

طراحی الگوی معیارهای ارزیابی عملکرد سیستم نگهداری و تعمیرات صنعت نفت و گاز با رویکرد مدیریت دارایی فیزیکی به کمک سوارا فازی

مهرداد نیکبخت^{۱*}، نازیلا ادب آوازه^۲

۱- استادیار، گروه مهندسی صنایع، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران، nikbakht2020@yahoo.com

۲- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی صنایع، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران، nazilaadabavazeh@yahoo.com

* نویسنده مسئول: مهرداد نیکبخت

چکیده

مدیریت دارایی فیزیکی به‌عنوان یک عامل راهبردی در دورنمای تجاری سازمان‌ها، موجب ارتقای سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات گردیده است. تحقیق توصیفی کاربردی حاضر با استفاده از یک گروه آزمودنی و با به‌کارگیری روش تحقیق کمی، به تدوین الگوی معیارهای ارزیابی عملکرد سیستم نت با رویکرد ترکیبی مدیریت دارایی فیزیکی و روش سوارا فازی^۱ پرداخته است. معیارهای پژوهش مبتنی بر استاندارد ایزو ۵۵۰۰۰ می‌باشد. اندازه‌گیری ضرایب اثربخشی معیارهای ارزیابی از طریق رویکرد سوارا فازی و مصاحبه با خبرگان صنعت نفت و گاز صورت گرفته است. نتایج نشان داد معیارهای موثر در عملکرد سیستم مدیریت نت با رویکرد مدیریت فیزیکی دارایی به ترتیب «استراتژی اطلاعات تجهیزات، تصمیم‌سازی سرمایه‌گذاری، فرایند اکتساب، فرهنگ و ساختار سازمانی، مدیریت رفتار و شایستگی، توسعه پایدار، استاندارد دانش تجهیزات، فرایند اسقاط کردن، مدیریت تغییر، تحلیل تقاضا، بهینه‌سازی و استراتژی تامین منابع، سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی استراتژیک» می‌باشند. پژوهش حاضر با اتخاذ رویکرد فازی می‌تواند به صورت ابزار جامعی در تحقق حداکثری اهداف سیستم عملکرد موثر باشد. رویکرد پیشنهادی در این مقاله، ضمن کاهش عدم قطعیت ذاتی نهفته در مسائل ارزیابی، به بهبود قابلیت اطمینان داده‌های تصمیم‌گیری و افزایش دقت نتایج نهایی منجر خواهد شد.

کلمات کلیدی: نگهداری و تعمیرات، مدیریت دارایی فیزیکی، سوارا فازی، انرژی، ارزیابی عملکرد.

Designing a Model of Performance Assessment Criteria for the Maintenance System in the Oil and Gas Industry Based on Physical Asset Management Using Fuzzy SWARA

Mehrdad Nikbakht^{1*}, Nazila Adabavazeh²

1-Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran, nikbakht2020@yahoo.com.

2- PhD Candidate, Department of Industrial Engineering, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran, nazilaadabavazeh@yahoo.com

*Corresponding author: Mehrdad Nikbakht

ABSTRACT

Physical asset management, as a strategic factor in the business outlook of organizations, has led to improvement in the maintenance management system. The current descriptive and applied study uses a group of participants and the quantitative research method to present a model of performance assessment criteria for the maintenance system based on a combination of physical asset management and the fuzzy SWARA method. The research criteria are based on the ISO 55000 standard. The coefficients of effectiveness for the assessment criteria are measured through the fuzzy SWARA method and interviews with experts in the oil and gas industry. The results show that the criteria influencing the performance of the maintenance management system based on the physical asset management approach include equipment information strategy, investment decision-making, the acquisition process, organizational culture and structure, behavior and qualifications management, sustainable development, equipment knowledge standard, the scrap process, change management, demand analysis, optimization and funding strategy, and strategic policy making and planning. Using the fuzzy approach, the current

study can be effective as a comprehensive tool for the maximized realization of the goals of the performance system. The approach proposed in this study will reduce the uncertainty inherent in assessment problems, improve the reliability of decision-making data, and increase the accuracy of the final results.

Keywords: Maintenance, Physical Asset Management, Fuzzy SWARA, Energy, Performance Assessment.

۱- مقدمه

رشد روزافزون فناوری موجب پیچیدگی سیستم‌های کسب و کار گردیده است [۱]. سیستم‌های پیچیده به اجرای اثربخش فعالیت‌های نت در چرخه حیات نیازمند است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد ۷۰ درصد کل هزینه‌ها در بیشتر صنایع به سیستم نت اختصاص دارد. از این رو مدیریت فعالیت‌های این حوزه با رویکردهای دانش‌محور توصیه می‌شود. اطمینان به سیستم نت زمانی حاصل می‌شود که عملکرد سیستم ارزیابی شود. برای ارزیابی عملکرد سیستم نت، تعریف مجموعه‌ای از شاخص‌ها که قابلیت استفاده داشته باشد، ضروری است. در مواردی که شاخص‌های ارزیابی عملکرد از لایه‌های عملیاتی به لایه‌های مدیریتی پیوند داده می‌شود، به شاخص کلیدی عملکرد تبدیل شده و نتایج کلیدی عملکرد را نمایش می‌دهد [۲].

بالارفتن هزینه سرمایه‌های سازمان‌ها به علت افزایش پیچیدگی تجهیزات و ماشین‌آلات، همچنین محدودیت مالی مصرف‌کنندگان موجب شده است که ارائه‌دهندگان ماشین‌آلات و تجهیزات راه‌های تامین متنوعی را پیش روی تصمیم‌گیران قرار دهند. از سویی نحوه نگهداری و تعمیرات تجهیزات تاثیر زیادی بر هزینه و سطح عملکرد سازمان‌ها داشته و از طرف دیگر روش‌های تامین نیز بر فعالیت‌های نت تاثیر می‌گذارند. از این رو، سازمان‌ها برای جلوگیری از صرف هزینه اضافی نیازمند طراحی استراتژی بهینه نت با عنوان استراتژی مدیریت دارایی فیزیکی می‌باشند [۳].

تلفیق فناوری‌های رو به رشد کنونی با سیستم‌های مدیریتی به منظور تثبیت یا افزایش بازدهی منابع، چالش تطبیق سازمان با تغییرات سیستم نگهداری و تعمیرات را برای مدیران سازمان به همراه داشته است، بدین منظور رویکردهای متعددی برای ثبت وقایع مرتبط با دارایی‌ها به وجود آمده است که امروزه به مدیریت دارایی توسعه داده شده است [۱]. عناصر سیستم مدیریت دارایی، مجموعه‌ای از ابزارها شامل سیاست‌ها، برنامه‌ها، فرایندهای کسب و کار و سیستم‌های اطلاعاتی است که با یکدیگر یکپارچه شده‌اند تا اطمینان حاصل شود که فعالیت‌های مدیریت دارایی‌ها انجام خواهند شد و سازمان می‌تواند از طریق این رویکرد، هزینه و عملکرد را با هدف تحقق برنامه استراتژیک سازمانی، به طور بهینه و پایدار مدیریت کند. مدیریت دارایی‌های فیزیکی، سازمان را قادر می‌سازد تا عملکرد سیستم دارایی‌ها را بیازماید [۴].

