



مدل استراتژی مدیریت زنجیره تامین جهت ارزیابی قابلیت های صنعت پتروشیمی با رویکرد In4

پژمان شفیعی

دانشجوی دکتری، گروه مدیریت، دانشکده اقتصاد و مدیریت، واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران

سعید رازقی (نویسنده مسئول)

استادیار، گروه مدیریت، دانشکده اقتصاد و مدیریت، واحد شیراز، شیراز، ایران

Email: saeed.razeghi@iau.ac.ir

سید جواد ایرانبان

دانشیار، گروه مدیریت، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

سیروس کشاورز

استادیار، مرکز مطالعات مدیریت، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۰۱ # تاریخ پذیرش ۱۴۰۴/۰۵/۳۱

چکیده

هدف از این پژوهش، ارائه یک مدل استراتژی مدیریت زنجیره تامین به منظور ارزیابی قابلیت های صنعت پتروشیمی با رویکرد In4 است. این مطالعه از نوع کاربردی و کیفی بوده و با بهره گیری از روش تحلیل تم، از طریق مصاحبه با ده خبره، به شناسایی و طبقه بندی قابلیت های کلیدی در زنجیره تامین پرداخته است. مدل طراحی شده بر پنج بُعد حیاتی تمرکز دارد: انعطاف پذیری، پایداری، نوآوری، شفافیت و هماهنگی؛ که هر بُعد با مجموعه ای از ۱۵ شاخص عملیاتی تعریف شده است. نتایج حاکی از آن است که استراتژی مبتنی بر این پنج قابلیت می تواند به ارتقاء بهره وری عملیاتی، کاهش ریسک های سیستماتیک، و به حداقل رساندن اثرات زیست محیطی منجر شود؛ به گونه ای که شکاف میان رویکردهای نظری و کاربرد واقعی در صنعت پتروشیمی کاهش یابد. مدل پیشنهادی به عنوان یک چارچوب تصمیم گیری جامع، این امکان را برای مدیران، سیاست گذاران و سایر ذی نفعان فراهم می سازد تا نقاط قوت و ضعف زنجیره تامین خود را به طور دقیق ارزیابی کرده و مسیرهای بهینه سازی استراتژیک را ترسیم کنند. اجرای این راهبرد، زمینه ساز شکل گیری زنجیره های تامین منعطف تر، پایدارتر و نوآورانه تر خواهد بود؛ به طوری که صنعت پتروشیمی توان مقابله مؤثر با نوسانات بازار، الزامات زیست محیطی و تحولات فناورانه را خواهد داشت.

کلمات کلیدی: استراتژی، زنجیره تامین، قابلیت ها، صنعت پتروشیمی.

۱- مقدمه

زنجیره‌های تأمین در بخش تولید طی قرن بیست و یکم نسبت به گذشته پیچیده‌تر شده‌اند. ورود چهارمین انقلاب صنعتی (IN4) امکان اتوماسیون فرآیندهای تولید را به صورت یکپارچه و از طریق اینترنت اشیاء و سیستم‌های فیزیکی-سایبری فراهم می‌سازد (Ajayi & Laseinde, 2023). برای سازمان‌های معاصر، زنجیره‌های تأمین مدرن به عنوان منبع قابل توجهی از ارزش شناخته می‌شوند. این ارزش را می‌توان از طریق مدیریت راهبردی زنجیره تأمین و فراتر از ارائه اطلاعات، کالاها و خدمات، به اشکال پایدارتر و ارزشمندتر برای طیف وسیعی از ذی‌نفعان ارتقاء داد. در واقع، حوزه مدیریت زنجیره تأمین همچنان با تحولات عمده‌ای مواجه است؛ چراکه افزایش عدم اطمینان، نوسانات و ریسک، چالش‌های فراوانی را در محیط کسب‌وکار جهانی ایجاد می‌نماید. در چنین شرایطی، زنجیره‌های تأمین به صورت فزاینده‌ای پیچیده و طولانی شده‌اند (Nadira Abdul Rasib, 2023). ظهور فناوری‌های بلاک‌چین نیز شیوه‌های مدیریت زنجیره‌های تأمین متعارف را دگرگون کرده است. به دلیل پیچیدگی تعامل با تعداد زیادی از بازیگران در شبکه‌های تأمین، زنجیره‌های تأمین معاصر با محدودیت‌هایی در دیدپذیری، شفافیت و پاسخ‌گویی مواجه هستند. همچنین، چالش‌های مرتبط با یکپارچگی و پایداری در این زنجیره‌ها رو به افزایش است. در این راستا، فناوری‌های بلاک‌چین می‌توانند نقشی کلیدی در بهبود قابلیت ردیابی، پاسخ‌گویی و پایداری شبکه‌های پیچیده زنجیره تأمین ایفا کنند (Ahmed Khan et al., 2022). انقلاب صنعتی چهارم در حوزه صنعت با عنوان Industry 4.0 شناخته می‌شود. این تحول، تغییری پویا در عملیات صنعتی، سیستم‌ها و فرآیندها ایجاد کرده که از طریق ادغام فناوری‌های نوین در تولید، موجب افزایش حداکثر بازده با حداقل مصرف منابع گردیده است (Asaturova, 2019). این انقلاب، مفهوم تولید هوشمند را به تصویر می‌کشد؛ سیستمی که فرایند ساخت را با استفاده از دیجیتالی‌سازی نسبت به تجربیات قبلی در قرن بیست و یکم تسهیل می‌کند. خطوط فناوری خودکار مورد استفاده در صنایع شامل رایانش ابری (CC)، اینترنت اشیاء و سیستم‌های فیزیکی-سایبری هستند (Ajayi & Laseinde, 2023). اتوماسیون سیستم‌ها و فرآیندها در صنعت مدیریت زنجیره تأمین، اهمیت راهبردی فزاینده‌ای را برای شرکت‌های تولیدی به همراه دارد؛ زیرا بر استانداردها، مدل‌های صنعتی و مرزهای سازمانی اثرگذار است (Herold et al., 2021). اینترنت اشیاء با فراهم ساختن امکان اتصال میان اشیای فیزیکی نظیر دستگاه‌ها، حسگرها، کنترل‌کننده‌ها و پردازنده‌های رایانه‌ای هوشمند، موجب تقویت دنیای متصل شده است. طبق گزارش گartner، پیش‌بینی می‌شد تا سال ۲۰۲۰ حدود ۵۸ میلیارد نقطه پایانی اینترنت اشیاء در حوزه‌های سازمانی و خودرویی مستقر گردد. سازمان‌های بیشتری نیز با تمرکز بر نتایج تجاری، به پذیرش این فناوری روی آوردند. یک گزارش تحقیقاتی نشان داد که ۷۱ درصد از شرکت‌ها در حال جمع‌آوری داده‌ها برای برنامه‌های مرتبط با اینترنت اشیاء هستند (Gartner report, 2020). صنعت نفت نیز نقش مؤثری در ساختار انرژی و اقتصاد جهانی ایفا می‌کند و برنامه‌ریزی در سطوح راهبردی و عملیاتی زنجیره تأمین آن، با هدف ارتقاء جایگاه رقابتی کشورها در سطح جهانی و رشد اقتصادی صورت می‌پذیرد (Zarrinpour & Omidvari, 2020). با توجه به اینکه بخش عمده‌ای از محصولات پایه پتروشیمی ایران برای صادرات در نظر گرفته شده‌اند، تمرکز بر بازارهای بین‌المللی جهت بررسی شرایط اقتصادی طرح‌های توسعه پتروشیمی ضرورتی اجتناب‌ناپذیر محسوب می‌شود. از این رو، بهره‌گیری از فناوری‌های نوین به عنوان عاملی کلیدی در دستیابی به نوآوری و اهداف توسعه‌ای، امری ضروری است (خمسه و صادقی، ۱۳۹۷).

