# نوآوری‌ها در مدیریت کیفیت داده‌ها در صنعت نفت‌وگاز

**علیرضا شهرکی**[*1]

*دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی شهید نیکبخت، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران*

**فرید شهرکی مقدم**

*دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی شهید نیکبخت، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران*

**مدیریت اطلاعات**

**دوره ۱۰، شماره ۲**

**پاییز و زمستان ۱۴۰۳**

**چکیده:** تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، خدمات گسترده‌ای را برای کمک به بخش نفت‌وگاز در ایجاد فرایندهای قابل اعتماد و مطمئن ارائه می‌دهد و اطلاعات و داده‌های به‌دست‌آمده از این فرایند، ستون فقرات عملیات و تصمیمات تجاری مدرن را تشکیل می‌دهند. مدیریت کیفیت داده‌ها در صنعت نفت‌وگاز برای تضمین کارایی عملیاتی، ایمنی و رعایت مقررات بسیار مهم است. در صنعتی که به پیچیدگی و اندازهٔ خود معروف است، داشتن داده‌های بسیار باکیفیت برای کاهش خطرها، به حداکثر رساندن بهره‌وری و تصمیم‌گیری‌های آگاهانه بسیار مهم است. تجزیه‌وتحلیل کلان‌داده، یادگیری ماشین، اینترنت اشیا و بلاکچین، برای غلبه بر چالش‌های کیفیت داده‌ها، نقش مهمی دارند و این تحقیق، به بررسی تأثیر این نوع فناوری‌های نوآورانه بر مدیریت کیفیت داده‌ها می‌پردازد. بدین منظور نمونه‌ای از ۳۱۹ شرکت فعال در حوزهٔ صنعت نفت‌وگاز انتخاب و مدل نظری با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری حداقل مربعات جزئی روی این نمونه آزمایش شد. نتایج نشان می‌دهد که تجزیه‌وتحلیل کلان‌داده، یادگیری ماشین، اینترنت اشیا و بلاکچین بر مدیریت کیفیت داده‌ها در صنعت نفت‌وگاز تأثیر مثبت و معناداری دارد. این اثر با ارائهٔ تحلیلی جامع از استراتژی‌های فعلی و جهت‌گیری‌های آینده، به گفتمان جاری در خصوص مدیریت کیفیت داده‌ها کمک می‌کند و پایداری و رقابت‌پذیری شرکت‌های نفت‌وگاز را در محیطی مبتنی بر داده تضمین می‌کند.

**کلیدواژه‌ها:** مدیریت کیفیت داده. صنعت نفت‌وگاز، اینترنت اشیا، یادگیری ماشین، بلاکچین، تحلیل داده‌های کلان.

---

۱. نویسنده مسئول: shahrakiar@hamoon.usb.ac.ir

## مقدمه

داده‌ها یکی از اجزای اساسی فرایندهای تاکتیکی، عملیاتی و تصمیم‌گیری هستند. از آنجایی که داده‌ها منابع حیاتی برای همهٔ شرکت‌ها، سازمان‌ها و برنامه‌های دولتی هستند، مدیران و فرایندهای عملیاتی، برای تشخیص مشکلات مربوط به عملکرد، به یکپارچگی داده‌ها وابسته‌اند. برای تضمین داده‌های با کیفیت بالا، بخشی از دغدغه‌های مربوط به کیفیت داده‌ها، مانند تعریف، اندازه‌گیری، تجزیه‌وتحلیل، ضروری و منطقی است. براساس مطالعات، عدم کنترل بر فرایند و ورودی‌های آن، به کاهش یکپارچگی آن‌ها منجر خواهد شد؛ بنابراین استفاده از طراحی فرایند برای بهبود کیفیت فرایند و بهینه‌سازی بهره‌وری تولید و مدیریت از طریق پیاده‌سازی فناوری اتوماسیون و مدیریت ضروری است. به‌طور کلی، در این میان، سرعت و ثبات در خدماتی که به مشتریان انفرادی و همچنین شرکت‌ها ارائه می‌شود، در کانون توجه قرار گرفته است (Sargiotis, 2024).

روش‌شناسی کیفیت داده‌ها در پاسخ به پیچیدگی و تعدد روزافزون استفاده از این سیستم‌ها، با وجود طیف گسترده‌ای از تکنیک‌ها، برای دسترسی و افزایش کیفیت داده‌ها، از جمله قوانین کسب‌وکار، پیوند رکوردها و معیارهای شباهت، تعریف و ارائه شده است (Ehrlinger & Wöß, 2022). موفقیت هر کسب‌وکار، همواره از طریق استفاده از مجموعه‌ای متنوع از داده‌ها برای اطلاع‌رسانی در تصمیم‌گیری محقق می‌شود. با وجود این، یکپارچگی داده‌های مورد استفاده، بسیار مهم است و اجرای رویه‌های مؤثر DQM را ضروری می‌سازد. در این میان، نیاز به کیفیت توسط بخش‌های نفت‌وگاز، به‌عنوان ابزاری برای بقا در بازار ناپایدار شناخته شده است (Vancauwenbergh, 2019). بنابراین، DQM در صنعت نفت‌وگاز، یک فرایند کسب‌وکار ضروری است که برای تضمین دقت، قابلیت اطمینان و قابلیت استفاده از مقدار زیادی از داده‌های جمع‌آوری‌شده در طول فرایندهای مختلف اکتشاف، تولید و توزیع طراحی شده است (Petrenko, Denisov & Metsik, 2022). این صنعت در گذشته با مسائل مربوط به کیفیت داده‌ها و یکپارچگی، ثبات و کامل بودن داده‌های جمع‌آوری‌شده از عملیات صنعت دست‌وپنجه نرم کرده است (Ajibike, 2022; Kim, Pérez-Castillo, Caballero & Lee, 2022; Florescu, 2022). تجزیه‌وتحلیل کلان‌داده، یادگیری ماشین، اینترنت اشیا و بلاکچین، برای غلبه بر این چالش‌ها استفاده شده‌اند؛ زیرا آن‌ها تجهیزات مورد استفاده برای جمع‌آوری، پردازش و تأیید داده‌ها را بهبود بخشیده‌اند. برخی از آن‌ها شامل نظارت، پیش‌بینی و پشتیبانی تصمیم‌گیری و موارد دیگر می‌شوند و در نتیجه، عملیات و انطباق با قوانین مربوطه را بهبود می‌بخشند. مدیریت کیفیت داده[1] مجموعه‌ای از فرایندها و روش‌هاست که هدف آن، حفظ و ارتقای کیفیت اطلاعات است. این فرایندها عبارت‌اند از: شناسایی، تمیز کردن و استفاده از داده‌ها برای کسب‌وکار. مدیریت کیفیت داده به سازمان‌ها کمک می‌کند تا از داده‌ها به‌عنوان یک دارایی ارزشمند استفاده کنند و تصمیم‌گیری‌های بهتری داشته باشند (Ehrlinger & Wöß, 2022).

اهمیت مطالعهٔ حاضر بر این اساس است که عدم مدیریت و دست‌کاری صحیح داده‌ها، همچنان یک مسئله شایع در صنعت نفت‌وگاز است و از آنجایی که داده‌ها در بخش مذکور از نظر ایمنی، کارایی و

1. Data Quality Management (DQM)

رعایت مقررات اهمیت زیادی دارند، مدیریت مؤثر داده‌ها بسیار مهم است. با توجه به تعداد رویکردهایی که با هدف افزایش کیفیت داده‌ها انجام می‌شوند، این صنعت هر از گاهی به‌دلیل ماهیت و حجم اطلاعات با مشکلاتی مواجه می‌شود. بنابراین، تحقیق حاضر می‌کوشد تا تکنیک‌های نوظهوری مانند تجزیه‌وتحلیل کلان‌داده، یادگیری ماشین، اینترنت اشیا و بلاکچین را برای بهبود فرایند مدیریت کیفیت داده (DQM) بررسی کند. این تحقیق با توجه به پژوهش‌های مرتبط، تعریف روش‌های عملی و ارائه توصیه‌های مفید، قصد دارد نوعی راهنما برای اکثر مشاغل و صنایع ایجاد کند تا به آن‌ها در توسعهٔ استراتژی‌های پایدار و رقابتی در محیطی پر از داده کمک کند. بر این مبنا، اهداف پژوهش عبارت‌اند از:

- بررسی تأثیر تجزیه‌وتحلیل کلان‌داده بر مدیریت کیفیت داده‌ها در صنعت نفت‌وگاز.
- بررسی تأثیر یادگیری ماشین بر مدیریت کیفیت داده‌ها در صنعت نفت‌وگاز.
- بررسی تأثیر اینترنت اشیا بر مدیریت کیفیت داده‌ها در صنعت نفت‌وگاز.
- بررسی تأثیر بلاکچین بر مدیریت کیفیت داده‌ها در صنعت نفت‌وگاز.

بر این اساس، در این پژوهش درصدد پاسخ به سؤال‌های زیر برآمدیم:

- تجزیه‌وتحلیل کلان‌داده چه تأثیری بر مدیریت کیفیت داده‌ها در صنعت نفت‌وگاز دارد؟
- یادگیری ماشین چه تأثیری بر مدیریت کیفیت داده‌ها در صنعت نفت‌وگاز دارد؟
- اینترنت اشیا چه تأثیری بر مدیریت کیفیت داده‌ها در صنعت نفت‌وگاز دارد؟
- بلاکچین چه تأثیری بر مدیریت کیفیت داده‌ها در صنعت نفت‌وگاز دارد؟

## مرور ادبیات و فرضیه‌ها

کیفیت داده‌ها مفهومی وابسته به زمینه و زمان است و دیدگاه‌های متنوعی درباره آن وجود دارد (Cichy & Rass, 2019; Singh, 2022). داده‌ها باید برای استفاده، مناسب و منطبق با نیازهای کاربر یا انتظارات مشتری باشند. قابلیت استفاده، از معیارهای اصلی کیفیت داده‌هاست. کیفیت داده‌ها بر حوزه‌هایی چون علوم کامپیوتر، آمار، مدیریت و سلامت اثر گذاشته و بهبود آن می‌تواند بهره‌وری، کیفیت محصول و کاهش هزینه‌ها را به‌همراه داشته باشد (Batini, Cappiello, Francalanci & Maurino, 2009). درک عمیق‌تر فرایندهای داده نیز با بهره‌گیری از تعاریف مختلف کیفیت داده‌ها ممکن می‌شود (Sidi, 2012).

