخانه‌های بزرگ قطعات موردنیاز را تولید می‌کردند، شکل پیدا کرد و سپس به مجموعه‌سازی‌ها تسریع پیدا نمود و شرکت‌های کوچک به شکل خوشه برای تأمین خدمات و قطعات و مجموعه‌ها برای شرکت‌های بزرگ تشکیل شدند. زنجیره تأمین (SCM^۱) به‌صورت یک نظام تأمین و تدارکات یا لجستیک با تکیه بر روابط و ارتباطات و استفاده از سیستم‌های اطلاعاتی به‌گونه‌ای سازمان یافته بر محور بهبود کیفیت شکل گرفتند. امروزه تولید اطلاعات نیز جزئی از این فرایند است. شرکت‌های نرم‌افزاری بزرگ و بین‌المللی، تولید نرم‌افزارها و یا بخش‌هایی از آن را به شرکت‌های کوچک‌تر می‌سپارند. امروزه برون‌سپاری در حوزه‌های خدماتی گسترش یافته است. ازجمله این خدمات می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- تأمین نیروی کار
- خدمات ملی
- خدمات نگهداری و تعمیرات
- خدمات پیمان کار
- خدمات نگهداری اماکن و ساختمان‌ها
- خدمات خرید و تأمین
- خدمات آموزشی
- خدمات ایمنی و حفاظت

این خدمات دامنه گسترده‌ای دارد. هر موسسه بنا به ماهیت و امکاناتی که دارد، اولویت بندی برون‌سپاری را تعیین می‌نماید. با توجه به حوزه‌هایی که برخی از آن‌ها برشمرده شد، فرایند برون‌سپاری با توجه به الزاماتی که دارد، شکل می‌گیرد [۴].

به علت ماهیت چند رشته‌ای بودن موضوعات برون‌سپاری، این مسئله در ابعاد مختلفی از قبیل اقتصاد، خرید، تحقیق در عملیات، حسابداری و مدیریت استراتژیک موردتوجه قرار گرفته است. با توجه به‌مرور ادبیات، دو جریان اصلی در این رابطه قابل‌شناسایی است. جریان اول سعی دارد سؤال برون‌سپاری را از نقطه‌نظر هزینه پاسخ دهد. جریان دوم برون‌سپاری را از بعد استراتژیک با در نظر گرفتن عوامل دیگری علاوه بر هزینه موردتوجه قرار می‌دهد [۴].

با توجه به معانی متعدد واژه برون‌سپاری و معیارهای مختلف اندازه‌گیری آن می‌توان انواع مختلفی را برای آن در نظر

^۱Supply Chain Management: SCM



گرفت. بدین ترتیب پس از مرور ادبیات موجود و با توجه به معیارهایی از قبیل سطح تصمیم گیری، حجم برون سپاری، میزان ادغام، روابط ویژه، سطح کنترل اداری و نوع مالکیت، انواع برون سپاری طبق جدول طبقه بندی شد. برون سپاری با تمرکز بر دو جهت استراتژیک سعی در توسعه مزایای رقابتی دارد: اول با تمرکز بر منابع و سرمایه گذاری های اصلی سازمان که از آن به عنوان فعالیت های محوری یاد می شود و دوم با برون سپاری فعالیت هایی که نیاز استراتژیک سازمان دارای قابلیت خاصی در آن زمینه نیست [۵]. برون سپاری، بازگشت سرمایه سازمان را افزایش داده و فعالیت های مؤثر در کسب مزایای رقابتی را حفظ و توسعه می دهد.

جدول ۱. معیارهای طبقه بندی در برون سپاری [۵]

معیار طبقه بندی	نوع برون سپاری
سطح تصمیم گیری	برون سپاری راهبردی، برون سپاری تاکتیکی یا سنتی
حجم برون سپاری	برون سپاری کلی، برون سپاری انتخابی یا بخشی
میزان ادغام	برون سپاری، نیمه سپاری
روابط ویژه	برون سپاری گروهی یا داخلی، برون سپاری غیر گروهی یا خارجی
سطح کنترل اداری	برون سپاری عملکرد، برون سپاری منابع
نوع مالکیت	برون سپاری بخش خصوصی، برون سپاری بخش دولتی

۲-۲- برون سپاری نگهداری و تعمیرات

برون سپاری با تمرکز بر دو جهت راهبردی، سعی در توسعه مزایای رقابتی دارد؛ اول با تمرکز بر منابع سرمایه گذاری های اصلی سازمان، که از آن با عناوینی چون توانمندی های اصلی یا فعالیت های محوری یاد می شود، دوم، با برون سپاری اقدامات و فعالیت هایی که نه نیاز راهبردی سازمان است و نه سازمان دارای توانمندی خاصی در آن زمینه است. طبق نظر کوئین^۱ و هیلمر^۲، توانمندی اصلی فعالیت هایی هستند که مزیت رقابتی بلندمدت را برای سازمان فراهم می آورند. این فعالیت ها باید به دقت محافظت شوند؛ اما می توان به برون سپاری دیگر فعالیت ها توجه کرد [۶].

یکی از فعالیت هایی که در بیشتر سازمان ها از گزینه های مهم برون سپاری محسوب می شود، فعالیت های نگهداری و تعمیرات است. فعالیت های نت، با توجه به اینکه جزء توانمندی های اصلی سازمان ها محسوب نمی شود و مزیت رقابتی خاصی به دنبال ندارد، از قابلیت برون سپاری بالایی برخوردار است. پژوهش های مراکز تحقیقاتی در سال ۲۰۰۸ میلادی نشان می دهد که استفاده از منابع خارج از سازمان (پیمان کاران) در فعالیت های نگهداری و تعمیرات رو به گسترش است؛ به طوری که در سازمان های بررسی شده از سرتاسر جهان، واگذاری نت به بخش پیمان کاری از حالت قرارداد موقت به یک حالت شریک تجاری و پیمان اخوت تبدیل شده است.

عمده ترین دلایل این امر افزایش بهره وری کار، کاهش هزینه های نت، تمرکز بیشتر سازمان روی فعالیت های اصلی، استفاده از مهارت تخصصی در نت، کاهش حجم کاری نیروهای داخلی، افزایش دسترسی به تجهیزات تخصصی، کاهش خطر، افزایش امکان اطمینان، افزایش کیفیت، همگام شدن با تغییر سریع فناوری و تنوع و تعداد پیمان کاران ذکر شده است؛

¹Quinn
²Hilmer





هرچند این امر خطراتی مانند مشکلات قبول مسئولیت و برنامه ریزی و طرح ریزی نت، دشواری تدارک و نظارت نیروهای کار و سازمان‌دهی و جایگزینی پیمان‌کاران در انتهای قرارداد نیز متصور است [۷].

برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات در هر سازمانی به‌منظور حفظ دارایی‌های سازمان در حد استاندارد و قابل قبول انجام می‌پذیرد. این برنامه‌ریزی مواردی از قبیل نگهداری با پیش‌بینی، تعمیرات اصلاحی، تعمیرات اساسی، تعویض برنامه‌ریزی شده قطعات، پیش‌بینی و تهیه لوازم‌یدکی، فعالیت کارگاه تعمیرات (در صورت وجود تعمیرگاه)، پیش‌بینی و در نظر گرفتن تعمیرات ناگهانی، ثبت و نگهداری اطلاعات مرتبط به ماشین آلات و دستگاه‌ها و بهبود شرایط محیطی به‌منظور تسهیل امر نگهداری دستگاه‌ها را شامل می‌شود.

در صورتی که برنامه‌ریزی به‌طور دقیق صورت گیرد، تنها تعمیرات اتفاقی است که واقع خواهد گردید. در گذشته تعمیرات حاکی از انجام تعمیر بعد از خرابی (تعمیرات اضطراری) با به عبارتی مدیریت آتش‌نشانی بود، اما امروزه صنایع به سمتی پیش می‌روند که با خودکار نمودن هر چه بیشتر تولید به دنبال حذف عامل انسانی در خطوط تولید هستند، در صورتی که نمی‌توان عامل انسانی را از بخش نت حذف نمود [۸].

در مدیریت نت، عامل بازخورد در برنامه‌ریزی تعمیرات می‌تواند امور نت را از حالت ایستا به حالت پویا درآورد. بدین ترتیب که سیستم مورد بهره‌برداری همواره با بازخورد نتایج خود، به اصلاح ضعف‌های گذشته می‌پردازد. از تعریف فوق درمی‌یابیم که از کارافتادگی هر وسیله یا سیستم، یک متغیر تصادفی است که می‌توان وقوع آن را به‌صورت تخمینی پیش‌بینی و برای تعمیر آن خرابی، آمادگی لازم را از قبل احراز نمود [۸].

به‌طور کلی، هدف اصلی در فعالیت‌های مربوط به تعمیر و نگهداری، استفاده مؤثر از ابزارآلات و تجهیزات، فضا و مکان و منابع انسانی برای ارائه خدمات است تا به بهترین وجه از خودروهای موجود سازمان، محافظت و مراقبت گردیده و از اختلال در سیستم‌های یادشده با عدم عملکرد آن‌ها جلوگیری به عمل آید. به همین دلیل، در مؤسسات و سازمان‌های مختلف برحسب نوع کار و حجم عملیاتی آن، سازمان دارای ابعاد وسیع کاری در زمینه نگهداری و تعمیرات است. برقراری یکی سیستم و روش صحیح تعمیراتی برای دوام و بقای آن‌ها جنبه حیاتی دارد [۹].

نیروی انسانی: امروزه نیروی انسانی به‌عنوان مهم‌ترین عامل راهبردی در عرصه سازمان‌ها مطرح شده است، دلیل این امر تغییراتی است که در سطح با شتاب در محیط حادث می‌شوند. در چنین شرایط بسیار مهم، نیروی انسانی به‌عنوان طراح، سازنده و پردازنده نظام‌های عملیاتی و سایر منابع سازمان بیش‌ازپیش نمایان می‌شود. کیفیت آن و نظام مدیریتی حاکم بر آن عاملی اساسی در رشد و ارتقای سطح عملکرد سازمان‌ها به شمار می‌آید. نیروی انسانی منبعی راهبردی است که اهداف راهبردی سازمان را محقق می‌سازد [۱۰].

ابزارآلات و تجهیزات: ابزارآلات و تجهیزات دسته‌ای از وسایل بادوام هستند که جهت نگهداشتن یا ادامه عملیات، تعمیرات و امور تعمیرگاهی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

فضا و مکان: فضا و مکان در نت خودرویی به محل‌های اطلاق می‌شود که تعدادی از کارکنان با تخصص‌ها و مهارت‌های گوناگون تعمیراتی، به همراه وسایل و تجهیزات بر اساس رده‌های تعمیراتی در آن‌ها مشغول به فعالیت می‌باشند [۸].

۲-۳- اقتصاد مقاومتی

۲-۳-۱. الگوهای اقتصاد مقاومتی

اقتصاد مقاومتی را می‌توان چهار گونه تعریف نمود و چهار الگو از آن یا ترکیبی از همه آن‌ها را در کشور به‌عنوان پروژه ملی پیگیری کرد، این چهار الگو عبارت‌اند از اقتصاد موازی، اقتصاد ترمیمی، اقتصاد دفاعی و اقتصاد الگو که در ادامه به



توضیح هریک می‌پردازیم [۱۱].

۲-۳-۱. اقتصاد موازی

اقتصاد مقاومتی به مثابه "اقتصاد موازی" است. یعنی همان‌طور که انقلاب با توجه به نیاز خود به نهادهایی باروحيه و عملکرد انقلابی، اقدام به تأسیس نهادهایی مانند کمیته امداد، جهاد سازندگی، سپاه پاسداران و بنیاد مسکن نمود. امروز نیز بایستی برای اهداف انقلاب، این پروژه را ادامه داده و تکمیل کرد. چراکه انقلاب اسلامی به اقتصاد مقاومتی و نهادهای مقاومتی در اقتصاد نیاز دارد که چه‌بسا ماهیتاً ممکن است از عهده نهادهای رسمی اقتصادی برنیاید. پس باید نهادهایی موازی برای این طرح ویژه ایجاد کرد. یعنی ما در کشورمان به اقتصاد موازی نیاز داریم [۱۱].

۲-۳-۲. اقتصاد ترمیمی

اقتصاد مقاومتی عبارت از اقتصادی که در پی "مقاوم‌سازی"، آسیب زدایی، "خلل‌گیری" و "ترمیم" ساختارها و نهادهای فرسوده و ناکارآمد موجود اقتصادی است. یعنی اگر رویکرد قبلی عنوان می‌نمود که برخی از نهادهای اقتصادی کشور قابل به برآورده نمودن انتظارات اقتصادی نمی‌باشند در رویکرد جدید به دنبال این هستیم که با تعریف مجدد سیاست‌های اقتصادی نهاد موجود، واحد اقتصادی را به سمت برآورده نمودن نیازهای خود هدایت نماییم [۱۱].

۲-۳-۳. اقتصاد دفاعی

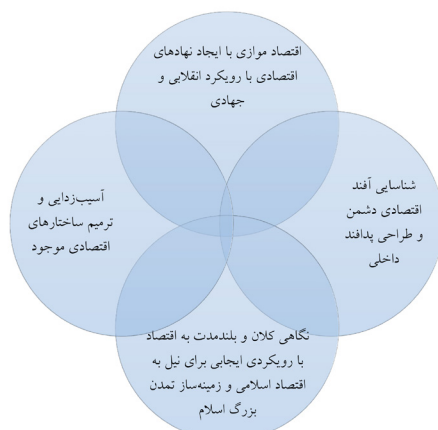
اقتصاد مقاومتی، متوجه "هجمه شناسی"، "آفندشناسی" و "پدافندشناسی" ما در برابر هجمه است. یعنی ما باید ابتدا بررسی کنیم که مخالفان ما حمله به اقتصاد ایران و اخلاف در آن را چگونه و با چه ابزارهایی صورت می‌دهند سپس طرح دفاعی را برنامه‌ریزی و اجرا نماییم [۱۱].

۲-۳-۴. اقتصاد الگو

تعریف آخر را می‌توان این‌چنین بیان کرد که اساساً اقتصاد مقاومتی یک رویکرد کوتاه‌مدت و صرفاً اقدامی پدافندی نیست. برخلاف سه تعریف قبلی که اقتصاد مقاومتی را پدافندی یا کوتاه‌مدت می‌دانستند، این رویکرد چشم‌اندازی کلان به اقتصاد ایران دارد و یک اقدام بلندمدت را شامل می‌شود. پیغامی بر این باور است که اقتصاد مقاومتی را می‌توان به چهار صورت دیگر نیز تعریف کرد و چهار الگو از آن یا ترکیبی از همه آن‌ها را در کشور به‌عنوان پروژه ملی پیگیری کرد:

- ۱- ایجاد نهادهای اقتصادی با رویکرد انقلابی و جهادی
- ۲- شناسایی آفند اقتصادی دشمن و طراحی پدافند داخلی
- ۳- آسیب زدایی و ترمیم ساختارهای اقتصادی موجود
- ۴- نگاهی کلان و بلندمدت به اقتصاد با رویکرد ایجابی برای نیل به اقتصاد اسلامی





۲-۳-۲. تفاوت اقتصاد مقاومتی با ریاضت اقتصادی

درواقع هدف در اقتصاد مقاومتی آن است که بر فشارها و ضربه‌های اقتصادی از سوی نیروهای متخاصم که سد راه پیشرفت جامعه است، غلبه کرد؛ اما در اخبار و محافل خبری وقتی بحث از بحران مالی اروپا می‌شد بحث سیاست ریاضت اقتصادی جزو بحث‌های غیرقابل‌گذشت و اجتناب‌ناپذیر بوده است.

برخی از مردم اقتصاد مقاومتی و ریاضت اقتصادی را یکی می‌دانند و یا تصور می‌کنند اقتصاد ریاضتی یکی از شاخه‌های اقتصاد مقاومتی است درحالی‌که این دو اصطلاح کاملاً متفاوت بوده و هیچ ارتباطی به یکدیگر ندارند برای روشن شدن موضوع به شرح مفهوم ریاضت اقتصادی می‌پردازیم.

بنابراین اگرچه اقتصاد ایران شاید ناچار شود در درازمدت به سیاست‌های ریاضتی روی بیاورد، اما اقتصاد مقاومتی و ریاضت اقتصادی دو مفهوم جداگانه و مستقل است که به‌هیچ‌عنوان منجر به بروز یکدیگر نخواهند شد. نقل‌قول‌های مستقیمی که در بخش مؤلفه‌های «اقتصاد مقاومتی» در جدول (۲) آمده است، از بیانات امام خامنه‌ای در پایگاه مجازی دفتر حفظ و نشر آثار امام خامنه‌ای است.

جدول ۲. تفاوت مؤلفه‌های اقتصاد مقاومتی و مؤلفه‌های ریاضت اقتصادی [۱]

ردیف	مؤلفه های ریاضت اقتصادی	مؤلفه های اقتصاد مقاومتی
۱	کاهش مستقیم حقوق‌ها	عدم کاهش درآمدها بلکه افزایش درآمدها: «هدفمند کردن یارانه‌ها هم در جهت شکل دادن به اقتصاد ملی است؛ که این‌ها می‌تواند هم رونق ایجاد کند - در تولید، در اشتغال - و هم موجب رفاه شود»
۲	کاهش غیرمستقیم حقوق‌ها از راه افزایش مالیات	عدم افزایش مالیات؛ بلکه کاهش مالیات برای برخی از بنگاه‌های تولیدی
۳	کاهش و حذف برخی خدمات عمومی	عدم کاهش خدمات عمومی، بلکه افزایش خدمات عمومی مانند طرح پزشک خانواده و ...
۴	کم‌مصرف کردن به دلیل فقر و نداری و از سر ناچاری	مسئله مدیریت مصرف، یکی از ارکان اقتصاد مقاومتی است؛ یعنی مصرف متعادل و پرهیز از اسراف و تبذیر. هم دستگاه‌های دولتی، هم دستگاه‌های غیردولتی، هم آحاد مردم و خانواده‌ها باید به این مسئله توجه کنند؛ که این واقعا جهاد است. انسان می‌تواند ادعا کند که این اجر جهاد فی سبیل الله را دارد



ردیف	مؤلفه های ریاضت اقتصادی	مؤلفه های اقتصاد مقاومتی
۵	روی آوری مردم به کالاهای خارجی به ویژه چینی به دلیل قیمت پایین آن	از تولید داخلی استفاده کنیم؛ این را همه دستگاه های دولتی توجه داشته باشند - دستگاه های حاکمیتی، مربوط به قوای سه گانه سعی کنند هیچ تولید غیر ایرانی را مصرف نکنند؛ ... خود مردم راه مصرف کالاهای خارجی را ببندند
۶	حذف فرصت های شغلی	عدم حذف فرصت های شغلی بلکه افزایش آن: «دلیل دوم ما که امروز کار برایمان مهم است، کارآفرینی مهم است، این است که ما امروز در مقابل یک فشار جهانی قرار داریم. دشمنی وجود دارد در دنیا که می خواهد با فشار اقتصادی و با تحریم و با این کارهایی که شماها میدانید، سلطه ای اهریمنی خودش را برگرداند»
۷	افزایش ناامنی اقتصادی، کاهش تولید و سرمایه گذاری و فرار سرمایه ها	افزایش امنیت اقتصادی، تولید، جذب سرمایه گذاری حتی رشد سرمایه گذاری خارجی
۸	کاهش بودجه های عمرانی و سرمایه گذاری و در نتیجه طولانی شدن مدت زمان مورد نیاز برای بهره برداری و برگشت سرمایه های هزینه شده در طرح ها و ناگزیری دولت در تصمیم های مقطعی و خلق الساعه	استفاده حداکثری از زمان و منابع و امکانات. از زمان باید حداکثر استفاده بشود. طرح هایی که سال های متمادی طول می کشید، امروز خوشبختانه با فاصله کمی کمتری انسان می بیند که فلان کارخانه در ظرف دو سال، در ظرف هجده ماه به بهره برداری رسید... تصمیم های خلق الساعه و تغییر مقررات، جزو ضربه هایی است که به اقتصاد مقاومتی وارد می شود و به مقاومت ملت ضربه میزند
۹	حرکت دولتی سازی شرکت های ورشکسته از طریق خرید سهام افراد مانند حرکت عجیبی که در جریان بحران اقتصادی آمریکا رخ داد.	عدم دولتی سازی بلکه خصوصی سازی اقتصاد: «اقتصاد مقاومتی الزاماتی دارد. مردمی کردن اقتصاد، جزو الزامات اقتصاد مقاومتی است. این سیاست های اصل ۴۴ که اعلام شد، می تواند یک تحول به وجود بیاورد؛ و این کار باید انجام بگیرد»
۱۰	افزایش ناامنی اجتماعی و جنبش های اعتراضی	اقتصاد مقاومتی تحریم بنزین را خنثی کرد. هدفمند کردن یارانه ها هم در جهت شکل دادن به اقتصاد ملی است؛ که این ها می تواند هم رونق ایجاد کند - در تولید، در اشتغال - و هم موجب رفاه شود؛ این ها مایه رشد تولید کشور، رشد اقتصادی کشور، مایه اقتدار یک کشور است. با رشد تولید یک کشور در دنیا اقتدار حقیقی و آبروی بین المللی پیدا می کند
۱۱	وابستگی به استقراض و وام های ربوی از بانک های خارجی	کاهش وابستگی به نفت یکی دیگر از الزامات اقتصاد مقاومتی است. این وابستگی، میراث شوم صدساله ماست
۱۲	بی ثباتی سیاسی و مخدوش شدن استقلال و اقتدار کشور	یک واقعیت دیگر هم این است که اگر کشور در مقابل فشارهای دشمن - از جمله در مقابل همین تحریم ها و از این چیزها - مقاومت مدبرانه نکند، نه فقط این حربه کند خواهد شد، بلکه در آینده هم امکان تکرار چنین چیزهایی دیگر وجود نخواهد داشت
۱۳	علائمی که تاکنون از اجرای طرح اقتصاد ریاضتی در یونان گزارش می شود، موفقیت چندانی را نشان نمی دهد.	به نظر ما طرح های «اقتصاد مقاومتی» جواب می دهد. همین مسئله سهمیه بندی بنزین که اشاره کردند، جواب داد. اگر بنزین سهمیه بندی نمی شد، امروز مصرف بنزین ما از صد میلیون لیتر در روز بالاتر می رفت... اقتصاد مقاومتی تحریم بنزین را خنثی کرد

۳- پیشینه پژوهش

در تحقیقی با عنوان "بررسی راه کارهای اقتصاد مقاومتی با استفاده از تجزیه و تحلیل SWOT اقتصاد ایران" بیان شد که با توجه به شرایط و منابع موجود کشور لزوم به کارگیری روشی که بیش از پیش هماهنگ با اهداف و استراتژی های اقتصادی





نظام باشد حس می‌شد که با بررسی تمامی جوانب، اقتصاد مقاومتی به‌عنوان بهترین و کاراترین روش جهت حرکت و بالندگی کشور از موقعیت موجود به‌سوی خودکفایی و استقلال اقتصادی، از سوی رهبر انقلاب انتخاب گردید. اقتصاد مقاومتی برنامه‌ای جامع است که به‌طور کلی سعی در بهره‌گیری از نقاط قوت و برطرف کردن نقاط ضعف برای استفاده از فرصت‌ها و کاهش تهدیدات پیشرو دارد [۱۲].

مقدسی (۱۳۹۳) در پایان‌نامه‌ای به انتخاب بهترین استراتژی برون‌سپاری در صنایع کاشی با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری فازی پرداختند. در مرحله اول برای رتبه‌بندی گزینه‌ها از تکنیک تاپسیس فازی FTOPSIS استفاده شده که نتیجه به‌دست‌آمده از آن به گام بعدی انتقال یافته و در این مرحله از تکنیک ویکور فازی FVIKOR جهت رتبه‌بندی گزینه‌ها بهره‌برداری‌های لازم شده است. برای گام سوم این تحقیق که انتخاب تکنیک مناسب برای راهبرد برون‌سپاری فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات می‌باشد، از روش تحلیل سلسله مراتبی FAHP برای انتخاب وزن معیارهای تصمیم‌گیری و از تکنیک تاپسیس فازی برای تعیین گزینه برتر استفاده شده است. آخرین گام این تحقیق، گزینش راهبرد مناسب برون‌سپاری فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات بوده که در این گام از پژوهش برای مشخص نمودن وزن معیارها از روش تحلیل شبکه‌ای FANP و برای رتبه‌بندی گزینه‌ها از متد تاپسیس فازی استفاده شده است. نتایج هریک از مراحل چهارگانه برای رسیدن به جواب بهینه حاکی از آن بوده که در مرحله اول استراتژی نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه، مرحله دوم: سیاست نت پیش نگر، مرحله سوم: تاکتیک بازطراحی فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات و مرحله چهارم، راهبرد برون‌سپاری فعالیت‌های نت، از بین گزینه‌های برون‌سپاری و خرید، ساخت و مشارکت، گزینه برون‌سپاری انتخاب شده است [۱۳].

