Volume 17, Number 3, Fall 2024

Journal of
Science & Technology Policy

Assessing and Analyzing the Readiness of the Upstream Oil Industry to Adopt Artificial Intelligence

Mohammad Javad Toghraee [1], Hadi Nilforoushan[2], Fatemeh Azari[1]

1- M.A. Student of Information Technology Management, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
(Corresponding Author: s.toghraee@mail.sbu.ac.ir)
2- Assistant Professor, Department of Science and Technology Policy, Institute for Basic Studies of Science and Technology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Abstract

Artificial Intelligence (AI) has emerged as one of the most significant transformative technologies in recent years, profoundly impacting various industries. In the oil industry, particularly in the upstream sector, AI has the potential to enhance operational efficiency, improve decision-making, and reduce costs. Given this importance, along with the strategic significance of the oil industry in Iran's economy, this study was conducted to assess the organizational readiness of Iran's upstream oil industry for adopting AI technology.In this study, a questionnaire was designed based on a selected framework, encompassing five main indicators: strategic alignment, resources, knowledge, culture, and data—each further divided into sub-indicators. These sub-indicators include AI business potential, customer readiness, senior management support, organizational process alignment, financial resources, skilled workforce, IT infrastructure, AI awareness, skill enhancement, AI ethics, innovation, teamwork, change management, data accessibility, data quality, and data flow. The questionnaire was completed by a group of experienced managers and experts in AI and the oil industry.The results indicate that strategic alignment received the highest score, while the data indicator scored the lowest among the main categories. The findings highlight the necessity of developing strategic programs and strengthening data infrastructure to ensure the successful adoption of AI in the upstream oil sector.

Keywords: Artificial Intelligence, Organizational Readiness Framework for AI, Upstream Oil Industry, Technology Adoption.

How to Cite this Paper:
Toghraee, M.J, Nilforoushan, H. & Azari, F. (2024). **Assessing and Analyzing the Readiness of the Upstream Oil Industry to Adopt Artificial Intelligence.** *Journal of Science & Technology Policy*, 17(3), 53-66. {In Persian}.
doi: 10.22034/jstp.2025.11764.1812

CC BY

Publisher: National Research Institute for Science Policy

فصلنامه علمی-پژوهشی
سیاست علم و فناوری

سال هفدهم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳

مقاله پژوهشی

سنجش و تحلیل آمادگی بخش بالادستی صنعت نفت برای پذیرش هوش مصنوعی

سیدمحمدجواد طغرایی[۱]، هادی نیلفروشان[۲]، فاطمه آذری[۱]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت فناوری اطلاعات ، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

(نویسنده عهده‌دار مکاتبات: s.toghraee@mail.sbu.ac.ir)

۲- استادیار، گروه سیاست‌گذاری علم و فناوری، پژوهشکده مطالعات بنیادین علم و فناوری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

چکیده

هوش مصنوعی در سال‌های اخیر به‌عنوان یکی از مهم‌ترین فناوری‌های نوظهور، تأثیر چشم‌گیری بر صنایع مختلف داشته است. در صنعت نفت، به‌ویژه بخش بالادستی، این فناوری قادر است منجر به کارایی عملیات، بهبود تصمیم‌گیری‌ها و کاهش هزینه‌ها شود. با توجه به این امر و همچنین اهمیت راهبردی صنعت نفت در اقتصاد ایران، این پژوهش با هدف سنجش شاخص‌های آمادگی سازمانی صنایع بالادستی نفت ایران برای پذیرش فناوری هوش مصنوعی صورت گرفت.در این مطالعه، با بهره‌گیری از چارچوب منتخب، پرسشنامه‌ای طراحی شد که شامل پنج شاخص اصلی هماهنگی راهبردی، منابع، دانش، فرهنگ و داده است که این شاخص‌ها هر کدام به شاخص‌های فرعی تقسیم می‌شود. این شاخص‌های فرعی عبارت‌اند از قابلیت‌های تجاری هوش مصنوعی، آمادگی مشتریان، حمایت مدیریت ارشد، انطباق فرآیندهای سازمانی، منابع مالی، نیروی انسانی متخصص، زیرساخت‌های فناوری اطلاعات، آگاهی از هوش مصنوعی، ارتقا مهارت‌ها، اخلاق هوش مصنوعی، نوآوری، کار تیمی، مدیریت تغییر، دسترسی به داده‌ها، کیفیت‌داده‌ها و جریان داده. این پرسشنامه توسط تعدادی از مدیران و متخصصان با تجربه در حوزه هوش مصنوعی و صنعت نفت تکمیل شد و نتایج نشان می‌دهد که هماهنگی راهبردی بالاترین امتیاز و شاخص داده کمترین امتیاز را در میان شاخص‌های اصلی کسب کرده است. یافته‌ها تأکید دارند که توسعه برنامه‌های راهبردی و تقویت زیرساخت‌های داده برای موفقیت در پذیرش هوش مصنوعی ضروری است.

کلیدواژه‌ها: هوش مصنوعی، چارچوب آمادگی سازمانی هوش مصنوعی، صنایع بالادستی نفت، پذیرش فناوری.

برای استنادات بعدی به این مقاله، قالب زیر به نویسندگان محترم مقالات پیشنهادمی‌شود:

طغرایی، سیدمحمدجواد.، نیل‌فروشان، هادی، و آذری، فاطمه. (۱۴۰۳). **سنجش و تحلیل آمادگی بخش بالادستی صنعت نفت برای پذیرش هوش مصنوعی**. *سیاست علم‌وفناوری*، (۳)۱۷، ٦٦-۵۳.

doi: 10.22034/jstp.2025.11764.1812

CC BY

۱- مقدمه

هوش مصنوعی به‌عنوان یک فناوری چندمنظوره، امکانات متعددی برای بهبود عملکرد سازمان‌ها و ایجاد فرصت‌های کسب‌وکار جدید فراهم می‌آورد. این فناوری با قابلیت‌های منحصر به فرد خود در یادگیری، توانسته است تحولات عظیمی را در بسیاری از حوزه‌های کاربردی ایجاد کند و در سطح وظایف، فرآیندها و مدل‌های کسب‌وکار تغییرات چشمگیری را رقم بزند. از این‌رو، هوش مصنوعی می‌تواند به‌عنوان یک عامل رقابتی قدرتمند برای سازمان‌ها عمل کند و آن‌ها را قادر سازد تا در بازارهای پیچیده و متغیر امروزی به مزیت رقابتی دست یابند [۱]. دسترسی به الگوریتم‌های یادگیری پیشرفته و کاربردهای متعدد هوش مصنوعی، به همراه راه‌حل‌های موجود، به تسهیل پذیرش این فناوری در سازمان‌ها کمک کرده است. طبق جدیدترین گزارش مکنزی ٪۷۲ از سازمان‌های جهانی از هوش مصنوعی در حداقل یک بخش کسب‌وکار استفاده می‌کنند [۲]. این رشد سریع در پذیرش هوش مصنوعی، به‌ویژه در میان سازمان‌های پیشرو، به وضوح نشان‌دهنده اهمیت فزاینده این فناوری در بهبود عملکرد و کارآیی کسب‌وکارها است که در نهایت این بهره‌وری منجر به ایجاد مزیت رقابتی، توسعه سهم بازار و حذف رقبا برای سازمان‌ها می‌شود.

با توجه به داده‌های موجود هوش مصنوعی در صنایع مختلف نقش موثری ایفا کرده و توانسته مزیت‌های بسیاری خلق کند. این فناوری همچنین در صنایع بالادستی نفت نیز کاربردهای بسیاری دارد که شناخت و توجه به آن‌ها برای توسعه اقتصادی ایران می‌تواند به جهت‌گیری سیاست‌گذاران برای تدوین برنامه‌های راهبردی هوش مصنوعی در صنایع بالادستی نفت کمک شایانی کند. در صنایع بالادستی نفت، که شامل اکتشاف، حفاری و تولید منابع هیدروکربنی است، فرآیندهایی پیچیده و پرهزینه مشاهده می‌شود که نیازمند تصمیم‌گیری‌های سریع و دقیق بر پایه داده‌های کلان و متغیر هستند. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که هوش مصنوعی با قابلیت‌هایی نظیر پردازش داده‌های حجیم، بهینه‌سازی عملیات و کاهش هزینه‌ها، می‌تواند بهبود چشمگیری در کارایی این صنعت ایجاد کند [۳]. کاربردهای هوش مصنوعی در صنایع بالادستی نفت می‌تواند بسیار متنوع باشد از جمله پیش‌بینی تولید پویا، بهینه‌سازی نقشه‌های توسعه‌ای، شناسایی نفت باقی‌مانده در مخازن، تصمیم‌گیری در زمینه‌های پیچیده‌ای مانند حفاری هوشمند و پیشگیری از خرابی تجهیزات. مطالعات نشان داده‌اند که به کمک الگوریتم‌های یادگیری ماشین و مدل‌سازی داده‌محور، می‌توان بهره‌وری تولید را افزایش داد و روش‌های بهتری برای بازیافت نفت طراحی کرد [٤, ٥].

