



Type of Article: Research

Identifying and ranking key performance indicators in oil refining using Delphi-DEMATEL hybrid industry - sequential prioritization (Case study: Isfahan Oil Refining Company)

Bibi Maedeh Seyedan^{*1}, Naser Mollaverdi Esfahani² & Mostafa Nazari³

Received: 2025/02/21

PP: 107-146

Accepted: 2025/05/13

Abstract

In order to accurately evaluate their performance across various dimensions, organizations require efficient and structured tools. Among these, Key Performance Indicators (KPIs) have emerged as vital instruments for monitoring operational effectiveness, supporting managerial decision-making, and aligning organizational goals with actual performance. Despite their growing significance in academic literature, evidence suggests that many organizations—particularly in critical industries such as oil refining—continue to face challenges in identifying and effectively implementing these indicators. This study aims to identify and prioritize KPIs in the Iranian oil refining industry, with a case study conducted at the Isfahan Oil Refining Company. A five-step hybrid methodology was employed, incorporating the Delphi method, the Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL), and the Ordinal Priority Approach (OPA). Initially, a systematic literature review was conducted to extract preliminary indicators. Subsequently, with expert participation and application of the Delphi technique, an initial screening was performed. In the third stage, causal relationships among the indicators were analyzed and visualized using DEMATEL. The fourth step involved the application of the Ordinal Priority Approach to determine the weights and rankings of the indicators. Finally, based on the findings, managerial and technical recommendations are provided. The results indicate that the 'energy consumption intensity' indicator holds the highest importance with a weight of 0.2135, followed by 'operating profit margin' with a weight of 0.2081, and 'refinery complexity index' with a weight of 0.2025. These indicators respectively reflect energy efficiency, operational profitability, and the refinery's technical-process capacity, playing a decisive role in achieving strategic objectives.

KeyWords: Key Performance Indicators; Complexity Factor; Delphi Approach; DEMATEL Method; Ordinal Priority Approach; Oil Refining Industry.

Reference: Seyedan, M. , Molaverdi, N. & Nazari, M. (2025). Identifying and ranking key performance indicators in oil refining using Delphi-DEMATEL hybrid industry - sequential prioritization (Case study: Isfahan Oil Refining Company). *Strategic management attitude*, 3(2), 107-146.

<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.30605865.1404.3.2.9.6>

¹ Master's degree, Industrial Engineering, Macrosystems, Faculty of Industrial and Systems Engineering, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran (corresponding author).

² Assistant Professor, Department of Industries, Faculty of Industrial and Systems Engineering, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

³ 3 Master's degree, Industrial Engineering, System Management and Productivity, Isfahan Oil Refining Company, Isfahan, Iran.



نوع مقاله: پژوهشی

شناسایی و رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی عملکرد در صنعت پالایش نفت با استفاده از رویکرد ترکیبی دلفی -

دیمتل - اولویت‌بندی ترکیبی (مطالعه موردی: شرکت پالایش نفت اصفهان)

بی‌بی مائده سیدان^{۱*}، ناصر ملاوردی اصفهانی^۲، مصطفی نظری^۳

پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۱۲

صص: ۱۰۷-۱۴۶

دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۰۳

چکیده

سازمان‌ها برای ارزیابی دقیق عملکرد خود در ابعاد مختلف، نیازمند بهره‌گیری از ابزارهایی کارآمد و ساخت‌یافته هستند. در این میان، شاخص‌های کلیدی عملکرد به‌عنوان ابزاری حیاتی در پایش اثربخشی عملیات، پشتیبانی از تصمیم‌گیری مدیریتی و هم‌راستاسازی اهداف با عملکرد واقعی سازمان، جایگاه برجسته‌ای در ادبیات علمی یافته‌اند. با وجود این، شواهد نشان می‌دهد که بسیاری از سازمان‌ها، به‌ویژه در صنایع حیاتی نظیر پالایش نفت، هنوز در شناسایی و به‌کارگیری مؤثر این شاخص‌ها با چالش‌هایی مواجه‌اند. پژوهش کنونی با هدف شناسایی و رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی عملکرد در صنعت پالایش نفت ایران، به صورت مطالعه موردی در پالایشگاه اصفهان اجرا شده است. در این راستا، رویکردی ترکیبی شامل روش‌های دلفی، دیمتل و اولویت‌بندی ترکیبی در قالب پنج مرحله به‌کار گرفته شد. ابتدا با مرور نظام‌مند ادبیات، شاخص‌های اولیه استخراج شد و سپس با مشارکت خبرگان و بهره‌گیری از تکنیک دلفی، غربالگری اولیه انجام شد. در مرحله سوم، با استفاده از روش دیمتل، روابط علی و معلولی میان شاخص‌ها تحلیل و ترسیم شد. در گام چهارم، با بهره‌گیری از رویکرد اولویت‌بندی ترکیبی، وزن و رتبه شاخص‌ها تعیین شد. در نهایت، بر اساس یافته‌های پژوهش، پیشنهاد‌های مدیریتی و فنی ارائه می‌شود. یافته‌ها نشان می‌دهد که شاخص شدت مصرف انرژی با وزن ۰.۲۱۳۵ در رتبه نخست، شاخص حاشیه سود عملیاتی با وزن ۰.۲۰۸۱ در رتبه دوم و شاخص ضریب پیچیدگی پالایشگاه با وزن ۰.۲۰۲۵ در رتبه سوم از نظر اهمیت قرار دارند. این شاخص‌ها به‌ترتیب بازتاب‌دهنده بهره‌وری انرژی، سودآوری عملیاتی و ظرفیت فنی - فرایندی پالایشگاه بوده و نقش تعیین‌کننده‌ای در تحقق اهداف راهبردی ایفا می‌کنند.

کلیدواژه‌ها: شاخص‌های کلیدی عملکرد، ضریب پیچیدگی، رویکرد دلفی، روش دیمتل، اولویت‌بندی ترکیبی، صنعت پالایش نفت.

استناددهی (APA): سیدان، بی بی مائده، ملاوردی، ناصر و نظری، مصطفی (۱۴۰۴). شناسایی و رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی عملکرد در صنعت پالایش نفت با استفاده از رویکرد ترکیبی دلفی - دیمتل - اولویت‌بندی ترکیبی (مطالعه موردی: شرکت پالایش نفت اصفهان). فصلنامه نگرش مدیریت راهبردی، ۳(۲)، ۱۰۷-۱۴۶
<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.30605865.1404.3.2.9.6>

^۱ کارشناسی ارشد، رشته مهندسی صنایع، سیستم‌های کلان، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران (نویسنده مسئول).

^۲ استادیار، گروه صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.

^۳ کارشناسی ارشد، رشته مهندسی صنایع، مدیریت سیستم و بهره‌وری، شرکت پالایش نفت اصفهان، اصفهان، ایران.



در مناسبات بین‌المللی امروز، اقتصاد بیش از هر زمان دیگری در کانون توجه قرار گرفته است و انرژی به‌عنوان یکی از ارکان اساسی آن، نقشی راهبردی در پیشبرد اهداف توسعه‌ای ایفا می‌کند. در این میان، نفت و گاز به‌عنوان منابع انرژی مطمئن، جایگاه ویژه‌ای در میان دیگر حامل‌های انرژی یافته‌اند و همواره از منظر اقتصادی، تجاری و سیاسی مورد توجه دولت‌ها و صنایع بزرگ بوده‌اند (اشراق نیای جهرمی و ایقانی یزدلی، ۱۳۸۷). در نگاه کلی، بخش عمده‌ای از انرژی موردنیاز صنایع و زندگی روزمره در عصر کنونی از طریق فرآورده‌های نفتی تأمین می‌شود. از این رو، پالایشگاه‌ها به‌عنوان واحدهایی کلیدی در زنجیره ارزش صنعت نفت، نقش بی‌بدیلی در تبدیل نفت خام به محصولات ارزشمند ایفا می‌کنند. صنعت پالایش نفت به‌تنهایی حدود ۳۹ درصد از تقاضای انرژی جهانی و نزدیک به ۹۷ درصد از سوخت مورد استفاده در حمل‌ونقل را تأمین می‌کند (شاه و ایراپتریتوی^۱، ۲۰۱۱). طی دو دهه اخیر، صنعت پالایش نفت با پیچیدگی‌های فزاینده‌ای در حوزه‌های رقابت، مقررات زیست‌محیطی و الزامات اقتصادی مواجه شده است. در نتیجه، پالایشگاه‌های مدرن امروزی نه‌تنها از منظر فنی، بلکه از منظر مدیریتی نیز نیازمند رویکردهای یکپارچه بهینه‌سازی در سطوح مختلف تأمین، تولید و توزیع هستند. در این راستا، طراحی سیستم‌های برنامه‌ریزی تولید، نیازمند اطلاعاتی دقیق درباره توپولوژی فرایند، ظرفیت‌ها، محدودیت‌های عملیاتی، تقاضای بازار و هزینه‌های مربوط است (شاه و ایراپتریتوی، ۲۰۱۱). پالایشگاه‌های مدرن، سیستم‌هایی یکپارچه هستند که با بهره‌گیری از فرایندهای فیزیکی و شیمیایی متنوعی چون تقطیر، استخراج، اصلاح، کراکینگ و اختلاط، نفت خام را به طیف وسیعی از محصولات نظیر بنزین، گازوئیل، سوخت جت، روان‌کننده‌ها، قیر و محصولات پتروشیمی تبدیل می‌کنند. همچنین تولید انرژی و هیدروژن برای مصارف داخلی و خارجی در این واحدها انجام می‌شود. مطابق با دیدگاه بابیچ و مولیجن، توسعه فناوری‌های پالایشگاه‌ها و پاسخگویی به الزامات متغیر بازار از حیث کیفیت و مشخصات محصول، اهمیت ارزیابی عملکرد را دوچندان کرده است (بابیچ و مولیجن^۲، ۲۰۰۳). برای انجام ارزیابی عملکرد به صورت نظام‌مند، ابزارهایی چون شاخص‌های کلیدی عملکردی^۳ بسیار مورد توجه پژوهشگران و مدیران قرار گرفته‌اند (توکلی و همکاران، ۱۴۰۱). شاخص‌های کلیدی

شناسایی و رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی عملکرد در صنعت پالایش نفت با استفاده از رویکرد ترکیبی دلفی - دیتمل - اولویت‌بندی ترتیبی (مطالعه موردی: شرکت پالایش نفت اصفهان)

نحی مائه سیدان*، ناصر ملاردی اصفهانی، مصطفی نظری

1. Shah & Ierapetritou

2. Babich & Moulijn

3. Key Performance Indicators (KPI)



عملکرد، امکان سنجش میزان تحقق اهداف، مقایسه عملکرد واقعی با اهداف از پیش تعیین شده و بازخوردگیری برای بهبود مستمر را فراهم می‌سازند (میرنژاد و همکاران، ۱۳۹۹). این شاخص‌ها، نقش مهمی در پایش پیشرفت سازمان در راستای اهداف پایداری ایفا می‌کنند و شناسایی زمینه‌های بهبود را برای ذی‌نفعان تسهیل می‌کنند (حسین و همکاران، ۲۰۲۳). در صنایع فرایندی، از جمله صنعت پالایش نفت، شاخص‌های عملکردی می‌توانند برای ارزیابی عملکرد تجهیزات، واحدهای فرعی و کل کارخانه به کار گرفته شوند. این شاخص‌ها، اطلاعاتی درباره مصرف انرژی، مواد اولیه، کنترل فرایند، نگهداشت، برنامه‌ریزی، کیفیت محصول، موجودی انبار، ایمنی و دیگر مؤلفه‌های عملکرد ارائه می‌دهند (لیندبرگ و همکاران^۱، ۲۰۱۵). با وجود اهمیت بالای این شاخص‌ها، مطالعات نشان داده‌اند که بسیاری از سازمان‌ها از شاخص‌های اشتباه یا غیرمرتبط استفاده می‌کنند و تنها تعداد محدودی از شرکت‌ها، شاخص‌های کلیدی واقعی عملکرد خود را به درستی شناسایی کرده‌اند (بداوی و همکاران^۲، ۲۰۱۶). شاخص‌های کلیدی عملکرد با تمرکز بر ابعاد راهبردی سازمان، ابزاری کارآمد برای تبدیل اهداف به واقعیت‌های عملیاتی فراهم می‌کنند. آنها نه تنها ارزیابی موفقیت راهبردها را ممکن می‌سازند، بلکه در جهت‌دهی به رفتار سازمانی، ارتقاء کارایی، بهره‌وری و سودآوری نیز نقش دارند. به همین دلیل، علاقه‌مندی به شناسایی و پیاده‌سازی صحیح KPI ها در حوزه‌های متعددی از جمله حمل‌ونقل، زنجیره تأمین و سیستم‌های خدماتی، روندی فزاینده یافته است (دومینگز و همکاران^۳، ۲۰۱۹). با وجود این، فرایند تعریف دقیق شاخص‌های کلیدی همچنان پیچیده و چندبُعدی است و نیازمند درک درست از راهبردهای سازمانی، اهداف تجاری، الگوسازی و تحلیل می‌باشد. از سوی دیگر، یکی از رویکردهای مؤثر در ارتقای بهره‌وری در صنایع، تحلیل عملکرد و شناسایی نقاط قوت و ضعف سیستم است که می‌تواند نقش مهمی در بهبود بهره‌وری عملیاتی ایفا کند (یزدانی و همکاران، ۱۳۸۷). در این میان، صنعت پالایش نفت نیز از جمله صنایعی است که نیازمند طراحی و پیاده‌سازی نظام‌های دقیق ارزیابی عملکرد است. با نظر به موضوع اتخاذ شده برای مطالعه فعلی، اصلی‌ترین پرسشی که پژوهش فعلی به دنبال پاسخگویی به آن است، شناسایی و رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی

1. Lindberg et al.,

2. Badawy et al.,

3. Domínguez et al.,



عملکرد در صنعت پالایش نفت (مطالعه موردی: شرکت پالایش نفت اصفهان) چگونه می‌باشد؟ است. دستیابی به این پرسش، ضرورت یافتن پاسخ برای پرسش‌های ذیل می‌باشد:

≠ شاخص‌های کلیدی عملکرد در صنعت پالایشگاه با استفاده از رویکرد دلفی و بر اساس نظر خبرگان کدام‌اند؟

≠ روابط علت- معلولی میان شاخص‌های کلیدی عملکردی با استفاده از رویکرد دیمتل چگونه می‌باشد؟

≠ رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی عملکرد در صنعت پالایشگاه با استفاده از یک رویکرد تصمیم‌گیری جدید- رویکرد اولویت‌بندی ترتیبی چگونه می‌باشد؟

≠ پیشنهادهای کاربردی به‌منظور موفقیت و پیشرفت عملکرد صنعت پالایش به‌ویژه در زنجیره تولید آن بر اساس نتایج به‌دست‌آمده برای شاخص‌های کلیدی عملکرد چگونه می‌باشد؟

با توجه به مرور ادبیات، مطالعات معدودی به شناسایی و ارزیابی شاخص‌های کلیدی عملکرد در صنعت پالایش نفت پرداخته‌اند و غالباً از رویکردهای سنتی تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره مانند تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس استفاده شده است. این در حالی است که در فضای رقابتی و پویای کنونی، به‌کارگیری روش‌های نوین، ضرورتی انکارناپذیر است. پژوهش کنونی با هدف پر کردن این خلأ علمی، به‌کارگیری یک رویکرد ترکیبی شامل روش دلفی برای شناسایی شاخص‌ها، رویکرد دیمتل برای تحلیل روابط علی بین شاخص‌ها و درنهایت رویکرد اولویت‌بندی ترتیبی^۱ برای رتبه‌بندی آنها را پیشنهاد می‌دهد. مطالعه موردی این پژوهش، شرکت پالایش نفت اصفهان به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین و مهم‌ترین پالایشگاه‌های کشور انتخاب شده است. پژوهش کنونی ضمن ارائه الگویی نوین، می‌تواند به‌عنوان الگویی کاربردی برای بهبود عملکرد پالایشگاه‌ها و نیز راهنمایی عملی برای تصمیم‌گیرندگان صنعتی و مدیران در راستای ارتقای اثربخشی عملکردی تلقی شود.

پیشینه و مبانی نظری

پیشینه

در هر پژوهش علمی، مرور مبانی نظری و پیشینه مطالعاتی، با هدف تبیین مسئله و طراحی چارچوب تحلیلی، اهمیت دارد. با این استدلال این بخش از پژوهش ضمن بررسی مطالعات پیشین داخلی و خارجی در بخش پیشینه پژوهش با هدف، شناسایی شکاف‌های پژوهشی و

^۱. Ordinal Priority Approach



ایجاد پایه نظری برای روش تحقیق و تحلیل نتایج، به تعریف مفهوم کلیدی پژوهش یعنی شاخص‌های کلیدی عملکرد در بخش مبانی نشری می‌پردازد.

در سال‌های اخیر، شناسایی و به‌کارگیری شاخص‌های کلیدی عملکرد به‌ویژه در صنایع بزرگ و پیچیده مانند نفت، گاز، پتروشیمی و تولید، توجه روزافزونی را به خود جلب کرده است و پژوهش‌های متعددی در این زمینه انجام شده است که در این ادامه به بررسی برخی از آنها پرداخته می‌شود.

تاب‌آوری شاخص‌های کلیدی عملکرد سازمانی از جمله موضوعاتی است که مورد توجه مقیمی و همکاران (۱۴۰۳) قرار گرفت. آنها با بهره‌گیری از الگوسازی معادلات ساختاری در شرکت‌های نساجی، نشان دادند که شاخص‌هایی مانند رضایت مشتری، مالی، کارکنان و مسئولیت اجتماعی، تأثیری بسزا بر ارتقای تاب‌آوری سازمانی دارند. در حوزه پتروشیمی، فرهنگ و کارگر (۱۴۰۲) با استناد به دیدگاه پارمنتر، به تعیین شاخص‌های کلیدی عملکرد در راستای تحقق اهداف راهبردی در شرکت پتروشیمی لاله پرداختند و تأکید کردند که ساختار فرایندها باید به‌گونه‌ای طراحی شود که تحقق چشم‌انداز کلان سازمان را پشتیبانی کند. در صنعت پالایش گاز، آرپناهی و همکاران (۱۴۰۱) با به‌کارگیری رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره به ارزیابی پایداری شرکت پالایش گاز بیدبلند خلیج فارس پرداختند و نشان دادند که عملکرد این شرکت در ابعاد اقتصادی و زیست‌محیطی مطلوب و در بُعد اجتماعی نسبتاً مطلوب ارزیابی می‌شود. فرهادی‌نیا و جهان (۱۴۰۰) با تمرکز بر منابع انسانی، با بهره‌گیری از روش‌های تحلیل سلسله‌مراتبی فازی و تاپسیس، شاخص‌هایی نظیر نرخ خروج کارکنان را اولویت‌بندی کرده و چارچوبی برای ارزیابی عملکرد منابع انسانی در شرکت ملی پتروشیمی ایران ارائه کردند. در حوزه عملکرد گروهی، اسکندر و همکاران (۱۳۹۹) با استفاده از فراترکیب و روش تحلیل شبکه‌ای فازی، نشان دادند که «ترکیب گروه» و «رویکرد فعالانه» از مؤثرترین عوامل بر عملکرد گروه‌ها در محیط‌های دانشگاهی هستند. مطالعات بین‌المللی نیز به‌طور گسترده بر شاخص‌های کلیدی عملکرد پایداری تمرکز داشته‌اند. اتساواکویت و همکاران^۱ (۲۰۲۲) با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی، مجموعه‌ای از شاخص‌های کلیدی عملکرد پایداری برای بخش بالادستی نفت و گاز تابلند ارائه دادند. بونی و علی^۲ (۲۰۲۱) در نیجریه با مشارکت خبرگان، شاخص‌هایی برای بهبود کارایی زیست‌محیطی و اجتماعی صنایع نفت و گاز

1. Atsavakovith et al.,

2. Buni & Ali,



شناسایی کردند. در ادامه، چاندارا و کومار^۱ (۲۰۲۱) نیز با هدف تقویت برنامه واکسیناسیون ملی هند، ۵۷ شاخص عملکرد زنجیره تأمین واکسن را در چهار بُعد کارت امتیازی متوازن، تحلیل و با توسعه پایدار تطبیق دادند. در حوزه صنعتی، گویندان و همکاران^۲ (۲۰۲۱) با بهره‌گیری از نظریه خاکستری و دیمتل، شاخص‌های کلیدی عملکرد تأثیرگذار در ارزیابی تأمین‌کنندگان صنعت لوازم خانگی را رتبه‌بندی کردند و افشای اطلاعات را به‌عنوان مهم‌ترین شاخص معرفی نمودند. بدانی و همکاران^۳ (۲۰۲۰) با به‌کارگیری شبیه‌سازی دینامیک، ارتباط میان فرایندهای تولیدی و شاخص‌های کلیدی عملکرد را بررسی کردند و نشان دادند که این رویکرد می‌تواند به شناسایی فرصت‌های بهبود در تولید کمک کند. شاخص‌های مورد استفاده مطابق با استاندارد ایزو ۲۲۴۰۰ تعریف شده بودند. از منظر تعالی عملیاتی، مکتادیر و همکاران^۴ (۲۰۲۰) در صنعت چرم با استفاده از روش بهترین-بدترین، شاخص‌های کلیدی عملکرد مدیریت را به‌عنوان مهم‌ترین شاخص‌ها در پایداری عملیاتی معرفی کردند. در حوزه نگهداشت، ماتوس و همکاران، چارچوب کنترل کیفی مبتنی بر شاخص‌های کلیدی عملکرد برای نگهداری پل‌های جاده‌ای توسعه دادند که شامل مراحل ایستا (ارزیابی اولیه و بازرسی) و پویا (پایش و بهینه‌سازی تصمیمات نگهداشت) بود. زانیوتیق و همکاران^۵ (۲۰۲۵)، یک چارچوب روش‌شناختی که به شناسایی فعالیت‌های قابل بازاستفاده و تصمیم‌گیری بین بازاستفاده و برچیدن سکوها نفت و گاز کمک می‌کند، با استفاده از شاخص‌های کلیدی عملکرد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی ارائه کردند. نتایج نشان داد که برای آنکه بازاستفاده به جایگزینی پایدار برای برچیدن تبدیل شود، نیاز به یک مساحت دریایی گسترده وجود دارد. گوتام و همکاران^۶ (۲۰۲۵) با شناسایی، طبقه‌بندی و اولویت‌بندی شاخص‌های کلیدی عملکرد تلاش کردند محصولات سبز تولیدی را، به‌ویژه در بستر صنعت تولید هند، از طریق رویکردی نظام‌مند شامل تحلیل پارتو و روش سازگاری کامل ارزیابی کنند. جمع‌بندی مطالعات نشان می‌دهد که طراحی، انتخاب و تحلیل شاخص‌های کلیدی عملکرد نه‌تنها باید با توجه به اهداف راهبردی سازمان انجام گیرد، بلکه می‌بایست به ابعاد پایداری، فناوری و

1. Chandra & Kumar,
 2. Govindan et al.,
 3. Bhadani et al.,
 4. Muktadir et al.,
 5. Zanuttigh et al.,
 6. Gautam et al.,

ساختارهای تصمیم‌گیری چندمعیاره نیز توجه داشته باشد. در این راستا، استفاده از رویکردهای ترکیبی و نوین مانند دیمتل، تحلیل سلسله مراتبی، فرآیند تحلیل شبکه، بهترین-بدترین و شبیه‌سازی، مسیرهای نوینی برای ارزیابی دقیق‌تر و تصمیم‌سازی اثربخش‌تر در اختیار مدیران صنایع قرار می‌دهد. در ادامه، مجموعه مطالعات بررسی شده به‌منظور مقایسه ساختاری و محتوایی، در جدول ۱، ارائه شده‌اند. این جدول، امکان تحلیل تطبیقی میان اهداف، روش‌شناسی، شاخص‌های به‌کاررفته را فراهم می‌کند و به تبیین جایگاه پژوهش کنونی در بستر ادبیات علمی کمک می‌نماید.

جدول ۱. خلاصه و مقایسه مطالعات بررسی شده در مرور ادبیات

نویسندگان	سال	شناسایی شاخص‌های کلیدی عملکرد	رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی عملکرد	ارزیابی شاخص‌های کلیدی عملکرد	تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه	مطالعه موردی پالایشگاه	محیط قطعی	محیط فازی
مقیمی و همکاران	۱۴۰۳	*					*	
فرهنگ و کارگر	۱۴۰۲	*				*	*	
آرپناهی و همکاران	۱۴۰۱			*	*	*	*	
فرهادی‌نیا و جهان	۱۴۰۰	*	*		*	*	*	
اسکندر و همکاران	۱۳۹۹	*			*			*
گوتام و همکاران	۲۰۲۵	*	*				*	
زانیوتیق و همکاران	۲۰۲۵	*			*		*	
اتساواکویت و همکاران	۲۰۲۲	*	*		*	*	*	
بونی و همکاران	۲۰۲۱	*	*		*	*	*	
چاندارا و کومار	۲۰۲۱	*		*			*	
گویندان و	۲۰۲۱	*	*		*		*	



ترکیبی دلفی - دیمتل - اولویت‌بندی ترکیبی (مطالعه موردی: شرکت پالایش نفت اصفهان)
 شناسایی و رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی عملکرد در صنعت پالایش نفت با استفاده از رویکرد بی‌بی‌ماده سیدان* ، ناصر ملاوردی اصفهانی ، مصطفی نظری



نویسندگان	سال	شناسایی شاخص‌های کلیدی عملکرد	رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی عملکرد	ارزیابی شاخص‌های کلیدی عملکرد	تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه	مطالعه موردی پالایشگاه	محیط قطعی	محیط فازی
همکاران								
بدانی و همکاران	۲۰۲۰	*		*	*		*	
مکتادری و همکاران	۲۰۲۰	*	*		*		*	
مطالعه فعلی	۲۰۲۴	*	*	*	*	*	*	

شکاف پژوهش

با وجود تحقیقات گسترده در حوزه شاخص‌های کلیدی عملکرد در صنایع مختلف، همچنان چندین خلأ پژوهشی وجود دارد. بیشتر مطالعات یا به شناسایی شاخص‌ها پرداخته‌اند یا به رتبه‌بندی آن‌ها، در حالی که رویکرد جامع و ترکیبی که به‌طور همزمان شناسایی، رتبه‌بندی و ارزیابی شاخص‌ها را پوشش دهد، کمتر به کار رفته است. مطالعات میدانی در صنعت پالایش نفت، به‌ویژه در شرکت پالایش نفت اصفهان، محدود بوده و اغلب تحقیقات موجود یا نظری هستند یا در صنایع مشابه انجام شده‌اند. علاوه بر این، روابط علیتی میان شاخص‌ها و تأثیر آن‌ها بر تصمیم‌گیری چندمعیاره به‌طور کامل مورد بررسی قرار نگرفته است. بنابراین، نیاز مبرم به یک چارچوب میدانی و مبتنی بر شواهد وجود دارد که با بهره‌گیری از رویکرد ترکیبی دلفی-دیمتل-اولویت‌بندی ترکیبی (مطالعه موردی: شرکت پالایش نفت اصفهان) نماید.