کمبل^۱ (۱۹۹۵) پس از بررسی میزان آمادگی سازمان و اینکه چه فرایندها و فعالیت‌هایی مستعد برای برون‌سپاری هستند، در نمونه پژوهی خود، بخش مربوط به مدیریت فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات را دارای بیشترین ظرفیت برای برون‌سپاری ذکر کرده است [۵]. لوری^۲ (۲۰۰۲) نیز برون‌سپاری فعالیت‌های نت را راه کاری مفید برای نیل به موفقیت بیشتر می‌داند و علت توجه به نت را برای برون‌سپاری رسیدن به هزینه کمتر و تولید ناب در سازمان‌ها می‌داند [۱۴].

بیلی و همکارانش (۲۰۰۲) در بررسی خود که روی سازمان‌ها و کارخانه‌های منطقه ادینبرگ^۳ و لوتیان^۴ در اسکاتلند انجام داده بودند، بیان می‌کند که هفتاد درصد از سازمان‌ها فعالیت‌هایی نظیر نگهداری و تعمیرات، تمیزکاری و تدارک مواد را برون‌سپاری می‌کنند و هدف اصلی آن‌ها کاهش هزینه‌ها و ارتقای کیفیت است [۱۵].

برتولینی و همکارانش (۲۰۰۴) در مقاله‌ای ضمن برشمردن سیاست‌های نت و مزایای برون‌سپاری نت، به الگویی سلسله مراتبی برای انتخاب تأمین‌کننده در فرایند برون‌سپاری نت پرداخته‌اند. آنان، بدین منظور، معیارهایی مانند تخصص، خطرپذیری، هزینه، سابقه و... را برای انتخاب تأمین‌کننده در نظر گرفته‌اند [۱۶].

شوهانگ و هانگفو (۲۰۱۰) نیز چارچوبی برای برون‌سپاری عملیات نگهداری و تعمیرات در خطوط هوایی معرفی کرده‌اند و با ارائه سیستم پشتیبان، مدیران را در تصمیم‌گیری در مراحل گوناگون برون‌سپاری یاری می‌دهند [۱۷].

کرمیک و همکاران (۲۰۱۳) در مقاله‌ای بر اساس رویکرد پایداری به انتخاب راهبرد نگهداری در یک واحد تولیدی می‌پردازند. در قدم اول با استفاده از مفهوم تحلیل عاملی عوامل اصلی در هرکدام از ارکان پایداری مشخص می‌شود و در قدم دوم از تکنیک ویکور فازی برای انتخاب مناسب‌ترین راهبرد نگهداری استفاده می‌شود [۱۸].

¹ Campbell

² Lavery

³ Edinburg

⁴ Lothians



۴- جامعه آماری و ابزار گردآوری داده‌ها

جامعه آماری ما شامل خبرگان، کارشناسان شرکت‌های حمل‌ونقل می‌باشد. نمونه آماری مجموعه کوچکی از جامعه آماری، مشتمل بر برخی اعضاء که از جامعه آماری انتخاب شده و محقق بامطالعه آن قادر است نتیجه را به کل جامعه آماری تعمیم دهد. نمونه آماری این پژوهش، تعداد ده نفر از کارشناسان مدیران شرکت‌های حمل‌ونقل و همچنین متخصصین در زمینه نت خودرویی می باشند. شرکت حمل‌ونقل آزادگان که در ترانزیت بار، حمل‌ونقل مسافر و همکاری با شرکت‌های تجاری سابقه همکاری دارد به عنوان نمونه مورد بررسی انتخاب شد و در تحقیق از آن به عنوان یک شرکت حمل‌ونقل یاد می‌شود.

۵- روایی و پایایی ابزار گردآوری داده‌ها

روا و پایا بودن ابزار جمع‌آوری اطلاعات، یکی از ویژگی‌های یک تحقیق علمی است. نتایج یک تحقیق زمانی اطمینان‌بخش است که ابزار جمع‌آوری اطلاعات از روایی و پایایی قابل قبولی برخوردار باشد. مقصود از روایی آن است که وسیله اندازه‌گیری بتواند خصیصه و ویژگی موردنظر را اندازه بگیرد. اهمیت روایی از آن جهت است که اندازه‌گیری‌های نامناسب و ناکافی می‌تواند هر پژوهش علمی را بی‌ارزش و ناروا سازد. منظور از ثبات و پایایی این است که نتایج حاصل از کاربرد آن آزمون در ارزشیابی با تحقیق یکنواخت. بدین ترتیب باید از این امر اطمینان حاصل شود که آیا مطلب فوق در مورد ابزارهایی که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته، صادق می‌باشد؟ همان‌طور که مشاهده شده در این تحقیق از کاربرگ‌هایی از جمله کاربرگ تعیین وزن معیارها به روش تاپسیس استفاده شده است. لازم به ذکر است که استفاده از چنین کاربرگ‌هایی برای جمع‌آوری اطلاعات مربوط به روش‌های فوق‌الذکر کاملاً رایج بوده و تاکنون مقالات و تحقیقات بسیاری از نمونه آن‌ها استفاده شده است. همچنین این فرم‌ها به تأیید اساتید راهنما و مشاور رسیده است. در این تحقیق از نظر خبرگان و کارشناسان استفاده شده و این نظرات در کاربرگ‌های مربوطه استفاده شده که این دلیل بر روایی پژوهش دارد به منظور اطمینان از نتایج حاصله از تجزیه و تحلیل داده‌های پرسشنامه، اقدام به بررسی قابلیت اعتماد پرسشنامه می‌نماییم. مقصود از قابلیت اعتماد یک وسیله اندازه‌گیری آن است که اگر خصیصه موردسنجش را با همان ابزار اندازه‌گیری تحت شرایط مشابه، به‌طور مکرر اندازه‌گیری کنیم، نتایج به‌دست‌آمده تا چه حد مشابه، دقیق و قابل اعتماد می‌باشند. به عبارت دیگر می‌توان گفت که مقصود از قابلیت اعتماد این است که ابزار اندازه‌گیری تا چه حد در شرایط یکسان نتایج مشابهی را به دست می‌دهد.

منظور از پایایی آزمون آن است که ابزار اندازه‌گیری را در یک فاصله زمانی کوتاه چندین بار و به گروه واحدی از افراد بدهیم، نتایج حاصله نزدیک به هم است. هر چه درصد به‌دست‌آمده به یک نزدیک‌تر باشد، بیانگر قابلیت اعتماد بیشتر به پرسشنامه است. گفته می‌شود اگر آلفای کرونباخ بیش از ۷۰٪ باشد آزمون از پایایی قابل قبولی برخوردار است [۱۹]. در این پژوهش به منظور سنجش پایایی پرسشنامه از روش آلفای کرونباخ استفاده گردیده است. این روش برای محاسبه هماهنگی درونی ابزار اندازه‌گیری که خصیصه‌های مختلف را اندازه‌گیری می‌کند به کار می‌رود. با استفاده از داده‌های به‌دست‌آمده از پرسشنامه‌ها و به کمک نرم‌افزار SPSS میزان ضریب اعتماد با روش آلفای کرونباخ برای این ابزار محاسبه شد. محاسبات مربوطه در جدول (۳) و جدول (۴) آورده شده است.

جدول (۳): تعداد پاسخ‌دهندگان به پرسشنامه

Case Processing Summary

	N	%
Valid	۱۰	100
Excluded ^a	0	.0
Total	۱۰	100





جدول (۴): محاسبه آلفای کرونباخ

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
۰.۷۳۴	۱۵۰

از آنجایی که آلفای کرونباخ ۷۳٪ به دست آمده است، می‌توان گفت که پرسشنامه از پایایی قابل قبولی برخوردار است.

۶- معیارهای تصمیم‌ساز در اولویت‌بندی برون‌سپاری فعالیت‌های نت و اقتصاد مقاومتی

برای شناسایی معیارهای تصمیم‌ساز در تعیین اولویت شیوه‌های برون‌سپاری نت شرکت حمل‌ونقل آزادگان، پس از مصاحبه با خبرگان و کارشناسان عالی سازمان، مطالعه کتب، مقالات و مستندات مرتبط و جست‌وجوی اینترنتی، تعداد ده شاخص مؤثر شناسایی شد با توجه به این نکته که خاصیت جمع‌پذیری برای شاخص‌ها، مفروض است.

۱. هزینه نت: با نگاهی کلی و کیفی به هزینه هر یک از شیوه‌های مختلف برون‌سپاری با توجه به دید کارشناسی برآورد هزینه‌ای مربوط به آن به دست می‌آید. همچنین مدیریت مجدد هزینه‌ها تنها با برون‌سپاری محقق می‌گردد.

۲. استفاده از مهارت‌های تخصصی: پیمانکاری که دارای کادر انسانی مجرب و ماهر در زمینه تعمیرات خودرو باشد جزء مزایای برون‌سپاری محسوب می‌شود.

۳. امکان اطمینان به سیستم نت: قابلیت اطمینان به تعمیر و تحویل به موقع و توجه به سیستم موردنظر از ورودی تا خروجی آن.

۴. دسترسی به تجهیزات تخصصی: استفاده از تجهیزات و ابزارآلات همگام با فناوری روز باعث بهینه شدن تعمیرات خودرو خواهد بود.

۵. دسترسی به اطلاعات محرمانه سازمان: برای سازمان‌های نظامی عدم دسترسی به اطلاعات جزء موارد ضروری در عقد قرارداد با پیمانکاران خواهد بود.

۶. تمرکز بیشتر سازمان روی فعالیت اصلی: بسیاری از سازمان‌ها از جمله سازمان‌های نظامی به منظور دستیابی به توانمندی‌های لازم برای عملکرد کارا و اثربخش در عصر اطلاعات و به‌ویژه در عرصه جنگ‌های نوین باید به سازمان‌های چابک تبدیل شوند. از این رو باید به قابلیت‌های اصلی و یا شایستگی‌های بنیادی خود تکیه کرده و باهدف دستیابی به مزایای رقابتی، فعالیت‌های غیر اصلی خود را به سازمان‌های دیگر واگذار نمایند.

۷. تصدی‌گری سازمان: کاهش بار تصدی‌گری سازمان سبب کاهش هزینه و تزریق منابع به دیگر وظایف مربوطه خواهد شد. همچنین افزایش بار تصدی‌گری سبب اتلاف زمان در تصمیم‌گیری و اجرا وظایف گوناگون خواهد بود. برون‌سپاری راهی است برای کوچک‌سازی حجم شرکت‌ها و سازمان‌ها.

۸. وابستگی به پیمانکار و سوءاستفاده آن: عدم انتخاب پیمانکار مناسب و همین‌طور عدم دقت در تنظیم قرارداد فی‌مابین، خطر و ریسک بالای وابستگی به پیمانکار و در نتیجه سوءاستفاده آن را در پی خواهد داشت.

۹. انعطاف‌پذیری: پاسخ‌آنی و لحظه‌ای به انواع سفارش‌ها تعمیراتی خودرو با توجه به نیازهای یک سازمان نظامی در انجام مأموریت‌های محوله و ایجاد قدرت مانور بیشتر در خلق تغییرات سریع در موارد بحران.



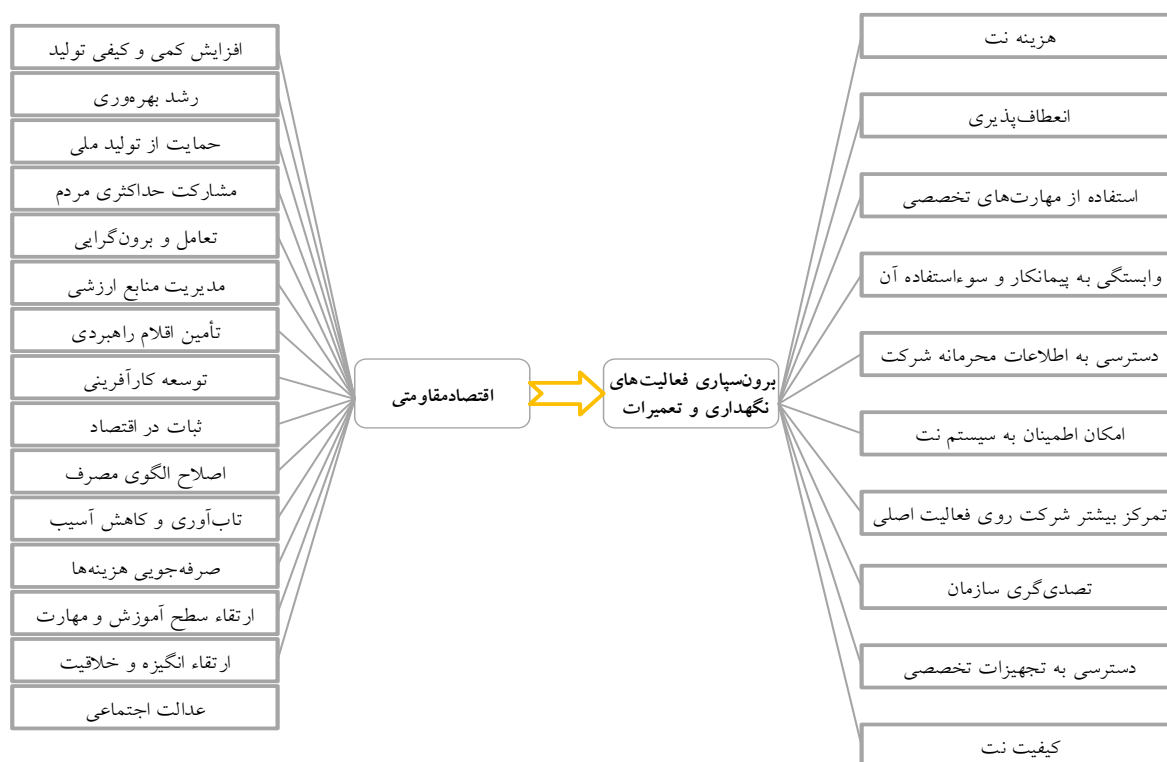
۱۰. کیفیت نت: نگاه کلی به تأثیر برون سپاری بر کیفیت تعمیرات انجام شده با توجه به دید کارشناسی. مؤلفه‌ها و متغیرهای اصلی اقتصاد مقاومتی با توجه به متن ابلاغیه سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی و مؤلفه‌های اقتصاد مقاومتی برگرفته از بیانات رهبری به شرح جدول (۵) می‌باشند:

جدول ۵. مؤلفه‌های اقتصاد مقاومتی

ردیف	مؤلفه های اقتصاد مقاومتی
۱	به حداکثر رساندن مشارکت آحاد مردم، کار جهاد گونه (سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی (=)
۲	تعامل و برون گرایی
۳	مدیریت منابع ارزشی: افزایش ارزش افزوده از طریق تکمیل زنجیره ارزش صنعت نفت، گاز و کاهش خام فروشی
۴	تأمین امنیت اقلام راهبردی. تأمین امنیت غذا و درمان و ایجاد ذخایر راهبردی
۵	توسعه کارآفرینی (سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی)
۶	حماسه آفرینی در اقتصاد. ثبات در اقتصاد و اصلاح و تقویت نظام مالی، ایجاد تنوع در روش‌های فروش، حذف دستگاه‌های موازی و غیرضروری و هزینه‌های زائد، اصلاح نظام درآمدی (مقام معظم رهبری، ۱۳۹۲)
۷	کاهش وابستگی به نفت و مدیریت تغییر. شناسایی و به کارگیری ظرفیت‌های علمی، فنی و اقتصادی برای دسترسی به توانمندی و اقدامات مناسب، رصد برنامه‌های تحریم، مدیریت مخاطرات اقتصادی، روزآمدسازی شیوه‌های نظارت بر بازار
۸	اصلاح الگوی مصرف با تأکید بر مصرف کالاهای داخلی
۹	صرفه جویی هزینه‌ها و کاهش مصرف انرژی (سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی)
۱۰	توانمندسازی نیروی کار. ارتقاء آموزش، مهارت و خلاقیت، تقویت فرهنگ جهادی تبدیل تجربه به دانش. استفاده از تجربه نیروی انسانی به وسیله تبدیل دانش ضمنی به دانش صریح
۱۱	تاب‌آوری و افزایش قدرت مقاومت و کاهش آسیب‌پذیری اقتصاد
۱۲	عدالت اجتماعی و فساد ستیزی
۱۳	افزایش کمی و کیفی تولید (سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی)
۱۴	رشد بهره‌وری (سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی)
۱۵	حمایت از تولید ملی (سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی)

در ادامه تلاش می‌شود با ارائه مدل توسعه یافته‌ی برون سپاری فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات بر اساس مفهوم اقتصاد مقاومتی به راهکاری جهت درک، توسعه و اجرای سیاست‌های اقتصاد مقاومتی دست یافت. مدل مفهومی که بر اساس ادبیات تحقیق به دست آمده در شکل (۳) نشان داده شده است:





شکل ۳. مدل مفهومی تحقیق

۷- روش‌های بررسی و تحلیل داده‌ها

از آنجایی که عوامل برون‌سپاری فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات بر اساس اقتصاد مقاومتی شرکت حمل‌ونقل آزادگان توسط تکنیک تاپسیس رتبه‌بندی می‌شوند، نیاز است تا مؤلفه‌ها را وزن دهی و سپس اولویت‌بندی کنیم. شرح این روش‌ها در ادامه این فصل آمده است.

۷-۱. روش آنتروپی

در این روش قدم‌های زیر برداشته می‌شوند:

الف) با استفاده از رابطه زیر ماتریس تصمیم‌گیری را نرمالیزه نمایید. لازم به ذکر است که استفاده از این روش مستلزم تبدیل معیارهای کیفی به کمی می‌باشد.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad \forall_{i,j}$$

ب) برای معیار z_m ، آنتروپی را با استفاده از فرمول زیر محاسبه نمایید.

$$E_j = -K \sum_{i=1}^m r_{ij} \times \ln r_{ij} \quad , \quad K = \frac{1}{\ln m} \quad 0 \leq E_j \leq 1$$

ج) برای هر معیار z_m ، d_j را حساب کنید.



$$d_j = 1 - E_j$$

(د) وزن معیار λ_j را تعیین کنید.

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}$$

۲-۷. روش TOPSIS

در این روش علاوه بر در نظر گرفتن فاصله گزینه‌ها از نقطه ایدئال، فاصله آن‌ها از نقطه ایدئال منفی هم در نظر گرفته می‌شود. بدین معنی که گزینه برگزیده، باید دارای کمترین فاصله از راه‌حل ایدئال و دورترین فاصله از راه‌حل ایدئال منفی باشد.

واقعیت‌های زیربنایی در این روش عبارت‌اند از:

مطلوبیت هر شاخص باید به‌طور یکنواخت افزایشی یا کاهشی باشد که بهترین ارزش موجود از یک شاخص، ایدئال آن و بدترین ارزش ایدئال منفی برای آن شاخص باشد.

فاصله یک گزینه از ایدئال مثبت یا ایدئال منفی ممکن است به‌صورت فاصله اقلیدسی (از توان دوم) یا به‌صورت مجموع قدر مطلق از فواصل خطی (معروف به فواصل بلوکی) محاسبه گردد که این امر بستگی به نرخ تبادل و جایگزینی در بین شاخص‌ها دارد.

الگوریتم روش فوق به‌صورت زیر است:

۱. تشکیل ماتریس داده‌ها بر اساس m گزینه و n شاخص:

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

۲. استاندارد نمودن داده‌ها و تشکیل ماتریس استاندارد از طریق رابطه زیر

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}}$$

۳. تعیین وزن هر یک از شاخص‌ها (w_i) بر اساس $\sum_{i=1}^n w_i = 1$

در این راستا شاخص‌های دارای اهمیت بیشتر از وزن بالاتری برخوردارند. درواقع ماتریس (۷) حاصل ضرب مقادیر استاندارد هر شاخص در اوزان مربوط به خود می‌باشد





$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix}$$

۴. تعیین معیار فاصله‌ای برای آلترناتیو (S_i^*) ایدئال و آلترناتیو حداقل (S_i^-):

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2}$$

۵. تعیین ضریبی که برابر است با فاصله‌ی آلترناتیو حداقل، تقسیم‌بر مجموع فاصله‌ی آلترناتیو حداقل S_i^- و فاصله‌ی آلترناتیو ایدئال S_i^* که آن را با C_i^* نشان داده و از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*}$$

۶. رتبه‌بندی آلترناتیوها بر اساس میزان C_i^* .

۸. تجزیه و تحلیل داده‌ها

پس از تعیین مؤلفه‌های کلیدی، طبق مدل پیشنهادی میبایست با وزن دهی به هر یک از این مؤلفه‌ها، آن‌ها را با استفاده از تکنیک تاپسیس رتبه‌بندی نمود؛ به این ترتیب که ۱۰ مؤلفه عمده نسبت به هدف مقایسه و وزن میگیرند.

* ابتدا باید ماتریس تصمیم‌گیری را که شامل ارجحیتهای کیفی که تصمیم‌گیرندگان به معیارها داده‌اند، با استفاده از متغیرهای زبانی به ماتریس تصمیم‌گیری کمی تبدیل نمود.

جدول ۶. ماتریس تصمیم‌گیری و اوزان مؤلفه‌ها با استفاده از روش آنترویی

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅
A ^۱	۳	۲	۳	۴	۲	۴	۴	۴	۱	۳	۲	۴	۱	۲	۲
A ^۲	۱	۱	۲	۳	۴	۳	۴	۱	۲	۳	۲	۳	۳	۱	۳
A ^۳	۴	۱	۱	۴	۴	۱	۴	۴	۳	۲	۱	۴	۲	۴	۲
A ^۴	۳	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۴	۲	۱	۲	۲	۴	۲
A ^۵	۳	۲	۴	۱	۴	۱	۲	۴	۳	۲	۳	۴	۳	۴	۴
A ^۶	۱	۲	۱	۳	۲	۳	۱	۴	۲	۴	۲	۱	۱	۲	۳
A ^۷	۱	۱	۴	۱	۳	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۳	۳	۱
A ^۸	۲	۱	۳	۴	۳	۳	۴	۱	۱	۳	۳	۳	۴	۱	۱



	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅
A ⁹	۳	۳	۴	۱	۳	۲	۱	۳	۳	۲	۱	۲	۲	۳	۳
A ¹⁰	۳	۳	۳	۲	۴	۲	۳	۳	۳	۱	۳	۴	۳	۲	۴
W _i	۰,۰۶۸	۰,۰۵۹	۰,۰۸	۰,۰۸۴	۰,۰۴۳	۰,۰۵۴	۰,۰۸۹	۰,۰۸۴	۰,۰۷	۰,۰۵۴	۰,۰۶۶	۰,۰۶۶	۰,۰۵۳	۰,۰۶۷	۰,۰۶۱

*بی مقیاس سازی ماتریس تصمیم به روش نرم

جدول ۷. ماتریس تصمیمگیری نرمال شده

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅
A ¹	۰,۳۶	۰,۳۲	۰,۳۳	۰,۴۵	۰,۲	۰,۵۱	۰,۴۳	۰,۴۲	۰,۱۲	۰,۳۸	۰,۳۰	۰,۴۱	۰,۱۲	۰,۲۲	۰,۲۳
A ^۲	۰,۱۲	۰,۱۶	۰,۲۲	۰,۳۴	۰,۴	۰,۳۸	۰,۴۳	۰,۱۰	۰,۲۵	۰,۳۸	۰,۳۰	۰,۳۱	۰,۳۶	۰,۱۱	۰,۳۵
A ^۳	۰,۴۸	۰,۱۶	۰,۱۱	۰,۴۵	۰,۴	۰,۱۲	۰,۴۳	۰,۴۲	۰,۳۷	۰,۲۵	۰,۱۵	۰,۴۱	۰,۲۴	۰,۴۴	۰,۲۳
A ^۴	۰,۳۶	۰,۳۲	۰,۱۱	۰,۲۲	۰,۱	۰,۲۵	۰,۱۰	۰,۲۱	۰,۵۰	۰,۲۵	۰,۱۵	۰,۲۰	۰,۲۴	۰,۴۴	۰,۲۳
A ^۵	۰,۳۶	۰,۳۲	۰,۴۴	۰,۱۱	۰,۴	۰,۱۲	۰,۲۱	۰,۴۲	۰,۳۷	۰,۲۵	۰,۴۵	۰,۴۱	۰,۳۶	۰,۴۴	۰,۴۶
A ^۶	۰,۱۲	۰,۳۲	۰,۱۱	۰,۳۴	۰,۲	۰,۳۸	۰,۱۰	۰,۴۲	۰,۲۵	۰,۵۱	۰,۳۰	۰,۱۰	۰,۱۲	۰,۲۲	۰,۳۵
A ^۷	۰,۱۲	۰,۱۶	۰,۴۴	۰,۱۱	۰,۳	۰,۲۵	۰,۲۱	۰,۱۰	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۵	۰,۱۰	۰,۳۶	۰,۳۳	۰,۱۱
A ^۸	۰,۲۴	۰,۱۶	۰,۳۳	۰,۴۵	۰,۳	۰,۳۸	۰,۴۳	۰,۱۰	۰,۱۲	۰,۳۸	۰,۴۵	۰,۳۱	۰,۴۹	۰,۱۱	۰,۱۱
A ^۹	۰,۳۶	۰,۴۸	۰,۴۴	۰,۱۱	۰,۳	۰,۲۵	۰,۱۰	۰,۳۱	۰,۳۷	۰,۲۵	۰,۱۵	۰,۲۰	۰,۲۴	۰,۳۳	۰,۳۵
A ¹⁰	۰,۳۶	۰,۴۸	۰,۳۳	۰,۲۲	۰,۴	۰,۲۵	۰,۲۲	۰,۳۱	۰,۳۷	۰,۱۲	۰,۴۵	۰,۴۷	۰,۳۶	۰,۲۲	۰,۴۶

*ماتریس تصمیمگیری نرمال موزون را ایجاد میکنیم. در این مرحله کلیه اوزان مربوط به هر عامل که از تأثیرگذاری بر استقرار گزینه‌ها حاصل میشود، در وزن هر عامل ضرب میگردد.