صنعت نفت و گاز دارای اهمیت راهبردی شایانی در بخش اقتصادی و سیاسی جهان است. بی توجهی به امر نت با رویکرد مدیریت دارایی فیزیکی به ویژه در صنعت نفت و گاز، هزینه‌های زیادی را به سازمان تحمیل می‌کند و مشکلات زیادی را برای سازمان به وجود می‌آورد. ایران با داشتن ذخایر بزرگ نفت و گاز و موقعیت خود که در خاورمیانه قرار گرفته است، فرصت زیادی برای توسعه این صنعت ها دارد. محققین بر آن هستند با ارایه نتایج ارزیابی عملکرد سیستم نت با رویکرد مدیریت دارایی فیزیکی گامی مهم در راستای توسعه بهتر صنعت نفت و گاز بردارند. ساختار پژوهش حاضر به شرح زیر است: در بخش دوم پژوهش، مروری بر مطالعات مرتبط در حوزه شبکه‌توزیع ارائه می‌شود. در بخش سوم مبانی نظری تشریح می‌شود. بخش چهارم به روش‌شناسی پژوهشی می‌پردازد. در بخش پنجم به ارائه توانمندسازهای شبکه توزیع می‌پردازد. توانمندسازهای ارائه شده تجزیه و تحلیل گردیده و مورد بحث قرار می‌گیرند. بخش نهایی پژوهش حاضر به ارائه نتیجه‌گیری می‌پردازد و پیامدهای آن را برای پژوهشگران مورد بحث قرار می‌دهد.

۲- پیشینه پژوهش

- مقدسی و همکاران [۵] به شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای ارزیابی عملکرد سیستم مدیریت نت با رویکرد مدیریت دارایی فیزیکی در صنایع دفاعی پرداختند. این پژوهش با مطالعه مستندات علمی به استخراج ابعاد اصلی پرداخت که در نهایت بنا به نظر خبرگان ۱۱ معیار اصلی انتخاب گردید. با رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری معیارهای تاثیرگذار و تاثیرپذیر انتخاب گردیدند.

- اوکو و همکاران [۶] مدل مدیریت نگهداری و تعمیرات جدید براساس ایزو ۵۵۰۰۰ ارائه نمودند. این مقاله به توسعه رویکرد جدید مدیریت نگهداری دارایی بر اساس عناصر استاندارد بین‌المللی ایزو ۵۵۰۰۰ می‌پردازد. نتایج پژوهش نشان داد که در صنایع فرایندی درصد قابل توجهی از حوادث عمده به دلیل ضعف سیستم نگهداری و تعمیرات در ارتباط با دارایی‌ها می‌باشد.
- شاه و همکاران [۷] چالش‌ها و چشم‌انداز به کارگیری اصول مدیریت دارایی در نگهداری و تعمیرات بزرگراه را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نظرسنجی به عمل آمده در این صنعت نشان داد که برای استفاده مؤثر از دارایی به یک تعهد قوی برای بهبود قابلیت مدیریت دارایی نیاز است. به نهاد ذیربط توصیه گردید که دستورالعملی برای اجرای سیاست مدیریت دارایی تدوین گردد و همچنین موسسات زیرمجموعه را جهت دستیابی به بلوغ مدیریت دارایی سطح ۳ و دریافت گواهینامه ایزو ۵۵۰۰۰ تشویق نمایند.
- هوندا و همکاران [۸] به مطالعه مدیریت دارایی راه آهن پرداختند. این پژوهش مدل آزمایشی مدیریت دارایی ارائه نمود. نتایج پژوهش نشان داد که روش مدیریت دارایی‌ها برای یافتن سیاست نگهداری و تعمیرات اثربخش از لحاظ هزینه بسیار سودمند است.
- کامپوس و همکاران [۹] معماری تحلیلی کلان داده برای مدیریت دارایی ارائه نمودند. این مقاله استفاده از تجزیه و تحلیل کلان داده، مانند یادگیری ماشین و داده‌کاوی برای مدیریت دارایی ارائه می‌دهد. نتایج پژوهش نشان داد عملکرد موفق مدیریت دارایی جهت حصول مزیت رقابتی نیاز به پشتیبانی تکنولوژی اطلاعات نیاز دارد.
- پارلیکات و جعفری [۱۰] چالش‌های مدیریت دارایی را مورد مطالعه قرار دادند. دو کارگاه صنعتی در بریتانیا و ایالات متحده با هدف شناسایی چالش‌های عمده موردکاوی گردید. نتایج نشان داد مدیریت دارایی با چالش‌های متعددی همچون روبرویی با افزایش مشکلات اقتصادی و سیاسی روبرو هستند.
- واحدی و همکاران [۱۱] عملکرد سیستم مدیریت دارایی فیزیکی در مجتمع نفت و گاز پارس جنوبی ارزیابی نمودند. معیارهای ارزیابی مطابق با سیستم شش وجهی کارت امتیازی و اندازه‌گیری ضرایب اثربخشی معیارهای ارزیابی از طریق مدل فرایند تحلیل سلسه مراتبی فازی انجام گرفته است. نتایج تحقیق نشان داد که فرایندهای داخلی و مالی بالاترین وزن اهمیت را در عملکرد سیستم مدیریت دارایی فیزیکی سازمان دارا هستند.
- پان و اکسیو [۱۶] یک مسأله مدیریت دارایی-بدهی بهینه را با نرخ‌های بهره تصادفی و ریسک‌های تورم تحت چارچوب پیشینه‌سازی مطلوبیت مورد انتظار در نظر گرفتند. با به کارگیری نظریه کنترل احتمالی و روش معادلات دیفرانسیل بخشی، یک راه حل برای بهینه‌سازی استراتژی‌های سرمایه‌گذاری برای افزایش مطلوبیت و توابع مطلوبیت نمایی را به دست آوردند. در پایان مثال‌های عددی برای نشان دادن اثرات پارامترهای مدل بر استراتژی‌های سرمایه‌گذاری بهینه ارائه گردیده است.
- کومل جنوویک و همکاران [۱۷] چارچوب اجرایی مدیریت دارایی را مطرح نمودند. این مقاله، چارچوب تصمیم‌گیری مبتنی بر ریسک در سطح بالایی را در مدیریت دارایی پیشنهاد می‌کند که خطرات رویدادهای شدید و نادر را به عنوان بخشی از ارزیابی کلی ریسک و فعالیت مدیریتی یکپارچه می‌کند. پژوهش معتقد است که این رویکرد ممکن است از سازمان‌ها در تبدیل شدن به شرکت‌هایی انعطاف‌پذیرتر و قوی‌تر در یک محیط متغیر و پیچیده حمایت کند.
- هاو و همکاران [۲۱] روش ارزیابی جامعی برای عملکرد مدیریت دارایی شبکه توزیع بر اساس وزن ترکیبی بهینه ارائه داده‌اند. به منظور بهبود سیستم ارزیابی عملکرد مدیریت دارایی شبکه توزیع، مدل ارزیابی عملکرد جدید مدیریت چرخه عمر دارایی پیشنهاد شده است. با توجه به هدف شرکت و ویژگی‌های هر شاخص، از روش وزن دهی ترکیبی، برای وزن‌دهی شاخص‌های کارایی خدمات استفاده گردید. در نهایت، روش ارزیابی برای ارزیابی عملکرد مدیریت دارایی‌ها در ۱۴ شهرستان شرکت توزیع برق اعمال گردید.
- هیو و همکاران [۲۲] عملکرد مدیریت دارایی را با استفاده از طرح داده کاوی یکپارچه ارزیابی نمودند. در این مطالعه، یک سیستم کامل و یک روش داده‌کاوی یکپارچه برای بررسی تأثیر پارامترهای شاخص مرتبط بر عملکرد مدیریت دارایی تجهیزات آزمایشگاهی در دانشگاه‌ها با بهره‌گیری از رویکرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی و نظریه سیستم