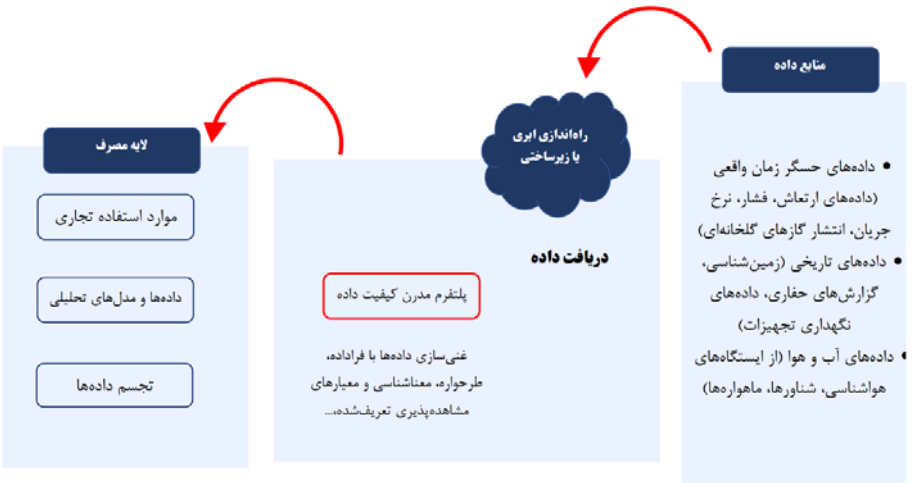
### نیاز به کیفیت داده‌ها

صنعت نفت‌وگاز، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی جهان، منبع اصلی تأمین انرژی برای خانه‌ها، مشاغل و حمل‌ونقل است (Abhinav Parashar, 2024). پیچیدگی و مقیاس این صنعت، وابستگی بالایی به داده‌های دقیق برای بیشینه‌سازی تولید، تضمین ایمنی، رعایت استانداردها و ارتقای بهره‌وری ایجاد کرده است. حجم انبوه داده‌ها از مراحل اکتشاف و حفاری تا تولید و حمل‌ونقل، ظرفیت بالایی برای بهینه‌سازی مکان حفاری، پیش‌بینی خرابی تجهیزات، پایش عملکرد چاه و کاهش اثرهای زیست‌محیطی فراهم می‌کند (Khalaf et al., 2024). استفاده از داده‌های باکیفیت، تحلیل پیش‌بینی را تقویت می‌کند،

مدیریت کارآمد ریسک را ممکن می‌سازد و تصمیم‌گیری آگاهانه را تسهیل می‌کند. این امر ضمن بهبود فرایند تولید، سودآوری را افزایش و هزینه‌های عملیاتی را کاهش می‌دهد. همچنین، کیفیت مطلوب داده‌ها امکان مدیریت ریسک پیشگیرانه را فراهم می‌کند که به ارتقای ایمنی و پایبندی به الزامات نظارتی سخت‌گیرانه منجر می‌شود (Patel, 2024).

## مدیریت کیفیت داده‌ها در صنعت نفت‌وگاز

برای افزایش تولید و حفظ رقابت‌پذیری، شرکت نفت‌وگاز (O&G) در بسیاری از مراحل فرایند اکتشاف و تولید، از جمله حفاری، زمین‌شناسی، ژئوفیزیک و ژئوشیمیایی، تحقیقات عمیقی انجام می‌دهد (Ajibike et al., 2022; Patel, 2024; Patel, 2021). با پیاده‌سازی مدیریت دقیق داده‌ها و ابزارهای تحلیلی، ذخیره‌سازی و بازیابی داده‌ها نسبت به فرمت چاپی قدیمی ساده‌تر شده است که در بازار رقابتی و دشوار نفت‌وگاز، بسیار مهم است. شکل ۱ مدیریت کیفیت داده‌ها در صنعت نفت‌وگاز را نشان می‌دهد.



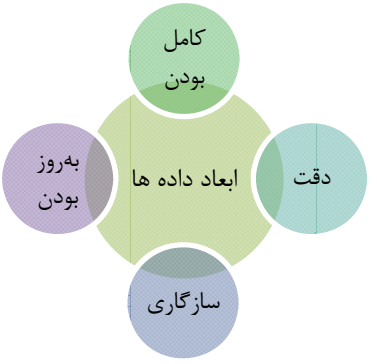

شکل ۱. مدیریت کیفیت داده‌ها در بخش نفت‌وگاز
منبع: (Patel, 2021)

داده‌ها در همه مراحل اکتشاف و تولید هیدروکربن، در پشتیبانی از تصمیم‌گیری‌های کلیدی نقش حیاتی ایفا می‌کنند؛ با این حال، اغلب در قالب‌های پیچیده و پراکنده، از جمله آرشیوهای کاغذی و فایل‌های قدیمی که طی چند دهه جمع شده‌اند، نگهداری می‌شوند (Thota, 2024). این پراکندگی و بی‌نظمی، بازیابی و یکپارچه‌سازی اطلاعات صحیح را دشوار می‌سازد. مدیریت کیفیت داده‌ها این مشکل را با ارائه فرایندهای سیستماتیک جمع‌آوری، پاک‌سازی، پردازش، بارگذاری و اعتبارسنجی حل می‌کند تا داده‌های واردشده با استانداردهای شرکتی هم‌راستا شوند. تنها داده‌های واجد شرایط برای تحلیل‌های

پیش‌بینی و تجسم مورد استفاده قرار می‌گیرند که با تولید گزارش‌ها و نمودارهای عملیاتی، تصمیم‌گیری بالادستی را بهبود می‌بخشند (LTI Mindtree, 2020). فرایند مدیریت کیفیت شامل تعریف قوانین تجاری برای سنجش کمیت و کیفیت داده‌ها مطابق با نیاز سازمان است. راه‌کارهای فناورانه در صنعت نفت‌وگاز، با ساده‌سازی جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و دسترسی به منابع متعدد داده، انسجام اطلاعات را افزایش می‌دهند و در نتیجه کارایی فرایندها، اثربخشی تصمیم‌ها، کاهش هزینه‌ها و ارتقای ایمنی عملیاتی را تسهیل می‌کنند (Kaupke & zu Knyphausen-Aufseß, 2023).

## ابعاد کیفیت داده‌ها در صنعت نفت‌وگاز

مجموعه دادهٔ با کیفیت خوب، با ویژگی‌های خاصی تعریف می‌شود. شکل ۲ ابعاد موجود در بخش داده‌های یک صنعت نفت‌وگاز را نشان می‌دهد.




شکل ۲. ابعاد داده‌های بخش نفت‌وگاز
(رسم توسط محقق با برداشت از منصوری، ، صادقی مقدم، منشی‌زاده و زارع رواسان[1]، ۲۰۲۳)

گزارش‌های متفاوتی در خصوص مقدار دقیق این ویژگی‌ها وجود دارد؛ اما کمابیش همهٔ آن‌ها در مورد ویژگی‌های اساسی زیر اتفاق نظر دارند:

- دقت: میزانی که داده‌ها به‌طور دقیق واقعیت موقعیت‌های شبیه‌سازی شده را ثبت می‌کنند، با دقت داده‌ها اندازه‌گیری می‌شود. از آنجا که خطرهای مرتبط با اکتشاف و تولید (E&P) بسیار زیاد است، این صنعت به‌شدت به داده‌های قابل اعتماد وابسته است.
- کامل بودن: اطمینان از اینکه همهٔ مجموعه داده‌ها مقادیری برای ویژگی‌های خاص ارائه داده‌اند، یک استراتژی برای دستیابی به کامل بودن است. اطمینان از وجود ردیف‌های مناسب در یک مجموعه داده، استراتژی دیگری است.

1. Mansouri, Sadeghi Moghadam, Monshizadeh & Zareravasan

- سازگاری: مقادیر مجموعه داده‌ها یا استانداردهای نام‌گذاری، باید در هر جایی که چنین مجموعه داده‌هایی وجود دارند، سازگار باشند تا داده‌های با کیفیت بالا ارائه شوند. در عمل، تضمین می‌کند که دو مجموعه از داده‌ها، همیشه مقادیری داشته باشند که با یکدیگر سازگار باشند.
- به‌روز بودن: این معیار به میزان به‌روز بودن اطلاعات در رابطه با محیطی که نشان می‌دهند، اشاره دارد. این معیار، تازگی داده‌ها و همچنین دقت آن‌ها را با توجه به هرگونه تغییر مرتبط با زمان می‌سنجد که به‌ویژه برای بخش نفت‌وگاز بسیار مهم است (Khalaf et al., 2024).

## مزایای داده‌های با کیفیت بالا در بخش نفت‌وگاز

کسب‌وکارها می‌توانند با اولویت‌دادن به کیفیت داده‌ها، مزیت رقابتی کسب کنند، برتری عملیاتی را تضمین کنند و با اطمینان در آینده انرژی حرکت کنند. در ادامه، فقط به چند مورد از مزایای فراوانی که بخش نفت‌وگاز از داشتن داده‌های با کیفیت بالا بهره‌مند می‌شود، اشاره می‌شود:

- تصمیم‌گیری بهبود یافته: ستون فقرات تجزیه‌وتحلیل‌ها و بینش‌های قوی، داده‌های با کیفیت بالا هستند. به‌علاوه، الگوریتم‌های یادگیری ماشین که بر اساس پاکسازی داده‌ها[1] آموزش دیده‌اند، توانایی ارزیابی مجموعه داده‌های بزرگ و تشخیص الگوهای کوچک را دارند. این امر می‌تواند برای مدیریت ریسک پیشگیرانه و تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری آگاهانه مفید باشد.
- افزایش بهره‌وری عملیاتی: منابع هدر رفته و خرابی‌های غیرضروری ممکن است ناشی از داده‌های نادرست باشد. با وجود این، عملیات با داده‌های با کیفیت بالا، به‌راحتی انجام می‌شود؛ زیرا امکان نظارت بهینه بر عملکرد، ساده‌سازی لجستیکی و برنامه‌ریزی پیش‌بینی‌شده برای نگهداری را فراهم می‌کند.
- صرفه‌جویی در هزینه: داده‌های پاک برای کل زنجیرهٔ ارزش نفت‌وگاز مفید است. تخصیص کارآمد منابع، کاهش هزینه‌های حفاری و به حداقل رساندن خروجی از دست رفته، به‌دلیل خرابی تجهیزات، همگی با داده‌های دقیق، هم‌بستگی مستقیم دارند.
- ایمنی و انطباق: یکی از اجزای ضروری هر بخشی که به امنیت اهمیت می‌دهد، داده‌های قابل اعتماد است. با تجزیه‌وتحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده در زمان واقعی، حسگرها می‌توانند سطح فشار را زیر نظر داشته باشند و هرگونه خطری را قبل از جدی شدن تشخیص دهند (Patel, 2021).

