



Identifying and Prioritizing Supply Chain Digitization Barriers Using the ISM Approach

Davood Karkabadi, Ali Tayyebi Rahani*

* Assistant Professor, Department of Management, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran

(Received: 16/10/2024, Revised: 06/01/2025, Accepted: 27/08/2025, Published: 21/09/2025)

DOR: 20.1001.1.20089198.1404.27.87.1.5

ABSTRACT

Digital supply chain is a type of information systems development and adoption of innovative technologies that enhances the integration and agility of the supply chain and, as a result, improves customer service and sustainable business performance. The main objective of this research is to identify and prioritize the barriers to supply chain digitalization using the ISM approach. This research is applied in terms of classification based on purpose and is a descriptive post-event research in terms of classification based on method. The sampling method of this research is purposive and 20 chemical industry experts and academic experts were surveyed. The data collection tool in this research is paired comparison questionnaires and the data collected were analyzed through interpretive structural technique. And the reliability of this issue was confirmed through classification and the results of the research showed; The obstacles of traditional management style, lack of training, cultural and organizational barriers, environmental barriers, lack of proper infrastructure, limited financial resources, and lack of awareness of the benefits of supply chain digitalization are among the most important obstacles to supply chain digitalization.

Keywords: Supply Chain Digitalization, ISM Approach

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license.

Publisher: Imam Hussein University

© Authors



* Corresponding Author Email: a_tayyebi_nmira@yahoo.com

شناسایی و اولویت بندی موانع دیجیتالی سازی زنجیره تامین با استفاده از رویکرد ISM در صنایع شیمیایی

داود کرک آبادی^۱، علی طیبی رهنی^{۲*}^۱- کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران ^۲- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران

DOR:20.1001.1.20089198.1404.27.87.1.5

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۰۵

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۶/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۲۵

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۰/۱۷

چکیده

زنجیره تامین دیجیتال نوعی از توسعه سیستم های اطلاعاتی و پذیرش فناوری های نوآورانه می باشد که یکپارچگی و چابکی زنجیره تامین را تقویت می کند و در نتیجه خدمت رسانی به مشتری و عملکرد پایدار کسب و کار را بهبود می بخشد. هدف اصلی این پژوهش شناسایی و اولویت بندی موانع دیجیتالی سازی زنجیره تامین با استفاده از رویکرد ISM می باشد. این پژوهش به لحاظ طبقه بندی بر مبنای هدف، کاربردی است و به لحاظ طبقه بندی بر مبنای روش یک تحقیق توصیفی از نوع پس رویدادی است. روش نمونه گیری این پژوهش هدفمند می باشد و ۲۰ نفر خبرگان صنایع شیمیایی و خبرگان دانشگاهی نظرسنجی شد. ابزار گردآوری داده ها در این پژوهش پرسشنامه های مقایسات زوجی است و داده های گردآوری شده از طریق تکنیک ساختاری تفسیری مورد تحلیل قرار گرفتند. و پایایی این مهم از طریق تصنیف مورد تایید قرار گرفت و نتایج حاصل از تحقیق نشان داد؛ موانع سبک مدیریت سنتی، عدم آموزش، موانع فرهنگی و سازمانی، موانع محیطی، عدم وجود زیرساخت های مناسب، محدودیت منابع مالی، عدم آگاهی از مزایای دیجیتالی سازی زنجیره تامین از مهمترین موانع دیجیتالی سازی زنجیره تامین می باشد.

واژه های کلیدی: دیجیتالی سازی زنجیره تامین، تحقیق توصیفی

۱- مقدمه

دیجیتالی سازی زنجیره تامین شیوه های مشارکتی و تعامل میان شرکای زنجیره تامین را از طریق شبکه های از فعالیت های به هم پیوسته با استفاده از فناوری های جدید تغییر می دهد [۱]. دیجیتالی سازی زنجیره تامین را می توان اینگونه تعریف کرد: "چگونگی بکارگیری فن آوری های دیجیتال پیشرفته در فرآیندهای زنجیره تامین که به قابلیت های عملیاتی و عملکرد بهتر بیانجامد". پیشرفت فناوری های دیجیتال ارتباطات و تعاملات را تغییر داده است و زنجیره های تامین از این قاعده مستثنی نیست [۲]. از طرف دیگر تأمین مواد اولیه شیمیایی در عصر دیجیتال با چالشها و فرصت های متعددی روبرو است. نوسانات قیمت، محدودیت های زنجیره تأمین، نیاز به سازگاری با مقررات زیست محیطی و کمبود نیروی کار ماهر از جمله چالش های اصلی هستند. اما از سوی دیگر، استفاده از فناوری اطلاعات، هوش مصنوعی، همکاری های بین المللی و تأکید بر پایداری به عنوان فرصت هایی برای بهبود تأمین مواد اولیه شیمیایی در نظر گرفته می شوند.

سیر صعودی جهانی شدن و افزایش سطح رقابت جهانی در دهه های اخیر، تأثیر شگرفی بر صنایع در سراسر جهان داشته است، به گونه ای که صاحب نظران علوم مدیریت در دنیای امروز که رقابت در بازارهای جهانی بیش از پیش افزایش یافته است، زنجیره تامین، به عنوان یکی از اصلی ترین عوامل موفقیت و رقابت پذیر شرکت ها مطرح می شود. با پیشرفت روز افزون فناوری های دیجیتالی و نوآوری ها، امکانات جدیدی برای بهبود و بهینه سازی زنجیره تامین فراهم شده است که تأثیر چشمگیری در عملکرد و عملیات شرکت ها دارند. و تأکید بر اهمیت این رویکرد در ارتقای کارایی، شفافیت، کاهش هزینه ها و بهبود ارتباطات درون زنجیره ای، دارد.

* رابانامه نویسنده مسئول: a_tayyebi_nmira@yahoo.com

مناسب برای دیجیتالی سازی زنجیره تامین موثر برمی انگیزد. مطالعات پیشین در دیجیتالی سازی زنجیره تامین بر هیچ صنعت خاصی متمرکز نبوده و موانع دیجیتالی شدن را در نظر نگرفته است. این امر مستلزم شناسایی موانع کلیدی و تجزیه و تحلیل روابط متقابل و تأثیرات آنها برای درک بهتر و اجرای موثر است. انقلاب در فن آوری های دیجیتال به سرعت در حال دگرگونی زنجیره تامین است. انطباق فناوری های نوآورانه درآمد و ارزش تجاری جدیدی ایجاد می کند [۸].

صنایع شیمیایی و پلیمر به عنوان تغذیه کننده بخش های مهم صنعت، نقش مهمی در موتور حرکتی اقتصاد کشور دارند. با توجه به بهبود شرایط و فعالیت های اقتصادی پس از بحران شیوع ویروس کرونا و به دنبال آن افزایش تقاضا برای محصولات پتروشیمی و مواد شیمیایی، زنجیره های تأمین شرکت های فعال در این صنعت اکنون با چالش و فشارهای زیادی روبه رو شده اند. دیجیتالی سازی یکی از ابزارهای موثر برای بهبود عملکرد زنجیره تامین می باشد و می تواند تا حدودی منجر به کاهش فشارهای مختلف بر زنجیره تامین شود. لذا این پژوهش با استفاده از نظر خبرگان صنایع شیمیایی به این سوال پاسخ می دهد که موانع دیجیتالی سازی زنجیره تامین در این صنایع چیست؟ اولویت این موانع با رویکرد ISM به چه صورت است؟ در بیان اهمیت انجام تحقیق؛ شناسایی و اولویت بندی موانع دیجیتالی سازی زنجیره تامین به دلایل متعددی می تواند مفید واقع شود:

۱. شناسایی مسائل و موانع: این تحقیقات کمک می کند تا مسائل و موانع موجود در فرآیند دیجیتالی سازی زنجیره تامین شناسایی شود. این شامل مواردی مانند نقاط ضعف سیستم فناوری اطلاعات موجود، مشکلات در فرهنگ سازمانی، موانع قانونی و موارد دیگر است.

۲. تعیین اولویت ها: با تحلیل دقیق موانع و مشکلات، می توان اولویت های مهم برای رفع آن ها را تعیین کرد. این امر کمک می کند تا منابع و زمان را بهتر تخصیص داد و فرآیند دیجیتالی سازی به طور کارآمدتری انجام گردد.

۳. بهبود عملکرد: با حذف یا کاهش موانع و مشکلات، عملکرد زنجیره تامین بهبود می یابد. این به افزایش کارایی، کاهش هزینه ها، افزایش سرعت عمل و بهبود رضایت مشتریان کمک می کند.

۴. سازماندهی بهتر منابع: با شناخت دقیق تر از موانع، می توان منابع را به طور بهینه تخصیص داد و به منظور اجرای پروژه های دیجیتالی سازی زنجیره تامین تخصیص دقیق تری صورت پذیرد. بنابراین، انجام تحقیق در این زمینه می تواند به بهبود کلی عملکرد و عملیات سازمان کمک کند.