خاکستری پیشنهاد شده است. نتایج مطالعه موردی نشان می‌دهد که روش پیشنهادی می‌تواند مبنای تصمیم‌گیری برای مدیریت دارایی فراهم نماید.

- ادشیرین پور و همکاران [۲۳] چارچوبی مدیریت دارایی فیزیکی صنایع تجهیزمحور با استفاده از رویکرد مدیریت چرخه عمر تجهیزات را ارائه نمودند. برای این منظور ابتدا ۱۵ معیار بر اساس ادبیات تحقیق برای ارزیابی عملکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در شرکت‌های نفت و گاز به دست آمده است. سپس هشت معیار ارزیابی عملکرد بر اساس نظرات کارشناسان با استفاده از روش سوارا فازی وزن‌دهی شدند. با توجه به نتایج، مهم‌ترین معیار هزینه نگهداری و کمترین اهمیت، هزینه خدمات-پشتیبانی است.

رویکرد ترکیبی سیستم ارزیابی عملکرد و مدیریت دارایی فیزیکی در سطح گسترده‌ای در پژوهش‌ها اعمال شده است که بیانگر کارایی این رویکرد ترکیبی است. در این راستا، اهمیت پرداختن به شناسایی معیارهای این رویکرد ترکیبی مبنایی برای ارزیابی بوده و می‌توان براساس شناسایی صحیح معیارهای موثر شرایطی را مهیا نمود که اهداف سیستم محقق گردد. شناسایی معیارهای مناسب، زمانی اثربخش خواهد بود که برپایه اصول علمی ارزیابی و برآورد شوند. انتخاب معیار مناسب این امکان را فراهم می‌آورد که مقایسه درستی بین معیارها به عمل آید. بررسی پیشینه پژوهش نشان می‌دهد که مطالعات اندکی در تدوین و شناسایی معیارهای ارزیابی عملکرد سیستم نگهداری و تعمیرات با رویکرد مدیریت دارایی فیزیکی انجام شده است و اکثر پژوهش‌های صورت گرفته با رویکرد کلاسیک، به تصمیم‌گیری پرداختند. رویکرد فازی می‌تواند رویکردی نوین برای حل ابهامات مطرح شده در سیستم‌های مدیریتی باشد. تئوری سیستم‌های فازی می‌تواند پارامترهایی از قبیل دانش، تجربه، قضاوت و تصمیم‌گیری را وارد مدل نماید و مدلی انعطاف‌پذیر ارائه نماید. تکنیک سوارا نیز فرصتی برای تصمیم‌گیرندگان مهیا می‌نماید که براساس وضعیت فعلی محیط، اولویت خود را انتخاب کنند. چارچوب جامع ارزیابی عملکرد، نیازمند تکنیک‌هایی است که امکان درک فرایندهای پویا را فراهم نماید. از این‌رو رویکرد فازی نیز در جهت کارآمدی تصمیم‌گیری افزوده شده است. پژوهش حاضر با بینش به معرفی چارچوب ارزیابی عملکرد سیستم نگهداری و تعمیرات صنعت نفت و گاز با رویکرد مدیریت دارایی فیزیکی به کمک سوارا فازی، گام مهمی در جهت برطرف نمودن این شکاف تحقیقاتی برخواهد داشت.

۳- مبانی نظری

۳-۱- تکنیک سوارا^۲ فازی

روش سوارا ابزاری جدید با چارچوبی کاملا متفاوت از سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است که برای وزن‌دهی به معیارها به کار می‌رود. این روش نقش اساسی را در ارزیابی به خبرگان می‌دهد این امکان را فراهم می‌آورد که اهمیت هر معیار را با استفاده از عواملی مانند دانش ضمنی، تجربه و اطلاعات تعیین نمایند. روش سوارا نسبت به سایر روش‌های تصمیم‌گیری مزایایی نظیر توانایی برآورد و ارزیابی دقت نظر خبرگان در خصوص معیارهای وزن‌دهی در فرایند وزن‌دهی، مناسب بودن برای هماهنگی و جمع‌آوری داده از خبرگان، قابل فهم بودن و دارای کاربری ساده دارد [۱۲]. گام‌های اصلی روش سوارا در ادامه تشریح می‌شود [۱۳]:

- **گام نخست - مرتب نمودن شاخص‌ها:** در این گام شاخص‌ها بر اساس اهمیت به صورت نزولی مرتب می‌شوند.
- **گام دوم - تعیین اهمیت نسبی هر شاخص (S_j):** در این گام اهمیت نسبی هر شاخص نسبت به شاخص مهم تعیین شده براساس طیف عبارات کلامی و اعداد فازی متناظر آن‌ها که نظر خبرگان با استفاده از آن‌ها به اعداد فازی تبدیل می‌گردد. در این گام به منظور تجمیع نظرات همه متخصصان میانگین هندسی گرفته می‌شود.
- **گام سوم - محاسبه ضریب \tilde{K}_j :** ضریب \tilde{K}_j تابعی از اهمیت نسبی هر شاخص است که با استفاده از رابطه (۱) محاسبه می‌شود:

² - Stepwise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA)

$$\tilde{k}_l = \left\{ \begin{array}{l} \tilde{1}j = 1 \\ \tilde{s}_j + \tilde{1}j > 1 \end{array} \right\} \quad (1)$$

- گام چهارم - محاسبه وزن اولیه هر شاخص \tilde{q}_j : وزن اولیه شاخص‌ها از طریق رابطه (۲) قابل محاسبه است. در این رابطه باید توجه داشت که وزن شاخص نخست که مهم‌ترین شاخص است برابر با ۱ در نظر گرفته می‌شود.

$$\tilde{q}_j = \left\{ \begin{array}{l} \tilde{1}j = 1 \\ \frac{\tilde{x}_{j-1}}{\tilde{K}_j} > 1 \end{array} \right\} \quad (2)$$

- گام پنجم - محاسبه وزن نرمال نهایی \tilde{w}_j : در آخرین گام از روش سوارا وزن نهایی شاخص‌ها که وزن نرمال شده نیز محسوب می‌گردد، از طریق رابطه (۳) محاسبه می‌شود.