جدول ۸. ماتریس نرمالیزه وزین

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅
A ¹	۰,۰۲۵	۰,۰۱۹	۰,۰۲۶	۰,۰۳۸	۰,۰۰۹	۰,۰۲۸	۰,۰۳۹	۰,۰۳۶	۰,۰۰۹	۰,۰۲۱	۰,۰۲	۰,۰۲۸	۰,۰۰۷	۰,۰۱۵	۰,۰۱۴
A ^۲	۰,۰۰۸	۰,۰۱	۰,۰۱۸	۰,۰۲۹	۰,۰۱۷	۰,۰۲۱	۰,۰۳۹	۰,۰۰۹	۰,۰۱۸	۰,۰۲۱	۰,۰۲	۰,۰۲۱	۰,۰۲	۰,۰۰۸	۰,۰۲۱
A ^۳	۰,۰۳۳	۰,۰۱	۰,۰۰۹	۰,۰۳۸	۰,۰۱۷	۰,۰۰۷	۰,۰۳۹	۰,۰۳۶	۰,۰۲۶	۰,۰۱۴	۰,۰۱	۰,۰۲۸	۰,۰۱۳	۰,۰۳	۰,۰۱۴





	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅
A ⁴	۰,۰۲۵	۰,۰۱۹	۰,۰۰۹	۰,۰۱۹	۰,۰۰۴	۰,۰۱۴	۰,۰۰۱	۰,۰۱۸	۰,۰۳۵	۰,۰۱۴	۰,۰۰۱	۰,۰۱۴	۰,۰۱۳	۰,۰۰۳	۰,۰۱۴
A ^۵	۰,۰۲۵	۰,۰۱۹	۰,۰۳۵	۰,۰۰۱	۰,۰۱۷	۰,۰۰۷	۰,۰۱۹	۰,۰۳۶	۰,۰۲۶	۰,۰۱۴	۰,۰۰۳	۰,۰۲۸	۰,۰۰۲	۰,۰۰۳	۰,۰۲۹
A ^۶	۰,۰۰۸	۰,۰۱۹	۰,۰۰۹	۰,۰۲۹	۰,۰۰۹	۰,۰۲۱	۰,۰۰۱	۰,۰۳۶	۰,۰۱۸	۰,۰۲۸	۰,۰۰۲	۰,۰۰۷	۰,۰۰۷	۰,۰۱۵	۰,۰۲۱
A ^۷	۰,۰۰۸	۰,۰۰۱	۰,۰۳۵	۰,۰۰۱	۰,۰۱۳	۰,۰۱۴	۰,۰۱۹	۰,۰۰۹	۰,۰۰۹	۰,۰۰۷	۰,۰۰۱	۰,۰۰۷	۰,۰۰۲	۰,۰۲۲	۰,۰۰۷
A ^۸	۰,۰۱۷	۰,۰۰۱	۰,۰۲۶	۰,۰۳۸	۰,۰۱۳	۰,۰۲۱	۰,۰۳۹	۰,۰۰۹	۰,۰۰۹	۰,۰۲۱	۰,۰۰۳	۰,۰۲۱	۰,۰۲۶	۰,۰۰۸	۰,۰۰۷
A ^۹	۰,۰۲۵	۰,۰۲۹	۰,۰۳۵	۰,۰۰۱	۰,۰۱۳	۰,۰۱۴	۰,۰۰۱	۰,۰۲۷	۰,۰۲۶	۰,۰۱۴	۰,۰۰۱	۰,۰۱۴	۰,۰۱۳	۰,۰۲۲	۰,۰۲۱
A ^{۱۰}	۰,۰۲۵	۰,۰۲۹	۰,۰۲۶	۰,۰۱۹	۰,۰۱۷	۰,۰۱۴	۰,۰۲۹	۰,۰۲۷	۰,۰۲۶	۰,۰۰۷	۰,۰۰۳	۰,۰۲۸	۰,۰۰۲	۰,۰۱۵	۰,۰۲۹

*حال میبایست مجموعه نقاط ایدئال مثبت و منفی و فاصله هر عامل از آن‌ها را محاسبه کرد.

جدول ۹. ایدئال مثبت و منفی

معیارها	ایدئال مثبت	ایدئال منفی
C ₁	۰,۰۲۹	۰,۰۰۷
C ₂	۰,۰۰۳	۰,۰۰۸
C ₃	۰,۰۲۶	۰,۰۰۷
C ₄	۰,۰۲۸	۰,۰۰۷
C ₅	۰,۰۰۳	۰,۰۰۱
C ₆	۰,۰۲۸	۰,۰۰۷
C ₇	۰,۰۳۵	۰,۰۰۹
C ₈	۰,۰۳۶	۰,۰۰۹
C ₉	۰,۰۳۹	۰,۰۰۱
C ₁₀	۰,۰۲۸	۰,۰۰۷
C ₁₁	۰,۰۱۷	۰,۰۰۴
C ₁₂	۰,۰۳۸	۰,۰۰۱
C ₁₃	۰,۰۳۵	۰,۰۰۹
C ₁₄	۰,۰۲۹	۰,۰۰۱
C ₁₅	۰,۰۳۳	۰,۰۰۸

*نهایتاً با محاسبه ضریب نزدیکی، گزینه‌ها (عوامل) رتبه بندی شدند؛ به این ترتیب که گزینه‌ای که ضریب نزدیکی آن به ۱ نزدیک‌تر باشد، دارای رتبه بهتری خواهد بود.



جدول ۱۰. فاصله گزینه‌ها تا ایدئال‌های مثبت و منفی

نزدیکی تا ایدئال	گزینه	فاصله تا ایدئال منفی	فاصله تا ایدئال مثبت	گزینه‌ها
۰,۶		۰,۰۶۶	۰,۰۴۴	A ^۱
۰,۴۷۲		۰,۰۵۱	۰,۰۵۷	A ^۲
۰,۵۷۳		۰,۰۶۷	۰,۰۵	A ^۳
۰,۴۱۱		۰,۰۴۴	۰,۰۶۳	A ^۴
۰,۵۸۹		۰,۰۶۶	۰,۰۴۶	A ^۵
۰,۴۳۲		۰,۰۴۸	۰,۰۶۳	A ^۶
۰,۳۱۸		۰,۰۳۵	۰,۰۷۵	A ^۷
۰,۵۰۹		۰,۰۵۹	۰,۰۵۷	A ^۸
۰,۴۷۷		۰,۰۵۱	۰,۰۵۶	A ^۹
۰,۵۹۸		۰,۰۶۱	۰,۰۴۱	A ^{۱۰}

$$A_7 < \dots < A_3 < A_5 < A_{10} < A_1$$

همان‌طور که از جدول (۱۰) قابل‌مشاهده است، معیار هزینه نت (A^۱) با مقدار ۰,۶ از دیگر عوامل مهم‌تر است. در مرحله دوم عامل کیفیت نت (A^{۱۰}) با مقدار ۰,۵۹۸ قرار می‌گیرد، در مرحله سوم عامل دسترسی به اطلاعات محرمانه شرکت (A^۵) با مقدار ۰,۵۸۹ و در نهایت عامل تمرکز بیشتر شرکت روی فعالیت اصلی (A^۷) با مقدار ۰,۳۱۸ در آخرین رتبه قرار می‌گیرد.

۸- بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت نقش برون‌سپاری نگهداری و تعمیرات خودرویی و تغییر شرایط حاکم بر سازمان‌های حمل‌ونقل که لزوم خوداتکایی و چابکی این سازمان‌ها می‌باشد، تصمیم‌گیری در رابطه با برون‌سپاری فعالیت‌های نت به‌صورت امری کلیدی و تعیین‌کننده در سازمان جلوه می‌کند و پشتیبانی مدیران برای تصمیم‌گیری درباره این مهم، امری ضروری محسوب می‌شود. تصمیمات مربوط به برون‌سپاری فعالیت‌ها نیازمند ملاحظات فراوان و توجه به معیارهای گوناگونی است. این امر لزوم بهره‌گیری از الگوهای تصمیم‌گیری چند معیاره را در مراحل گوناگون فرایند برون‌سپاری نت خودرویی مشخص می‌سازد؛ الگوهایی که با توجه به اهداف، عوامل و گزینه‌های تصمیم هر مرحله ایجاد شده باشد. در این پژوهش، ابتدا شاخص‌ها و معیارهای برون‌سپاری نت خودرویی با استفاده از تحقیقات مختلف و استفاده از نظر خبرگان و کارشناسان، بر اساس اقتصاد مقاومتی شناسایی شد و با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه اولویت‌بندی این معیارها صورت گرفت. با استفاده از روش وزن دهی آنترופی شانون به هر شاخص وزنی تخصیص یافت که از آن‌ها در اولویت‌بندی مؤلفه‌های برون‌سپاری نت خودرویی، به‌وسیله روش TOPSIS استفاده گردید؛ اما هدف اصلی به دست آوردن مقایسه‌های کلی از مقایسه‌های محلی است که این منظور با انجام کاربرگ‌های تصمیم‌گیری وزن و نرمال شده، برآورد گردیده است و





برای پاسخ به سؤالات تحقیق استفاده می‌کنیم.

در نهایت معیارهای تصمیم‌ساز در تعیین اولویت معیارهای برون‌سپاری نت شرکت حمل‌ونقل آزادگان، پس از مصاحبه با خبرگان و کارشناسان عالی سازمان، مطالعه کتب، مقالات و مستندات مرتبط و جست‌وجوی اینترنتی، تعداد ده شاخص مؤثر شناسایی شد که به ترتیب معیار هزینه نت، عامل کیفیت نت و عامل دسترسی به اطلاعات محرمانه شرکت رتبه اول تا سوم را کسب کردند. در انتخاب این معیارها به عنوان اولویت اول تا سوم برون‌سپاری نت خودرویی توجه به نکات زیر قابل ملاحظه است:

- ۱- شرکت حمل‌ونقل آزادگان به عنوان کارفرمای پروژه برون‌سپاری نت خودرویی، دارای حق نظارت و تصمیم‌گیری در امور مربوطه خواهد بود بدین صورت که در تدوین و تنظیم قرارداد فی مابین کارفرما و پیمان کار این حق گنجانده شود.
- ۲- با برون‌سپاری نت خودرویی به پیمانکار و تغییر هزینه‌های ثابت به هزینه‌های متغیر، هزینه کلی نت خودرویی به مراتب کاهش پیدا می‌کند. با توجه به مطالعه میدانی صورت گرفته در سازمان مشابه و توجه به نتایج آن و مطالعه نتایج برون‌سپاری در زمینه‌های تغذیه و پوشاک نتیجه می‌توان گرفت که برون‌سپاری در کاهش هزینه‌های نت مؤثر خواهد بود و این نتایج چرایی امر برون‌سپاری را پاسخ خواهد داد.
- ۳- برون‌سپاری نت خودرویی به پیمانکار مجرب، متخصص و متعهد به قرارداد، افزایش کیفیت خدمات‌رسانی را در زمینه نت خودرویی در پی خواهد داشت که این امر باعث افزایش بهره‌وری در زمینه نت خودرو و همین‌طور افزایش رضایت مندی در کارکنان شرکت را در پی دارد.
- ۴- انجام و به‌کارگیری اصول حفاظت اطلاعات در گزینش پیمانکار جهت کاهش خطر افشاء اطلاعات و اسرار سازمانی، امری بدیهی در برون‌سپاری خواهد بود.

۹- پیشنهادها

۹-۱. پیشنهادهای اجرایی

۱- معرفی روش BSC^۱ و استفاده از آن در ارزیابی عملکرد پیمانکاران: کارت امتیاز متوازن یک الگو و یا به عبارتی یک چارچوب مفهومی جهت تدوین مجموعه‌ای از شاخص‌های عملکرد در راستای اهداف استراتژیک می‌باشد. ابزاری است در جهت تنظیم و دستیابی به اهداف استراتژیک شرکت. به اختصار می‌توان گفت که کارت امتیازی متوازن یک سیستم مدیریتی است که شرکت‌ها را در جهت تنظیم مسیر و دستیابی به اهداف کلیدی استراتژیک خود حمایت می‌نماید. خلق‌کنندگان کارت امتیازی متوازن چهار منظر یا وجه اساسی را مطرح نمودند. این چهار منظر، سازمان را از کسب موفقیت یا شکست، آگاه می‌نماید.

- کارت امتیازی مالی: به منظور شناخت نیازمندی‌ها و عملکرد مالی سازمان مورد استفاده قرار می‌گیرد. معیارهای مالی از مهم‌ترین اجزای نظام ارزیابی متوازن هستند. تمام تلاشی که برای بهبود رضایتمندی مشتریان، ارتقای کیفیت و کاهش زمان تحویل محصولات و خدمات خود انجام می‌دهیم؛ اگر به نتایج مالی ملموس ختم نشوند، هیچ ارزشی نخواهند داشت.

- کارت امتیازی مشتری: به منظور آگاهی از سطح رضایت مشتریان (از طریق سنجش‌های کمی و کیفی در مورد کالا و یا خدمات ارائه‌شده) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

- کارت امتیازی فرایندهای داخلی: در جهت ارزیابی فرایندهای مورد نیاز در سازمان به کاررفته می‌شود. در این منظر

^۱ Balanced Scorecard



شرکت‌ها باید فرایندهایی را مشخص نمایند که با برتری یافتن در آن‌ها، بتوانند به ارزش‌آفرینی برای مشتریان خود ادامه دهند. تحقق هریک از اهدافی که در منظر مشتری تعیین می‌شود، نیازمند انجام یکسری از فرایندهای عملیاتی به صورت کارا و اثربخش است. این فرایندها باید در منظر فرایندهای داخلی تعیین گشته و معیارهای مناسبی نیز برای کنترل پیشرفت آن‌ها توسعه داد.

- کارت امتیازی دانش، رشد و یادگیری: این وجه بر نحوه‌ی آموزش کارکنان، کسب دانش و چگونگی استفاده از آن، به‌منظور و بقاء در بازار رقابتی موجود، تمرکز می‌نماید. وقتی اهداف و معیارهای مربوط به منظر مشتری و فرایندهای داخلی را تعیین می‌نمایید، بلافاصله متوجه شکاف موجود بین مهارت‌ها و قابلیت‌های موردنیاز کارکنان و سطح فعلی مهارت‌ها و قابلیت‌ها می‌شوید. بنابراین اهداف و معیارهای این منظر باید در جهت پُر کردن این شکاف‌ها و فاصله‌ها تعیین گردند و در ادامه معیارهای مناسبی برای کنترل پیشرفت آن‌ها نیز تعیین شود.

۲- تمرکز و انجام پژوهش بر جنبه نگهداری خودرو با این نگاه که اقدامات پیشگیرانه و فعالیت‌های نگهداری، باعث بهبودهای زیر خواهد شد:

- کاهش ریسک خرابی‌ها در فرآیند.
- استفاده اقتصادی‌تر از فرصت‌ها.
- کاهش هزینه‌های تعمیرات.

۲-۹. پیشنهادهای آتی

۱. بر اساس متدولوژی ارائه‌شده در این تحقیق این معیارها را در سایر سازمان‌ها شناسایی کرده و بر اساس اولویت‌های حاصله و ارائه راهکارهای مناسب مسیر دستیابی به رضایتمندی در حوزه‌های مذکور را تسهیل نمایند.

۲. پیشنهاد می‌شود که به‌منظور بین رفتن عدم قطعیت تحقیقات آتی انتخاب معیار برون‌سپاری فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات از متدهای فازی تصمیم‌گیری چند شاخصه استفاده نموده و با نتایج این تحقیق مقایسه کنند.

۱۰- محدودیت‌های تحقیق

- ۱- همکاری محدود برخی از کارکنان سازمان در تکمیل پرسشنامه‌ها.
- ۲- شرایط روانی، میزان انگیزش، تمایل و دقت آزمودنی‌ها در پاسخ به سؤالات.

۱۱- منابع و مآخذ

- [۱]. خامنه‌ای، سید علی ۱۳۹۲، سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی، بازبایی شده در تاریخ ۳۱ بهمن ۱۳۹۲.
- [۲]. قاضی زاده فرد، سید ضیاءالدین؛ احمدوند، علی محمد؛ غلامی بهار، امیرحسین (۱۳۹۰). طراحی الگوی تصمیم‌گیری برون‌سپاری فعالیت‌های بخش نگهداری و تعمیرات (نمونه پژوهی یک سازمان دولتی). توسعه انسانی پلیس، شماره ۳۰. صص ۷۲-۵۵.
- [3]. Power, M.J; Desouza, K. & Bonifazi, C. (2006). The Outsourcing Handbook: How to Implement a Successful Outsourcing Process, United States: Kogan Publishing.
- [۴]. پور معلم، ناصر، (۱۳۹۰)؛ مهندسی برون‌سپاری در حمل‌ونقل، وزارت راه و ترابری- معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری.





- [5]. Campbell, J. D. (1995). "Outsourcing in Maintenance Management: A Valid Alternative to Self-Provision," *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 3, pp. 18-24.
- [6]. Quinn J.B. & Hilmer, G. (1995). "Make Versus by Strategic Outsourcing," *The McKinsey Quarterly*, No.1, pp 48-70.
- [7]. Bertolini, M.; Bevilacqua, M.; Braglia, M. & Frosolini, M. (2004). "An Analytical Method for Maintenance Outsourcing Service Selection," *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 21(7), pp. 772-788.
- [۸]. آقائی، اصغر (۱۳۸۸). بررسی میزان کارایی و اثربخشی مراکز تعمیرات خودرویی ناجا در تهران بزرگ. (پایان نامه کارشناسی ارشد). دانشگاه امام حسین (ع)، دانشکده و پژوهشکده علوم انسانی، تهران.
- [۹]. نصرت پناه، سیاوش (۱۳۸۹). مدیریت و فرماندهی لجستیک (آماد و پشتیبانی). تهران: جهان جام جم.
- [۱۰]. فرهی بوزنجانی، برزو (۱۳۸۱). طراحی و تبیین الگوی توسعه مدیران نظام اداری کشور با رویکرد مدیریت منابع انسانی رساله دکتری دانشگاه تهران، دانشکده مدیریت، تهران.
- [۱۱]. پیغامی سیدحسین، کاظمی بابک (۱۳۹۱). بهره‌وری؛ مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، تهران.
- [۱۲]. لطفعلی پور، فرید، اکرمی هادی، (۱۳۹۲). ارائه مدل تصمیم‌گیری برون‌سپاری فعالیت‌های تعمیراتی در یک سازمان نظارتی ایرانی پروژه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران.
- [۱۳]. مقدسی، محمد (۱۳۹۳). شناسایی و رتبه‌بندی معیارها و عوامل مؤثر مدیریت زنجیره تأمین پایدار با رویکرد MADM در صنعت کاشی و سرامیک، پایان‌نامه ارشد، دانشگاه شهید بهشتی.
- [14]. Lavery, M. (2002). "Making Maintenance Contracts Perform," *Engineering Management Journal*, Vol. 12(2), pp. 76-82.
- [15]. Bailey, W., Masson, R. & Raeside, R. (2002). "Outsourcing in Edinburgh and the Lothians," *European Journal of Purchasing & Supply Management*, Vol. 8 pp. 83-95.
- [16]. Bertolini, M.; Bevilacqua, M.; Braglia, M. & Frosolini, M. (2004). "An Analytical Method for Maintenance Outsourcing Service Selection," *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 21(7), pp. 772-788.
- [17]. Shuhong, R. & Hongfu, Z. (2010). "A preliminary study on the problem of airlines maintenance outsourcing," <http://www.delta3n.hu>.
- [18]. Kremic, T.; Tukel, O.I. & O-Rom, W. (2013). "Outsourcing Decision Support: A Survey of Benefits, Risks, and Decision Factors," *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol 11(6), pp. 467-482.
- [۱۹]. مؤمنی، منصور؛ فعال قیومی، علی. (۱۳۸۷)، تحلیل های آماری با استفاده از اس پی اس اس، نشر کتاب نو.

استراتژی بهینه نگهداری و تعمیرات با استفاده از مدل AHP فازی

مسعود مصدق خواه^۱، محمد اسماعیل گلرخی^{۲*}

^۱ دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تهران، ایران.
^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی صنایع گرایش سیستم های کلان، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تهران، ایران.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۹/۲۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۱۱/۲۵

چکیده:

نرشد روزافزون صنعت و به تبع آن پیچیدگی فرآیند تولید، زمینه را برای تکامل دانش نگهداری و تعمیرات فراهم ساخت. مطالعه ها نشان می دهد که در بسیاری از شرکت های بزرگ صنعتی هزینه های تعمیرات بخش عظیمی از بودجه های عملیاتی را به خود اختصاص می دهند و این در حالی است که صاحبان صنایع این واقعیت را پذیرفته اند که اجرای نگهداری و تعمیرات اثربخش، یکی از ابزارهای لازم برای کسب مزیت رقابتی و پایدار ماندن در محیط رقابت است. نگهداری و تعمیرات نقش مهمی در حفظ قابلیت اطمینان، در دسترس بودن، کیفیت تولیدات، کاهش ریسک، افزایش بازدهی، امنیت تجهیزات بر عهده دارد، لذا نگهداری و تعمیرات و استراتژی های آن از جایگاه ویژه ای در صنایع برخوردار است.

در این مقاله به بررسی و تعیین استراتژی بهینه جهت استقرار نظام مدیریت دارایی ها پرداخته شده و با شناسایی انواع استراتژی های مختلفی از قبیل نت اصلاحی، نت پیشگیرانه، نت بهره ور فراگیر، نت مبتنی بر قابلیت اطمینان، نت مبتنی بر وضعیت و ... و تعریف دو سناریوی تصمیم گیری برای مدیران (برون سپاری و اجرا توسط خود سازمان) به بررسی نقاط قوت و ضعف هر یک از آن ها در ۱۵ معیار پرداخته شده و با به کارگیری منطق فازی پرسشنامه ای تدوین و توسط خبرگان و کارشناسان مربوطه تکمیل شده که بر اساس نتایج حاصل پرسشنامه ها و به کارگیری مدل AHP فازی، برون سپاری فعالیت های نگهداری و تعمیرات و بهره بردن از سیستم های نگهداشت اقتضایی، نگهداشت زمان بندی شده و تعمیرات اصلاحی به عنوان استراتژی بهینه مشخص گردید.

واژه های کلیدی: استراتژی نگهداری و تعمیرات، AHP، منطق فازی، نگهداری و تعمیرات اثربخش، قابلیت اطمینان، نظام مدیریت دارایی ها.

* نویسنده مسئول: e_meg_2006@yahoo.com





۱- مقدمه

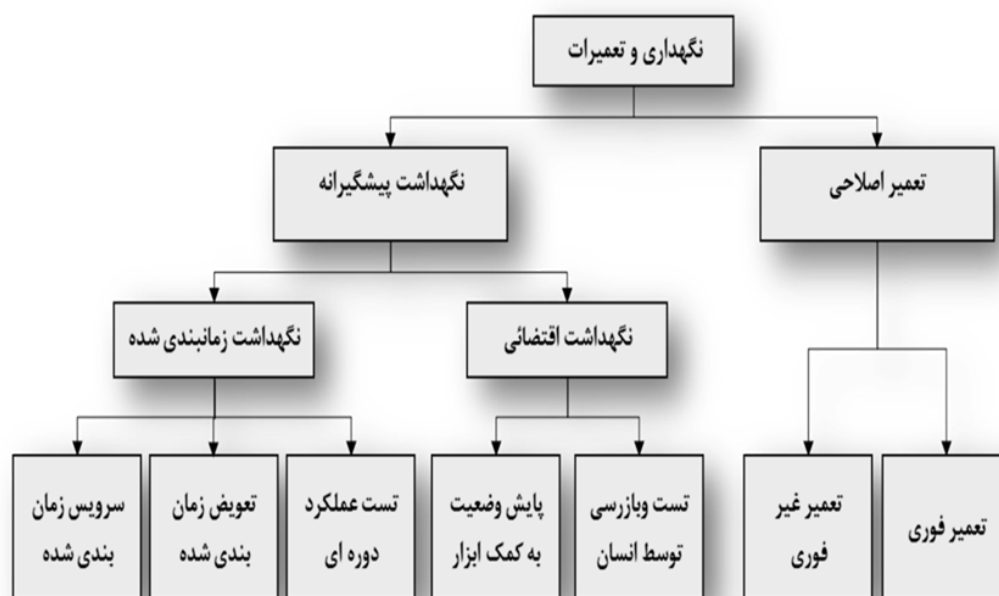
رشد روزافزون صنعت و به تبع آن پیچیدگی فرآیند تولید، زمینه را برای تکامل دانش نگهداری و تعمیرات فراهم ساخت. مطالعات نشان می‌دهد که در بسیاری از شرکت‌های بزرگ صنعتی هزینه‌های تعمیرات بخش عظیمی از بودجه‌های عملیاتی را به خود اختصاص می‌دهند و این در حالی است که صاحبان صنایع این واقعیت را پذیرفته‌اند که اجرای نگهداری و تعمیرات اثر بخش، یکی از ابزارهای لازم برای کسب مزیت رقابتی و پایدار ماندن در محیط رقابت است. بر اساس مطالعات صورت گرفته ۱۵ تا ۴۰ درصد از کل هزینه‌های مربوط به تولید، به هزینه‌های تعمیراتی اختصاص می‌یابد. بیشتر شرکت‌های بزرگ ۲ تا ۳۶ درصد از معاملات خود را به دلیل توقفات خطوط از دست می‌دهند و در این بین اجرای بهینه و موفق استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات از جایگاه بسیار مهمی برخوردار است [۱].