همچنین در بیان ضرورت تحقیق نیز، جلوگیری از خام فروشی، افزایش سهم صادرات غیر نفتی و درآمد ارزی کشور، تکمیل زنجیره ارزش در صنایع پایین دست و ایجاد ارزش افزوده و اشتغال بیشتر، توسعه اقتصاد کشور و بهبود معیشت مردم بارها و بارها به عنوان

دیجیتالی شدن زنجیره تامین را می توان با به کارگیری پیشرفته ترین ابزارهای فناوری اطلاعات در میان شرکا در زنجیره تامین تحقق بخشید. صنعت ۴،۰ اصطلاحی متناظر با تحول دیجیتال است. صنعت ۴،۰ در زنجیره تامین اشاره به اصطلاحاتی همچون شبکه تامین دیجیتال، زنجیره تامین الکترونیکی، زنجیره تامین ۴،۰، اینترنت اشیا، لجستیک ۴،۰ و تدارکات الکترونیک دارد. مفهوم صنعت ۴،۰ عمدتاً بر خودکارسازی سیستم ها و فرآیندها، تبادل داده ها و دیجیتالی شدن در صنایع متمرکز است و می تواند زمان عملیات را کاهش دهد و به طور موثر به تقاضاهای در حال تغییر مشتری و رویدادهای غیرمنتظره پاسخ دهد و بهره وری سیستم را تسهیل کند [۳]. مفهوم صنعت ۴،۰ بر عناصر کلیدی زنجیره تامین مانند یکپارچگی، خرید، عملیات و توزیع و در نتیجه افزایش بهره وری تأثیر می گذارد [۴].

چالش های عمده در حوزه دیجیتالی سازی زنجیره تامین شامل کاهش هزینه، مدیریت ریسک، وفاداری مشتری، جهانی شدن و چشم انداز آن است. این چالش ها زنجیره تامین را پیچیده تر و آسیب پذیرتر می کنند [۵]. از این رو، باید دیجیتالی سازی با استفاده از فناوری های پیشرفته به طور موثر مدیریت شود. دیجیتالی سازی زنجیره تامین با ترکیب سیستم های مدیریت، شبکه و هوشمندسازی با استفاده از فناوری های پیشرفته منجر به توسعه یک زنجیره تامین هوشمندتر و متحول می شود [۶].

فرآیند تحول دیجیتال و مدیریت آن آینده زنجیره های تامین را تعیین می کند. عوامل مختلفی مانند یکپارچه سازی حوزه های برنامه ریزی و عملکردی، اشتراک منابع، اطمینان از در دسترس بودن منابع، از جمله سیستم های فناوری اطلاعات و روابط بلند مدت، باید برای دیجیتالی سازی موثر مورد توجه قرار گیرند. زنجیره تامین دارای فناوری اطلاعات به افزایش عملکرد، رقابت، همکاری، انعطاف پذیری و کاهش هزینه کمک می کند. مشارکت بین شرکای زنجیره تامین باعث ایجاد ارزش در زنجیره های تامین می شود [۷].

فرآیند دیجیتالی سازی زنجیره تامین چالش برانگیز است و موانع مؤثر بر تحول باید به طور مؤثر مورد توجه قرار گیرد و از بین برود. تحقیقات قبلی در حوزه زنجیره تامین به مواردی پرداخته بود که می توان از طریق دیجیتالی سازی زنجیره تامین آنها را مرتفع نمود برخی از موانع اصلی مؤثر بر دیجیتالی سازی زنجیره تامین شامل زیر ساخت های محدود فناوری اطلاعات، بی میلی جهت اشتراک گذاری اطلاعات، عدم ایمان در میان شرکای زنجیره تامین، نابرابری تقاضا، مسائل سازگاری سیستم، دانش محدود پیامد های مالی برای دیجیتالی شدن می باشد.

ادبیات نشان می دهد که ناتوانی شرکت ها در دیجیتالی سازی زنجیره تامین به طور مؤثر یک نگرانی عمده است که مانع رشد و دستیابی به حضور جهانی می شود. پیشرفت در فناوری های دیجیتال و قصد به دست آوردن مزیت رقابتی، شرکت ها را به ایجاد یک راهبرد

فراگیر بودن داده‌های بزرگ و ظهور فناوری‌های دیجیتالی در حال ظهور، مانند هوش مصنوعی، بلاکچین، اینترنت اشیاء و رباتیک، تأثیرات گسترده‌ای در کسب و کارها داشته باشد. اگرچه شاید هر یک از این فناوری‌ها به اندازه انتظار قدرتمند نباشند، اما ورود گسترده فناوری‌های جدید دیجیتال به وضع نشان از نیاز بنگاه‌ها برای تبدیل مشاغل خود به مشاغل دیجیتالی دارد. علاوه بر این، این فناوری‌های دیجیتالی جدید ممکن است از طریق جایگزینی انسان‌های گران قیمت با روبات‌ها با عوامل مجازی یا بهینه‌سازی جریان‌های لجستیک و کاهش هزینه‌های زنجیره تامین از طریق استفاده از هوش مصنوعی و بلاکچین، بر ساختار هزینه بنگاه تأثیر بگذارد [۱۱]. در کنار آن، با توجه به فناوری‌های جدید دیجیتال، رقابت به طرز چشمگیری تغییر می‌کند. در خرده فروشی، فناوری‌ها چشم انداز رقابت را مختل کرده و فروش را به شرکت‌های دیجیتال جوان منتقل می‌کنند. همچنین رفتار مصرف کننده به عنوان پاسخ به انقلاب دیجیتال در حال تغییر است.

آمارهای بازار نشان می‌دهد که مصرف‌کنندگان، در حال تغییر روند به سمت فروشگاه‌های آنلاین هستند. به کمک ابزارهای جستجوی جدید و رسانه‌های اجتماعی، مشترکین موقعیت ارتباط بیشتری پیدا کرده، آگاهانه‌تر، قدرتمندتر و مؤثرتر ظاهر می‌شوند. اگر بنگاه‌ها نتوانند با این تغییرات سازگار شوند، برای مشتریان جذابیت کمتری پیدا می‌کنند و احتمالاً با شرکت‌هایی که به چنین فناوری‌هایی مجهزند جایگزین می‌شوند [۱۲].

تحول دیجیتال با ایجاد مدل‌های جدید درآمد و ایجاد دسترسی بی‌سابقه به بازارهای جهانی، فرصت‌های بی‌ظیری را برای سودآوری صنایع ایجاد می‌کند [۱۳]. امروزه، تحول دیجیتال به مهمترین بخش زندگی انسان‌ها تبدیل شده است و حجم فزاینده‌ای از ادبیات در مورد آن وجود دارد [۱۴]. عبارت «تحول دیجیتال» از دو کلمه تحول و دیجیتال تشکیل یافته است. کلمه «دیجیتال» برای یکسان بودن با فناوری اطلاعات مورد استفاده قرار می‌گیرد. امروزه، این اصطلاح مترادف با سرعت تغییراتی است که در دنیای امروز به دلیل پذیرش سریع فناوری در حال بروز است. این امر، سازمان‌های موجود را تحت فشار فوق العاده‌ای قرار می‌دهد. کلمه «تحول» به این معنی است که استفاده‌های دیجیتال به جای تقویت و حمایت از روش‌های سنتی، به طور یکپارچه انواع نوآوری و خلاقیت را در یک حوزه خاص ممکن می‌سازد. به طور محدود، عبارت و اصطلاح «تحول دیجیتال» می‌تواند هم بر مشاغل فردی و هم بر کل بخش‌های جامعه مانند: دولت، ارتباطات جمعی، هنر، پزشکی و علم تأثیر بگذارد [۱۵]. تحول دیجیتال به تغییرات استراتژیک سازمانی و برنامه ریزی شده اطلاق می‌شود که بر پایه فناوری‌ها صورت می‌پذیرد (رجبی فرجاد و همکاران، ۱۴۰۱).

نقش‌های اثرگذار صنعت شیمیایی در کشور تکرار شده‌اند و بر کسی پوشیده نیست (کمیته صنعت، معدن و تجارت، ۱۴۰۲). بنابراین توسعه این صنعت و در راس آن دیجیتالی‌سازی زنجیره تامین، ضرورتی انکارناپذیر است که بدین جهت مطالعه موانع آن ضروری به نظر می‌رسد. عدم انجام تحقیق در مورد شناسایی و اولویت‌بندی موانع دیجیتالی‌سازی زنجیره تامین می‌تواند منجر به مشکلات و مضرات متعددی شود، از جمله: ۱. هدررفت منابع: عدم شناسایی موانع ممکن است منجر به هدر رفتن منابع مالی، انسانی و زمانی شود. سرمایه‌گذاری در پروژه‌های دیجیتالی‌سازی بدون انجام تحقیق مناسب ممکن است به تعویق انجامد یا حتی ناکارآمد باشد ۲. افزایش ریسک: بدون شناسایی دقیق موانع، ریسک‌های مرتبط با پیاده‌سازی فناوری جدید در زنجیره تامین افزایش می‌یابد. این ممکن است منجر به اتلاف منابع، خسارت به اعتبار سازمان و حتی افت فروش شود. ۳. افزایش هزینه‌ها: عدم شناسایی موانع می‌تواند منجر به افزایش هزینه‌های پروژه دیجیتالی‌سازی شود. به عنوان مثال، اگر مشکلاتی پس از آغاز پروژه کشف شوند، برطرف کردن آنها می‌تواند هزینه‌ها را افزایش دهد. ۴. کاهش عملکرد: عدم شناسایی موانع می‌تواند منجر به کاهش عملکرد سازمان در مقابل رقبای خود شود. سازمان‌هایی که زنجیره تامین خود را به طور موثر دیجیتالی‌سازی نکنند، ممکن است با مشکلات رقابتی روبه‌رو شوند.