از همین رو ضرورت طراحی یک مدل استراتژی برای مدیریت زنجیره تأمین پتروشیمی با رویکرد Industry 4.0 ناشی از پیچیده‌شدن ساختارهای تولید و افزایش وابستگی آن به فناوری‌های هوشمند است. ظهور فناوری‌هایی نظیر اینترنت اشیاء، بلاک‌چین و رایانش ابری، نیازمند بازتعریف شاخص‌های عملکردی زنجیره تأمین در سطح ملی و صادراتی است. با توجه به سهم بالای صادرات پتروشیمی در اقتصاد کشور، طراحی مدلی جامع می‌تواند راهبردهای پاسخ‌گویی به نوسانات بازار جهانی را نظام‌مند سازد. همچنین، اجرای چنین مدلی زمینه‌ساز ارتقاء پایداری، هماهنگی و بهره‌وری در زنجیره تأمین صنایع زیرساختی ایران خواهد

بود. لذا هدف از این پژوهش طراحی مدل استراتژی مدیریت زنجیره تامین جهت ارزیابی قابلیت های صنعت پتروشیمی با رویکرد In4 می باشد.

۲- روش پژوهش

الف) مرور ادبیات پژوهش

امروزه زنجیره تامین به عاملی مهم و حیاتی در بازارهای جهانی تبدیل شده است؛ به گونه ای که رقابت اصلی نه میان سازمان ها، بلکه بین زنجیره های تامین آن ها صورت می گیرد. بنابراین، اهمیت مفهوم مدیریت زنجیره تامین و عملکرد آن به یکی از پارادایم های قرن بیست و یکم برای ارتقای رقابت پذیری تبدیل شده و سازمان ها بیش از پیش به آن توجه نشان داده اند (Jamali & Karimi Asl, 2018). با توسعه کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات در صنعت و خدمات، توانایی تشخیص، ثبت و به روزرسانی اطلاعات افزایش یافته و قدرت کنترل و تصمیم گیری بهبود یافته است (Means, 2017). بر اساس دیدگاه (Meyer, 2020)، زنجیره تامین نمایان گر تلاش آگاهانه سازمان برای توسعه و اجرای مؤثرترین و کارآمدترین ساختار ممکن آن است. رقابت فزاینده در بازار، شرکت ها را به افزایش بهره وری و بهبود فعالیتهای و فرآیندهای عملیاتی سوق داده است. افزون بر این، بسیاری از شرکت ها نیاز به ادغام عملیات و فعالیتهای اصلی خود با تامین کنندگان و توزیع کنندگان کلیدی در زنجیره تامین را احساس کرده اند (Meyer, 2020). یک زنجیره تامین معمولی شامل تامین کنندگان، تولیدکنندگان، فروشندگان و خرده فروشان تا مصرف کننده نهایی است که هدف نهایی آن، تطبیق تقاضا و عرضه می باشد. این فرآیند ارزش آفرینی سازمان یافته، از تهیه مواد خام تا رسیدن محصول به مصرف کننده نهایی، با استفاده از برنامه ریزی منابع سازمانی قابل اجرا است. سیستم های اطلاعاتی در این فرآیند مزایای قابل توجهی دارند؛ از جمله افزایش راندمان، بهره وری بالا، حداقل شدن ساعات کاری، کاهش هزینه ها و ضایعات، و بهینه سازی موجودی. مدیریت زنجیره تامین به شرکت ها کمک می کند تا در محیط های پویا و رقابتی بازار جهانی عملکرد مؤثری داشته باشند. هدف اصلی زنجیره های تامین، ادغام فعالیتهای متنوع درون سازمانی و بین سازمانی برای خلق ارزش بیشتر برای مشتریان است. پیشرفت های فناورانه نیز موجب بهبود جریان اطلاعات شده اند. از این رو، چارچوبی یکپارچه برای سیستم زنجیره تامین می تواند به تحقق اهداف بلندمدت، کوتاه مدت و عملیاتی در نهادهای آموزشی و سازمانی کمک نماید (Ajayi & Laseinde, 2023).

پایداری زنجیره تامین در شرکت ها مستلزم برخورداری از زیرساخت های فناوری اطلاعات و نوآوری های دیجیتال نظیر بلاک چین و اینترنت اشیا است. زیرساخت فناوری اطلاعات، مجموعه ای از اجزای فناورانه ای است که امکان بهره برداری از سیستم های اطلاعاتی و مدیریتی را در یک شرکت فراهم می سازد. این زیرساخت به عنوان پایه ای برای توسعه سیستم های دیجیتال و نوآوری های تجاری عمل کرده و از طریق تعاملات ارتباطی و فرآیندهای عملیاتی، فعالیتهای مختلف تجاری را پشتیبانی می کند و بر عملکرد کلی شرکت تأثیرگذار است. فناوری اطلاعات با تسهیل اشتراک گذاری داده ها و پشتیبانی از فرآیندهایی همچون منبع یابی، تهیه سفارش و انجام آن، موجب تقویت روابط بین تامین کنندگان و مشتریان می شود (Anastasia et al., 2024). امروزه فناوری با پیچیدگی های فزاینده ای روبه رو شده و در تمام ابعاد این حوزه به رشد خود ادامه می دهد. توسعه فناوری در راستای تسهیل و ارتقای کارایی فرآیندهای سیستمی ادامه دارد. انقلاب صنعتی چهارم باعث شده است تا کلیه فرآیندهای مدیریت زنجیره تامین به صورت مؤثر و کارآمد اجرا شوند. این مدیریت اکنون با فناوری های چهارمین انقلاب صنعتی ادغام شده و فرآیندهای زنجیره تامین را برای دستیابی به یکپارچگی جامع، نوآور می سازد. چهارمین انقلاب صنعتی در اجرا از فناوری های متعددی بهره می گیرد؛ از جمله رایانش ابری، داده های بزرگ، هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، ربات ها و پهپادهایی که از یادگیری ماشینی استفاده می کنند. مزایای این انقلاب صنعتی عبارتند از یکپارچگی فرآیندها، حفظ کیفیت محصول و خدمات، ارتقاء ایمنی کارکنان، فراهم سازی محیطی پاک و پایدار، و بهبود مستمر عملکرد. تحول دیجیتال این امکان را فراهم می سازد تا صنایع گوناگون، محصولات و خدمات نوآورانه خود را با بالاترین کیفیت و کمترین هزینه تولید نمایند (Albert Darius, 2023). در تولید مدرن، فناوری های دیجیتال چهارمین انقلاب صنعتی ارتباط و اتصال بلادرنگ میان اشیایی مانند دستگاه ها، ماشین آلات و بسته بندی های مجهز به نرم افزار و حسگر را فراهم می آورند (Eslami et al., 2021). چهارمین

انقلاب صنعتی دربرگیرنده نوآوری‌هایی مانند اینترنت اشیا، داده‌های بزرگ، رایانش ابری، یادگیری ماشینی، بلاک‌چین و سیستم‌های فیزیکی-سایبری است که در سراسر زنجیره تامین به صورت یکپارچه پیاده‌سازی شده‌اند (Abideen et al., 2021؛ Belhadi et al., 2022). اینترنت اشیا نیز با اتصال اشیای متنوع از طریق زیرساخت‌های پیشرفته، دستیابی به داده‌ها را تسهیل می‌کند (Kazancoglu et al., 2022؛ Khan et al., 2023).