---

۱. پاک‌سازی داده (Data Cleaning) به فرایندی گفته می‌شود که طی آن، داده‌های نادرست، نامعتبر و تکراری از یک مجموعه داده شناسایی و اصلاح یا حذف می‌شوند. هدف نهایی پاک‌سازی داده، اطمینان از کیفیت بالا، صحت و اعتبار داده‌ها برای تحلیل و تصمیم‌گیری‌های درست است.

### نوآوری‌های تکنولوژیکی صنعت نفت‌وگاز برای دستیابی به کیفیت داده‌ها

در ادامه، مهم‌ترین نوآوری‌های تکنولوژیکی در صنعت نفت‌وگاز، برای دستیابی به کیفیت داده‌ها تشریح می‌شود (Kaupke & zu Knyphausen-Aufseß, 2023):

### تجزیه‌وتحلیل کلان‌داده و داده‌کاوی

داده‌کاوی و تجزیه‌وتحلیل کلان‌داده با بررسی مجموعه داده‌های عظیم در جست‌وجوی الگوهای روابط پنهان و هم‌بستگی‌ها، مدیریت کیفیت داده‌ها را در بخش نفت‌وگاز متحول می‌کنند. همچنین ارائه تجزیه‌وتحلیل بی‌درنگ اطلاعات زمین‌شناسی و عملیاتی به شرکت‌ها، به تصمیم‌گیری کمک می‌کند و از این رو عملیات آن‌ها را بهبود می‌بخشد (Uma & Deepa, 2018). بنابراین فرضیهٔ تحقیق اول پژوهش به شرح ذیل است:

**فرضیهٔ اول:** تجزیه‌وتحلیل کلان‌داده، بر مدیریت کیفیت داده‌ها در صنعت نفت‌وگاز تأثیر معناداری دارد.

### یادگیری ماشین و هوش مصنوعی

مدیریت کیفیت داده‌ها از طریق استفاده از یادگیری ماشین و هوش مصنوعی به‌عنوان یکی از رویکردهای پیشرو در خودکارسازی فرایندها ظاهر می‌شود. پارامترهای کلان‌داده می‌توانند برای یادگیری در خصوص الگوها و ناهنجاری‌های مکرر مجموعه داده‌ها، پیش‌بینی بازهٔ زمانی نگهداری مورد نیاز و بهینه‌سازی زمان تولید با کمک الگوریتم‌های توسعه‌یافته یادگیری ماشین، مورد استفاده قرار گیرند. راه‌حل‌های هوش مصنوعی، کارایی در ادغام و کیفیت داده‌هایی را که به سیستم‌های مختلف وارد می‌شوند و در تصمیم‌گیری استفاده می‌شوند، بهبود می‌بخشند (Thota, 2024; Sircar, Yadav, Rayavarapu, Bist & Oza, 2021). بر اساس آنچه بیان شد، فرضیهٔ دوم مطرح می‌شود:

**فرضیهٔ دوم:** یادگیری ماشین، بر مدیریت کیفیت داده‌ها در صنعت نفت‌وگاز تأثیر معناداری دارد.

### اینترنت اشیا[1] و داده‌های حسگر

در حال حاضر، کاربردهای اینترنت اشیا و داده‌های حسگر به‌عنوان روش‌های انقلابی ظهور کرده‌اند که از طریق آن‌ها صنعت نفت‌وگاز، در حال بررسی روشی برای مدیریت کیفیت داده‌ها است. دستگاه‌ها و حسگرهای اینترنت اشیا، جریانی پیوسته از داده‌های بی‌درنگ را از منبعی مانند دکل حفاری، خطوط لوله و پالایشگاه‌ها ارائه می‌دهند. جمع‌آوری بی‌درنگ مدیریت را قادر می‌سازد تا مشکلات کیفیت داده‌ها را شناسایی و اصلاح کند و کارایی اطلاعات را افزایش دهد (Zhang, Jeong & Lee, 2021). براین اساس، فرضیهٔ سوم پژوهش مطرح می‌شود:

**فرضیهٔ سوم:** اینترنت اشیا بر مدیریت کیفیت داده‌ها در صنعت نفت‌وگاز تأثیر معناداری دارد.

1. Internet of Things (IOT)

### بلاکچین برای یکپارچگی داده‌ها

با استفاده از فناوری بلاکچین می‌توان روش‌هایی را برای تضمین ایجاد یک سیستم خاص که یکپارچگی داده‌های لازم را برای صنعت نفت‌وگاز فراهم می‌کند، تعیین کرد. یکی از قابلیت‌های اصلی بلاکچین، محافظت از داده‌ها با حفظ سابقه‌ای انکارناپذیر از تمام تراکنش‌ها یا تبادل داده‌هاست. این امر برای ایجاد اعتماد بیشتر بین مشتریان و همچنین مقامات مربوطه، ضمن رعایت استانداردهای قانونی لازم بسیار مفید است (Chanal & Kakkasageri, 2024). بر این اساس، فرضیهٔ چهارم پیشنهاد می‌شود:

**فرضیهٔ چهارم:** بلاکچین بر مدیریت کیفیت داده‌ها در صنعت نفت‌وگاز تأثیر معناداری دارد.

### نقش هوش مصنوعی در افزایش کارایی تعمیر و نگهداری در بخش نفت‌وگاز

این مطالعه نشان می‌دهد که به‌کارگیری هوش مصنوعی (AI) در عملیات نگهداری صنعت نفت‌وگاز، به‌ویژه در محیط‌های پرخطر و فراساحلی، عملکرد نگهداری را متحول کرده و کارایی عملیاتی، ایمنی و سودآوری را به‌طور شایان توجهی افزایش می‌دهد. ابزارهای مبتنی بر AI مانند «بهینه‌ساز دارایی» با تجمیع داده‌های زیرسطحی و پروفایل‌های تولید، از فرایندهای «دریافت»، «یادگیری» و «تغذیه» برای استخراج دانش و سازگارسازی زمینه‌ای استفاده می‌کنند؛ نتیجه آن پیش‌بینی دوره‌های اقدام، کاهش هزینه‌های عملیاتی، افزایش خروجی و کمینه‌سازی زمان‌های توقف است. بسیاری از فعالیت‌های نگهداری که پیش‌تر به‌صورت دستی انجام می‌شدند، با این سامانه‌های خودکار، هوشمند و پیش‌بینانه می‌شوند. مارکسر و همکاران[1] (۲۰۲۱)، برنامه رباتیک هوشمند دریایی و دریانوردی[2] را معرفی کردند که به‌عنوان یک حوزه بین رشته‌ای، بر رباتیک و هوش مصنوعی برای مطالعه بیشتر علوم دریایی و دریانوردی و حوزه فناوری مرتبط با آن تمرکز دارد. برنامه MIR نشان می‌دهد که رباتیک دریایی ـ فراساحلی می‌تواند نقش کاربردی و ایمن‌سازی‌شده‌ای در عملیات بالادستی ایفا کند. این برنامه‌ها که آموزش در علوم داده و رباتیک کاربردی را در اولویت دارند، فناوری‌هایی را فراهم می‌آورند که عملکرد تجاری و استانداردهای HSE را بهبود می‌بخشند؛ به‌ویژه در محیط‌های دشوار اعم از اعماق دریا که دسترسی انسانی محدود و ریسک بالاست. در مجموع، نقش AI در نگهداری صنعت نفت‌وگاز متنوع است: از تحلیل پیش‌بینی و تشخیص ناهنجاری گرفته تا تصمیم‌سازی خودکار و رباتیک عملیاتی. این فناوری‌ها بهینه‌سازی دارایی‌ها، کاهش هزینه‌ها، افزایش تداوم تولید و ارتقای ایمنی را ممکن می‌سازند (مارکسر و همکاران، ۲۰۲۱). با توجه به شواهد تجربی و توسعه نمونه‌های کاربردی، ادغام هوش مصنوعی در استراتژی‌های نگهداری صنعتی نه تنها روندی رو به رشد است، بلکه برای حفظ رقابت‌پذیری و پایداری عملیاتی در آینده نیز ضروری خواهد ماند.

1. Marxer et al.
2. Maritime Intelligent Robotics (MIR)

### چالش‌های صنعت نفت‌وگاز برای دستیابی به کیفیت داده‌ها

تنوع و گستردگی محیط داده‌های صنعت نفت‌وگاز، موانع مختلفی را برای حفظ کیفیت خوب داده‌ها ایجاد می‌کند. از سویی، کیفیت داده‌ها به‌دلیل کاهش حجم فروش و افزایش هزینه‌های استخراج، برای تصمیم‌گیری‌های آگاهانه در این صنعت، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. برخی از مهم‌ترین این موانع و چالش‌های عبارت‌اند از:

- قفل داده‌ها و سیلوها: وابستگی‌ها و مسائل مربوط به قابلیت همکاری به این دلیل ایجاد می‌شوند که داده‌های پروژه اغلب در برنامه‌هایی که مختص فروشندگان هستند ذخیره می‌شوند. سیستم‌های ذخیره‌سازی داده‌های گسسته، تبادل اطلاعات حیاتی ذخیره شده در پایگاه‌های داده جداگانه، مانند داده‌های لرزه‌نگاری و گزارش‌های چاه را دشوار می‌کنند.
- ادغام داده‌ها: ادغام داده‌ها توسط سیستم‌ها و منابع مختلف، مانع بزرگی است. مراحل اکتشاف، حفاری، تولید و نگهداری تنها تعداد کمی از مراحل بسیاری هستند که این بخش از آن‌ها استفاده می‌کند. ادغام این منابع داده متنوع، ممکن است چالش برانگیز باشد؛ زیرا اغلب از اشکال و استانداردهای متمایزی استفاده می‌کنند.
- مدیریت داده‌ها: چالش دیگر، مدیریت مقادیر عظیم، تنوع و سرعت داده‌های تولید شده در صنعت نفت‌وگاز است. عدم وجود فراداده، انجام جست‌وجوها را دشوارتر نموده و باعث اتلاف وقت و هزینه برای یافتن داده‌های از دست رفته می‌شود. در نتیجه، کارشناسان باید مجموعه داده‌های عظیمی از حسگرهای ماشین‌آلات، داده‌های تولید، گزارش‌های چاه و بررسی‌های لرزه‌نگاری را مدیریت و ارزیابی کنند. برای رسیدگی به چنین پیچیدگی، به سیستم‌های مدیریت داده قوی نیاز است.
- حاکمیت داده‌ها: اجرای مدیریت مؤثر داده‌ها دشوار، اما ضروری است. این امر مستلزم تعیین پاسخ‌گویی، استانداردها و قوانین مربوط به کیفیت داده است. رویه‌های متناقض مدیریت داده‌ها باعث ایجاد سیلوهای داده و مشکلات کیفی در بسیاری از سازمان‌ها می‌شود که اثربخشی عملیاتی و تصمیم‌گیری را مختل می‌کند.
- چالش‌های فرهنگی: حفظ کیفیت داده‌ها مستلزم آن است که شرکت‌ها فرهنگی را توسعه دهند که توسط داده‌ها هدایت شود. اما انجام این کار اغلب مستلزم تنظیمات اساسی سازمانی و فرهنگی است. کارکنان باید با پیروی از بهترین شیوه‌ها، اهمیت داده‌های با کیفیت بالا را تشخیص دهند. افزایش سواد داده‌ای و غلبه بر مخالفت با تغییر، مسائل اصلی هستند.
- چالش‌های سازمانی: حلقه‌های بازخورد محدود، زمانی رخ می‌دهند که دریافت ورودی از بخش‌های مختلف به یکدیگر دشوار باشد، مانند زمانی که داده‌های تولید توسط تیم‌های مسئول استخراج آن، در محل دریافت نمی‌شود. فقدان یک پلتفرم دادهٔ استاندارد برای تسهیل همکاری و اشتراک‌گذاری بین ذی‌نفعان، از جمله اپراتورها، شرکا، ارائه‌دهندگان خدمات و منابع داده خارجی، از دیگر چالش‌های سازمانی به حساب می‌آید.