مبانی نظری

تمرکز اصلی پژوهش حاضر بر مفهوم شاخص کلیدی عملکرد است. از این‌رو، در این بخش، برای آشنایی خواننده با موضوع، مروری کلی بر مفهوم شاخص‌های کلیدی عملکرد، شامل تعریف و ویژگی‌های اصلی آن ارائه می‌شود.

بنگاه‌ها و مؤسسات باید فعالیت خود را ارزیابی کنند تا میزان دستیابی به اهداف خود را مشخص کنند. یکی از راه‌های ممکن برای انجام این ارزیابی، اندازه‌گیری عملکرد است که آن سازمان‌ها بر معیارهایی به نام شاخص‌های کلیدی عملکرد تکیه می‌کنند. شاخص‌های کلیدی



عملکرد، مجموعه‌ای از معیارها را نشان می‌دهند که بر جنبه‌هایی از عملکرد سازمانی متمرکز هستند که برای موفقیت فعلی و آتی سازمان حیاتی هستند. شاخص‌های کلیدی عملکردی، نقش مهمی در تبدیل اهداف سازمانی به واقعیت دارند. با در نظر گرفتن این مزایای بالقوه، جای تعجب نیست که تمام جنبه‌های مرتبط با این شاخص‌ها در نتیجه از اهمیت بالایی برخوردار هستند. شاخص‌های کلیدی عملکرد، شاخص‌های مهم پیشرفت به سمت نتیجه مطلوب هستند. شاخص‌های عملکرد کلیدی را می‌توان به چند دسته طبقه‌بندی کرد:

≠ ویژگی‌های شاخص‌های ورودی که نشان‌دهنده استفاده از منابع است.

≠ شاخص‌هایی که به نتیجه کار مربوط می‌شود و نشان می‌دهد که چقدر کار انجام شده است یا چه میزان تولید شده است (قهرمانی، نهر و نوذری، ۲۰۲۱).

درواقع، شاخص‌های کلیدی عملکرد، معیارهایی هستند که سازمان‌ها باید به‌طور منظم برای نظارت و ارزیابی فرایندها محاسبه کنند. این شاخص‌ها از جمله عناصر راهبردی سازمانی هستند که به‌شدت تحت تأثیر صنعت ۴۰ قرار دارند (ماریناگی و همکاران^۱، ۲۰۲۳) و امکان تغییر در رفتار در محیط کسب‌وکار، بهبود عملکرد عملیاتی و در نتیجه بهبود خروجی‌ها را فراهم می‌کنند. این شاخص‌ها در بخش‌های مختلفی مانند تولید، بانکداری، آموزش، بهداشت، مدیریت زنجیره تأمین، انرژی، شرکت‌های ساختمانی و شرکت‌های لجستیک و ... کاربرد دارند (توکا و همکاران^۲، ۲۰۲۲). همچنین شاخص‌های کلیدی عملکرد، تکنیک‌های مدیریتی هستند که برای فعال کردن نظارت کارآمد و مؤثر کسب‌وکار به کار می‌روند و عموماً پذیرفته می‌شوند که مجموعه‌ای از معیارها برای موفقیت فعلی و آینده هر سازمانی حیاتی هستند. از دیدگاه پارمنتر^۳، «شاخص‌های عملکرد به شما می‌گویند که چه کاری انجام دهید. شاخص‌های کلیدی عملکرد به شما می‌گویند برای افزایش چشمگیر عملکرد چه کاری انجام دهید» (گراهام و همکاران^۴، ۲۰۱۵). در پژوهشی دیگر، شاخص‌های کلیدی عملکرد به صورت صورت مجموعه‌ای از شاخص‌های عملکردی تعریف شدند (که با نام‌های معیارهای عملکرد یا سنجه‌های عملکرد نیز شناخته می‌شوند) و جنبه‌های حیاتی عملکرد را که برای موفقیت کنونی و آینده یک سازمان اهمیت دارند، اندازه‌گیری و ثبت می‌کنند (ون‌دی-ون و

1. Marinagi et al.,
2. Toka et al.,
3. Parmenter
4. Graham et al.,



همکاران^۱، ۲۰۲۳). در تعریف دیگر، شاخص‌های کلیدی عملکرد به‌عنوان ابزارهای تصمیم‌گیری مبتنی بر عملکرد برای مدیران در سطوح ملی و محلی در نظر گرفته می‌شوند. این شاخص‌ها به‌عنوان نماگرهایی عمل می‌کنند که اطلاعات دقیق و به‌موقعی در اختیار مدیران قرار می‌دهند و این امکان را فراهم می‌کنند تا نقاط قوت و ضعف خود را ارزیابی کرده و عملکرد مدیریتی خود را بهبود بخشند (عبدالله و همکاران، ۲۰۲۴). این شاخص‌ها، نقش اساسی در تصمیم‌گیری‌های راهبردی و کنترل عملکرد دارند. بر اساس این تعریف، ویژگی اصلی شاخص‌های کلیدی عملکردی عبارت است از:

۱. این شاخص‌ها، سنجه‌هایی است که بر ابعادی که در موفقیت حال و آینده سازمان، نقش حیاتی و مهم دارند، تأکید و تمرکز دارند.
۲. مکرر اندازه‌گیری می‌شوند.
۳. تحت نظارت مستقیم مدیریت ارشد اجرایی یا گروه مدیریت ارشد اندازه‌گیری می‌شوند.
۴. توسط تمامی کارکنان شناخته شده و شیوه اقدامات اصلاحی مربوط مشخص است.
۵. مسئولیت‌های افراد و گروه‌های کاری تعیین شده است.
۶. دارای اثری مهم و معنادار است (رحمانی و همکاران، ۱۳۹۲).

روش تحقیق

پژوهش کنونی از نظر هدف، در زمره پژوهش‌های کاربردی قرار می‌گیرد؛ چراکه با بهره‌گیری از نتایج تحقیقات نظری، به دنبال توسعه دانش قابل استفاده در محیط واقعی صنعت پالایش نفت و بهبود فرایندهای تصمیم‌گیری در این حوزه است. از حیث ماهیت داده‌ها، این پژوهش دارای رویکرد ترکیبی کیفی- کمی (آمیخته) است. در بخش کیفی، از تکنیک دلفی برای گردآوری نظر خبرگان و غربال شاخص‌های کلیدی عملکرد استفاده شده است و در بخش کمی، روش‌های تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره شامل روش دیمتل برای تحلیل روابط علی بین شاخص‌ها و رویکرد اولویت‌بندی ترتیبی برای رتبه‌بندی نهایی آنها به‌کار گرفته شده است. از نظر نحوه گردآوری داده‌ها، این پژوهش از دو روش کتابخانه‌ای و میدانی بهره گرفته است. در بخش کتابخانه‌ای، به‌منظور استخراج شاخص‌های اولیه، اسناد علمی، مقالات معتبر، استانداردها و گزارش‌های صنعتی مرتبط با ارزیابی عملکرد سازمانی مورد بررسی قرار گرفتند.

^۱. Van De Ven et al.,



در بخش میدانی، از طریق پرسش‌نامه‌های تخصصی و مصاحبه با خبرگان صنعت پالایش، داده‌های موردنیاز برای تحلیل و ارزیابی جمع‌آوری شد. جامعه آماری این پژوهش، خبرگان صنعت پالایش نفت با تمرکز بر پالایشگاه اصفهان را شامل می‌شود که شامل مدیران، کارشناسان ارشد، مسئولان بهره‌برداری، برنامه‌ریزی و ایمنی و بهداشت در این واحد صنعتی هستند. به دلیل محدود بودن جامعه واجد شرایط و همچنین لزوم برخورداری نمونه از تخصص و تجربه کافی، از روش نمونه‌گیری هدفمند به شیوه گلوله‌برفی استفاده شد. معیارهای انتخاب شامل حداقل ۱۰ سال سابقه فعالیت در صنعت پالایش، آشنایی با مفاهیم عملکرد و پایداری و مشارکت در تصمیمات مدیریتی بود. فرایند انتخاب از مدیر برنامه‌ریزی آغاز و با معرفی تدریجی افراد واجد شرایط، در نهایت به تشکیل یک کارگروه خبرگی ۱۰ نفره منجر شد. این تعداد مطابق با توصیه‌های روش‌شناسی در حوزه تصمیم‌گیری چندمعیاره برای تحلیل‌های کیفی کفایت دارد.

فرایند اجرای پژوهش در قالب شش گام اصلی طراحی شده است:

۱. مطالعه و بررسی ادبیات نظری و صنعتی: در این مرحله، شاخص‌های کلیدی عملکرد از منابع معتبر استخراج و فهرست اولیه‌ای از شاخص‌ها تهیه شد.
۲. تشکیل کارگروه خبرگی: متشکل از خبرگان داخلی پالایشگاه اصفهان برای ارزیابی و اصلاح فهرست شاخص‌ها.
۳. اجرای تکنیک دلفی: طی دو مرحله به‌منظور اجماع نظر خبرگان و حذف یا افزودن شاخص‌های پیشنهادی با تأکید بر ضریب توافق کندال.
۴. تحلیل روابط علی با روش دیتمتل: برای شناسایی شاخص‌های تأثیرگذار و تأثیرپذیر در ساختار عملکردی پالایشگاه.
۵. رتبه‌بندی شاخص‌ها با رویکرد اولویت‌بندی ترتیبی: استفاده از کاربرگه‌های رتبه‌گذاری برای استخراج اوزان نهایی شاخص‌ها و اولویت‌بندی آنها.
۶. پیشنهادهای مدیریتی در پالایشگاه: ارائه پیشنهادها و مدیریتی بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش.

بر اساس گام‌های اشاره‌شده، ابزارهای گردآوری داده‌ها شامل پرسش‌نامه‌های دلفی با طیف لیکرت، ماتریس مقایسات زوجی برای دیتمتل و کاربرگه‌های رتبه‌بندی ترتیبی بودند. همچنین برای تکمیل داده‌ها، مصاحبه‌هایی با برخی از کارکنان کلیدی پالایشگاه انجام شد. در بخش



تحلیل داده‌ها، از نرم‌افزارهای اکسل برای پردازش اولیه و اجرای الگوریتم دیمتل و نرم‌افزار تحت وب حل‌کننده رویکرد اولویت‌بندی تریبی^۱ برای پیاده‌سازی الگوی رویکرد اولویت‌بندی تریبی استفاده شد. به‌منظور سنجش پایایی ابزار طراحی‌شده در مرحله غربالگری شاخص‌ها، از رویکرد کودر-ریچاردسن^۲ نسخه ۲۰ استفاده شد. این شاخص به‌طور خاص برای آزمون‌هایی با پاسخ‌های دوگزینه‌ای (مثلاً: ضروری/غیرضروری) طراحی شده و در مطالعاتی که از روش دلفی لاوشه بهره می‌برند، کاربرد فراوان دارد. همچنین اعتبار نتایج نهایی با مقایسه شاخص‌های برتر با شاخص‌های رسمی شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی و دریافت بازخورد از سه متخصص مستقل، مورد ارزیابی و تأیید قرار گرفت.

روش دلفی-لاوشه

در این تحقیق برای غربالگری شاخص‌های گردآوری‌شده، از روش دلفی لاوشه بهره گرفته شده است. در این روش، پس از هر مرحله، نسبت اعتبار محتوا^۳ محاسبه می‌شود تا میزان توافق نظر درباره هر عبارت سنجیده شود. نسبت اعتبار محتوا معیاری برای اندازه‌گیری میزان توافق میان ارزیابان درباره ضرورت یک مؤلفه خاص برای یک ساختار معین است. دامنه تغییرات آن بین ۱- تا ۱+ است؛ به‌گونه‌ای که اگر کمتر از نیمی از مشارکت‌کنندگان، یک مؤلفه را «ضروری» بدانند، مقدار نسبت اعتبار محتوا منفی خواهد بود. در صورتی که نیمی از افراد، آن را ضروری بدانند و نیم دیگر امتیازی به آن ندهند، مقدار آن برابر صفر خواهد بود. در نهایت، زمانی که تمامی ارزیابان یک مؤلفه را «ضروری» ارزیابی کنند، مقدار نسبت اعتبار محتوا برابر با ۱+ خواهد بود. فرمول محاسبه نسبت اعتبار محتوا در رابطه ۱، نمایش داده شده است:

$$CVR = \frac{\left(n - \frac{N}{2}\right)}{\frac{N}{2}} \quad (1)$$

در این فرمول، n نشان‌دهنده تعداد شرکت‌کنندگانی است که یک مؤلفه را به‌عنوان «ضروری» ارزیابی کرده‌اند و N بیانگر تعداد کل شرکت‌کنندگان می‌باشد. مؤلفه‌هایی که مقدار نسبت اعتبار محتوا آنها برابر یا بیشتر از یک آستانه مشخص (که بر مبنای تعداد پاسخ‌دهندگان تعیین می‌شود) باشد، به‌عنوان مواردی با سطح بالای توافق تلقی می‌شوند (دیب و

نیمای مائده سبیدان*، ناصر ملاوردی اصفهانی، مصطفی نظری شناسایی و رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی عملکرد در صنعت پالایش نفت با استفاده از رویکرد ترکیبی دلفی-دیمتل-اولویت‌بندی تریبی (مطالعه موردی: شرکت پالایش نفت اصفهان)

1. OPA Solver

2. Kuder-Richardson (KR-20)

3. Content Validity Ration (CVR)



همکاران ۱، (۲۰۲۰). در این روش، جدول ۲ حداقل مقادیر قابل‌پذیرش را بر اساس تعداد اعضای گروه خبرگی در چارچوب روش دلفی - لاوشه را مشخص می‌کند.
 جدول ۲. حداقل مقدار قابل‌قبول برای پذیرش مؤلفه‌ها بر اساس تعداد پانلیست‌ها در رویکرد دلفی

تعداد پانلیست‌ها	حداقل مقدار
۵	۰.۹۹
۶	۰.۹۹
۷	۰.۹۹
۸	۰.۷۵
۹	۰.۷۸
۱۰	۰.۶۲
۱۱	۰.۵۹
۱۲	۰.۵۶
۱۳	۰.۵۴
۱۴	۰.۵۱
۱۵	۰.۴۹
۲۰	۰.۴۲
۲۵	۰.۳۷
۳۰	۰.۳۳
۳۵	۰.۳۱
۴۰	۰.۲۹

از آنجایی که مبنای به‌کارگیری این رویکرد پرسش‌نامه می‌باشد، به‌منظور ارزیابی پایایی آن، از آزمون کودر- ریچاردسن نیز بهره گرفته می‌شود. شرح این روش به صورت خلاصه عبارت است از:

روش کودر- ریچاردسن برای تحلیل متغیرهای اسمی دووجهی که با شناسه‌های صفر و یک تعریف می‌شوند، طراحی شده است. این روش به سنجش میزان همسانی درونی پرسش‌ها می‌پردازد. در این رویکرد، از طریق محاسبه همبستگی درونی پرسش‌ها، شاخصی به نام کودر- ریچاردسن به‌دست می‌آید. در صورتی که مقدار این شاخص بیشتر از ۰.۷۰ باشد، می‌توان نتیجه گرفت که پرسش‌نامه از پایایی مطلوبی برخوردار است. فرمول محاسبه این شاخص نیز در رابطه ۲، ارائه شده است.