$$\tilde{w}_j = \frac{\tilde{q}_j}{\sum \tilde{q}_j} \quad (3)$$

۳-۲- مجموعه‌های فازی

تصمیم‌گیری در دنیای واقعی همواره با عدم قطعیت‌هایی رو به رو است. از این رو منطق فازی به عنوان ابزاری قوی برای حل مسایل دارای ابهام و عدم اطمینان در ارزیابی‌ها توسعه یافته است. در این منطق به جای تلفیق تجارب، نظرات و ایده‌ها بر مبنای متغیرهای کلامی و به شکل اعداد فازی صورت می‌گیرد. اعداد فازی مثلثی به شکل $\tilde{A} = (l, m, u)$ تعریف می‌شود که در آن l ، m و u به ترتیب حد پایین، حد وسط و حد بالای مجموعه فازی را نمایش می‌دهد. روابط بین عبارات کلامی و اعداد فازی در جدول (۱) ارائه شده است. محاسبات ریاضی برای دو عدد فازی به صورت روابط (۴ لغایت ۹) تعریف می‌شود [۱۵]:

جدول ۱- متغیر زبانی فازی برای ارزیابی گزینه‌ها [۱۴]

اعداد فازی	متغیر زبانی
(۰, ۰, ۰/۲۵)	بسیار کم - VL
(۰, ۰/۲۵, ۰/۵)	کم - L
(۰/۲۵, ۰/۵, ۰/۷۵)	متوسط - M
(۰/۵, ۰/۷۵, ۱)	بالا - H
(۰/۷۵, ۱, ۱)	بسیار بالا - VH

$$\tilde{A}_1 + \tilde{A}_2 = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (4)$$

$$\tilde{A}_1 - \tilde{A}_2 = (l_1 - u_2, m_1 - m_2, u_1 - l_2) \quad (5)$$

$$\tilde{A}_1 \times \tilde{A}_2 = (l_1 \times l_2, m_1 \times m_2, u_1 \times u_2) \quad (6)$$

$$\tilde{A}_1 \div \tilde{A}_2 = \left(\frac{l_1}{u_2}, \frac{m_1}{m_2}, \frac{u_1}{l_2} \right) \quad (7)$$

$$k \times \tilde{A}_1 = (k \times l_1, k \times m_1, k \times u_1) \quad (8)$$

$$\frac{\tilde{A}_1}{k} = \left(\frac{l_1}{k}, \frac{m_1}{k}, \frac{u_1}{k} \right) \quad (9)$$

۴- روش‌شناسی پژوهش

تصمیم‌گیری یکی از مهمترین وظایف مدیریت است. یکی از دلایل موفقیت در سازمان، اتخاذ تصمیم مناسب است. هدف از

این پژوهش، بررسی معیارهای ارزیابی عملکرد سیستم نگهداری و تعمیرات صنعت نفت و گاز با رویکرد مدیریت دارایی فیزیکی می‌باشد. برای این منظور ابتدا معیارهای لازم شناسایی گردیده و سپس با استفاده از نظر خبرگان، اولویت بندی می‌گردد. نتایج بدست آمده از سایر پژوهش‌ها، نشان می‌دهد روش‌های تصمیم‌گیری با توجه به سادگی، انعطاف‌پذیری، به کارگیری معیارهای کیفی و کمی به طور همزمان و استفاده از چندین معیار سنجش به جای یک معیار سنجش می‌تواند در بررسی موضوعات، کاربرد مطلوبی داشته باشد. این گونه رویکردها، در شرایط پیچیده نظیر بکارگیری ابعادی از سیستم مدیریت دارایی فیزیکی و سیستم عملکرد نت می‌تواند موجب اتخاذ تصمیم مناسب گردد.

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر روش تحقیق از نوع توصیفی-پیمایشی است. گروه خبرگان متشکل از اساتید و مدیران صنعت نفت و گاز حاضر در تدوین ملی استانداردهای این حوزه است. معیارهای پژوهش مبتنی بر استاندارد ایزو ۵۵۰۰۰ استخراج و شناسایی گردیده است. تحقیق توصیفی کاربردی حاضر با استفاده از یک گروه آزمودنی و با به کارگیری روش تحقیق کمی، به تدوین الگوی معیارهای ارزیابی عملکرد سیستم نت با رویکرد ترکیبی مدیریت دارایی فیزیکی و روش سوارا فازی پرداخته است. مهمترین مزیت روش سوارا نسبت به سایر روش‌های مشابه، توان آن در ارزیابی دقت نظر خبرگان در باره شاخص‌های وزن داده شده در طی فرایند روش، سهولت پیاده‌سازی و عدم نیاز به حجم مقایسات بالا می‌باشد [۱۸]. علاوه بر این خبرگان امکان مشورت یا یکدیگر را داشته و این مشورت نتایج حاصله را نسبت به سایر رویکردها دقیق‌تر می‌نماید [۱۹].

۵- یافته‌ها

معیارهای ارزیابی عملکرد سیستم نگهداری و تعمیرات صنعت نفت و گاز با رویکرد مدیریت دارایی فیزیکی بسیار متعدد است؛ از این رو معیارهای موثر مبتنی بر استاندارد ایزو ۵۵۰۰۰ واز مطالعات معیارهای استخراجی موسسه مدیریت دارایی^۳ [۲۰]، بدین شرح استخراج گردیده است:

- **استراتژی اطلاعات دارایی:** وضعیت موجود داده‌ها و اطلاعات دارایی و نحوه مدیریت آن‌ها را ارزیابی می‌کند و وضعیت نهایی را برحسب قابلیت‌های کسب و کار به روشنی تبیین می‌کند.
- **تصمیم‌سازی در سرمایه‌گذاری مالی:** تصمیم‌سازی درباره سرمایه‌گذاری مالی بر روی دارایی‌ها شامل فرایندهایی برای ارزیابی و تجزیه و تحلیل گزینه‌های مرتبط با ایجاد دارایی‌های جدید، افزایش توانمندی دارایی‌های موجود و یا جایگزینی دارایی‌ها در پایان عمر مفید آن‌ها می‌باشد.
- **فرایند اکتساب:** مراحل ساخت، نصب و به‌کاراندازی دارایی‌ها را در نظر می‌گیرد که شامل عناصری مانند تایید و آزادسازی منابع مالی، تمهیدات تحویل دارایی به واحدهای بهره‌دار و عملیاتی و پایش و تعیین قیمت تمام شده واقعی دارایی نیز می‌شود.
- **ساختار و فرهنگ سازمانی:** ساختار و فرهنگ سازمانی چارچوبی برای کمک به مدیران ارشد در تعیین نوع ساختاری است که به بهترین وجه مناسب سازمان آن‌ها باشد.
- **مدیریت شایستگی و رفتار:** سازمان باید برای مدیریت شایستگی و رفتار روش ساختاریافته‌ای را اتخاذ کند که هم توسعه شایستگی فردی و هم توسعه شایستگی سازمانی را پوشش دهد.
- **توسعه پایدار:** جنبه‌های زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی فعالیت‌ها را در فرایندهای تصمیم‌سازی وارد نماید.
- **استاندارد اطلاعات دارایی:** برای اطمینان از اینکه اطلاعات دارایی به میزان توافق شده و مطابق زمان‌بندی مورد توافق، جمع‌آوری و طبقه‌بندی و آماده استفاده می‌شود، استفاده از استاندارد مدیریت دارایی الزامی است.