طبق آنچه تجارب جهانی و مطالعات موجود نشان می‌دهند بهره بردن از فناوری‌های نوظهور در سازمان‌ها مقدماتی دارد که عدم توجه به آن‌ها ریسک پذیرش و به‌کارگیری موفق چنین فناوری‌هایی را تقویت می‌کند، لذا استفاده از مدل‌های آمادگی سازمانی و سنجش وضعیت موجود با این ابزارها می‌تواند مسیر پیاده‌سازی و پذیرش فناوری در سازمان‌ها را هموار سازد. از طرفی بررسی آمادگی سازمانی در این حوزه می‌تواند به سیاست‌گذاران در تدوین سیاست‌های موثرتر و قوانین حمایتی در توسعه و بکارگیری سیستم‌های هوش مصنوعی در صنایع بالادستی نفت ایران کمک کند [٦]. پژوهش‌های اخیر در زمینه آمادگی سازمانی برای پذیرش و بکارگیری هوش مصنوعی در سازمان‌ها بر اساس دو رویکرد اصلی در پیشینه تحقیقاتی یعنی پذیرش نوآوری و پذیرش فناوری در سطح سازمانی تقسیم‌بندی شده‌اند [۷, ۸] تحقیقات پیشین به بررسی فرآیند پذیرش فناوری، شناسایی عوامل مؤثر بر پذیرش [۷] و توسعه مدل‌های کاربردی برای ارزیابی پذیرش فناوری در سازمان‌ها پرداخته‌اند. این مطالعات نشان می‌دهند که پذیرش فناوری‌های نوین، به‌ویژه هوش مصنوعی، نیازمند درک جامع از عوامل فردی، سازمانی و محیطی است که بر پذیرش و استفاده از این فناوری‌ها تأثیر می‌گذارند [۹].

پذیرش هوش مصنوعی به‌عنوان یک فناوری چندمنظوره، چالش‌های خاصی را نیز به همراه دارد، چرا که این فناوری ممکن است در ابتدا کاربردهای آنچنان واضح و ملموسی برای کارکنان و مدیران این سازمان‌ها نداشته باشد لذا سازمان‌ها باید به درک عمیقی در این حوزه برسند تا بتوانند هدف پذیرش خود را مشخص کنند [۱۰]. بر اساس این

واقعیت، پذیرش هوش مصنوعی با چالش‌هایی در سطوح سازمانی، فنی و فردی روبه‌رو است که می‌تواند موانع زیادی را در مسیر پیاده‌سازی موفق این فناوری ایجاد کند [۱۱].

بنابراین، برای استفاده و پذیرش موفق هوش مصنوعی، لازم است که سازمان‌ها عوامل آمادگی خود را شناسایی کرده و هماهنگی مناسبی بین سطح آمادگی فعلی و هدف مورد نظر از پذیرش هوش مصنوعی برقرار کنند. در این راستا، درک ارتباط میان آمادگی سازمانی برای پذیرش هوش مصنوعی و فرآیند پذیرش این فناوری، می‌تواند منجر به تولید استراتژی و نقشه راهی گردد که احتمال موفقیت در پذیرش استفاده از هوش مصنوعی را افزایش داده و ارزش تجاری هوش مصنوعی را برای سازمان‌ها به حداکثر برساند.

بررسی پیشینه پیرامون پیاده‌سازی مدل‌های آمادگی سازمانی برای پذیرش هوش مصنوعی نشان می‌دهد که تاکنون مطالعه‌ای جامع درباره وضعیت ایران، به‌ویژه در زمینه پذیرش هوش مصنوعی توسط سازمان‌ها و صنایع بالادستی نفت، انجام نشده است. با توجه به اهمیت شناخت میزان آمادگی سازمانی از منظر مدیریت راهبردی، نقش حیاتی صنعت نفت در اقتصاد کشور و تأثیر آن بر سطح رفاه جامعه، این مقاله با هدف ارزیابی آمادگی بخش بالادستی صنعت نفت ایران برای پذیرش هوش مصنوعی طراحی شده و نتایج آن می‌تواند مقدمه‌ای برای تدوین برنامه‌های راهبردی در راستای پیاده‌سازی و بهره‌برداری مؤثر از هوش مصنوعی در این حوزه باشد. در این راستا، سه هدف اصلی برای مطالعه تعیین شده است:

- شناسایی و تحلیل وضعیت فعلی صنایع بالادستی نفت بر مبنای پیاده‌سازی مدل‌های پذیرش سازمانی هوش مصنوعی
- شناسایی و تحلیل روابط موجود در بین شاخصه‌های آمادگی سازمانی سنجیده شده در صنایع بالادستی نفت ایران
- توصیه‌های سیاست‌گذاری برمبنای روابط شناسایی شده برای پذیرش هوش مصنوعی در صنایع بالادستی نفت ایران

در این مقاله به منظور سنجش آمادگی از مدل ارائه شده توسط یونک و همکاران ۲۰۲۱ [۱۱] استفاده شده و نتایج این مطالعه می‌تواند به مدیران و سیاست‌گذاران صنعت نفت ایران کمک کند تا با شناسایی وضعیت آمادگی سازمانی خود، اقدامات لازم را برای موفقیت در پذیرش هوش مصنوعی انجام دهند.

۲- مرور پیشینه

۲-۱ هوش مصنوعی و کاربرد آن در صنایع بالادستی نفت

صنعت نفت و گاز، به‌ویژه در بخش بالادستی که شامل اکتشاف، حفاری و تولید می‌شود، یکی از صنایع حیاتی و پیچیده جهان به‌شمار می‌آید. این بخش با چالش‌هایی همچون ریسک بالا، هزینه‌های گزاف، نیاز به تصمیم‌گیری‌های سریع و دقیق و همچنین تأثیرات زیست‌محیطی گسترده روبه‌رو است [۱۲]. در این میان، فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی، با ارائه راه‌حل‌های نوآورانه، توانسته‌اند افق‌های تازه‌ای را برای بهینه‌سازی فرآیندها، کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری در این صنعت فراهم آورند.

هوش مصنوعی به‌عنوان یک فناوری پیشرو، کاربردهای گسترده‌ای در صنایع نفت، به‌ویژه در بخش‌های بالادستی یافته است. این فناوری با ترکیب الگوریتم‌های یادگیری ماشین و یادگیری عمیق، توانسته است به تحلیل داده‌های پیچیده زمین‌شناسی و ژئوفیزیکی بپردازد و دقت در شناسایی مخازن جدید را بهبود بخشد [۱۳]. برای مثال، استفاده از شبکه‌های عصبی عمیق در تحلیل داده‌های لرزه‌نگاری سه‌بعدی، نرخ موفقیت اکتشاف مخازن جدید را به‌طور چشمگیری افزایش داده است [۱٤]. الگوریتم‌های یادگیری عمیق همچنین در تحلیل داده‌های بزرگ به منظور کشف الگوهای پنهان و ارائه پیش‌بینی‌های دقیق‌تر نسبت به روش‌های سنتی به‌کار گرفته شده‌اند. فناوری‌های بینایی ماشین نیز با تحلیل تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های زمینی، به شناسایی مناطق پربازده و کاهش هزینه‌های اکتشافی کمک شایانی کرده‌اند [۱۵].

در عملیات حفاری، استفاده از سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، مانند تحلیل بلادرنگ داده‌ها از حسگرهای حفاری، مسیر حفاری را بهینه کرده و خطرات مرتبط با تخریب

سازندها و مشکلات تجهیزات را به حداقل رسانده است. این تحلیل‌ها به‌طور ویژه با بهره‌گیری از مدل‌های پیشرفته یادگیری ماشین، توانسته‌اند پیچیدگی‌های محیط حفاری را مدیریت کرده و شرایط بلادرنگ را پیش‌بینی کنند [۱۶]. از سوی دیگر، ربات‌های مجهز به هوش مصنوعی در این حوزه، عملیات حفاری را با دقت بیشتری انجام داده و توانایی کار در محیط‌های خطرناک را فراهم کرده‌اند [۱۵].

در مدیریت مخازن، هوش مصنوعی با ارائه مدل‌های پیش‌بینی دقیق رفتار مخازن، امکان شبیه‌سازی سناریوهای مختلف تولید را فراهم کرده و تصمیم‌گیری‌های بهینه برای افزایش نرخ بازیافت را تسهیل نموده است. این مدل‌ها بر اساس تحلیل داده‌های تاریخی و بلادرنگ از تجهیزات و حسگرها، امکان ارزیابی و بهبود راهبردهای تولید را فراهم کرده‌اند. تحلیل داده‌های حسگرهای متصل به تجهیزات، نقش کلیدی در پیش‌بینی خرابی‌های احتمالی، کاهش زمان‌های توقف و هزینه‌های نگهداری ایفا کرده است. همچنین، با استفاده از مدل‌های یادگیری تقویتی، تصمیم‌گیری‌های پیچیده در شرایط متغیر عملیاتی بهینه‌سازی شده است [۱۷, ۱۸].

یکی از پیشرفت‌های جدید در این صنعت، استفاده از پهپادها و ربات‌های مجهز به هوش مصنوعی است که قابلیت‌های فراوانی در زمینه‌های بازرسی، نگهداری و ایمنی ارائه می‌دهند. پهپادها با توانایی تصویربرداری با دقت بالا و تحلیل داده‌های بلادرنگ، به شناسایی مشکلات زیرساختی و نظارت بر خطوط لوله کمک کرده‌اند. به‌طور مشابه، ربات‌های زیرآبی، که با هوش مصنوعی تجهیز شده‌اند، در نظارت بر سکوهای دریایی، بررسی آسیب‌های محیطی و انجام تعمیرات دقیق و ایمن بسیار مؤثر بوده‌اند. این فناوری‌ها به‌ویژه در کاهش زمان و هزینه‌های مرتبط با بازرسی‌های دستی نقش حیاتی داشته‌اند [۱۵].