به‌کارگیری سیستم خاص یک سازمان، می‌تواند نقش بسیار زیادی را در کاهش قیمت تمام‌شده محصول نهایی ایفا نماید، اما این تأثیرات تنها محدود به هزینه نبوده و در سرعت ارائه محصول در کل زنجیره تأمین، کیفیت محصول، قابلیت اطمینان، چابکی سازمان و عواملی از این دست نیز تأثیرات خاص خود را خواهد داشت، لذا بخش جدایی‌ناپذیر تولید است که می‌تواند اولویت‌های رقابتی یک سازمان را تحت تأثیر قرار دهد و عدم برنامه‌ریزی دقیق آن باعث بروز مشکلاتی از جمله کاهش عمر مفید تجهیزات به علت عدم انجام تعمیرات به‌موقع، افزایش حجم خرابی‌ها در سطوح مختلف سازمان و ایجاد صف انتظار در مراکز نگهداری و تعمیرات و بازسازی، کاهش قابلیت اطمینان تجهیزات و ضریب ایمنی آن‌ها، هدر رفتن منابع و از دست دادن فرصت‌ها و ... می‌شود [۲].

استراتژی‌های مختلفی از قبیل نت اصلاحی، نت پیشگیرانه، نت بهره‌ور فراگیر، نت مبتنی بر قابلیت اطمینان، نت مبتنی بر وضعیت و ... تاکنون مورد استفاده شرکت‌های مختلف قرار گرفته است؛ اما چالش اساسی رودرروی دست‌اندرکاران امور مربوط به نگهداری و تعمیرات، تنها یادگیری این تکنیک‌ها نیست، بلکه تصمیم‌گیری در رابطه با انتخاب بهترین گزینه و مؤثرترین تکنیک‌های نگهداری و تعمیرات برای سازمان می‌باشد [۳].

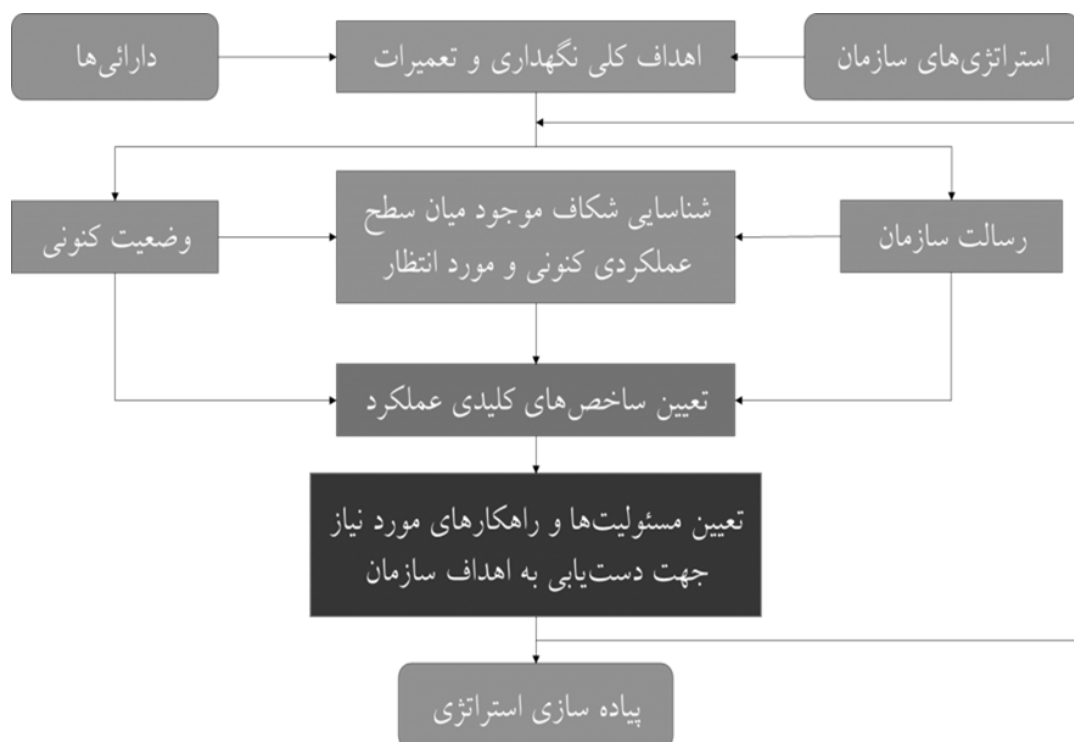
بر اساس استاندارد ۱۴۲۲۴ ویرایش ۲۰۱۶، نگهداری و تعمیرات به دو بخش نگهداشت پیشگیرانه و تعمیر اصلاحی تقسیم می‌شود که تعمیر اصلاحی بر دو نوع تعمیر فوری و تعمیر غیر فوری می‌باشد که در آن تعمیر فوری شامل کلیه فعالیت‌های اضطراری جهت برطرف کردن عواملی که منجر به توقف تولید (بعد از خرابی) شده است می‌باشد در حالی که فعالیت‌های مربوط به تعمیر غیر فوری از ضرورت کمتری برخوردار هستند.

از طرف دیگر نگهداشت پیشگیرانه خود بر دو حالت نگهداشت زمان‌بندی شده و نگهداشت اقتضائی می‌باشد که هر دو قبل از وقوع خرابی انجام می‌شوند. (شکل ۱ بیانگر انواع استراتژی نگهداری و تعمیرات می‌باشد).



شکل ۱. انواع استراتژی نگهداری و تعمیرات

فرایند مدیریت نگهداری و تعمیرات را می‌توان به دو بخش تعریف استراتژی و پیاده سازی استراتژی تقسیم کرد. قسمت اول یعنی تعریف استراتژی، به تعریف اهداف نگهداری و تعمیرات به عنوان ورودی نیاز دارد. (شکل ۲ بیانگر مدل استراتژی است) [۵].



شکل ۲. مدل استراتژی نگهداری و تعمیرات

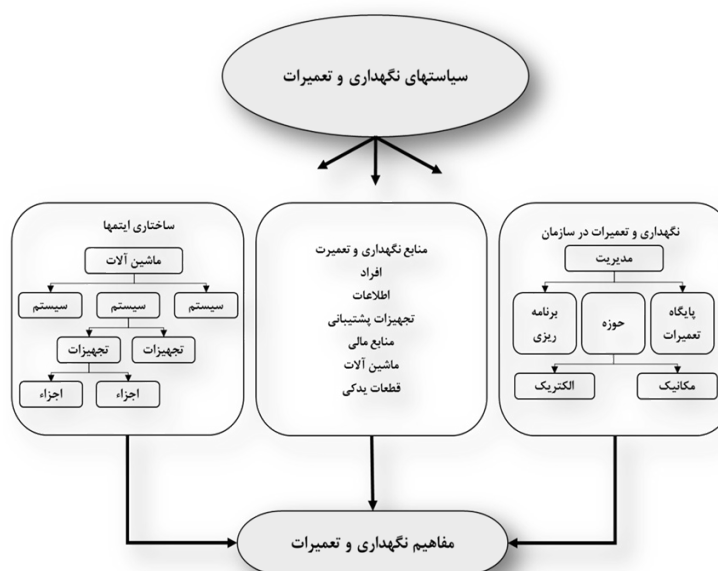




توانایی دستیابی به یک استراتژی مؤثر در نگهداری و تعمیرات، نشانگر قابلیت سازمان در پیش بینی نیازمندی‌های متناسب با الزامات تولید می باشد. این مسئله امکان کاهش هزینه‌های غیرمستقیم را فراهم می آورد. هزینه‌های غیرمستقیم، هزینه‌های مرتبط با ضایعات تولید و در نهایت هزینه‌های عدم رضایت مشتری می باشند. اثربخشی بر این موضوع تأکید دارد که یک دپارتمان با عملکرد مشخص تا چه حد توانسته اهداف از پیش تعیین شده را برآورد نماید. این مفهوم اغلب به کیفیت خدمات ارائه شده از دیدگاه مشتری اشاره دارد. در مورد نگهداری و تعمیرات، اثربخشی می تواند نشانگر رضایت کلی سازمان از ظرفیت و دارایی‌هایش، یا کاهش ایجاد شده در هزینه‌های کلی سازمان به دلیل در دسترس بودن ظرفیت در مواقع لزوم باشد؛ بنابراین مفهوم اثربخشی بر انجام درست فرایند و تأمین نتایج مورد انتظار تأکید دارد [۶].

قسمت دوم فرایند مدیریت نگهداری و تعمیرات (پیاده سازی استراتژی انتخاب شده) از اهمیت بالایی برخوردار است. توانایی سازمان در پیاده‌سازی مدیریت نگهداری و تعمیرات (به‌عنوان مثال توانایی برای تضمین سطوح مهارت مناسب، تدارک صحیح کارها، ابزارهای مناسب و برآورد سازی جداول زمان‌بندی) امکان کاهش هزینه‌های مستقیم (نیروی انسانی و سایر منابع مورد نیاز نگهداری و تعمیرات) را فراهم می‌کند. در این قسمت از فرایند ما با مفهوم کارایی یا کارآمدی مدیریت سروکار داریم که می‌تواند از اهمیت کمتری برخوردار باشد. کارایی به مفهوم انجام عمل یا تولید با کمترین ضایعات، هزینه و تلاش بیهوده است. این مفهوم به مقایسه کمیت خدمات ارائه شده با منابع مصرف شده می‌پردازد؛ بنابراین کارایی را می‌توان به‌عنوان فراهم‌سازی نگهداری و تعمیرات مشابه یا بهتر در ازای هزینه یکسان در نظر گرفت [۷].

در هر صورت جالب است که بیشتر تحقیقات و پژوهش‌های انجام شده در زمینه مدیریت نگهداری و تعمیرات به بهبود و اصلاح بخش پیاده‌سازی این فرایند (برنامه‌ریزی، زمان‌بندی، کنترل و اصلاح) پرداخته‌اند و تلاش کمتری برای مطالعه فرایند دستیابی به یک استراتژی اثربخش در نگهداری و تعمیرات صورت گرفته است. به همین خاطر در سازمان‌های نگهداری و تعمیرات به‌صورت مکرر با "انجام درست یک کار اساساً نادرست" مواجه می‌شویم. در بخش‌های بعدی توجه خاصی به این مطلب صورت گرفته است. با پیروی از مدل عمومی مدیریت نگهداری و تعمیرات، شکل ۳ نحوه شکل‌گیری و مبنای فلسفه نگهداری و تعمیرات را در سازمان نشان می‌دهد [۸].



شکل ۳. نحوه شکل‌گیری و مبنای فلسفه نگهداری و تعمیرات



انتخاب استراتژی مناسب نگهداری و تعمیرات به نوعی مسئله‌ای است که در آن معیارهای متفاوتی تأثیرگذار می‌باشند. از این رو می‌توان گفت مسئله انتخاب استراتژی نگهداری و تعمیرات نوعی مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره است (باورساکس و کلاس) آنچه در این بین از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است وجود ارتباط میان عوامل و به کارگیری تکنیک مناسب برای تعیین ارتباط و ارزیابی گزینه مناسب است. در اکثر مسائل تصمیم‌گیری خصوصاً در زمینه انتخاب استراتژی نگهداری و تعمیرات تمامی اطلاعات به طور دقیق در دسترس نمی‌باشد؛ بنابراین نظریه مجموعه‌های فازی و اصطلاحات زبانی به منظور ترکیب اطلاعات مبهم استفاده می‌شود. با استفاده از مقادیر فازی در مقایسه‌های زوجی نتایج دقیق‌تری به دست می‌آید (گونر و همکاران). هنگامی که داده‌ها مبهم هستند روش تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی استفاده می‌شود. در واقع به دلیل وجود عدم قطعیت در دنیای واقعی استفاده از تئوری فازی برای این منظور مناسب می‌باشد. از این رو در این مطالعه با به کارگیری مدل AHP فازی اقدام به تعیین استراتژی بهینه نگهداری و تعمیرات شده است.

۲- مدل پیشنهادی

مدل پیشنهادی شامل مدل AHP به صورت فازی می‌باشد که در این بخش بعد از معرفی روش AHP و منطق فازی به توضیح مدل پرداخته شده است و در ادامه نتایج حاصل از پیاده‌سازی مدل ارائه شده است.

۲-۱- مدل AHP

تاکنون روش‌های متعددی در مدیریت برای تصمیم‌گیری چند معیاره طرح شده‌اند که هر یک از آن‌ها دارای معایبی از جهت زمان، هزینه و جمود فکری بوده‌اند که از این بین روش AHP بر پایه مفاهیم ریاضی و با قابلیت تلفیق معیارهای کمی و کیفی جهت مقایسه گزینه‌های متعدد به عنوان یکی از بهترین روش‌های تصمیم‌گیری شناخته شده است [۹]. این روش در هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم‌گیری روبرو است می‌تواند استفاده گردد. معیارهای مطرح شده می‌توانند کمی و کیفی باشند. اساس کار این روش تصمیم‌گیری بر مقایسات زوجی نهفته است به گونه‌ای که تصمیم‌گیرنده با فراهم آوردن درخت سلسله مراتبی تصمیم (شامل عوامل مورد مقایسه و گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی) مقایسات زوجی میان تمامی گزینه‌ها به ازای هر معیار را انجام می‌دهد. این مقایسات وزن هر یک از فاکتورها را در راستای گزینه‌های رقیب مشخص می‌سازد و در نهایت منطق AHP به گونه‌ای ماتریس‌های حاصل از مقایسات زوجی را با همدیگر تلفیق می‌سازد که تصمیم بهینه حاصل آید.

در این روش با در نظر گرفتن n گزینه و m معیار؛ ابتدا ماتریس مقایسات زوجی معیارهای مختلف از معادلت مختلف مطابق با معادله ذیل ساخته می‌شود.

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1m} \\ p_{21} & & & p_{2m} \\ \vdots & & & \vdots \\ p_{m1} & p_{m2} & \dots & p_{mm} \end{bmatrix} \quad \text{رابطه ۱}$$

که در آن همواره رابطه ذیل برقرار است.

$$P_{ik} = \frac{1}{P_{ki}} \quad \forall i, k = 1, 2, \dots, n \quad \text{رابطه ۲}$$





سپس با نرمال سازی ماتریس P ، ماتریس مقایسات زوجی نرمال شده حاصل می شود که درایه k_i آن از روش ذیل محاسبه می شود.

$$P'_{ki} = \frac{P_{ki}}{\sum_{z=1}^m P_{zi}} \quad \text{رابطه ۳}$$

در نهایت وزن هر یک از معیارها از میانگین گیری اعداد مقابل ردیف آن معیار مطابق با معادله ذیل حاصل می شود.

$$W_i = \frac{\sum_{z=1}^m P'_{zi}}{m} \quad \text{رابطه ۴}$$

در ادامه به ازای هر معیار، یک بار ماتریس مقایسات زوجی جهت مقایسه گزینه های مختلف در آن معیار تشکیل داده شود که برای i امین معیار به صورت ذیل می باشد.

$$a^i = \begin{bmatrix} a_{11}^i & a_{12}^i & \dots & a_{1n}^i \\ a_{21}^i & & & a_{2n}^i \\ \vdots & & & \vdots \\ a_{m1}^i & a_{m2}^i & \dots & a_{mn}^i \end{bmatrix} \quad \forall i = 1, 2, \dots, m \quad \text{رابطه ۵}$$

که در آن همواره رابطه ذیل برقرار است.

$$a_{jk}^i = \frac{1}{a_{kj}^i} \quad \forall i = 1, 2, \dots, m, \forall j, k = 1, 2, \dots, n \quad \text{رابطه ۶}$$

در این مرحله با نرمال سازی ماتریس مقایسات زوجی گزینه ها در معیار i ام و نمایش آن به صورت، میزان برتری i امین گزینه در i امین معیار از معادله ذیل حاصل می شود [۱۰].

$$R_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n a_{kj}^i}{n} \quad \text{رابطه ۷}$$

و در نهایت میزان مطلوبیت i امین گزینه از معادله ذیل حاصل می شود و گزینه با بیشترین مطلوبیت به عنوان گزینه برتر انتخاب می شود.

$$U_j = \sum_{i=1}^m W_i R_{ij} \quad \text{رابطه ۸}$$

در پیاده سازی الگوریتم AHP همواره سخت ترین قسمت، تعریف ماتریس مقایسات زوجی می باشد که در آن افراد خبره می بایست میزان اختلاف گزینه های مختلف را با اعداد ۱ تا ۹ اعلام نمایند که این امر منجر به خطا می شود، لذا در این مطالعه از واژگان کیفی جهت اعلام نظر افراد خبره استفاده شده است که با استفاده از منطق فازی این واژگان کیفی به اعداد فازی تبدیل شده است که در ادامه به توضیح آن پرداخته شده است.



۲-۲- منطق فازی

منطق فازی توسط پروفیسور لطفی زاده، استاد ایرانی الاصل دانشگاه برکلی، در سال ۱۹۶۵ در مقاله‌ای به نام مجموعه‌های فازی معرفی گردید. در این مقاله مجموعه‌های فازی به عنوان حدود و مرزهای غیردقیق معرفی شده بود. در سال ۱۹۷۴ پروفیسور لطفی زاده عبارت منطق فازی را معرفی کرد. منطق فازی یک تئوری چند ارزشی بود که در آن به جای عبارت‌های آری، خیر یا درست، غلط که در مجموعه‌های معمولی به کار می‌رود، می‌توان از مقادیر بینابینی مانند کم، متوسط، زیاد و... استفاده کرد. ناتوانی روش‌های تصمیم‌گیری معمولی برای در نظر گرفتن عدم قطعیت، راه را برای استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری فازی باز میکند [۱۱]. یکی از نواقص روش AHP، ناتوانی آن در لحاظ کردن عدم قطعیت ارجحیت و قضاوتها در ماتریس مقایسه‌ی زوجی معیارها می‌باشد. این نقص روش AHP با استفاده از منطق فازی در روش AHP فازی برطرف شده است و به جای در نظر گرفتن یک عدد صریح در مقایسه‌ی زوجی، محدوده‌ای از مقادیر برای لحاظ کردن عدم قطعیت در نظرات تصمیم‌گیرندگان لحاظ می‌شود. در این روش تصمیم‌گیرندگان می‌توانند مقادیری که میزان اطمینان آن‌ها را منعکس می‌کنند انتخاب کنند [۱۲].

لذا در این حالت به جای استفاده از اعداد ۱ تا ۹ از واژگان کیفی استفاده شده است و به هر واژه یک عدد فازی مثلثی مطابق با جدول ذیل نسبت داده شده است.

کد	عبارت کلامی	اعداد فازی مثلثی
۱	ترجیح برابر	(۱, ۱, ۱)
۲	ترجیح کم تا متوسط	(۱, ۱, ۵, ۱, ۵)
۳	ترجیح متوسط	(۱, ۲, ۲)
۴	ترجیح متوسط تا زیاد	(۳, ۳, ۵, ۴)
۵	ترجیح زیاد	(۳, ۴, ۴, ۵)
۶	ترجیح زیاد تا خیلی زیاد	(۳, ۴, ۵, ۵)
۷	ترجیح خیلی زیاد	(۵, ۵, ۵, ۶)
۸	ترجیح خیلی زیاد تا کاملاً زیاد	(۵, ۶, ۷)
۹	ترجیح کاملاً زیاد	(۵, ۷, ۹)

جدول ۱- عبارات کلامی استفاده شده در مدل

که در آن اعداد فازی مثلثی از معادله ذیل پیروی می‌کنند.





$$M_{(l,m,u)} \rightarrow \mu_f(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l} & l < x < m \\ \frac{u-x}{u-m} & m < x < u \\ 0 & OW \end{cases}$$

رابطه ۹

با در نظر گرفتن اعداد فازی مثلثی (M)، نرمال سازی ماتریس ها از معادله ذیل صورت می پذیرد.

$$P'_{ij} = \sum_{k=1}^m M_{kj}^i \otimes \left[\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m M_{kj}^i \right]^{-1}$$

رابطه ۱۰

و به دنبال آن محاسبه وزن ها و میزان برتری هر گزینه در هر معیار از طریق جمع فازی محاسبه می شود و در نهایت میزان مطلوبیت هر یک از گزینه ها با استفاده از عملیات ضرب ماتریسی محاسبه می شود که در نهایت برای هر یک از گزینه ها به صورت دو عدد فازی M_1 و M_2 می باشد که میزان بزرگی هر یک از معادله ذیل حاصل می شود [۱۳].

$$\forall \quad M_2 \geq M_1 = \mu_{M_1}(d) = \begin{cases} 1 & m_2 \geq m_1 \\ 0 & l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & OW \end{cases}$$

رابطه ۱۱

۳- پیاده سازی مدل

به منظور پیاده سازی مدل ابتدا باید گزینه ها و معیارهای انتخاب سیاست نگهداری تعمیرات مدنظر را تعیین نمود، در این راستا مطابق با مطالعات صورت گرفته و مطابق با شکل ۱ می توان سه حالت تعمیر اصلاحی، نگهداشت زمان بندی شده و نگهداشت اقتضائی را به عنوان مدل های نگهداری و تعمیرات در نظر گرفته، از این رو سه گزینه ۱- انجام فقط تعمیر اصلاحی، ۲- انجام هم زمان تعمیر اصلاحی و نگهداشت زمان بندی شده و ۳- انجام هم زمان تعمیر اصلاحی، نگهداشت زمان بندی شده و نگهداشت اقتضائی، پیش رو می باشد که به منظور انجام هر یک دو سناریو انجام توسط واحدهای داخلی یا برون سپاری پیش رو می باشد. از این رو در مسئله تعیین استراتژی با ۶ گزینه مواجه هستیم.

کد	گزینه
A_1	انجام فقط تعمیر اصلاحی توسط پرسنل داخلی
A_2	انجام هم زمان تعمیر اصلاحی و نگهداشت زمان بندی شده توسط پرسنل داخلی
A_3	انجام هم زمان تعمیر اصلاحی، نگهداشت زمان بندی شده و نگهداشت اقتضائی توسط پرسنل داخلی
A_4	انجام فقط تعمیر اصلاحی از طریق برون سپاری
A_5	انجام هم زمان تعمیر اصلاحی و نگهداشت زمان بندی شده از طریق برون سپاری
A_6	انجام هم زمان تعمیر اصلاحی، نگهداشت زمان بندی شده و نگهداشت اقتضائی از طریق برون سپاری

جدول ۲- گزینه های پیش رو در مسئله انتخاب استراتژی بهینه نگهداری و تعمیرات



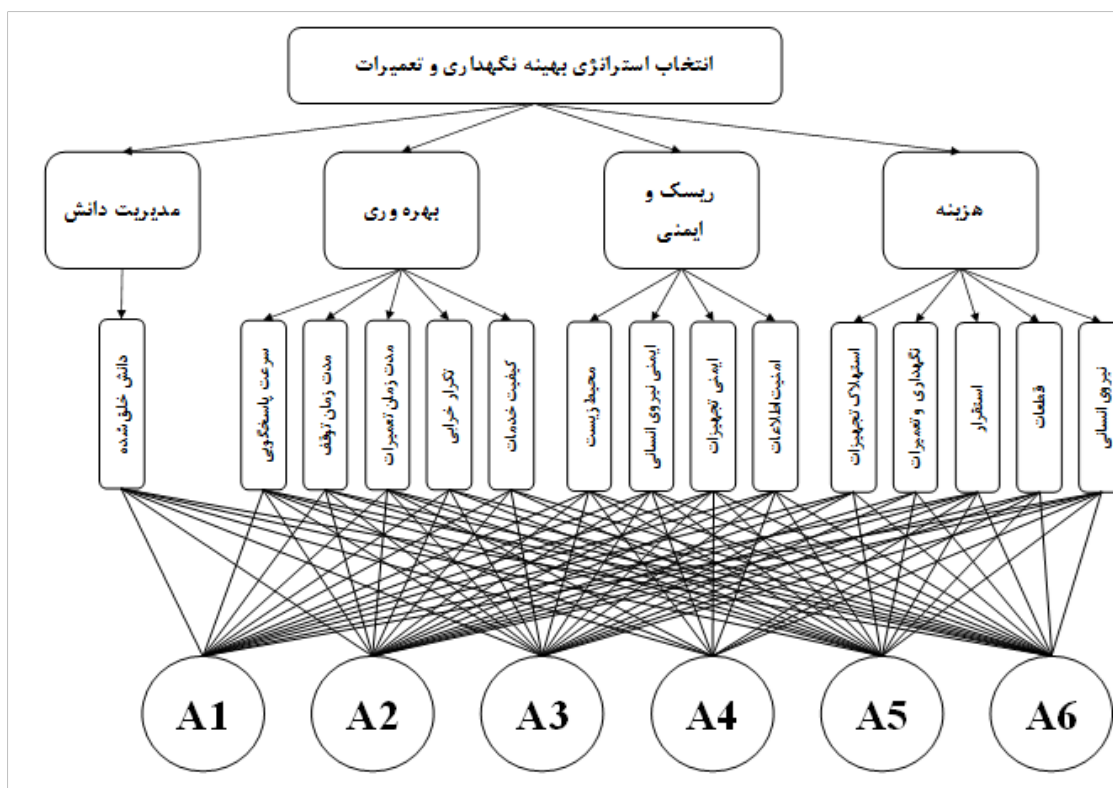
از سوی دیگر در مرور ادبیات معیارهای متفاوتی برای انتخاب بهترین استراتژی انتخاب شده است که در چهار گروه هزینه، ریسک و ایمنی، بهره‌وری و مدیریت دانش تقسیم می‌شوند و به شرح ذیل می‌باشند.