³ - Institute of Asset Management (IAM)

- **از کاراندازی و کنارگذاری دارایی:** «عدم تطابق با تغییرات ایجاد شده در قوانین و مقررات، ناتوانی در ارایه مطرح تجدید نظر شده خدمت‌رسانی، فناوری منسوخ، هزینه بالای حفظ و نگهداری، وجود ظرفیت مازاد خدمت‌دهی» از عواملی هستند که می‌توانند موجب از کاراندازی دارایی‌ها شوند.
- **مدیریت تغییر:** طیف گسترده‌ای از تغییرات دائمی و موقت وجود دارد که سازمان در رابطه به مدیریت دارایی‌ها، نیازمند توجه می‌باشد. سازمان‌ها باید چگونگی اثرگذاری این تغییرات بر اهداف سازمانی و برآستانه تحمل ریسک را مورد توجه قرار دهد.
- **تجزیه و تحلیل تقاضا:** هنگام تدوین اهداف مدیریت دارایی و طرح استراتژیک مدیریت دارایی، در نظر گرفتن تقاضای فعلی و پیش‌بینی تقاضای آتی برای محصولات یا خدمات سازمان و چگونگی ترجمه این تقاضاها به خروجی‌های مورد نیاز و مورد انتظار از دارایی‌ها، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.
- **استراتژی تامین منابع:** این فرایند شامل تجزیه و تحلیل لازم برای تعیین بهترین راه اکتساب، ساخت و یا خرید منابع مورد نیاز جهت اجرای طرح‌های مدیریت دارایی در افق برنامه‌ریزی مورد نظر می‌باشد. منابع مورد نیاز شامل نیروی کار (یا شایستگی‌های مورد نیاز)، قطعات یدکی و اقلام موجودی، کارخانه و تجهیزات و ابزارآلات تخصصی است.
- **برنامه‌ریزی استراتژیک:** فرایندی برای تعیین اهداف مدیریت دارایی و تعیین طرح استراتژیک مدیریت دارایی است. این فرایند زمینه و بستری نیز برای تدوین طرح‌های تفصیلی مدیریت دارایی آماده می‌کند.

در گام نخست، رتبه‌بندی معیارهای تعریف شده با توجه به اهمیتی مدنظر خبرگان، به صورت نزولی در جدول (۲) ارایه شده است.

جدول ۲- شناسایی اولیه معیارهای مدیریت دارایی فیزیکی در سطح کلان براساس اهمیت.

رتبه	معیار
۱	C ₁ استراتژی اطلاعات دارایی
۲	C ₂ تصمیم‌سازی در سرمایه‌گذاری مالی
۳	C ₃ فرایند اکتساب
۴	C ₄ ساختار و فرهنگ سازمانی
۵	C ₅ مدیریت شایستگی و رفتار
۶	C ₆ توسعه پایدار
۷	C ₇ استاندارد اطلاعات دارایی
۸	C ₈ از کاراندازی و کنارگذاری دارایی
۹	C ₉ مدیریت تغییر
۱۰	C ₁₀ تجزیه و تحلیل تقاضا
۱۱	C ₁₁ استراتژی تامین منابع
۱۲	C ₁₂ برنامه‌ریزی استراتژیک

در مرحله دوم، ابتدا اهمیت نسبی هر شاخص نسبت به شاخص مهم تعیین شده با شروع از معیار رتبه دوم، براساس طیف عبارات کلامی و اعداد فازی متناظر گردآوری گردیده و نتایج در جدول (۳) ارایه شده است.

جدول ۳- اهمیت نسبی هر شاخص نسبت به شاخص مهم تعیین شده.

معیار	\tilde{S}_j
C ₁	—
C ₂	(۰/۷, ۰/۹۵, ۱)
C ₃	(۰/۶, ۰/۸۵, ۱)
C ₄	(۰/۴۵, ۰/۷, ۰/۹۵)
C ₅	(۰/۴۵, ۰/۷, ۰/۹۵)
C ₆	(۰/۴, ۰/۶۵, ۰/۹)
C ₇	(۰/۴, ۰/۶, ۰/۸۵)
C ₈	(۰/۲, ۰/۴, ۰/۶۵)
C ₉	(۰/۱۵, ۰/۳۵, ۰/۶)
C ₁₀	(۰/۱۵, ۰/۲۵, ۰/۵)
C ₁₁	(۰/۰۵, ۰/۱, ۰/۳۵)
C ₁₂	(۰/۰۵, ۰/۱, ۰/۳۵)

در مرحله سوم، پس از تعیین \tilde{S}_j (اهمیت مقایسه‌ای از ارزش متوسط اوزان) در مرحله بعدی، ضریب \tilde{K}_j با توجه به رابطه (۱) محاسبه می‌شود:

$$\tilde{K}_1 = (1, 1, 1)$$

$$\tilde{K}_2 = \tilde{s}_2 + \tilde{1} = (0.7 + 1, 0.95 + 1, 1 + 1) = (1.7, 1.95, 2)$$

$$\tilde{K}_{12} = \tilde{s}_{12} + \tilde{1} = (0.05 + 1, 0.1 + 1, 0.35 + 1) = (1.05, 1.1, 1.35)$$

در مرحله چهارم، وزن اولیه فازی هر شاخص \tilde{q}_j مطابق با رابطه (۲) محاسبه می‌شود:

$$\tilde{q}_1 = (1, 1, 1)$$

$$\tilde{q}_2 = \frac{\tilde{x}_1}{\tilde{K}_2} = \frac{(1, 1, 1)}{(1.7, 1.95, 2)} = \left(\frac{1}{1.7}, \frac{1}{1.95}, \frac{1}{2}\right) = (0.5, 0.51, 0.59)$$

$$\tilde{q}_{12} = \frac{\tilde{x}_{11}}{\tilde{K}_{12}} = \frac{(0.004, 0.011, 0.059)}{(1.05, 1.1, 1.35)} = \left(\frac{0.004}{1.35}, \frac{0.011}{1.1}, \frac{0.059}{1.05}\right) = (0.003, 0.01, 0.57)$$

در مرحله پنجم، وزن نهایی معیارها مطابق رابطه (۳) محاسبه شده و معیارها اولویت‌بندی می‌شوند. نتایج محاسبه در جدول (۴) ارائه شده است.

$$\tilde{w}_1 = \left(\frac{1}{2.947}, \frac{1}{2.188}, \frac{1}{2.0215}\right) = (0.34, 0.457, 0.495)$$

$$\tilde{w}_{12} = \left(\frac{0.003}{2.947}, \frac{0.01}{2.188}, \frac{0.057}{2.0215}\right) = (0.001, 0.004, 0.0253)$$