(ب) پیشینه تجربی

مطالعات متعددی بر تأثیرات مثبت فناوری‌های دیجیتال پیشرفته نظیر اینترنت اشیا، بلاک‌چین، تجزیه و تحلیل داده‌ها و رایانش ابری بر افزایش انعطاف‌پذیری زنجیره تامین تأکید داشته‌اند. این فناوری‌های مبتنی بر داده همچون بلاک‌چین و داده‌های بزرگ، ظرفیت تسهیل همکاری‌های پیشرفته در بخش‌های مختلف را دارا بوده و در تلاش‌های راهبردی مانند توسعه محصولات جدید نقش اساسی ایفا می‌کنند. افزون بر این، پیاده‌سازی فناوری بلاک‌چین با ارتقاء شفافیت، منبعی منحصربه‌فرد و ایمن از اطلاعات قابل تأیید ارائه می‌دهد. گسترش استفاده از دستگاه‌های اینترنت اشیا (IoT) نیز زنجیره تامین را برای جمع‌آوری و تحلیل داده‌های مرتبط با محیط‌های تجاری پویا تجهیز می‌کند. همچنین، به‌کارگیری اینترنت اشیا و رایانش ابری نقش مؤثری در بهبود افق دید اطلاعاتی و افزایش سازگاری داده‌ها در سراسر زنجیره تامین دارد و زمینه‌ساز تسهیل یکپارچگی عملیاتی در این زنجیره‌ها می‌گردد. این پیشرفت‌های فناورانه موجب ارتقاء دقت مدیریتی شده و انعطاف‌پذیری بیشتری را در زنجیره تامین فراهم می‌آورد. علاوه بر این، قابلیت‌های سازگاری ارائه‌شده توسط این فناوری‌ها می‌توانند موجب تسریع تحول و بازآفرینی کسب‌وکار گردند و به صورت مؤثر بر چابکی زنجیره تامین اثرگذار باشند. این فناوری‌ها همچنین ظرفیت بازآرایی خطوط تولید را از طریق ماژول‌های کوپل و جداسازی فراهم کرده و انعطاف‌پذیری فرآیندهای تولیدی را به طور جامع تقویت می‌نمایند. از طریق یکپارچه‌سازی دیجیتال، شرکت‌ها قادر خواهند بود خود را در پردازش اطلاعات افزایش داده و انطباق سریع‌تری با نوسانات و تغییرات بازار ایجاد کنند (Matarnah et al., 2024).

ماتارنه و همکاران (۲۰۲۴) پژوهشی را با عنوان فن آوری های صنعت ۴.۰ و هم افزایی اقتصاد دورانی: افزایش پایداری شرکت از طریق یکپارچگی و انعطاف پذیری زنجیره تامین پایدار انجام دادند. بر اساس یک بررسی جامع از ۲۵۶ سازمان تولیدی، این مطالعه بر اهمیت یکپارچه‌سازی قابلیت‌های پویا مانند زنجیره تامین سبز و مدیریت زنجیره تامین پایدار در استراتژی‌های صنعت ۴.۰ و اقتصاد دورانی تأکید می‌کند. داده‌های جمع‌آوری‌شده تأثیر دگرگون‌کننده زنجیره تامین سبز، مدیریت زنجیره تامین پایدار، و صنعت ۴.۰ را بر افزایش قابلیت‌های اقتصاد دورانی و ارتقای پایداری شرکت نشان داد (Matarnah et al., 2024). بهادر کومار (۲۰۲۴) پژوهشی را با عنوان نقش مدیریت زنجیره تامین امن با بلاک چین با استفاده از اینترنت اشیا صنعتی برای تشخیص ناهنجاری در 6G انجام داد. برای انجام این کار، ساخت یک معماری سیستمی فراگیر ضروری بود، که شامل یکپارچه سازی فناوری بلاک چین، پیاده سازی دستگاه های اینترنت اشیا صنعتی و تنظیم قراردادهای هوشمند برای تضمین ایمنی تراکنش های زنجیره تامین می شد. نتایج نشان داد که رویکرد پیشنهادی چقدر خوب کار کرد تا داده‌های بی‌درنگ منسجم و دقیق را ارائه دهد، و تشخیص ناهنجاری را در زنجیره تامین فعال با 6G بهبود بخشید (Bahadur Kunwar et al., 2024). راج و همکاران (۲۰۲۴) پژوهشی را با عنوان "آمادگی صنعت ۴.۰: تأثیر اجرای موثر I4.0 بر عملکرد بازاریابی" اجرا نمودند. بدین منظور پرسشنامه ای تهیه و برای ۳۱۱ نمونه از شرکت های تولیدی ارسال و داده ها از طریق مدل سازی معادلات ساختاری حداقل مربعات جزئی تحلیل شد. نتایج نشان داد که اجرای کارآمد صنعت ۴.۰ می تواند با تأثیر مثبت بر وفاداری مصرف کننده و افزایش وفاداری مشتری عملکرد بازاریابی را بهبود بخشد. سفارشی سازی محصول نیز به طور مثبتی افزایش می یابد (Raj et al., 2024).

آجایا و لازینده (۲۰۲۳)، در پژوهشی با عنوان مروری بر استراتژی مدیریت زنجیره تامین چهارمین انقلاب صنعتی برای ارزیابی پتانسیل ها و کمبودهای صنعت تولید به بررسی تأثیر استراتژی‌های پیاده‌سازی چهارمین انقلاب صنعتی و مدیریت زنجیره تامین و با در نظر گرفتن فرصت‌ها و تهدیدهای بالقوه پارادایم صنعتی چهارم، پرداختند. یک مرور ادبیات جامع با بررسی مقالات علمی

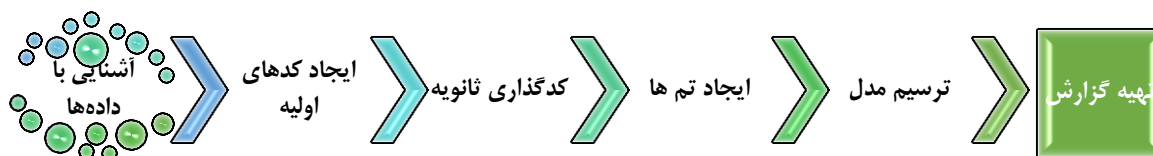
و گزارش های صنعتی موجود در مخازن جهانی برای کشف محرک ها و موانع کلیدی پذیرش چهارمین انقلاب صنعتی با استفاده از استراتژی مدیریت زنجیره تامین انجام شد. یافته های تحقیقات نشان داد که چهارمین انقلاب صنعتی با استفاده از استراتژی مدیریت زنجیره تامین، تهدیدها و فرصت های جدیدی را در صنایع تولیدی به ارمغان آورده است (Ajayi & Laseinde, 2023). آل یاسین و همکاران (۱۴۰۲) پژوهشی را با عنوان توسعه کسب و کارهای زنجیره تامین و افزایش مزیت رقابتی و عملکرد با سرمایه گذاری در فناوری بلاکچین اجرا نمودند. داده های جمع آوری شده از طریق پرسشنامه در بین ۲۴۶ نفر از حسابداران شاغل در شرکت های بورس اوراق بهادار تهران و استادان حسابداری بوسیله تحلیل مدلسازی معادلات ساختاری با مربعات جزیی و نرم افزار پی ال اس تحلیل شد. نتایج نشان داد که فناوری بلاکچین می تواند زنجیره تامین (سازگاری، تراز و جابجایی) را بهبود بخشد که منجر به مزیت رقابتی می شود که این نیز به عملکرد بهتر شرکت منتهی می شود (Alyasin et al., 2023). رنجبر ملک شاه و همکاران (۱۴۰۱) پژوهشی را با عنوان تکنولوژی بلاکچین برای مدیریت کارآمد زنجیره تامین روغن نباتی اجرا نمودند. به این منظور از روش تحلیل متقارن استفاده شد و اهمیت نسبی ویژگی ها و مطلوبیت ارزیابی بخشی سطوح، محاسبه گردید. براساس نتایج به دست آمده، ویژگی های "انجام به موقع سفارش و ارتباط نزدیک با تأمین کنندگان، شفافیت در کلیه تراکنش های فیزیکی، مالی و محصول، کاهش زمان بازپرسازی، سازگاری و برنامه ریزی، و تغییرناپذیری داده ها" به ترتیب بالاترین مطلوبیت را داشتند. (Ranjbar Malekshah et al., 2023).