از دیگر کاربردهای پیشرفته، استفاده از دوقلوهای دیجیتال است که با ترکیب داده‌های بلادرنگ و مدل‌سازی‌های هوش مصنوعی، به بهینه‌سازی عملکرد تجهیزات و فرآیندها کمک می‌کند. این فناوری نه‌تنها امکان پیش‌بینی و پیشگیری از خرابی‌ها را فراهم می‌کند، بلکه از طریق شبیه‌سازی دقیق، به مدیران در اتخاذ تصمیمات راهبردی یاری می‌رساند. دوقلوهای دیجیتال در صنایع بالادستی، از نظارت بر سلامت تجهیزات تا بهینه‌سازی مصرف انرژی، نقش‌های متنوعی ایفا کرده‌اند [۱۹].

هوش مصنوعی همچنین در بهبود ایمنی نقش به سزایی ایفا کرده است. سیستم‌های هوشمند نظارتی، با استفاده از تحلیل تصاویر ویدئویی و داده‌های حسگرها، امکان شناسایی خطرات ایمنی و هشدارهای بلادرنگ را فراهم کرده‌اند. علاوه بر این، تکنیک‌های هوش مصنوعی در شناسایی نشت‌های گازی و پیشگیری از حوادث خطرناک موفق عمل کرده‌اند. الگوریتم‌های پیشرفته یادگیری ماشین توانسته‌اند الگوهای غیرعادی در داده‌های محیطی و عملیاتی را شناسایی کرده و هشدارهای اولیه ارائه دهند. همچنین، تکنیک‌های یادگیری تقویتی برای بهینه‌سازی فرآیندهای عملیاتی و کاهش مصرف انرژی به‌کار گرفته شده‌اند [۲۰]. در مجموع، پیشرفت‌های اخیر در فناوری‌های هوش مصنوعی از جمله یادگیری ماشین، یادگیری عمیق، بینایی ماشین و استفاده از ربات‌ها و پهپادها، افق‌های نوینی را در ارتقای بهره‌وری، کاهش هزینه‌ها و افزایش ایمنی در صنایع بالادستی نفت گشوده است. این نوآوری‌ها نه‌تنها تحول دیجیتال در این صنعت را تسریع کرده‌اند، بلکه زمینه را برای بهره‌برداری هوشمندتر و پایدارتر فراهم نموده‌اند.

در ایران، علی‌رغم قابلیت‌های موجود، پذیرش و اجرای گسترده هوش مصنوعی در صنعت نفت با چالش‌هایی همراه بوده است و مطالعاتی که وضعیت ایران را از این حیث مورد بررسی قرار داده باشد محدود است. موانعی مانند کمبود زیرساخت‌های فناورانه، محدودیت در دسترسی به داده‌های با کیفیت، و کمبود نیروی انسانی متخصص، از جمله عواملی هستند که پیاده‌سازی این فناوری را دشوار کرده‌اند [۱۲]. با توجه به این چالش‌ها و اهمیت بالای استفاده از هوش مصنوعی در بخش بالادستی صنعت نفت، ضروری است که سطح آمادگی سازمانی صنعت نفت ایران برای پذیرش و استفاده از این فناوری مورد تحلیل قرار گیرد. ارزیابی آمادگی دیجیتال در این حوزه، می‌تواند نقاط قوت و ضعف موجود را شناسایی کرده و نقشه راهی برای تسهیل فرآیند تحول دیجیتال ارائه دهد.

۲-۲ آمادگی سازمانی برای پذیرش هوش مصنوعی

پذیرش و پیاده‌سازی هوش مصنوعی در سازمان‌ها نه‌تنها نیازمند توسعه فناوری است، بلکه مستلزم تحول عمیق در ساختارها، فرهنگ و فرآیندهای تصمیم‌گیری است. موفقیت یک سازمان در پذیرش این فناوری به عوامل متعددی وابسته است که هریک به‌طور مستقل و همزمان بر میزان آمادگی آن تأثیر دارند. بررسی مدل‌های موجود در پیشینه نشان می‌دهد که آمادگی سازمانی مفهومی چندبعدی است که در مطالعات مختلف با چارچوب‌های متفاوتی بررسی شده است. هر مدل با تأکید بر ابعاد خاصی از آمادگی، رویکردی منحصربه‌فرد به مسئله دارد و درک این تفاوت‌ها می‌تواند در ارائه یک دیدگاه جامع و ترکیبی از مفهوم آمادگی سازمانی مفید باشد.

در یک نگاه کلی، عوامل مؤثر بر آمادگی سازمانی را می‌توان در چهار حوزه کلیدی دسته‌بندی کرد. نخستین حوزه، عوامل فناورانه است که شامل میزان بلوغ زیرساخت‌های دیجیتال، قابلیت تعامل با سایر فناوری‌های سازمانی و میزان یکپارچگی سیستم‌های اطلاعاتی می‌شود. بدون وجود این زیرساخت‌ها، حتی پیشرفته‌ترین الگوریتم‌های هوش مصنوعی نیز کارایی نخواهند داشت. از سوی دیگر، دسترسی به داده‌های حجیم، پردازش آن‌ها و امکان استفاده بهینه از داده‌ها یکی از پیش‌نیازهای اساسی برای پذیرش فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی محسوب می‌شود [۱۱, ۲۱].

دومین حوزه، ابعاد سازمانی است که به میزان انعطاف‌پذیری و توانایی سازمان در مدیریت تغییرات فناورانه مربوط می‌شود. تحقیقات نشان می‌دهند که ساختارهای سلسله‌مراتبی و بوروکراتیک معمولاً پذیرش هوش مصنوعی را با چالش‌های بیشتری مواجه می‌کنند. حمایت مدیریت ارشد، توانمندی کارکنان، ایجاد تیم‌های میان‌رشته‌ای و وجود فرآیندهای تصمیم‌گیری چابک از جمله عوامل تأثیرگذار بر موفقیت سازمان در این مسیر هستند. علاوه بر این، مدل‌هایی مانند مدل TOE و TRI بر نقش منابع انسانی و آمادگی کارکنان در پذیرش این فناوری تأکید ویژه‌ای دارند. بدون وجود نیروهای متخصص و آموزش‌دیده، پذیرش و بهره‌برداری از هوش مصنوعی در سطح عملیاتی غیرممکن خواهد بود [۲۱].

سومین بعد، عوامل محیطی و نهادی هستند که شامل قوانین و مقررات حاکم بر استفاده از فناوری‌های دیجیتال، فشارهای رقابتی و روندهای جهانی در این حوزه می‌شوند. برخی مدل‌ها از جمله مدل الشیبانی و همکاران [۲۲] بر نقش فشارهای خارجی در تسریع پذیرش فناوری‌های جدید تأکید دارند. به بیان دیگر، اگر سازمان‌ها در محیط‌هایی با رقابت بالا فعالیت کنند، احتمال پذیرش سریع‌تر فناوری‌هایی مانند هوش مصنوعی بیشتر خواهد بود. از سوی دیگر، سیاست‌های حمایتی دولتی و استانداردهای نظارتی نیز می‌توانند مسیر پذیرش این فناوری را تسهیل کنند یا مانع آن شوند.

چهارمین و یکی از مهم‌ترین حوزه‌ها، ابعاد فرهنگی و اخلاقی هستند. تحقیقات نشان می‌دهند که درک کارکنان از هوش مصنوعی، نگرش آن‌ها نسبت به این فناوری و میزان پذیرش تغییرات فناورانه، تأثیر مستقیم بر موفقیت فرآیندهای پیاده‌سازی دارند. فرهنگ سازمانی باز و پذیرای نوآوری، به کارکنان اجازه می‌دهد تا با تغییرات سازگار شده و نقش مؤثرتری در پیاده‌سازی فناوری ایفا کنند. علاوه بر این، مسائل مربوط به شفافیت الگوریتمی، عدالت در تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی و رعایت اصول اخلاقی در استفاده از داده‌ها از جمله ملاحظات حیاتی در پذیرش هوش مصنوعی هستند. بسیاری از مدل‌های جدیدتر، مانند مدل یونک و همکاران [۱۱]، به این بُعد به‌عنوان یکی از عوامل کلیدی در پذیرش پایدار هوش مصنوعی تأکید دارند.

