

# ارزیابی عملکرد سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات پیشرفته با رویکرد

## مدیریت دارایی فیزیکی،

مورد مطالعه: مجتمع نفت و گاز پارس جنوبی ایران (SPGC)

منوچهر واحدی

گروه مدیریت صنعتی، واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران، manoucher.vahedi@gmail.com

محمد مهدی موحدی

گروه مدیریت صنعتی، واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران، (نویسنده مسئول)\*

محمد رضا لطفی

گروه مهندسی صنایع، واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران، reza.lotfi300@gmail.com

سید احمد شبیب الحمیدی

گروه مدیریت صنعتی، واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران، sheibat@yahoo.com

**چکیده** هدف اصلی این تحقیق، ارزیابی عملکرد سیستم مدیریت دارایی فیزیکی در مجتمع نفت و گاز پارس جنوبی می‌باشد. در این تحقیق، از روش ترکیبی سیستم ارزیابی کارت امتیازی متوازن و مدل فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی استفاده شده است. معیارهای ارزیابی مطابق با سیستم شش وجهی کارت امتیازی متوازن شامل فرآیندهای داخلی، مالی، ذینفعان سازمان، یادگیری، رضایت‌مندی کارکنان و محیط سازمان می‌باشد. اندازه‌گیری ضرایب اثربخشی معیارهای ارزیابی از طریق مدل فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی انجام گرفته است. داده‌ها از طریق مصاحبه با خبرگان صنعت نفت در حوزه مدیریت دارایی فیزیکی گردآوری شده است. استفاده از سیستم کارت امتیازی شش وجهی احتمال درستی نتایج خروجی از سیستم ارزیابی را افزایش می‌دهد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد، فرآیندهای داخلی و مالی با اوزان برابر ۰/۲۹، محیط سازمان با وزن ۰/۱۸، یادگیری با وزن ۰/۱۷، ذینفعان سازمان با وزن ۰/۵ و رضایت‌مندی با وزن ۰/۲ به ترتیب میزان عملکرد سیستم مدیریت دارایی فیزیکی در سازمان است. عملکرد سیستم‌های سنتی صیانت از تجهیزات، عموماً از طریق شاخص‌های کلیدی عملکرد مثل قابلیت اطمینان و یا قابلیت دسترسی اندازه‌گیری می‌شود. اما در این تحقیق اندازه‌گیری عملکرد سیستم مدیریت دارایی فیزیکی از روش ترکیبی سیستم ارزیابی کارت امتیازی متوازن و مدل فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی انجام شده که در نوع خود می‌تواند یک خلاقیت و نوآوری در حوزه مدیریت دارایی فیزیکی تلقی شود.

**کلمات کلیدی:** نگهداری و تعمیرات، مدیریت دارایی فیزیکی، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی، کارت امتیازی متوازن

در حال حاضر، این پروژه به عنوان یک پروژه ملی، با همکاری دانشگاه صنعتی شریف، شرکت‌های بین‌المللی پمکو و النادر در حال اجرا است [۱]. ضرورت انجام این تحقیق از الزامات استاندارد ایزو ۵۵۰۰۰ است که یکی از زیرسیستم‌های آن، ارزیابی عملکرد مدیریت دارایی فیزیکی می‌باشد [۲].

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 [۳]. بنابراین برای مدیران سازمان، صیانت از تجهیزات و تاسیسات تولیدی و بهره‌برداری درست همیشه یک

### ۱- مقدمه

به منظور بالابردن کارایی نگهداری و تعمیرات تجهیزات صنعت نفت و گاز، پروژه ملی پایلوت استقرار نظام مدیریت دارایی‌های فیزیکی در پالایشگاه چهارم مجتمع گاز پارس جنوبی از سال ۱۳۹۶ شروع شده است. پس از انجام چند پروژه کوچک جزیره‌ای که طی سال‌های گذشته در این شرکت انجام شده بود و به دلیل عدم طراحی یکپارچه ناموفق بوده است، سرانجام مدیریت تصمیم به استقرار نظام مدیریت دارایی فیزیکی نموده است.

\* (Corresponding author) mmmovahedi@gmail.com

IPamco  
2. Elna

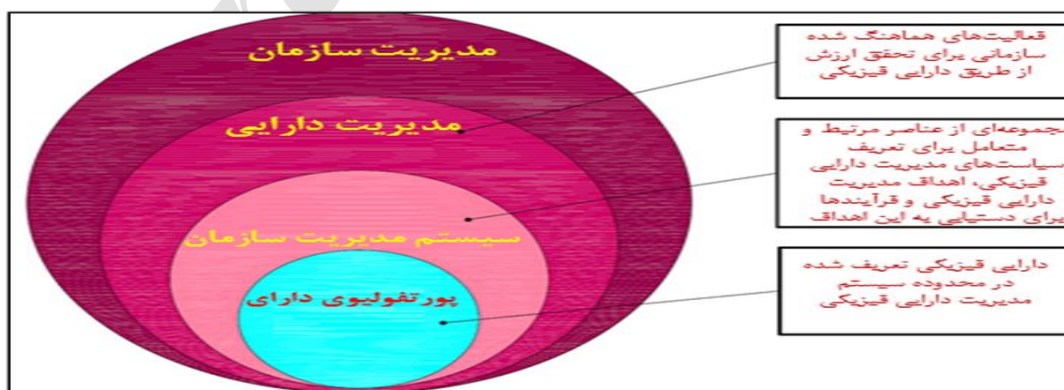
نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه<sup>۸</sup> بر روی پمپ جایگزین تغلیظ پروپان به وقوع پیوست و در آن سه خطای انسانی، سیستمی و طراحی به عنوان عوامل اصلی گزارش شده است. در این ارتباط رویکرد جدیدی در حوزه‌ی مدیریت بهره‌برداری و عملیات ایجاد گردید. از آن تاریخ موسسات علمی-پژوهشی و محققین در سراسر جهان به تبیین ارکان و عناصر سیستم مدیریت دارایی پرداختند [۷]. در بین آنها موسسه‌ی مدیریت دارایی انگلستان جزو فعال‌ترین آنها بوده است و در سال ۲۰۰۴، استاندارد ملی مدیریت دارایی فیزیکی انگلستان را با نام پَس<sup>۹</sup> منتشر کرده است. پس از چهار سال دریافت بازخورد از صنعت، نسخه‌ی بهبود یافته‌ی آن در سال ۲۰۰۸ منتشر شد. در ادامه‌ی تلاش این موسسه به رهبری جان وودهاس،<sup>۱۰</sup> در سال ۲۰۱۴ استاندارد پَس<sup>۵۵</sup> به استاندارد ایزو ۵۵۰۰۰ تبدیل شد. در بخش سیستم‌های مدیریت دارایی فیزیکی، پنج زیر سیستم به شرح سیستم‌های: (۱) برنامه‌ریزی و استراتژی، (۲) تصمیم‌گیری، (۳) فعالیت‌های چرخه عمر، (۴) اطلاعات، و (۵) ارزیابی، بازنگری و مدیریت ریسک دارایی‌های فیزیکی تعریف شده است [۸].

یک تحقیق در افریقای جنوبی نشان داده است که تفاوت استاندارد پَس<sup>۵۵</sup> و ایزو ۵۵۰۰۰ کمتر از ۱۰٪ است [۹]. سری استاندارد ایزو ۵۵۰۰۰ در سه جلد با نام ایزو ۵۵۰۰۰ برای تعریف مفاهیم و اصول مدیریت دارایی فیزیکی، ایزو ۵۵۰۰۱ برای تعریف سیستم مدیریت دارایی فیزیکی و الزامات آن و ایزو ۵۵۰۰۲ به عنوان راهنمای ایزو ۵۵۰۰۱ منتشر شده است [۱۰]. در این استاندارد، مدیریت دارایی فیزیکی، و سیستم آن به شرح زیر و مطابق شکل شماره ۱ بر گرفته از استاندارد ایزو ۵۵۰۰۰ صفحه ۴، تعریف شده‌اند.