جدول ۴- محاسبات نهایی نتایج رویکرد سوارا فازی جهت وزن دهی و اولویت بندی معیارها

معیار	\tilde{S}_j	\tilde{k}_j	\tilde{q}_j	\tilde{w}_j
C ₁	-	(۱،۱،۱)	(۱،۱،۱)	(۰/۳۴ ، ۰/۴۵۷، ۰/۴۹۵)
C ₂	(۰/۷ ، ۰/۹۵، ۱)	(۱/۷ ، ۱/۹۵، ۲)	(۱،۱،۱)/(۱/۷ ، ۱/۹۵، ۲) = (۰/۵ ، ۰/۵۱، ۰/۵۹)	(۰/۱۷ ، ۰/۲۳۲، ۰/۲۹۲)
C ₃	(۰/۶ ، ۰/۸۵، ۱)	(۱/۶ ، ۱/۸۵، ۲)	(۰/۵ ، ۰/۵۱، ۰/۵۹)/(۱/۶ ، ۱/۸۵، ۲) = (۰/۲۵ ، ۰/۲۸، ۰/۳۷)	(۰/۰۸۵ ، ۰/۱۲۸، ۰/۱۶۴)
C ₄	(۰/۴۵ ، ۰/۷۰/۹۵)	(۱/۴۵ ، ۱/۷۰/۹۵)	(۰/۲۵ ، ۰/۲۸، ۰/۳۷)/(۱/۴۵ ، ۱/۷۰/۹۵) = (۰/۱۳ ، ۰/۱۶، ۰/۲۶)	(۰/۰۴۴ ، ۰/۰۷۰، ۰/۱۱۵)
C ₅	(۰/۴۵ ، ۰/۷۰/۹۵)	(۱/۴۵ ، ۱/۷۰/۹۵)	(۰/۱۳ ، ۰/۱۶، ۰/۲۶)/(۱/۴۵ ، ۱/۷۰/۹۵) = (۰/۰۶ ، ۰/۰۹، ۰/۱۸)	(۰/۰۲ ، ۰/۰۴۱، ۰/۰۸)
C ₆	(۰/۴ ، ۰/۶۵، ۰/۹)	(۱/۴ ، ۱/۶۵، ۱/۹)	(۰/۰۶ ، ۰/۰۹، ۰/۱۸)/(۱/۴ ، ۱/۶۵، ۱/۹) = (۰/۰۳ ، ۰/۰۵، ۰/۱۳)	(۰/۰۱۰۲ ، ۰/۰۲۳، ۰/۰۵۸)
C ₇	(۰/۴ ، ۰/۶۰/۸۵)	(۱/۴ ، ۱/۶۰/۸۵)	(۰/۰۳ ، ۰/۰۵، ۰/۱۳)/(۱/۴ ، ۱/۶۰/۸۵) = (۰/۰۲ ، ۰/۰۳، ۰/۰۹)	(۰/۰۰۷ ، ۰/۰۱۴، ۰/۰۴)
C ₈	(۰/۲ ، ۰/۴۰/۶۵)	(۱/۲ ، ۱/۴۰/۶۵)	(۰/۰۲ ، ۰/۰۳، ۰/۰۹)/(۱/۲ ، ۱/۴۰/۶۵) = (۰/۰۱۲ ، ۰/۰۲، ۰/۰۸)	(۰/۰۰۴۱ ، ۰/۰۰۹، ۰/۰۳۵۵)
C ₉	(۰/۱۵ ، ۰/۳۵، ۰/۶)	(۱/۱۵ ، ۱/۳۵، ۱/۶)	(۰/۰۱۲ ، ۰/۰۲، ۰/۰۸)/(۱/۱۵ ، ۱/۳۵، ۱/۶) = (۰/۰۰۷۵ ، ۰/۰۱۵، ۰/۰۷)	(۰/۰۰۲۵ ، ۰/۰۰۷، ۰/۰۳۱)
C ₁₀	(۰/۱۵ ، ۰/۳۵، ۰/۵)	(۱/۱۵ ، ۱/۳۵، ۱/۵)	(۰/۰۰۷۵ ، ۰/۰۱۵، ۰/۰۷)/(۱/۱۵ ، ۱/۳۵، ۱/۵) = (۰/۰۰۵ ، ۰/۰۱۲، ۰/۰۶۱)	(۰/۰۰۱۷ ، ۰/۰۰۵، ۰/۰۲۷)
C ₁₁	(۰/۰۵ ، ۰/۱۰/۳۵)	(۱/۰۵ ، ۱/۱۰/۳۵)	(۰/۰۰۵ ، ۰/۰۱۲، ۰/۰۶۱)/(۱/۰۵ ، ۱/۱۰/۳۵) = (۰/۰۰۴ ، ۰/۰۱۱، ۰/۰۵۹)	(۰/۰۰۱۴ ، ۰/۰۰۵، ۰/۰۲۶۲)
C ₁₂	(۰/۰۵ ، ۰/۱۰/۳۵)	(۱/۰۵ ، ۱/۱۰/۳۵)	(۰/۰۰۴ ، ۰/۰۱۱، ۰/۰۵۹)/(۱/۰۵ ، ۱/۱۰/۳۵) = (۰/۰۰۳ ، ۰/۰۱، ۰/۰۵۷)	(۰/۰۰۱ ، ۰/۰۰۴، ۰/۰۲۵۳)
			(۲/۰۲۱۵ ، ۲/۱۸۸، ۲/۹۴۷)	

وزن نهایی معیارهای به دست آمده با روش فازی زدایی بهترین عملکرد غیرفازی ۴ (BNP) [۲۴] مطابق رابطه (۱۰) صورت می‌گردد. نتایج محاسبات در جدول (۵) و نگاره (۱) ارائه شده است.

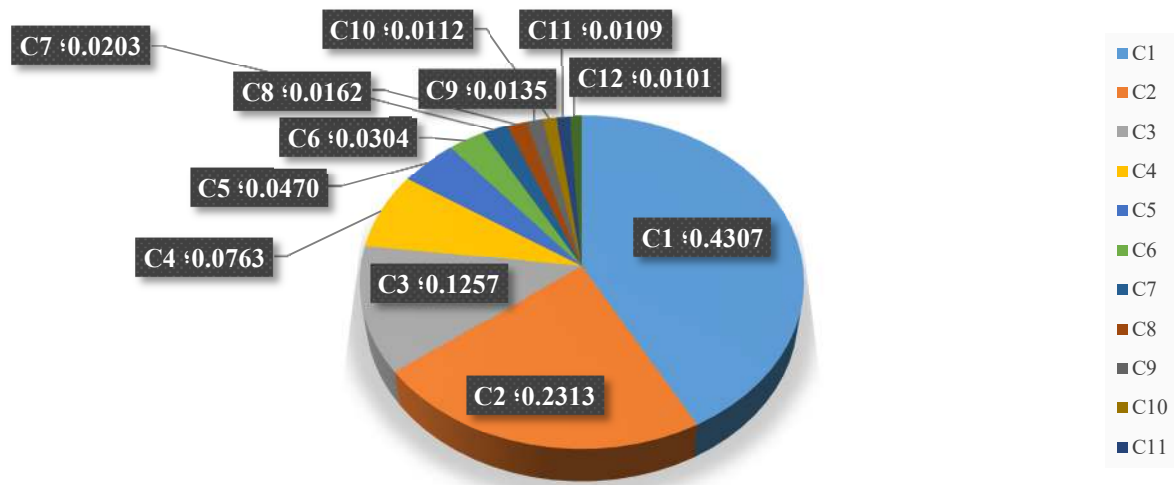
$$BNP_i = \frac{(u\tilde{S}_i - l\tilde{S}_i) + (m\tilde{S}_i - l\tilde{S}_i)}{3} + l\tilde{S}_i \quad (10)$$

$$W_1 = \frac{(0.495 - 0.34) + (0.457 - 0.34)}{3} + 0.34 = 0.4307$$

$$W_{12} = \frac{(0.0253 - 0.001) + (0.004 - 0.001)}{3} + 0.001 = 0.0101$$

جدول ۵- وزن قطعی معیارهای ارزیابی عملکرد سیستم نگهداری و تعمیرات صنعت نفت و گاز با رویکرد مدیریت دارایی فیزیکی.