مهری بابادی و همکاران (۱۴۰۱)، در پژوهشی به ارائه مدلی برای ارزیابی عملکرد زنجیره تامین لارج در صنایع نفت و گاز (مورد مطالعه: شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب) پرداختند. نتایج نشان داد که شیوه های فرهنگ مدیریت ریسک و برنامه ریزی پیشرفته منابع و گواهینامه ایزو ۱۴۰۰۱ و چشم انداز بلندمدت بازار در زنجیره تامین لارج نفت و گاز همگرا می باشند و باعث تقویت عملکرد زنجیره می گردند. مدل ارائه شده به مدیران صنعت و تصمیم گیرندگان کمک می کند که با اجرای شیوه های مدیریت زنجیره تامین لارج و بازطراحی زنجیره تامین و اتخاذ تدابیری متناسب با مدل ارائه شده، عملکرد زنجیره تامین را به طور قابل توجهی بهبود دهند (Mehri Babadi et al., 2022). کیقبادی (۱۴۰۰)، در پژوهشی به تبیین مدلی برای ارزیابی پایداری زنجیره تامین در صنایع نفت و گاز بر اساس مدل معادلات ساختاری پرداخت. نتایج نشان داد که متغیرهای عوامل خارجی، تعهد به پایداری و آمادگی مدیریت بر مدیریت زنجیره تامین پایدار در صنعت نفت و گاز، اثر گذارند، همچنین با عنایت به تحلیل نتایج، میزان تاثیر این عوامل نیز مقایسه شده است، که می تواند دستاوردی نو در صنعت نفت و گاز کشور باشد (Keyghobadi, 2021). قابلیت های زنجیره تامین مانند به اشتراک گذاری اطلاعات با شرکا، به طور معناداری می توانند باعث افزایش عملکرد زنجیره تامین گردند (Mehri Babadi et al., 2022). یک استراتژی زنجیره تامین موفق باید نحوه مدیریت کل مسیر محصول شما را از قبل از تولید تا لحظه ای که در دستان مشتری قرار می گیرد، مشخص کند. همچنین باید تکلیف فعالیت هایی مانند تولید، مدیریت تامین کننده، مدیریت موجودی و حمل و نقل را روشن کند. موضوع بسیار مهمی که باید به آن توجه کرد، این است که با به کارگیری چه استراتژی هایی، به توانمندسازی زنجیره تامین در راستای عملکرد بهتر می توان کمک کرد؟ لذا با توجه به پیشرفت تکنولوژی و ورود آن ها به بخش های مختلف تولید؛ اهمیت آنها در مدیریت زنجیره تامین این پژوهش به دنبال طراحی ارائه مدل استراتژی مدیریت زنجیره تامین جهت ارزیابی قابلیت های صنعت پتروشیمی با رویکرد In4 می باشد.

ج) روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از حیث نوع داده، کیفی است و به صورت مقطعی انجام شده است. جامعه آماری شامل متخصصان صنعت پتروشیمی کشور ایران و اساتید دانشگاهی دارای تجربه و دانش تخصصی در حوزه زنجیره تامین می باشد. نمونه گیری به روش قضاوتی هدفمند صورت گرفته و تعداد ۱۰ نفر از خبرگان به عنوان مشارکت کننده انتخاب شدند. روش پژوهش از نوع توصیفی-پیمایشی با طرح اکتشافی از نوع مقوله بندی بوده و داده های پژوهش از طریق ابزار مصاحبه باز و نیمه ساختاریافته گردآوری گردیدند. به منظور تحلیل داده ها از تکنیک تحلیل تم استفاده شده که یکی از روش های معتبر در پژوهش های کیفی به شمار می رود و در شش مرحله شامل: آشنایی با داده ها، تولید کدهای اولیه، استخراج و پالایش تم ها، تعریف و نام گذاری آن ها، و تهیه گزارش نهایی اجرا گردید (Braun & Clarke, 2006). این فرآیند ضمن سازمان دهی و تحلیل

داده‌های کیفی، امکان شناسایی و تفسیر الگوهای معنایی در پاسخ‌ها را فراهم ساخت و اعتبار نتایج از طریق بازبینی پژوهشگر دوم و تأیید مشارکت‌کنندگان تقویت شد. مراحل شش گانه تحلیل تم در پژوهش حاضر در شکل ۱ آورده شده است:



شکل شماره (۱): مراحل انجام تحلیل تم

۳- نتایج و بحث

(الف) ویژگی‌های جمعیت شناختی خبرگان

در این بخش در جدول (۱) ویژگی‌های جمعیت شناختی خبرگان مشارکت‌کننده در این پژوهش نشان داده شده است:

جدول شماره (۱): ویژگی‌های جمعیت شناختی خبرگان مورد پرسش					
گروه	تعداد	میانگین سن	میانگین سابقه کاری	تحصیلات	
				ارشد	دکتری
مدیران صنعت پتروشیمی	۵	۴۶/۳۳	۱۶/۲۵	۸۰٪	۲۰٪
اساتید دانشگاهی	۵	۵۰/۶۶	۲۰/۴۰	-	۱۰۰٪

در بررسی میانگین سن خبرگان مورد پرسش مشخص گردید که اساتید و خبرگان دانشگاهی با میانگین سنی ۵۰/۶۶ سال بیشترین رده سنی و مدیران صنعت پتروشیمی با ۴۶/۳۳ سال از کمترین رده سنی برخوردار هستند. همچنین در بررسی میانگین سابقه کاری اساتید و خبرگان دانشگاهی با ۲۰/۴۰ سال سابقه فعالیت دارای بالاترین میزان سوابق و مدیران صنعت پتروشیمی با ۱۶/۲۵ سال سابقه کاری کمتری نسبت به اساتید و خبرگان دانشگاهی دارند. از میان افراد مشارکت‌کننده در پژوهش حاضر ۶ نفر دارای مدرک دکتری تخصصی و ۴ نفر دارای مدرک کارشناسی ارشد بودند. در ادامه در جدول (۲) نمونه‌ای از متن یکی از مصاحبه‌ها آورده شده است.

(ب) تجزیه و تحلیل داده‌ها

جدول شماره (۲): نمونه‌ای از متن مصاحبه

متن مصاحبه

توسعه فرآیندها و فناوری‌های جدید در صنعت پتروشیمی با توجه به انقلاب صنعتی چهارم می‌تواند به افزایش کارایی استراتژی‌های مدیریت زنجیره تامین تأثیرات مثبت و اساسی داشته باشد. با استفاده از فناوری‌های جدید مانند اینترنت اشیاء (IoT)، هوش مصنوعی (AI) و اتوماسیون، فرآیندها در زنجیره تامین بهبود می‌یابند که این امر منجر به کاهش خطا، بهبود سرعت و دقت عملیات و افزایش بهره‌وری می‌شود. با استفاده از فناوری‌های جدید مانند بارکدگذاری، RFID و سامانه‌های مدیریت زنجیره تامین (SCM)، امکان پیگیری دقیق تر و ردیابی بهتر از محصولات و مواد در زنجیره تامین فراهم می‌شود که این امر به بهبود مدیریت موجودی، کاهش زمان تحویل و بهبود خدمات به مشتریان کمک می‌کند. توسعه فناوری‌های جدید می‌تواند بهبود هماهنگی بین اعضای زنجیره تامین و همچنین ارتباطات و تبادل اطلاعات را تسهیل کند که این امر به بهبود کیفیت همکاری و افزایش کارایی در زنجیره تامین منجر می‌شود. با استفاده از تحلیل داده‌های پیشرفته و هوش مصنوعی، امکان پیش‌بینی بهتر نیازها، روندها و مشکلات در زنجیره تامین و انجام تصمیم‌گیری بهینه‌تر فراهم می‌شود که این امر به بهبود استراتژی‌ها و کارایی در مدیریت زنجیره تامین کمک می‌کند.

کدگذاری اولیه و ثانویه: با توجه به متن مصاحبه ها نخست کدهای اولیه و باز استخراج گردید و سپس کدهای ثانویه با توجه به کدهای اولیه استخراج شد. کدهای ثانویه در روش تحلیل تم به مضامین، مفاهیم و الگوهایی اشاره دارند که در متن ها برای بیان و توصیف تم ها و الگوهای موجود استفاده می شوند. این کدها به عنوان نشانه هایی عمل می کنند که محققان در فرآیند تحلیل تم برای شناسایی و دسته بندی الگوهای مشابه استفاده می کنند. کدهای ثانویه به دست آمده از کدهای اولیه و باز استخراج شده از مصاحبه های انجام شده در پژوهش حاضر، در جدول (۳) گزارش شده است.