مسئله بوده است. از سال ۱۹۳۰ که خط تولید مونتاژ توسط هنری فورد<sup>۳</sup> 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 [۴]. با توسعه‌ی تکنولوژی از دهه‌ی ۶۰ سیستم‌های دیگر به آن اضافه شدند. سیستم مدیریت خوردگی و بازرسی فنی بعدها به عنوان سیستم‌های پیشگیرانه در صنایع تجهیزمحور جزو سیستم‌های یکپارچه‌ی مدیریت دارایی فیزیکی به حساب آمدند. در همین رابطه سیستم مدیریت یکپارچه‌ی دارایی فیزیکی<sup>۴</sup> برای مدیریت ریسک و خوردگی در حوزه‌های تجهیزات سرچاهی تحت عنوان ویمز، خطوط انتقال نفت و گاز پیمز<sup>۵</sup> و سایر حوزه‌های تجهیزات عملیاتی به ویژه تجهیزات نفت و گاز به تدریج در صنایع به عنوان سیستم‌های مدیریت دارایی فیزیکی به کار گرفته شده‌اند [۵].

مدیریت دارایی فیزیکی، عبارت است از فعالیت‌های هماهنگ شده سازمانی برای تحقق ارزش از طریق دارایی فیزیکی و سیستم مدیریت دارایی فیزیکی، عبارت از مجموعه‌ای از عناصر سازمانی مرتبط و متعامل برای تعریف سیاست‌های مدیریت دارایی فیزیکی، اهداف مدیریت دارایی فیزیکی و فرآیندها برای دستیابی به این اهداف است. پورتفولیوی دارایی فیزیکی، عبارت از تجهیزات مرتبط است که در محدوده‌ی سیستم مدیریت دارایی فیزیکی قرار می‌گیرند [۶].

در سال ۱۹۸۸ سکوی نفتی آلفا در میدان نفتی پایپر دریای شمال که با یک فعالیت نگهداری پیشگیرانه آغاز شده بود به طور ناگهانی منفجر شد. این حادثه بر اثر یک فعالیت



شکل شماره ۱: ساختار سلسله مراتبی سیستم مدیریت دارایی فیزیکی و تعرف آن

8. Preventive Maintenance Activity  
9. British Standard Institute Publicly Available Specification 55 (BSI PAS55)  
10. Jon Woodhouse

3. Henry Ford  
4. Asset Integrity Management System (AIMS)  
5. Well Head Integrity Asset Management (WIAM)  
6. Pipeline Integrity Asset Management (WIAM)  
7. Piper

ارتباط متقابل معناداری بین معیارهای ارزیابی وجود داشته باشد. در این خصوص، محققین مدل فرآیند تحلیل سلسله-مراتبی را برای حل اینگونه مسائل پیشنهاد داده‌اند. بعدها به دلیل افزایش دقت محاسبات آماری و تولید اعداد فازی، مدل فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی برای اندازه‌گیری ضریب معیارهای عملکرد سیستم در نظر گرفته شده است [۱۶].

این تحقیق در مجتمع نفت و گاز پارس جنوبی انجام شده است و یک روش ترکیبی سیستم ارزیابی کارت امتیازی متوازن شش وجهی و مدل فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی برای ارزیابی عملکرد سیستم مدیریت دارایی فیزیکی موسسه مدیریت دارایی انگلستان اجرا گردیده است. در نتیجه مدیران می‌توانند، به نقاط قوت و ضعف سازمان پی برده و استراتژی مناسبی را برای توسعه‌ی آن در نظر بگیرند [۱۷].

با توجه به مطالب فوق هدف اصلی تحقیق ارزیابی عملکرد سیستم مدیریت دارایی فیزیکی در مجتمع نفت و گاز پارس جنوبی ایران است، که با رویکرد مدیریت دارایی فیزیکی مدل موسسه مدیریت دارایی انگلستان و با روش ترکیبی سیستم کارت امتیازی متوازن و مدل فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی که به عنوان یک نوآوری می‌باشد، انجام شده است.

دو پرسش اصلی در این تحقیق مد نظر است، که هر یک از آنها با رویکرد سیستم کارت امتیازی متوازن و مدل فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی طراحی شده و در بخش یافته‌های تحقیق به آن پاسخ داده خواهد شد.

۱. میزان اثربخشی سیستم مدیریت دارایی فیزیکی مدل موسسه مدیریت دارایی فیزیکی انگلستان بر مولفه‌های شش‌گانه و شاخص‌های مرتبط به آن در سطح مجتمع نفت و گاز پارس جنوبی چقدر است؟

۲. استراتژی اصلی مدیریت سازمان در ارتقاء سطح خدمات سازمان در حوزه مدیریت دارایی فیزیکی در مجتمع نفت و گاز پارس جنوبی چیست؟

با طرح این دو پرسش، بخش مهمی از مسئله سازمان در حوزه مدیریت دارایی فیزیکی آشکار می‌شود. به طور کلی، سازمان‌ها در خصوص مدیریت و صیانت از تجهیزات و تاسیسات با دو مسئله‌ی اساسی مواجه هستند. مسئله‌ی اول، صحت و دقت تصمیم‌گیری در رابطه با انتخاب استراتژی و مدل اجرایی مدیریت دارایی فیزیکی است. همان طور که قبلاً بیان شد، در استاندارد مدیریت دارایی فیزیکی ایزو ۵۵۰۰۰، اشاره‌ای به روش انجام کار نشده و فقط به الزامات یعنی به کارهایی که باید انجام شود، پرداخته شده است. همین موضوع سبب شده است که مدیران برای اتخاذ تصمیم در خصوص مدل اجرایی استقرار نظام مدیریت دارایی فیزیکی با چالش جدی روبرو شوند. بنابراین در

با انتشار این استاندارد، سازمان‌های صنعتی با یک چالش جدی روبرو شدند. زیرا در این استاندارد فقط به الزامات سیستم مدیریت دارایی فیزیکی پرداخته شده و به نحوه‌ی اجرای آن اشاره‌ای نگردیده است [۱۱]. یکی دیگر از چالش‌های این استاندارد، عدم ارائه روشی برای ارزیابی عملکرد سیستم مدیریت دارایی فیزیکی است. این در حالی است که یکی از الزامات سیستم مدیریت دارایی فیزیکی، سیستم ارزیابی عملکرد و بازنگری آن می‌باشد [۱۲]. این موضوع، تصمیم‌گیری مدیران را در حوزه عملکرد نظام‌های بهره‌برداری و صیانت از تجهیزات تولیدی در حاله‌ای از ابهام قرار داده است.

بیان این نکته در این جا لازم و ضروری است که سیستم برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات، فقط بر روی یک دوره از چرخه‌ی عمر تجهیزات متمرکز بوده و پس از حادثه‌ی سکوی الف، علاوه بر برنامه‌ریزی برای دوره‌ی نگهداری و تعمیرات به برنامه‌ریزی برای دوره اکتساب و تامین، بهره‌برداری و اسقاط-کردن پرداخته است. زیرا فعالیت‌های این چهار دوره با اثر متقابل بر یکدیگر مکمل صیانت از تجهیزات و تاسیسات تولیدی خواهند بود، در غیر این صورت اطلاعات درستی از آینده‌ی آن در اختیار مدیران قرار نمی‌دهد.

ارزیابی عملکرد سیستم‌های سنتی صیانت از تجهیزات پیش از این، از طریق شاخص‌های کلیدی عملکرد مانند (MTTF)، (MTBF)، (MTTR)، قابلیت اطمینان<sup>۴</sup>، قابلیت دسترسی<sup>۵</sup> و قابلیت تمیرپذیری<sup>۶</sup> و امثال آن اندازه‌گیری می‌شد [۱۳]. تا چندی پیش، ارزیابی عملکرد یک سیستم فقط از منظر مالی و شاخص‌های ذیربط مثل سود، نرخ بازگشت سرمایه محاسبه می‌شد. از سال ۱۹۹۲ ارزیابی چند وجهی با نام سیستم ارزیابی کارت امتیازی متوازن توسط دو محقق امریکایی پیشنهاد شده است [۱۴]. بعدها پس از دریافت بازخورد اثر بخشی سیستم کارت امتیازی متوازن چهار وجهی، مدل شش وجهی سیستم به صنعت معرفی شد که در آن علاوه بر معیارهای فرآیندهای داخلی، مالی، مشتری و یادگیری، معیارهای رضایت‌مندی کارکنان و محیط سازمان به آن اضافه شده است [۱۵]. اگرچه ارائه ساختار چند وجهی 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 مشکل زمانی بیشتر نمایان می‌شود که