کد	گروه	معیار
C_{11}	هزینه	هزینه نیروی انسانی
C_{12}	هزینه	هزینه قطعات
C_{13}	هزینه	هزینه استقرار سیستم و نرم‌افزار مرتبط
C_{14}	هزینه	سایر هزینه‌های نگهداری و تعمیرات
C_{15}	هزینه	استهلاک تجهیزات
C_{21}	ریسک و ایمنی	امنیت اطلاعات
C_{22}	ریسک و ایمنی	ایمنی تجهیزات
C_{23}	ریسک و ایمنی	ایمنی نیروی انسانی
C_{24}	ریسک و ایمنی	محیط زیست
C_{31}	بهره‌وری	کیفیت خدمات
C_{32}	بهره‌وری	تکرار خرابی
C_{33}	بهره‌وری	زمان تعمیرات و راه‌اندازی تجهیزات
C_{34}	بهره‌وری	مدت زمان توقف تجهیزات
C_{35}	بهره‌وری	سرعت پاسخگویی به درخواست‌ها
C_{41}	مدیریت دانش	دانش خلق شده

جدول ۳- معیارهای انتخاب استراتژی بهینه نگهداری و تعمیرات

از این‌رو ساختار سلسله مراتبی مسئله به صورت شکل ذیل می‌باشد.





شکل ۴. ساختار سلسله مراتبی معیارها و گزینه‌ها

در این مرحله با توزیع پرسشنامه میان ۴۲ نفر خبره دانشگاهی که همگی دارای مدرک حداقل کارشناسی و دارای حداقل ۵ سال سابقه کار مرتبط بودند، مقایسات زوجی معیارهای مختلف در کنار یکدیگر و گزینه‌ها به ازای هر یک از معیارها به صورت فازی جمع‌آوری شده است که میانگین مقادیر فازی به عنوان نتیجه مقایسات زوجی در نظر گرفته شده است؛ که بر اساس نتایج حاصل از نظرسنجی صورت گرفته معیارهای تصمیم‌گیری به ترتیب اهمیت عبارت‌اند از: هزینه استقرار سیستم و نرم‌افزار مرتبط، ایمنی نیروی انسانی، تکرار خرابی، سرعت پاسخگویی به درخواست‌ها، امنیت اطلاعات، هزینه قطعات، مدت زمان توقف تجهیزات، هزینه نیروی انسانی، کیفیت خدمات، سایر هزینه‌های نگهداری و تعمیرات، دانش خلق شده، زمان تعمیرات و راه‌اندازی تجهیزات، استهلاک تجهیزات، ایمنی تجهیزات، محیط‌زیست. جدول میزان ارجحیت هر یک از گزینه‌ها در هر یک از معیارها مطابق با جدول ذیل می‌باشد.

A_6	A_5	A_4	A_3	A_2	A_1	
۰,۲۲	۰,۲۰	۰,۱۸	۰,۱۲	۰,۱۵	۰,۱۳	C_{11}
۰,۲۷	۰,۱۴	۰,۰۵	۰,۳۰	۰,۱۶	۰,۰۸	C_{12}
۰,۲۳	۰,۲۰	۰,۱۸	۰,۰۹	۰,۱۱	۰,۱۸	C_{13}
۰,۳۵	۰,۱۳	۰,۱۲	۰,۱۷	۰,۱۳	۰,۱۰	C_{14}



A_6	A_5	A_4	A_3	A_2	A_1	
۰,۱۰	۰,۲۱	۰,۱۵	۰,۲۳	۰,۱۸	۰,۱۳	C_{15}
۰,۰۸	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۲۰	۰,۲۴	۰,۲۴	C_{21}
۰,۱۹	۰,۱۴	۰,۱۱	۰,۲۷	۰,۱۶	۰,۱۴	C_{22}
۰,۲۱	۰,۱۹	۰,۱۷	۰,۱۷	۰,۱۵	۰,۱۱	C_{23}
۰,۱۲	۰,۰۸	۰,۱۹	۰,۲۹	۰,۱۳	۰,۱۹	C_{24}
۰,۳۲	۰,۱۱	۰,۰۹	۰,۲۸	۰,۱۶	۰,۰۵	C_{31}
۰,۲۴	۰,۲۱	۰,۱۱	۰,۲۹	۰,۱۳	۰,۰۳	C_{32}
۰,۳۸	۰,۱۵	۰,۱۰	۰,۲۳	۰,۱۳	۰,۰۳	C_{33}
۰,۲۴	۰,۲۰	۰,۱۳	۰,۲۰	۰,۱۳	۰,۱۱	C_{34}
۰,۱۰	۰,۱۰	۰,۱۰	۰,۲۳	۰,۲۳	۰,۲۳	C_{35}
۰,۱۷	۰,۱۳	۰,۰۹	۰,۳۲	۰,۱۷	۰,۱۳	C_{41}

جدول ۴- ضریب برتری هر گزینه در هر معیار

در نهایت امتیاز نهایی هر یک از گزینه‌ها مطابق با جدول ذیل می‌باشد.

A_6	A_5	A_4	A_3	A_2	A_1	
۰,۲۰۹	۰,۱۵۹	۰,۱۳۰	۰,۲۰۸	۰,۱۶۲	۰,۱۳۳	امتیاز نهایی

جدول ۵- اولویت‌بندی سیاست‌های نگهداری و تعمیرات

لذا سناریو پیاده‌سازی هم‌زمان سیستم‌های تعمیر اصلاحی، نگهداشت زمان‌بندی شده و نگهداشت اقتضائی به صورت برون‌سپاری به عنوان بهترین الگوی نگهداری و تعمیرات و بعد از آن سناریو پیاده‌سازی هم‌زمان سیستم‌های تعمیر اصلاحی، نگهداشت زمان‌بندی شده و نگهداشت اقتضائی توسط پرسنل داخلی سازمان با اختلاف بسیار ناچیز جهت نگهداری و تعمیرات شناسایی شده‌اند.

۴- نتیجه‌گیری

میزان افزایش سرمایه‌گذاری بر روی ماشین‌آلات صنعتی و اتوماسیون از یکسو و افزایش ارزش مالی و اقتصادی آن‌ها از سوی دیگر منجر به آن شد که مدیران و صاحبان صنایع به فکر راهکارهایی منطقی بیفتند که قادر به بیشینه‌سازی طول عمر مفید تجهیزات تولیدی و طولانی کردن چرخه عمر اقتصادی آن‌ها باشد، لذا عمدتاً به جای پرداخت هزینه‌های گزاف ناشی از توقف و خرابی تجهیزات ترجیح می‌دهند نظام جامع نگهداری تعمیرات را در سازمان خود مستقر سازند. هدف از نگهداری و تعمیرات توانمندسازی اجزاء موردنظر با هدف حفظ و یا بازگرداندن توانایی آن جزء است تا به درستی کار کند





و مفهوم نگهداری و تعمیرات تنها یک راه حل عملیاتی صحیح را ارائه نمی کند و استقرار نظام جامع آن وابسته به استراتژی و سیاست های کلان سازمان می باشد. در این مقاله به منظور سیاست گذاری بهینه نگهداری تعمیرات، ۶ گزینه مختلف به همراه ۱۵ معیار ارزیابی تعیین شده است که با به کارگیری منطق فازی به همراه مدل AHP به بررسی هر یک از گزینه ها پرداخته شده است که مطابق با نتایج به دست آمده، اجرای هم زمان سیستم های تعمیر اصلاحی، نگهداشت زمان بندی شده و نگهداشت اقتضائی به صورت برون سپاری به عنوان مدل بهینه شناسایی شده است.

۵- منابع و مآخذ

[۱]. نایینی، ح.، "الگوی برای تغییر فرهنگ سازمانی متناسب با ارتقای سیستم نگهداری و تعمیرات"، تدبیر، شماره ۲۰۰، ۱۳۸۷.

[2]. Pinjala SK, Pintelon L, Vereecke A., "An empirical investigation on the relationship between business and maintenance strategies", International Journal of Production Economics, 2006;104(1):214-29.

[3]. Moubray, J. (1997), "Reliability-Centered Maintenance", Oxford. Butterworth Heinemann.

[4]. Wireman T., "Benchmarking best practices in maintenance management: Industrial Press Inc.", 2004.

[5]. Márquez AC, "The Maintenance Management Framework", 3: 3; 2007.

[6]. Reiman T, Oedewald P., "Assessing the maintenance unit of a nuclear power plant – identifying the cultural conceptions concerning the maintenance work and the maintenance organization", Safety Science. 2006;44(9):821-50.

[7]. Singh R, Gohil AM, Shah DB, Desai S., "Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop: A Case Study", Procedia Engineering. 2013;51(0):592-9.

[8]. IEC60300, "Dependability management: Maintenance and maintenance support", IEC 60300-3-14: International Electrotechnical Commission; 2004. p. 50.

[9]. Benmoussa K, Laaziri M, Khouliji S, Kerkeb ML, Yamami AE., "AHP-based Approach for Evaluating Ergonomic Criteria", Procedia Manufacturing. 2019;32:856-63.

[10]. Gnanavelbabu A, Arunagiri P., "Ranking of MUDA using AHP and Fuzzy AHP algorithm. Materials Today: Proceedings", 2018;5(5, Part 2):13406-12.

[11]. Sirisawat P, Kiatcharoenpol T., "Fuzzy AHP-TOPSIS approaches to prioritizing solutions for reverse logistics barriers", Computers & Industrial Engineering. 2018;117:303-18.

[12]. Ly PTM, Lai W-H, Hsu C-W, Shih F-Y., "Fuzzy AHP analysis of Internet of Things (IoT) in enterprises", Technological Forecasting and Social Change, 2018;136:1-13.

[13]. Acar C, Beskese A, Temur GT., "Sustainability analysis of different hydrogen production options using hesitant fuzzy AHP", International Journal of Hydrogen Energy, 2018;43(39):18059-76.

ارائه مدل ارزیابی بلوغ سیستم نگهداری و تعمیرات الکترونیکی سازمان های دفاعی

مسعود موحدی^۱، سعید رمضانی^۲، سید دانیال ابوالفضلی^{۳*}

^۱ استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تهران، ایران.
^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی صنایع گرایش لجستیک و زنجیره تأمین، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تهران، ایران.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۱۰/۰۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۱۲/۰۳

چکیده:

امروزه فناوری اطلاعات مزایای فراوانی در تسریع و سهولت بخشیدن فعالیت های نگهداری و تعمیرات داشته است که باعث خلق شاخه ای به نام نت الکترونیکی شده است. پیاده سازی سیستم نت الکترونیکی برای سازمان های دفاعی که در نت تجهیزات نظامی دارای مشکلاتی هستند، تأثیر بسزایی در موفقیت و عدم موفقیت آن ها در مأموریت ها دارد، می تواند نقش تسهیل کننده را داشته باشد و موجب بهبود اثربخشی نت شود. برای عبور از رویکرد های سنتی نگهداری و تعمیرات و ایجاد یک چارچوب نت الکترونیکی، نیاز به سنجش وضعیت بلوغ نت الکترونیکی است که به جایگاه فعلی خود در بلوغ نت الکترونیکی شناخت پیدا کرده و برای رسیدن به بلوغ کامل نت الکترونیکی برنامه ریزی کنیم. با توجه به عدم وجود مدل بلوغ ارزیابی برای سیستم نت الکترونیکی، هدف ما در این پژوهش ارائه یک مدل ارزیابی بلوغ سیستم نگهداری و تعمیرات الکترونیکی برای سازمان های دفاعی است که با بررسی ادبیات موضوع و مدل های بلوغ مرتبط و تهیه پرسشنامه نظرات خبرگان حوزه نت، مدل بلوغ خود را در ۶ بُعد و ۶۷ شاخص ارائه دادیم و سطوح بلوغ خود را بر مبنای CMMI^۲ بنا نهادیم. در نهایت بر مبنای چکلیست استخراج شده از شاخص ها و سطوح بلوغ تعریف شده، بلوغ سیستم نت الکترونیکی یک سازمان دفاعی را ارزیابی کردیم.

واژه های کلیدی: نگهداری و تعمیرات الکترونیکی، مدل بلوغ، ارزیابی، بلوغ نت الکترونیکی.

* نویسنده مسئول: sdabolfazli@ihu.ac.ir
^۲ مدل بلوغ قابلیت یکپارچه





۱- مقدمه

اصطلاح نگهداری و تعمیرات الکترونیکی از اوایل سال ۲۰۰۰ میلادی پدیدار شده است و در حال حاضر اصطلاح رایج در ادبیات مرتبط با نگهداری و تعمیرات است. بعضی از متخصصان آن را به عنوان یک استراتژی نگهداری و تعمیرات، برخی دیگر به عنوان یک طرح نگهداری و تعمیرات، گروهی دیگر به عنوان یک نوع نگهداری و تعمیرات (به عنوان مثال تعمیر و نگهداری مبتنی بر شرایط - CBM) و برخی دیگر به عنوان یک پشتیبانی و حمایت برای نگهداری و تعمیرات در نظر گرفته اند [۵].

طبق نظر کرسپو مارکز و همکاران (۲۰۰۹) نگهداری و تعمیرات الکترونیکی، به عنوان یک پشتیبان نگهداری و تعمیرات است که شامل منابع، خدمات و مدیریت لازم برای اجرای فرایند تصمیم گیری فعالانه است. این پشتیبانی شامل فناوری های الکترونیکی (فناوری اطلاعات و ارتباطات، فناوری های مبتنی بر وب، فناوری بی سیم، فناوری های داده ورزی) و همچنین فعالیت های نگهداری و تعمیرات نظیر نظارت الکترونیکی، تشخیص الکترونیکی، پیش آگهی الکترونیکی است [۵].

با توجه به راهبردی بودن و گران قیمت بودن و حساسیت بالا و پیچیدگی بالا تجهیزات نظامی و همچنین مشکلات در دسترسی به قطعات آن ها، یکی از مشکلات سازمان های دفاعی بحث نگهداری و تعمیرات ماشین آلات و تجهیزات نظامی آن ها است که تأثیرگذاری بالایی در موفقیت و عدم موفقیت سازمان های دفاعی در مأموریت های خود دارد؛ بنابراین این مهم نیازمند انجام تحقیقات علمی به منظور جلوگیری از هزینه های تعمیراتی و خرابی هایی که می تواند ناشی از نگهداری یا بهره برداری ناصحیح آن باشد، است. یکی از اقدامات مناسب جهت رفع این مشکلات، پیاده سازی استفاده از سیستم نگهداری و تعمیرات الکترونیکی و بهره جستن از فناوری های نو و دانش روز دنیا است.

سازمان های دفاعی برای پیاده سازی و استفاده حداکثری از ظرفیت نت الکترونیکی باید بدانند که بلوغ نت الکترونیکی سازمان در چه سطح و کجا قرار دارد؛ بنابراین نیازمند ارزیابی از وضعیت نت بر مبنای نت الکترونیکی هستند. ارزیابی بلوغ نت الکترونیکی سازمان یک روش اثربخش و معتبر برای مدیریت اجرای بلوغ نت الکترونیکی در سازمان است. این روش با شناسایی وضعیت فعلی سازمان، نقاط ضعف و قوت بلوغ نت الکترونیکی سازمان را نمایان می سازد. علاوه بر آن تصویر روشنی از مسیر رشد را نیز مهیا می سازد که می تواند مبنای برنامه ریزی برای ارتقا سطح بلوغ سازمان قرار گیرد. از این رو هدف اصلی این مقاله ارائه مدل ارزیابی بلوغ نت الکترونیکی سازمان های دفاعی است.

۲- مبانی نظری و پیشینه شناسی تحقیق

اگرچه ادبیات مربوط به نگهداری و تعمیرات الکترونیکی مفهوم را از دیدگاه های مختلف با اجماع اندکی مورد بحث قرار داده است، تجزیه و تحلیل دقیق محتوا از تعاریف نگهداری و تعمیرات الکترونیکی نشان دهنده دو دیدگاه کلیدی مدیریتی و فنی است؛ چشم انداز مدیریتی نگهداری و تعمیرات الکترونیکی را به عنوان یک راهبرد یا مجموعه ای از فعالیت های پشتیبانی و فرآیندهای نظیر نظارت، تشخیص و پیش آگهی داده های سلامت سیستم در زمان واقعی تمرکز می کند. به جای آن، دیدگاه فنی بر نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند حس گرهای هوشمند، کانال ها، راه حل های نرم افزاری و روش های همکاری الکترونیکی که سیستم الکترونیکی نگهداری و تعمیرات را تنظیم می کند، تأکید می کند [۳].

۲-۱- مدل های بلوغ

از آنجاکه سازمان ها برای به دست آوردن بازار و حفظ مزیت رقابتی به طور مداوم با فشارهایی روبرو هستند، شناسایی راه های کاهش هزینه ها، بهبود کیفیت، کاهش زمان تولید تحویل و غیره، اهمیت فزاینده ای پیدا می کند. مدل های بلوغ برای کمک به سازمان ها جهت تحقق این تلاش ها تهیه شده اند. این مدل ها به عنوان یک مبنای ارزیابی و مقایسه ای برای



پیشرفت مورد استفاده قرار می گیرند. مدل های بلوغ برای ارزیابی بلوغ (به عنوان مثال شایستگی، توانایی، سطح پختگی) در یک بخش از سازمان به منظور دستیابی به یک رویکرد آگاهانه برای افزایش توانایی در آن بخش از سازمان، عموماً دارای یک دامنه از پیش تعیین شده از شاخصه‌ای ارزیابی بلوغ هستند [۱].

اولین هدف استفاده از این مدل‌ها، مقایسه سازمان با بهترین عملکرد ممکن در دامنه موضوعی مشخص و ارزیابی وضعیت موجود آن است [۲]. مدل های بلوغ، ابزارهای مفیدی برای ارزیابی موقعیت واقعی یک سازمان و استنتاج و اولویت‌بندی مقیاس های پیشرفت و کنترل پیشروی تدریجی اجرای آن ها هستند. مدل بلوغ متشکل از یک سلسله سطوح بلوغ برای گروهی از اهداف است. پایین ترین مرحله، نشان دهنده وضعیت اولیه یا سازمانی است که قابلیت های کمی در دامنه ی مورد بحث دارد. برعکس، بالاترین مرحله، نشان دهنده مفهومی از نهایت بلوغ است. پیشروی در مسیر تکامل بین این دو حد نهایی، شامل پیشرفتی تدریجی با توجه به امکانات و قابلیت های سازمان است. مدل بلوغ به عنوان مقیاسی برای ارزیابی موقعیت در مسیر تکامل عمل می کند [۶].

در این مقاله برای بررسی مدل های بلوغ و شاخص ها و ابعاد ارزیابی مدل های بلوغ سه دسته از مدل های بلوغ که بیشترین ارتباط با نت الکترونیکی را دارا می باشند بررسی می گردد. این سه حوزه شامل مدل های بلوغ فناوری اطلاعات، معماری خدمات محور و مدیریت نت و نت الکترونیکی است.

۱-۱-۲- مدل های ارزیابی بلوغ فناوری اطلاعات

بحث برنامه ریزی برای فناوری اطلاعات، هنگامی مطرح شد که استفاده از فناوری اطلاعات و سیستم های اطلاعاتی در سازمان ها، به طور فزاینده ای روبه گسترش بود و مدیران متوجه نقش راهبردی فناوری اطلاعات و سیستم های اطلاعاتی شدند، از این رو بحث برنامه ریزی راهبردی سیستم های اطلاعاتی و بهره گیری از این توان، برای بهبود عملکرد راهبردی و عملیاتی سازمان ها مطرح شد. یکی از جنبه های اساسی برنامه ریزی راهبردی سیستم های اطلاعاتی هم راستایی میان برنامه ریزی سیستم های اطلاعاتی و برنامه ریزی تجاری سازمان است [۳].

برای ارتقای هر چه بیشتر عملکرد سازمان در فناوری اطلاعات لازم است مشخص شود سازمان در چه مرحله ای از بلوغ خود قرارداد و چه مراحلی را باید طی کند تا بتواند بر پایه فرایندهای توانمندشده خود با کمک فناوری اطلاعات با منابع داخل و خارج از سازمان تعامل مثبت برقرار کند و در جهت نیل به استراتژی های بلندمدت گام بردارد. فناوری اطلاعات نیز دارای مراحلی از توسعه و پیشرفت است و بلوغ، نشان دهنده ی پایان رشد مراحل پیشرفت است [۷].

در جدول ۱ به طور خلاصه مدل های بلوغ حوزه فناوری اطلاعات همراه با دامنه کاربرد مدل های بلوغ، سطوح بلوغ، ابعاد اصلی مدل بلوغ و تعداد شاخص ارزیابی عملکرد مدل های بلوغ آمده است.

جدول ۱- مدل های بلوغ حوزه فناوری اطلاعات

مرجع	مدل بلوغ	دامنه کاربرد	سطوح بلوغ	ابعاد	شاخصه‌ای ارزیابی عملکرد
[۱]	بلوغ معماری سازمانی جعفر محمودی و همکاران (۱۳۸۸)	معماری سازمانی	۵ سطح CMM	۱. برنامه ریزی و سازمان دهی IT ۲. توسعه و پیاده سازی IT ۳. خدمت رسانی و پشتیبانی IT ۴. نظارت و ارزیابی IT	۳۰ شاخص





مرجع	مدل بلوغ	دامنه کاربرد	سطوح بلوغ	ابعاد	شاخصه های ارزیابی عملکرد
[۳]	مدل بلوغ هم راستایی راهبردی لوفتمن (SAMM)	هم راستایی راهبردی	۵ سطح CMM	۱. ارتباطات ۲. شاخصه های شایستگی سازمانی ۳. مدیریت مشارکت ۴. فناوری ۵. منابع انسانی	وابسته به کاربر
[۸]	مدل بلوغ هم راستایی کسب و کار فناوری اطلاعات	هم راستایی کسب و کار فناوری اطلاعات	۵ سطح CMM	۱. استراتژی کسب و کار ۲. منابع و زیرساخت سازمانی ۳. استراتژی فناوری اطلاعات ۴. فرایندها و زیرساخت IT	۱۱ بعد و ۶۰ شاخص
[۹]	مدل بلوغ فرآیند کسب و کار (BPMM)	مدیریت فرآیند کسب و کار و مدیریت دانش	۵ سطح CMM	۱. هم راستایی راهبردی ۲. حکمرانی ۳. رویکرد و روش ها ۴. فناوری اطلاعات ۵. منابع انسانی ۶. فرهنگ	۳۰ شاخص
[۶]	مدل بلوغ اندازه گیری عملکرد فناوری اطلاعات (ITPM)	مدیریت پشتیبانی فناوری اطلاعات	۵ سطح Cobit (CMMI)	۱. مفاهیم ۲. سازمان ۳. فناوری	۱۵ شاخص

با نگاه به جدول ۱، در مدل های بلوغ فناوری اطلاعات بیشترین ابعادی که در مدل های بلوغ مورد استفاده قرار گرفته است، ابعاد سازمان، استراتژی، فناوری اطلاعات و مدیریت منابع انسانی است. همچنین عموم مدل های بلوغ فناوری اطلاعات ذکر شده در جدول ۱ از مدل بلوغ قابلیت (CMM) و مدل بلوغ یکپارچگی قابلیت (CMMI) برای سطوح بلوغ خود استفاده کردند.

در حوزه فناوری اطلاعات، هدف، تعریف اجزای عمومی (فناوری اطلاعات) است که می توانند به صورت فیزیکی از عملیات مختلف اختصاص داده شده به واحدهای سازمانی در سطح سازمانی پشتیبانی کنند. درواقع عملیات باید توسط برنامه ها، پایگاه های داده و سایر منابع پشتیبانی شود؛ بنابراین این عمومی بودن مفهوم در حوزه فناوری اطلاعات، به مفهوم معماری خدمات گرا مرتبط است. درواقع، شکاف تحلیل بین فرایندهای سازمان دفاعی و فناوری اطلاعات به نظر می رسد بخشی از تمرکز بیشتر بر مفهوم خدمات است [۵]. بنابراین لازم است مدل های بلوغ معماری خدمات محور نیز بررسی گردد.