بنابراین، عدم انجام تحقیق در مورد شناسایی و اولویت‌بندی موانع دیجیتالی‌سازی زنجیره تامین می‌تواند منجر به مشکلات و خسارات جدی برای سازمان شود.

اهداف تحقیق به صورت زیر دسته بندی شده است.

هدف آرمانی: ارائه راهکار به منظور توسعه دیجیتالی‌سازی زنجیره تامین در صنایع شیمیایی

هدف کلی: شناسایی و اولویت بندی موانع دیجیتالی‌سازی زنجیره تامین در صنایع شیمیایی

اهداف کاربردی: شناسایی موانع دیجیتالی‌سازی زنجیره تامین در صنایع شیمیایی

اولویت بندی این موانع با رویکرد ISM

سوالات تحقیق: موانع دیجیتالی‌سازی زنجیره تامین در صنایع شیمیایی چیست؟

اولویت این موانع با رویکرد ISM به چه صورت است؟

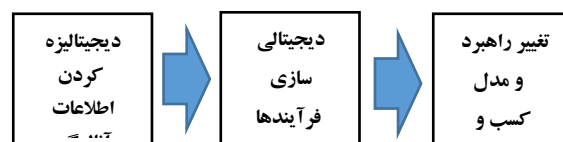
۲- مبانی نظری

از قرن بیست و یکم، مجموعه‌ای از فناوری‌های اطلاعاتی و دیجیتالی در حال ظهور به سرعت توسعه یافته‌اند که تأثیر عمیقی بر نوآوری و کارآفرینی [۹] و عملکرد سازمانی داشته است [۱۰]. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که جامعه اقتصادی در حال ورود به عصر جدیدی است که ویژگی اصلی آن ((دیجیتال)) است. در این راستا پیش‌بینی می‌شود

۲-۱- مفهوم دیجیتالی سازی (Digitalization)

دیجیتالی سازی به سرعت تغییر در جامعه به وسیله فناوری های دیجیتال و ادغام فناوری ها جهت ایجاد فناوری های جدید می پردازد که در نهایت، به تغییر در مدل های کسب و کاری و جریان درآمد یک سازمان منجر می شود [۱۶]. درواقع دیجیتالی سازی مربوط به تغییر در فرآیندهاست. حتی مدل های تجاری جدید بر پایه فناوری دیجیتال نیز در این دسته جای می گیرند. به عنوان مثال خودکارسازی تجهیزات و آموزش کارکنان در راستای بهره گیری از فناوری های دیجیتال [۱۷]. دیجیتالی سازی بیان می کند که چگونه فناوری اطلاعات یا فناوری های دیجیتال می توانند برای تغییر فرایندهای تجاری موجود استفاده شوند. به عنوان مثال، ایجاد کانال های ارتباطی آنلاین یا تلفن همراه جدید که به همه مشتریان اجازه می دهد به راحتی با شرکت ها ارتباط برقرار کنند و تعاملات سنتی شرکت و مشتری را تغییر دهند. چنین تغییری اغلب شامل سازماندهی ساختارهای اجتماعی- تکنیکی جدید با مصنوعات دیجیتال است که بدون فناوری های دیجیتال امکانپذیر نیست. در دیجیتالی سازی، فناوری اطلاعات به عنوان یک عامل کلیدی برای به دست آوردن امکانات جدید کسب و کار با تغییر فرایندهای تجاری موجود، مانند ارتباطات توزیع یا مدیریت روابط تجاری عمل می کند [۱۸].

بیشتر پژوهش های این حوزه در خصوص تحقق تغییر راهبرد و مدل کسب کار با پیشران دیجیتال کردن و دیجیتال سازی است [۱۹]. شکل زیر با عنوان فرآیند تحول دیجیتال، تغییرات در راستای تحول دیجیتال را نمایش می دهد:



شکل (۱): فرآیند تحول دیجیتال منبع: بلومبرگ، ۲۰۱۸

۲-۲- مفهوم زنجیره تأمین

مدیریت زنجیره تأمین با سازماندهی مواد و اطلاعات در سراسر سازمان، با استفاده از امکانات، یعنی فروشندگان، تولید محصولات و کانال های توزیع مرتبط است [۲۰]. این مهم در واقع ستون فقرات برای ایجاد پایه ها و زیرساخت ها در جوامع و مشاغل در نظر گرفته می شود. گسترش بازارهای جهانی، فناوری و تبادل سریع اطلاعات، ایده ها، کالاها و خدمات، جهان را به شبکه ای غول پیکر تبدیل کرده است و به این معنی است که زنجیره تأمین در همه جا وجود دارد؛ به طوری که از مفهوم محصول شروع می شود و تا خدمات پس از فروش ادامه دارد. در دهه های گذشته مفهومی از زنجیره تأمین به صورت کمرنگ وجود داشت. با این حال، در دهه اخیر، رقابت در بازار محلی و بین

المللی به نیاز اساسی تجارت تبدیل شده است (کریمی و همکاران، ۱۴۰۱).

امروزه که در حوزه تجارت، به طور دائم شرایط در حال تغییر است و توسط عدم قطعیت اداره می شود، پیامدهای آن می تواند در سطح تأثیر، فراوانی و منشاء آنها (داخلی یا خارجی) متفاوت باشد از این روی سازمان ها تلاش های خود را بر مدیریت زنجیره تأمین متمرکز می کنند (باقری منش و همکاران، ۱۳۹۸).

بنا به تعریف [۲۱]، زنجیره ی تأمین شامل کلیه ی واحدهایی است که به طور مستقیم یا غیرمستقیم در برآورده سازی درخواست مشتریان درگیر هستند. به عقیده آن ها، زنجیره تأمین محدود به تولیدکنندگان و تأمین کنندگان نمی شود و شرکت های حمل و نقل، انبارها، خرده فروشان و حتی خود مشتریان را نیز در برمی گیرد. در درون هر سازمان، زنجیره تأمین تمام واحدهای آن سازمان مانند بخش های توسعه محصول جدید، بازاریابی، عملیات، توزیع، مالی و خدمات مشتریان و غیره را در برمی گیرد که هر یک به نوعی درگیر دریافت درخواست مشتری و اجرای آن می شوند [۲۲].

زنجیره ی تأمین را شبکه ای از سازمان ها می داند که از طریق پیوندهای رو به بالا و رو به پایین به فرآیندها و فعالیت های مختلفی مشغول شده اند که در قالب محصولات و خدمات برای مشتری نهایی ایجاد ارزش می کنند (رجبی پور میبدی و همکاران، ۱۴۰۰).

۲-۳- مفهوم زنجیره تأمین دیجیتال

در عصر تحولات دیجیتالی سیستم های برنامه ریزی منابع سازمانی، مدل های زنجیره تأمین را قادر می سازد تا قوی تر کار کنند. گرایش به سمت سرویس دهی که در آن کسب و کارها از طریق خدمات اضافی، مانند مراقبت های بیشتر، به ارزش ارائه محصول خود می افزایند، با پیوند دادن کارکردهای تجاری لازم در زنجیره امکان پذیر شده است. روندهای جدیدتر - از جمله اقتصاد دایره ای که بر بازسازی و بازیافت مواد متمرکز شده است - با اشتراک گذاری داده های کارآمد در سراسر شبکه زنجیره تأمین افزایش شدید کارایی را به همراه دارد. زنجیره های تأمین دیجیتال به روشی محبوب برای تقویت زنجیره های تأمین سنتی تبدیل شده اند. در سطح پایه، تفاوت های بسیار کمی بین یک زنجیره تأمین سنتی و یک زنجیره تأمین دیجیتال وجود دارد. هر دو شامل تأمین منابع، تبدیل مواد به محصول، توزیع محصول و سپس فروش محصول است. با این حال، زنجیره های تأمین دیجیتال می توانند این وظایف را از طریق فرآیندهای دیجیتالی خودکار ردیابی و تکمیل کنند که کارایی بیشتری را ممکن می سازد. تجزیه و تحلیل پیش بینی کننده در برنامه ریزی تقاضا صدها تا هزاران متغیر تأثیرگذار بر تقاضای داخلی و خارجی (مانند آب و هوا، روندهای شبکه های اجتماعی، داده های حسگر) را با رویکردهای شبکه بیزی و یادگیری ماشین برای کشف و مدل سازی روابط پیچیده و استخراج دقیق تجزیه و تحلیل می کند [۲۳].

ها معمولاً هنگامی که دیجیتالی کردن زنجیره تأمین خود را آغاز می کنند، با چالشهای مختلفی مواجه می شوند (نوذری و همکاران، ۱۴۰۰).