11. Mean Time Between Failure (MTBF)
12. Mean Time To Failure (MTTF)
13. Mean Time To Repair (MTTR)
14. Reliability
15. Availability
16. Maintainability

مالی اوزلم و همکاران<sup>۱۹</sup> (۲۰۱۴) در مقاله‌ای برای اولویت-بندی معیارهای ارزیابی سیستم کارت امتیازی متوازن برای ارزیابی عملکرد و کاهش عدم اطمینان از طریق مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی به عنوان یک مطالعه موردی در صنایع قطعه‌سازی اتومبیل انجام داده‌اند. هدف این مطالعه ارزیابی شاخص‌های چهارگانه‌ی کارت امتیازی متوازن برای ارزیابی عملکرد سازمان تولید قطعات داخلی و خارجی اتومبیل در کشور ترکیه بوده است. در این تحقیق رویکرد محقق بر فرآیندهای کسب و کار و خدمات پس از فروش بوده است [۲۰]. تحقیقات دیگری توسط کردی و علی‌حیدری بیجار<sup>۲۱</sup> با به کارگیری سیستم ارزیابی کارت امتیازی متوازن شش‌وجهی و مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی برای ارزیابی پیمانکار انجام شده است. در این مطالعه به منظور افزایش احتمال صحت خروجی‌های مدل ارزیابی ترکیبی، از سیستم کارت امتیازی شش‌وجهی استفاده نموده که ابعاد بیشتری از سازمان را تحت پوشش قرار داده است. معیار ارزیابی علاوه بر چهار معیار فرآیندهای داخلی، مالی، مشتری و یادگیری، دو معیار دیگر شامل رضایت‌مندی کارکنان و محیط زیست و مسئولیت‌های اجتماعی به عنوان محیط سازمان به آن اضافه شده است. نتایج این تحقیق یک نگرش جامع در شناخت شاخص‌های ارزیابی عملکرد شرکت‌های ساخت و ساز در شهرداری را ارائه داده و راهی نظام‌مند برای رتبه‌بندی این شرکت‌ها با توجه به عملکرد آنها در هر شاخص ارائه داده است [۲۱].

بررسی‌های انجام شده توسط نویسندگان این مقاله‌ها، به ندرت تحقیقاتی را در حوزه‌ی مدیریت دارایی‌های فیزیکی نشان می‌دهد. با این حال در ادامه مقاله‌های مرتبط در مورد مدیریت دارایی‌ها مورد مطالعه و بررسی قرار می‌گیرند.

شاه و همکاران<sup>۲۰</sup> چالش‌ها، کاستی‌ها و چشم‌اندازهای به کارگیری مدیریت دارایی در بزرگراه‌ها را مورد مطالعه قرار داده‌اند. نتایج این تحقیق نشان داد که اجرای اصول مدیریت دارایی-ها در بزرگراه‌ها اثربخش نیستند و نیاز به بهبود قابلیت مدیریت دارایی‌ها برای اثربخش کردن داده‌های دارایی‌ها دارد. آنها پیشنهاد دادند که مدیریت بزرگراه‌ها باید یک راهنمای اجرایی برای اجرای مدیریت دارایی‌ها تهیه نمایند [۲۲].

کومل جنووی و همکاران<sup>۲۱</sup> یک ریسک فوق‌العاده را برای چارچوب اجرایی مدیریت دارایی‌ها مطرح کردند. تحقیق آنها روی روش تشخیص و مدیریت آن دسته از ریسک‌هایی در

پرسش اول تا حدود زیادی نتیجه‌ی تصمیم‌گیری آشکار خواهد شد.

در مورد سوال دوم که اهمیت بسیاری دارد، اتخاذ استراتژی توسعه‌ی مدیریت دارایی فیزیکی بر اساس مولفه‌های شش‌گانه سیستم ارزیابی عملکرد کارت امتیازی متوازن می‌باشد. با این توصیف در این تحقیق با پاسخ به این دو پرسش تا حدود زیادی مسئله‌ی مدیریت در حوزه‌ی صیانت از تجهیزات و تالیسات با فرض بر این که ارزش بر اساس استاندارد ایزو ۵۵۰۰۰ چرخه‌ی عمر دارایی فیزیکی حاصل می‌شود، حل می‌گردد.

## ۲- پیشینه تحقیق

اوکو و همکاران<sup>۱۷</sup> تحقیقاتی در خصوص ارتقاء سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات به سیستم مدیریت دارایی فیزیکی به دلیل کاستی‌ها در مدیریت نگهداری که باعث شده است، چندین سازمان تولید خود را از دست داده و آسیب‌رساندن به انسان‌ها، محیط زیست و دارایی‌های فیزیکی انجام گیرد. نتیجه‌ی این تحقیق بیان می‌کند که در صنایع فرایندی، 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 دوره‌ی عمر سرمایه مورد نیاز است. برای این منظور، سازمان استاندارد بین‌المللی، ایزو ۵۵۰۰۰ را همراه با سیستم مدیریت آن برای توانایی در افزایش ارزش مدیریت نگهداری در سال ۲۰۱۴ به دنیا معرفی نموده است [۱۸].

آمی‌لی و همکاران<sup>۱۸</sup> در مقاله‌ای با روش ترکیبی سیستم ارزیابی کارت امتیازی متوازن و مدل فرآیند تحلیل سلسله-مراتبی فازی، ارزیابی عملکرد واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات را در یک سازمان صنعتی ارزیابی نموده‌اند. به کارگیری سیستم کارت امتیازی متوازن به دلیل انتخاب معیارهای ارزیابی که شامل فرآیندهای داخلی، مالی، مشتری و یادگیری بوده است. استفاده از مدل فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی برای اندازه-گیری اثر بخشی واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات بر روی هر یک از معیارهای چهارگانه مورد نظر بوده است. نتایج تحقیق نشان داده است، واحد فناوری اطلاعات یک واحد اثر بخش برای بهبود عملکرد سازمان می‌باشد [۱۹].

19 . Ozlem Senvar

20 . Kordi, and Aliheydari Bijar

21 . Shah et al.

22 . Komljenovic et al.

17. Okoh et al.

18. Amy Lee et al.

مدیریت دارایی‌ها برای یافتن سیاست نگهداری و تعمیرات اثربخش از لحاظ هزینه بسیار سودمند است [۲۹].

کامپوس و همکاران<sup>۲۹</sup> برای مدیریت دارایی‌ها یک چارچوب تحلیل داده‌ها را معرفی کردند. یافته‌های تحقیق آنها نشان داد 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 [۳۰].

پارلیکات و جعفری<sup>۳۰</sup> چالش‌های موجود در شالوده مدیریت دارایی‌ها را مورد مطالعه قرار داده‌اند. آنها دریافتند که این شالوده به خودی خود 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. سرمایه‌داران به دنبال مبلغ بیشتر در مقابل هزینه کمتر از دارایی‌های متعدد خود هستند. تکنولوژی‌های جدید عملکرد بالاتر و ایمنی بیشتر دارند، اما هزینه‌های جاری و اولیه‌ی آنها بالاتر است و برای نگهداری و تعمیرات نیاز به مهارت بالاتر و هزینه‌های بیشتر دارند، و دستمزد نیروی کاری آنها بسیار بالاتر است [۳۱].

مروری بر پیشینه‌ی تحقیق نشان می‌دهد که بیشتر مطالعات مدیریت دارایی‌ها را مورد مطالعه قرار داده‌اند و تحقیق‌های کمی در ارتباط با مدیریت دارایی فیزیکی به طور خاص مشاهده گردیده است. در مطالعات انجام شده همچنین چالش‌ها، کاستی‌ها و ریسک‌های مرتبط با مدیریت دارایی‌ها و پایه‌گذاری شالوده یا ساختار برای آن مورد مطالعه قرار گرفته است. ارزیابی عملکرد دارایی‌های فیزیکی و همچنین توجه خاص به این نوع دارایی‌ها از منظر بهبود استفاده از تجهیزات و ماشین‌آلات از طریق مدیریت اثربخش آنها از جمله کمبودهایی است که در مطالعات انجام شده می‌توان مشاهده نمود که در این تحقیق به آنها پرداخته شده است.