- چالش‌های فناوری: در نتیجه سیستم‌های قدیمی و عدم وجود ابزارهای تحلیلی پیشرفته، چالش‌های فناوری چشمگیری وجود دارد. بسیاری از شرکت‌های نفت‌وگاز، هنوز از زیرساخت‌های فناوری اطلاعات قدیمی استفاده می‌کنند که برای برآورده کردن نیازهای کنترل کیفیت و تجزیه‌وتحلیل داده‌های معاصر نامناسب است. البته ممکن است ادغام فناوری جدید و ارتقای این سیستم‌ها گران و دشوار باشد (Kang, Al Masry, Varnier, Mosallam & Zerhouni, 2024).

## پیشینهٔ تجربی پژوهش

با وجود چندین تکنیک و ابزار نگهداری کیفیت داده‌ها، تحقیقات علمی کمی در خصوص دامنه عملکردی ابزارهای DQ در صنعت نفت‌وگاز انجام شده است.

سرینیواس، سوامی و نانجوندسواراسوامی[1] (۲۰۲۰) سطح اجرای شیوه‌های مدیریت کیفیت[2] را در بخش نفت‌وگاز تجزیه‌وتحلیل می‌کنند. این تحقیق از هفت متغیر QMP شناسایی شده در بررسی ادبیات استفاده کرد. ۳۲ مورد با استفاده از EFA بازیابی شدند. شاخص‌های برازش که همگی بالاتر از محدوده قابل قبول بودند، امکان شناسایی پنج عامل مهم را فراهم کردند که از این تعداد، ۳۱ متغیر، سطح رضایت‌بخشی از برازش مدل را نشان دادند. نتایج این تحقیق، پیشنهادهایی را برای مدیران و متخصصان بخش نفت‌وگاز جهت افزایش عملکرد سازمانی ارائه می‌دهد (Srinivas et al., 2020; Cuizhi et al., 2021).

سیرکار و همکاران (۲۰۲۱) ارزیابی عمیقی از شیوه‌های فعلی هوش مصنوعی و یادگیری ماشین با هدف حل چالش‌های صنعت نفت‌وگاز ارائه می‌دهند. پیشرفت‌ها و موفقیت‌های رویکردهای یادگیری ماشین و هوش مصنوعی، به امکان ذخیره‌سازی داده‌ها در مقیاس بزرگ و محاسبات عددی بسیار کارآمد اشاره دارد. این تحقیق در کسب بینش در مورد تکنیک‌های مختلف یادگیری ماشین و بیان مناسب بودن آن‌ها برای وظایف خاص در صنعت نفت‌وگاز مفید است (Sircar, et al., 2021).

الشابوری، السکاف، الفلاح و عبدالقادر[3] (۲۰۲۲) ارزیابی وضعیت و کیفیت لوله را بسیار مهم می‌دانند. به‌منظور یافتن راه‌حلی برای این ناکارآمدی‌ها، این تحقیق مدلی ایجاد می‌کند که بسته به جزئیاتی مانند سن و قطر لوله، خدمات، تحویل، نوع تأسیسات و کاربری زمین، پیش‌بینی می‌کند که خطوط لوله نفت کجا می‌توانند فرو ریزند. یک مدل برای استفاده از ترکیب شبکه‌های عصبی که مختص حوادث خط لوله در گذشته هستند، از جمله MLP، RBF و MNL آموزش داده شده است. در کل، این مدل‌ها قادرند خرابی‌های خط لوله ناشی از خوردگی و عوامل خارجی را با دقت ۸۴ درصد برای MLP، ۸۵درصد برای RBF و ۸۱درصد برای MNL پیش‌بینی کنند.

1. Srinivas, Swamy & Nanjundeswaraswamy
2. Quality Management Practices(QMD)
3. Elshaboury, Al-Sakkaf, Alfalah & Abdelkader

لو و همکاران[1] (۲۰۲۴) یک روش عملی برای ایجاد یک کاتالوگ منابع داده برای کل زنجیرهٔ صنعت نفت‌وگاز پیشنهاد کردند. می‌توان یک «کاتالوگ، فهرست و سرمایه یکپارچه» برای داده‌های تجاری ایجاد کرد. این کاتالوگ می‌تواند به‌طور مؤثر از تلفیق دیجیتالی شدن و صنعتی شدن پشتیبانی کند، کیفیت داده‌ها را بهبود بخشد، اشتراک‌گذاری داده‌ها را افزایش دهد و از کاربرد تحلیل کلان‌داده پشتیبانی کند و در نتیجه، شرکت را به یک شرکت داده‌محور تبدیل کند.

لاوال و آفولالو[2] (۲۰۲۴) بر شیوه‌های پایداری در تأسیسات نفت‌وگاز و همچنین، ارزیابی اثرهای زیست‌محیطی در مدیریت یکپارچگی دارایی‌ها تمرکز کردند. علاوه‌براین، یک تحلیل جامع از ارزیابی‌های مختلف اثرهای زیست‌محیطی در بخش نفت‌وگاز انجام شد تا مشخص شود که چگونه بر اثربخشی عملیاتی و مدیریت یکپارچگی تأسیسات تأثیر می‌گذارند. نتایج، ضرورت افزایش تاب‌آوری در برابر اثرهای زیست‌محیطی عملیات نفت‌وگاز را نشان داد.

مقاله مهدیه زکی‌زاده[3] (۲۰۲۴) بر اهمیت حیاتی تجزیه‌وتحلیل و مدیریت داده‌ها در بخش نفت‌وگاز و همچنین، بر عملکرد آن در ساده‌سازی عملیات، کاهش هزینه‌ها و بهبود تصمیم‌گیری تأکید دارد. این مقاله، مروری کامل بر روش‌ها، منابع و بهترین شیوه‌های مورد نیاز برای پیمایش ماهیت داده‌محور این صنعت، با تأکید بر افزایش بهره‌وری و هدایت انتخاب‌های استراتژیک، ارائه می‌دهد. فناوری‌های کلیدی، مشکلات و چشم‌اندازهای پیشرفت‌های آینده در تجزیه‌وتحلیل و مدیریت داده‌ها در بخش نفت‌وگاز نیز در این مقالهٔ مروری پوشش داده شده است. به‌طور کلی، این مقاله بر این نکته تأکید دارد که چگونه تجزیه‌وتحلیل و مدیریت داده‌ها، می‌تواند با تقویت نوآوری، تعالی عملیاتی و موفقیت بلندمدت، یک کسب‌وکار را متحول کند.

مطالعات اخیر در حوزهٔ حفظ کیفیت داده‌ها در صنعت نفت‌وگاز، پیشرفت‌های چشمگیری را در جنبه‌های مختلف عملیاتی نشان می‌دهد. پیاده‌سازی یک سیستم تجزیه‌وتحلیل کلان‌داده توسط میدان نفتی هوآبی، به ایجاد یک پلتفرم قوی برای مهندسی تولید نفت منجر شده است که مزایای اقتصادی و اجتماعی درخور توجهی را به همراه دارد. مدلی که برای پیش‌بینی خرابی خطوط لوله، با استفاده از شبکه‌های عصبی[4]، RBF[5] و رگرسیون MNL[6] توسعه داده شده است، دقت بالایی را در پیش‌بینی مشکلات ناشی از خوردگی و فعالیت‌های شخص ثالث نشان داده است. با وجود این پیشرفت‌ها، استفاده کامل از کلان‌داده‌ها، به‌دلیل مسائلی مانند کمبود متخصصان داده، داده‌های بی‌کیفیت، تهدیدهای حمله‌های سایبری و فرهنگ‌های سازمانی نامطلوب با مشکل مواجه است. شیوه‌های مدیریت کیفیت در این بخش ارزیابی شده‌اند و نشان می‌دهند که عوامل مهم و مدل‌های معتبر، عملکرد سازمانی را افزایش می‌دهند. کیفیت افشای محیطی شرکت‌ها تحت تأثیر عواملی مانند اندازه شرکت، مالکیت خارجی و

1. Lv et al.
2. Lawal & Afolalu
3. Zakizade
4. Multi Layer Perceptron(MLP)
5. Radial Basis Function
6. Multiple Linear Regression

سودآوری قرار دارد و بر نیاز به گزارش‌دهی شفاف تأکید می‌کند. کاربرد هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در چالش‌های صنعتی، پتانسیل عملیات هوشمندانه‌تر و مؤثرتر را برجسته می‌کند و نقش حیاتی حفظ کیفیت داده‌ها را در تقویت نوآوری و عملکرد در بخش نفت‌وگاز نشان می‌دهد.

مرور مطالعات نشان می‌دهد که پژوهش‌های حوزهٔ حفظ و بهبود کیفیت داده‌ها در صنعت نفت‌وگاز، طیفی از رویکردها را از مدل‌های ارزیابی و بهبود کیفیت داده‌ها تا بهره‌گیری از فناوری‌های نوظهور مانند کلان‌داده، هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در بر می‌گیرد. این تحقیقات نشان داده‌اند که استفاده از مدل‌ها و شاخص‌های معتبر، توسعهٔ زیرساخت‌های یکپارچه‌سازی داده و به‌کارگیری الگوریتم‌های پیشرفته، می‌تواند دقت پیش‌بینی، کارایی تصمیم‌گیری و عملکرد سازمانی را ارتقا دهد. با این حال، چالش‌هایی همچون کمبود متخصصان داده، وجود داده‌های بی‌کیفیت، تهدیدهای امنیتی، محدودیت‌های فرهنگی و کمبود رویکردهای جامع برای پوشش هم‌زمان الزامات عملیاتی و پایداری، همچنان مانع بهره‌برداری کامل از ظرفیت این فناوری‌هاست. این شکاف‌ها، ضرورت توسعه مدل‌های جامع و یکپارچه در مدیریت کیفیت داده‌های صنعت نفت‌وگاز را آشکار می‌سازد.

## روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نظر هدف کاربردی و از حیث ماهیت و روش نیز، توصیفی ـ پیمایشی است. جامعهٔ آماری این پژوهش، تمامی شرکت‌های فعال حوزهٔ صنعت نفت‌وگاز ایران هستند. از آن روی که تعداد دقیقی از شرکت‌های مرتبط با نفت‌وگاز در ایران وجود ندارد، با توجه به فهرست‌های مختلف شرکت‌های نفت‌وگاز، به‌طور قطع می‌توان گفت بیش از ۱۵۰۰ شرکت وجود دارد. به‌دلیل اطمینان از دقت محاسبات، حجم نمونه را برابر با حجم نمونهٔ یک جامعه آماری با تعداد نامحدود، در نظر گرفتیم. بر این مبنا، حجم نمونه، بر اساس فرمول کوکران، ۳۸۴ محاسبه شد. فرمول کوکران نیز یک تابع نمایی است و اگر حجم جامعه هر چقدر زیاد شود، از ۳۸۴ نفر تجاوز نخواهد کرد.

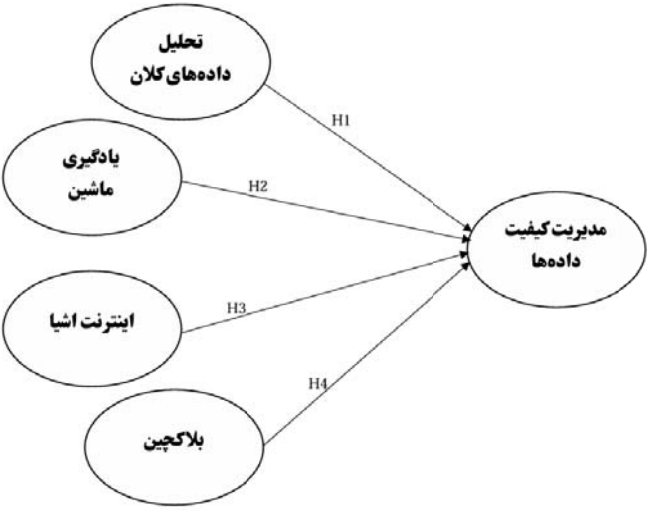
در مجموع ۳۱۹ نظرسنجی معتبر به‌دست آمد که نشان‌دهندهٔ میزان پاسخ ۸۳/۰۷درصد از جمعیت مورد مطالعه است.

### ابزارهای اندازه‌گیری

برای شناسایی ابزارهای اندازه‌گیری، دانش قبلی دربارهٔ متغیرهای مدنظر بررسی شد. موارد برای صنعت نفت‌وگاز تطبیق داده شده و قبل از کاربرد نهایی توسط محققان دانشگاهی و مدیران حوزه نفت‌وگاز بررسی شدند. علاوه‌براین، همهٔ موارد بر اساس مقیاس لیکرت ۵ درجه‌ای ارزیابی شدند که در آن کاملاً مخالف برابر با ۱ و کاملاً موافق برابر با ۵ است.

**مدیریت کیفیت داده‌ها:** برای اندازه‌گیری متغیر کیفیت داده‌ها از پرسش‌نامه دلون و مک‌لین[1] (۲۰۱۶) استفاده شده است. این پرسش‌نامه ۱۲ سؤال پنج گزینه‌ای دارد. آلفای کرونباخ برای این سازه مقدار ۰/۸۴۳(مطالعات پیشین) و بالاتر از آستانهٔ پذیرفته شده ۰/۷۰ است.

به‌منظور اندازه‌گیری متغیر تجزیه‌وتحلیل کلان‌داده، یادگیری ماشین، اینترنت اشیا و بلاکچین به‌ترتیب از پرسش‌نامه‌های استاندارد تجزیه‌وتحلیل داده‌های بزرگ ویدد (۲۰۲۳) با ۱۱ سؤال، چاگاس و همکاران (۲۰۲۰) با ۱۲ سؤال، فناوری اینترنت اشیا رحمن (۲۰۲۳) با ۵ سؤال و پرسش‌نامه استاندارد شیل (۲۰۱۹) با ۴ سؤال بهره بردیم. میزان آلفای کرونباخ برای این پرسش‌نامه‌ها به‌ترتیب برابر با ۰/۸۹۸، ۰/۸۴۴، ۰/۹۱۶ و ۹۰۲ و نشان‌دهنده قابلیت اطمینان بالای ابزارهاست. مدل مفهومی پژوهش در شکل ۳ نشان داده شده است.




شکل۳. مدل مفهومی پژوهش

گام‌های پژوهش به شرح ذیل است:

۱. تعریف مسئله و تدوین مدل مفهومی

- مرور ادبیات داخلی و خارجی حوزه مدیریت کیفیت داده‌ها و فناوری‌های نوآورانه (تحلیل کلان‌داده، یادگیری ماشین، اینترنت اشیا، بلاکچین).
- تدوین فرضیه‌ها و ساخت مدل تحقیق بر اساس چارچوب‌های نظری معتبر.

1. DeLone & McLean

۲. تعیین جامعه آماری و نمونه‌گیری

- جامعه: شرکت‌های فعال در صنعت نفت‌وگاز.
- روش نمونه‌گیری: نمونه‌گیری در دسترس از میان مدیران و کارشناسان مرتبط.

۳. گردآوری داده‌ها

- ابزار: پرسش‌نامهٔ بسته پاسخ برگرفته از منابع معتبر با روایی و پایایی تأیید شده در تحقیقات پیشین.
- توزیع: سه‌ماهه پایانی سال ۱۴۰۳.
- حجم پاسخ‌ها: ۳۱۹ پرسش‌نامه معتبر (نرخ پاسخ ۸۳/۰۷ درصد).

۴. آماده‌سازی داده‌ها

- ورود داده‌ها به نرم‌افزار، بررسی داده‌های مفقود و حذف پاسخ‌های نامعتبر.
- استانداردسازی متغیرها و اطمینان از فرمت مناسب برای تحلیل.

۵. اعتبارسنجی مدل اندازه‌گیری

- آزمون پایایی درونی از طریق آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی
- بررسی روایی همگرا (AVE) و روایی واگرا (HTMT).

۶. تحلیل مدل ساختاری با PLS-SEM

- برآورد ضرایب مسیر و بارهای عاملی در اسمارت پی‌ال‌اس۳.
- ارزیابی شاخص‌های برازش و ضرایب تعیین ($R^2$).
- آزمون معناداری ضرایب مسیر با روش Bootstrapping.

۷. ارائه و تفسیر نتایج

- تفسیر تأثیرهای مستقیم فناوری‌ها بر مدیریت کیفیت داده‌ها.
- مقایسه یافته‌ها با مطالعات پیشین و تحلیل پیامدهای مدیریتی.

## یافته‌های پژوهش

روش آماری مورد استفاده برای آزمون فرضیه‌های مطالعه، مدل‌سازی معادلات ساختاری (SEM) با تکنیک حداقل مربعات جزئی (PLS) بود. برای انجام تجزیه‌وتحلیل از نرم‌افزار اسمارت پی‌ال‌اس نسخه ۴.۱.۰.۴ استفاده شد.

## نتایج توصیفی

از مجموع ۳۱۹ فردی که در این نظرسنجی شرکت داشتند، به‌طور میانگین بیش از ۵۳ درصد مدیرعامل بودند. نزدیک به نیمی از اعضای مورد مصاحبه، ۱۰-۲۰ سال تجربه مدیریتی داشتند و ۶۸ درصد آن‌ها دارای مدرک دانشگاهی کارشناسی ارشد بودند.

جدول ۱. داده‌های جمعیت شناسی افراد مورد مصاحبه

| متغیر | | تعداد | درصد |
|---|---|---|---|
| مدرک تحصیلی | کارشناسی ارشد | ۲۱۷ | ۶۸/۰۳ |
| | دکتری | ۱۰۲ | ۳۱/۹۷ |
| سمت | مدیرعامل | ۱۷۰ | ۵۳/۲۹ |
| | معاون | ۹۰ | ۲۸/۲۱ |
| | کارشناس ارشد | ۵۹ | ۱۸/۵۰ |
| جنسیت | زن | ۶۷ | ۲۱/۰۰ |
| | مرد | ۲۵۲ | ۷۹/۰۰ |
| سابقه کاری | کمتر از ۱۰ سال | ۱۰۶ | ۳۳/۲۳ |
| | بین ۱۰ تا ۲۰ سال | ۱۵۲ | ۴۷/۶۵ |
| | بیشتر از ۲۰ سال | ۶۱ | ۱۹/۱۲ |

پایایی و اعتبار سازه تجزیه‌وتحلیل شد که در آن مقادیر آلفای کرونباخ و ضریب سازگاری درونی برای همه متغیرها از حداقل آستانه پذیرفته شده ۰/۷۰ فراتر رفت و همچنین بارهای عاملی شاخص‌ها بالاتر از ۰/۷۰ بود. در همین حال، میانگین واریانس استخراج شده (AVE) اعتبار همگرا را اندازه‌گیری کرد که نتایج آن مقادیر بالاتر از ۰/۵۰ را برای همه سازه‌ها نشان داد (جدول ۲).