۳- پیشینه تحقیقات انجام شده

دیجیتالی سازی زنجیره تامین با ویژگی ها و مزایای فراوانی همراه است، اما در عین حال با برخی موانع نیز مواجه می شود. بر اساس پیشینه تحقیق این موانع عبارتند از:

یک زنجیره تأمین دیجیتال مؤثر به سازمان ها کمک می کند تا با افزایش تقاضای کسب و کار همراه باشند، اما بسیاری از آنها در ایجاد و بهینه سازی زنجیره تأمین دیجیتال خود با مشکل مواجه هستند. برخی محققان نشان دادند که شرکت هایی که اکثر زنجیره تأمین خود را دیجیتالی می کنند، می توانند درآمد خود را ۳/۲ درصدو رشد درآمد سالانه خود را به طور متوسط ۲/۳ درصدافزایش دهند به این ترتیب با زنجیره تأمین دیجیتال، سازمان ها از افزایش درآمد، بهبود تصمیم گیری و فرایندهای چابک تر لذت می برد. ولی متأسفانه، سازمان

جدول (۱): موانع دیجیتالی سازی زنجیره تامین

محقق/سال	موضوع	عوامل شناسایی شده
فیروزبخت و رضائیان (۱۴۰۱)	واکاوی موانع تحول دیجیتال در سازمان های پروژه محور صنایع نفت و گاز ایران	چشم انداز غیر شفاف و اهداف ناهماهنگ درک فناوری دیجیتال مدیران و شیوه های مدیریتی محدودیت منابع مالی ضعف در قوانین و استانداردها چالش های فنی و زیرساختی چالش امنیت سایبری و حریم خصوصی کمبود دانش و مهارت موانع محیطی موانع فرهنگی و سازمانی موانع زمینه ای وابسته به کسب و کار
نوذری و همکاران (۱۴۰۰)	تحلیل کمی چالشهای پیاده سازی زنجیره تامین دیجیتال مبتنی بر فناوری اینترنت اشیا (زنجیره تامین ۴.۰)	پیچیدگی سیستم ها چالش های تحلیلی و حجم محاسباتی بالا امنیت و حریم خصوصی چالش های اتصال ریسک های محیطی مدیریت انرژی هزینه سرمایه گذاری عدم اعتماد عدم وجود دانش و مهارت عدم وجود زیرساخت های مناسب
تی اس و راوی (۲۰۲۳)	یک رویکرد ISM برای تجزیه و تحلیل روابط بین موانع دیجیتالی سازی زنجیره تامین	عدم آگاهی از مزایای دیجیتالی سازی زنجیره تامین فقدان تحقیق و توسعه محدودیت های مالی اهداف سازمانی نامشخص فرهنگ سازمانی غیر تعاملی عدم تعهد و پشتیبانی مدیریت ارشد فقدان سیستم ها و ابزارهای IT کافی تهدیدات مربوط به امنیت داده ها و حریم خصوصی مقاومت در برابر تغییر توسط کارکنان فقدان امنیت و اعتماد در بین شرکای زنجیره تامین دیدگاه های تصمیم گیری عدم آموزش نداشتن تخصص فنی فقدان استانداردها و معیارهای عملکرد مربوط به دیجیتالی سازی زنجیره تامین عدم تمایل به اشتراک گذاری اطلاعات بین شرکای زنجیره تامین

جدول (۱): موانع دیجیتالی سازی زنجیره تامین

عوامل شناسایی شده	موضوع	محقق/سال
موانع فرهنگی سبک مدیریت سنتی تفاوت های عملیاتی بوروکراسی در سازمان نگرانی های امنیتی دشواری بودن و زمان بر بودن فرآیند یکپارچه سازی سیستم دقت انتقال داده ها به سیستم های دیجیتال مشکل در انتقال داده ها تجربیات و عادات گذشته مشتریان مشکل در سازگاری با سیستم های جدید تمایل به برقراری ارتباط در مورد مشکلات یا درخواست ها مقاومت در برابر تغییرات تکنولوژیکی کمبود پرسنل واجد شرایط تعهد نیروی انسانی نگرانی از بیکار شدن کمبود آموزش در مورد سیستم های دیجیتال هزینه بالای تجهیزات هزینه بالای سیستم و زیرساخت فناوری هزینه های بالای آموزش کارکنان	اولویت بندی موانع دیجیتالی سازی: یک کاربرد AHP در صنعت لجستیک ترکیه	دورگوت و همکاران (۲۰۲۲)

۴-روش شناسی تحقیق

روش تحقیق حاضر بر اساس هدف کاربردی می باشد. زیرا دارای نتایج کاربردی است و می توان نتایج آن را به کار بست به طوری که بر اساس ماهیت و روش، توصیفی، پس رویدادی می باشد. تحقیق توصیفی، آنچه را که هست توصیف و تفسیر می کند و به شرایط یا روابط موجود، عقاید متداول، فرایندهای جاری، آثار مشهود یا روندهای در حال گسترش توجه دارد. تمرکز اصلی در درجه اول به زمان حال است، هر چند غالباً رویدادها و آثار گذشته را نیز که به شرایط موجود مربوط می شوند، مورد بررسی قرار می دهد. تحقیقات پس رویدادی به تحقیقاتی اطلاق می شود که در آن ها پژوهشگر با توجه به متغیر وابسته به بررسی علل احتمالی وقوع آن می پردازد.

۴-۱-جامعه و نمونه آماری

جامعه آماری این پژوهش خبرگان صنایع شیمیایی و خبرگان دانشگاهی می باشند. جهت انتخاب نمونه از روش غیر احتمالی هدفمند استفاده خواهد شد. در این روش خبرگان بر اساس سابقه و تحصیلات انتخاب می شوند. بر این اساس نمونه آماری یا به عبارتی پانل خبرگان در نهایت از ۲۰ نفر تشکیل شد.

۴-۲-ابزار های گردآوری داده های تحقیق

جهت جمع آوری داده و اطلاعات مورد نیاز برای تحقیق حاضر از روش های زیر استفاده شده است:

۴-۲-۱-مطالعات کتابخانه ای

در این قسمت جهت گردآوری اطلاعات در زمینه مبانی نظری و ادبیات موضوع تحقیق، از منابع کتابخانه ای، مقالات، کتاب های مورد نیاز و نیز از شبکه جهانی اطلاعات (اینترنت) استفاده شده است.

۴-۲-۲-تحقیقات میدانی

مراحل انجام مطالعات میدانی را می توان در دو فاز خلاصه نمود: در فاز اول پس از استفاده از ادبیات تحقیق جهت شناسایی و جمع آوری مولفه های پژوهش توسط روش دلفی به غربال گری عوامل شناسایی شده پرداخته می شود.

در فاز دوم؛ از پرسشنامه مقایسات زوجی برای انجام مدلسازی ساختاری-تفسیری استفاده می شود.

این پرسشنامه در جدول زیر قابل مشاهده است. خبرگان بر اساس چهار حرف انگلیسی V, A, X, O به پرسشنامه پاسخ می دهند.

V عامل سطر i باعث محقق شدن عامل ستون j می شود.

A عامل ستون i باعث محقق شدن عامل سطر j می شود.

X هر دو عامل سطر و ستون باعث محقق شدن یکدیگر می شوند

(عامل i و j رابطه دوطرفه دارند).

O بین عامل سطر و ستون هیچ ارتباطی وجود ندارد.

جدول (۲): موانع تایید شده در مرحله دلفی

نماد	موانع تایید شده در مرحله دلفی
c1	سبک مدیریت سنتی
c2	عدم آموزش
c3	موانع فرهنگی و سازمانی
c4	موانع محیطی
c5	عدم وجود زیرساختهای مناسب
c6	محدودیت منابع مالی
C7	مشکل در سازگاری با سیستم های جدید
C8	کمبود پرسنل واجد شرایط
C9	مقاومت در برابر تغییر توسط کارکنان
C10	فقدان تحقیق و توسعه
C11	پیچیدگی سیستم ها
C12	فقدان استانداردها و معیارهای عملکرد مربوط به دیجیتالی سازی زنجیره تامین
C13	کمبود دانش و مهارت
C14	عدم تعهد نیروی انسانی
C15	عدم آگاهی از مزایای دیجیتالی سازی زنجیره تامین
C16	عدم تمایل به اشتراک گذاری اطلاعات بین شرکای زنجیره تامین

جدول (۳): ماتریس مقایسات زوجی (پیوست)

[illegible]

۴-۲-۳- روایی و پایایی پرسشنامه

داشت. نتایج حاصل در جدول زیر قابل مشاهده است. از آنجایی که کلیه اعداد مربوط به همبستگی بزرگتر از ۰,۷ است، می توان نتیجه گرفت که پایایی ابزار مورد تایید است.