¹. Dib et al.,

$$r = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right) \quad (2)$$

در این فرمول، مؤلفه‌های مختلف به شرح زیر تعریف می‌شوند:

r : نمایانگر مقدار پایایی پرسش‌نامه است که از طریق شاخص کورد-ریچاردسن محاسبه می‌شود.

n : تعداد کل پرسش‌های موجود در پرسش‌نامه را نشان می‌دهد.

p : نسبت پاسخ‌های صحیح به یک پرسش خاص است.

q : نسبت پاسخ‌های نادرست بوده و برابر است با $p-1$.

S^2 : نشان‌دهنده واریانس نمرات کل شرکت‌کنندگان در آزمون است (نوگرهو و همکاران، ۲۰۱۹).

در ارتباط با روایی پرسش‌نامه در پژوهش کنونی، می‌تواند اذعان داشت که رویکرد دلفی-لاوشه با تلفیق اجماع خبرگان و سنجش کمی، امکان ارزیابی همزمان روایی محتوای پرسش‌نامه را فراهم می‌کند. در این روش، دلفی با ایجاد توافق میان متخصصان، ارزیابی‌های کیفی را سامان می‌دهد و لاوشه با محاسبه شاخص‌هایی مانند نسبت اعتبار محتوا، این ارزیابی‌ها را به نتایج آماری تبدیل می‌کند. بدین ترتیب، روایی ابزار به‌طور همزمان از منظر کیفی و کمی در یک چارچوب یکپارچه سنجیده می‌شود (نوگرهو و همکاران، ۲۰۱۹).

رویکرد اولویت‌بندی ترتیبی

بیشتر تکنیک‌های تصمیم‌گیری گروهی برای اولویت‌بندی گزینه‌ها، موفق به ارائه رتبه‌بندی از گزینه‌ها، بدون توجه به شدت ارجحیت ممکن رتبه‌ها شده‌اند. این در حالی است که می‌توان گزینه‌ها، شاخص‌ها و خبرگان به‌عنوان سه ضلع مثلث تصمیم‌گیری را به صورت همزمان در تعیین اهمیت یکدیگر دخیل کرد. در رویکرد جدید اولویت‌بندی ترتیبی پیشنهادی می‌شود به صورت همزمان از ویژگی‌های هر یک از این اضلاع برای تصمیم‌گیری استفاده شود و با فرایند ساده‌تری از خبرگان درباره گزینه‌ها برحسب شاخص‌ها اظهار نظر شود. این رویکرد هم از تصمیم‌گیری گروهی و هم از مسائل تصمیم‌گیری با اطلاعات نامشخص حمایت می‌کند (محمودی و همکاران، ۲۰۲۱). مزیت اصلی این رویکرد که بر اساس برنامه‌ریزی خطی و روابط ترتیبی است، این است که به روش نرمال‌سازی، مقایسه‌های زوجی و ترکیب داده‌ها نیاز ندارد و بر پایه اولویت‌بندی می‌باشد (لی و همکاران^۱، ۲۰۲۲ و کریمی و همکاران، ۲۰۲۵). در این

¹. Le et al.,

بخش به تشریح الگوی پیشنهادی پرداخته می‌شود. مجموعه‌ها، شاخص‌ها، مؤلفه‌ها و متغیرهای موردنیاز در این رویکرد به شرح جدول ۳، تعریف شده‌اند (عطایی و همکاران، ۲۰۲۰).

جدول ۳. مجموعه‌ها، شاخص‌ها و متغیرها در رویکرد اولویت بندی ترتیبی

مجموعه‌ها	
I	مجموعه خبره‌ها $\forall i \in I$
J	مجموعه معیارها $\forall j \in J$
K	مجموعه گزینه‌ها $\forall k \in K$
شاخص‌ها	
i	شاخص مربوط به خبره‌ها (1, 2, ..., p)
j	شاخص مربوط به معیارها (1, 2, ..., n)
k	شاخص مربوط به گزینه‌ها (1, 2, ..., m)
متغیرها	
Z	تابع هدف
W_{ijk}^r	وزن (اهمیت) k امین گزینه بر اساس ویژگی j ام توسط متخصص در رتبه r
A_{ijk}^r	k امین گزینه بر اساس ویژگی j توسط متخصص i در رتبه r

روش پیشنهادی شامل چند مرحله ساده است که در ادامه به آنها اشاره شده است.

گام اول. تعیین خبرگان و رتبه‌بندی آنها: خبرگانی که بر اساس تخصصشان در تصمیم‌گیری شرکت می‌کنند، تعیین و رتبه‌بندی نمایید. برای رتبه‌بندی می‌توان از نمودار سازمانی، میزان سابقه و ... استفاده شود.

گام دوم. تعیین شاخص‌ها: با توجه به موضوع تصمیم‌گیری، شاخص‌های کلیدی موردنظر انتخاب می‌شوند. شاخص‌هایی را که دارای زیرمعیار هستند، بر اساس زیرمعیارهای آنها در تصمیم‌گیری مشارکت می‌دهیم.

گام سوم. رتبه‌بندی شاخص‌ها توسط هر یک از خبرگان: خبرگان، شاخص‌های تصمیم‌گیری را اولویت‌بندی می‌کنند.

گام چهارم. رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس هر یک از شاخص‌ها توسط هر یک از خبرگان: در این قسمت از خبرگان درخواست می‌شود تا بر اساس هر یک از شاخص‌ها، گزینه‌ها را رتبه‌بندی کنند که به صورت رابطه ۳، می‌باشد:

$$(A_{ijk}^{(1)} A_{ijk}^{(2)} \dots A_{ijk}^{(m)})$$



که $A_{ijk}^{(r)}$ بیانگر رتبه گزینه k ام بر اساس شاخص j ام توسط خبره i ام می‌باشد. گام پنجم. یافتن وزن بهینه $(W_{ijk}^{(1)}, W_{ijk}^{(2)}, \dots, W_{ijk}^{(m)})$: برای تعیین وزن بهینه گزینه k ام بر اساس شاخص j ام توسط خبره i ام در رتبه r ام از الگوی ریاضی خطی رابطه ۱۱، استفاده می‌شود. سپس با استفاده از روابط ۵، ۶ و ۷، وزن نهایی گزینه‌ها، شاخص‌ها و خبرگان تعیین می‌شود که بر اساس این وزن‌ها، رتبه‌بندی صورت می‌گیرد.

Max: Z
 s.t:

$$Z \leq i(j(r(W_{ijk}^r - W_{ijk}^{r+1}))) \quad \forall i j r$$

$$Z \leq ijmW_{ijk}^m \quad \forall i j r = m \quad (4)$$

$$\sum_i \sum_j \sum_k W_{ijk}^r = 1 \quad \forall r$$

$$W_{ijk}^r \geq 0$$

گفتنی است که متغیر تصمیم این الگو، ریاضی خطی $W_{ijk}^{(r)}$ می‌باشد که نشان‌دهنده وزن کاردینال گزینه k ام بر اساس شاخص j ام توسط خبره i ام در رتبه r ام می‌باشد. پس از حل الگو، وزن گزینه‌ها و وزن شاخص‌ها و وزن خبرگان مطابق روابط ۵، ۶ و ۷:

$$\sum W_{ijk}^r \quad \forall i j r \quad (5)$$

$$\sum_k W_{ijk}^r \quad \forall i k r \quad (6)$$

$$\sum_i W_{ijk}^r \quad \forall j k r \quad (7)$$

سپس با استفاده از معادله ۵ تا ۷، اوزان نهایی گزینه‌ها، ویژگی‌ها و خبرگان بر اساس رابطه ۸ تعیین می‌شوند.

$$W_{ijk}^{(1)} W_{ijk}^{(2)} \dots W_{ijk}^{(m)} \quad (8)$$

رویکرد دیمتلی

این روش معرفی شده توسط گابوس و فونتلا، به عنوان ابزاری قدرتمند برای تحلیل روابط مستقیم و غیرمستقیم میان اجزای یک سیستم پیچیده به کار می‌رود (گائو و ژو^۱، ۲۰۲۵). گام‌های این روش عبارت‌اند از (کوئیز و همکاران^۲، ۲۰۲۰):

گام اول: تعیین معیارهای تأثیرگذار و قرار دادن آنها در رئوس یک دیاگراف
گام دوم: تعیین روابط حاکم بین عوامل با مقایسه زوجی آنها؛ در این مرحله یک ماتریس مقایسه زوجی با نظر خبرگان بر اساس مقیاس عددی ۰ تا ۴ به صورت بدون تأثیر برابر با ۰، تأثیر بسیار کم برابر با ۱، تأثیر کم برابر با ۲، تأثیر زیاد برابر با ۳ و تأثیر بسیار زیاد برابر با ۴ تشکیل می‌شود.

$$Z = \begin{matrix} C_1 & C_2 & \dots & \dots & C_n \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_m \end{matrix} \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & \dots & \dots & R_{1n} \\ R_{21} & R_{22} & \dots & \dots & R_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ R_{m1} & \dots & \dots & \dots & R_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (9)$$

که در این ماتریس a_{ij} ، درجه نفوذ معیار C_i بر C_j را نشان می‌دهد.
گام سوم: تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم. ماتریس‌های حاصل از گام پیش را بررسی کرده و وجود یا عدم وجود رابطه نهایی بین دو عامل را به وسیله رأی اکثریت کارشناسان مشخص کرده و ماتریس ارتباط مستقیم (میانگین) M تشکیل می‌شود.

گام چهارم: رسم دیاگراف روابط مستقیم. دیاگراف متناظر با ماتریس ارتباط مستقیم M به گونه‌ای رسم می‌شود که رأس‌های آن نشان‌دهنده عوامل، کمان‌های آن در جهات روابط مستقیم موجود بین هر دو عامل و وزن هر یال امتیاز داده شده به هر رابطه مستقیم را نشان دهد.

گام پنجم: نرمال‌سازی ماتریس M ؛ جمع سطری درایه‌های ماتریس M محاسبه شده و معکوس بیشترین آن در درایه‌های ماتریس M ضرب می‌شوند. با این کار، شدت نسبی حاکم بر روابط مستقیم تعیین می‌شود.



¹. Gao and Zhou
². Queiroz et al.,

$$N = \alpha \times M \quad (10)$$

$$\alpha = \frac{1}{\text{Max} \sum_{j=1}^n a_{ij}}$$

گام ششم: محاسبه ماتریس روابط کل؛ در این گام ماتریس شرط نسبی موجود از روابط مستقیم و غیرمستقیم (S) با توجه به رابطه ۱۱، تشکیل می‌شود:

$$S = N + N^2 + N^3 + \dots + N^t = \frac{N(I - N^t)}{I - N} = \frac{N}{I - N} = N(1 - N)^{-1} \quad (11)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} N^t = 0$$

شدت ممکن از روابط غیرمستقیم (از عناصر موجود بر یکدیگر) از طریق مجموع تصاعد هندسی زیر با استدلالی مشابه قبل، محاسبه شود.

$$T_{t \rightarrow \infty} = N^2 + N^3 + \dots + N^t = N^2(1 - N)^{-1} \quad (12)$$

گام هفتم: رسم نمودار علی؛ برای این کار اصول زیر رعایت می‌شود:

R: جمع سطری درایه‌ها، برای هر عامل معرف میزان تأثیرگذاری آن بر سایر عناصر سیستم مورد بررسی است.

D: جمع ستونی درایه‌ها، برای هر عامل معرف شدت عامل یادشده از سایر عناصر سیستم مورد بررسی است.

R+D: بردار برتری، که بردار افقی بوده و میزان تأثیر و تأثر عامل موردنظر در سیستم است. به عبارت دیگر هر چه مقدار **R+D** برای عاملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عناصر سیستم دارد، بنابراین وزن (اهمیت) عامل در سیستم بیشتر است.