۲-۱-۲ مدل های بلوغ معماری خدمات محور

واژه معماری خدمات محور در دوم آوریل سال ۱۹۹۶ توسط گروه گارتنر به کار برده شد. معماری خدمات محور یک پایه و اساس برای معماری است. یک معماری خدمات محور از یک مجموعه بی پایان از سرویس ها، ارائه کنندگان خدمت و مصرف کنندگان خدمت تشکیل شده است که آن ها از طریق واسطه های استاندارد ارتباط برقرار می کنند [۱۰].

مدل بلوغ معماری خدمات محور سازمان را در جهت هماهنگ کردن فرایندهای سازمان یاری می دهد. قابلیت مهم دیگر مدل بلوغ علاوه بر تعیین سطح بلوغ جاری سازمان توانایی ردگیری فعالیت ها و فرایندهای متعددی است که برای رسیدن به جنبه های مدنظر برای بلوغ معماری خدمات محور لازم است دنبال شوند. تاکنون چندین مدل بلوغ معماری خدمات محور ارائه شده است که هریک از آن ها فرایند پیاده سازی معماری خدمات محور را با استفاده از سطوح مختلف بلوغ تعریف کرده اند [۱۰].



در جدول ۲ برخی از مهم ترین مدل های بلوغ معماری خدمات محور همراه با ویژگی های آنان آورده شده است.

جدول ۲- مدل های بلوغ معماری خدمات محور

مرجع	مدل بلوغ	دامنه کاربرد	مراحل و نوع بلوغ	ابعاد
[۱۱]	مدل بلوغ یکپارچگی خدمات (SIMM) (IBM)	معماری خدمات گرا	۷ سطح SIMM	۱. رویکرد ۲. سازمان ۳. فناوری اطلاعات ۴. زیرساخت فناوری اطلاعات ۵. فرایند کسب و کار ۶. معماری داده و خدمات ۷. حکمرانی
[۱۲]	مدل بلوغ معماری خدمات گرا (SOAMM) (Oracle)	معماری خدمات گرا	۵ سطح CMM	۱. سیستم اطلاعاتی ۲. سازمان ۳. راهبرد ۴. زیرساخت فناوری اطلاعات ۵. معماری داده ۶. پروژه و خدمات ۷. حکمرانی ۸. مدیریت عملیات
[۱۳]	مدل بلوغ معماری خدمات گرا Stage SOAMM	معماری خدمات گرا	۶ سطح CMM	۱. راهبرد ۲. سازمان ۳. معماری داده و خدمات ۴. سیستم اطلاعاتی ۵. شاخصه ای عملکردی ۶. زیرساخت عملیاتی
[۱۴]	مدل بلوغ معماری خدمات گرا welke SOAMM	معماری خدمات گرا	۵ سطح CMM	۱. فرایندهای کسب و کار ۲. معماری داده و خدمات ۳. زیرساخت بهره وری ۴. تکرار فرایندها ۵. انعطاف پذیری و چابکی سازمان ۶. تحول سازمانی

با توجه به مدل های بلوغ خدمات محور جدول ۲، اکثر مدل های بلوغ از مدل بلوغ قابلیت (CMM) برای سطوح مدل بلوغ خود بهره جستند. همچنین در بین ابعاد موردبررسی آن ها، ابعاد معماری داده و خدمات، سازمان، فناوری اطلاعات و زیرساخت آن و راهبرد بیشترین استفاده را در مدل های بلوغ معماری خدمات محور دارا می-باشند.

۲-۱-۳- مدل های بلوغ سیستم نت و نت الکترونیکی

ارزیابی سطح بلوغ نگهداری و تعمیرات الکترونیکی به کمک مدل های ارزیابی مرجع روشی مناسب جهت تشخیص فاصله موجود و نقطه مطلوب است. پس از آشنایی با وضعیت موجود در نگهداری و تعمیرات الکترونیکی و به کمک یک مدل ارزیابی سطح بلوغ نت الکترونیکی می توان به دقت و به کمک یک خط کش پذیرفته شده در سطوح بین المللی نسبت به اندازه گیری فاصله موجود اقدام کرد. پس از مشخص شدن فاصله موجود و با ایجاد یک نقشه راه می توان در مسیر بهبود نت الکترونیکی اقدام کرد. از این رو در این بخش به بررسی مدل های بلوغ در حوزه نگهداری و تعمیرات و مدل های بلوغ سیستم نت الکترونیکی می پردازیم. در جدول ۳ برخی از مهم ترین مدل های بلوغ در نت و نت الکترونیکی را همراه با ویژگی های این مدل های بلوغ آورده شده است.





جدول ۳- مدل های بلوغ نگهداری و تعمیرات و نت الکترونیکی

مرجع	مدل بلوغ	مراحل و نوع بلوغ	ابعاد	شاخصه های ارزیابی عملکرد
[۴]	مدل بلوغ معماری سازمانی مدیریت سیستم های نگهداری و تعمیرات	الگوریتم ابتکاری Karpak	۱. رویکرد ۲. تمرکز ۳. فناوری ۴. کارایی ۵. مدیریت منابع انسانی ۶. فناوری اطلاعات ۷. سطح سازمان دهی	۴۹ شاخص
[۵]	مدل مفهومی نت الکترونیکی کرسپو مارکز	۵ سطح CMM	۱. راهبرد ۲. سازمان ۳. فرایند های کسب و کار ۴. معماری داده و خدمات ۵. زیر ساخت فناوری اطلاعات	وابسته به کاربر
[۱۵]	مدل بلوغ نگهداری و تعمیرات ماکچی و فوماگالی	۵ سطح CMM	۱. فناوری ۲. مدیریت ۳. سازمان	۱۰ بعد و ۴۴ شاخص
[۱۶]	مدل بلوغ نرم افزار نگهداری و تعمیرات (SMMM)	۳ سطح	۱. مدیریت فرایند نت ۲. مدیریت تقاضا نت ۳. مهندسی تکامل نرم افزار و پشتیبانی ۴. مهندسی تکامل نرم افزار	۱۸ فرایند کلیدی و ۷۴ شاخص
[۱۷]	مدیریت نگهداری و تعمیرات بر اساس سطح بلوغ سازمان	شبکه بلوغ کراسبی	۱. راهبرد نت ۲. شاخصه های کلیدی عملکردی ۳. فرهنگ و شایستگی های فنی ۴. سیستم داده نت ۵. روش های مدیریت	۱۵ شاخص
[۱۸]	شبکه بلوغ نگهداری و تعمیرات کمبل (MMG)	۶ سطح	۱. راهبرد ۲. منابع انسانی ۳. مدیریت جریان کار ۴. مراقبت های پایه ۵. مدیریت مواد و قطعات ۶. مدیریت عملکرد ۷. سیستم های پشتیبان ۸. کار تیمی ۹. رویکردهای دارایی ۱۰. بهینه سازی فرایند	۱۰۰ شاخص
[۱۹]	کارت امتیازی نگهداری و تعمیرات یکپارچه	بر اساس چهار منظر از امتیاز کارت متوازن	۱. چشم انداز مالی ۲. چشم انداز مشتری ۳. چشم انداز فرایندهای داخلی ۴. چشم انداز رشد و یادگیری	بر اساس چهار منظر تعریف شده از امتیاز کارت متوازن
[۲۰]	مدل بلوغ نگهداری و تعمیرات دارایی (AMMM)	۵ سطح CMM	۱. راهبرد ۲. فناوری	۲۰ شاخص
[۲۱]	مدل بلوغ مدیریت نگهداری و تعمیرات (M۴)	۴ سطح مبتنی بر پرسشنامه	۱. سازمان و فرایندها ۲. راهبرد و خط مشی ۳. سیستم اطلاعاتی ۴. معماری داده ۵. کارایی و عملکرد	بر اساس ۴۹ سؤال ارزیابی پیشنهادی



مرجع	مدل بلوغ	مراحل و نوع بلوغ	ابعاد	شاخصه‌ای ارزیابی عملکرد
[۲۲]	مدل ارزیابی قابلیت های سازمان های نگهداری و تعمیرات نرم افزارهای هواشناسی نظامی	۴ سطح	۱. سیستم ۲. نرم افزار ۳. هزینه	۱۶ زیر مجموعه
[۲۳]	مدل مفهومی ارزیابی تأثیر نت مبتنی بر شرایط در نت نظامی	۳ سطح شبکه بلوغ کراسبی	۱. محیط فنی ۲. محیط نظامی ۳. محیط اجتماعی و فرهنگی ۴. محیط فیزیکی	
[۲۴]	مدل ارزیابی سیستم نت سازمان دفاعی ایالات متحده - جکسون و همکاران	۴ سطح	۱. قابلیت اطمینان ۲. دسترس پذیری ۳. قابلیت تعمیر پذیری	

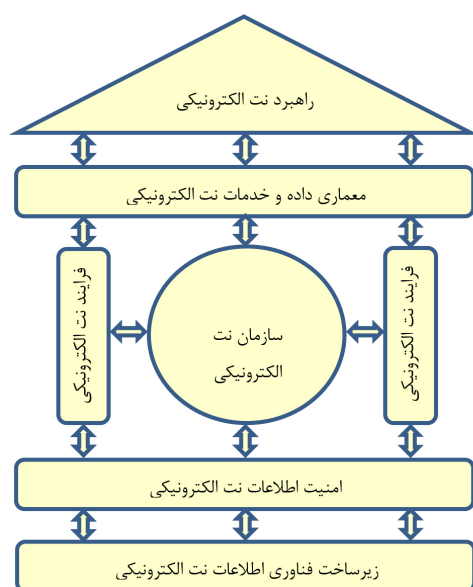
با توجه به جدول ۳ مدل های بلوغ نت و نت الکترونیکی و ابعاد آن ها، ابعاد استراتژی و فرایند های نت و فناوری اطلاعات از اهمیت بیشتری برخوردار بودند؛ و در مرحله بعدی ابعاد سازمان، معماری خدمات و داده و شاخصه ای کلیدی عملکردی از اهمیت بالایی برخوردار می باشند. در بین این ابعاد، بعد راهبرد بیشترین استفاده در مدل های بلوغ را داشته است. در بررسی مدل های بلوغ بیش از ۶۰ درصد از مدل های بلوغ برای سطح بندی مدل بلوغ از مدل بلوغ قابلیت (CMM) و مدل بلوغ قابلیت یکپارچه (CMMI) استفاده شده است.

در این بخش ما شاهد مدل های ارزیابی بلوغ در زمینه معماری سازمانی، فناوری اطلاعات، معماری خدمات محور و نگهداری و تعمیرات بودیم که حتی عمدتاً این مدل-های ارزیابی بلوغ، از نقشه راه و یا مدل تعالی استخراج می شدند که برای رساندن سازمان به بلوغ کامل تهیه شده اند. در مدل های ارزیابی بلوغ، در زمینه مدل بلوغ نت الکترونیکی، به طور مشخص مدل بلوغی مشاهده نمی شود و اگر ارزیابی در مقالات مرتبط با نگهداری و تعمیرات الکترونیکی باشد بیشتر از جنس مقایسه ای یا ارزیابی از جهت اقتصادی نسبت به دیگر راهبردها و یا برنامه ها و طرح های نگهداری و تعمیرات است و یا اینکه در زمینه مدل ایجاد نت الکترونیکی - مدل مفهومی نت الکترونیکی کرسپو مارکز- است بنابراین وجود مدلی برای ارزیابی بلوغ نگهداری و تعمیرات الکترونیکی لازم است.

۲-۲- چارچوب پیشنهادی مدل ارزیابی بلوغ نت الکترونیکی

سطوح بلوغ چارچوب ارزیابی بلوغ سیستم نگهداری و تعمیرات الکترونیکی پیشنهادی، مانند سایر چارچوب های ذکر شده در ادبیات برگرفته از مدل بلوغ قابلیت (CMM) است. با توجه به بررسی مدل های بلوغ و نتیجه گیری فصل دوم، ابعادی که از نظر فراوانی، در بیش از ۳۰ درصد از مدل های بلوغ قرار داشتند و همچنین علاوه بر فراوانی، ابعادی که از نظر محتوا با موضوع نگهداری و تعمیرات الکترونیکی مرتبط هستند را برای ابعاد و شاخصه ای مدل بلوغ نت الکترونیکی پیشنهادی، انتخاب می کنیم. همچنین به علت وجود اهمیت بالای امنیت اطلاعات و اشارات امنیت اطلاعات در پلتفرم های نت الکترونیکی موجود که در سازمان های دفاعی مورد استفاده قرار گرفتند، از شاخص امنیت اطلاعات هم در مدل بلوغ نت الکترونیکی استفاده می کنیم. بنابراین شاخص ها و ابعاد مدل ارزیابی بلوغ سیستم نت الکترونیکی به صورت زیر است و در شکل ۱ چارچوب مفهومی مدل ارزیابی بلوغ سیستم نت الکترونیکی نمایش داده شده است.





شکل ۱. چارچوب مفهومی مدل ارزیابی بلوغ سیستم نت الکترونیکی

۱- راهبرد نت الکترونیکی

۲- فرایندهای نت الکترونیکی

۳- سازمان نت الکترونیکی

۴- معماری داده و خدمات نت الکترونیکی

۵- زیرساخت فناوری اطلاعات نت الکترونیکی

۶- امنیت اطلاعات نت الکترونیکی

۲-۲-۱- راهبرد نگهداری و تعمیرات الکترونیکی

چشم‌انداز راهبردی نگهداری و تعمیرات الکترونیکی شامل تعیین تصمیم‌گیری‌های راهبردی نگهداری و تعمیرات الکترونیکی در انطباق با قوانین تصمیم‌گیری راهبردی شرکت (محور راهبردی) است. همچنین اهداف ذاتی تمام فرایندهای نگهداری و تعمیرات الکترونیکی متصل شده با فرایندهای سازمانی را تعریف می‌کند.

۲-۲-۲- فرایندهای نگهداری و تعمیرات الکترونیکی

فرآیند نت الکترونیکی یک زنجیره ارزش است که یک دارایی یا خدمات نگهداری و تعمیرات الکترونیکی را برای یک کاربر داخلی یا خارجی سازمان فراهم می‌کند. یک فرآیند نت الکترونیکی معمولاً زمانی آغاز می‌شود که یک پیام درخواست، دریافت می‌کند، سپس آن را اجرا می‌کند تا تولید یک پیام خروجی یا جریان که مقصد آن کاربر این فرآیند نت الکترونیکی است. یک فرآیند نگهداری و تعمیرات الکترونیکی توصیف آن چیزی است که یک سازمان برای حمایت از تصمیم‌گیری راهبردی نگهداری و تعمیرات الکترونیکی خود انجام می‌دهد، است.

۲-۲-۳- سازمان نگهداری و تعمیرات الکترونیکی

تعریف سازمان نت الکترونیکی شامل تخصیص فعالیت‌ها (و رویه‌ها و عملیات مربوط به نت الکترونیکی) به ارگان‌ها، افراد و کارکنان نت الکترونیکی سازمان است که این فعالیت‌ها را در یک مکان خاص انجام می‌دهند و از یکپارچگی فرایندهای نت الکترونیکی حمایت می‌کند.

۲-۲-۴- معماری داده و خدمات نت الکترونیکی

بخش عظیمی از ادبیات نگهداری و تعمیرات الکترونیکی بر توسعه و کاربرد برنامه‌های کاربردی فناوری اطلاعات و ارتباطات در سیستم‌های نگهداری و تعمیرات تمرکز دارد. معماری داده و خدمات نت الکترونیکی از طریق افزایش امکان استفاده از داده‌ها از منابع متعدد و از انواع مختلف داده، به پردازش حجم بیشتری از داده، استدلال و تصمیم پیشرفته و اجرای فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات مشارکتی کمک می‌کند.

۲-۲-۵- زیرساخت فناوری اطلاعات نت الکترونیکی

زیرساخت فناوری اطلاعات نت الکترونیکی شامل مجموعه‌ای از اجزای خاص (سخت‌افزار، نرم‌افزار، ترکیبی) است که



از هر عملیاتی که نیاز به اجرای مناسب دارد پشتیبانی می کند. این ابزار فناوری اطلاعات را برای اجرای برنامه ها و برای برقراری ارتباط بین این برنامه ها با توجه به توزیع آن ها در مکان های سازمان، فراهم می کند؛ بنابراین زیرساخت فناوری اطلاعات تمام منابع (به عنوان مثال برنامه ها، خدمات) مورد نیاز برای اجرای تمام عملیات شناسایی شده در نت الکترونیکی سازمان تعریف شده است.

۲-۶- امنیت اطلاعات نت الکترونیکی

امنیت اطلاعات یعنی حفاظت اطلاعات و سیستم های اطلاعاتی از فعالیت های غیرمجاز. این فعالیت ها عبارت اند از دسترسی، استفاده، افشاء، خواندن، نسخه برداری یا ضبط، خراب کردن، تغییر، دست کاری. موارد چهارگانه حفظ محرمانگی، یکپارچه بودن، دسترس پذیری و کنترل دسترسی از مفاهیم اصلی امنیت اطلاعات است.

۲-۳- سطوح مدل بلوغ سیستم نت الکترونیکی

با توجه به بررسی مقالات و مدل های بلوغ، بیش از ۶۰ درصد از این مدل های بلوغ برای سطح بندی مدل مطبوع خود از مدل های بلوغ قابلیت (CMM) و مدل بلوغ قابلیت یکپارچه (CMMI) استفاده کردند؛ بنابراین در این پژوهش هم برای مشخص کردن سطوح بلوغ مدل مطبوع خود از CMMI تأثیر و الهام می گیریم.

مدل CMMI بلوغ سازمان ها را در ۵ سطح تعریف می کند. سازمان هایی که این مدل را می پذیرند هدفشان افزایش سطوح بلوغ سازمان است. CMMI به ما کمک می کند تا به سؤالات زیر پاسخ دهیم:

چگونه متوجه شویم که در چه چیزی توانمند هستیم؟

چگونه متوجه شویم که آیا در حال بهبود هستیم یا خیر؟

چگونه متوجه شویم که آیا فرآیندهایی که در حال استفاده هستیم کارایی لازم را دارند یا خیر؟

با توجه به تعاریف و استاندارد های سطوح مدل CMMI، سطوح بلوغ مدل ارزیابی بلوغ سیستم نت الکترونیکی را طبق جدول ۴ مشخص کردیم.

جدول ۴- سطوح مدل بلوغ ارزیابی سیستم نت الکترونیکی بر اساس CMMI

سطح بلوغ	تشریح
سطح صفر: نبود سیستم نت الکترونیکی	هیچ فرایند نت الکترونیکی در سیستم نت وجود ندارد. سازمان تمایلی برای اجرای نت سیستم نت الکترونیکی ندارد. هیچ زیرساخت فناوری اطلاعات مرتبط با سیستم نت الکترونیکی در سازمان وجود ندارد
سطح یک: آغاز محدوده نت الکترونیکی	تمایل عمومی برای اجرای سیستم نت الکترونیکی در سازمان وجود دارد. سیاست ها و راهبردهای نت الکترونیکی در سازمان در حال تدوین شدن و یا در مرحله ابتدایی است. فرآیندها استاندارد نشده و کنترل فرایند ها ضعیف است و یا اصلاً کنترلی صورت نمی گیرد. یکپارچگی میان فرایند های نت الکترونیکی و سازمان وجود ندارد سازمان دارای تجربه محدود در نت الکترونیکی بوده و در مرحله یادگیری قرار دارد. معماری و پلتفرمی برای سیستم نت الکترونیکی وجود ندارد. زیرساخت های فناوری اطلاعات و سیستم امنیت اطلاعات در حال تهیه و ایجاد شده هستند.





سطح بلوغ	تشریح
سطح دوم: فرایند متعهد نت الکترونیکی	فرایندها استانداردسازی شده و یکپارچگی محدودی میان فرایندهای نت الکترونیکی و سازمان وجود دارد. کلیه خط مشی ها و سیاست های سیستم نت الکترونیکی رسمیت یافته و تصویب شده است. روندها و فرایندها تا حدی برنامه ریزی شده و کنترل فرایندها محدود است. سازمان می تواند کارهایی را که قبلا در نت الکترونیکی به صورت محدود انجام داده است تکرار کند. مدیریت فرایندهای نت الکترونیکی به دلیل نقص سیستم های سازمانی یا فنی، ضعیف است. آموزش محدود نت الکترونیکی برقرار است. زیرساخت های فناوری اطلاعات برای فرایندها و تجهیزات محدودی نصب شده اند. سیستم امنیت اطلاعات در سازمان نصب شده است.
سطح سوم: نت الکترونیکی ایجاد شده	یکپارچگی میان اکثر فرایندهای نت الکترونیکی و سازمان وجود دارد و مطلوب است. روندها و فرایندها برنامه ریزی شده و کنترل فرایندها به صورت تجزیه و تحلیل نیمه کمی است. سازمان می تواند بگوید چه می کند و چگونه می تواند در مورد آن عمل کند. ساختاری نظام مند برای سیستم آموزش و یادگیری نت الکترونیکی وجود دارد. زیرساخت های فناوری اطلاعات و معماری داده و شبکه نت الکترونیکی برای فرایندها و تجهیزات مهم و حیاتی (بحرانی) و برخی دیگر از تجهیزات در درجه اهمیت بعدی نصب و طراحی شده اند و همه گیر نیست.
سطح چهارم: نت الکترونیکی مدیریت شده	عملکرد فرایندهای نت الکترونیکی اندازه گیری می شود، تجزیه و تحلیل کمی و کیفی انجام می شود. مدیریت فرایند کاملاً کاربردی انجام می گیرد. سازمان می تواند اقدامات خود را در راه فرایند کنترل کند. الزامات را تعیین می کند. یکپارچگی کامل تمامی فرایندهای نت الکترونیکی با فرایندهای سازمان وجود دارد. ادغام ابزارهای نت الکترونیکی و کلیه سیستم های اطلاعاتی سازمان به ضابط تمامی داده های میدانی با دقت و کیفیت مفید. زیرساخت های فناوری اطلاعات برای کلیه فرایندها و تجهیزات سازمان نصب و طراحی شده اند. سیستم امنیت اطلاعات به طور کامل بر تمامی روندهای نت الکترونیکی و سازمان اشراق و تحت کنترل دارد. سیستم آموزش نت الکترونیکی به صورت فراگیر با ابزارهای پیشرفته آموزشی نت الکترونیکی برقرار است. معماری داده و شبکه نت الکترونیکی برای کلیه فرایندها و تجهیزات سازمان به صورت بومی و سفارشی سازی مطلوب سازمان طراحی شده است.
سطح پنجم: نت الکترونیکی بهینه شده	فرایندهای نت الکترونیکی با اطمینان از بهبود مداوم اداره می شود. علل نقص و مشکلات در فرایندها شناسایی شده و اقداماتی را انجام می دهند تا از بروز مشکلات در آینده جلوگیری شود. ارزیابی و بهبود مستمر در سیستم آموزش نت الکترونیکی با در نظر گرفتن نقایص و مشکلات سیستم وجود دارد. زیرساخت های فناوری اطلاعات با توجه به فناوری روز دنیا و در نظر گرفتن نیاز سازمان پیوسته به روزرسانی و بهبود می یابند. سیستم امنیت اطلاعات نت الکترونیکی به صورت بومی مخصوص سازمان وجود دارد و با توجه به تهدیدات به روزرسانی و مقاوم می گردد. سیاست ها و خط مشی های سازمان در نت الکترونیکی پیوسته در حال شناسایی ضعف ها و بهبود مستمر می باشند.

۳- روش شناسی تحقیق

از منظر هدف تحقیق، این پژوهش یک پژوهش توسعه ای است. پژوهش حاضر از نظر شیوه گردآوری داده ها، روش توصیفی - پیمایشی است که با استفاده از فن پرسشنامه دنبال می گردد. به منظور دستیابی به نتایج مورد نظر و انجام شایسته تحقیق از روش های متنوعی استفاده شده است. روش های گردآوری داده ها در این تحقیق را می توان بر اساس روش کتابخانه ای و تهیه پرسشنامه دانست.

جهت نگارش و تدوین مبانی نظری تحقیق، تعاریف، مفاهیم، مدل مفهومی و استخراج معیارهای ارزیابی بلوغ نت الکترونیکی از مطالعات و بررسی کتابخانه ای استفاده شده است که شامل کتب، مقالات، پایان نامه ها و سایت های معتبر در این زمینه است.