جدول شماره (۳): کدهای ثانویه استخراج شده

۱	تامین پایدار مواد اولیه	کاهش ریسک های تأمین مواد اولیه با تامین پایدار مواد اولیه افزایش انعطاف پذیری با دسترسی به منابع تحقق هدف های پایداری با تامین پایدار مواد اولیه افزایش کیفیت و قابلیت اطمینان با تامین پایدار مواد اولیه از منابع جهانی افزایش همکاری و شراکت با ایجاد روابط مستقیم و پایدار با تأمین کنندگان جهانی
۲	پاسخ سریع به تغییرات درخواست مشتری	تغییرات درخواست مشتری در محصولات خود افزایش انعطاف پذیری در ارائه خدمات با تغییرات درخواست مشتری کاهش زمان تحویل با تغییرات درخواست مشتری استفاده از فناوری و داده کاوی در تغییرات درخواست مشتری تقاضای پویا در تغییرات درخواست مشتری
۳	مدیریت ریسک در زنجیره تامین	مدیریت ریسک در زنجیره تامین در صنعت پتروشیمی کاهش احتمال خطرات با مدیریت ریسک شناسایی، ارزیابی و کاهش احتمال و تأثیرات خطرات مختلف در زنجیره تامین افزایش استحکام و پایداری با مدیریت ریسک ایجاد یک سیستم مقاوم تر و پایدارتر در زنجیره تامین بهبود برنامه ریزی با مدیریت ریسک افزایش انعطاف پذیری با مدیریت ریسک افزایش اعتماد با مدیریت ریسک
۴	حفظ روابط موثر و سالم با تامین کنندگان در صنعت پتروشیمی	حفظ روابط موثر و سالم با تامین کنندگان اطمینان از تأمین پایدار مواد اولیه و سایر خدمات مورد نیاز صنعت پتروشیمی کاهش احتمال انقطاع ها و تأخیرات در زنجیره تامین اشتراک دانش و نوآوری کاهش هزینه ها و بهبود کیفیت با ایجاد روابط موثر با تامین کنندگان انعطاف پذیری بیشتر با حفظ روابط موثر با تامین کنندگان بهبود اعتماد و تعهد با حفظ روابط موثر با تامین کنندگان
۵	بهینه سازی هزینه ها در زنجیره تامین صنعت پتروشیمی	بهینه سازی هزینه ها در زنجیره تامین صنعت پتروشیمی کاهش هزینه ها با بهینه سازی هزینه ها کاهش هزینه های عملیاتی در زنجیره تامین بهبود توانایی رقابتی سازمان ها در صنعت پتروشیمی افزایش توانایی مالی با کاهش هزینه ها افزایش کیفیت و عملکرد با بهینه سازی هزینه ها افزایش انعطاف پذیری با کاهش هزینه ها تحقق استراتژی های پایدار با بهینه سازی هزینه ها
۶	پاسخگویی به تغییرات محیطی در صنعت پتروشیمی	پاسخگویی به تغییرات محیطی در صنعت پتروشیمی انعطاف پذیری بیشتر با پاسخگویی به تغییرات محیطی بهبود پایداری با پیش بینی و پاسخگویی به تغییرات محیطی افزایش کارایی عملیاتی با پاسخگویی به تغییرات محیطی

ارتقاء نوآوری با تغییرات محیطی تطابق با استانداردها با تغییرات محیطی	
۷	سازماندهی بهتر و بهبود پروسه ها در صنعت پتروشیمی
سازماندهی بهتر و بهبود پروسه ها در صنعت پتروشیمی افزایش بهره‌وری با سازماندهی بهتر و بهبود پروسه ها کاهش هزینه‌ها با بهینه‌سازی و بهبود پروسه ها کاهش زمان تحویل با سازماندهی بهتر و بهبود پروسه ها افزایش کیفیت با اصلاح فرایندها و بهبود سازماندهی تحقق استراتژی‌های نوآورانه با بهبود پروسه ها و سازماندهی بهتر ارتقاء استراتژی‌های نوآورانه و پیشرفته در زمینه مدیریت زنجیره تامین	
۸	توسعه فرایندها و فناوری‌های جدید در صنعت پتروشیمی
توسعه فرایندها و فناوری‌های جدید در صنعت پتروشیمی افزایش اتوماسیون با استفاده از فناوری‌های جدید ارتقاء پیگیری و ردیابی با استفاده از فناوری‌های جدید مانند بارکدگذاری بهبود هماهنگی فرایندها با توسعه فناوری‌های جدید پیشرفت در پیش‌بینی و تصمیم‌گیری با استفاده از تحلیل داده‌های پیشرفته و هوش مصنوعی ارتقاء امنیت با بهره‌گیری از فناوری‌های جدید برای حفظ امنیت در زنجیره تامین	
۹	توسعه محصولات نوآورانه در صنعت پتروشیمی
توسعه محصولات نوآورانه در صنعت پتروشیمی افزایش ارزش افزوده محصولات با توسعه محصولات نوآورانه کاهش زمان توسعه محصول با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین افزایش انعطاف‌پذیری با محصولات نوآورانه بهبود هماهنگی با زنجیره تامین با توسعه محصولات نوآورانه منجر کاهش هزینه‌ها با محصولات نوآورانه ارتقاء پایداری با توسعه محصولات نوآورانه	
۱۰	هماهنگی در زیرساخت‌ها و فرایندها در صنعت پتروشیمی
هماهنگی در زیرساخت‌ها و فرایندها در صنعت پتروشیمی بهبود ارتباطات به دلیل هماهنگی در زیرساخت‌ها و فرایندها افزایش توانایی پاسخگویی به دلیل هماهنگی در زیرساخت‌ها و فرایندها کاهش تاخیرها و هدرها به دلیل هماهنگی مناسب، تاخیرها و هدرها در فرایندها بهبود هماهنگی تقاضا و عرضه به دلیل هماهنگی در زیرساخت‌ها و فرایندها استفاده بهینه از فناوری به دلیل هماهنگی در زیرساخت‌ها و فرایندها	
۱۱	هماهنگی در استراتژی‌های نوآورانه در صنعت پتروشیمی
هماهنگی در استراتژی‌های نوآورانه در صنعت پتروشیمی تطابق با نیازهای بازار با هماهنگی در استراتژی‌های نوآورانه تسهیل فرآیند نوآوری با هماهنگی مناسب در استراتژی‌های نوآورانه استفاده از فناوری‌های پیشرفته با هماهنگی در استراتژی‌های نوآورانه تسهیل همکاری و هماهنگی با هماهنگی در استراتژی‌های نوآورانه کاهش هزینه‌ها و زمان توسعه با هماهنگی در استراتژی‌های نوآورانه	
۱۲	هماهنگی با تامین‌کنندگان در صنعت پتروشیمی
هماهنگی با تامین‌کنندگان در صنعت پتروشیمی اطمینان از تامین منابع مورد نیاز با هماهنگی با تامین‌کنندگان کاهش ریسک‌ها و نوسانات با هماهنگی با تامین‌کنندگان ارتقاء کیفیت و نوآوری از طریق هماهنگی با تامین‌کنندگان افزایش همکاری و تعامل از طریق هماهنگی با تامین‌کنندگان کاهش هزینه‌ها و بهبود زمان تحویل از طریق هماهنگی با تامین‌کنندگان	
۱۳	توسعه کیفیت زنجیره تامین در صنعت پتروشیمی
توسعه کیفیت زنجیره تامین در صنعت پتروشیمی کاهش خطا و هدر رفت مواد با توسعه کیفیت زنجیره تامین تضمین پایداری تامین مواد با افزایش کیفیت زنجیره تامین	

ارتقاء استانداردها و فرآیندها با توسعه کیفیت زنجیره تامین
استفاده از فناوری های نوین با توسعه کیفیت زنجیره تامین
کاهش هزینه ها و زمان تحویل با توسعه کیفیت زنجیره تامین