R-D: بردار ارتباط، که بردار عمودی بوده و مقدار نهایی تأثیرگذاری هر عامل بر مجموعه عناصر دیگر سیستم را نشان می‌دهد.

گام هشتم: مشخص کردن سلسله‌مراتب یا ساختار ممکن معیارها؛ در این گام با مرتب کردن عوامل بر اساس مقادیر **R** و **D** و **R+D** و **R-D** حاصل از ماتریس **S** می‌توان یک ساختار و رتبه‌بندی ممکن از عوامل به دست آورد.

گام نهم: رسم نقشه روابط شبکه^۱، یک نقشه روابط شبکه بین عوامل قابل‌رسم است. برای رسم این نقشه باید ارزش آستانه روابط از طریق میانگین مقادیر ماتریس **S** محاسبه شود (کوئیز و همکاران، ۲۰۲۰).

¹. Network Relationships Map (NRM)

یافته‌های تحقیق

در این پژوهش، پس از شناسایی و طبقه‌بندی شاخص‌های کلیدی عملکرد بر اساس مرور ادبیات که به صورت جدول ۴ می‌باشد، رویکرد ترکیبی دلفی- لاوشه به منظور غربالگری و سنجش روایی محتوای آنها به کار گرفته شد. در مرحله نخست، ۳۲ شاخص اولیه توسط ۱۰ خبره پالایشگاه اصفهان با مقیاس پنج‌درجه‌ای لیکرت ارزیابی شد و نسبت روایی محتوا برای هر شاخص محاسبه شد. با در نظر گرفتن حد آستانه ۰.۶۲، شاخص‌های دارای نسبت اعتبار محتوا پایین‌تر حذف و شاخص‌های پیشنهادی جدید خبرگان به فهرست افزوده شد. شاخص‌های منتخب و افزوده‌شده در مرحله دوم دلفی دوباره ارزیابی شدند و این فرایند تا دستیابی به اجماع کامل ادامه یافت. نتایج نهایی در جدول ۵، ارائه شده است.

جدول ۴. شاخص‌های کلیدی عملکرد گردآوری‌شده و دسته‌بندی‌شده بر اساس مرور ادبیات

منابع	زیرشاخص‌ها	شاخص‌های اصلی	ردیف		
الهنوی و احمد ^۱ (۲۰۱۷)	سود خالص	شاخص‌های اقتصادی	۱		
	رشد درآمد				
	بازده دارایی				
	نسبت سود به درآمد				
	کاهش هزینه				
رعایت درصد بر نامه تولید					
پدگرسکی ^۲ (۲۰۱۵)	بهبود عملکرد تحویل			شاخص‌های محیطی	۲
مکتادیر و همکاران ^۳ (۲۰۲۰)	بازگشت سرمایه				
	سودآوری مبتنی بر مشتری				
کروز ویلازن و همکاران ^۴ (۲۰۲۰)	افزایش در فروش			شاخص‌های محیطی	۲
	کاهش در مواد				
	هزینه‌های حمل و نقل				
الهنوی و احمد (۲۰۱۷)	گازهای گلخانه‌ای	شاخص‌های محیطی	۲		
	کاهش زیاله				
	آب شیرین مورد استفاده				
	نشت نفت				

1. Elhuni and Ahmad

2. Podgórski

3. Mektadir et al.,

4. Cruz Villazón et al.,



شناسایی و رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی عملکرد در صنعت پالایش نفت با استفاده از رویکرد ترکیبی دلفی- دیمنل- اولویت‌بندی ترتیبی (مطالعه موردی: شرکت پالایش نفت اصفهان)
بی‌بی مائده سیدان*، ناصر ملاوردی اصفهانی، مصطفی نظری



منابع	زیرشاخص‌ها	شاخص‌های اصلی	ردیف
موتاس و همکاران ^۱ (۲۰۲۳)	سیستم مدیریت زیست‌محیطی		
الهورنی و احمد (۲۰۱۷)	سرمایه‌گذاری اجتماعی	شاخص‌های اجتماعی	۳
	تدارکات محلی و توسعه تأمین‌کننده		
	جلوگیری از فساد		
	تنوع و شمول نیروی کار		
پدگرسکی (۲۰۱۵)	مشارکت نیروی کار		
الهورنی و احمد (۲۰۱۷)	آموزش و توسعه نیروی کار		
مکتادیر و همکاران (۲۰۲۰)	ایمنی کارگران	شاخص‌های عملیاتی	۴
	رضایت کارکنان		
	دقت توسعه محصول		
	تولید برنامه‌ریزی شده (زمان چرخه انجام سفارش)		
موتاس و همکاران (۲۰۲۳)	تعمیر و نگهداری به‌موقع ماشین‌آلات		
کروز ویلازن و همکاران (۲۰۲۰)	همکاری بین‌سازمانی	شاخص‌های راهبردی	۵
	یادگیری سازمانی		
	نرخ بهره‌برداری		
	دقت پیش‌بینی		
	رضایت کاربران		

جدول ۵. خروجی نتایج به‌دست آمده از رویکرد دلفی - لاوشه طی دو مرحله

نتیجه	CVR	میانگین	زیرشاخص‌ها	نتیجه	CVR	میانگین	زیرشاخص‌ها
پذیرش	۰.۸	۴.۸	بازده دارایی	رد	۰.۲	۴.۲	سود خالص
پذیرش	۰.۸	۴.۹	بازگشت سرمایه	رد	۰.۴	۴.۶	رشد درآمدی
پذیرش	۰.۸	۴.۸	افزایش در فروش	پذیرش	۰.۸	۴.۹	بازده دارایی
پذیرش	۱	۵	تحقق صادرات فرآورده‌های ویژه	رد	۰.۶	۴.۸	نسبت سود به هزینه
پذیرش	۰.۸	۴.۹	شدت نرخ انرژی	رد	۰.۲	۴.۱	کاهش هزینه
رد	۰.۲	۴	SPI پروژه‌های توسعه‌ای	رد	۰.۴	۴.۵	رعایت درصد برنامه تولید
رد	۰.۶	۴.۶	شفافیت مالی و	رد	۰.۲	۴.۴	بهبود عملکرد

¹. Motas et al.,



نتیجه	CVR	میانگین	زیرشاخص‌ها	نتیجه	CVR	میانگین	زیرشاخص‌ها
			تصمیم‌گیری‌های راهبردی				تحويل
پذیرش	۰.۸	۴.۹	بازدهی پروژه‌ها	پذیرش	۰.۸	۴.۸	بازگشت سرمایه
پذیرش	۱	۵	حاشیه سود عملیاتی	رد	۰.۴	۴.۳	سودآوری مبتنی بر مشتری
پذیرش	۰.۸	۴.۹	گازهای گلخانه‌ای	پذیرش	۰.۸	۴.۷	افزایش در فروش
پذیرش	۰.۸	۴.۷	کاهش پسماند	رد	۰.۲	۴.۴	کاهش در مواد
رد	۰.۶	۴.۵	آب شیرین مورد استفاده	رد	۰.۲	۴.۳	هزینه‌های حمل‌ونقل
پذیرش	۱	۵	میزان تغییرات انجام‌شده در ظاهر سازمان	پذیرش	۱	۵	گازهای گلخانه‌ای
رد	۰.۴	۴.۶	سرمایه‌گذاری اجتماعی	پذیرش	۰.۸	۴.۹	کاهش پسماند
رد	۰.۴	۴.۵	میزان روحیه و نشاط کارکنان	پذیرش	۰.۸	۴.۸	آب شیرین مورد استفاده
پذیرش	۱	۵	ایمنی کارگران	رد	۰.۲	۴.۵	نشت نفت
پذیرش	۰.۸	۴.۸	آموزش و توسعه نیروی کار	رد	۰	۴.۲	سیستم مدیریت زیست‌محیطی
رد	۰.۶	۴.۷	رضایت کارکنان	پذیرش	۱	۵	سرمایه‌گذاری اجتماعی
پذیرش	۰.۸	۴.۷	تحقق تولید بنزین یورو ۴	رد	۰	۴.۲	تدارکات محلی و توسعه تأمین‌کننده
رد	۰.۴	۴.۶	ضریب تکرار حادثه	رد	۰.۲	۴.۲	جلوگیری از فساد
رد	۰.۶	۴.۵	رضایت کارکنان	رد	۰.۲	۴.۲	تنوع و شمول



نتیجه	CVR	میانگین	زیرشاخص‌ها	نتیجه	CVR	میانگین	زیرشاخص‌ها
			از عملکرد مدیران و رؤسا				نیروی کار
رد	۰.۴	۴.۴	تولید برنامه‌ریزی شده (زمان چرخه انجام سفارش)	رد	۰.۴	۴.۴	مشارکت نیروی کار
پذیرش	۱	۵	میزان سرمایه‌گذاری در مدیریت انرژی و صنایع سبز	پذیرش	۰.۸	۴.۹	آموزش و توسعه نیروی کار
پذیرش	۱	۵	نرخ بهره‌برداری	پذیرش	۱	۵	ایمنی کارگران
رد	۰.۶	۴.۶	بادگیری سازمانی	پذیرش	۰.۸	۴.۸	رضایت کارکنان
رد	۰.۲	۴.۳	میزان سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه	رد	۰	۴.۲	دقت در توسعه محصول
پذیرش	۰.۸	۴.۷	میزان سرمایه‌گذاری و استقرار سیستم‌های مدیریت داده و دانش	پذیرش	۱	۵	تولید برنامه‌ریزی شده (زمان چرخه انجام سفارش)
پذیرش	۰.۸	۴.۸	سهم پالایشگاه اصفهان از دو فرایند راهبردی بنزین و گازوئیل	رد	۰.۴	۴.۶	تعمیر و نگهداری به‌موقع ماشین‌آلات
				رد	۰.۴	۴.۶	همکاری بین‌سازمانی
				پذیرش	۰.۸	۴.۸	یادگیری سازمانی
				پذیرش	۰.۸	۴.۹	نرخ

نتیجه	CVR	میانگین	زیرشاخص‌ها	نتیجه	CVR	میانگین	زیرشاخص‌ها
							بهره‌برداری
				رد	۰	۴.۳	دقت پیش‌بینی
ارزیابی پایایی پرسش‌نامه در مرحله دوم				ارزیابی پایایی پرسش‌نامه در مرحله اول			
		K	۲۸			K	۳۲
		σ^2	۱۰			σ^2	۱۷.۴۹
		$\sum p * q$	۳.۰۶			$\sum p * q$	۵.۲۵
		KR-20	۰.۷۲			KR-20	۰.۷۳

در ادامه چارچوب پژوهش، پس از تفکیک شاخص‌های کلیدی عملکرد به دو گروه تأثیرگذار (علی) و تأثیرپذیر (معلولی) با استفاده از روش دیمتل، مرحله شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های علی آغاز شد. هدف این مرحله، تعیین شاخص‌هایی است که بیشترین نقش را در بهبود فرایندها و ارتقای کیفیت تصمیم‌گیری راهبردی دارند. برای این منظور، از رویکرد اولویت‌بندی ترتیبی بهره گرفته شد که با ارزیابی میزان تأثیرگذاری نسبی هر شاخص علی بر سایر شاخص‌ها، امکان رتبه‌بندی ساختاری آنها را فراهم می‌کند. داده‌های جدول ۶، شامل فهرست شاخص‌های علی و مقادیر شدت تأثیرگذاری، مبنای این تحلیل بوده و چارچوبی روشن برای انتخاب شاخص‌های راهبردی در اختیار تصمیم‌گیرندگان قرار می‌دهد.

جدول ۶. شاخص‌های غربالگری شده توسط رویکرد دیمتل

ردیف	شاخص‌های اصلی	زیرشاخص‌ها	نماد
۱	شاخص‌های اقتصادی	بازده دارایی	I ₀₁
		بازگشت سرمایه	I ₀₂
		افزایش در فروش	I ₀₃
		شدت نرخ انرژی	I ₀₄
		حاشیه سود عملیاتی	I ₀₅
		بازدهی پروژه‌ها	I ₀₆
		تحقق صادرات فرآورده‌های ویژه	I ₀₇
		ضریب پیچیدگی	I ₀₈
		گازهای گلخانه‌ای	I ₀₉
۲	شاخص‌های محیطی	کاهش پسماند	I ₁₀
		میزان تغییرات انجام‌شده در ظاهر سازمان	I ₁₁



ترکیبی دلفی - دیمتل - اولویت‌بندی ترتیبی (مطالعه موردی: شرکت پالایش نفت اصفهان)
شناسایی و رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی عملکرد در صنعت پالایش نفت با استفاده از رویکرد
بی‌بی‌ماده سیدان * ، ناصر ملاوردی اصفهانی ، مصطفی نظری



ردیف	شاخص‌های اصلی	زیرشاخص‌ها	نماد
۳	شاخص‌های اجتماعی	آموزش و توسعه نیروی کار	I ₁₂
		ایمنی کارگران	I ₁₃
		نفوذ در زنجیره ارزش پتروشیمی (درصد فروش به صنایع پایین دستی)	I ₁₄
۴	شاخص‌های عملیاتی	تحقق تولید بنزین یورو ۴	I ₁₅
۵	شاخص‌های راهبردی	میزان سرمایه‌گذاری در مدیریت انرژی و صنایع سبز	I ₁₆
		نرخ بهره‌برداری	I ₁₇
		میزان سرمایه‌گذاری و استقرار سیستم‌های مدیریت داده و دانش	I ₁₈
		سهم پالایشگاه اصفهان از دو فرایند راهبردی بنزین و گازوئیل	I ₁₉
		کرک اسپرد	I ₂₀

در این پژوهش، پس از غربالگری شاخص‌ها با رویکرد دلفی، روابط علی میان شاخص‌های کلیدی عملکرد با استفاده از روش دیمتل تحلیل شد. در این مرحله، خبرگان شدت تأثیر هر شاخص بر سایر شاخص‌ها را در مقیاس پنج‌درجه‌ای ارزیابی کردند و بر اساس داده‌های حاصل، ماتریس ارتباط مستقیم و سپس ماتریس کل اثرات تشکیل شد. برای هر شاخص، مجموع سطرها (D) به‌عنوان میزان تأثیرگذاری و مجموع ستون‌ها (R) به‌عنوان میزان تأثیرپذیری محاسبه شد. با در نظر گرفتن آستانه ۰.۳۵۰، شاخص‌های دارای D یا R بالاتر به‌عنوان عوامل مؤثر یا بحرانی شناسایی شدند. نتایج که در جداول ۷ و ۸ ارائه شده، ساختار شبکه تأثیرات متقابل را تبیین کرده و مبنای رتبه‌بندی نهایی شاخص‌ها را در مراحل بعدی فراهم می‌کند.