در این پژوهش از روش تصنیف پایایی ابزار مورد بررسی قرار گرفت. به صورتیکه پرسشنامه ها به صورت تصادفی به دو دسته مساوی تقسیم شدند و میانگین جواب خبرگان برای هر مقایسه با یکدیگر همبستگی

جدول (۴): پایایی پرسشنامه

	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11	c12	c13	c14	c15	c16
c1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
c2	۰,۷۳۲	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
c3	۰,۸۶۲	۰,۷۳۶	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
c4	۰,۸۷۷	۰,۷۶۳	۰,۷۰۹	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
c5	۰,۷۴	۰,۷۳	۰,۸۱۷	۰,۸۳۸	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
c6	۰,۸۵۲	۰,۷۲۵	۰,۸۷۱	۰,۷۶۲	۰,۸۲۱	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
c7	۰,۸۲۳	۰,۸۵۵	۰,۷۵	۰,۷۰۱	۰,۷۴۱	۰,۷۷۱	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
c8	۰,۷۸۷	۰,۸۳۸	۰,۸۰۸	۰,۸۶۳	۰,۷۰۵	۰,۷۰۹	۰,۷۷۵	---	---	---	---	---	---	---	---	---
c9	۰,۷۸۲	۰,۸۰۳	۰,۸۱۷	۰,۷۷۷	۰,۷۰۲	۰,۸۴۱	۰,۷۲۸	۰,۸۸۳	---	---	---	---	---	---	---	---
c10	۰,۷۵۸	۰,۷۸۵	۰,۷۲۳	۰,۸۰۱	۰,۷۷۳	۰,۸۵۷	۰,۸۶۶	۰,۷۳۴	۰,۷۱۳	---	---	---	---	---	---	---
c11	۰,۷۹۳	۰,۷۵۱	۰,۸۰۹	۰,۷۷۱	۰,۸۲۶	۰,۸۵۷	۰,۸۲۹	۰,۷۳۶	۰,۸۱۲	۰,۸۰۶	---	---	---	---	---	---
c12	۰,۷۸۶	۰,۸۸۳	۰,۸۰۸	۰,۸۲۴	۰,۷۶	۰,۸۰۸	۰,۸۱۴	۰,۸۴۵	۰,۷۴	۰,۸۷۲	۰,۸۴۷	---	---	---	---	---
c13	۰,۷۰۶	۰,۷۹۴	۰,۸۵۷	۰,۷۲۸	۰,۷۰۳	۰,۸۲۷	۰,۷۸	۰,۸۶۸	۰,۷۵۹	۰,۸۲۴	۰,۸۸۶	۰,۷۵۷	---	---	---	---
c14	۰,۷۹	۰,۷۳۱	۰,۷۴۹	۰,۸۳۸	۰,۸۰۸	۰,۸۵۸	۰,۸۵۸	۰,۸۲	۰,۷۵۲	۰,۸۱۶	۰,۷۲۲	۰,۷۷۱	۰,۸۵	---	---	---
c15	۰,۷۴۷	۰,۷۲۱	۰,۷۳۷	۰,۷۹۴	۰,۷۴۱	۰,۷۸۱	۰,۷۱۱	۰,۷۰۴	۰,۸۵۶	۰,۷۵۳	۰,۸۰۹	۰,۷۴۷	۰,۸۸	۰,۷۷۹	---	---
c16	۰,۷۸۸	۰,۷۲۴	۰,۸۵	۰,۸۷۶	۰,۸۱۹	۰,۸۴	۰,۸۵۹	۰,۸۶۹	۰,۸۶۹	۰,۷۱	۰,۸۳۴	۰,۸۰۶	۰,۸۱۱	۰,۸۶۸	۰,۷۴۱	---

مورد بررسی قرار می گیرند. در این قسمت براساس عوامل گردآوری شده و بررسی آنها، عوامل نهایی مدنظر محقق تعیین می شود. در این قسمت محقق، عواملی که دارای همپوشانی است را حذف می نماید و عوامل باقی مانده به عنوان عوامل مدنظر تحقیق به منظور تحلیل به روش مدل سازی ساختاری تفسیری در پرسشنامه این تحقیق وارد می شود.

مرحله دوم: برای تعیین روابط محتوایی از نظر خبرگان استفاده گردیده است. در خصوص هر زوج معیار از خبرگان سوال شد تا در خصوص وجود رابطه میان هر دو معیار اظهار نظر نمایند. جهت برآیند گیری از نظرات خبرگان از آماره مد استفاده می شود. یعنی نظر اکثریت به عنوان جواب نهایی مدنظر گرفته شده است.

۴-۳- روش تجزیه و تحلیل داده ها

در این تحقیق، در ابتدا عوامل توسط خبرگان با پنل دلفی شناسایی شد و در نهایت با استفاده از مدل سازی ساختاری-تفسیری به اولویت بندی و ارائه مدل و پس از انجام مدل ساختاری-تفسیری به تحلیل پرداخته شده است.

۵- یافته های تحقیق

۵-۱- مراحل مدل سازی ساختاری تفسیری

مرحله اول: با جمع بندی از عواملی که از ادبیات تحقیق استخراج شده است می توان جدول زیر را به عنوان عوامل شناسایی شده مدنظر محقق در نظر گرفت. این عوامل به روش مدل سازی ساختاری تفسیری

جدول (۵): ماتریس خودتعاملی ساختاری

	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11	c12	c13	c14	c15	c16
c1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
c2	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
c3	A	X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
c4	X	V	V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
c5	A	X	X	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
c6	X	V	V	X	V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
c7	O	A	A	O	A	O	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
c8	O	A	A	O	A	O	X	—	—	—	—	—	—	—	—	—
c9	O	A	A	O	A	O	X	X	—	—	—	—	—	—	—	—
c10	O	A	A	O	A	O	X	X	X	—	—	—	—	—	—	—
c11	O	A	A	O	A	O	X	X	X	X	—	—	—	—	—	—
c12	O	O	O	O	O	O	A	A	A	A	A	—	—	—	—	—
c13	O	A	A	O	A	O	X	X	X	X	X	V	—	—	—	—
c14	O	A	A	O	A	O	X	X	X	X	X	V	X	—	—	—
c15	X	V	V	X	V	X	O	O	O	O	O	O	O	O	—	—
c16	O	O	O	O	O	O	A	A	A	A	A	X	A	A	O	—

عدد صفر به معنای عدم تاثیر است. ماتریس دسترسی اولیه با D نشان داده می شود.

مرحله سوم: ماتریسی که تعداد سطر و ستون هایش برابر معیارهای شناسایی شده است تشکیل داده می شود. سپس نتیجه نهایی خبرگان در آن قرار می گیرد. عدد یک به معنای تاثیر معیار سطر بر معیار ستون می باشد و

جدول (۶): ماتریس دسترسی اولیه

	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11	c12	c13	c14	c15	c16
c1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
c2	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
c3	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
c4	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
c5	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
c6	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
c7	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1
c8	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1
c9	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1
c10	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
c11	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
c12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
c13	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
c14	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
c15	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		0	0	0

بعد از ساخت ماتریس روابط^۲ یا ماتریس دسترسی اولیه، باید ماتریس دسترسی نهایی با استفاده از روابط زیر بدست آید (I ماتریس همانی است):

$$M = D + I$$

$$M^* = M^k = M^{k+1}, k > 1$$

مرحله چهارم: ماتریس دسترسی نهایی^۱ برای معیارها با در نظر گرفتن رابطه تسری بدست می آید تا ماتریس دستیابی اولیه سازگار شود. بدین منظور می باید ماتریس اولیه را به توان $k+1$ رساند؛ بطوری که حالت پایدار برقرار شود ($M^k = M^{k+1}$). بدین ترتیب برخی عناصر صفر نیز تبدیل به ۱ خواهد شد که بصورت (۱*) نشان داده می شوند.

^۲ Relation matrix^۱ Final Reachability Matrix

جدول (۷): ماتریس دسترسی اولیه به علاوه ماتریس همانی

	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11	c12	c13	c14	c15	c16
c1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
c2	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
c3	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
c4	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
c5	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
c6	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
c7	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
c8	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
c9	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
c10	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
c11	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
c12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
c13	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
c14	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
c15	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
c16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1

بعد از ایجاد ماتریس بالا جهت سازگار کردن ماتریس نهایی آن را در خود ضرب می کنیم. گویه های غیر صفر ایجاد شده که در ماتریس بالا صفر بوده است اصلاح می شود و در ماتریس دسترسی نهایی با* نشان داده می شود.

جدول (۸): ماتریس دسترسی نهایی (پیوست)

	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11	c12	c13	c14	c15	c16
c1	1	1	1	1	1	1	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1	1*
c2	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1*	1	1	0	1*
c3	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1*	1	1	0	1*
c4	1	1	1	1	1	1	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1	1*
c5	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1*	1	1	0	1*
c6	1	1	1	1	1	1	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1	1*
c7	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
c8	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
c9	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
c10	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
c11	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
c12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
c13	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
c14	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
c15	1	1	1	1	1	1	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1	1*
c16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1

معیارهایی که درستون مربوط به یک معیار جلویی شان ۱ قرار گرفته است، مجموعه ی متقدم بر آن معیار ستونی می باشند. برای مثال، اگر معیارهای ۲، ۳ و ۴ بر معیار ۱ تأثیر می گذارند، این معیارها مجموعه متقدم معیار ۱ را تشکیل می دهند. بر عکس آن، مجموعه متأخر معیارهایی را نشان می دهد که تحت تأثیر یک معیار یا جزء سیستم قرار دارند. برای مثال، اگر معیار ۱ بر معیارهای ۲، ۳، ۴ و ۵ تأثیر می گذارد، در نتیجه معیارهای ۲، ۳، ۴ و ۵ مجموعه متأخر معیار ۱ می باشند. به مجموعه متأخر مجموعه قابل دستیابی^۴ نیز گفته می شود. پس از تعیین مجموعه قابل دستیابی و مجموعه متقدم برای هر یک از معیارها و تعیین مجموعه ی مشترک، سطح بندی معیارها انجام می شود. با بدست آوردن اشتراک دو مجموعه قابل دستیابی و متقدم، مجموعه مشترک بدست می آید. معیارهایی که مجموعه ی مشترکشان

تعداد ۱ هایی که در سطر اول قرار می گیرد نشان دهنده خطوط یا تاثیراتی است که ناشی از معیار اول می باشد. تعداد ۱ هایی که در ستون اول قرار می گیرد، نشان دهنده تاثیراتی است که بر معیار اول گذاشته می شود. جزیی که بر کلیه اجزای سیستم تأثیر می گذارد و هیچ جزیی بر آن تأثیر نمی گذارد، منبع^۱ نام دارد.