معیار	w_j
C ₁	0.4307
C ₂	0.2313
C ₃	0.1257
C ₄	0.0763
C ₅	0.0470
C ₆	0.0304
C ₇	0.0203
C ₈	0.0162
C ₉	0.0135
C ₁₀	0.0112
C ₁₁	0.0109
C ₁₂	0.0101



نگاره ۱- گراف پی (دایره‌ای) اولویت‌بندی معیارهای عملکرد سیستم نگهداری و تعمیرات صنعت نفت و گاز با رویکرد مدیریت دارایی فیزیکی.

یافته‌های جدول (۵) نشان می‌دهد مهم‌ترین معیارهای عملکرد سیستم نگهداری و تعمیرات صنعت نفت و گاز با رویکرد مدیریت دارایی فیزیکی به ترتیب «استراتژی اطلاعات تجهیزات، تصمیم‌سازی سرمایه‌گذاری، فرایند اکتساب، فرهنگ و ساختار سازمانی، مدیریت رفتار و شایستگی، توسعه پایدار، استاندارد دانش تجهیزات، فرایند اسقاط کردن، مدیریت تغییر، تحلیل تقاضا، بهینه‌سازی و استراتژی تامین منابع، سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی استراتژیک» شناسایی شدند.

۶- بحث و نتیجه‌گیری

پیچیدگی استقرار نظام ارزیابی عملکرد زمانی به اوج می‌رسد که محدوده وسیعی از عملیات صنعتی را پوشش می‌دهد. استقرار سیستم مدیریت دارایی فیزیکی مبتنی بر استاندارد ایزو ۵۵۰۰۰ و تکنیک سوارا فازی، رویکردی قابل اعتماد جهت بررسی عملکرد سیستم‌های پیچیده می‌باشد. پژوهش حاضر به تدوین الگوی معیارهای ارزیابی عملکرد سیستم نت با رویکرد ترکیبی مدیریت دارایی فیزیکی و روش سوارا فازی پرداخته است. نتایج نشان داد معیارهای موثر در عملکرد سیستم مدیریت نت با رویکرد مدیریت فیزیکی دارایی به ترتیب «استراتژی اطلاعات تجهیزات، تصمیم‌سازی سرمایه‌گذاری، فرایند اکتساب، فرهنگ و ساختار سازمانی، مدیریت رفتار و شایستگی، توسعه پایدار، استاندارد دانش تجهیزات، فرایند اسقاط کردن، مدیریت تغییر، تحلیل تقاضا، بهینه‌سازی و استراتژی تامین منابع، سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی استراتژیک» می‌باشند.

پژوهش حاضر با رویکردشناسی معیارها و باتوجه به اهمیت روزافزون نت مبتنی بر ملاحظات دارایی فیزیکی می‌تواند زمینه مساعدی برای اجرای نت با رویکرد مدیریت دارایی فیزیکی در صنعت نفت و گاز ایجاد نماید. در راستای اهداف پژوهش پیشنهاد می‌شود:

- طبق یافته‌های پژوهش معیار مهم «استراتژی اطلاعات دارایی» بوده است، بنابراین پیشنهاد می‌گردد صاحبان صنایع در حد توان بر «استراتژی اطلاعات تجهیزات» تمرکز نمایند تا منجر به بهبود عملکرد سیستم نگهداری و تعمیرات با رویکرد مدیریت دارایی شوند. در فرایند تدوین استراتژی اطلاعات دارایی، برای حصول اطمینان از دسترسی به افراد مرتبط و کسب اطلاعات مورد نیاز، بهتر است نظرات مشورتی ذینفعان داخلی و خارجی از طریق درگیر کردن و مشارکت دادن آنان در این فرایند اخذ شود.
- پیشنهاد می‌گردد طرح‌های پیشنهادی سرمایه‌گذاری براساس همسویی با تحقق اهداف استراتژیک و یا از منظر نوع خاص سرمایه‌گذاری (نظیر سرمایه‌گذاری در زمینه بهبود محیط زیست) طبقه‌بندی شوند. این امر به سازمان امکان می‌دهد تا اطمینان حاصل کند که سرمایه‌گذاری در راستای تحقق اهداف مدیریت دارایی سازمان انجام می‌شود و

اولویت‌بندی‌ها در جهت دستیابی به اهداف و استفاده بهینه از منابع مالی در دسترس صورت می‌گیرد. در این خصوص سازمان‌ها باید دستورالعمل راهنمای مناسبی برای کمک به ایجاد، ارزیابی و مقایسه قاعده‌مند پیشنهادهای سرمایه‌گذاری داشته باشند.

- پایداری و تثبیت تحولات فرهنگی، مستلزم رفتارهای سازگار و باثبات از جانب مدیریت و در تمام سطوح از مدیریت ارشد، مدیران میانی و سرپرستان، ارتباطات مستمر و تقویت مداوم آن‌ها می‌باشد.
- استاندارد اطلاعات دارایی، باید با در نظر گرفتن درجه حیاتی بودن دارایی‌ها و اهمیت تصمیمات اتخاذ شده براساس اطلاعات دارایی، برای انواع گوناگون اطلاعات، استاندارد کیفیت مناسب تعریف نمایند.
- برای پیش‌بینی تقاضا می‌توان با تکیه بر طیف گسترده‌ای از منابع اطلاعاتی شامل تحقیق مستقیم، مطالعه روندهای تاریخی و بررسی عوامل سیاسی، حقوقی، اجتماعی - اقتصادی، فنی و زیست محیطی از ابزارهای کمی پیش‌بینی استفاده نمود. پیش‌بینی و عدم قطعیت دو همراه همیشگی و جدایی ناپذیرند و می‌بایست طیفی از سناریوهای گوناگون را همراه با برآوردهایی از تقاضا که برای هر سناریو صورت گرفته است، مدنظر قرار داد تا بتوان تصویری از نیازهای احتمالی آینده فراهم نمود.
- استراتژی تامین منابع باید در پیوند با استراتژی منابع انسانی سازمان تدوین شود تا اطمینان حاصل شود که در توسعه منابع انسانی، تمهیدات مناسب در نظر گرفته شده است.
- فرایند برنامه ریزی استراتژیک بادر نظر گرفتن نیازمندی‌های ذینفعان، الزامات کاربردی حقوقی - قانونی، الزامات برآمده از استانداردها و همچنین تقاضای پیش‌بینی شده برای محصولات و خدمات سازمان صورت می‌گیرد.
- پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی به بررسی عملکرد سیستم نگهداری و تعمیرات با رویکرد مدیریت دارایی در صنایع دیگر و با سایر رویکردهای نوین فازی پرداخته شود و نتایج با تحقیق حاضر مقایسه گردد.