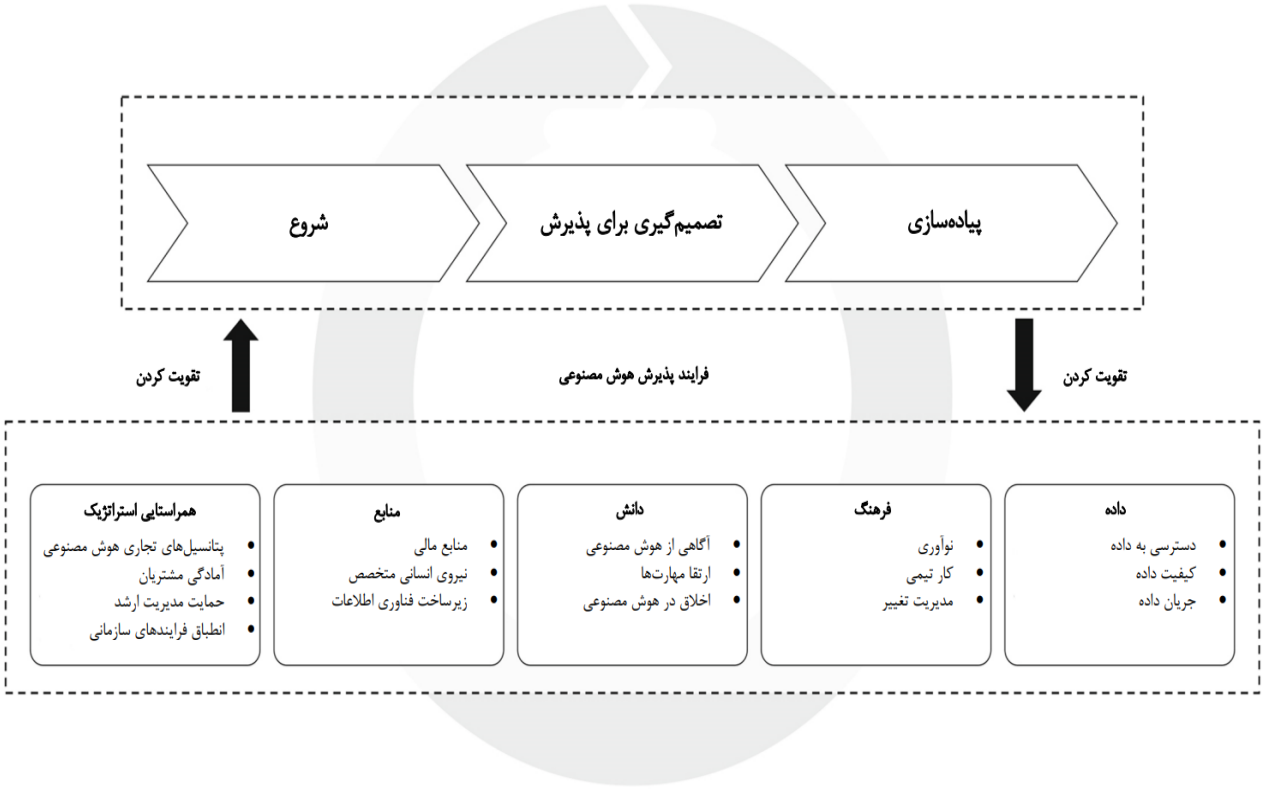
با توجه به این چهار حوزه، مدل‌های متعددی برای ارزیابی آمادگی سازمانی توسعه داده شده‌اند که هر یک از این شاخص‌ها را در قالب چارچوب‌های متفاوتی ترکیب کرده‌اند. مدل فناوری-سازمان-محیط (TOE) به بررسی تأثیر تعاملات میان فناوری، سازمان و محیط پرداخته و یکی از قدیمی‌ترین چارچوب‌های مورد استفاده در این حوزه است. مدل TRI نیز با تمرکز بر آمادگی فناورانه سازمان‌ها، میزان پذیرش فناوری‌های جدید را از دیدگاه منابع انسانی و فناوری بررسی می‌کند. مدل آمادگی دیجیتال هولمستروم [۲۳] به‌طور خاص بر تحول دیجیتال در سازمان‌ها متمرکز شده و به عواملی مانند فرآیندهای سازمانی و یکپارچگی فناوری‌ها توجه دارد.

در بررسی منابع موجود درباره مدل‌های آمادگی سازمانی برای

پذیرش و استفاده از هوش مصنوعی و مقایسه آن‌ها با یکدیگر، پژوهش یونک و همکاران [۱۱] به عنوان یک مطالعه برجسته شناسایی شد که هم جامعیت بیشتری نسبت به مدل‌های معرفی شده در این بخش را دارا می‌باشد و هم استنادات و اعتبار علمی بالایی دارد. از طرفی این مدل با توجه به قابلیت انطباق بالا، امکان پیاده‌سازی در صنایع مختلف و شرایط متنوع سازمانی را فراهم می‌کند. همچنین، تأکید ویژه آن بر ابعاد اخلاقی هوش مصنوعی، این مدل را به ابزاری ضروری برای پذیرش مسئولانه فناوری تبدیل کرده است. توجه به تحلیل‌های عملیاتی و پرداختن به مسائل واقعی سازمان‌ها نیز از ویژگی‌های کلیدی آن است که این چارچوب را به رویکردی جامع و کاربردی تبدیل می‌کند.

مدل مزبور با معرفی پنج دسته اصلی از عوامل آمادگی، دیدگاهی جامع‌ای ارائه می‌دهد. این عوامل شامل هماهنگی راهبردی، منابع، دانش، فرهنگ و داده می‌شوند. هماهنگی راهبردی به انسجام میان اهداف سازمانی و راهبردهای هوش مصنوعی اشاره دارد. منابع شامل منابع مالی، انسانی و فناوری است و دانش به سطح آگاهی و مهارت‌های کارکنان در زمینه هوش مصنوعی می‌پردازد. فرهنگ سازمانی نیز با تأکید بر نوآوری، پذیرش تغییر و حمایت از فناوری‌های نوین برجسته می‌شود. در نهایت، داده به کیفیت و دسترسی به داده‌های موردنیاز برای اجرای هوش مصنوعی اختصاص دارد. این مدل با پوشش ابعاد گوناگون، ابزار کاملی برای ارزیابی آمادگی سازمان‌ها فراهم می‌کند [۱۱].

این مقاله، که از روش تحقیق کیفی و مصاحبه‌های عمقی با ۲۵ متخصص هوش مصنوعی بهره برده است، مدلی با پنج دسته‌بندی اصلی و ۱۶ عامل فرعی برای ارزیابی آمادگی سازمان‌ها ارائه می‌دهد. این مدل علاوه بر تبیین مفاهیم کلیدی، معیارهای عملیاتی را برای هر عامل شناسایی کرده و آن‌ها را با منابع علمی و تجربی مرتبط ترکیب می‌کند.



شکل ۱) مدل ارائه شده توسط یونک و همکاران [۱۱]

این مدل پنج دسته اصلی برای آمادگی سازمانی تعیین کرده که شامل هماهنگی راهبردی، منابع، دانش، فرهنگ و داده‌ها می‌شود. در این مدل هماهنگی راهبردی شامل دسته‌های فرعی قابلیت کسب‌وکار هوش مصنوعی، آمادگی مشتری، حمایت مدیریت ارشد، تناسب فرآیندها با هوش مصنوعی و تصمیم‌گیری داده محور می‌شود. این شاخص در واقع از نگاه مشتری، مدیریتی و فرآیندی به وضعیت سازمان نگاه می‌کند و امکان تحلیل جامع راهبردی را برای مدیران فراهم می‌کند. منابع به عنوان دسته دوم شامل بودجه مالی، منابع انسانی و زیرساخت فناوری اطلاعات می‌شود که در واقع به لوازم مورد نیاز برای پیاده‌سازی موفق سیستم‌های هوش مصنوعی در کسب‌وکارها اشاره دارد. دانش به عنوان شاخص سوم شامل آگاهی از مفاهیم و قابلیت‌های هوش مصنوعی، ارتقا مهارت‌های کارکنان با آموزش‌های مرتبط و رعایت مباحث اخلاقی در استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی و داده‌های کسب‌وکاری یا نیروی انسانی، می‌شود. دسته چهارم فرهنگ نیز به عنوان روح سازمان برای پذیرش هوش مصنوعی با زیر دسته‌های نوآوری پذیری، کارتیمی و همکاری و مدیریت تغییر در این مدل معرفی شده است و در نهایت به عنوان آخرین دسته داده‌ها مورد توجه یونک و همکاران در این مقاله قرار گرفته است که شاخص‌هایی مانند دسترسی به داده‌ها وجود جریان داده و کیفیت داده‌ها را به عنوان عوامل مهم در سنجش میزان آمادگی سازمانی برای پیاده‌سازی سیستم‌های هوش مصنوعی در نظر می‌گیرد.

این مدل با ارائه ۱۶ شاخص عملیاتی، به سازمان‌ها امکان می‌دهد تا وضعیت آمادگی خود را ارزیابی کرده و حوزه‌های نیازمند بهبود را شناسایی کنند. همچنین، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که ارزیابی مداوم آمادگی، به سازمان‌ها کمک می‌کند تا با کاهش ریسک‌ها و بهبود تخصیص منابع، پذیرش موفق‌تری از هوش مصنوعی داشته باشند.

۳- روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نوع توصیفی-تحلیلی و پیمایشی است و با هدف ارزیابی میزان آمادگی صنعت نفت ایران در بخش بالادستی برای پذیرش و استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی انجام شده است. در گام نخست، مدلی نظری بر اساس مدل یونک و همکاران استخراج شد که شامل پنج معیار اصلی (فرهنگ، همراستایی استراتژی، منابع، دانش، و داده‌ها) و ۱۶ معیار فرعی برای ارزیابی آمادگی سازمانی بود. این مدل به‌عنوان چارچوب نظری تحقیق استفاده شد و بر اساس آن پرسشنامه‌ای با ۵۹ سوال طراحی گردید که با استفاده از طیف پنج‌درجه‌ای لیکرت، میزان آمادگی صنعت را از دیدگاه متخصصان اندازه‌گیری می‌کرد.

به منظور اطمینان از روایی و پایایی ابزار پژوهش، پرسشنامه به سه خبره ارشد صنعت نفت که دارای دانش تخصصی و تجربه مدیریتی در زمینه هوش مصنوعی و صنعت نفت بودند، عرضه شد که این خبرگان به اصلاح سوالات و بهبود پرسشنامه منجر گردید. همچنین، پایایی ابزار با استفاده از شاخص آلفای کرونباخ برابر با ۰.۸۶۸ به دست آمد که نشان‌دهنده انسجام درونی قابل قبول پرسشنامه است [۲۴].