۳-۱- جامعه آماری

جامعه هدف موردتحقیق در این پژوهش واحد های نگهداری و تعمیرات سازمان های دفاعی ایران است و جامعه آماری تحقیق بخش نگهداری و تعمیرات یکی از سازمان های دفاعی است. جامعه آماری موردنظر از ۴۰ نفر تشکیل شده است؛ که اکثریت با سطح تحصیلات کارشناسی، بیش از ۱۵ سال سابقه فعالیت در زمینه نگهداری و تعمیرات می باشند. شاخصه ای داشتن ۱۰ سابقه مدیریتی و سرپرستی و فعال در نگهداری و تعمیرات و علاقه مند برای مشارکت در پیشرفت این پژوهش، برای نمونه گیری استفاده شده است که همه افراد جامعه هدف دارای این ویژگی ها بودند؛ بنابراین برای نمونه گیری به صورت تصادفی و با توجه به جدول جرسی مورگان و جامعه هدف ۴۰ نفری، ۳۶ نفر از متخصصان و مدیران نت سازمان دفاعی موردنظر برای جمع آوری داده و تکمیل پرسشنامه طیف لیکرت انتخاب گردیدند.

درنهایت از ۳۶ پرسشنامه توزیع شده همگی معتبر شناخته شدند و اکثر پاسخ دهندگان دارای مدرک کارشناسی و بیش از ۱۵ سال سابقه فعالیت در حوزه نت بودند و اکثریت از مدیران و سرپرستان ستادی نت سازمان دفاعی مربوطه بودند.

۳-۲- روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

پس از بررسی مدل های بلوغ و شناسایی ابعاد و شاخصه ای مفید در ابتدا روایی محتوایی آن با پرسشنامه روایی محتوایی و فرمول لاوشه اندازه گیری می شود و شاخصه ای مناسب و ضروری از نظر ۸ تن خبره دانشی آشنا به مباحث نت موردقبول واقع گردیدند. سپس شاخص هایی که در روایی محتوایی مناسب تشخیص داده شده بودند، در یک طیف پنج تایی لیکرت مورد قضاوت خبرگان قرار دادیم و اهمیت وجود آن ها در مدل به آزمون گذاشتیم. سپس برای هر کدام یک از شاخص ها، میانگین نمرات شاخص ها را محاسبه کرده و بزرگ تر از ۳٫۸ را برای وجود در مدل نهایی قبول کردیم. جدول ۵ نمونه ای از پرسشنامه روایی محتوا و طیف لیکرت پژوهش را نشان می دهد.

برای وزن دهی به شاخص ها، میانگین نمرات شاخص هایی که موردقبول واقع شدند را نسبت به مجموع نمرات شاخصه ای هم گروه خود که یک خصیصه خاص را اندازه گیری می کنند و موردقبول واقع گردیدند را اندازه گیری کردیم. درنهایت به تمام شاخص ها وزن نرمال شده اختصاص داده شد.

درنهایت مطابق مدل بلوغ قابلیت نت الکترونیکی جدول ۴، چک لیست ارزیابی تهیه شده و امتیاز کسب شده در اوزان به دست آمده ضرب می شوند و مطابق نسبت های طبقه بندی شده مشخص می شود که سازمان در هر یک از ابعاد مدل بلوغ نت الکترونیکی در چه سطح بلوغی قرار دارد.

جدول ۵- نمونه پرسشنامه روایی محتوایی و پرسشنامه طیف لیکرت

ردیف	عنوان پرسش	روایی محتوایی			پاسخ			
		مناسب و ضروری	مناسب ولی غیرضروری	غیرضروری	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم
	شاخص							

۳-۳- روایی پرسشنامه

ابزاری که برای جمع آوری داده ها مورداستفاده قرار می گیرند، در مرحله اول باید از روایی یا اعتبار (Validity) برخوردار باشند. روایی بدین معناست که روش یا ابزار به کاررفته تا چه حد می تواند خصوصیت موردنظر را درست اندازه گیری کند. در این پژوهش از روایی محتوا، روایی همگرا و روایی افتراقی (واگرا) استفاده شده است که در ادامه به آن ها می پردازیم.





۳-۳-۱- روایی محتوایی

روایی محتوایی به این مطلب اشاره می کند که نمونه سؤال های مورد استفاده در یک آزمون تا چه حد معرف کل جامعه سؤال های ممکن است که می توان از محتوا یا موضوع مورد نظر تهیه کرد. هر چه آزمون از این لحاظ بهتر باشد، دارای روایی بیشتری است. برای تعیین روایی محتوایی یک پرسشنامه از قضاوت متخصصان و بررسی میزان پوشش و تناسب سؤالات با اهداف موضوع تحقیق استفاده می شود در این باره که سؤال های تحقیق تا چه میزانی معرف محتوا و هدف های تحقیق هستند.

در این مقاله به منظور سنجش روایی محتوایی تحقیق، نمونه پرسشنامه ای تهیه گردید و همچنین نسبت روایی محتوا (CVR) به منظور سنجش روایی محتوایی مورد محاسبه قرار گرفت. نسبت اعتبار محتوا از طریق فرمول ۱ محاسبه می گردد:

$$CVR = \frac{(ne - \frac{N}{2})}{\frac{N}{2}}$$

CVR: نسبت اعتبار محتوا

ne: تعداد خبرگانی که شاخص مورد نظر را سودمند و ضروری دانستند.

N: تعداد کل خبرگان

حداقل امتیاز قابل قبول به ازای تعداد خبرگان، متفاوت است. در جدول ۶، حداقل امتیاز لازم به ازای تعداد خبرگان ارائه شده است.

جدول ۶- حداقل امتیازات به ازای محاسبه CVR

تعداد خبرگان	حداقل مورد قبول	تعداد خبرگان	حداقل مورد قبول
۵	۰,۹۹	۹	۰,۷۳
۶	۰,۹۹	۱۰	۰,۶۲
۷	۰,۹۹	۱۱	۰,۵۹
۸	۰,۷۸	۱۲	۰,۵۶

در تحقیق حاضر برای روایی محتوایی پرسشنامه و شاخصه ای مدل پیشنهادی از ۸ نفر خبره دانشی استفاده گردید و با توجه به فرمول لاوشه و جدول حداقل امتیازات به ازای محاسبه CVR، شاخص هایی که نمره حداقل ۰,۷۸ را کسب نمایند مورد پذیرش قرار می گیرند و برای پرسشنامه طیف لیکرت مورد استفاده قرار می گیرند. از تعداد ۸۱ شاخص انتخاب شده، ۱۰ شاخص از مجموع شاخص ها حذف می شوند.

۳-۳-۲- روایی همگرا و افتراقی

روایی همگرا میزان ارتباط و همبستگی میان سؤال مربوط به یک حیطه با همان حیطه را در برمی گیرد. روایی افتراقی که بر همبستگی ضعیف بین سؤالات مربوط به یک حیطه با دیگر حیطه ها دلالت دارد. در پژوهش حاضر برای بررسی اعتبار همگرا به دلیل رتبه ای بودن نمرات پرسشنامه در طیف لیکرت از آزمون ضریب همبستگی رتبه ای کندیال استفاده شده است و برای این منظور از نرم افزار SPSS استفاده شده است.



مقدار ضریب همبستگی رتبه‌ای کندال بین منفی و مثبت یک، متغیر است. به بیان دیگر عدد ۱ ارتباط کامل و صفر نبود ارتباط را نشان می‌دهد. مقادیر بالای ۰,۷ نشان‌دهنده ارتباط قوی، مقادیر بین ۰,۳ تا ۰,۷ متوسط و مقادیر بین ۰,۱ تا ۰,۳ ضعیف ارزیابی می‌شوند. تمامی نتایج آزمون رتبه‌ای کندال نشان‌دهنده همبستگی بالا بین نمرات آزمون‌هایی است که سازه واحدی را اندازه می‌گیرند، بنابراین آزمون دارای اعتبار همگرا است.

یکی از روش‌های اجرای آزمون واگرایی، آزمون HTMT است. هنسler و همکاران (۲۰۱۵) شاخص جدیدی به نام HTMT برای ارزیابی روایی واگرا ارائه کرده‌اند [۲۵]. شاخص HTMT جایگزین روش قدیمی فورنل-لارکر شده است. امکان محاسبه این معیار در نرم افزار Smart PLS ۳ وجود دارد. فرمول ۲ محاسبه شاخص HTMT را نشان می‌دهد [۲۵]:

رابطه ۲-

$$HTMT_{ij} = \frac{1}{K_i K_j} \sum_{g=1}^{K_i} \sum_{h=1}^{K_j} r_{ig,jh} \div \left(\frac{2}{K_i(K_i-1)} * \sum_{g=1}^{K_i-1} \sum_{h=g+1}^{K_i} r_{ig,ih} * \frac{2}{K_j(K_j-1)} * \sum_{g=1}^{K_j-1} \sum_{h=g+1}^{K_j} r_{ig,jh} \right)^{\frac{1}{2}}$$

حد مجاز معیار HTMT میزان ۰,۸۵ تا ۰,۹ است. اگر مقادیر این معیار کمتر از ۰,۹ باشد روایی واگرا قابل قبول است. در پژوهش حاضر آزمون واگرایی HTMT در نرم افزار Smart PLS ۳ اجرا شد و تمامی متغیرها از ۰,۹ کمتر بودند و قابل قبول می‌باشند. در نتیجه پرسشنامه پژوهش دارای روایی واگرا هم است.

۳-۴- پایایی

پایایی یک وسیله اندازه‌گیری عمدتاً به دقت نتایج حاصل از آن اشاره می‌کند. پایایی به دقت، اعتمادپذیری، ثبات، با تکرارپذیری نتایج آزمون اشاره می‌کند. عبارت است از همسانی ابزار در اندازه‌گیری آنچه اندازه می‌گیرد. روش پایایی آلفای کرونباخ معمول‌ترین ضریب پایایی ثبات داخلی است که در بیشتر مطالعات از آن استفاده می‌شود و معرف میزان تناسب گروهی از آیتم‌هایی است که یک سازه را می‌سنجند. بدین صورت با ۷۱ شاخص آلفا کرونباخ کل آزمون برابر ۰,۹۴۶ است که بیانگر پایا بودن کل آزمون و پرسشنامه است. همچنین ضریب آلفای کرونباخ هر دسته از شاخص‌ها و ابعاد به تفکیک محاسبه شده و همگی بالای ۰,۷ می‌باشند در نتیجه آزمون پایا است.

۴- یافته‌ها و تجزیه و تحلیل داده‌ها

۴-۱- یافته‌های تحقیق

همان‌طور که پیش از این نیز اشاره گردید، نمونه‌ی آماری این تحقیق ۳۶ نفر از خبرگان آگاه به موضوع نگهداری و تعمیرات که اکثریت مدرک کارشناسی برخوردار بودند، تشکیل می‌شود.

اطلاعات مربوط به سن، مدرک تحصیلی و سابقه کاری آن‌ها در جدول ۷ ارائه گردید.





جدول ۷- ویژگی های جمعیت شناختی جامعه

سن			
سن	فراوانی	درصد فراوانی	تجمعی
تا ۳۰ سال	۳	%۸,۳۳	%۸,۳۳
از ۳۱ تا ۴۰ سال	۱۵	%۴۱,۶۷	%۵۰
از ۴۱ تا ۵۰ سال	۱۴	%۳۸,۸۹	%۸۸,۹
۵۰ سال به بالا	۴	%۱۱,۱۱	%۱۰۰
میزان تحصیلات			
میزان تحصیلات	فراوانی	درصد فراوانی	تجمعی
کارشناسی	۲۶	%۷۲,۲۲	%۷۲,۲۲
کارشناسی ارشد	۸	%۲۲,۲۲	%۹۴,۴۴
دکتر	۲	%۵,۵۶	%۱۰۰
سابقه فعالیت نت			
میزان سابقه کاری	فراوانی	درصد فراوانی	تجمعی
۱۰-۵	۱	%۲,۸	%۲,۸
۱۵-۱۰	۵	%۱۳,۸	%۱۶,۶
۲۰-۱۵	۲۰	%۵۵,۵	%۷۲,۱
۲۵-۲۰	۷	%۱۹,۵	%۹۱,۶
۳۰-۲۵	۳	%۸,۴	%۱۰۰

۲-۴- تعیین شاخصه ای مناسب و پایدار

در ابتدا با استفاده از پرسشنامه روایی محتوایی و احصا نظرات خبرگان دانشی ۱۰ شاخص از مجموع شاخصه ای برگزیده از مدل ها و مقالات علمی حذف و غیرضروری تشخیص داده شده اند. در مرحله بعدی با استفاده از پرسشنامه طیف لیکرت شاخص هایی که میانگین نمرات آن ها از ۳,۸ کمتر بوده را از مدل پیشنهادی حذف کردیم که نشانگر کم اهمیت تر بودن آن شاخص نسبت به میانگین نمرات قابل قبول احصا شده از خبرگان است. در این مرحله ۳ شاخص دیگر از مدل پیشنهادی حذف شدند. طبق نظر خبرگان از تعداد ۸۱ شاخص پیشنهاد داده شده ۱۳ آن ها شاخصه ای غیرمفید تشخیص داده شده اند و ۶۸ شاخص، دارای صلاحیت و شاخصه ای مفید برای مدل ارزیابی بلوغ سیستم نت الکترونیکی از نظر خبرگان انتخاب شدند.

برای وزن دهی به این شاخص ها از میانگین وزنی استفاده شده است. بدین صورت که مجموع نمرات پاسخگویان را نرمال سازی کرده و میانگین هر کدام از شاخصه ای مربوط به زیر ابعاد و میانگین هر کدام از زیر ابعاد مربوط به ابعاد مدل را محاسبه کردیم.



جدول ۸- شاخصه‌های مفید و مناسب و وزن‌های شاخص‌ها و زیر ابعاد مدل ارزیابی بلوغ سیستم نت الکترونیکی

بعد	زیر ابعاد	وزن زیر ابعاد	شناسه شاخص‌ها	شاخص‌ها	وزن شاخص‌ها
راهبرد نت الکترونیکی	راهبرد نت الکترونیکی	1	1-1	تدوین چشم‌انداز راهبردی نت الکترونیکی	0.150
			۱-۳	تدوین خط‌مشی نت الکترونیکی	0.149
			۱-۴	مدون ساختن اهداف نت الکترونیکی	0.136
			۱-۵	تطابق و یکپارچگی اهداف نت الکترونیکی با اهداف سازمانی	0.145
			۱-۶	همسویی راهبردی فرایندهای سازمان با نت الکترونیکی	0.138
			۱-۷	منعطف بودن راهبرد نت الکترونیکی در مقابل ظهور تجهیزات نو	0.140
			۱-۸	انعطاف در راهبرد نت الکترونیکی در برابر حوادث و پیش‌آمدها	0.142
فرایندهای نت الکترونیکی	طرح‌ریزی و برنامه‌ریزی نت الکترونیکی	0.227	۲-۱-۱	فاصله زمانی دوره‌های جلسه زمان‌بندی و برنامه‌ریزی نت	0.330
			2-1-2	تأثیر برنامه‌ریزی در کاهش درصد انباشتنی حکم کارهای نت الکترونیکی	0.312
			۲-۱-۳	درصد ارتقا انطباق زمان پیش‌بینی بازمان واقعی	0.359
	مدیریت حکم کار نت الکترونیکی	0.23	۲-۲-۱	درصد نفر ساعت حکم کارهای الکترونیکی در حکم کارهای نت صادر شده	0.325
			۲-۲-۳	درصد حکم کارهای صادر شده در نت الکترونیکی نسبت به کل حکم کارهای نت	0.349
			۲-۲-۴	درصد وقوع حکم کارهای ضروری در سیستم نت الکترونیکی	0.327
	مدیریت دانش نت الکترونیکی	0.116	۲-۳-۱	یکپارچگی و الکترونیکی بودن سیستم مدیریت اسناد نت	0.511
			۲-۳-۳	سطح دسترسی به سیستم مدیریت دانش در کارکنان در سیستم نت الکترونیکی	0.489
	سیستم موجودی نت الکترونیکی	0.188	۲-۴-۱	وجود سیستم برخط موجودی با سیستم نت الکترونیکی	0.269
			2-4-2	میزان هماهنگی و یکپارچگی میان خریدهای انبار و برنامه‌ریزی نت الکترونیکی	0.267
			۲-۴-۴	وجود بخش تجهیزات پشتیبان نت الکترونیکی در سیستم موجودی سازمان	0.229
			۲-۴-۵	وجود کافی و مناسب (سیستم افزونگی Redundancy) اقلام تجهیزات پشتیبان نت الکترونیکی در سیستم موجودی	0.235
	بهبود مستمر و سیستم ارزیابی فرایند نت الکترونیکی	0.239	۲-۵-۱	میزان پشتیبانی مدیریت از بهبود مستمر نت الکترونیکی	0.348
			2-5-2	وجود سیستم ارزیابی برخط و یا لحظه‌به‌لحظه نت الکترونیکی	0.344
			۲-۵-۳	انجام مستمر ارزیابی ضعف‌ها و نقص‌های سیستم و فرایندهای نت الکترونیکی	0.308
نیروی انسانی نت الکترونیکی	نیروی انسانی نت الکترونیکی	0.224	۳-۱-۳	تخصیص وظایف و فرایندهای نت الکترونیکی	0.349
			۳-۱-۴	نسبت تعداد سرپرستان نت الکترونیکی به کارکنان اجرایی	0.324
			۳-۱-۶	نگرش مثبت کارکنان نت نسبت به نت الکترونیکی	0.327



0.202	آموزش برنامه ریزان نت الکترونیکی	۳-۲-۲	0.25	آموزش و یادگیری نت الکترونیکی	معماری داده و خدمات نت الکترونیکی
0.175	فاصله زمانی آموزش ها	۳-۲-۴			
0.206	میزان استفاده از تجهیزات و نرم افزارهای آموزش مجازی در آموزش نت الکترونیکی به کارکنان نت	۳-۲-۵			
0.202	میزان استفاده از تجهیزات و فناوری واقعیت مجازی و واقعیت افزوده در آموزش	۳-۲-۶			
0.341	درک و آگاهی کارکنان نت به اهداف نت الکترونیکی	۳-۳-۱	0.526	فرهنگ سازمانی نت الکترونیکی	
0.322	جو مثبت نسبت به نت الکترونیکی در مدیران ارشد سازمان	۳-۳-۲			
0.337	میزان رضایت کارکنان نت از اجرای نت الکترونیکی	3-3-3			
0.500	وجود طراحی مدبرانه و بومی نت الکترونیکی	۴-۱-۱	0.211	معماری نت الکترونیکی	
0.500	درصد میزان استفاده سازمان نت از معماری داده نت الکترونیکی	۴-۱-۲			
0.239	طراحی سیستم گزارش دهی هوشمند	۴-۲-۱	0.216	سیستم گزارش دهی نت الکترونیکی	
0.248	درصد کارکنان فنی نت در سیستم گزارش دهی	۴-۲-۲			
0.264	برخط و بروز بودن سیستم گزارش دهی	۴-۲-۳			
0.250	میزان دسترسی کارکنان نت به گزارش های نت الکترونیکی متناسب با نیازهای سیستم	۴-۲-۴			
0.254	وجود عامل تعیین کننده مبتنی برپایش وضعیت آنلاین در تعداد بازرسی های نت پیشگیرانه و پیش گویناه	۴-۳-۱	0.165	نت پیشگیرانه و پیش گویناه در نت الکترونیکی	
0.257	درصد استفاده از سیگنال خطا (Fault) تجهیزات در برنامه ریزی نت الکترونیکی	۴-۳-۲			
0.241	در صد کامل شدن برنامه های نت پیشگیرانه و پیش گویناه در تاریخ مقرر	۴-۳-۳			
0.262	درصد استفاده از امکانات اینترنت اشیا در برنامه ریزی نت الکترونیکی	۴-۴-۱	0.196	اینترنت اشیا در نت الکترونیکی	
0.244	درصد استفاده از واقعیت افزوده در تعمیرات تجهیزات	۴-۴-۳			
0.255	درصد استفاده از اینترنت اشیا در ثبت سوابق و اطلاعات تجهیزات	4-4-4			
0.239	درصد استفاده از اینترنت اشیا در بازرسی و نظارت	۴-۴-۵			
0.246	درصد استفاده تجهیزات نظارت الکترونیکی در تجهیزات بحرانی	۴-۵-۱	0.212	نظارت الکترونیکی	
0.245	درصد استفاده تجهیزات نظارت الکترونیکی در کل تجهیزات فنی سازمان	۴-۵-۲			
0.259	میزان آنلاین بودن و یکپارچگی تجهیزات نظارت الکترونیکی (لحظه به لحظه یا بروز رسانی پیوسته بافاصله زمانی)	۴-۵-۳			
0.250	درصد تجهیزات با امکان نگهداری و تعمیرات از راه دور	4-5-4			
0.361	وجود طراحی شبکه داخلی نت الکترونیکی	۵-۱-۱	0.344	زیرساخت های عملیات ارتباطی	زیرساخت فناوری
0.336	درصد استفاده از شبکه های سیمی برای ارتباط تجهیزات در برنامه ریزی نت	۵-۱-۲			



0.303	درصد استفاده از شبکه‌های بی‌سیم برای ارتباط تجهیزات در برنامه‌ریزی نت	۵-۱-۳		
0.231	درصد استفاده از حسگرها در جمع‌آوری داده	۵-۲-۱		
0.238	درصد استفاده از حسگرها در تجهیزات بحرانی	۵-۲-۲		
0.260	درصد استفاده از سیستم‌های خبره در پردازش خطاها و خرابی‌ها	۵-۲-۳	0.271	زیرساخت‌های عملیات پردازش و ذخیره‌سازی
0.272	وجود سیستم پشتیبان گیری از سیستم نت الکترونیکی	5-2-5		
0.144	یکپارچگی میان CMMS و فرایندهای نت الکترونیکی	۵-۳-۱		
0.138	درصد استفاده بخش‌های اجرایی نت الکترونیکی از CMMS	۵-۳-۲		
0.149	میزان بروز و برخط بودن فرایندهای نت در CMMS	۵-۳-۳		
0.137	درصد حکم کارهای آنلاین و خودکار CMMS	۵-۳-۴	0.385	سیستم مدیریت کامپیوتری نت
0.142	درصد برنامه‌ریزی و زمان‌بندی آنلاین CMMS	5-3-5		
0.141	درصد ثبت و نگهداری سوابق نت الکترونیکی در CMMS	۵-۳-۶		
0.149	میزان هماهنگی انبار و فرایند نت الکترونیکی با CMMS	۵-۳-۷		
0.194	طراحی سیستم امنیت شبکه نت الکترونیکی	۶-۱		
0.187	ایجاد سیستم‌های دیواره آتش نت الکترونیکی	۶-۲		
0.209	تعیین سطح دسترسی به اطلاعات و گزارش‌های نت الکترونیکی	۶-۳	1	امنیت اطلاعات نت الکترونیکی
0.201	تعیین مسئول حفاظت اطلاعات نت الکترونیکی	۶-۴		
0.209	تعیین سطح دسترسی به اسناد و سوابق نت الکترونیکی	۶-۵		

مبیت اطلاعات نت الکترونیکی

و همچنین شاخص‌هایی که از مجموع شاخصه‌ای مدل پیشنهادی ارزیابی بلوغ نت الکترونیکی حذف گردیدند در جدول ۹ با علت و دلیل رد این شاخص‌ها نشان داده شده است.

جدول ۹- شاخصه‌ای حذف شده از مدل پیشنهادی ارزیابی بلوغ نت الکترونیکی

شماره	نام شاخص	دلیل حذف و رد شاخص
۲-۱	نوع برنامه ریزی راهبردی از نظر مدت زمان	روایی محتوایی
۲-۲-۲	درصد انباشتگی حکم کارهای الکترونیکی نسبت به حکم کارهای الکترونیکی صادر شده	روایی محتوایی
۲-۳-۲	تعداد مستندات الکترونیکی موجود در سیستم نت	روایی محتوایی
۴-۳-۲	خبرگی کارکنان سازمان در مدیریت دانش سیستم نت الکترونیکی	روایی محتوایی
۳-۴-۲	میزان آگاهی و شناخت از نت الکترونیکی کارکنان سازمان در بخش سیستم موجودی	روایی محتوایی
۱-۱-۳	تدوین نمودار سازمانی نت الکترونیکی	روایی محتوایی
۲-۱-۳	تعریف شرح شغل نت الکترونیکی برای کارکنان	روایی محتوایی
۵-۱-۳	نسبت تعداد برنامه ریزان نت الکترونیکی به کارکنان اجرایی	روایی محتوایی



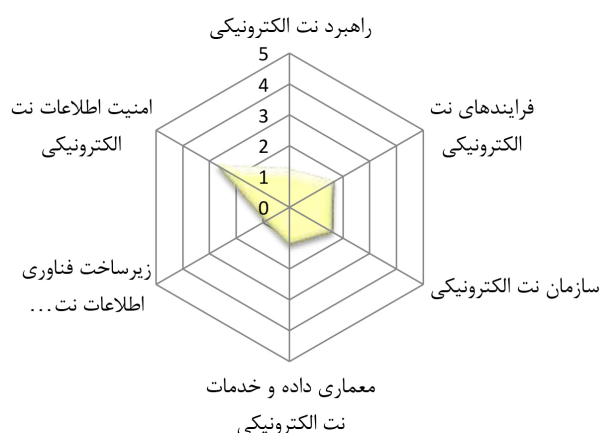


شماره	نام شاخص	دلیل حذف و رد شاخص
۷-۲-۳	سطح کیفی مدرسین آموزش های مربوط به نت الکترونیکی	روایی محتوایی
۴-۲-۵	طراحی و استفاده از پایگاه داده نت الکترونیکی	روایی محتوایی
۲-۴-۴	درصد استفاده از واقعیت مجازی در تعمیرات تجهیزات	میانگین نمرات پایین در پرسشنامه طیف لیکرت
۱-۲-۳	وجود آموزش های مربوط به نحوه استفاده و کار با امکانات نظارت نت الکترونیکی	میانگین نمرات پایین در پرسشنامه طیف لیکرت
۳-۲-۳	نوع ساختار آموزش نت الکترونیکی (نظری- تجربی و آزمایشگاهی)	میانگین نمرات پایین در پرسشنامه طیف لیکرت

۲-۴- تجزیه و تحلیل یافته ها

با استفاده از شاخص هایی که مورد تأیید خبرگان قرار گرفتند و همچنین وزن و اهمیت آن شاخص ها، شاخص ها را بر مبنای سطوح پیشنهادی مدل بلوغ ارزیابی سیستم نت الکترونیکی جدول ۴ به صورت چک لیست تهیه کردیم و به جمع آوری اطلاعات وضعیت موجود سازمان دفاعی مورد نظر و امتیازدهی بر مبنای سطوح مدل بلوغ خود به شاخص ها پرداختیم. نتایج این ارزیابی از وضع موجود نت الکترونیکی سازمان دفاعی بدین صورت است که از حداکثر ۳۴۰ امتیاز قابل کسب در مدل ۹۳ امتیاز را به دست آورده است.