جدول ۷. ماتریس ارتباط مستقیم

	I ₀₁	I ₀₂	I ₀₃	I ₀₄	I ₀₅	I ₀₆	I ₀₇	I ₀₈	I ₀₉	I ₁₀	I ₁₁	I ₁₂	I ₁₃	I ₁₄	I ₁₅	I ₁₆	I ₁₇	I ₁₈	I ₁₉	I ₂₀
I ₀₁	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
I ₀₂	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
I ₀₃	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
I ₀₄	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
I ₀₅	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
I ₀₆	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
I ₀₇	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
I ₀₈	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
I ₀₉	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
I ₁₀	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
I ₁₁	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
I ₁₂	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
I ₁₃	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
I ₁₄	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
I ₁₅	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
I ₁₆	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
I ₁₇	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
I ₁₈	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
I ₁₉	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
I ₂₀	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

برای تکمیل تحلیل روابط علی، مقادیر $D+R$ و $D-R$ برای هر شاخص محاسبه شد. مقدار $D+R$ که بیانگر مجموع تأثیرگذاری (D) و تأثیرپذیری (R) است، اهمیت کلی شاخص در تعاملات سیستمی را نشان داده و به‌عنوان محور افقی نمودار علت و معلولی به‌کار رفت. در مقابل، مقدار $D-R$ ، تفاوت بین تأثیرگذاری و تأثیرپذیری را مشخص کرده و مبنای تعیین ماهیت علی یا معلولی شاخص‌ها بوده و در محور عمودی نمودار قرار گرفت. داده‌های جدول ۸، مبنای ترسیم نمودار نهایی علت و معلولی قرار گرفت که تصویری ساختاری از جایگاه و نقش شاخص‌ها ارائه داده و شناسایی و مدیریت شاخص‌های کلیدی را امکان‌پذیر می‌کند.

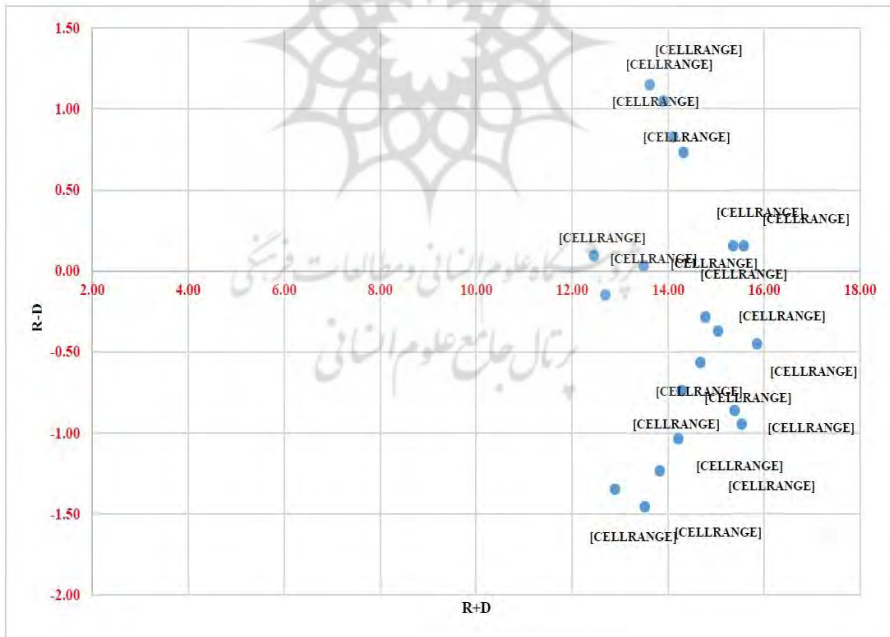
جدول ۸. مقادیر $R, D, D+R$ و $D-R$ در رویکرد دیپتل

شاخص	R	D	R+D	R-D	علت/معلول
I ₀₁	۷.۷۶	۷.۵۹	۱۵.۳۶	۰.۱۶	علت
I ₀₂	۶.۷۶	۶.۴۵	۱۳.۲۱	۰.۳۱	علت
I ₀₃	۶.۷۷	۷.۵۲	۱۴.۲۹	-۰.۷۴	معلول
I ₀₄	۷.۵۳	۶.۳۲	۱۳.۸۵	۱.۲۱	علت
I ₀₅	۷.۰۶	۷.۳۱	۱۴.۳۷	-۰.۲۵	معلول
I ₀₆	۶.۲۸	۵.۸۵	۱۲.۱۳	۰.۴۳	علت
I ₀₇	۷.۳۰	۷.۹۰	۱۵.۲۰	-۰.۶۰	معلول
I ₀₈	۶.۰۳	۷.۱۳	۱۳.۱۶	-۱.۱۰	معلول
I ₀₉	۶.۵۹	۷.۳۱	۱۳.۹۰	-۰.۷۲	معلول



شاخص	R	D	R+D	R-D	علت/معلول
I ₁₀	۷.۳۸	۶.۱۲	۱۳.۶۲	۱.۱۵	علت
I ₁₁	۷.۲۵	۷.۵۳	۱۴.۷۸	-۰.۲۸	معلول
I ₁₂	۷.۲۶	۷.۹۴	۱۵.۳۹	-۰.۸۶	معلول
I ₁₃	۶.۲۷	۶.۴۲	۱۲.۷۰	-۰.۱۵	معلول
I ₁₄	۷.۷۰	۸.۱۵	۱۵.۸۶	-۰.۴۵	معلول
I ₁₅	۷.۸۷	۷.۴۹	۱۵.۵۸	۰.۱۵	علت
I ₁₆	۷.۴۷	۶.۳۹	۱۴.۱۱	۰.۸۳	علت
I ₁₇	۷.۴۸	۶.۳۶	۱۳.۹۱	۱.۰۵	علت
I ₁₈	۷.۳۴	۷.۷۱	۱۵.۰۴	-۰.۳۷	معلول
I ₁₉	۶.۳۰	۷.۲۵	۱۳.۸۳	-۱.۲۳	معلول
I ₂₀	۵.۷۸	۷.۰۴	۱۲.۹۰	-۱.۳۵	معلول

در پایان مرحله تحلیل دیمتل، پس از محاسبه مقادیر تأثیرگذاری و تأثیرپذیری، نمودار علت و معلولی به‌منظور شبیه‌سازی و نمایش روابط علی بین شاخص‌ها ترسیم شد. این نمودار با استفاده از داده‌های جدول ۸ و بر اساس قرارگیری مقادیر $D+R$ در محور افقی و $D-R$ در محور عمودی، به صورت نمودار زیر، طراحی شد.



شکل ۱. نمودار علت و معلولی خروجی رویکرد دیمتل



پس از تفکیک شاخص‌های کلیدی عملکرد به دو گروه تأثیرگذار و تأثیرپذیر بر اساس تحلیل دیتمل، مرحله شناسایی و رتبه‌بندی شاخص‌های تأثیرگذار آغاز شد. این مرحله با تمرکز بر شاخص‌هایی که دارای مقدار $D-R$ مثبت و نقش علی هستند، به تعیین اولویت شاخص‌های مؤثر بر بهبود عملکرد سیستم و تصمیم‌گیری‌های راهبردی می‌پردازد. برای این منظور از رویکرد اولویت‌بندی ترتیبی استفاده شد. داده‌های جدول ۹، که شامل شاخص‌های منتخب و مقادیر تأثیرگذاری آنهاست، مبنای اجرای الگوی رویکرد اولویت‌بندی ترتیبی در گام پایانی تحلیل و چارچوب رتبه‌بندی نهایی شاخص‌ها را فراهم می‌کند.

جدول ۹. شاخص‌های کلیدی عملکرد تأثیرگذار (علت)

ردیف	شاخص‌های اصلی	زیرشاخص‌ها	نماد
۱	شاخص‌های اقتصادی	تحقق صادرات فرآورده‌های ویژه	I_{01}
		حاشیه سود عملیاتی	I_{02}
		شدت نرخ انرژی	I_{04}
		کرک اسپرد	I_{06}
۳	شاخص‌های اجتماعی	نفوذ در زنجیره ارزش پتروشیمی (درصد فروش به صنایع پایین دستی)	I_{10}
۴	شاخص‌های عملیاتی	تحقق تولید بنزین یورو ۴	I_{15}
۵	شاخص‌های راهبردی	ضریب پیچیدگی	I_{16}
		سهم پالایشگاه اصفهان از دو فرآورده راهبردی بنزین و گازوئیل	I_{17}

در این مرحله، فرایند رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی عملکرد که پیش‌تر در تحلیل دیتمل به‌عنوان عوامل تأثیرگذار شناسایی شده‌اند، آغاز می‌شود. این شاخص‌ها به دلیل نقش محوری در جهت‌دهی به سایر شاخص‌ها، نیازمند اولویت‌بندی دقیق هستند تا تصمیم‌گیرندگان بتوانند منابع سازمانی را بر حوزه‌هایی با بیشترین اثر بر بهبود عملکرد کلی متمرکز سازند. این گام بر مبنای چارچوب مفهومی و مراحل اجرایی ارائه‌شده در بخش پیشین انجام شده و نتایج حاصل از رتبه‌بندی در ادامه گزارش می‌شود.



جدول ۱۰. اطلاعات خبرگان و رتبه‌بندی آنها برای رویکرد اولویت بندی ترتیبی

اولویت بندی	سابقه خدمت (سال)	تحصیلات	خبرگان
۱	۳۰	کارشناسی ارشد مهندسی صنایع	مدیر برنامه ریزی
۲	۲۳	کارشناسی ارشد مهندسی نرم افزار	کارشناس ارشد سیستم های اطلاعات و مدیریت
۳	۱۸	کارشناسی ارشد اقتصاد	کارشناس بررسی فنی، مالی و اقتصادی طرح‌ها و پروژه‌ها
۴	۱۶	کارشناسی ارشد مهندسی صنایع	کارشناس ارشد بررسی مقادیر، ریسک و ادعا
۵	۱۴	کارشناسی ارشد مهندسی برق	سرپرست دفتر مدیریت پروژه
۶	۷	کارشناسی مکانیک	کارشناس کنترل پروژه
۷	۸	کارشناسی ارشد مهندسی شیمی	کارشناس ارشد مطالعات بازارهای نوظهور
۸	۱۲	کارشناسی مهندسی شیمی	کارشناس برنامه ریزی راهبردی
۹	۷	کارشناسی مهندسی نرم افزار	کارشناس برنامه ریزی و کنترل
۱۰	۹	کارشناسی ارشد مهندسی صنایع	کارشناس برنامه ریزی و کنترل

یکی از مراحل اساسی در به کارگیری رویکرد اولویت بندی ترتیبی، انتخاب معیار مناسب برای رتبه بندی شاخص هاست. در پژوهش کنونی، با توجه به ماهیت صنعتی مطالعه موردی و پس از مشورت با خبرگان حوزه پالایش، معیار کسب درآمد به عنوان مبنای رتبه بندی شاخص های تأثیرگذار انتخاب شد. این معیار به عنوان شاخصی کلیدی در ارزیابی اثربخشی مالی و اقتصادی سازمان در نظر گرفته شده است و قابلیت آن را دارد که نقش هر یک از شاخص های عملکردی را در تحقق اهداف درآمدی سازمان مشخص نماید. به ویژه در صنایعی با رویکرد اقتصادی و بهره‌وری محور، کسب درآمد به عنوان یک معیار راهبردی، می تواند پایه ای معتبر



برای تحلیل عملکرد شاخص‌ها و اولویت‌بندی تصمیمات مدیریتی فراهم آورد. پس از تعیین معیار مناسب برای ارزیابی (کسب درآمد)، مرحله بعد در چارچوب رویکرد اولویت بندی ترتیبی به رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی عملکرد تأثیرگذار اختصاص دارد. در این مرحله، اعضای کارگروه خبرگی، با تکیه بر دانش تخصصی و تجربیات عملی خود، به صورت مستقل به رتبه‌بندی شاخص‌ها بر اساس میزان تأثیرگذاری آنها بر معیار تعریف شده می‌پردازند. هر یک از خبرگان، بدون تأثیرپذیری از دیدگاه سایرین، ارزیابی شاخص‌ها را از منظر اثرگذاری بر کسب درآمد انجام داده و اولویت‌ها را به ترتیب اهمیت مشخص می‌کنند. این رویکرد، ضمن حفظ تنوع دیدگاه‌ها، دقت و روایی فرایند ارزیابی را افزایش می‌دهد. به منظور استانداردسازی فرایند رتبه‌دهی و کاهش احتمال بروز خطا یا سوگیری، از نمادهای رتبه‌ای مشخص استفاده شد که در جدول ۱۱ تشریح شده‌اند. استفاده از این نمادها، چارچوبی شفاف و ساختارمند برای ثبت اولویت‌ها در اختیار خبرگان قرار داد.