پس از طراحی نهایی، پرسشنامه در یک جلسه حضوری در اختیار ۲۰ نفر از مدیران صنعت بالادستی نفت که آشنا با مفاهیم هوش مصنوعی بودند قرار گرفت. این افراد دارای مدرک دکتری در رشته‌های مرتبط به صنایع بالادستی نفت و تجربه عملی در پیاده‌سازی پروژه‌های هوش مصنوعی در صنعت نفت بودند و در سمت‌هایی همچون مدیر پروژه و طراح سیستم‌های هوش مصنوعی فعالیت داشتند.

داده‌های جمع‌آوری‌شده از پرسشنامه طی چند مرحله مورد تحلیل قرار گرفت. ابتدا میانگین نمرات سوالات مرتبط با هر معیار فرعی محاسبه شد تا یک نمره برای هر شاخص فرعی به‌دست آید. سپس، میانگین شاخص‌های فرعی برای دستیابی به نمرات شاخص‌های اصلی (فرهنگ، همراستایی راهبردی، منابع، دانش، و داده‌ها) محاسبه گردید و در نهایت، میانگین شاخص‌های اصلی به‌عنوان نمره کلی آمادگی تعیین شد.

برای تحلیل روابط میان پنج شاخص اصلی و فرعی، از تحلیل همبستگی استفاده گردید. این تحلیل با هدف شناسایی وابستگی‌ها و همبستگی‌های احتمالی میان معیارها مورد استفاده قرار گرفت تا روشن شود که آیا، برای مثال، همراستایی راهبردهای سازمانی با زیرساخت‌ها و منابع موجود ارتباط معناداری دارد یا خیر. سپس، برای مقایسه

معنادار میانگین نمرات شاخص‌های اصلی و فرعی، از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه[1] استفاده شد. این آزمون به ارزیابی تفاوت‌های معنادار میان شاخص‌ها کمک کرد و نقاط قوت و ضعف نسبی در هر معیار را شناسایی کرد.

تمام تحلیل‌های آماری پژوهش، از جمله تحلیل همبستگی و واریانس، با استفاده از زبان برنامه‌نویسی پایتون و کتابخانه‌های تخصصی آن مانند پانداز[2] و سایپای[3] به دلیل توانمندی بالا در مدیریت داده‌ها و تحلیل‌های پیشرفته، انجام شد.

روش‌های به‌کار گرفته‌شده در این پژوهش اهداف متنوعی را دنبال کرده‌اند. محاسبه میانگین نمرات، ساده‌سازی داده‌ها و ارائه نمای کلی از وضعیت آمادگی را امکان‌پذیر ساخت. تحلیل همبستگی برای شناسایی روابط احتمالی میان معیارها استفاده شد و آزمون تحلیل واریانس تفاوت‌های معنادار میان شاخص‌ها را مشخص کرد. این رویکرد، درک عمیق‌تری از وضعیت فعلی آمادگی و چالش‌های پیش روی صنعت نفت ایران به خصوص بخش بالادستی برای پذیرش فناوری‌های هوش مصنوعی ارائه داده است.

٤- بحث

در این بخش، نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد. به منظور ارزیابی میزان آمادگی صنایع بالادستی نفت ایران برای پذیرش هوش مصنوعی، شاخص‌های اصلی مدل یونک و همکاران تحلیل شده‌اند. هر یک از این شاخص‌ها، شامل هماهنگی راهبردی، منابع، دانش، فرهنگ و داده، از منظر چالش‌ها و نقاط قوت بررسی شده و تأثیر آن‌ها بر امکان‌پذیری پیاده‌سازی سیستم‌های هوش مصنوعی تحلیل شده است. در ادامه، هر یک از این شاخص‌ها به‌تفصیل مورد بررسی قرار گرفته است.

٤-١ هماهنگی راهبردی

نتایج مطالعه نشان می‌دهد که در میان شاخص‌های مدل یونک، هماهنگی راهبردی بهترین وضعیت را نسبت به سایر شاخص‌ها دارا است. این یافته نشان‌دهنده آن است که در شرکت‌های صنایع بالادستی نفت ایران، قابلیتهای تجاری هوش مصنوعی، حمایت مدیریت ارشد و انطباق فرایندهای سازمانی نسبت به سایر شاخص‌ها در وضعیت مطلوب‌تری قرار دارند. با این حال، شواهد موجود و وضعیت سایر شاخص‌ها حاکی از آن است که این وضعیت مطلوب در سطح راهبردی هنوز به تغییرات عملیاتی ملموسی منجر نشده است و میزان پیاده‌سازی و بهره‌برداری از هوش مصنوعی در این صنعت همچنان بسیار محدود و موردی است. این تناقض نشان می‌دهد که ظرفیت‌های راهبردی صنایع بالادستی نفت ایران به برنامه یا اقدامات اجرایی مؤثر و گسترده تبدیل نشده‌اند.

نتایج به‌دست‌آمده از بررسی زیرشاخص‌های هماهنگی راهبردی نشان می‌دهد که حمایت مدیران ارشد در سطح بالایی قرار دارد، اما شاخص آگاهی آنان از قابلیتهای هوش مصنوعی بسیار محدود است. این مسئله چالشی مهم محسوب می‌شود، زیرا عدم درک دقیق از قابلیت‌های هوش مصنوعی، حتی در صورت تدوین راهبرد، باعث می‌شود که موانع اساسی و نیازهای واقعی برای پذیرش این فناوری در سازمان‌ها به درستی شناسایی نشوند. یکی از تأثیرات مستقیم این ناآگاهی، عدم توجه کافی به داده‌ها به‌عنوان یک زیرساخت کلیدی برای توسعه سیستم‌های هوش مصنوعی است که اثر خود را در شاخص اصلی داده‌ها نیز نشان داده است.

داده‌ها یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های مورد نیاز برای پیاده‌سازی موفقیت‌آمیز هوش مصنوعی هستند. بدون دسترسی به داده‌های باکیفیت، توسعه و بهره‌برداری از سیستم‌های هوش مصنوعی عملاً غیرممکن می‌شود [۱۱]. از طرفی، در صنعت نفت ایران، داده‌ها به عنوان دارایی‌های محرمانه و امنیتی تلقی شده و دسترسی پژوهشگران و توسعه‌دهندگان به این اطلاعات با محدودیت‌های جدی مواجه است. این محدودیت منجر به کاهش بهره‌وری و کند شدن روند توسعه سیستم‌های هوش مصنوعی شده است. در حالی که داده‌های حاصل از عملیات بالادستی نفتی می‌توانند ارزش بسیار بالایی برای مدل‌های هوش مصنوعی داشته باشند و به بهبود فرآیندهایی نظیر پیش‌بینی تولید، بهینه‌سازی حفاری، مدیریت مخازن و

[1] One-Way ANOVA
[2] Pandas
[3] Scipy

کاهش خرابی تجهیزات کمک کنند [۵, ۱۵, ۱۷]، عدم وجود یک سازوکار مناسب برای مدیریت، ذخیره‌سازی و اشتراک‌گذاری داده‌ها مانعی بزرگ در مسیر پیشرفت دیجیتالی این صنعت است. در این راستا، لازم است که سیاست‌های مشخصی برای حفظ امنیت داده‌ها در عین ایجاد دسترسی کنترل‌شده برای پژوهشگران و متخصصان تدوین گردد.

داده‌های باکیفیت محصول فرآیندهای سازمانی هستند که به‌طور دقیق طراحی و بهینه‌سازی شده‌اند. داده‌های سازمانی در بستر عملیات اجرایی تولید می‌شوند و کیفیت آن‌ها مستقیماً به سطح استانداردسازی و مستندسازی این فرآیندها وابسته است [۲۵]. در شرایطی که فرآیندهای سازمانی از طراحی منسجم و ساختاریافته‌ای برخوردار نباشند، پیش از هرگونه اقدام برای جمع‌آوری داده‌ها، بازمهندسی فرآیندها امری ضروری خواهد بود [۱۱]. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که از دیدگاه پاسخ‌دهندگان، فرآیندهای فعلی سازمانی نیازمند اصلاحات اساسی هستند تا با الزامات هوش مصنوعی همخوانی پیدا کنند. در واقع، بدون بازمهندسی فرآیندهای عملیاتی، بهره‌گیری از قابلیت‌های هوش مصنوعی نه‌تنها دشوار، بلکه در برخی موارد غیرممکن خواهد بود. از این رو، نهادینه‌سازی اصول مهندسی فرآیندهای سازمانی و ایجاد زیرساخت‌های داده‌محور باید به عنوان یک پیش‌نیاز اساسی در مسیر پذیرش هوش مصنوعی مدنظر قرار گیرد.