منابع

- 1- Osterle, H. (2020). *Life with Machine Intelligence Life Engineering*. Switzerland: Springer.
- 2- Khedry, H., Jamali, G., Ghorbanpour, A. (2020). A Mixed Approach for Evaluation Preventive Maintenance Performance Based on Anti-Fragility Factors. *Journal of Production and Operations Management*, 11(3), 73-94. doi: 10.22108/jpom.2021.124605.1287.
- 3- Sayyah, A., Baradaran Kazemzadeh, R., Sepehri, M., Eskandari, H. (2017). Developing a Mathematical Model for Determination of Asset Management Strategy Based on Maintenance and Procurement Factors. *Journal of Modeling in Engineering*, 15(51), 1-13. doi: 10.22075/jme.2017.2676.
- 4- Jafari, Majid and Mahmoudi, Mehrzad, 1399, Comparison of physical asset management models and determination of physical assets management roadmap using DEMATEL method Case study of Sarvak Azar oil field, *International Conference on Quantitative Management Models and Techniques in management*, Qazvin, <https://civilica.com/doc/1036215>.
- 5- Moghadasi, M., Ahmadi, F., Moghadasi, M., Ghasemi, M. (2020). Identifying and Prioritizing Performance Assessment Criteria for Physical Asset Management in the Defense Industry. *Bi-Quarterly Journal of Research in Defense Maintenance Engineering*, 1(2), 26-41.
- 6- Okoh, P., Schjølberg, 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). <https://doi.org/10.1680/jinam.14.00042>.
- 7- Shah, Raj, McMann, Oliver, Borthwick, Fiona (2017). Challenges and prospects of applying asset management principles to highway maintenance: A case study of the UK, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Elsevier, vol. 97(C), pages 231-243. DOI: 10.1016/j.tra.2017.01.011
- 8- Honda, Masahiko & Kishi, Toshihide & Yamamoto, Hiroshi. (2017). Study of Asset Management Method for Galvanized Steel Railway Electrification Infrastructure in JR-EAST. *Procedia CIRP*.59. 47-52. 10.1016/j.procir.2016.09.011.
- 9- Jaime Campos, Pankaj Sharma, Unai Gorostegui Gabiria, Erkki Jantunen, David Baglee (2017). A Big Data Analytical Architecture for the Asset Management, *Procedia CIRP*, Volume 64, Pages 369-374, ISSN 2212-8271, <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.019>.
- 10- Parlikad, A., & Jafari, M. (2016). Challenges in infrastructure asset management. *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*, 49 (28), 185-190. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.11.032>

- 11- Manouchehr Vahedi, Mohammad Mehdi Movahedi, Mohammad Reza Lotfi, Seyed Ahmad Shibat Al Hamdi (2017). Evaluate the performance of an advanced maintenance management system with a physical asset management approach . Journal of Quality Engineering and Management, 7(2), 94-105, http://www.pqprc.ir/article_74206.html
- 12- Zolfani, S. H., Yazdani, M., & Zavadskas, E. K. (2018). An extended stepwise weight assessment ratio analysis (SWARA) method for improving criteria prioritization process. Soft Computing, 22(22), 7399-7405.
- 13- Mavi, R. K., Goh, M., & Zarbakhshnia, N. (2017). Sustainable third-party reverse logistic provider selection with fuzzy SWARA and fuzzy MOORA in plastic industry. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 91(5-8), 2401-2418.
- 14- Zarbakhshnia, N., Soleimani, H., Ghaderi, H., 2018, Sustainable third-party reverse logistics provider evaluation and selection using fuzzy SWARA and developed fuzzy COPRAS in the presence of risk criteria, Applied Soft Computing, 65, pp. 307-319.
- 15- Moslem, Sarbast, Muhammet Gul, Danish Farooq, Erkan Celik, Omid Ghorbanzadeh, and Thomas Blaschke (2020). An Integrated Approach of Best-Worst Method (BWM) and Triangular Fuzzy Sets for Evaluating Driver Behavior Factors Related to Road Safety" Mathematics 8, no. 3: 414. <https://doi.org/10.3390/math8030414>
- 16- Jian Pan, Qingxian Xiao, (2017). Optimal dynamic asset-liability management with stochastic interest rates and inflation risks, Chaos, Solitons & Fractals, Volume 103, Pages 460-469, ISSN 0960-0779. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2017.07.001>.
- 17- Dragan Komljenovic, Mohamed Gaha, Georges Abdul-Nour, Christian Langheit, Michel Bourgeois (2016). Risks of extreme and rare events in Asset Management, Safety Science, Volume 88, Pages 129-145, ISSN 0925-7535, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.05.004>.
- 18- Keršulienė, V., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). Selection of Rational Dispute Resolution Method by Applying New Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA). Journal of Business Economics and Management, 11(2), 243-258
- 19- Dehnavi, A., Aghdam, I. N., Pradhan, B., & Varzandeh, M. H. (2015). A new hybrid model using step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA) technique and adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) for regional landslide hazard assessment in Iran. Catena, 135, 122-148.
- 20- The Institute of Asset Management (IAM) (2019). Asset Management - An Anatomy. https://theiam.org/media/1486/iam_anatomy_ver3_web-3.pdf
- 21- Yongkang Hao; Shan Huang; Wenxia Liu; Xiaoqi Chang; Yaping Wu; Zongqi Liu; Yang Geng (2018). A Comprehensive Evaluation Method for Asset Management Performance of Distribution Network Based on Optimal Combination Weight, 2018 China International Conference on Electricity Distribution (CICED), pp. 273-279, doi: 10.1109/CICED.2018.8592555. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8592555>
- 22- J. Hui and K. -C. Wang, "Evaluation of Asset Performance Using Integral Data Mining Scheme," in *IEEE Access*, vol. 8, pp. 213224-213231, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3035691. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9247079>
- 23- Adshirinpour, H., Movahedi, M.M., Divsalar, H. i Sohrabi, S. (2021). Physical Asset Management in Equipment-Oriented Industries Using the Equipment Life Cycle Management Approach. Tehnički glasnik, 15 (3), 323-329. <https://doi.org/10.31803/tg-20200929105902>.
- 24- Mahmoud Zamani, Arefeh Rabbani, Abdolreza Yazdani-Chamzini & Zenonas Turskis (2014) An integrated model for extending brand based on fuzzy ARAS and ANP methods, Journal of Business Economics and Management, 15:3, 403-423, DOI: 10.3846/16111699.2014.923929