ارزیابی عملکرد سیستم‌ها و سازمان‌ها به روش ترکیبی کارت امتیازی متوازن و مدل فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی در سطح گسترده‌ای به کار گرفته می‌شود و نشان از کارایی این روش در ارزیابی عملکرد سیستم‌ها و سازمان‌ها است. لیکن آنچه که در این تحقیق انجام شده و به عنوان یک نوآوری تلقی می‌شود، ارزیابی عملکرد سیستم مدیریت دارایی فیزیکی مدل موسسه‌ی دارایی فیزیکی انگلستان می‌باشد که برای اولین بار

مدیریت دارایی‌ها متمرکز است که به ندرت اتفاق می‌افتند اما دامنه تأثیر آنها فوق‌العاده بالا است [۲۳].

انیمه و شفیع<sup>۲۳</sup> برای برآورده ساختن نیازمندی‌های توسعه عمر در صنعت نفت و گاز، زمانی که ساختار هزینه را بهینه می‌کنند، یک چارچوب نظام‌مند برای کمک به اپراتورها فراهم ساختند. مزیت چارچوب پیشنهادی در خلال یک مطالعه موردی که مستلزم سه مرحله با سیستم جداگانه روی یک سکوی نفتی که در نیمه دهه ۱۹۷۰ ساخته شده است، نشان داده شده است [۲۴].

کیلس‌بای و همکاران<sup>۲۴</sup> برای مدیریت دارایی‌های سربار تجهیزات خطوط راه‌آهن یک مدل ریاضی که فرایندهای کاهش توان‌مندی، شکست، بازرسی و نگهداری دارایی‌ها و تجهیزات آنها را شبیه‌سازی می‌کند ارائه داده‌اند [۲۵].

پاپاچارالامپاو و همکاران<sup>۲۵</sup> الگوی دگرگونی‌های سیستم آبیاری شامل مدیریت سرمایه‌های خدماتی و منابع آبی را به منظور مدیریت سیستم مدل‌سازی کردند. این الگو برای ساختاردهی همکاری بین کارشناسان به منظور یک‌پارچه‌سازی برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری در مورد مدیریت سهام دارایی‌های منابع آبی تشکیل گردید [۲۶].

پان و اکسیو<sup>۲۶</sup> یک مسأله بهینه‌سازی مدیریت شمول دارایی با نرخ‌های احتمالی و تورم احتمالی تحت چارچوب حداکثرسازی مطلوبیت مورد انتظار را 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 [۲۷].

وان<sup>۲۷</sup> مدیریت دارایی در شبکه‌های قدرت را مورد مطالعه قرار داده است و به منظور حداکثرسازی قابلیت اطمینان در شبکه‌های قدرت، چاش‌ها و نوآوری‌های صنعت را بررسی نموده است. در این مقاله نقش دیجیتالی کردن تحویل قابل اطمینان و استخراج داده و اطلاعات از اعداد و ارقام ثبت شده در سازمان‌ها و تحلیل عملکرد داده‌ها به صورت برجسته‌ای نمایان گردید [۲۸].

هوندا و همکاران<sup>۲۸</sup> روی روش مطالعه مدیریت دارایی در راه‌آهن مطالعه کرده‌اند و یک ابزار برای مطالعه تجربی مدیریت دارایی‌ها را ساخته‌اند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که روش

23 . Animah, and Shafiee

24 . Kilsby et al.

25 . Papacharalampou et al.

26 . Pan and Xaio

27 . Wan

28 . Honda

29 . Campos et al.

30 . Parlidad and Jafari

گام ۱: تشکیل نمودار سلسله‌مراتبی معیارهای ارزیابی و شاخص‌های ذیل آن،  
 گام ۲: تعریف اعداد فازی به منظور انجام مقایسات زوجی معیارها و شاخص‌ها،  
 گام ۳: تشکیل ماتریس مقایسات زوجی معیارها و شاخص‌ها،  
 گام ۴: محاسبه‌ی  $S_i$  برای هر سطر ماتریس مقایسات زوجی،  
 گام ۵: محاسبه‌ی درجه‌ی بزرگی  $S_i$  نسبت به همدیگر،  
 گام ۶: محاسبه‌ی وزن معیارها و گزینه‌ها در ماتریس مقایسات زوجی، و  
 گام ۷: محاسبه‌ی وزن بردار نهایی.

اعداد فازی را می‌توان دوزنقه‌ای یا مثلثی تعریف کرد. در صورتی که اعداد فازی مثلثی  $(l_i, m_i, u_i)$  تعریف شوند، محاسبات فازی و غیرفازی کردن آن با استفاده از معادله‌های زیر انجام می‌شود.

$$s_i = \sum_{j=1}^m M_j g_i \times \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_j g_i \right]^{-1}$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{g_i} = \left( \sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_j g_i = \left( \sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right)$$

$$\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_j g_i \right]^{-1} = (1 / \sum_{i=1}^n u_i, 1 / \sum_{i=1}^n m_i, 1 / \sum_{i=1}^n l_i)$$

$$V(M_2 > M_1) = \text{hgr}(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2} \quad (d)$$

$$= \begin{cases} 1 & \text{if } m_2 \geq m_1 \\ 0 & \text{if } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_2 - l_1)} & \text{otherwise} \end{cases}$$

بر اساس اعداد فازی مثلثی، جدول ۹ درجه‌ای ساعتی اعداد فازی به منظور انجام مقایسات زوجی استفاده می‌شود.

حداقل در ایران انجام شده است. بدیهی است، شناخت کامل اجزاء و عناصر سیستم مدیریت دارایی فیزیکی امکان چنین عملی را میسر می‌سازد.

### ۳- روش تحقیق

این تحقیق از نظر هدف کاربردی و از نظر گردآوری داده‌ها اسنادی به همراه مطالعات میدانی و مصاحبه‌ای می‌باشد. در ابتدا عناصر سیستم مدیریت دارایی فیزیکی از طریق اسناد استاندارد ایزو ۵۵۰۰۰ و ۵۵۰۰۰ مورد مطالعه قرار گرفته است تا تمام اجزاء و عناصر سیستم کاملاً شناسایی و قابل درک باشد. سپس از طریق مطالعات اسنادی همسان‌سازی سیستم ارزیابی عملکرد کارت امتیازی متوازن و معیارهای سیستم مدیریت دارایی فیزیکی در چارچوب این سیستم صورت گرفته‌است. محورهای ارزیابی از گروه‌های شش‌گانه‌ی مدل موسسه مدیریت دارایی انگلستان مطابق با جنس و نوع فعالیت در نمودار سیستم کارت امتیازی متوازن شش وجهی در نظر گرفته شده است. همچنین روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی برای محاسبات فازی به روش چانگ<sup>۳۱</sup> انجام گرفته و در قالب مطالعات این تحقیق تنظیم شده است. مهم‌ترین بخش این قسمت، گردآوری داده‌های ماتریس مقایسات زوجی برای معیارهای شش‌گانه و نیز ماتریس مقایسات زوجی شاخص‌های هر یک از معیارها به روش مصاحبه با خبرگان و مطالعات اسنادی انجام شده است. داده‌های گردآوری شده پس از دسته‌بندی در ماتریس مقایسات زوجی وارد شده و محاسبات فازی به روش چانگ ابتدا در قالب اعداد فازی و سپس غیرفازی شده است. با توجه به اینکه این تحقیق برای دو هدف ارزیابی عملکرد و تدوین استراتژی مدیریت دارایی فیزیکی انجام شده است، باید به دو پرسش اصلی مطرح‌شده در بخش مقدمه پاسخ داده شود.

برای اندازه‌گیری معیارهای شش‌گانه‌ی سیستم ارزیابی کارت امتیازی متوازن در این تحقیق از مدل فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی که یک ابزار تصمیم‌گیری چند معیاره است، استفاده شده است. ابتدا مدل AHP ساده بر اساس محاسبات اعداد حقیقی، وزن هریک از گزینه‌ها برای تصمیم‌گیرنده مشخص شده است. با افزایش پیچیدگی سیستم‌ها و نیز ظهور مجموعه‌ی اعداد فازی که بیان واقعیت را از حالت صفر و یک خارج کرده و در برد بازه‌ی بسته‌ی صفر و یک قرار داده است، روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی در حل مسایل تصمیم‌گیری مطرح شده است. مراحل حل مسئله به روش مدل فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی به شرح ذیل است [۲۰]:

31. Chang

در گام اول، ساختار سلسله‌مراتبی مدل بر اساس معیارهای شش‌گانه‌ی سیستم ارزیابی کارت امتیازی متوازن و فعالیت‌های ذیل گروه‌های شش‌گانه مدل اجرایی موسسه‌ی مدیریت دارایی انگلستان مطابق با شکل شماره ۲ طراحی می‌گردد.