یکی دیگر از چالش‌های مهم در پیاده‌سازی هوش مصنوعی در صنایع بالادستی نفت، عدم در نظر گرفتن منابع مالی کافی در اسناد راهبردی به منظور سرمایه‌گذاری بر روی پروژه‌های مرتبط با این فناوری است. یافته‌های مطالعه نشان می‌دهد که منابع مالی یکی از پایین‌ترین امتیازها را در میان شاخص‌های ارزیابی کسب کرده است. این کمبود بودجه، نه تنها باعث توقف پروژه‌های هوش مصنوعی در مراحل ابتدایی می‌شود، بلکه منجر به انتخاب راهکارهای ناکارآمد و کم‌هزینه برای توسعه سیستم‌های هوشمند می‌گردد. در چنین شرایطی، سازمان‌ها ناچار می‌شوند از الگوریتم‌های ساده و کم‌هزینه استفاده کنند که ممکن است توانایی لازم برای حل مسائل پیچیده صنایع بالادستی نفت را نداشته باشند. این امر نه تنها ارزش افزوده‌ای ایجاد نمی‌کند، بلکه ممکن است موجب اتلاف منابع و شکست پروژه‌ها شود و در نتیجه، اعتماد سازمان‌ها به فناوری هوش مصنوعی کاهش یابد.

با توجه به تحلیل‌های ارائه‌شده، به‌نظر می‌رسد که سازمان‌های فعال در حوزه صنایع بالادستی نفت ایران نیازمند یک بازنگری اساسی در رویکردهای راهبردی خود نسبت به پذیرش و پیاده‌سازی هوش مصنوعی هستند. این بازنگری باید شامل افزایش آگاهی مدیران ارشد درباره کاربردهای هوش مصنوعی و چالش‌های اجرایی آن، تدوین سیاست‌های مشخص برای دسترسی به داده‌ها به‌گونه‌ای که ضمن حفظ امنیت و محرمانگی، امکان بهره‌برداری از این داده‌ها در چارچوب‌های کنترل‌شده فراهم شود، افزایش تخصیص منابع مالی برای تحقیقات و توسعه فناوری هوش مصنوعی، به‌خصوص در حوزه‌هایی که بیشترین تأثیر را بر بهره‌وری و بهینه‌سازی عملیات دارند و ایجاد یک نهاد مرکزی برای هماهنگی، تدوین استانداردها و نظارت بر پروژه‌های مرتبط با هوش مصنوعی در صنعت نفت. بدون انجام این تغییرات، هماهنگی راهبردی به تنهایی نمی‌تواند زمینه‌ساز تحول دیجیتال و بهره‌برداری مؤثر از هوش مصنوعی در صنایع بالادستی نفت ایران باشد.

٤-۲ منابع

توسعه موفق سیستم‌های هوش مصنوعی در صنایع مختلف مستلزم تأمین منابع مالی، پردازشی و انسانی مناسب است. تخصیص این منابع نه‌تنها به اجرای پروژه‌های هوش مصنوعی سرعت می‌بخشد، بلکه نقش تعیین‌کننده‌ای در کیفیت و دقت خروجی این سیستم‌ها ایفا می‌کند. در این میان، برخورداری از متخصصانی که توانایی طراحی و پیاده‌سازی مدل‌های هوش مصنوعی را داشته باشند نیز به‌عنوان یکی از ارکان اصلی مدیریت منابع در این حوزه شناخته می‌شود [۱۱].

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که صنایع بالادستی نفت ایران در مقایسه با منابع مالی و پردازشی، از وضعیت نسبتاً مطلوب‌تری در زمینه نیروی انسانی برخوردار هستند. با این حال، ضعف شرکت‌های نفتی ایران در دو مؤلفه منابع مالی و پردازشی، می‌تواند چالش‌های اساسی در مسیر توسعه سیستم‌های هوش مصنوعی ایجاد کند. زمانی که

سرمایه‌گذاری کافی برای این فناوری‌ها انجام نشود، نه‌تنها انگیزه پژوهشگران و توسعه‌دهندگان برای طراحی و پیاده‌سازی مدل‌های پیشرفته کاهش می‌یابد، بلکه محدودیت‌های مالی مانع از به‌کارگیری فناوری‌های نوین، از جمله مدل‌های یادگیری عمیق و پردازش داده‌های کلان، خواهد شد. برخی از این فناوری‌ها مستلزم خرید مجوزهای نرم‌افزاری و استفاده از زیرساخت‌های محاسباتی پیشرفته هستند که در شرایط کنونی، بسیاری از شرکت‌های نفتی امکان تأمین آن‌ها را ندارند.

علاوه بر محدودیت‌های مالی، در غیاب زیرساخت‌های محاسباتی داخلی مناسب، پژوهشگران و توسعه‌دهندگان ناگزیر به استفاده از خدمات پردازش ابری و سرورهای خارجی خواهند بود. این وابستگی نه‌تنها هزینه‌های عملیاتی پروژه‌ها را افزایش می‌دهد، بلکه به دلیل حساسیت بالای داده‌های نفتی، خطرات امنیتی و تهدیدات مرتبط با افشای اطلاعات محرمانه را نیز به دنبال دارد. به همین دلیل، نبود یک زیرساخت پردازشی بومی می‌تواند منجر به عدم امکان پیاده‌سازی بسیاری از پروژه‌های مرتبط با هوش مصنوعی شود یا آن‌ها را در مراحل ابتدایی متوقف سازد.

با توجه به این چالش‌ها، سرمایه‌گذاری در توسعه منابع پردازشی باید به‌عنوان یکی از اولویت‌های راهبردی در مسیر استقرار هوش مصنوعی در بخش بالادستی نفت ایران مدنظر قرار گیرد. ایجاد مراکز پردازش داده‌ای داخلی، تجهیز شرکت‌های نفتی به زیرساخت‌های سخت‌افزاری قدرتمند و حمایت از پژوهشگران در دسترسی به منابع محاسباتی می‌تواند نقش مؤثری در کاهش وابستگی به خدمات خارجی و افزایش بهره‌وری سیستم‌های هوش مصنوعی داشته باشد. بدون تحقق این الزامات، امکان استفاده عملیاتی از هوش مصنوعی در مقیاس وسیع در این صنعت فراهم نخواهد شد.

٤-٣ دانش و فرهنگ

دانش و فرهنگ به عنوان دو شاخص کلیدی در چارچوب یونک، همبستگی نزدیکی با هماهنگی راهبردی نشان می‌دهند. این ارتباط تنگاتنگ نشان‌دهنده آن است که توسعه راهبردهای سازمانی در حوزه هوش مصنوعی، نیازمند بنیانی قوی از دانش و فرهنگ سازمانی است. در یک مدل ایده‌آل، این سه مؤلفه باید یکدیگر را تقویت کنند؛ به این معنا که راهبردهای قوی باید مبتنی بر سطح بالایی از دانش و فرهنگ سازمانی تدوین شوند و در مقابل، اجرای موفق این راهبردها نیز باید موجب بهبود دانش و فرهنگ سازمان گردد. با این حال، یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که وضعیت دانش در سازمان‌های مورد بررسی، فاصله زیادی با سطح مطلوب دارد. پاسخ‌دهندگان به‌طور مشترک بر نیاز مبرم کارکنان صنایع بالادستی نفت ایران به آموزش تأکید کرده‌اند. این کمبود دانش و مهارت در مواجهه با فناوری‌های نوظهور، یکی از موانع کلیدی در مسیر پذیرش هوش مصنوعی در این صنعت محسوب می‌شود. علاوه بر این، نتایج نشان می‌دهد که سازمان‌ها بودجه محدودی برای آموزش کارکنان خود در نظر گرفته‌اند، که این امر می‌تواند شکاف دانشی را عمیق‌تر کرده و پذیرش و پیاده‌سازی هوش مصنوعی را با چالش‌های بیشتری مواجه سازد. بنابراین، سرمایه‌گذاری در برنامه‌های آموزشی و ارتقای فرهنگ دیجیتال باید به‌عنوان یکی از اولویت‌های اساسی در مسیر تحول دیجیتال این صنعت در نظر گرفته شود.

در میانگین شاخص‌های فرهنگ نیز زیرشاخص اخلاق هوش مصنوعی پایین‌ترین امتیاز را کسب کرده است. توجه ناکافی به اخلاق در هوش مصنوعی می‌تواند پیامدهای جدی برای سازمان‌ها به همراه داشته باشد. برای مثال، سیستم‌های هوش مصنوعی اگر بدون در نظر گرفتن چارچوب‌های اخلاقی مناسب توسعه یابند، ممکن است در فرایندهای تصمیم‌گیری سازمانی نقش‌هایی ایفا کنند که تأثیر مستقیمی بر آینده شغلی کارکنان داشته باشد. چنین سیستم‌هایی می‌توانند در ارزیابی عملکرد، تخصیص منابع و حتی تصمیم‌گیری درباره ارتقاء یا اخراج کارکنان به‌کار گرفته شوند، بدون آنکه لزوماً عدالت و شفافیت مورد انتظار در تصمیم‌گیری‌های انسانی را داشته باشند. این مسئله نه‌تنها چالش‌هایی اخلاقی ایجاد می‌کند، بلکه می‌تواند منجر به کاهش اعتماد کارکنان نسبت به فناوری‌های هوش مصنوعی و افزایش مقاومت در برابر پذیرش این سیستم‌ها در سازمان شود.

از سوی دیگر، عملکرد ضعیف کار تیمی و مدیریت تغییر در شاخص فرهنگ نشان می‌دهد که بسیاری از سازمان‌های فعال

در بخش بالادستی نفت، هنوز از نظر آمادگی فرهنگی برای پذیرش تحولات فناورانه در سطح بالایی قرار ندارند. این وضعیت می‌تواند یکی از عوامل کلیدی در کند شدن روند پذیرش و پیاده‌سازی سیستم‌های هوش مصنوعی در این صنعت باشد. در مراحل ابتدایی استقرار این فناوری‌ها، ممکن است چالش‌های فرهنگی کمتر محسوس باشند، اما در صورتی که سیستم‌های هوش مصنوعی تأثیر مستقیمی بر نحوه کار کارکنان یا ارزیابی عملکرد آنان داشته باشند، احتمال بروز مقاومت در برابر تغییر افزایش خواهد یافت. این امر می‌تواند برای مدیران سازمان‌ها چالش‌های متعددی ایجاد کند، به‌ویژه اگر سیاست‌های روشنی برای مدیریت تغییر و فرهنگ‌سازی در زمینه هوش مصنوعی اتخاذ نشده باشد.