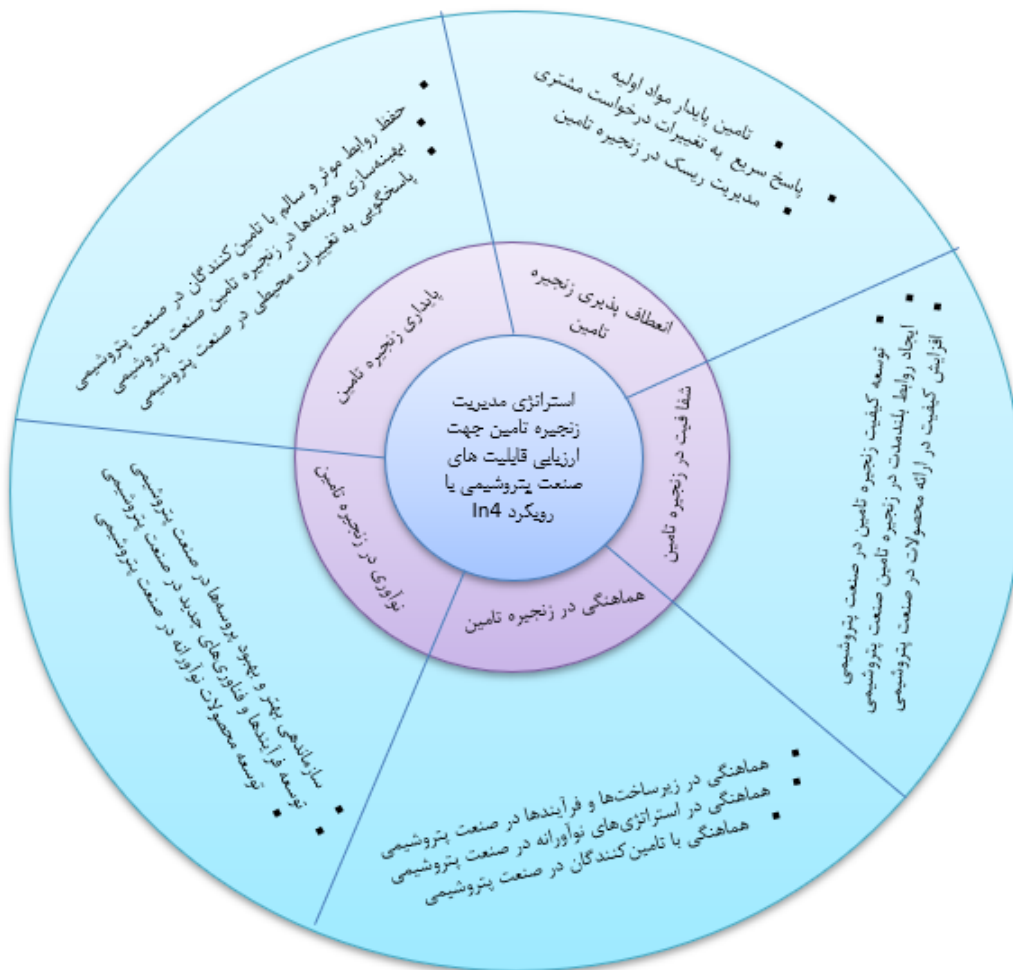
۱۴	ایجاد روابط بلندمدت در زنجیره تامین صنعت پتروشیمی	ایجاد روابط بلندمدت در زنجیره تامین صنعت پتروشیمی ایجاد اعتماد و پایداری با ایجاد روابط بلندمدت با تامین کنندگان تبادل اطلاعات و دانش با ایجاد روابط بلندمدت با تامین کنندگان توسعه همکاری و نقدشوندگی با ایجاد روابط بلندمدت با تامین کنندگان تعهد به همکاری بلندمدت با ایجاد روابط بلندمدت با تامین کنندگان کاهش هزینه ها و بهبود کیفیت با ایجاد روابط بلندمدت با تامین کنندگان
۱۵	افزایش کیفیت در ارائه محصولات در صنعت پتروشیمی	افزایش کیفیت در ارائه محصولات در صنعت پتروشیمی افزایش رضایت مشتریان با افزایش کیفیت محصولات کاهش هدر رفت مواد و افزایش بهره وری با ارائه محصولات با کیفیت تقویت روابط با تامین کنندگان با افزایش کیفیت محصولات استفاده از فناوری های نوین با افزایش کیفیت محصولات کاهش هزینه ها و زمان تحویل با افزایش کیفیت محصولات

در ادامه با توجه به کدهای ثانویه استخراج شده در مرحله قبل، تم ها مرتبط شناسایی شدند. و در جدول (۴) تم های به دست آمده، در این مرحله گزارش گردیده است.

جدول شماره (۴): تم های به دست آمده از کدهای ثانویه استخراج شده

ردیف	هدف	تم ها	کدهای ثانویه استخراج شده
۱	استراتژی مدیریت زنجیره تامین جهت ارزیابی قابلیت های صنعت پتروشیمی با رویکرد In4	انعطاف پذیری زنجیره تامین	تامین پایدار مواد اولیه
۲			پاسخ سریع به تغییرات درخواست مشتری
۳			مدیریت ریسک در زنجیره تامین
۴		پایداری زنجیره تامین	حفظ روابط موثر و سالم با تامین کنندگان در صنعت پتروشیمی
۵			بهینه سازی هزینه ها در زنجیره تامین صنعت پتروشیمی
۶			پاسخگویی به تغییرات محیطی در صنعت پتروشیمی
۷		نوآوری در زنجیره تامین	سازماندهی بهتر و بهبود پروسه ها در صنعت پتروشیمی
۸			توسعه فرآیندها و فناوری های جدید در صنعت پتروشیمی
۹			توسعه محصولات نوآورانه در صنعت پتروشیمی
۱۰		هماهنگی در زنجیره تامین	هماهنگی در زیرساخت ها و فرآیندها در صنعت پتروشیمی
۱۱			هماهنگی در استراتژی های نوآورانه در صنعت پتروشیمی
۱۲			هماهنگی با تامین کنندگان در صنعت پتروشیمی
۱۳		شفافیت در زنجیره تامین	توسعه کیفیت زنجیره تامین در صنعت پتروشیمی
۱۴			ایجاد روابط بلندمدت در زنجیره تامین صنعت پتروشیمی
۱۵			افزایش کیفیت در ارائه محصولات در صنعت پتروشیمی

در این پژوهش بعد اصلی قابلیت ها می باشد. همچنین تعداد ۹۵ کد اولیه از تعداد ۱۰ مصاحبه استخراج شد که از این تعداد کد اولیه، تعداد ۱۵ کد ثانویه و ۵ تم به دست آمد. مدل نهایی پژوهش در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل شماره (۲): مدل نهایی به دست آمده از کدهای ثانویه پژوهش

ج) بحث و نتیجه گیری

مدل ارائه شده در این پژوهش به عنوان یک چارچوب یکپارچه برای ارزیابی و ارتقاء عملکرد زنجیره تامین صنعت پتروشیمی طراحی شده و بر پنج مؤلفه حیاتی تمرکز دارد: انعطاف پذیری، پایداری، نوآوری، شفافیت، و هماهنگی. این ابعاد نه به صورت انتزاعی بلکه از طریق ۱۵ شاخص عملیاتی تعریف گردیده اند که قابلیت اندازه گیری و پیاده سازی را فراهم می سازند. در تحلیل عملکردی این مدل، بُعد انعطاف پذیری به عنوان پاسخ گوترین مولفه در مواجهه با نوسانات تقاضا، تغییرات بازار و اختلالات زنجیره تامین عمل می کند؛ و با بهره گیری از فناوری های نظیر اینترنت اشیا، یادگیری ماشینی و خطوط تولید ماژولار، امکان شخصی سازی محصول و بازتنظیم فرآیندها را فراهم می سازد. پایداری نیز در این مدل به صورت تلفیقی از ملاحظات زیست محیطی، مسئولیت اجتماعی و مصرف بهینه منابع دیده شده و با اجرای تکنولوژی هایی مانند انرژی تجدیدپذیر، مدیریت چرخه عمر محصول و فناوری بلاک چین، قابلیت عملیاتی پیدا می کند.