جدول ۱۱. رتبه‌بندی‌های ارائه‌شده برای شاخص‌های کلیدی عملکرد علت توسط خبرگان

شاخص‌های کلیدی خبره	I ₀₁	I ₀₂	I ₀₄	I ₀₆	I ₁₀	I ₁₅	I ₁₆	I ₁₇
خبره ۱	۴	۸	۱	۲	۷	۵	۳	۶
خبره ۲	۵	۱	۴	۲	۶	۳	۷	۸
خبره ۳	۴	۱	۲	۳	۵	۷	۶	۸
خبره ۴	۶	۲	۳	۱	۴	۸	۵	۷
خبره ۵	۸	۴	۱	۳	۲	۷	۵	۶
خبره ۶	۵	۳	۲	۶	۱	۴	۷	۸
خبره ۷	۵	۴	۳	۱	۶	۲	۷	۸
خبره ۸	۳	۲	۱	۷	۴	۵	۸	۶
خبره ۹	۵	۱	۶	۲	۳	۷	۴	۸
خبره ۱۰	۶	۱	۲	۴	۸	۵	۳	۷

پس از حل الگو با نرم‌افزار حل‌کننده تحت وب رویکرد اولویت‌بندی ترتیبی، اوزان مربوط به هر یک از شاخص‌ها، به ترتیب به صورت جدول ۱۲ می‌باشد:



جدول ۱۲. اوزان به دست آمده برای شاخص‌های کلیدی عملکرد بر اساس رویکرد اولویت بندی ترتیبی

وزن ($\sum_k W_{ijk}$ $\forall i, j$)	نماد	زیر شاخص‌ها	شاخص‌های اصلی	ردیف
۰.۰۸۴۷	I ₀₁	تحقق صادرات فرآورده‌های ویژه	شاخص‌های اقتصادی	۱
۰.۲۰۸۱	I ₀₂	حاشیه سود عملیاتی		
۰.۲۱۳۵	I ₀₄	شدت نرخ انرژی		
۰.۲۰۲۵	I ₀₆	ضریب پیچیدگی		
۰.۰۷۷۸	I ₁₀	نفوذ در زنجیره ارزش پتروشیمی (درصد فروش به صنایع پایین دستی)	شاخص‌های اجتماعی	۳
۰.۱۰۵۰	I ₁₅	تحقق تولید بنزین یورو ۴	شاخص‌های عملیاتی	۴
۰.۰۷۶۷	I ₁₆	کرک اسپرد	شاخص‌های راهبردی	۵
۰.۰۳۱۷	I ₁₇	سهم پالایشگاه اصفهان از دو فرآورده راهبردی بنزین و گازوئیل		

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی عملکرد در یک پالایشگاه منتخب، از رویکرد ترکیبی تصمیم‌گیری چندمعیاره بهره گرفت تا اهمیت نسبی هر شاخص را در تحقق اهداف عملیاتی و اقتصادی سازمان به صورت دقیق و مستند مشخص کند. نتایج حاصل از فرایند رتبه‌بندی که بر مبنای اوزان محاسبه شده شکل گرفت، نشان داد شاخص شدت مصرف انرژی (I₀₄) با وزن ۰.۲۱۳۵، بالاترین اهمیت را در میان سایر شاخص‌ها داراست. این شاخص که بیانگر میزان انرژی مصرفی به ازای هر واحد خروجی فرایند است، به عنوان معیاری بنیادی در تحلیل بهره‌وری انرژی و کنترل هزینه‌های تولید به شمار می‌رود. اهمیت این شاخص به این دلیل است که مصرف بهینه انرژی نه تنها با کاهش هزینه‌های عملیاتی و افزایش سودآوری، ارتباط مستقیمی دارد، بلکه از منظر انطباق با الزامات زیست‌محیطی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز نقشی کلیدی ایفا می‌کند. در جایگاه دوم، شاخص حاشیه سود عملیاتی (I₀₂) با



وزن ۰.۲۰۸۱ قرار گرفت. این شاخص که نمایانگر کارایی مالی عملیات اصلی پالایشگاه است، معیاری مهم برای سنجش سود پیش از کسر هزینه‌های غیرعملیاتی، استهلاک و مالیات به‌شمار می‌رود و جایگاه بالای آن، بر اهمیتش در ارزیابی سلامت مالی سازمان و اتخاذ تصمیمات کلان مدیریتی تأکید دارد. شاخص ضریب پیچیدگی پالایشگاه (I06) با وزن ۰.۲۰۲۵، رتبه سوم را به خود اختصاص داده است. این شاخص توانایی پالایشگاه در انجام فرایندهای پیشرفته‌ای مانند شکستن ترکیبات سنگین، تولید سوخت‌های باکیفیت و اصلاح ساختار مولکولی را می‌سنجد و نمادی از ظرفیت فنی و پیچیدگی عملیاتی پالایشگاه به‌شمار می‌رود. در کنار این سه شاخص اصلی، شاخص‌هایی نظیر کرک اسپرد نیز به‌عنوان ابزارهایی ارزشمند برای تحلیل بازار، پیش‌بینی سودآوری آتی و تدوین راهبردهای خرید و فروش، نقش قابل توجهی دارند. بی‌توجهی به شرایط بازار جهانی می‌تواند تبعات منفی برای سودآوری پالایشگاه به همراه داشته باشد و در این راستا، تحلیل و پایش دقیق این شاخص ضروری است. به‌طور کلی، تحلیل نتایج نشان می‌دهد که ترکیبی از کارایی عملیاتی (ضریب پیچیدگی)، بهره‌وری انرژی (شدت مصرف انرژی)، سودآوری مالی (حاشیه سود عملیاتی) و تحلیل بازار (کرک اسپرد) به‌عنوان ارکان کلیدی عملکرد پالایشگاه عمل می‌کنند و نتایج به‌دست‌آمده می‌توانند چارچوبی مؤثر برای تدوین راهبردهای آتی، تخصیص بهینه منابع و اصلاح فرایندهای کلیدی در اختیار مدیران ارشد قرار دهند.

مقایسه نتایج این پژوهش با مطالعات پیشین در ایران و سایر کشورها نشان می‌دهد که پژوهش کنونی در برخی موارد با تحقیقات انجام‌شده توسط پژوهشگرانی همچون شاه‌حسینی و همکاران (۱۳۹۸) که به شناسایی شاخص‌های کلیدی عملکرد توسعه پایدار در صنعت پتروشیمی ایران پرداختند، محمدی (۱۳۹۶) که به تعیین و اولویت‌بندی مؤلفه‌ها و شاخص‌های ارزیابی عملکرد کارکنان در بخش آزمایشگاه شرکت پالایش نفت اصفهان اقدام کرد، ابراهیمی و چمکاکائی (۱۴۰۰) که شاخص‌ها و معیارهای ارزیابی عملکرد کارکنان قراردادی تعمیرات شرکت پالایش نفت اصفهان را تدوین کردند، فانگوچی و همکاران (۲۰۱۷) که روش‌شناسی ساختاریافته و چندمرحله‌ای برای سنجش عملکرد نگهداری از طریق شاخص‌های کلیدی عملکرد در یک پالایشگاه نفت ارائه دادند و آل‌راشد و همکاران (۲۰۲۰) که الگوی بنچمارکینگ با تمرکز بر شاخص‌ها و شاخص‌های کلیدی عملکرد در صنعت پالایش و صنایع وابسته طراحی کردند، همراستا است. با وجود این، تفاوت عمده پژوهش کنونی



با این مطالعات در جامعیت رویکرد آن است؛ بدین معنا که برخلاف مطالعات پیشین که عمدتاً بر یک جنبه خاص از قبیل پایداری، عملکرد یا نگهداری و تعمیرات تمرکز داشتند، این تحقیق به‌طور هم‌زمان شاخص‌های کلیدی عملکرد را در تمامی زنجیره تولید پالایشگاه و از جنبه‌های اقتصادی، محیطی، اجتماعی، عملیاتی و راهبردی مورد بررسی و رتبه‌بندی قرار داده است. از منظر نتایج نیز، تفاوت‌ها قابل توجه است؛ برای نمونه، پژوهش شاه‌حسینی و همکاران تنها سه جنبه اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی را مدنظر قرار داده است، در حالی که مطالعه کنونی دامنه وسیع‌تری از ابعاد را پوشش می‌دهد. در تحقیق محمدی (۱۳۹۶)، شاخص‌های ارزیابی عملکرد کارکنان به دسته‌هایی شامل عوامل فردی، تخصصی و عملکردی، ارتباطی، مهارتی و سازمانی تقسیم و رتبه‌بندی شدند، در حالی که در پژوهش کنونی تمرکز بر شاخص‌های کلیدی عملکرد کلان سازمانی بوده است. نتایج پژوهش ابراهیمی و چمکاکائی (۱۴۰۰) با رویکرد توصیفی-پیمایشی، نشان داد که تفاوت معناداری در عملکرد از چهار منظر نوع ارتباط، تصمیم‌گیری، اخلاق و انصاف و دانش و انگیزش وجود دارد و نمرات خودارزیابی بالاتر از سایر گروه‌ها قرار دارد، اما این رویکرد بیشتر بر بُعد رفتاری کارکنان تمرکز داشته است. مطالعه فانگوچی و همکاران (۲۰۱۷) با استفاده از چارچوب سلسله‌مراتبی چندسطحی و چندگره‌ای، شاخص‌های کلیدی عملکرد نگهداری را با رویکرد تحلیل سلسله‌مراتبی تحلیل کرد و آل‌راشد و همکاران (۲۰۲۰)، فهرستی از ابزارهای سنجش با تمرکز بر حوزه‌های نگهداری، تعمیرات، مدیریت مواد و آزمون و بازرسی ارائه دادند که بیشتر در زمینه فعالیت‌های تعمیرات اساسی کاربرد دارد.

در مجموع، پژوهش کنونی با ایجاد فهرستی جامع از شاخص‌های کلیدی عملکرد و استفاده از رویکرد ترکیبی دلفی-دیمتل-اولویت‌بندی ترتیبی، الگویی کامل تر و چندبُعدی تر نسبت به مطالعات پیشین ارائه داده و توانسته است با پوشش هم‌زمان ابعاد اقتصادی، محیطی، اجتماعی، عملیاتی و راهبردی، تصویری دقیق و کارآمد از وضعیت عملکردی پالایشگاه مورد مطالعه ارائه کند. با توجه به اهمیت راهبردی شاخص‌های شناسایی شده، پیشنهاد می‌شود اقدامات مدیریتی زیر در دستور کار سازمان قرار گیرد:

۱. پایش مستمر شاخص‌ها توسط مدیریت ارشد: بررسی دوره‌ای مقادیر شاخص‌ها در جلسات مدیریتی و استفاده از آنها به‌عنوان مبنای ارزیابی عملکرد، برنامه‌ریزی منابع و تعیین اولویت‌های اجرایی، امری ضروری است.



۲. طراحی داشبورد مدیریتی تعاملی: پیاده‌سازی یک داشبورد دیجیتال با امکان نمایش لحظه‌ای وضعیت شاخص‌ها، زمینه‌ساز تصمیم‌گیری سریع‌تر و دقیق‌تر مدیران خواهد بود. تدوین آیین‌نامه‌های تصمیم‌گیری مبتنی بر شاخص‌ها: پیشنهاد می‌شود سازوکارهایی تدوین شود که طی آن، تصمیمات کلیدی از جمله تخصیص بودجه، ارزیابی واحدها و پرداخت پاداش‌ها به عملکرد واقعی شاخص‌ها وابسته شود. این اقدام موجب هم‌راستایی در اهداف و اقدامات سازمان خواهد شد.

بازنگری در شاخص‌های ارزش‌آفرینی: به‌جای تمرکز صرف بر درآمدزایی، می‌توان شاخص‌هایی همچون ارزش‌افزوده خالص، بهره‌وری انرژی و کاهش خطر را نیز به‌عنوان شاخص‌های مکمل یا جایگزین در نظر گرفت تا تحلیل جامع‌تری از عملکرد سازمان به‌دست آید.

اجرای این راه‌کارها می‌تواند بستر استقرار یک نظام مدیریت عملکرد هوشمند و پاسخ‌گو در سازمان‌های صنعتی از جمله پالایشگاه‌ها را فراهم آورد و به افزایش شفافیت، بهره‌وری و اثربخشی منجر شود. درنهایت با توجه به یافته‌های این پژوهش، مسیریابی برای مطالعات بعدی پیشنهاد می‌شود:

۱. تحلیل روابط علی با روش‌های پیشرفته‌تر: در این تحقیق از رویکرد دیمتل برای تحلیل روابط علی استفاده شده است؛ در مطالعات آتی می‌توان از الگوسازی معادلات ساختاری برای بررسی دقیق‌تر تعاملات میان شاخص‌ها بهره گرفت.

استفاده از سایر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره: پیشنهاد می‌شود برای مقایسه و تقویت نتایج، از روش‌هایی نظیر تحلیل سلسله‌مراتبی، تاپسیس، ویکور یا تلفیق آنها بهره‌برداری شود. گسترش مطالعه به سایر صنایع: به‌منظور سنجش میزان تعمیم‌پذیری چارچوب ارائه‌شده، پیشنهاد می‌شود این الگو در صنایع دیگر نظیر پتروشیمی، فولاد یا داروسازی نیز اجرا و ارزیابی شود.

تقدیر و تشکر

بدین‌وسیله از همه همکارانی که در در انجام این پژوهش همکاری کرده‌اند، تشکر و قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.