بر این اساس، لازم است که سازمان‌های فعال در حوزه صنایع بالادستی نفت ایران، در تدوین راهبردهای هوش مصنوعی خود، به موازات توسعه دانش و فناوری، برنامه‌های جامعی نیز برای ارتقای فرهنگ سازمانی و نهادینه‌سازی اصول اخلاقی در به‌کارگیری این فناوری‌ها تدوین کنند. بدون چنین رویکردی، هرگونه تحول فناورانه در این حوزه با چالش‌های قابل‌توجهی در زمینه پذیرش و اعتمادسازی مواجه خواهد شد.

٤-٤ داده

دسترسی به داده‌ها و کیفیت آن‌ها از اساسی‌ترین الزامات توسعه سیستم‌های هوش مصنوعی به شمار می‌آید. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که وضعیت شاخص داده در صنایع بالادستی نفت ایران به‌شدت ضعیف است، که این امر نشان‌دهنده یکی از مهم‌ترین موانع در مسیر پذیرش و پیاده‌سازی هوش مصنوعی در این صنعت است. حتی در صورت تدوین بهترین راهبردها، بهره‌مندی از نیروهای متخصص و تخصیص منابع مالی کافی، نبود داده‌های مناسب و عدم دسترسی به آن‌ها موجب خواهد شد که سازمان‌ها نتوانند از ظرفیت‌های هوش مصنوعی بهره‌برداری کنند.

نبود دسترسی به داده‌ها یا دشواری در استخراج آن‌ها، عملاً فرایند توسعه سیستم‌های هوش مصنوعی را ناممکن می‌سازد. از سوی دیگر، استفاده از داده‌های خارجی یا نرم‌افزارهای توسعه‌یافته توسط شرکت‌های بین‌المللی به دلیل عدم تطابق با شرایط عملیاتی، تجهیزات و فرایندهای خاص سازمان‌های ایرانی، در عمل امکان‌پذیر نیست. این امر بر اهمیت توسعه و به‌کارگیری داده‌های داخلی تأکید می‌کند، زیرا پیاده‌سازی موفقیت‌آمیز سیستم‌های هوش مصنوعی مستلزم دسترسی به داده‌های بومی و سازگار با نیازهای هر سازمان است.

تحلیل‌های صورت‌گرفته در این مطالعه نشان می‌دهد که وضعیت داده‌ها از منظر چارچوب آمادگی سازمانی برای پذیرش هوش مصنوعی در ضعیف‌ترین سطح ممکن قرار دارد. این ضعف نه‌تنها مانع توسعه سیستم‌های هوش مصنوعی می‌شود، بلکه تأثیری بسیار عمیق‌تر بر میزان آمادگی کلی سازمان‌ها برای پذیرش این فناوری دارد. در واقع، عدم دسترسی به داده‌های باکیفیت و ساختارمند، معادل با عدم امکان توسعه و بهره‌برداری از هوش مصنوعی در صنایع بالادستی نفت ایران است. از این رو، لازم است که مدیران ارشد این صنعت، با بازنگری در سیاست‌های مدیریت داده، اقداماتی اساسی برای بهبود کیفیت، دسترس‌پذیری و امنیت داده‌ها اتخاذ کنند. بدون چنین تغییراتی، بهره‌گیری از سیستم‌های هوش مصنوعی در این حوزه نه‌تنها با چالش‌های جدی مواجه خواهد شد، بلکه عملاً غیرممکن خواهد بود.

۵- نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف بررسی آمادگی صنعت نفت ایران در بخش بالادستی برای پذیرش فناوری هوش مصنوعی، مجموعه‌ای از تحلیل‌های آماری شامل آزمون همبستگی، تحلیل واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی توکی را به‌کار گرفته است. یافته‌های این تحلیل تأکید می‌کنند که پذیرش هوش مصنوعی در صنایع بالادستی نفت نیازمند یک رویکرد یکپارچه است که شامل بهینه‌سازی راهبردها، تقویت فرهنگ داده‌محور، سرمایه‌گذاری در منابع انسانی و بهبود کیفیت داده‌ها باشد. این یافته‌ها می‌تواند به مدیران و سیاست‌گذاران کمک کند تا با اتخاذ تصمیمات راهبردی مبتنی بر داده، مسیر پذیرش فناوری‌های نوین را تسهیل کنند. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که سازمان‌ها هماهنگی راهبردی خود را بهبود دهند و راهبردهای خود را به‌طور مستمر با فناوری‌های نوین تطبیق دهند. همچنین تخصیص منابع مالی بیشتر و تمرکز بر توسعه

مهارت‌های انسانی و فرهنگ داده‌محور ضروری است تا زیرساخت توسعه مدل‌های هوش مصنوعی در سازمان‌ها فراهم و کارکنان آمادگی لازم برای تعامل با فناوری‌های جدید را داشته باشند.

با توجه به نتایج و اختلاف زیادی که شاخص‌های مربوط به داده با سایر شاخص‌ها دارند مدیریت داده و توسعه زیرساخت‌های داده‌ای یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش روی پذیرش هوش مصنوعی در صنایع بالادستی نفت ایران است و نیازمند اصلاحات اساسی و سرمایه‌گذاری‌های قابل‌توجهی است. داده‌های مربوط به فعالیت‌های صنایع بالادستی نفت اغلب تحت عنوان داده‌های محرمانه تلقی می‌شوند که همین موضوع منجر به ایجاد چالش‌های بزرگ برای دسترسی به داده‌ها و توسعه مدل‌های هوش مصنوعی و یا یادگیری ماشین بر روی داده‌های نفتی در کشور می‌شود و عملا توسعه چنین پروژه‌هایی را غیر ممکن می‌سازد. از طرفی قدیمی بودن زیرساخت‌های فناوری اطلاعات خود یکی دیگر از عواملی است که منجر به جلوگیری از توسعه مدل‌های پیشرفته هوش مصنوعی و استفاده از آن‌ها در فرایندهای صنایع بالادستی نفت می‌گردد. علاوه بر این‌ها، کمبود منابع مالی و انسانی برای اجرای پروژه‌های مبتنی بر هوش مصنوعی می‌تواند یکی از موانع کلیدی در مسیر دیجیتالی‌سازی باشد [۲۶].

لذا توجه به این موضوع در سطح سیاست‌گذاری به منظور تسهیل شرایط دسترسی دانشگاه‌ها و پژوهشگران به داده‌های نفتی و همچنین حمایت از چنین پروژه‌هایی از نظر منابع مالی یا زیرساختی اهمیت ویژه‌ای دارد.

۵-۱ توصیه‌های سیاستی

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش و برمبنای شاخص‌های کلیدی چارچوب نظری انتخاب شده، برخی سیاست‌گذاری‌های کلیدی برای ارتقای آمادگی صنایع بالادستی نفت ایران در پذیرش هوش مصنوعی و هم‌راستایی با تحولات دیجیتال به شرح زیر پیشنهاد می‌شود:

- **هماهنگی راهبردی:** ایجاد مرکز ملی مدیریت هوش مصنوعی در صنعت نفت که متولی طراحی و اجرای سیاست‌های هماهنگ در راستای پذیرش فناوری‌های نوین بوده و مدل‌های تطبیقی را برای سازمان‌های دارای سطوح مختلف آمادگی توسعه دهد این مرکز می‌تواند همچنین اقدام به برگزاری دوره‌های آموزشی به منظور بهبود درک مدیران ارشد مجموعه‌های نفتی به خصوص در بخش بالادستی کند تا قابلیتهای تجاری هوش مصنوعی برای آنان ملموس‌تر گردد و علاوه بر تقویت نمره این شاخص منجر به افزایش سطح حمایت مدیریت ارشد نیز گردد.
- **مدیریت منابع:** همانطور که در نتایج نیز مشاهده شد نمره شاخص منابع مالی نسبت به سایرین اختلاف قابل توجه‌ای داشت و این موضوع با تحلیل‌های آماری نیز مورد بررسی قرار گرفت. لذا تأسیس صندوق توسعه هوش مصنوعی توسط دولت در صنعت نفت به خصوص بخش بالادستی به‌منظور سرمایه‌گذاری بر روی پروژه‌های تحقیقاتی و نوآوری‌های مبتنی بر داده و الگوریتم‌های پیشرفته هوش مصنوعی و ایجاد زیرساخت فناوری اطلاعات و پردازشی می‌تواند گامی بزرگ در جهت توسعه هوش مصنوعی در این صنعت باشد.
- **توسعه دانش:** راه‌اندازی برنامه جامع ارتقای مهارت‌های دیجیتال که شامل برگزاری دوره‌های تخصصی، اعطای گواهینامه صلاحیت فنی در حوزه هوش مصنوعی و ایجاد شبکه‌های دانش‌محور برای تسهیل تبادل اطلاعات میان صنعت و دانشگاه است.
- **فرهنگ سازمانی:** پیاده‌سازی مدل انگیزشی پذیرش هوش مصنوعی که به‌صورت نظام‌مند، منافع و مشوق‌هایی را برای کارکنانی که در فرآیندهای خود از راهکارهای هوش مصنوعی استفاده می‌کنند، تعریف کند.
- **مدیریت داده‌ها:** ایجاد مرکز اعتبارسنجی و حفظ امنیت داده‌های نفتی جهت حفظ محرمانگی، ارزیابی و استانداردسازی داده‌های عملیاتی و فراهم‌سازی بسترهای لازم برای یکپارچه‌سازی داده‌ها در سطوح مختلف صنعت.