بُعد نوآوری در این مدل به استفاده سازمان یافته از ابزارهای انقلاب صنعتی چهارم اختصاص دارد؛ از جمله رایانش ابری، هوش مصنوعی، واقعیت افزوده و داده های بزرگ که به تحول دیجیتال در فرآیندهای پشتیبانی، تامین، تولید و تحویل کمک می کند. مولفه شفافیت با هدف افزایش قابلیت ردیابی، کنترل کیفیت، و افزایش اعتماد بین بازیگران زنجیره تعریف شده و فناوری هایی همچون بلاک چین و حسگرهای هوشمند نقش کلیدی در تحقق آن ایفا می کنند. نهایتاً، هماهنگی در مدل به هم راستاسازی

استراتژیک فرایندها و اطلاعات بین بخش های داخلی سازمان و شرکای خارجی زنجیره تأمین می پردازد و تحقق آن با استفاده از سیستم های برنامه ریزی منابع سازمانی و تبادل داده های استاندارد امکان پذیر است. از نظر کاربردی، این مدل نه تنها شرایط موجود را تحلیل می کند بلکه برای تصمیم گیرندگان صنعتی مسیرهای بهبود مشخصی ارائه می دهد. ویژگی بارز آن، پیوند دادن ساختارهای فناوری محور انقلاب صنعتی چهارم با رویکردهای مدیریتی در حوزه زنجیره تأمین است، که زمینه ساز سازگاری سازمان با تحولات محیطی، ارتقاء چابکی عملیاتی، و دستیابی به مزیت رقابتی پایدار خواهد بود.

مدل پیشنهادی این پژوهش با مطالعه Matarneh et al. (2024) هم راستا بوده و پایداری و یکپارچگی را به عنوان مؤلفه های محوری انقلاب صنعتی چهارم در زنجیره تأمین برجسته می کند. پژوهش Bahadur Kunwar (2024) نقش بلاک چین و IoT را در امنیت و شفافیت داده ها نشان داده که در بعد شفافیت مدل حاضر بازتاب دارد. همچنین یافته های Raj et al. (2024) درباره تأثیر انعطاف پذیری بر سفارشی سازی و وفاداری مشتری، مؤید ارزش بعد انعطاف پذیری در این مدل است. مطالعات داخلی همچون آل یاسین (۱۴۰۲)، رنجبر ملک شاه (۱۴۰۱)، بابادی (۱۴۰۱) و کیقبادی (۱۴۰۰) نیز از نظر چابکی، پایداری و کاربرد بلاک چین، با شاخص های عملیاتی این مدل هم راستایند و ظرفیت اجرایی آن را تقویت می کنند. (د)پیشنهادهای کاربردی

با توجه به نتایج این پژوهش پیشنهاد می شود پتروشیمی ها به موارد زیر بپردازند:

۱. استقرار سامانه هوشمند پایش عملکرد زنجیره تأمین در شرکت های پتروشیمی: با استفاده از داده های عملیاتی موجود در بخش های تولید، حمل و نقل و انبار، یک داشبورد تحلیلی بر اساس پنج بُعد مدل طراحی شود تا امکان نظارت بلادرنگ بر شاخص ها، تحلیل اختلالات و برنامه ریزی منابع فراهم گردد.
۲. استفاده از فناوری اینترنت اشیا (IoT) در پایش تجهیزات فرآیندی و لجستیکی: نصب حسگرهای هوشمند در خطوط تولید، واحدهای انتقال خوراک، و مخازن ذخیره به منظور پایش شرایط فیزیکی و ارسال داده های لحظه ای به مرکز کنترل، که منجر به افزایش شفافیت، پاسخ گویی و هماهنگی بین واحدها می شود.
۳. طراحی خطوط تولید انعطاف پذیر با امکان بازآرایی سریع در شرایط تحریم یا کمبود منابع: ایجاد زیرساخت های فنی برای تبدیل سریع خطوط تولید به فرمول های جایگزین با مواد اولیه مختلف، که باعث افزایش تاب آوری در برابر اختلالات و ارتقاء بُعد «انعطاف پذیری» مدل خواهد شد.
۴. راه اندازی کنسرسیوم دیجیتال پتروشیمی برای هماهنگی اطلاعاتی و عملیاتی بین شرکت ها: ایجاد بستر مشترک تبادل اطلاعات بین مجتمع های پتروشیمی، شرکت های بالادستی و واحدهای صادراتی، به منظور هم راستاسازی زمان بندی تولید، مدیریت مشترک موجودی و افزایش هماهنگی استراتژیک در زنجیره تأمین.
۵. به کارگیری بلاک چین برای ثبت و ایمن سازی تراکنش های صادراتی و تأمین: پیاده سازی پلتفرم بلاک چین داخلی برای ذخیره سازی قراردادهای، ثبت سفارشات و پیگیری تراکنش های مالی، به ویژه در تعاملات بین المللی، که علاوه بر افزایش شفافیت و امنیت داده ها، چابکی زنجیره تأمین را نیز ارتقاء خواهد داد.

(ه)پیشنهادهای پژوهشی

پیشنهاد می شود پژوهشگران در پژوهش های آتی خود به:

۱. بررسی تأثیر اینترنت اشیا بر انعطاف پذیری زنجیره تأمین پتروشیمی: در این پژوهش، نقش حسگرهای هوشمند در واحدهای تولید، حمل و ذخیره سازی بر افزایش واکنش پذیری عملیاتی بررسی می شود. هدف، تحلیل داده های لحظه ای برای تصمیم گیری در زمان واقعی و افزایش تاب آوری در برابر نوسانات بازار و تأخیرهای تأمین است.
۲. سنجش اثربخشی بلاک چین در افزایش شفافیت و ایمنی معاملات زنجیره تأمین صادراتی: با توجه به اهمیت شفافیت در مدل، این مطالعه به بررسی کاربرد بلاک چین در ثبت غیرقابل تغییر قراردادهای، تراکنش های مالی، و پیگیری سفارشات در صادرات محصولات پتروشیمی می پردازد. هدف، کاهش ریسک های مربوط به جعل، تأخیر و اختلافات تجاری است.

۳. تحلیل رابطه بین هماهنگی اطلاعاتی درون و برون سازمانی با عملکرد لجستیکی پتروشیمی‌ها: پژوهش به بررسی چگونگی هم‌سویی داده‌های بخش‌های تولید، فروش، حمل و انبار از طریق سیستم‌های ERP و MES می‌پردازد. هدف، کاهش دوباره‌کاری، هزینه‌های اضافی و افزایش بهره‌وری عملیاتی در زنجیره تأمین داخلی و بین‌سازمانی است.

۴. توسعه شاخص‌های بومی پایداری زنجیره تأمین پتروشیمی با رویکرد چندمعیاره: با توجه به تأکید مدل بر پایداری، این مطالعه به طراحی چارچوبی برای ارزیابی زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی عملکرد زنجیره تأمین می‌پردازد. روش‌هایی مانند AHP و TOPSIS برای رتبه‌بندی مجتمع‌ها از حیث پایداری توصیه می‌شود.

۵. ارزیابی آمادگی فرهنگی و سازمانی کارکنان پتروشیمی نسبت به پذیرش In4.0: این پژوهش عوامل رفتاری، روانی و ساختاری مؤثر بر پذیرش فناوری‌های نوین مانند یادگیری ماشینی، واقعیت افزوده و رباتیک را شناسایی می‌کند. هدف، تسهیل اجرای تغییرات دیجیتال و کاهش مقاومت در سطوح عملیاتی است.