شکل شماره ۲- ساختار کارت امتیازی متوازن سیستم مدیریت دارایی فیزیکی

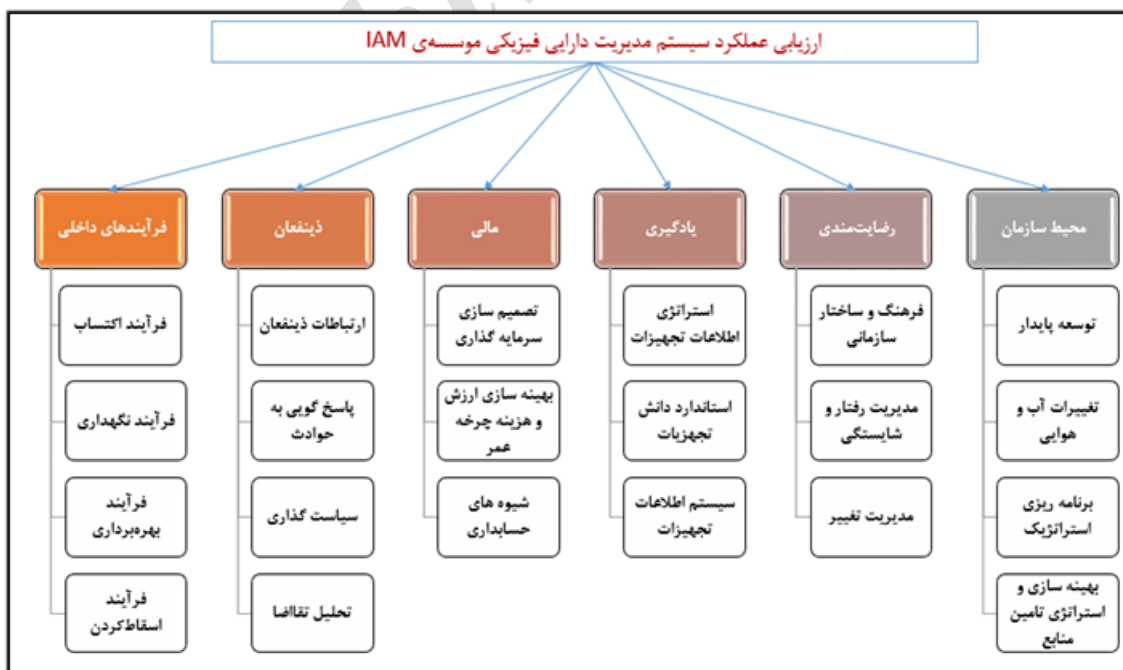
در این ساختار سلسله‌مراتبی، کارت امتیازی متوازن برای ارزیابی عملکرد سیستم مدیریت دارایی فیزیکی، شش معیار مطابق با شکل شماره ۳ تعریف شده است.  
گام ۲: تعریف اعداد فازی مطابق جدول شماره ۱ می‌باشد.  
گام ۳: ماتریس مقایسات زوجی معیارهای ارزیابی عملکرد سیستم مدیریت دارایی فیزیکی.

#### ۴- حل مدل و یافته‌های پژوهش

قبلا بیان شده که بر اساس تعریف استاندارد ایزو ۵۵۰۰۰، مدیریت دارایی فیزیکی عبارت‌اند از مجموعه‌ای از فعالیت‌های هماهنگ و یکپارچه‌ی سازمانی برای دستیابی به اهداف سازمان می‌باشد. بر همین اساس موسسه‌ی مدیریت دارایی انگلستان، ۳۹ فعالیت را در شش گروه اصلی برای مدیریت دارایی فیزیکی تعریف کرده است. این شش گروه اصلی فعالیت‌ها عبارت‌اند از: گروه‌های (۱) برنامه‌ریزی و استراتژی مدیریت دارایی فیزیکی، (۲) تصمیم‌گیری مدیریت دارایی فیزیکی، (۳) فعالیت‌های چرخه‌ی عمر دارایی فیزیکی، (۴) توانمندسازی مدیریت دارایی فیزیکی، (۵) توانمندسازی منابع سازمانی و (۶) فعالیت‌های بازنگری و مدیریت ریسک [۲۱].

لازم به ذکر است، بیان روش پیاده‌سازی مدل موسسه‌ی مدیریت دارایی انگلستان، موضوع مورد بحث در این تحقیق نیست و هدف از تشریح مدل آن در حد آشنایی با گروه‌های شش‌گانه مدل و فعالیت‌های ذیل این گروه‌ها برای تعریف شاخص‌های اندازه‌گیری ذیل معیارهای ارزیابی است.

گام ۱: رسم ساختار سلسله‌مراتبی سیستم مدیریت دارایی فیزیکی.



شکل شماره ۳: نمودار سلسله‌مراتبی سیستم مدیریت دارایی فیزیکی

جدول شماره ۱: ماتریس مقایسات زوجی معیارهای ارزیابی عملکرد سیستم مدیریت دارایی فیزیکی

مقایسه ا به ز	فرآیندهای داخلی	ذینفعان	مالی	یادگیری	رضایت‌مندی	محیط
فرآیندهای داخلی	(۱، ۱، ۱)	(۲، ۳، ۴)	(۱، ۲، ۳)	(۳، ۴، ۵)	(۳، ۴، ۵)	(۰، ۳۳۳، ۰، ۵، ۱)
ذینفعان	(۰، ۲۵، ۰، ۳۳۳، ۰، ۵)	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۲، ۳)	(۰، ۲۵، ۰، ۳۳۳، ۰، ۵)	(۰، ۳۳۳، ۰، ۵، ۱)	(۰، ۲۵، ۰، ۳۳۳، ۰، ۵)
مالی	(۰، ۳۳۳، ۰، ۵، ۱)	(۰، ۳۳۳، ۰، ۵، ۱)	(۱، ۱، ۱)	(۲، ۳، ۴)	(۳، ۴، ۵)	(۲، ۳، ۴)
یادگیری	(۰، ۲، ۰، ۲۵، ۰، ۳۳۳)	(۲، ۳، ۴)	(۲، ۳، ۴)	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۲، ۳)	(۱، ۲، ۳)
رضایت‌مندی	(۰، ۲، ۰، ۲۵، ۰، ۳۳۳)	(۱، ۲، ۳)	(۱، ۲، ۳)	(۱، ۲، ۳)	(۱، ۱، ۱)	(۰، ۲۵، ۰، ۳۳۳، ۰، ۵)
محیط	(۱، ۲، ۳)	(۲، ۳، ۴)	(۰، ۲۵، ۰، ۳۳۳، ۰، ۵)	(۰، ۲۵، ۰، ۳۳۳، ۰، ۵)	(۰، ۲۵، ۰، ۳۳۳، ۰، ۵)	(۱، ۱، ۱)

$$W_L = (٪۲۸، ٪۳۶، و ٪۳۶)$$

بردار ضرایب شاخص‌های رضایت‌مندی کارکنان نرمال-  
شده

$$W_k = (٪۸، ٪۳۵، و ٪۵۷)$$

بردار ضرایب شاخص‌های محیط نرمال شده

$$W_n = (٪۲۶، ٪۲۲، ٪۱۸، و ٪۳۴)$$

#### ۵- یافته‌های تحقیق

این تحقیق در مجتمع نفت و گاز پارس جنوبی، یکی از شرکت‌های تابعه‌ی شرکت ملی گاز ایران انجام شده است. کمتر از یک سال است که مدیران این مجتمع گازی اقدام به استقرار نظام مدیریت دارایی فیزیکی نموده‌اند. بر اساس مطالعات انجام شده در این تحقیق با بکارگیری مدل مدیریت دارایی فیزیکی موسسه‌ی دارایی فیزیکی انگلستان، ارزیابی عملکرد مدیریت دارایی فیزیکی با روش ترکیبی سیستم کارت امتیازی متوازن و مدل فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی که داده‌های آن از طریق مصاحبه با خبرگان و بازدید میدانی گردآوری شده، انجام شده است. بر اساس محاسبات انجام شده در این مطالعه، نمودار سلسله‌مراتبی معیارها و شاخص‌های مدیریت دارایی فیزیکی بر اساس روش تعریف شده و اوزان آن مطابق با مدل محاسبه گردیده است و با شکل شماره ۴ نشان داده شده است. تحلیل یافته‌های تحقیق رویکرد توصیفی-تجویزی داشته و لذا می‌تواند در تدوین استراتژی، هم در بخش مدیریت صیانت از تجهیزات و هم در سطح کلان در تدوین استراتژی سازمان مورد بهره‌برداری مدیران قرار گیرد. معیارهای این تحقیق که بر اساس سیستم ارزیابی کارت امتیازی متوازن شش وجهی در نظر گرفته شده است، شامل معیارهای فرآیندهای داخلی، ذینفعان سازمان، مالی، یادگیری کارکنان، رضایت‌مندی کارکنان و محیط سازمان شامل، موضوعات مربوط به تولید پایدار و مسئولیت‌های اجتماعی برای ارزیابی اثربخشی سیستم مدیریت دارایی فیزیکی مدل موسسه‌ی مدیریت دارایی فیزیکی انگلستان است. یافته‌های