فهرست منابع

- ابراهیمی چمکاکائی، زهرا، آقایی، محمود، معین، سودابه، و اورنگی، آسیه (۱۴۰۰). شناسایی شاخص‌های ارزیابی عملکرد کارکنان شرکت پالایش نفت اصفهان به روش بازخور ۳۶۰ درجه. سومین کنفرانس بین‌المللی توسعه و ترویج علوم انسانی و مدیریت در جامعه. اسکندر، فاطمه، طلوعی، عباس، و رادفر، رضا (۱۳۹۹). شناسایی شاخص‌های کلیدی تاثیرگذار بر عملکرد تیمی با استفاده از روش فراترکیب و روش فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی. نشریه پژوهش‌های مدیریت منابع انسانی، ۱۲(۳)، ۲۴۲-۲۰۹.
- اشراق نیای جهرمی، عبدالمجید (۱۳۸۷). مدل‌سازی مصرف گاز طبیعی و فرآورده‌های نفتی و بررسی امکان جانشینی گاز طبیعی به جای فرآورده‌های نفتی در ایران. نشریه مهندسی صنایع و مدیریت، ۲۴(۴۵).
- آرپناهی، مزدک، زراعت، فرشاد، هدایت‌زاده، فریبا، و سلیمانی، امید (۱۴۰۱). ارزیابی عملکرد تولید پایدار شرکت پالایش گاز براساس شاخص‌های کلیدی عملکرد با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره: مطالعه موردی پالایشگاه بیدبلند خلیج فارس، بهبهان. کنفرانس ملی توسعه بهبهان، چالش‌ها، فرصت‌ها و راه‌کارها در گام دوم انقلاب.
- توکلی، غلامرضا، خاوری، یوسف، و زمانی مزده، مهدی (۱۴۰۱). بررسی تطبیق‌پذیری اهداف با شاخص‌های کلیدی عملکرد و تأثیر آن بر پایداری موفقیت سازمان. فصلنامه پژوهش‌های علوم مدیریت، ۴(۱۱).
- رحمانی، حامد، اسدالهی، امید، و فتحی، کیومرث (۱۳۹۲). بررسی میزان تأثیر شاخص‌های کلیدی عملکردی بر انتقال تکنولوژی در صنایع مبدل‌های حرارتی و برودتی. فصلنامه مدیریت توسعه و تحول، ۱۲، ۴۹-۳۷.
- شاه‌حسینی، محمدعلی، جواهری شلمانی، فروزان، حسنقلی پوریاسوری، طهمورث، و رستمی، علی (۱۳۹۸). ارزیابی و مقایسه شاخص‌های کلیدی عملکرد توسعه پایدار در صنعت پتروشیمی با استفاده از SMAA-S و SMAA-S. نشریه مدیریت صنعتی، ۱۱(۲)، ۳۰۲-۲۷۳.
- فرهادی‌نیا، امیر، و جهان، علی (۱۴۰۰). واکاوی شاخص‌های کلیدی عملکرد، در واحد منابع انسانی شرکت ملی پتروشیمی ایران به روش تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه فازی. دومین کنفرانس بین‌المللی چالش‌ها و راه‌کارهای نوین در مهندسی صنایع و مدیریت و حسابداری.
- فرهنگ، حامد، و کارگر، زینب (۱۴۰۲). چگونگی تعیین شاخص‌های کلیدی عملکرد در شرکت پتروشیمی لاله. چهاردهمین همایش ملی پژوهش‌های مدیریت و علوم انسانی در ایران.



محمدی، محسن(۱۳۹۶). تعیین و اولویت‌بندی مؤلفه‌ها و شاخص‌های ارزیابی عملکرد کارکنان در شرکت پالایش نفت اصفهان مورد مطالعه: کارکنان بخش آزمایشگاه شرکت پالایش نفت اصفهان، سومین کنفرانس توانمندسازی جامعه در حوزه علوم انسانی و مطالعات مدیریت. مقیمی، الهام، آذر، عادل، و دهقان نیری، محمود(۱۴۰۳). مدل‌سازی شاخص‌های کلیدی عملکرد و عناصر تاب‌آوری با رویکرد مدل‌سازی معادلات ساختاری. مدیریت نوآوری و راهبردهای عملیاتی، ۲۰، ۴۰۱-۳۸۱.

میرنژاد، الناز، اشرفی، بشرا، فاضلی‌فر، سعید، و سرحدی، علیرضا(۱۳۹۹). شاخص‌های کلیدی عملکرد (KPI). کنفرانس بین‌المللی مدیریت، حسابداری و توسعه اقتصادی، ۰(۶).

یزدانی، خشایار، کرمانی، مهدی و کرمانی، محمد(۱۳۸۷). اجرای سیستم‌های نظام نوین مدیریت تعمیرات، ارزیابی شاخص‌های کلیدی عملکردی، کنفرانس پتروشیمی ایران. دوره ۰، شماره ۱.

Abdullah, W. A., Ba-Alwi, F., Al-Hadi, M., & Zahary, A. T(2024). A Systematic Review and Meta-Analysis on the Most Useful Key Performance Indicators in Measuring and Evaluating Healthcare Performance. Sana'a University Journal of Applied Sciences and Technology, 2(3), 293-302. <https://doi.org/10.59628/jast.v2i3.1019>

Ataei, Y., Mahmoudi, A., Feylizadeh, M. R., & Li, D. F(2020). Ordinal priority approach (OPA) in multiple attribute decision-making. Applied Soft Computing, 86, 105893. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.105893>.

Atsavakovith, C., Suthiwartnarueput, K., & Pornchaiwiseskul, P(2022). Sustainability Key Performance Indicators for Thailand's Upstream Oil and Gas Industry. Journal of Arts Management, 6(4), 1964-1989.

Babich, I. V., & Moulijn, J. A(2003). Science and technology of novel processes for deep desulfurization of oil refinery streams: a review. Fuel, 82(6), 607-631. [https://doi.org/10.1016/S0016-2361\(02\)00324-1](https://doi.org/10.1016/S0016-2361(02)00324-1)

Badawy, M., Abd El-Aziz, A. A., Idress, A. M., Hefny, H., & Hossam, S(2016). A survey on exploring key performance indicators. Future Computing and Informatics Journal, 1(1-2), 47-52. <https://doi.org/10.1016/j.fcij.2016.04.001>

Bhadani, K., Asbjörnsson, G., Hulthén, E., & Evertsson, M(2020). Development and implementation of key performance indicators for aggregate production using dynamic simulation. Minerals Engineering, 145, 106065. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2019.106065>

Buni, M. B., & Ali, Z. A(2021). Sustainability Production: Issues and Challenges Evaluation in Nigerian Oil and Gas Sector Using Key



- Performance Indicators, *International Journal of Advances in Engineering and Management (IJAEM)*, 3(8).
- Chandra, D., & Kumar, D(2021). Evaluating the effect of key performance indicators of vaccine supply chain on sustainable development of mission indradhanush: A structural equation modeling approach. *Omega*, 101, 102258. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2020.102258>
- Cruz Villazón, C., Sastoque Pinilla, L., Otegi Olaso, J. R., Toledo Gandarias, N., & López de Lacalle, N(2020). Identification of key performance indicators in project-based organisations through the lean approach. *Sustainability*, 12(15), 5977. <https://doi.org/10.3390/su12155977>
- Dib, F., Mayaud, P., Launay, O., Chauvin, P., & FSQD-HPVH Study Group(2020). Design and content validation of a survey questionnaire assessing the determinants of human papillomavirus (HPV) vaccine hesitancy in France: A reactive Delphi study. *Vaccine*, 38(39), 6127-6140. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2020.07.027>
- Domínguez, E., Pérez, B., Rubio, Á. L., & Zapata, M. A(2019). A taxonomy for key performance indicators management. *Computer Standards & Interfaces*, 64, 24-40. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2018.12.001>
- Elhuni, R. M., & Ahmad, M. M(2017). Key performance indicators for sustainable production evaluation in oil and gas sector. *Procedia Manufacturing*, 11, 718-724. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.172>
- Fangucci, A., Galante, G. M., Inghilleri, R., & La Fata, C. M(2017). Structured methodology for selection of maintenance key performance indicators: Application to an oil refinery plant. *International Journal of Operations and Quantitative Management*, 23(2), 89-113.
- Gao, F., & Zhou, D(2025). A novel decision-making approach for risk assessment of converter steelmaking process based on fuzzy DEMATEL method. *Alexandria Engineering Journal*, 115, 222-237. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2024.12.025>
- Ghahremani-Nahr, J., & Nozari, H(2021). A Survey for Investigating Key Performance Indicators in Digital Marketing. *International journal of Innovation in Marketing Elements*, 1(1), 1-6. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.2783378.2021.1.1.1.1>
- Govindan, K., Aditi, Dhingra Darbari, J., Kaul, A., & Jha, P. C(2021). Structural model for analysis of key performance indicators for

- sustainable manufacturer–supplier collaboration: A grey-decision-making trial and evaluation laboratory-based approach. *Business Strategy and the Environment*, 30(4), 1702-1722. <https://doi.org/10.1002/bse.2703>.
- Graham, I., Goodall, P., Peng, Y., Palmer, C., West, A., Conway, P., ... & Dettmer, F. U(2015). Performance measurement and KPIs for remanufacturing. *Journal of Remanufacturing*, 5, 1-17. <https://doi.org/10.1186/s13243-015-0019-2>
- Hussain, S., Ahonen, V., Karasu, T., & Leviäkangas, P(2023). Sustainability of smart rural mobility and tourism: A key performance indicators-based approach. *Technology in Society*, 74, 102287. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102287>
- Karimi, N., Javanmardi, E., Nadaffard, A., & Facchini, F(2025). Systematic analysis and optimization of operational delay factors in port supply chains using a hybrid DEMATEL-OPA-DGRA approach. *Ocean & Coastal Management*, 263, 107620. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2025.107620>
- Le, M. T., & Nhieu, N. L(2022). A Novel Multi-Criteria Assessment Approach for Post-COVID-19 Production Strategies in Vietnam Manufacturing Industry: OPA–Fuzzy EDAS Model. *Sustainability* 2022, 14, 4732. <https://doi.org/10.3390/su14084732>
- Lindberg, C. F., Tan, S., Yan, J., & Starfelt, F(2015). Key performance indicators improve industrial performance. *Energy Procedia*, 75, 1785-1790. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.07.474>
- Mahmoudi, A., Deng, X., Javed, S. A., & Yuan, J(2021). Large-scale multiple criteria decision-making with missing values: project selection through TOPSIS-OPA. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 12(10), 9341-9362. <https://doi.org/10.1007/s12652-020-02649-w>
- Marinagi, C., Reklitis, P., Trivellas, P., & Sakas, D(2023). The impact of industry 4.0 technologies on key performance indicators for a resilient supply chain 4.0. *Sustainability*, 15(6), 5185. <https://doi.org/10.3390/su15065185>
- Matos, J., Fernandes, S., Tran, M. Q., Nguyen, Q. T., Baron, E., & Dang, S. N(2023). Developing a comprehensive quality control framework for roadway bridge management: a case study approach using key performance indicators. *Applied Sciences*, 13(13), 7985. <https://doi.org/10.3390/app13137985>





- Moktadir, M. A., Dwivedi, A., Rahman, A., Chiappetta Jabbour, C. J., Paul, S. K., Sultana, R., & Madaan, J(2020). An investigation of key performance indicators for operational excellence towards sustainability in the leather products industry. *Business Strategy and the Environment*, 29(8), 3331-3351. <https://doi.org/10.1002/bse.2575>.
- Nugroho, A., Warnars, H. L. H. S., Heriyadi, Y., & Tanutama, L(2019, November). Measure the level of success in using google drive with the Kuder Richardson (KR) reliability method. In 2019 International Congress on Applied Information Technology (AIT) (pp. 1-7). IEEE. [10.1109/AIT49014.2019.9144915](https://doi.org/10.1109/AIT49014.2019.9144915)
- Podgórski, D(2015). Measuring operational performance of OSH management system—A demonstration of AHP-based selection of leading key performance indicators. *Safety Science*, 73, 146-166. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2014.11.018>
- Queiroz, M. M., Telles, R., & Bonilla, S. H(2020). Blockchain and supply chain management integration: a systematic review of the literature. *Supply chain management: An international journal*, 25(2), 241-254. <https://doi.org/10.1108/SCM-03-2018-0143>.
- Shah, N. K., Li, Z., & Ierapetritou, M. G(2011). Petroleum refining operations: key issues, advances, and opportunities. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 50(3), 1161-1170. <https://doi.org/10.1021/ie1010004>
- Tokat, S., Karagul, K., Sahin, Y., & Aydemir, E(2022). Fuzzy c-means clustering-based key performance indicator design for warehouse loading operations. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 34(8), 6377-6384. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2021.08.003>.
- Van De Ven, M., Lara Machado, P., Athanasopoulou, A., Aysolmaz, B., & Turetken, O(2023). Key performance indicators for business models: a systematic review and catalog. *Information Systems and e-Business Management*, 21(3), 753-794. <https://doi.org/10.1007/s10257-023-00650-2>
- Zanuttigh, B., Dallavalle, E., & Zagonari, F(2025). A novel framework for sustainable decision-making on reusing Oil & Gas offshore platforms with application to the Adriatic Sea. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 211, 115252. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.115252>.
- Al-Rushood, M., Rahbar, F., & Dweiri, F. T(2020, August). Benchmarking Key Performance Indicators and Metrics on Inventory

Turnaround Practices in Middle East Petroleum Projects. In Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.

COPYRIGHTS

©2024 by the authors. Published by The National Defense University. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