۴-منابع

- Abideen, A.Z., Pyeman, J., Sundram, V.P., Tseng, M.-L., Sorooshian, S. (2021), Leveraging capabilities of technology into a circular supply chain to build circular business models: a state-of-the-art systematic review. *Sustainability*, 13(16), 8997. <https://doi.org/10.3390/su13168997>
- Adolf A., Berle c., Means, G. (2017). The modern corporation and private property, *Published by Routledge*, ISBN: 9780887388873.
- Ahmed Khan, S., Shujaat Mubarik, M., Kusi-Sarpong, S., Gupta, H., Zaman, S.I., Mobashar M. (2022), Blockchain technologies as enablers of supply chain mapping for sustainable supply chains, *Business Strategy and the Environment*. 2022;1–15, <https://doi.org/10.1002/bse.3029>
- Ajayi, M. O., & Laseinde, O. T. (2023), Promoting Viable Supply Chain Management (SCM) in the Nigeria Agro-Allied Industry Using Internet of Things, *Proceedings of Seventh International Congress on Information and Communication Technology, Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 447. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-1607-6_34
- Albert Darius, R. (2023), E-Supply Chain Management (Supply Chain 4.0), Vol2, https://www.researchgate.net/publication/372443454_ESupply_Chain_Management_Supply_Chain_40.
- Alyasin, S. S., Poorzamani, Z. Heidarpour, F. (2023), Developing supply chain businesses and increasing competitive advantage and performance by investing in blockchain technology, *Journal of Investment Knowledge*, 12(48), 415-446.
- Anastasia, P., Tarigan, Z.J.H., Siagian, H., Basana, S.R., Mohd, T. (2024), Assessing the role of green supply chain management on operational performance: mediating role of information technology infrastructure, internal and external integration Indonesian manufacturing, *Uncertain Supply Chain Management*, 12 (2024) 2227–2244. [10.5267/j.uscm.2024.6.008](https://doi.org/10.5267/j.uscm.2024.6.008)
- Asaturova, J. (2019), Peculiarities of development of industry 4.0 concept in Russia. IOP Conference Series: *Materials Science and Engineering*, 497(1), 12039. [10.1088/1757-899X/497/1/012039](https://doi.org/10.1088/1757-899X/497/1/012039)
- Bahadur Kunwar, F., Singh Singh, H., Yadav Yadav, R., K. (2024), Role of blockchain-enabled Secure Supply Chain management using IIoT for Anomaly detection in 6G, *Research Square Platform LLC*, <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3882212/v1>.

- Belhadi, A., Kamble, S., Gunasekaran, A., Mani, V. (2022), Analyzing the mediating role of organizational ambidexterity and digital business transformation on industry 4.0 capabilities and sustainable supply chain performance, *Supply Chain Management*, 27(6), 696-711. <https://doi.org/10.1108/SCM-04-2021-0152>.
- Eslami, M.H., Jafari, H., Achtenhagen, L., Carlbäck, J., Wong, A. (2021), Financial Performance and supply chain dynamic capabilities: the moderating role of Industry 4.0 Technologies. *Int. J. Prod. Res.* 1-18. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1966850>.
- Gartner report. Accessed September (2020), <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-08-29-gartner-says-5-8-billion-enterprise-and-automotive-io>
- Herold, D. M., Ćwiklicki, M., Pilch, K., & Mikl, J. (2021). The emergence and adoption of digitalization in the logistics and supply chain industry: an institutional perspective, *Journal of Enterprise Information Management*. 34 (6), 1917-1938. <https://doi.org/10.1108/JEIM-09-2020-0382>
- Jamali, G, Karimi Asl, E., (2018), Evaluation of competitive strategies of large supply chain management based on gap analysis in the cement industry. *Research in Production and Operations Management*, 9(1), 29-54. <https://doi.org/10.22108/jpom.2018.92479.0>
- Kazancoglu, Y., Ozbiltekin-Pala, M., Sezer, M.D., Kumar, A., Luthra, S. (2022), Circular dairy supply chain management through internet of things-enabled technologies. *Environ Sci Pollut Res*, <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17697-8>.
- Keyghobadi, A. R. (2021), Explain a model for evaluating supply chain sustainability in the oil and gas industry based on the structural equation model. *Journal of Human Capital Empowerment*, 4(2), 129-146. [20.1001.1.26456222.1400.4.2.5.4](https://doi.org/10.26456/222.1400.4.2.5.4)
- Khan, S.A.R., Piprani, A.Z. and Yu, Z. (2023), Supply chain analytics and post-pandemic performance: mediating role of triple-A supply chain strategies, *International Journal of Emerging Markets*, 18 (6), 1330-1354. <https://doi.org/10.1108/IJOEM-11-2021-1744>.
- Khamseh, A., Sadeghi, Y., (2018), The Development of Innovation Management Model in Petrochemical Companies Producing Polyethylene Products in Iran and prioritize the factors of using Analytic network process (ANP) fuzzy, *Journal of Management Accounting and Auditing Knowledge*, Volume 7, Issue 27, P. 163-180.
- Matarneh, S., Zahid Piprani, A., Matloob Ellahi, R., Ngoc Nguyen, D., Mai Le, T., Nazir, S. (2024), Industry 4.0 technologies and circular economy synergies: Enhancing corporate sustainability through sustainable supply chain integration and flexibility, *Environmental Technology & Innovation*, 35 (2024) 103723. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2024.103723>
- Mehri babadi, E. O., Iranzadeh, S. and fathi hafshejani, K. (2022). Presenting a Model for Evaluating LARG Supply Chain Performance in Oil and Gas Industries: A study on National Iranian South Oil Company). *Iranian journal of management sciences*, 17(65), 83-121.
- Meyer, T. (2020), Trade law and supply chain regulation in a post-COVID-19 world, *American Journal of International Law*, 114(4), 637-646. <https://doi.org/10.1017/ajil.2020.64>
- Nadira Abdul Rasib, N., F. (2023), Supply chain innovation bolstered up by supply chain model, *international journal of innovation and industrial revolution*, 5(13), 158-183. <https://doi.org/10.35631/IJIREV.513014>.
- Raj, R., Kumar, N., Kumsr, S., Verma, P. (2024), Industry 4.0 readiness: the impact of effective implementation of I4.0 on marketing performance, *Journal of Business & Industrial Marketing*, 39 (10), 2140-2154. <https://doi.org/10.1108/JBIM-05-2023-0289>
- Ranjbar Malekshah T, Mojaverian S M, Eshghie F, Shirzadi Laskookalayeh S, Raftani Amiri Z. (2023), Blockchain Technology for Efficient Management of Vegetable Oil Supply

- Chain, *Journal of food science and technology*, 2023; 19 (133) :309-325, <http://10.22034/FSCT.19.133.309>
- Zarrinpour, N., Omidvari, Z., (2020), Providing a robust optimization model for strategic and operational design of the oil supply chain. *Industrial Management Perspectives*, 10(4), 155-191. <https://doi.org/10.52547/jimp.10.4.155>

Supply Chain Management Strategy Model for Evaluating Petrochemical Industry Capabilities with an In4 Approach

Pezhman Shafiei

PhD candidate, Department of Management and Economics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Saeed Razeghi(Corresponding Author)

Assistant Professor, Department of management, Shiraz branch, Islamic Azad university, Shiraz, Iran.

Email: saeed.razeghi@iau.ac.ir

Seyed Javad Iranban

Associate Professor, Department of Management, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran.

Sirous keshavarz

Management Studies Center, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Abstract

This study aims to propose a strategic supply chain management model to assess the capabilities of the petrochemical industry within the framework of Industry 4.0. This applied and qualitative research employed thematic analysis through interviews with ten experts to identify and categorize key supply chain capabilities. The proposed model focuses on five critical dimensions: flexibility, sustainability, innovation, transparency, and coordination—each defined by a set of 15 operational indicators. The findings suggest that a strategy built upon these five capabilities can enhance operational efficiency, reduce systemic risks, and minimize environmental impacts, thereby narrowing the gap between theoretical frameworks and practical implementation in the petrochemical sector. As a comprehensive decision-making framework, the model enables managers, policymakers, and stakeholders to evaluate the strengths and weaknesses of their supply chains and map out strategic improvement paths. Implementation of this strategy may foster the development of more agile, resilient, and innovative supply chains, equipping the petrochemical industry to effectively confront market fluctuations, environmental requirements, and technological advancements.

Keywords: Strategy, Supply Chain, Capabilities, Petrochemical Industry.