گام ۴: محاسبه‌ی  $S_i$  برای هر سطر ماتریس مقایسات زوجی انجام می‌شود.

گام ۵: محاسبه‌ی درجه‌ی بزرگی  $S_i$  نسبت به همدیگر انجام می‌شود.

گام ۶: محاسبه‌ی وزن معیارها و گزینه‌ها در ماتریس مقایسات زوجی انجام می‌شود.

گام ۷: محاسبه‌ی وزن بردار نهایی انجام و نتایج به شرح زیر می‌باشد.

بردار ضرایب معیارهای سیستم مدیریت دارایی فیزیکی نرمال

$$W_m = (٪۱۸، ٪۲، ٪۱۷، ٪۲۹، ٪۵، و ٪۲۹)$$

بر اساس محاسبات فازی، بردار اوزان معیارهای ارزیابی عملکرد سیستم مدیریت دارایی فیزیکی ( $W_m$ ) نهایی محاسبه شده است. وزن معیارهای سیستم مدیریت دارایی فیزیکی به ترتیب، فرآیندهای کسب و کار سیستم با وزن ٪۲۹، ذینفعان با وزن ٪۵، جنبه‌ی مالی با وزن ٪۲۹، یادگیری با وزن ٪۱۷، رضایت‌مندی کارکنان با وزن ٪۲ و محیط سازمان شامل، تولید پایدار و مسئولیت‌های اجتماعی با وزن ٪۱۸ اثربخشی سیستم مدیریت دارایی فیزیکی را از ۶ منظر نشان می‌دهد.

به محاسبه اندازه‌ی اوزان شاخص‌های ذیل معیارهای ارزیابی عملکرد سیستم مدیریت دارایی فیزیکی ۷ گام محاسبات فازی به روش چانگ را انجام داده و بردار اوزان شاخص‌ها نسبت به معیارها به شرح می‌باشند:

بردار ضرایب شاخص‌های فرآیندهای داخلی سیستم نرمال شده

$$W_p = (٪۳۱، ٪۲۰، ٪۹، و ٪۴۰)$$

بردار ضرایب شاخص‌های ذینفعان سیستم نرمال شده

$$W_s = (٪۲۶، ٪۲۲، ٪۱۸، و ٪۳۴)$$

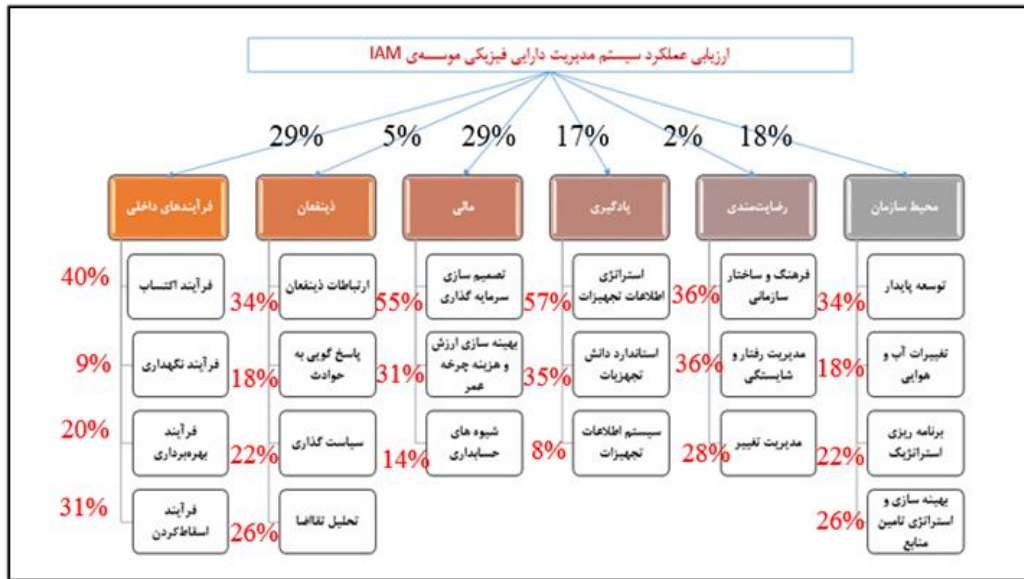
بردار ضرایب شاخص‌های مالی سیستم نرمال شده

$$W_f = (٪۱۴، ٪۳۱، و ٪۵۵)$$

بردار ضرایب شاخص‌های یادگیری نرمال شده



تحقیق که مکانیزم محاسبات آن بر مبنای مدل فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی انجام شده‌است به شرح زیر می‌باشد.



شکل شماره ۴. ساختار سلسله‌مراتبی ارزیابی عملکرد مدیریت دارایی فیزیکی

➤ معیار محیط سازمان با وزن ۱۸٪/ سومین رتبه را در اثرپذیری از استقرار سیستم کسب نموده است. این امر قبل از تحقیق قابل پیش‌بینی بوده است. فعالیت‌های تعریف شده در گروه‌های شش‌گانه مدیریت دارایی فیزیکی، رویکرد سیستم را به مسئولیت‌های اجتماعی، توجه به تغییرات آب و هوایی و سلامت زیست‌محیطی نشان می‌دهد.

➤ برخلاف تصور عمومی که دانش و یادگیری را با میزان کم در نظر گرفته بودند، با استقرار سیستم مدیریت دارایی فیزیکی و نیز وجود قشر تحصیل‌کرده جوان در مقاطع تحصیلات تکمیلی، تقریباً می‌توان ادعا کرد، اثربخشی سیستم در حوزه مدیریت دارایی فیزیکی کارساز بوده و در حال حاضر موضوع یادگیری با وزن ۱۷٪/ مسئله مدیریت نمی‌باشد.

➤ در ذینفعان، معیار ذینفعان با وزن ۵٪/ علی‌الرغم تعریف فعالیت‌های مرتبط به توجه به نیازها، خواسته‌ها و الزامات در سیستم مدیریت دارایی فیزیکی، شاید به دلیل مسایل فرهنگی صنعت کشور که توجه ویژه به ذینفعان ندارند، از اثر بخشی قابل قبولی برخوردار نبوده و لذا یکی از استراتژی‌های کلان مدیریت، می‌بایستی اتخاذ راهبرد مناسب برای توسعه این بخش از سیستم مدیریت دارایی فیزیکی باشد.