۵-۲ محدودیت‌های پژوهش و پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آینده

این پژوهش به‌طور جامع به بررسی آمادگی صنعت نفت ایران برای پذیرش فناوری هوش مصنوعی پرداخته، اما با

محدودیت‌هایی روبه‌رو بوده است که ممکن است بر تعمیم‌پذیری نتایج تأثیرگذار باشند. یکی از این محدودیت‌ها، تعداد محدود متخصصانی است که به‌عنوان نمونه برای مصاحبه انتخاب شدند. این محدودیت به دلیل تعداد کم کارشناسان با تخصص و تجربه دقیق در زمینه‌های نفت و هوش مصنوعی، به‌وجود آمده است. این تعداد کم نمونه ممکن است بر قدرت تعمیم‌پذیری نتایج تأثیر بگذارد و باعث شود که نتایج تنها به بخشی از واقعیت‌ها و تجربیات موجود در صنعت نفت ایران محدود شود. برای پژوهش‌های آینده، پیشنهاد می‌شود که اندازه نمونه افزایش یابد و از نمونه‌گیری بزرگ‌تر و متنوع‌تری بهره گرفته شود. دیگر محدودیت‌ها شامل نبود شاخص‌های جهانی برای مقایسه سطح آمادگی سازمانی، در صنایع بالادستی نفت ایران است که خود باعث شده جایگاه ایران نسبت به سایر رقبای خود در این صنعت قابل تحلیل نباشد. برای پژوهش‌های آینده، پیشنهاد می‌شود که در صورت امکان کشورهای همسایه از این حیث مورد بررسی قرار گیرند.

تعارض منافع

نویسندگان تعهد می‌کنند که هیچ تعارض منافعی در این مقاله وجود نداشته‌است.

References

[1] Jan, Z., Ahamed, F., Mayer, W., Patel, N., Grossmann, G., Stumptner, M., & Kuusk, A. (2023). **Artificial intelligence for industry 4.0: Systematic review of applications, challenges, and opportunities**. *Expert Systems with Applications*, *216*, 119456. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.119456

[2] Singla, A., Sukharevsky, A., Yee, L., Chui, M., & Hall, B. (2024). **The state of AI in early 2024: Gen AI adoption spikes and starts to generate value**. *McKinsey & Company*.https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai

[3] Koroteev, D., & Tekic, Z. (2021). **Artificial intelligence in oil and gas upstream: Trends, challenges, and scenarios for the future**. *Energy and AI*, *3*, 100041. https://doi.org/10.1016/j.egyai.2020.100041

[4] Roustazadeh, A., Ghanbarian, B., Male, F., Shadmand, M. B., Taslimitehrani, V., & Lake, L. W. (2022). **Estimating oil recovery factor using machine learning: applications of XGBoost classification**. *arXiv preprint arXiv:2210.16345*.https://doi.org/10.48550/arXiv.2210.16345

[5] Abdelhamid, K., Ammar, T. B., & Laid, K. (2021, January). **Artificial Intelligent in Upstream Oil and Gas Industry: A Review of Applications, Challenges and Perspectives.** In *International Conference on Artificial Intelligence and its Applications* (pp. 262-271). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96311-8_24

[6] Kanaani, F., Rasoulian, P., Hafezi, R., & Ahangari, S. S. (2023). **Analysis of the artificial intelligence ecosystem in Iran and identifying institutional and functional gaps**. *Journal of Science and Technology Policy*, *16*(2), 59-77.{In Persian}. https://doi.org/10.22034/jstp.2023.11303.1648

[7] Dwivedi, Y. K., Rana, N. P., Jeyaraj, A., Clement, M., & Williams, M. D. (2019). **Re-examining the unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT): Towards a revised theoretical model**. *Information systems frontiers*, *21*, 719-734. https://doi.org/10.1007/s10796-017-9774-y

[8] Venkatesh, V., Thong, J. Y., & Xu, X. (2016). **Unified theory of acceptance and use of technology: A synthesis and the road ahead**. *Journal of the association for Information Systems*, *17*(5), 328-376. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2800121

[9] Ali, W., & Khan, A. Z. (2024). **Factors influencing readiness for artificial intelligence: a systematic literature review**. *Data Science and Management*. https://doi.org/10.1016/j.dsm.2024.09.005

[10] Uren, V., & Edwards, J. S. (2023). **Technology readiness and the organizational journey towards AI adoption: An empirical study**. *International Journal of Information Management*, *68*, 102588. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102588

[11] Jöhnk, J., Weißert, M., & Wyrtki, K. (2021). **Ready or not, AI comes—an interview study of organizational AI readiness factors**. *Business & Information Systems Engineering*, *63*(1), 5-20.https://doi.org/10.1007/s12599-020-00676-7

[12] Rouhani, A. A., & Mohammad Abadi, R. (2022). **Investigating the artificial intelligence application in oil and gas supply chain.** *Farayandno*, *17*(79), 57-73.https://doi.org/10.22034/farayandno.2023.1974530.1896

[13]Lawal, A., Yang, Y., He, H., & Baisa, N. L. (2024). **Machine Learning in Oil and Gas Exploration-A Review**. *IEEE Access*.https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3349216

[14] Wang, Y. (2022, June). **Heterogeneous Seismic Waves Pattern Recognition in Oil Exploration with Spectrum Imaging**. In *2022 7th International Conference on Computational Intelligence and Applications (ICCIA)* (pp. 190-194). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICCIA55271.2022.9828424

[15] Chelliah, P. R., Jayasankar, V., Agerstam, M., Sundaravadivazhagan, B., & Cyriac, R. (2023). **The Power of Artificial Intelligence for the Next-Generation Oil and Gas Industry: Envisaging AI-inspired Intelligent Energy Systems and**

[21] Hradecky, D., Kennell, J., Cai, W., & Davidson, R. (2022). **Organizational readiness to adopt artificial intelligence in the exhibition sector in Western Europe**. *International journal of information management*, *65*, 102497. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102497

[22] Alsheibani, S., Cheung, Y., & Messom, C. (2018). **Artificial intelligence adoption: AI-readiness at firm-level.** In *Pacific Asia Conference on Information Systems 2018* (p. 37). Association for Information Systems. https://research.monash.edu/en/publications/artificial-intelligence-adoption-ai-readiness-at-firm-level

[23] Holmström, J. (2022). **From AI to digital transformation: The AI readiness framework**. *Business Horizons*, *65*(3), 329-339. https://doi.org/10.1016/j.bushor.2021.03.006

[24] Bland, J. M., & Altman, D. G. (1997). **Statistics notes: Cronbach's alpha**. *Bmj*, *314*(7080), 572. https://doi.org/10.1136/bmj.314.7080.572

[25] Adorno, O. D. A. (2020). **Business process changes on the implementation of artificial intelligence** (*Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo*)https://doi.org/10.11606/D.12.2020.tde-08042021-011316.

[2] Sahari Rad, R., & Razavi, S. M. R. (2023). **Effective Factors on Improving the Technological Capabilities of Pump Manufacturers in Iran's Oil And Gas Industry**. *Journal of Science and Technology Policy*, *16*(4), 61-81.{In Persian} https://doi.org/10.22034/jstp.2024.11525.1707

Environments. *John Wiley & Sons.* https://www.google.com/books/edition/The_Power_of_Artificial_Intelligence_for/4e_kEAAAQBAJ?hl=en&gbpv=0

[16] Sircar, A., Yadav, K., Rayavarapu, K., Bist, N., & Oza, H. (2021). **Application of machine learning and artificial intelligence in oil and gas industry**. *Petroleum Research*, *6*(4), 379-391. https://doi.org/10.1016/j.ptlrs.2021.05.009

[17] Daramola, G. O., Jacks, B. S., Ajala, O. A., & Akinoso, A. E. (2024). **AI applications in reservoir management: optimizing production and recovery in oil and gas fields**. *Computer Science & IT Research Journal*, *5*(4), 972-984. https://doi.org/10.51594/csitrj.v5i4.1083

[18] Jambol, D. D., Sofoluwe, O. O., Ukato, A., & Ochulor, O. J. (2024). **Transforming equipment management in oil and gas with AI-Driven predictive maintenance**. *Computer Science & IT Research Journal*, *5*(5), 1090-1112. https://doi.org/10.51594/csitrj.v5i5.1117

[19] Wanasinghe, T. R., Wroblewski, L., Petersen, B. K., Gosine, R. G., James, L. A., De Silva, O., ... & Warrian, P. J. (2020). **Digital twin for the oil and gas industry: Overview, research trends, opportunities, and challenges**. *IEEE access*, *8*, 104175-104197. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2998723

[20] Patil, R. R., Calay, R. K., Mustafa, M. Y., & Thakur, S. (2024). **Artificial Intelligence-Driven Innovations in Hydrogen Safety**. *Hydrogen*, *5*(2), 312-326. https://doi.org/10.3390/hydrogen5020018