مرحله پنجم: هر یک از اجزای سیستم (معیارها) دارای دو مجموعه مختلف متقدم ۲ (A) و متأخر ۳ یا قابل دستیابی (R) است که در ساختار ماتریس نهایی و نیز طراحی سیستم نقش اساسی دارند.

مجموعه متقدم هر معیار شامل معیارهایی است که به آن معیار منتهی می شوند و یا اینکه بر آن معیار تأثیر می گذارند. به عبارت دیگر

¹ Source² Antecedent³ Succedent⁴ Reachability set

با مجموعه قابل دستیابی شان یکی باشد، سطح اول اولویت را به خود اختصاص می دهند. با حذف این معیارها و تکرار این فرایند برای سایر معیارها، سطوح سایر معیارها نیز مشخص می شود. سپس بر اساس سطوح تعیین شده و ماتریس نهایی، دیاگرام ISM ترسیم می شود.

هر سطح با استفاده از تکرار قاعده زیر مشخص می شود (C مجموعه معیارهاست).

$$R(cj) \cap A(cj) = R(cj), \forall cj \in C$$

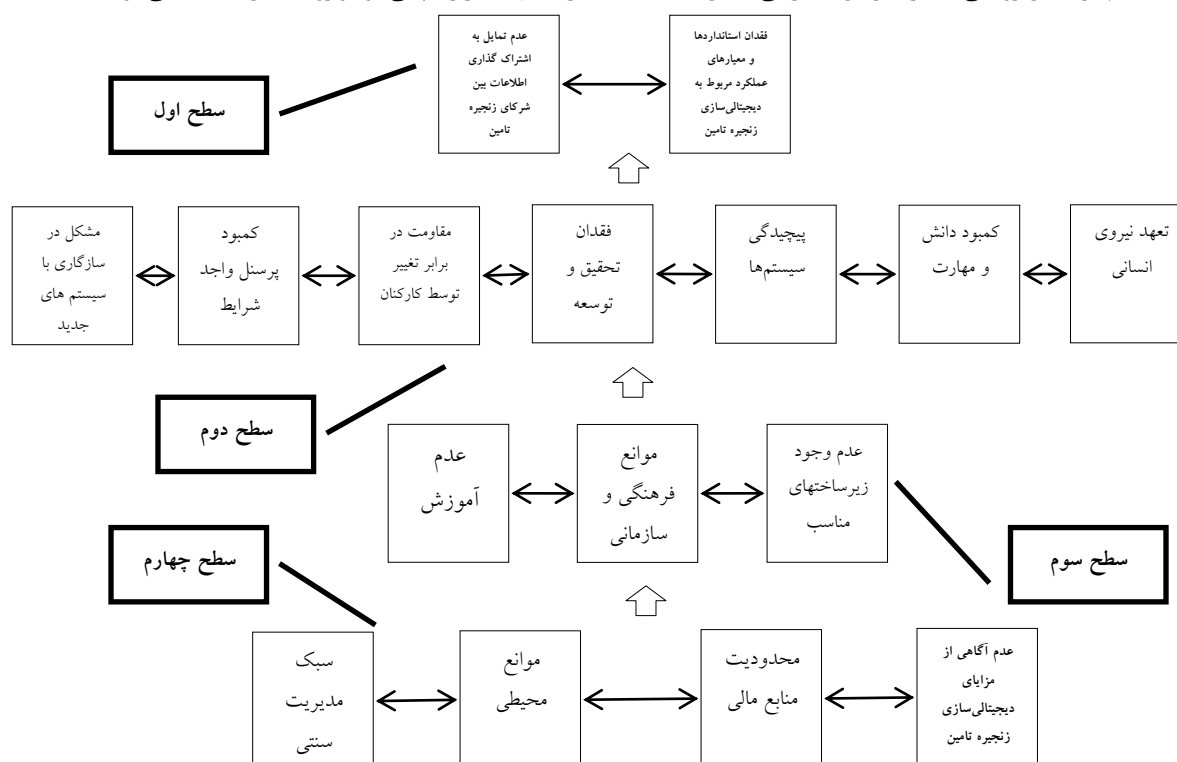
جدول (۹): بخش بندی و تعیین سطح

سطح	اشتراک	مجموعه مقدم	مجموعه دسترسی	نماد	موانع شناسایی شده
	1,4,6,15	1,4,6,15	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16	c1	سبک مدیریت سنتی
	2,3,5	1,2,3,4,5,6,15	2,3,5,7,8,9,10,11,12,13,14,16	c2	عدم آموزش
	2,3,5	1,2,3,4,5,6,15	2,3,5,7,8,9,10,11,12,13,14,16	c3	موانع فرهنگی و سازمانی
	1,4,6,15	1,4,6,15	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16	c4	موانع محیطی
	2,3,5	1,2,3,4,5,6,15	2,3,5,7,8,9,10,11,12,13,14,16	c5	عدم وجود زیرساختهای مناسب
	1,4,6,15	1,4,6,15	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16	c6	محدودیت منابع مالی
	7,8,9,10,11,13,14	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15	7,8,9,10,11,12,13,14,16	c7	مشکل در سازگاری با سیستم های جدید
	7,8,9,10,11,13,14	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15	7,8,9,10,11,12,13,14,16	c8	کمبود پرسنل واجد شرایط
	7,8,9,10,11,13,14	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15	7,8,9,10,11,12,13,14,16	c9	مقاومت در برابر تغییر توسط کارکنان
	7,8,9,10,11,13,14	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15	7,8,9,10,11,12,13,14,16	c10	فقدان تحقیق و توسعه
	7,8,9,10,11,13,14	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15	7,8,9,10,11,12,13,14,16	c11	پیچیدگی سیستم ها
اول	12,16	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16	12,16	c12	فقدان استانداردها و معیارهای عملکرد مربوط به دیجیتالی سازی زنجیره تامین
	7,8,9,10,11,13,14	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15	7,8,9,10,11,12,13,14,16	c13	کمبود دانش و مهارت
	7,8,9,10,11,13,14	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15	7,8,9,10,11,12,13,14,16	c14	تعهد نیروی انسانی
	1,4,6,15	1,4,6,15	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16	c15	عدم آگاهی از مزایای دیجیتالی سازی زنجیره تامین
اول	12,16	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16	12,16	c16	عدم تمایل به اشتراک گذاری اطلاعات بین شرکای زنجیره تامین
سطح	اشتراک	مجموعه مقدم	مجموعه دسترسی	نماد	موانع شناسایی شده
	1,4,6,15	1,4,6,15	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15	c1	سبک مدیریت سنتی
	2,3,5	1,2,3,4,5,6,15	2,3,5,7,8,9,10,11,13,14	c2	عدم آموزش
	2,3,5	1,2,3,4,5,6,15	2,3,5,7,8,9,10,11,13,14	c3	موانع فرهنگی و سازمانی
	1,4,6,15	1,4,6,15	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15	c4	موانع محیطی
	2,3,5	1,2,3,4,5,6,15	2,3,5,7,8,9,10,11,13,14	c5	عدم وجود زیرساختهای مناسب
	1,4,6,15	1,4,6,15	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15	c6	محدودیت منابع مالی
دوم	7,8,9,10,11,13,14	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15	7,8,9,10,11,13,14	c7	مشکل در سازگاری با سیستم های جدید
دوم	7,8,9,10,11,13,14	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15	7,8,9,10,11,13,14	c8	کمبود پرسنل واجد شرایط
دوم	7,8,9,10,11,13,14	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15	7,8,9,10,11,13,14	c9	مقاومت در برابر تغییر توسط کارکنان

جدول (۹): بخش بندی و تعیین سطح

سطح	اشتراک	مجموعه مقدم	مجموعه دسترسی	نماد	موانع شناسایی شده
دوم	7,8,9,10,11,13,14	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15	7,8,9,10,11,13,14	c10	فقدان تحقیق و توسعه
دوم	7,8,9,10,11,13,14	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15	7,8,9,10,11,13,14	c11	پیچیدگی سیستم‌ها
دوم	7,8,9,10,11,13,14	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15	7,8,9,10,11,13,14	c13	کمبود دانش و مهارت
دوم	7,8,9,10,11,13,14	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15	7,8,9,10,11,13,14	c14	تعهد نیروی انسانی
	1,4,6,15	1,4,6,15	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15	c15	عدم آگاهی از مزایای دیجیتال سازی زنجیره تامین
سطح	اشتراک	مجموعه مقدم	مجموعه دسترسی	نماد	موانع شناسایی شده
	1,4,6,15	1,4,6,15	1,2,3,4,5,6,15	c1	سبک مدیریت سنتی
سوم	2,3,5	1,2,3,4,5,6,15	2,3,5	c2	عدم آموزش
سوم	2,3,5	1,2,3,4,5,6,15	2,3,5	c3	موانع فرهنگی و سازمانی
	1,4,6,15	1,4,6,15	1,2,3,4,5,6,15	c4	موانع محیطی
سوم	2,3,5	1,2,3,4,5,6,15	2,3,5	c5	عدم وجود زیرساخت‌های مناسب
	1,4,6,15	1,4,6,15	1,2,3,4,5,6,15	c6	محدودیت منابع مالی
	1,4,6,15	1,4,6,15	1,2,3,4,5,6,15	c15	عدم آگاهی از مزایای دیجیتال سازی زنجیره تامین
سطح	اشتراک	مجموعه مقدم	مجموعه دسترسی	نماد	موانع شناسایی شده
چهارم	1,4,6,15	1,4,6,15	1,4,6,15	c1	سبک مدیریت سنتی
چهارم	1,4,6,15	1,4,6,15	1,4,6,15	c4	موانع محیطی
چهارم	1,4,6,15	1,4,6,15	1,4,6,15	c6	محدودیت منابع مالی
چهارم	1,4,6,15	1,4,6,15	1,4,6,15	c15	عدم آگاهی از مزایای دیجیتال سازی زنجیره تامین

مرحله ششم: بر اساس روابطی که در ماتریس دسترسی تعیین شده اند، یک گراف جهت دار رسم می‌شود و روابط تسری حذف می‌شوند.