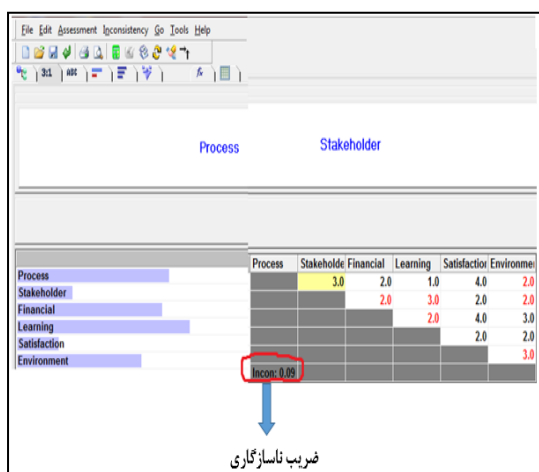
➤ در حوزه رضایتمندی کارکنان، معیار رضایتمندی با وزن ۲٪/ کمترین میزان را به خود اختصاص داده است. شاید بتوان این موضوع از ضعف سیستم مدیریت

➤ همانطور که در شکل شماره ۴ نشان داده شده است، عامل‌های فرآیندهای داخلی سیستم و مالی با اوزان ۲۹٪/ بیشترین اثر را داشته و نشان می‌دهد برخلاف تصور عمومی در این شرکت، موضوع فرآیندهای کسب و کار سیستم در حوزه مدیریت دارایی فیزیکی که در چرخه عمر تجهیزات مستتر می‌باشد، بیشترین اثربخشی را به خود اختصاص داده و لذا استراتژی فعلی سازمان در حوزه فرآیندهای کسب و کار مرتبط به چهار دوره چرخه عمر مناسب می‌باشد. اصلاح ساختار فرآیندهای داخلی در چهار حوزه اکتساب، بهره‌برداری، نگهداری و اسقاط-کردن با رویکرد تاثیر نیاز، خواسته‌ها و الزامات ذینفعان بر فرآیندهای کسب و کار مربوط به حوزه دارایی فیزیکی، آن را به فرآیندهای توسعه‌یافته تبدیل نموده و از این طریق امکان بهبود مستمر در فرآیندهای داخلی میسر می‌گردد.

➤ معیار مالی با وزن ۲۹٪/ در اولویت دوم پس از موضوع فرآیندهای کسب و کار قرار دارد. تدوین سیاست‌های مدیریت دارایی فیزیکی، استراتژی دارایی فیزیکی، اهداف و برنامه‌برنامه‌ریزی دارایی فیزیکی از مهم‌ترین فعالیت‌های این مجتمع گازی می‌باشد، که پس از فرآیندهای داخلی سیستم، بیشترین اثرگذاری سیستم را بر روی شاخص‌های مالی داشته است. البته در این، منظور شاخص‌های مالی، موضوع‌های جدید طرح شده در سیستم مدیریت دارایی فیزیکی می‌باشد.

محدوده‌ی آن می‌بایستی تصمیم‌گیری نماید. لذا تدوین سیاست‌های کلی برای تولید پایدار شرط لازم می‌باشد و این موضوع دقیقاً در مطالعات این تحقیق با ضریب وزنی ۳۴٪ نشان داده شده است.

**نرخ ناسازگاری ماتریس مقایسه‌های زوجی و استقلال معیارهای تحقیق:** نرخ ناسازگاری ماتریس مقایسه‌های زوجی، شاخصی است که نشان دهنده‌ی تناقضات و ناسازگاری احتمالی در پاسخ‌های داده شده به میزان برتری یک معیار نسبت به معیار دیگر به صورت مقایسه‌ی زوجی است. چنانچه نرخ ناسازگاری کمتر از ۰,۱ باشد، سازگاری ماتریس مقایسات زوجی قابل قبول است. اما اگر نرخ ناسازگاری بزرگتر از ۰,۱ باشد، نشان دهنده تناقض در ارزیابی‌ها و قضاوت‌های خبرگان می‌باشد. محاسبه نرخ ناسازگاری بسیار دشوار است. اما از طریق نرم‌افزار Expert Choice با وارد کردن داده‌های مقایسه‌ی معیارها محاسبه‌ی آن آسان می‌گردد. ضریب ناسازگاری با استفاده از نرم‌افزار در این مطالعه کمتر از ۰,۱ بوده و در شکل شماره ۵ نشان داده شده است. بنابراین در مقایسات زوجی



تناقضی وجود ندارد.

شکل شماره ۵، خروجی نرم‌افزار Expert Choice

در مورد استقلال معیارهای این تحقیق و آنالیز حساسیت می‌توان اظهار داشت با توجه به اینکه، در این تحقیق هدف از به کارگیری مدل AHP، انتخاب گزینه نبوده و برآورد ضریب اثر بخشی سیستم مدیریت دارایی فیزیکی بر شاخص‌های مدل BSC است، بر این اساس انجام آن نقشی در نتایج تحقیق ندارد.

#### ۶- بحث و نتیجه گیری

استقرار نظام‌های بهره‌برداری در سازمان‌های صنعتی به اندازه‌ای مشکل و پیچیده است که بعضاً مدیران از ادامه‌ی کار منصرف

دارایی فیزیکی نام برد. در این رابطه مدیریت برای اجرای بهتر فعالیت تعریف شده می‌بایستی استراتژی مناسبی همانند معیار ذینفعان برای توسعه مدیریت دارایی فیزیکی اتخاذ نماید.

➤ در بخش فرآیندهای داخلی، شاخص‌های فرآیند اکتساب و اسقاط کردن بر خلاف تصور عمومی، برای صیانت از تجهیزات و تاسیسات نفتی با اوزان ۴۰٪ و ۳۱٪ بیشترین اثربخشی را در توسعه‌ی سیستم مدیریت دارایی فیزیکی بر اساس مطالعات انجام شده در این تحقیق دارد. بنابراین با توجه به اولویت اول معیارها که فرآیندهای داخلی سیستم مدیریت دارایی فیزیکی بوده، در ذیل آن موضوع اکتساب و اسقاط کردن نقش تعیین کننده‌ای در ارتقاء سطح عملکرد سازمان دارد.

➤ در بخش معیار مالی، تصمیم‌سازی سرمایه‌گذاری با وزن ۵۵٪ و بهینه‌سازی ارزش با وزن ۳۱٪ نسبت به سایر شاخص پر اهمیت تر بوده و این نشان می‌دهد، هزینه و ایجاد ارزش که در طول چرخه‌ی عمر دارایی فیزیکی محقق می‌گردد، نیاز به برنامه‌ریزی و تدوین استراتژی مدیریت چرخه‌ی عمر دارایی فیزیکی است.

➤ یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد، در حوزه‌ی رضایت-مندی، رهبری و تعهد، ساختار سازمانی مدیریت دارایی فیزیکی با اوزان برابر ۳۶٪ و رفتار سازمانی با وزن ۳۶٪ در عملکرد سیستم مدیریت دارایی فیزیکی نقش دارد. بنابراین طراحی واحد مدیریت دارایی فیزیکی به نظر اثر بخش‌تر از برونسپاری فعالیت‌های مدیریت دارایی فیزیکی بوده که در عین حال می‌بایستی به اختیارات ستادی و منابع مالی در اختیار نیز توجه شود.

➤ در بعد ذینفعان سازمان، ارتباطات با وزن اثرگذاری ۳۴٪ نقش مهمی در ایجاد فرآیندهای توسعه‌یافته دارد. فرآیندهای توسعه‌یافته به فرآیندی گفته می‌شود که امکان بهبود مستمر در آن وجود داشته باشد. شرط لازم برای آن در نظر گرفتن نیازها، خواسته‌ها و الزامات ذینفعان است. بنابراین به منظور توسعه‌ی فرآیندهای داخلی بر اساس مطالعات در این تحقیق، ایجاد سیستم مطمئن ارتباطات با ذینفعان یک استراتژی مناسب خواهد بود.

➤ در حوزه دانش و یادگیری نهادهای مدیریت دارایی فیزیکی، تدوین استراتژی اطلاعات از مهم‌ترین عامل‌های اثر بخشی سیستم مدیریت دارایی فیزیکی می‌باشد.

➤ در محور ششم، یعنی محور محیط سازمان، شاخص تولید پایدار نقش مهم در اثربخشی سیستم مدیریت دارایی فیزیکی دارد. برای تصمیم‌گیری در زمینه‌ی سازمانی نیاز به چارچوبی است که تصمیم‌گیرنده در

مربوط به مدیریت دارایی فیزیکی و مدیریت چرخه‌ی عمر تجهیزات و تاسیسات خود را در اولویت اول سازمان قرار دهد.