برای اینکه بتوانیم سطح بلوغ نت الکترونیکی ابعاد مختلف مدل را بر مبنای وضعیت موجود سازمان دفاعی مورد نظر به خوبی مورد بررسی و مقایسه قرار دهیم، نمودارهایی مانند نمودار عنکبوتی یا رادار به ما کمک خواهد کرد، زیرا به ما این امکان را می دهد که بتوانیم اطلاعات سطوح بلوغ سازمان را در هر یک از ابعاد مختلف مدل، به صورت یکجا و گرافیکی مشاهده کنیم. گفتنی است، اعداد موجود بر محورهای نمودار عنکبوتی نشان دهنده میانگین جواب پاسخ دهندگان و سطح بلوغ نت الکترونیکی سازمان دفاعی در آن ابعاد است. شکل ۲ نمودار عنکبوتی وضعیت موجود سازمان دفاعی را در بلوغ سیستم نت الکترونیکی را نشان می دهد.



شکل ۲. نمودار عنکبوتی وضعیت موجود سازمان دفاعی را در بلوغ سیستم نت الکترونیکی



ارزیابی وضع موجود سیستم نت الکترونیکی سازمان دفاعی موردنظر نشان می دهد اکثریت ابعاد این مدل در سطح یک قرار دارند. بُعد راهبرد نت الکترونیکی امتیاز ۱,۲۹، بُعد فرایند های نت الکترونیکی امتیاز ۱,۶۹، بُعد سازمان نت الکترونیکی امتیاز ۱,۶۵، بُعد معماری داده و خدمات نت الکترونیکی امتیاز ۱,۲۵، بُعد زیرساخت فناوری و اطلاعات نت الکترونیکی امتیاز ۰,۹۲ و بُعد امنیت اطلاعات نت الکترونیکی سازمان دفاعی موردنظر امتیاز ۲,۷۵ را کسب کردند که معرف سطوح آن ها است؛ که از این بین بعد امنیت اطلاعات نت الکترونیکی سازمان دفاعی موردنظر با امتیاز ۲,۷۵، در بین سطح ۲ و ۳ قرار دارد و بالاترین امتیاز را بین ابعاد مدل کسب کرده است و نشان از سطح بلوغ بالاتر سازمان دفاعی در امنیت اطلاعات است. سازمان دفاعی موردنظر برای ارتقا به سطوح بالاتر، در هر یک از ابعاد باید سطح خود را با اقدامات مناسب مرتبط با شاخصه ای مدل بلوغ نت الکترونیکی ارتقا دهد.

در بُعد زیرساخت فناوری اطلاعات نت الکترونیکی اهم تمهیداتی که سازمان دفاعی باید برای ارتقا سطح بلوغ خود انجام دهد به شرح زیر است.

- ایجاد شبکه جامع داخلی نت الکترونیکی متشکل از ارتباطات سیمی و بی سیم انتقال داده ها
- شناسایی حسگرهای متناسب با تجهیزات و یکپارچه و هماهنگ با سیستم نت الکترونیکی جهت جمع آوری داده به صورت آنلاین
- سازمان باید یکپارچگی و هماهنگی سیستم کامپیوتری مدیریت نت را با سیستم نت الکترونیکی افزایش دهد.
- طراحی و ایجاد هوشمند سازی، آنلاین کردن و یکپارچگی CMMS در همه فرایند های سیستم نت الکترونیکی سازمان در نهایت در بُعد امنیت اطلاعات نت الکترونیکی که سازمان دفاعی موردنظر بالاترین سطح بلوغ را در این بُعد داشت اقدامات مهمی جهت بهبود و ارتقا سطح بلوغ در این بعد باید انجام دهد بدین شرح است:
- بررسی ابعاد امنیت اطلاعات و سطح دسترسی افراد به اطلاعات شبکه
- ایجاد بهبود های مستمر در سیستم امنیت شبکه نت الکترونیکی با توجه به تهدیدات
- شناسایی مستمر نقاط ضعف و آسیب پذیر سیستم امنیت اطلاعات شبکه نت الکترونیکی
- تهیه پروتکل امنیت اطلاعات شبکه نت الکترونیکی برای کارکنان نت و فرایند های نت الکترونیکی با توجه و انعطاف نسبت به تهدیدات جدید

۵- نتیجه گیری و پیشنهادها

در دنیای صنعتی امروز توسعه های چشمگیری در زمینه های خودکارسازی، هوشمند سازی، انعطاف پذیری و یکپارچه سازی با حفظ اصل توزیع مشاهده می شود. مبحث فناوری اطلاعات و نقش کلیدی آن در کلیه زمینه های فوق الذکر و سایر زمینه ها انکارناپذیر است. یکی از زمینه های تأثیر گرفته از فناوری اطلاعات، سیستم های نگهداری و تعمیرات الکترونیکی است؛ که پیاده سازی کامل آن از تمامی این زمینه ها حمایت می کند.

ما در این پژوهش مفاهیم موضوع جدید سیستم نت الکترونیکی، مدل های بلوغ فناوری اطلاعات و معماری خدمات محور و مدل های بلوغ نت و نت الکترونیکی را بررسی کردیم و به ۶ ابعاد اصلی مدل از طریق مدل های بلوغ مورد مطالعه و ۶۸ شاخص مناسب از طریق نظر خبرگان دست یافتیم و سطوح مدل بلوغ خود را بر مبنای مدل بلوغ قابلیت بنا نهادیم. از میان این شاخص ها تدوین چشم انداز و خط مشی نت الکترونیکی در بعد راهبردی نت الکترونیکی، بهبود مستمر و سیستم ارزیابی





فرایند نت الکترونیکی در بعد فرایندهای نت الکترونیکی، فرهنگ سازمانی نت الکترونیکی در بعد سازمان نت الکترونیکی، سیستم گزارش دهی نت الکترونیکی در بعد معماری داده و خدمات نت الکترونیکی، سیستم مدیریت کامپیوتری نت در بعد زیرساخت فناوری و اطلاعات نت الکترونیکی و تعیین سطح دسترسی به اسناد و اطلاعات و گزارش های در بعد امنیت اطلاعات نت الکترونیکی بیشترین وزن را به خود اختصاص دادند که نشان می دهد این شاخص ها از میان شاخص های هم گروهی خود در ابعاد موردنظر از اهمیت بالاتری برخوردارند و بیشترین تأثیر را تعیین سطح بلوغ سیستم نت الکترونیکی سازمان دارند.

نتایج ارزیابی از وضع موجود بلوغ سیستم نت الکترونیکی سازمان دفاعی موردنظر نشان می دهد؛ که این سازمان دفاعی در بلوغ نت الکترونیکی به صورت مجموع هر کدام از ابعاد بلوغ آن در سطح یک قرار دارند و سازمان در ابتدای مسیر ایجاد سیستم نت الکترونیکی است. از بین ابعاد مدل، بعد امنیت اطلاعات بالاترین سطح را دارا است و در سطح ۲ و در شرف رسیدن به سطح ۳ بلوغ سیستم نت الکترونیکی است.

با توجه به بررسی های صورت گرفته از ادبیات نت الکترونیکی و مدل های بلوغ و همچنین ارزیابی از وضع موجود بلوغ سیستم نت الکترونیکی سازمان دفاعی، مواردی که پیشنهاد می شود در تحقیقات آینده موردبررسی قرار گیرد شامل موارد زیر است.

- الزامات راهبردی در هنگام انتخاب سیستم های نگهداری و تعمیرات الکترونیکی
- تجزیه و تحلیل ارزش مشارکت نگهداری و تعمیرات الکترونیکی در زنجیره تأمین
- مطالعه مهارت های نیروی انسانی برای کار در یک سیستم نگهداری و تعمیرات الکترونیکی
- تدوین الگوی پیاده سازی سیستم نگهداری و تعمیرات الکترونیکی
- بررسی تأثیر هریک از اجزای فناوری اطلاعات و ارتباطات در نگهداری و تعمیرات الکترونیکی

۶- منابع و مآخذ

۱-۶- فارسی

[۱] محمودی، ج.، موسیخانی، م.، بیرایبی، ه.س.، "ارائه چارچوبی برای ارزیابی بلوغ معماری سازمانی"، فصلنامه علمی-پژوهشی مدیریت فناوری اطلاعات، شماره ۳، ۱۳۸۸.

[۲] استدلال، م.م.، چمنی، م.، سهرابی، م.، خیامی، س.ر.، "بررسی مدل های بلوغ به کارگیری فناوری اطلاعات در سازمان ها"، کنفرانس ملی تجاری سازی، توسعه ملی و علوم مهندسی، ساری، ایران، ۱۳۹۲.

[۳] مانیان، ا.، موسی خانی، م.، زارع میرک آباد، ع.، "ارزیابی بلوغ سازمانی برای هم راستایی استراتژیک فناوری اطلاعات و کسب و کار (مطالعه موردی چندگانة: برید سامانه ی نوین، سیستم های کاربردی کاسپین و سپهر اندیشه ی جوان)"، فصلنامه علمی-پژوهشی مدیریت فناوری اطلاعات، شماره پنجم، ۱۳۹۲.

[۴] پاکپور، ک.، "الگوریتم راهبردی تعالی و مدل ارزیابی بلوغ سازمانی مدیریت سیستم های نگهداری تعمیرات (تحول از تعمیرات اضطراری EM تا تکامل VEAM)"، دهمین کنفرانس ملی نگهداری و تعمیرات ایران، ۲-۱۴، ۱۳۹۴.

۲-۶- انگلیسی

[5] Iung, Benoît, Eric Levrat, Adolfo Crespo Marquez, and Heinz Erbe, "Conceptual framework



for e-Maintenance: Illustration by e-Maintenance technologies and platforms", *Annual Reviews in Control* 33, no. 2: 220-229. (2009).

[6] Becker, Jörg, Ralf Knackstedt, and Jens Pöppelbuß, "Developing maturity models for IT management", *Business & Information Systems Engineering* 1, no. 3: 213-222. (2009).

[7] Nolan, Richard, and William Koot. "Nolan Stages Theory Today: A framework for senior and IT management to manage information technology", *Holland Management Review* 31, no. 1: 1-24. (1992).

[8] Luftman, Jerry, "Assessing business-IT allignment maturity", In *Strategies for information technology governance*, pp. 99-128. (2004).

[9] De Bruin, Tonia, Ronald Freeze, Uday Kaulkarni, and Michael Rosemann, "Understanding the main phases of developing a maturity assessment model", *Australasian Conference on Information Systems (ACIS)*: 8-19. (2005).

[10] Roy, W. Schulte, and V. Natis Yefim, "Service Oriented Architecture", Gartner Group. SSA Research Note SPA-401-068, (1996).

[11] Arsanjani, Ali, and Kerrie Holley, "Increase flexibility with the service integration maturity model (simm)", *IBM developerworks*, (2005).

[12] Hensle, B., and M. Deb, "SOA maturity model-guiding and accelerating SOA success", Oracle Corporation, (2008).

[13] Veger, Maarten, "A stage maturity model for the adoption of an enterprise-wide service-oriented architecture (SMM-SOA): a multicase study research", Master's thesis, University of Twente, (2008).

[14] Welke, Richard, Rudy Hirschheim, and Andrew Schwarz, "Service-oriented architecture maturity", *Computer* 44, no. 2: 61-67, (2011).

[15] Macchi, Marco, Luca Fumagalli, Paolo Rosa, Klodian Farruku, and Matteo Gasparetti, "Maintenance maturity assessment: a method and first empirical results in manufacturing industry", In *Proceedings of MPM Conference*, Lulea, pp. 13-15, (2011).

[16] Paquette, David-Alexandre, Alain April, and Alain Abran, "Assessment results using the software maintenance maturity model (S3M)", In *16th International Workshop on Software Measurement-(IWSM-Metrikom 2006)*, pp. 147-160, (2006).

[17] Oliveira, Marcelo M., Isabel da Silva Lopes, and Danielle Figueiredo, "Maintenance management based on organization maturity level", In *International conference on industrial engineering and operations management*, (2012).

[18] Campbell, John D., James V. Reyes-Picknell, and Hyung Sik Kim, "Uptime: Strategies for excellence in maintenance management", Productivity Press, (2015).

[19] Galar, Diego, Aditya Parida, Uday Kumar, Christer Stenström, and Luis Berges, "Maintenance metrics: a hierarchical model of balanced scorecard", In *2011 IEEE International Conference on*





Quality and Reliability, pp. 67-74, (2011).

[20] Chemweno, Peter Kipruto, Liliane Pintelon, and Adriaan Van Horenbeek, "Asset maintenance maturity model as a structured guide to maintenance process maturity", In 3rd MPMM (Maintenance Performance Measurement and Management) conference, Lappeenranta University of Technology; Finland, pp. 58-70., (2013).

[21] Mehairjan, Ravish PY, Martin van Hattem, Dhiradj Djairam, and Johan J. Smit, "Development and implementation of a maturity model for professionalising maintenance management", In Proceedings of the 10th World Congress on Engineering Asset Management, pp. 415-427, (2016).

[22] Schrank, Michael J., Alicia C. Anderson, Margaret E. Bisignani, and G. W. Boyce, "Assessing the capabilities of military software maintenance organizations", In Proceedings of 14th Digital Avionics Systems Conference, pp. 314-319, (1995).

[23] Gallascha, G. E., K. Ivanovaa, S. Rajeshb, and C. Manningb, "A Conceptual Model for Assessing the Impact of Adopting Condition-Based Maintenance", In Proc. 22nd National Conference of the Australian Operations Research Society, (2013).

[24] Jackson, Yvonne, Peter Tabbagh, Paul Gibson, and Ernest Seglie, "The new Department of Defense (DoD) guide for achieving and assessing RAM", In Annual Reliability and Maintainability Symposium, pp. 1-7, (2005).

[25] Henseler, Jörg, Christian M. Ringle, and Marko Sarstedt, "A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling", Journal of the academy of marketing science 43, no. 1: 115-135, (2015).



Presentation of Maturity Evaluation Model of Defense organizations E- Maintenance System

Massoud Movahedi¹, Saeed Ramezani², Seyed Danial Abolfazli*³

^{1,2} Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Imam Hussein Comprehensive University, Tehran, Iran.

³ M.Sc. Student in Engineering, Logistics and Supply Chain Engineering, Faculty of Engineering, Imam Hussein Comprehensive University, Tehran, Iran.

Received:2019/12/30 Accepted:2020/02/22

Abstract:

Today, information technology has had many benefits in accelerating and facilitating maintenance activities, creating a branch called E-maintenance. Implementation of a E-maintenance system for defense organizations that have problems with the military equipment maintenance, has a major impact on their success or failure on missions and can facilitate and improve the effectiveness of the maintenance. To go beyond traditional maintenance approaches, and to create an e-maintenance framework, one needs to evaluate the state of e-maintenance maturity, to identify its current position in e-maintenance maturity, and to plan for the full maturity of electronic net. Due to the lack of a maturity evaluation model for the e-maintenance system, the aim in this research is to present a maturity evaluation model of the e-maintenance system for defense organizations. By examining the literature of the subject, and related maturity models, and preparing a questionnaire for people's opinions, expert in the field of maintenance, the maturity model was presented in 6 dimensions and 67 indices, and maturity levels were based on CMMI. Finally, on the basis of a checklist extracted from the defined maturity indices and levels, the maturity of a defense organization's e-maintenance system was evaluated.

Keywords: Electronic Maintenance, Maturity Model, Evaluation, Maturity of E- Maintenance.

* Corresponding author mail: : sdabolfazli@ihu.ac.ir



Optimal Maintenance Strategy Using Fuzzy AHP Model

Massoud Mossadegh Khah¹, Mohammad Ismail Golrakhi^{*2}

¹ Associate Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Imam Hussein Comprehensive University, Tehran, Iran.

² M.Sc. Student in Industrial Engineering, Macro Systems, Faculty of Engineering, Imam Hussein Comprehensive University, Tehran, Iran.

Received:2019/12/17 Accepted:2020/02/14

Abstract:

By The growing growth of the industry, and consequently the complexity of the manufacturing process, provided the basis for the evolution of maintenance knowledge. Studies show that in many large industrial companies, maintenance costs are a huge part of operating budgets, while industry owners have accepted the fact that effective maintenance is one It is one of the tools needed to gain competitive advantage and stay competitive in the environment. Maintenance plays an important role in maintaining reliability, availability, product quality, risk reduction, efficiency, security of equipment, so maintenance and strategies have a special place in the industry. This paper examines and determines the optimal strategy for deploying an asset management system and identifies various strategies such as corrective maintenance, preventive maintenance, comprehensive productive maintenance, and reliability-based maintenance., Status-based maintenance and ... and defining two decision scenarios for managers (outsourced and executed by the organization itself) to examine each of their strengths and weaknesses in 15 criteria using fuzzy logic questionnaire. It has been formulated and supplemented by relevant experts and experts based on the results obtained Questionnaires and application of fuzzy AHP model, outsourcing maintenance activities and the use of contingency systems to maintain, schedule maintenance and repairs reform was identified as the optimal strategy.

Keywords: Maintenance strategy, AHP, Fuzzy Logic, Effective maintenance, Reliability, Asset Management System.

** Corresponding author mail: e_meg_2006@yahoo.com*





Developing an Outsourcing Decision Model for Maintenance Activities Based on the Concept of Resistance Economics (Case Study of Azadegan Transport Company)

Seyed Mohammad Seyed-Hosseini¹, Aliasghar Hatamipoor^{2*}

¹ Professor, Faculty of Industrial Engineering, Islamic Azad University, Tehran Branch, Tehran, Iran.

² Instructor and Researcher, Faculty of Defense Science & Engineering, Imam Hussein Officers and Guard Training University, Tehran, Iran.

Received: 2019/12/01 Accepted: 2020/01/20

Abstract:

Using the services available in different organizations, you make use of the international organization, providing consulting services. Internet activities, given access to the island, cannot be reorganized into international organizations and can present you with a competitor and thus become Brazil. Paying attention to the dedicated task and switching specific features as a vehicle, body, sensitive and gravitational imposes a lot of costs on the organization and you can send us many problems as well. Use the best of the most important reasons This is useful, you can use actual services, use specialists on the Internet and use specialists on the Internet, using specialized facilities, access to specialists, feasibility, usability skills, quality, Synchronization using modified methods, and a variety of contractors can use these applications and their applications, applications and scheduling, with good quality, synchronization using modified methods, and Be a variety of contractors. Imagine. This research has come to a conclusion in two phases: At the proposed level, the metrics of outsourcing and the economics of resistance are published with the study of scientific literature and the free consulting firm Advertising Distribution and we offer its basics. Secondly, with the help of empowerment economic criteria, outsourcing criteria using different criteria accessibility techniques (TOPSIS model) are also prioritized. By visiting your site, you can display your information by visiting your site.

Keywords: Outsourcing, Maintenance, Resistance Economics, Free Shipping, TOPSIS Method.

* Corresponding author mail: : hatami_p46@yahoo.com



Identifying and Prioritizing Performance Assessment Criteria for Physical Asset Management in the Defense Industry

Mohammad Moghadasi^{1*}, Fateme Ahmadi², Mansour Moghadasi³,
Mohammadreza Ghasemi⁴

¹ M.A. in Industrial Management, Management & Accounting, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

² M.A. in Accounting, Management and Accounting, science & reserch branch University, Tehran, Iran.

³ Ph.d. Candidate in Accounting, Management and Accounting, Islamic Azad University, Boroujerd, Iran.

⁴ M.A. in Industry- Industry, Ayandegan University, Mazandaran, Iran.

Received:2019/11/06 Accepted:2020/01/10

Abstract:

Purpose: Nowadays, the cost of maintaining and maintaining an equipment over time can be much higher than the cost of buying it. As a result, decisions on how to plan and maintain maintenance activities can have a significant impact on the total cost of a physical asset's lifespan. The main purpose of this study is to provide a framework for measuring the causal relationships of performance management system maintenance criteria with physical asset management approach in defense industries.

Methodology: In order to achieve the goals and answer the research questions, this research was conducted in two steps. In the first step, by studying the scientific literature and obtaining expert opinion on maintenance issues, physical asset management was identified based on the extracted main dimensions and based on the preparation of the first questionnaire. After collecting expert opinions, 11 main criteria of localization were selected and selected. In the second step, the interpretive structural method was used to influence the factors of these criteria.

Results: The results indicate that in the defense industry, among the identified variables, the process of decay and standardization of equipment knowledge have high penetration power and low dependence.

Key words: Performance Assessment, Maintenance, Physical Asset Management, Military Industries, Interpretive Structural Approach.

* Corresponding author mail: m.moghadasi1364@gmail.com



Editorial Board

Full Professor of Iran University of Science and Technology	Seyed Mohammad Seyed Hoseini
Associate Professor of Iran University of Science and Technology	Alireza Moini
Associate Professor Lorestan University	Mojtaba Hosseini
Associate Professor Road, Housing and Urban Development Research Center	Ahmad Mansourian
Associate Professor of Imam Hussein University	Massoud Mosadegh khah
Associate Professor of Imam Hussein University	Ardeshir Ahmadi
Associate Professor of Imam Hussein University	Seyedziaedin Ghazizadeh Fard
Associate Professor of Islamic Azad University, Firuzkuh Branch	Naghei Shoja

Count: 500 (Print Version) 500 (Electronic Version)

Print Version Price: 650,000 Rials

Tel: (+98 21) 77105033 – 106 Fax: (+98 21) 77105032

Address: Shahid Babaei Highway, Tehran, Iran, Imam
Hussein Officer and Guard Training University (AS) Faculty
of Defense Science & Engineering.

E-mail: 2qdmelj@gmail.com, dmej@ihuo.ac.ir

Web : dmej.ihuo.ac.ir

All rights Reserved for the Faculty of Defense Science & Engineering.



Imam Hussein Officer and Guard
Training University (AS)

Bi- Quarterly Journal
Research in Defense Maintenance Engineering
Volume 1, Pre-issue 2, Autumn and Winter
2019

Published by: Faculty of Defense
Science & Engineering
ISSN: 2676-7317
e-ISSN: 2717-0861
License No: 86491



Managing Editor:
Mohammad Kazem Basiratei
Editor –in-Chief:
Seyed Mohammad Seyed Hoseini
Deputy Editor:
Farshid Farokhizadeh
Editor:
Alireza Sohrabei
Executive Director:
Seyed Esmail Mirhidari
English Text Editor:
Ali Ghorban Gravand
Graphist:
Reza Karami



Advisory Board:

Mehdi Ebrahimi
Bita Tabrizian
Reza Radfar
Hassan Radmard
Saeed Ramezani
Mustafa Zarei
Mohsen Shahrezaei
Abbas Toloie Eshlaghy
Farshid Farokhizadeh
Massoud kassaee
Reza Mazandarani
Ahmad Mehraban
Hassan Yazdani





**Bi- Quarterly
Scientific Journal
Volume 1
Pre-issue2
Autumn and Winter 2020**



Prediction of Erosion and Failure of Road Construction Machinery Using Oil Analysis Results/
Mostafa Yousefi Tazarjan, Mohsen Dezfouli



Identifying and Prioritizing Performance Assessment Criteria for Physical Asset Management in the Defense Industry./ **Mohammad Moghadasi, Fateme Ahmadi, Mansour Moghadasi, Mohammadreza Ghasemi**



Developing an Outsourcing Decision Model for Maintenance Activities Based on the Concept of Resistance Economics (Case Study of Azadegan Transport Company)/ **Seyed Mohammad Seyed-Hosseini, Aliasghar Hatamipoor**



Optimal Maintenance Strategy Using Fuzzy AHP Model/
Massoud Mossadegh Khah, Mohammad Ismail Golrakhi



Presentation of Maturity Evaluation Model of Defense organizations E- Maintenance System/ **Massoud Movahedi, Saeed Ramezani, Seyed Danial Abolfazli**