شکل (۲): مدل ساختاری-تفسیری

۶- بحث و نتیجه گیری

موانع دیجیتالی سازی زنجیره تامین یکی از موضوعات کلیدی در صنعت و تجارت مدرن است که در آن تلاش می شود فرآیندها، فعالیت ها و ارتباطات زنجیره تامین به کمک فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) بهبود یابد. این امر به منظور افزایش کارایی، افزایش سرعت و دقت، کاهش هزینه ها، بهبود ارتباطات و بهبود تجربه کلی در زنجیره تامین انجام می شود. با این حال، موانع مختلفی می توانند روند دیجیتالی سازی را کند کنند و یا حتی موفقیت این فرآیندها اجتناب ناپذیر باشد.

در پاسخ به سوالات تحقیق

سوال اول: موانع دیجیتالی سازی زنجیره تامین در صنایع شیمیایی چیست؟

این تحقیق در فاز اول موانع دیجیتالی سازی زنجیره تامین را با مطالعه کتابخانه ای شناسایی و سپس با استفاده از تکنیک دلفی کاهش داد به صورتی که خبرگان بر روی موانع باقی مانده در صنایع شیمیایی اتفاق نظر داشتند. در روش دلفی خبرگان پس از پنجمین مرحله به اتفاق نظر رسیدند و محقق توانست موانع باقی مانده را در مرحله بعد با روش تحلیل مدلسازی ساختاری تفسیری تحلیل نماید و مبتنی بر پاسخ های خبرگان این تحقیق، روابط بین موانع را شناسایی و این موانع را رتبه بندی نمود. در ابتدای تکنیک دلفی ۴۷ مانع شناسایی شده وجود داشت که پس از ۵ مرحله خبرگان به اتفاق نظر رسیدند و پس از مرحله پنجم ۱۶ مانع باقی ماندند که جهت تحلیل برای سوال دوم مورد استفاده قرار گرفتند. موانع باقی مانده پس از ۵ مرحله دلفی عبارتند از:

۱. سبک مدیریت سنتی
۲. عدم آموزش
۳. موانع فرهنگی و سازمانی
۴. موانع محیطی
۵. عدم وجود زیرساخت های مناسب
۶. محدودیت منابع مالی
۷. مشکل در سازگاری با سیستم های جدید
۸. کمبود پرسنل واجد شرایط
۹. مقاومت در برابر تغییر توسط کارکنان
۱۰. فقدان تحقیق و توسعه
۱۱. پیچیدگی سیستم ها
۱۲. فقدان استانداردها و معیارهای عملکرد مربوط به دیجیتالی سازی زنجیره تامین
۱۳. کمبود دانش و مهارت
۱۴. عدم تعهد نیروی انسانی
۱۵. عدم آگاهی از مزایای دیجیتالی سازی زنجیره تامین

۱۶. عدم تمایل به اشتراک گذاری اطلاعات بین شرکای زنجیره تامین

سوال دوم: اولویت این موانع با رویکرد ISM به چه صورت است؟

نتایج حاصل از اجرای روش تحلیل مدلسازی ساختاری تفسیری نشان داد که روابط این ۱۶ مانع به چه صورت است. نتایج نشان داد که عدم آگاهی از مزایای دیجیتالی سازی زنجیره تامین، محدودیت منابع مالی، موانع محیطی و سبک مدیریت سنتی در پایین ترین سطح قرار دارد که مانند سنگ زیربنای مدل عمل می کند ۱۶ مانع دیجیتالی سازی زنجیره تامین در صنایع شیمیایی با روش تحلیل ساختاری تفسیری مورد تحلیل قرار گرفتند و نحوه ارتباط این متغیرهای نشان داد شد. نتایج تحلیل مدلسازی ساختاری تفسیری نشان داد که عوامل موثر شناسایی سطح بندی دارند که عبارتند از:

سطح اول: فقدان استانداردها و معیارهای عملکرد مربوط به دیجیتالی سازی زنجیره تامین، عدم تمایل به اشتراک گذاری اطلاعات بین شرکای زنجیره تامین

سطح دوم: تعهد نیروی انسانی، کمبود دانش و مهارت، پیچیدگی سیستم ها، فقدان تحقیق و توسعه، مقاومت در برابر تغییر توسط کارکنان، کمبود پرسنل واجد شرایط، مشکل در سازگاری با سیستم های جدید

سطح سوم: عدم وجود زیرساخت های مناسب، موانع فرهنگی و سازمانی، عدم آموزش

سطح چهارم: نتایج نشان داد که عدم آگاهی از مزایای دیجیتالی سازی زنجیره تامین، محدودیت منابع مالی، موانع محیطی و سبک مدیریت سنتی در پایین ترین سطح قرار دارد

در مقایسه با تحقیقات دیگر می توان گفت: موانع دیجیتالی سازی زنجیره تامین در صنایع شیمیایی شناسایی، اولویت بندی و بخش بندی گردید. در تحقیقات گذشته نیز ادبیات تحقیق به بررسی این عوامل پرداخته است و مورد تأکید قرار داده است و در این تحقیق نیز خبرگان به بررسی آنها پرداختند. بنابراین از این رو یافته های این تحقیق با نتایج تحقیقات و مطالعات خارجی همراستا است.

۱. سبک مدیریت سنتی: نتایج همراستا با مطالعه دورگوت و همکاران (۲۰۲۲) است.

۲. عدم آموزش: نتایج همراستا با مطالعه دورگوت و همکاران (۲۰۲۲) است.

۳. موانع فرهنگی و سازمانی: نتایج همراستا با مطالعه فیروزبخت و رضائیان (۱۴۰۱) است.

۴. موانع محیطی: نتایج همراستا با مطالعه فیروزبخت و رضائیان (۱۴۰۱) است.

آگاهی‌بخشی، آن‌ها را با مزایا و اهمیت دیجیتالی‌سازی آشنا کنید.

✓ مشارکت و انگیزه بخشی: فرآیند دیجیتالی‌سازی زنجیره تأمین باید با مشارکت فعال اعضای سازمان انجام شود. ایجاد انگیزه‌ها و امتیازات برای مشارکت در این فرآیند می‌تواند کمک کننده باشد.

✓ استفاده از فناوری‌های نوین: معرفی و استفاده از فناوری‌های مدرن مانند اینترنت اشیاء (IoT)، هوش مصنوعی (AI)، بلاک‌چین و ابر می‌تواند فرایندهای زنجیره تأمین را بهبود بخشیده و مانعی برای ادامه استفاده از سبک مدیریت سنتی را برطرف کند.

✓ تحلیل و بهبود فرآیندها: ارزیابی و تحلیل دقیق فرآیندهای زنجیره تأمین به منظور شناسایی نقاط ضعف و امکانات بهبود، از جمله اثرات منفی سبک مدیریت سنتی، می‌تواند به ایجاد تغییرات لازم در جهت دیجیتالی‌سازی کمک کند.

✓ ترویج و پشتیبانی مدیریت تغییر: ایجاد فرهنگ سازمانی که از تغییرات و نوآوری حمایت می‌کند و ارائه پشتیبانی لازم برای اعضای سازمان در فرآیند دیجیتالی‌سازی، امکان پذیر شدن تغییرات را افزایش می‌دهد.

۲. عدم آموزش

برای مقابله با عدم آموزش به عنوان یک مانع دیجیتالی‌سازی، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

✓ ساختن برنامه‌های آموزشی متنوع و جذاب: برنامه‌های آموزشی با محوریت تکنولوژی و دیجیتالی‌سازی را ایجاد کنید که شامل روش‌های تعاملی و جذاب مانند ویدیوها، آزمون‌های آنلاین و سیمولای‌های تعاملی باشد.

✓ ارائه آموزش‌های آنلاین: ایجاد پلتفرم‌های آموزشی آنلاین که به کارمندان امکان آموزش در هر زمان و مکانی را بدهد. این امکان به کارمندان کمک می‌کند تا به راحتی به مطالب آموزشی دسترسی پیدا کنند و زمان آموزش را با شرایط شخصی خود هماهنگ کنند.