### مراجع

[۱] علیپور، مهدی، (۱۳۹۶). پروژه ملی پایلوت استقرار نظام مدیریت دارایی‌های فیزیکی صنعت نفت در پالایشگاه چهارم مجتمع گاز پارس جنوبی، فروردین ۱۳۹۷، بر گرفته از سایت اینترنتی به آدرس:

<http://www.spgc.ir/fa/newsagency/813>

- [2] The Institute of Asset Management (2015). Asset Management Maturity Scale and Guidance Version 1, UK, Institute of Asset Management (IAM).
- [3] Institute of Asset Management, (2008). Asset Management PASS55, Part 2: Guidelines for the application of PAS 55-1.
- [4] 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.
- [5] Khaled O. El-Akruti, Zhang, T., Dwight. R., (2016). Maintaining pipeline integrity through holistic asset management, University of Wollongong Research Online, Faculty of Engineering and Information Sciences.
- [6] International Organization for Standardization. (2014). ISO 55002, Asset Management – Management System – Guidelines for the application of ISO 55001, Web [www.iso.org](http://www.iso.org), Published in Switzerland.
- [7] International Organization for Standardization. (2014). ISO 55000, Asset Management Overview, Principal and terminology, Published in Switzerland.
- [8] 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.
- [9] Van den Honert, A. F., Schoeman, J. S. & Vlok, P. J. (2013). Correlating the content and context of PAS 55 with the ISO 55000 series. South African Journal of Industrial Engineering, 24(2): 24-32, doi: 10.7166/24-2-585.
- [10] Institute of Asset Management. (2008). Asset Management, Specification for the optimized Management of Physical asset, British Standard, PAS55 v1, UK, Published in IAM Institute
- [11] Minnaar, J.R., Basson W., & Vlok P.J., (2013). Quantitative methods required for

می‌شوند. پیچیدگی زمانی به اوج می‌رسد که سیستم مورد نظر، محدوده‌ی وسیعی از عملیات سازمان را پوشش دهد. سیستم مدیریت دارایی فیزیکی بر اساس استاندارد ایزو ۵۵۰۰۰ و مبتنی بر مدل موسسه‌ی مدیریت دارایی انگلستان به دلیل وسعت دامنه‌ی آن از مرحله اکتساب، بهره‌برداری، نگهداری تا اسقاط- کردن کل مدیریت عملیات سازمان را در بر گرفته و استقرار چنین سیستمی، پیچیدگی آن را دو چندان می‌نماید. در این فرآیند، مشکل زمانی آشکار می‌شود که مدیریت خواستار ارزیابی عملکرد چنین سیستمی باشد. ارزیابی عملکرد سیستم مدیریت دارایی فیزیکی با روش کارت امتیازی متوازن به دلیل اثر متقابل معیارهای مورد نظر، پیچیدگی سیستم را به مسئله‌ی سخت و گاهی آن را به مسئله غیرقابل حل تبدیل می‌کند. علی‌رغم همه مشکلات مدل فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی راه حلی تقریباً قابل اعتماد را پیش پای مدیران برای بررسی عملکرد سیستم- های پیچیده و مسایل سخت قرار داده است. این تحقیق که مبتنی بر مدل موسسه‌ی مدیریت دارایی انگلستان برای ارزیابی سیستم مدیریت دارایی فیزیکی در مجتمع نفت و گاز پارس جنوبی ایران انجام شده، در شش محور مطابق با سیستم ارزیابی کارت امتیازی متوازن به ارزیابی عملکرد سیستم مدیریت دارایی فیزیکی در محورهای فرایندهای داخلی، ذینفعان، مالی، دانش و یادگیری، رضایت‌مندی و محیط سازمان پرداخته است. معیارهای فرآیند و مالی با اوزان ۲۹٪ بیشترین اثربخشی را داشته و به ترتیب معیارهای محیط سازمان با وزن ۱۸٪، یادگیری با وزن ۱۷٪، ذینفعان با اثر بخشی ۵٪ و رضایت‌مندی با اثر بخشی ۲٪ حاصل خروجی محاسبات فازی مدل فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی بوده است. موضوع تساوی اثربخشی فرایندهای داخلی و مالی با قرار گرفتن در اولویت اول از نکته‌ی کلیدی این تحقیق تلقی می‌شود. توسعه‌ی فرایندها امروزه نقش کلیدی در توسعه‌ی سازمان دارند. فرایندهایی را توسعه‌یافته گویند که نیازها، خواسته‌ها و الزامات ذینفعان را پوشش دهند. این فرآیند قابلیت بهبود مستمر دارند. این نتیجه‌ی بسیار مهمی است. قطعاً جنبه- ی دیگر آن، معیار مالی می‌باشد که از گذشته مورد توجه مدیران بوده و در این تحقیق خود را نشان داده است.

موضوع دوم که در این تحقیق به عنوان یک نتیجه قابل توجه می‌باشد، وزن ۲٪ برای رضایت‌مندی کارکنان ناشی از اثر سیستم مدیریت دارایی فیزیکی در سازمان بوده است. به نظر می‌رسد با توجه به حضور قشر جوان تحصیل کرده در مقاطع تکمیلی در این مجتمع ایجاد سیستمی انگیزشی که خارج از محدوده‌ی سیستم مدیریت دارایی فیزیکی است، اثربخش باشد. در پایان یادآور می‌گردد، بر اساس مطالعات انجام شده در این تحقیق و خروجی آن، مدیریت می‌بایستی برای ایجاد ارزش در مجتمع پارس جنوبی استراتژی توسعه‌ی فرایندهای کسب و کار

- [23] Komljenovic, D., Gaha, M., Abdul-Nour, G., Langheit, C., and Bourgeois, M., (2016). Risks of extreme and rare events in Asset Management, *Safety Science* 88, 129–145.
- [24] Animah, I., and Shafiee, M., (2017). Condition assessment, remaining useful life prediction and life extension decision making for offshore oil and gas assets, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* xxx, 1e12.
- [25] Kilsby, P., Remenyte-Prescott, R., and Andrews, J., (2017). A modelling approach for railway overhead line equipment asset management, *Reliability Engineering and System Safety* 168, 326–337.
- [26] Papacharalampou, C., McManus, M Newnes, L.B., and Green, D., (2017). Catchment metabolism: Integrating natural capital in the asset management portfolio of the water sector, *Journal of Cleaner Production* 142, 1994-2005.
- [27] Pan, J., and Xiao, Q., (2017). Optimal dynamic asset-liability management with stochastic interest rates and inflation risks, *Chaos, Solitons and Fractals* 103, 460–469.
- [28] Wan, S., (2017) Asset Performance Management for Power Grids, *World Engineers Summit – Applied Energy Symposium & Forum: Low Carbon Cities & Urban Energy Joint Conference, WES-CUE 2017*, 19–21 July 2017, Singapore.
- [29] 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.
- [30] 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.
- [31] Parlikad, A.K., Jafari, M., (2016). Challenges in infrastructure asset management, *IFAC papers*, Online 42-28, 185-190.
- implementing PAS55 or the ISO 55000 series for asset management, Department of Industrial Engineering Stellenbosch, South Africa.
- [12] International Organization for Standardization. (2014). ISO 55001, Asset Management – Management System – Requirements, Web [www.iso.org](http://www.iso.org), Published in Switzerland.
- [13] Chavan, M., (2009). The balanced scorecard: A new challenge, *Journal of Management Development*, Vol. 28 Issue: 5, pp.393-406, <https://doi.org/10.1108/02621710910955930>.
- [14] Robert S. Kaplan. (2010). *Conceptual Foundations of the Balanced Scorecard*, Harvard Business School, Harvard University.
- [15] Chavan, M., (2009) "The balanced scorecard: a new challenge", *Journal of Management Development*, Vol. 28 Issue: 5, pp.393-406, <https://doi.org/10.1108/02621710910955930>.
- [16] 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.
- [17] Ke-Jun Zhua YuJinga D-Yong Chang, (1999). A discussion on Extent Analysis Method and applications of fuzzy AHP, *European Journal of Operational Research*, Volume 116, Issue 2, 16 July 1999, Pages 450-456
- [18] Okoh, P., Schjøberg, P., Wilson A., (2016). 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)
- [19] Amy H.I. Lee, Wen-Chin Chen, Ching-Jan Chang. (2008). A fuzzy AHP and BSC approach for evaluating performance of IT department in the manufacturing industry in Taiwan, *Expert Systems with Applications* 34 (2008) 96–107 and Elsevier Ltd Publisher.
- [20] Malý Ozlem Senvar, Ozalp Vayvay, Eda Kurt, Sergej Hloch. (2014). Prioritization of balanced scorecard measurement indicators as a process management approach via fuzzy AHP, case study in automotive industry, *Tehnički vjesnik* 21, 1(2014), 155-162.
- [21] 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.
- [22] Shah, R., McMann, 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.