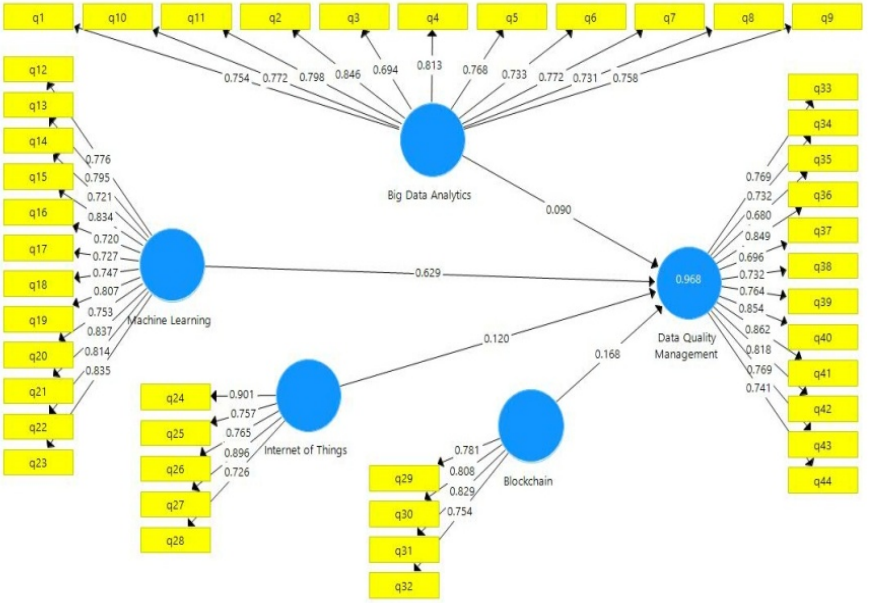
جدول ۲. پایایی، سازه و روایی تشخیصی

| متغیر | α | Rho_a | AVE |
|---|---|---|---|
| مدیریت کیفیت داده‌ها | ۰/۹۳۸ | ۰/۹۴۰ | ۰/۶۰۰ |
| تجزیه‌وتحلیل کلان‌داده | ۰/۹۳۰ | ۰/۹۳۳ | ۰/۵۹۰ |
| یادگیری ماشین | ۰/۹۴۲ | ۰/۹۴۴ | ۰/۶۱۱ |
| اینترنت اشیا | ۰/۸۶۸ | ۰/۸۷۵ | ۰/۶۶۰ |
| بلاکچین | ۰/۸۰۴ | ۰/۸۱۳ | ۰/۶۳۰ |

جدول ۳ روایی تشخیصی را نشان می‌دهد که با استفاده از نسبت هتروتریت ـ مونوتریت (HTMT) بررسی شده است و مقادیر آن در همه موارد برای مفاهیم مختلف کمتر از ۰/۸۵ است. بنابراین، روایی تشخیصی برقرار است.

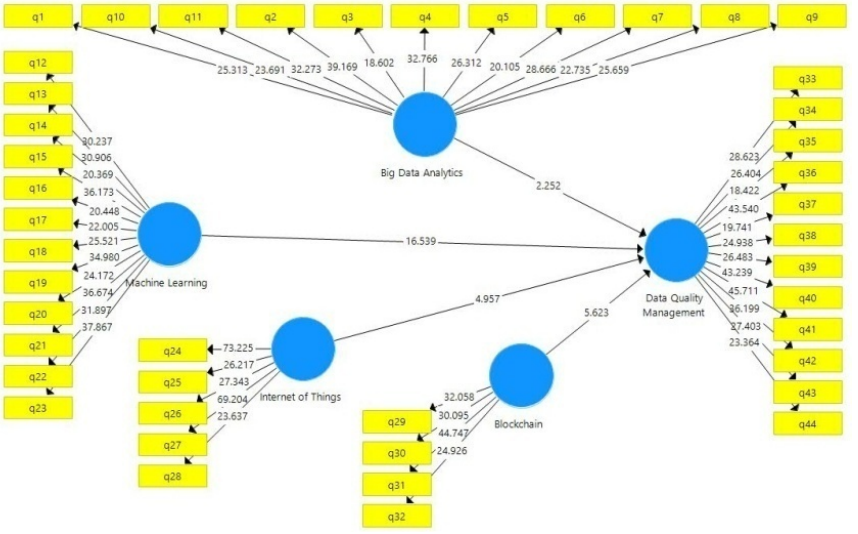
جدول ۳. ارزیابی اعتبار تشخیصی (نسبت‌های HTMT)

| متغیر | HTMT | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ |
| مدیریت کیفیت داده‌ها | ۱ | | | | |
| تجزیه‌وتحلیل کلان‌داده | ۰/۷۶۸ | ۱ | | | |
| یادگیری ماشین | ۰/۷۷۴ | ۰/۶۹۵ | ۱ | | |
| اینترنت اشیا | ۰/۸۱۲ | ۰/۸۵۱ | ۰/۷۸۲ | ۱ | |
| بلاکچین | ۰/۷۹۴ | ۰/۷۵۹ | ۰/۶۹۹ | ۰/۷۳۱ | ۱ |




شکل۴. نمودار آزمون مدل پژوهش در حالت ضرایب مسیر استاندارد شده

شکل‌های ۴ و ۵ خروجی‌های نرم‌افزار بر مبنای فرضیه‌هاست که به آزمون فرضیه‌ها مربوط است.




شکل ۵. نمودار آزمون مدل پژوهش در حالت مقادیر t

مقادیر t برای تمام فرضیه‌ها نشان می‌دهد که تمامی عوامل مذکور در سطح معنی داری ۹۵ درصد، بر متغیرهای میانجی و وابسته مدل تأثیر مثبت و معنادار دارد، چرا که مقادیر آن بالای ۱/۹۶است. این مقادیر به تفکیک در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ۴. هم‌بستگی‌های دوبه دو بین سازه‌ها

| | اینترنت اشیا | بلاکچین | تجزیه‌وتحلیل کلان‌داده | مدیریت کیفیت داده‌ها | یادگیری ماشین |
|---|---|---|---|---|---|
| اینترنت اشیا | ۱ | ۰/۴۲۱ | ۰/۳۸۷ | ۰/۳۶۵ | ۰/۴۰۲ |
| بلاکچین | ۰/۴۲۱ | ۱ | ۰/۳۵۶ | ۰/۳۹۸ | ۰/۳۷۵ |
| تجزیه‌وتحلیل کلان‌داده | ۰/۳۸۷ | ۰/۳۵۶ | ۱ | ۰/۳۴۲ | ۰/۳۶۸ |
| مدیریت کیفیت داده‌ها | ۰/۳۶۵ | ۰/۳۹۸ | ۰/۳۴۲ | ۱ | ۰/۴۸۹ |
| یادگیری ماشین | ۰/۴۰۲ | ۰/۳۷۵ | ۰/۳۶۸ | ۰/۴۸۹ | ۱ |

این جدول شدت روابط خطی بین هر جفت از سازه‌های مدل را نشان می‌دهد. تحلیل‌ها حاکی از آن است که:

- بالاترین هم‌بستگی مشاهده‌شده بین یادگیری ماشین و مدیریت کیفیت داده‌ها (۰/۴۸۹) است که می‌تواند به‌دلیل نقش مستقیم این فناوری در بهبود کیفیت داده‌ها باشد.
- هم‌بستگی‌های بالای ۰/۴۰ در چند مسیر (مانند اینترنت اشیا با بلاکچین، یا اینترنت اشیا با یادگیری ماشین)، نشان‌دهندهٔ ارتباطات متوسط تا نسبتاً قوی است.

- هم‌بستگی‌های بین ۰/۳ تا ۰/۴ (مثل تحلیل داده‌های کلان با مدیریت کیفیت داده‌ها) حاکی از ارتباطات متوسط است و زیر ۰/۳ در این مدل مشاهده نشده است.

این نتایج به‌عنوان شواهد تکمیلی به مقاله اضافه می‌شوند تا نشان دهند که پژوهشگر روابط بین متغیرهای پیش‌بین را نیز بررسی کرده است، هرچند هدف اصلی مدل، سنجش اثرهای مستقیم و مستقل هر فناوری بر کیفیت داده‌ها بوده است.

جدول ۵. شاخص‌های برازش مدل

| متغیر وابسته/ میانجی | شاخص ضریب تعیین $R^2$ | شاخص اعتبار افزونگی $Q^2$ | شاخص کلی برازش GOF |
|---|---|---|---|
| مدیریت کیفیت داده‌ها | ۰/۹۶۸ | ۰/۵۴۰ | ۰/۶۸۹ |

بر طبق نتایج، ضریب تعیین برای متغیر وابسته «مدیریت کیفیت داده‌ها» مقدار ۰/۹۶۸ به‌دست آمده است، بدین معنا که ضریب تعیین مقدار قابل قبول و خوبی است و متغیرهای مستقل توانسته‌اند تغییرات متغیر وابسته را به میزان بسیار خوبی (بیش از ۹۶درصد) تبیین کنند. همچنین مقدار شاخص $Q^2$ نیز برای متغیر وابسته «مدیریت کیفیت داده‌ها» برابر با ۰/۵۴۰ است و چون این مقدار مثبت و بالای صفر (و بیش از ۰/۳۵) است، مقدار متناسبی محسوب می‌شود؛ در نتیجه می‌توان استنباط کرد که این شاخص برازش مدل را تأیید می‌کند. در نهایت مقدار شاخص GOF که برازش کلی مدل را مورد سنجش قرار می‌دهد، برای مدل پژوهش مقدار ۰/۶۸۹ به‌دست‌آمده که نشان می‌دهد مدل از برازش خوبی برخوردار است. بر اساس مقادیر شاخص‌های به‌دست آمده، همان طور که مشاهده می‌شود، مدل از نظر شاخص‌های برازش کاملا تأیید شده است. با توجه به اینکه مدل از برازش مناسب برخوردار است، اکنون می‌توان به بررسی نتایج حاصل از مدل برای فرضیه‌های پژوهش پرداخت. در ادامه به‌ترتیب به ارائه نتایج هر یک از فرضیه‌های پژوهش پرداخته شده است.

جدول ۶. آزمون فرضیه‌های پژوهش، بررسی ضرایب استانداردشده، مقدار t و سطح‌معناداری

| فرضیه‌ها | ضریب استانداردشده | مقدار t | مقدار p | نتیجه |
|---|---|---|---|---|
| تجزیه‌وتحلیل کلان‌داده بر مدیریت کیفیت داده‌ها در صنعت نفت‌وگاز تأثیر معناداری دارد. | ۰/۰۹۰ | ۲/۲۵۲ | <۰/۰۱ | تأیید فرضیه |
| یادگیری ماشین بر مدیریت کیفیت داده‌ها در صنعت نفت‌وگاز تأثیر معناداری دارد. | ۰/۶۲۹ | ۱۶/۵۳۹ | <۰/۰۱ | تأیید فرضیه |
| اینترنت اشیا بر مدیریت کیفیت داده‌ها در صنعت نفت‌وگاز تأثیر معناداری دارد. | ۰/۱۲۰ | ۴/۹۵۷ | <۰/۰۱ | تأیید فرضیه |
| بلاکچین بر مدیریت کیفیت داده‌ها در صنعت نفت‌وگاز تأثیر معناداری دارد. | ۰/۱۶۸ | ۵/۶۲۳ | <۰/۰۱ | تأیید فرضیه |

یافته‌ها نشان داد که در سطح اطمینان ۹۹ درصد، تمام فرضیه‌ها تأیید می‌شود. به‌طور کلی نتایج پژوهش و تحلیل‌های آماری صورت گرفته نشان می‌دهد که تجزیه‌وتحلیل کلان‌داده، یادگیری ماشین، اینترنت اشیا و بلاکچین، بر مدیریت کیفیت داده‌ها تأثیر مثبت و معنادار دارند.

## بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هر چهار فناوری نوین مورد مطالعه، یعنی اینترنت اشیا، بلاکچین، تحلیل داده‌های کلان و یادگیری ماشین، اثر مثبت و معناداری بر مدیریت کیفیت داده‌ها (DQM) در صنعت نفت‌وگاز دارند؛ هرچند شدت این اثرگذاری متفاوت است. قوی‌ترین اثر را یادگیری ماشین دارد (β = /۶۲۹ و $P < ۰/۰۰۱$) که اهمیت این فناوری را در بهبود قابلیت‌های پیش‌بینی، شناسایی ناهنجاری و بهینه‌سازی فرایندها تأیید می‌کند. این یافته با تحقیقات پیشین هم‌راستا است که نشان می‌دهند الگوریتم‌های یادگیری ماشین توانسته‌اند با دقت بالا مدل‌های پیش‌بینی خرابی تجهیزات و کیفیت داده‌ها را توسعه دهند (Zhang et al., 2021; Lv et al., 2023).

بلاکچین نیز اثر معناداری بر DQM داشت (β = ۰/۱۶۸، p < ۰/۰۰۱) که با پژوهش‌های اخیر هم‌خوانی دارد و بر نقش این فناوری در تضمین یکپارچگی، شفافیت و قابلیت ردیابی داده‌ها در صنایع پیچیده تأکید می‌کند. در صنعت نفت‌وگاز، امکان ثبت غیرقابل تغییر داده‌ها در زنجیره‌های تأمین و پروژه‌های چندذی‌نفع، به‌ویژه در حوزه‌های حساس مانند پایش تولید و گزارش‌دهی زیست‌محیطی، یک مزیت رقابتی مهم محسوب می‌شود.

اینترنت اشیا با ضریب مسیر ۰/۱۲۰ و مقدار p بسیار معنادار، نشان داد که اگرچه این فناوری قادر است حجم عظیمی از داده‌های لحظه‌ای را از تجهیزات و حسگرها تولید کند؛ اما کیفیت خروجی وابسته به عواملی همچون کالیبراسیون حسگرها، سازگاری دستگاه‌ها و امنیت ارتباطات است. این نتیجه بیانگر آن است که برای بهره‌گیری بهینه از IoT در بهبود DQM، باید علاوه‌بر زیرساخت‌های سخت‌افزاری، به یکپارچه‌سازی پروتکل‌ها و استانداردهای داده توجه شود.

کمترین اثر در این پژوهش مربوط به تحلیل داده‌های کلان بود (β=۰/۰۹۰ ، p = ۰/۰۲۴) که با وجود معناداری آماری، شدت آن نسبت به دیگر فناوری‌ها کمتر است. این امر می‌تواند ناشی از چالش‌های شناخته‌شده‌ای همچون نیاز به پاک‌سازی و استانداردسازی داده، کمبود نیروی انسانی ماهر و پیچیدگی سامانه‌های تحلیلی باشد. با این حال، ادبیات نشان می‌دهد که ترکیب Big Data Analytics با یادگیری ماشین، می‌تواند اثر هم‌افزای قوی در بهبود کیفیت داده‌ها ایجاد کند؛ زیرا امکان استخراج الگوهای پیچیده از داده‌های حجیم را فراهم می‌آورد.

از منظر نظری، یافته‌های این پژوهش با دیدگاه منبع‌محور (RBV) و مدل‌های socio-technical هم‌خوان است، که بر تعامل پویا بین منابع فناورانه و فرایندهای مدیریتی برای ارتقای کیفیت داده‌ها تأکید می‌کنند. برتری یادگیری ماشین در این میان نشان می‌دهد که قابلیت‌های پویا[1] داده‌محور،

1. Dynamic Capabilities

می‌توانند به‌سرعت با تغییرات محیطی و داده‌ای سازگار شوند و ارزش عملی بیشتری برای سازمان خلق کنند.

از منظر عملی، نتایج نشان می‌دهد که اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری فناورانه برای بهبود DQM باید به‌ترتیب بر یادگیری ماشین، بلاکچین، اینترنت اشیا و سپس تحلیل داده‌های کلان متمرکز باشد. با این حال، موفقیت در پیاده‌سازی این فناوری‌ها به توسعهٔ سرمایهٔ انسانی، تقویت امنیت سایبری و استقرار نظام‌های حاکمیت داده وابسته است.

این یافته‌ها با نتایج پژوهش شهبازی و بیون[1] (۲۰۲۱) هم‌راستا است که نشان دادند یکپارچه‌سازی فناوری‌های نوآورانه همچون تحلیل کلان‌داده و یادگیری ماشین می‌تواند با بهبود فرایندهای پاک‌سازی، پردازش و تحلیل داده، دقت و سرعت تصمیم‌گیری را در محیط‌های صنعتی پیچیده افزایش دهد. همچنین، مطالعه نگ، هو و وو[2] (۲۰۲۳) بر نقش حیاتی اینترنت اشیا در جمع‌آوری داده‌های بی‌درنگ از منابع متعدد و ترکیب آن با الگوریتم‌های بلاکچین برای تضمین یکپارچگی و قابلیت ردیابی داده‌ها تأکید می‌کند. به همین ترتیب، دیپا و همکاران[3] (۲۰۲۱) با بررسی صنایع مبتنی بر داده‌های حساس نتیجه گرفتند که استفاده هم‌زمان از این چهار فناوری، می‌تواند نه تنها کیفیت داده‌ها را از نظر صحت و کامل بودن ارتقا بخشد، بلکه مخاطرات مرتبط با دست‌کاری یا مفقودی داده‌ها را نیز به حداقل برساند. شواهد این مطالعات، مشابه نتایج این تحقیق، بیانگر آن است که هر یک از این فناوری‌ها، از طریق سازوکارهای متفاوت ـ از جمله ایجاد معماری دادهٔ ایمن (بلاکچین)، تحلیل پیش‌بینانه (یادگیری ماشین)، دسترسی بی‌وقفه به داده (اینترنت اشیا) و شناسایی الگوهای پنهان (تحلیل کلان‌داده) ـ در مجموع یک چارچوب توانمند برای مدیریت کیفیت داده‌ها در صنایع پیچیده فراهم می‌آورند.

بر این اساس، پژوهش‌های آینده می‌توانند با استفاده از رویکردهای طولی[4] و مطالعات مقایسه‌ای بین صنایع، آثار بلندمدت پیاده‌سازی این فناوری‌ها را بر کیفیت داده‌ها بررسی کنند و نیز از طریق روش‌های آمیخته[5]، عوامل تسهیل‌کننده و موانع ادغام این فناوری‌ها در محیط‌های عملیاتی را شناسایی کنند.

## نتیجه‌گیری

این مطالعه، بر اساس مدل مؤلفهٔ پویای ارائه شده توسط پارامشا، رن و رن[6] (۲۰۲۴) اجرا شد. این مدل فرض می‌کند که تجزیه‌وتحلیل کلان‌داده، هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، اینترنت اشیا و بلاکچین، برای عبور از چالش‌های محیط داده امروزی مؤثر و مفیدند. در این چارچوب، تأثیر تجزیه‌وتحلیل کلان‌داده، هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، اینترنت اشیا و بلاکچین کشف و روی ۳۱۹ شرکت فعال در حوزهٔ صنعت نفت‌وگاز، بررسی و تحلیل شد. یافته‌های مطالعه نشان داد که تجزیه‌وتحلیل کلان‌داده،

1. Shahbazi & Byun
2. Ng, Ho & Wu
3. Deepa et al.
4. Longitudinal
5. Mixed Methods
6. Paramesha, Rane & Rane

یادگیری ماشین، اینترنت اشیا و بلاکچین، بر مدیریت کیفیت داده‌ها در صنعت نفت‌وگاز تأثیر مثبت و معناداری دارد.

با مدیریت کارآمد داده‌های نفت‌وگاز، کاربران می‌توانند از هر رایانه‌ای به انبوهی از مجموعه داده‌های فعلی، از جمله داده‌های مربوط به زمین‌های زیرسطحی و سطحی، چاه‌ها، فشار، دما، تولید، خطوط لوله، مغزه، ذخایر، لرزه‌نگاری و گزارش‌های ثبت وقایع دسترسی داشته باشند. ترکیب کیفیت داده‌ها با تجزیه‌وتحلیل، بهبود استانداردهای کیفیت داده‌ها و استفاده از تکنیک‌های تحلیلی برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، تضمین می‌کند که کاربران تجاری داده‌های با کیفیت بالا دریافت می‌کنند و به آن‌ها امکان می‌دهد داده‌ها را بهتر تجسم کرده و برای تصمیم‌گیری بهتر، آن‌ها را تجزیه‌وتحلیل کنند. این تحقیق نقش حیاتی مدیریت کیفیت داده را در صنعت نفت‌وگاز برجسته می‌کند و بر این نکته تأکید دارد که چگونه کیفیت برتر داده‌ها، کارایی عملیاتی، ایمنی و انطباق با مقررات را افزایش می‌دهد. این مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از فناوری‌های پیشرفته مانند تجزیه‌وتحلیل کلان‌داده، یادگیری ماشین، اینترنت اشیا و بلاکچین، می‌تواند به‌طور درخور توجهی شیوه‌های مدیریت کیفیت داده‌ها را بهبود بخشد. با شناسایی چالش‌های کلیدی و بررسی موردی تأثیر این نوآوری‌ها بر کیفیت داده، این کار بینش‌های علمی و روش‌های عملی را برای شرکت‌های نفت‌وگاز ارائه می‌دهد تا فرایندهای کیفیت داده‌های خود را بهبود بخشند. با این حال، مشکلاتی مانند دسترسی محدود به داده‌ها، پیشرفت‌های سریع فناوری و مقاومت سازمانی در برابر تغییر، ممکن است بر تعمیم‌پذیری و کاربردپذیری یافته‌ها تأثیر بگذارد. تحقیقات آینده باید بر ادغام تجزیه‌وتحلیل پیشرفته، بررسی کاربردهای گسترده‌تر بلاکچین و بهینه‌سازی اینترنت اشیا و شبکه‌های حسگر، برای پرداختن به چالش در حال تحول مدیریت کیفیت داده‌ها در صنعت تمرکز کنند.

این مطالعه تحقیقاتی با محدودیت‌هایی مواجه بوده است که می‌توان در تحقیقات آینده بر آن‌ها غلبه کرد. نخست اینکه مطالعهٔ حاضر در زمینهٔ نفت‌وگاز ملی انجام شد؛ بنابراین با توجه به شرایط ژئوپلیتیک کشور، گسترش تحقیق به سطح بین‌المللی جالب خواهد بود. دوم اینکه پژوهش حاضر با رویکردی مقطعی انجام شد، یعنی داده‌ها در یک نقطهٔ زمانی واحد جمع‌آوری شدند. سوم، با توجه به ویژگی‌های مطالعه، نتایج این تحقیق می‌تواند در شرکت‌های کشورهای مشابه نیز استفاده شود.

در مورد خطوط تحقیقاتی آینده، پیشنهاد می‌کنیم متغیرهای جدیدی مانند پویایی محیطی، قابلیت‌های پویا، فرهنگ سازمانی، رهبری استراتژیک و متغیرهای جهت‌گیری استراتژیک به مدل مطالعه اضافه شوند.

## ملاحظات اخلاقی

مشارکت نویسندگان: همه نویسندگان در آماده سازی مقاله سهیم بودند.
تعارض منافع: این مقاله تعارض منافع ندارد.

## فهرست منابع


Abhinav Parashar, N. G. (2024). Asset master data management: Ensuring accuracy and consistency in industrial operations. *International Journal of Novel Research and Development*, 9(9), 861–867.

Ajibike, W. A., Adeleke, A. Q., Muuka, G. N., Bamgbade, J. A., Darun, M. R., & Moshood, T. D. (2022). Impacts of oil and gas internal risk factors on project success: Moderating role of government support. *Construction Economics and Building*, 22(1), 1–15. https://doi.org/10.5130/AJCEB.v22i1.7842

Batini, C., Cappiello, C., Francalanci, C., & Maurino, A. (2009). Methodologies for data quality assessment and improvement. *ACM Computing Surveys*, 41(3), 16. https://doi.org/10.1145/1541880.1541883

Chanal, P. M., & Kakkasageri, M. S. (2024). Blockchain-based data integrity framework for internet of things. *International Journal of Information Security*, 23, 455–468. https://doi.org/10.1007/s10207-023-00719-6

Cichy, C., & Rass, S. (2019). An overview of data quality frameworks. *IEEE Access*, 7, 24634–24648. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2899751

Deepa, N., Pham, Q. V., Nguyen, D. C., Bhattacharya, S., Prabadevi, B., Gadekallu, T. R., & Pathirana, P. N. (2022). A survey on blockchain for big data: Approaches, opportunities, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 131, 209–226. https://doi.org/10.1016/j.future.2022.01.017

DeLone, W. H. & McLean, E. R. (2016). Information systems success measurement. *Foundations and Trends® in Information Systems*, 2(1), 1-116.

Ehrlinger, L., & Wöß, W. (2022). A survey of data quality measurement and monitoring tools. *Frontiers in Big Data*. https://doi.org/10.3389/fdata.2022.850611

Elshaboury, N., Al-Sakkaf, A., Alfalah, G., & Abdelkader, E. M. (2022). Data-driven models for forecasting failure modes in oil and gas pipes. *Processes*, 10(2), 400. https://doi.org/10.3390/pr10020400

Florescu, I. (2022). Examining the behavioral dynamics of the developed stock market in Italy: A case study for the sample period 2006–2022. *International Journal of Business Quantitative Economics and Applied Management Research*, 7(5), 1–9.

Guizhi, M., Zhongbo, L., Zhanmin, Z., Xuefeng, J., Weiyi, X., & Shuai, W. (2021). Research and application of big data analysis for oil and gas production. In *2021 IEEE 2nd International Conference on Big Data, Artificial Intelligence and Internet of Things Engineering (ICBAIE)* (pp. 377–381). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICBAIE52039.2021.9389892

Kang, J., Al Masry, Z., Varnier, C., Mosallam, A., & Zerhouni, N. (2024). A data quality management framework for equipment failure risk estimation: Application to the oil and gas industry. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 136, 108834. https://doi.org/10.1016/j.engappai.2024.108834

Kaupke, K., & zu Knyphausen-Aufseß, D. (2023). Sustainability and firm value in the oil and gas industry—A vicious circle? *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 31(1), 370–384. https://doi.org/10.1002/csr.2409

Khalaf, A. H., Xiao, Y., Xu, N., Wu, B., Li, H., Lin, B., ... & Tang, J. (2024). Emerging AI technologies for corrosion monitoring in oil and gas industry: A comprehensive review. *Engineering Failure Analysis*, 155, 107735. https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2023.107735

Kim, S., Pérez-Castillo, R., Caballero, I., & Lee, D. (2022). Organizational process maturity model for IoT data quality management. *Journal of Industrial Information Integration*, 27, 100256. https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100256

Lawal, S. L., & Afolalu, S. A. (2024). Environmental impact assessment in asset integrity management: Sustainable practices in oil and gas facilities. In *2024 International Conference on Science, Engineering and Business for Driving Sustainable Development Goals (SEB4SDG)* (pp. 1–5). IEEE. https://doi.org/10.1109/SEB4SDG60871.2024.10630251

LTI Mindtree. (2020). Data quality management & analytics techniques in upstream. https://www.ltimindtree.com/wpcontent/uploads/2020/08/Data-Quality-ManagementWP.pdf?pdf=download

Lv, X., Qin, C., Jing, A., Sun, Y., Guan, Q., Ran, Y., ... & Hou, Z. (2023). Data resources catalog creation method across oil and gas industry chain. In *2023 11th International Conference on Information Technology: IoT and Smart City (ITIoTSC)* (pp. 33–41). IEEE. https://doi.org/10.1109/ITIoTSC60379.2023.00014

Mansouri, T., Sadeghi Moghadam, M. R., Monshizadeh, F., & Zareravasan, A. (2023). IoT data quality issues and potential solutions: a literature review. *The Computer Journal*, 66(3), 615-625. https://doi.org/10.1093/comjnl/bxab183

Marxer, R., Hugel, V., Prud'Homme, K. P., Batista, P., Aviles, J. V. M., Pascoal, A., ... & Schjølberg, I. (2021). Marine and maritime intelligent robotics (MIR). In *OCEANS 2021: San Diego – Porto* (pp. 1–7). IEEE. https://doi.org/10.23919/OCEANS44145.2021.9706122

Ng, S. C. H., Ho, G. T. S., & Wu, C. H. (2023). Blockchain-IIoT-big data aided process control and quality analytics. *International Journal of Production Economics*, 261, 108871. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108871

Paramesha, M., Rane, N. L., & Rane, J. (2024). Big data analytics, artificial intelligence, machine learning, internet of things, and blockchain for enhanced business intelligence. *Partners Universal Multidisciplinary Research Journal*, 1(2), 110–133. https://doi.org/10.5281/zenodo.12827323

Patel, K. (2021). Quality assurance in the age of data analytics: Innovations and challenges. *International Journal of Creative Research Thoughts*, 9(12), f573–f578.

Patel, K. (2024). Exploring the combined effort between software testing and quality assurance: A review of current practices and future. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 11(9), 522–529.

Petrenko, Y., Denisov, I., & Metsik, O. (2022). Foresight management of national oil and gas industry development. *Energies*. https://doi.org/10.3390/en15020491

Sargiotis, D. (2024). Data quality management: Ensuring accuracy and reliability. In *Data governance: A guide* (pp. 197–216). Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-67268-2_5

Shahbazi, Z., & Byun, Y. C. (2021). Integration of blockchain, IoT and machine learning for multistage quality control and enhancing security in smart manufacturing. *Sensors*, 21(4), 1467. https://doi.org/10.3390/s21041467

Sidi, F. (2012). Data quality: A survey of data quality dimensions. In *2012 International Conference on Information Retrieval & Knowledge Management* (pp. 300–304). IEEE. https://doi.org/10.1109/InfRKM.2012.6204995

Singh, A. P. A. (2022). Strategic approaches to materials data collection and inventory management. *International Journal of Business Quantitative Economics and Applied Management Research*, 7(5).

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(3), 238–248. https://doi.org/10.1016/j.ptlrs.2021.05.009

Srinivas, R., Swamy, D. R., & Nanjundeswaraswamy, T. S. (2020). Quality management practices in oil and gas industry. *International Journal of Quality Research*, 14(2), 481–496. https://doi.org/10.24874/IJQR14.02-06

Thota, S. A. S. R. (2024). Collaborative filtering and knowledge graphs for data discovery. *International Research Journal of Modern Engineering and Technology Science*, 6(5), 8679–8692. https://doi.org/10.56726/IRJMETS56957

Thota, S. A. S. R. (2024). Neurosymbolic AI for explainable recommendations in frontend UI design—Bridging the gap between data-driven and rule-based approaches. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 11(5), 766–775. https://www.irjet.net/archives/V11/i5/IRJETV11I5107.pdf

Uma, M., & Deepa, D. V. B. (2018). Big data analytics in data mining—A review. *International Journal of Applied Engineering Research*, 13(15), 11826–11829.

Vancauwenbergh, S. (2019). Data quality management. In *Scientometrics: Recent advances*. https://doi.org/10.5772/intechopen.86819

Zakizadeh, M. (2024). Data analysis and management in the oil & gas industry. *ResearchGate*, 2–7. https://www.researchgate.net/publication/382114347_Data_Analysis_and_Management_in_the_Oil_Gas_Industry

Zhang, L., Jeong, D., & Lee, S. (2021). Data quality management in the internet of things. *Sensors*, 21(17), 5834. https://doi.org/10.3390/s21175834

# Innovations in Data Quality Management in the Oil and Gas Industry

**Alireza Shahraki** [*1]
*Associate Prof., Department of Industrial Engineering*, Faculty of Shahid Nikbakht Engineering, *University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran*

**Farid Shahraki Moghadam**
*MSc. Student, Department of Industrial Engineering, Faculty of Shahid Nikbakht Engineering, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran*

## Abstract
Data analytics offers a wide range of services to assist the oil and gas sector in developing reliable and secure processes. The information and data derived from these processes form the backbone of modern operations and business decisions. Data quality management in the oil and gas industry is crucial for ensuring operational efficiency, safety, and regulatory compliance. In an industry known for its complexity and scale, having high-quality data is vital for minimizing risks, maximizing productivity, and enabling informed decision-making. This study focuses on data quality management by examining the impact of innovative technologies such as big data analytics, machine learning, the Internet of Things (IoT), and blockchain, which play a significant role in addressing data quality challenges. To this end, a theoretical model was tested using partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) based on a sample of 319 companies operating in the oil and gas sector. The results indicate that big data analytics, machine learning, IoT, and blockchain have a positive and significant effect on data quality management in the oil and gas industry. This study contributes to the ongoing discourse on data quality management by providing a comprehensive analysis of current strategies and future directions, thereby enhancing the sustainability and competitiveness of oil and gas companies in a data-driven environment.

**Keywords:** Data quality management, Oil and Gas industry, Internet of Things (IoT), Machine learning, Blockchain, Big data analytics

1. Corresponding Author: shahrakiar@hamoon.usb.ac.ir