✓ تشویق و پاداش: برای تشویق کارمندان به شرکت در دوره‌های آموزشی، می‌توانید سیاست‌های پاداش و تشویق را در نظر بگیرید. مثلاً ارائه امتیازات یا پاداش‌هایی برای کسانی که در دوره‌های آموزشی شرکت کنند و با موفقیت آن‌ها را پشت سر بگذارند.

✓ ترویج آموزش در فرهنگ سازمانی: آموزش را به عنوان بخشی از فرهنگ سازمانی ترویج دهید. این امر می‌تواند با انتشار اخبار، مطالب و مطالب مرتبط با آموزش در سایت و شبکه‌های اجتماعی داخلی سازمان انجام شود.

✓ ارزیابی و بازخورد: ارزیابی دوره‌های آموزشی و دریافت بازخورد از کارمندان در مورد کیفیت و محتوای آموزشی می‌تواند به بهبود

۵. عدم وجود زیرساخت‌های مناسب: نتایج همراهی با مطالعه نودری و همکاران (۱۴۰۰) است.

۶. محدودیت منابع مالی: نتایج همراهی با مطالعه فیروزبخت و رضائیان (۱۴۰۱) است.

۷. مشکل در سازگاری با سیستم های جدید: نتایج همراهی با مطالعه دورگوت و همکاران (۲۰۲۲) است.

۸. کمبود پرسنل واجد شرایط: نتایج همراهی با مطالعه دورگوت و همکاران (۲۰۲۲) است.

۹. مقاومت در برابر تغییر توسط کارکنان: نتایج همراهی با مطالعه دورگوت و همکاران (۲۰۲۲) است.

۱۰. فقدان تحقیق و توسعه: نتایج همراهی با مطالعه تی اس و راوی (۲۰۲۳) است.

۱۱. پیچیدگی سیستم‌ها: نتایج همراهی با مطالعه نودری و همکاران (۱۴۰۰) است.

۱۲. فقدان استانداردها و معیارهای عملکرد مربوط به دیجیتالی‌سازی زنجیره تأمین نتایج همراهی با مطالعه تی اس و راوی (۲۰۲۳) است.

۱۳. کمبود دانش و مهارت: نتایج همراهی با مطالعه فیروزبخت و رضائیان (۱۴۰۱) است.

۱۴. عدم تعهد نیروی انسانی: نتایج همراهی با مطالعه تی اس و راوی (۲۰۲۳) است.

۱۵. عدم آگاهی از مزایای دیجیتالی‌سازی زنجیره تأمین: نتایج همراهی با مطالعه تی اس و راوی (۲۰۲۳) است.

۱۶. عدم تمایل به اشتراک گذاری اطلاعات بین شرکای زنجیره تأمین: نتایج همراهی با مطالعه تی اس و راوی (۲۰۲۳) است.

۷- پیشنهادات کاربردی

همانطور که نتایج نشان داد روابط متقابل و تأثیرگذاری بین موانع و ارتباط سطوح مختلف مشخص شد. بنابراین با توجه به سطوح، پیشنهادات کاربردی در راستای از بین بردن موانع دیجیتالی سازی زنجیره تأمین در صنایع شیمیایی ارایه می شود.

۱. سبک مدیریت سنتی

پیشنهاد کاربردی برای توسعه مدیریت سنتی به عنوان یک مانع دیجیتالی‌سازی می‌تواند شامل اقداماتی باشد که به سازمان کمک کند تا فرآیندهای مدیریتی سنتی را به سمت فرآیندهای دیجیتالی و مدرن تغییر دهد. در این راستا، می‌توان اقدامات زیر را پیشنهاد داد:

✓ آگاهی و آموزش: ابتدا باید اعضای سازمان را آگاه کنید که سبک مدیریت سنتی ممکن است موانعی برای دیجیتالی‌سازی زنجیره تأمین ایجاد کند. سپس با ارائه دوره‌های آموزشی و

اجتماعی در زنجیره تأمین هستند. این شامل استفاده از مواد قابل بازیافت، بهینه سازی مسیر حمل و نقل، و کاهش انتشارات گازهای گلخانه ای است.

✓ ارزیابی اثرات زیست محیطی: انجام ارزیابی های اثرات زیست محیطی (EIA) و ارزیابی چرخه عمر محصولات (LCA) برای شناسایی و کاهش تأثیرات منفی فعالیت های زنجیره تأمین بر محیط زیست.

✓ همکاری با تأمین کنندگان پایدار: برقراری همکاری با تأمین کنندگانی که اهداف پایداری محیطی را پیگیری می کنند و اطمینان از اینکه این اهداف در سراسر زنجیره تأمین رعایت می شود.

۵. عدم وجود زیرساخت های مناسب

برای از بین بردن عدم وجود زیرساخت های مناسب به عنوان مانع دیجیتالی سازی زنجیره تأمین، می توان به راهکارهای زیر توجه نمود:

✓ توسعه شبکه های ارتباطی: ایجاد یک زیرساخت قوی برای ارتباطات دیجیتالی میان شرکت ها، تأمین کنندگان، و مشتریان اساسی است. این شامل توسعه بسترهای ارتباطی مانند اینترنت پرسرعت، شبکه های ابری، و سیستم های ارتباطی مطمئن و پایدار است.

✓ تشویق به استفاده از فناوری های نوین: دولت ها و سازمان های صنعتی می توانند با ارائه تسهیلات مالی و مالیاتی برای استفاده از فناوری های نوین مانند اینترنت اشیا (IoT)، هوش مصنوعی (AI)، و بلاک چین تشویق کنند.

✓ توسعه استانداردها و پروتکل های مشترک: توسعه استانداردها و پروتکل های مشترک برای ارتباطات دیجیتالی بین شرکت ها و سازمان ها می تواند بهبود قابل توجهی در انعطاف پذیری و هماهنگی در زنجیره تأمین ایجاد کند.

✓ سرمایه گذاری در تحقیق و توسعه: دولت ها و سازمان های صنعتی می توانند در تحقیقات و توسعه فناوری های دیجیتالی مرتبط با زنجیره تأمین سرمایه گذاری کنند تا به نوآوری و بهبود زیرساخت های مورد نیاز برای دیجیتالی سازی کمک کنند.

۶. محدودیت منابع مالی

برای از بین بردن مانع محدودیت منابع مالی به عنوان مانع دیجیتالی سازی زنجیره تأمین، می توان به راهکارهای زیر توجه نمود:

✓ تشویق به همکاری صنایع و دولت: ایجاد برنامه ها و ابزارهایی برای تشویق به همکاری بین دولت، صنایع، و سازمان های مختلف برای سرمایه گذاری در زیرساخت های دیجیتالی مشترک می تواند

مستمر فرایند آموزش کمک کند و کارمندان را به شرکت فعال تر در دوره های آموزشی ترغیب کند.

۳. موانع فرهنگی و سازمانی

برای مقابله با موانع فرهنگی و سازمانی به عنوان مانع دیجیتالی سازی، می توان پیشنهادات و راهکارهای زیر را اشاره نمود:

✓ آگاهی بخشی و آموزش: برگزاری دوره ها و کارگاه های آموزشی برای کارکنان و مدیران در زمینه اهمیت دیجیتالی سازی زنجیره تأمین و راهکارهای موجود برای پیاده سازی آن. این آموزش ها باید به شناخت مزایا و چالش های دیجیتالی سازی پرداخته و کارکنان را برای مقابله با موانع آماده کنند.

✓ ایجاد فرهنگ همکاری و تعامل: ترویج فرهنگ همکاری و تعامل در سازمان بین انواع تیم ها و بخش های مختلف به منظور پیاده سازی موثرتر دیجیتالی سازی زنجیره تأمین. این شامل تشویق به اشتراک گذاری دانش و تجربیات، تشکیل تیم های چندمنظوره و ایجاد فرصت های مشارکت در تصمیم گیری های مرتبط با دیجیتالی سازی است.

✓ ارتقاء سیستم ها و فناوری ها: به روزرسانی سیستم های موجود در زنجیره تأمین به نسخه های دیجیتالی و مدرن تر. این شامل ایجاد سیستم های مدیریت موجودی، سیستم های اطلاعات مدیریت (MIS)، و سیستم های مدیریت ارتباط با مشتری (CRM) دیجیتالی است.

✓ ایجاد راهکارهای تشویقی: تعیین و ارائه انگیزه ها و پاداش هایی برای افراد و تیم هایی که در فرایند دیجیتالی سازی زنجیره تأمین فعال هستند

۴. موانع محیطی

برای از بین بردن موانع محیطی به عنوان مانع دیجیتالی سازی زنجیره تأمین، می توان به راهکارهای زیر توجه نمود:

✓ استفاده از فناوری های سبز: انتخاب و استفاده از فناوری هایی که باعث کاهش مصرف انرژی، بهبود بازیافت مواد و کاهش اثرات منفی بر محیط زیست می شوند. به عنوان مثال، استفاده از سیستم های مدیریت موجودی دیجیتالی می تواند به بهبود کارایی و کاهش هدررفت مواد منجر شود.

✓ استفاده از سامانه های مبتنی بر ابر: بهره گیری از سامانه های مبتنی بر ابر برای ذخیره سازی داده ها و اطلاعات زنجیره تأمین. این رویکرد می تواند به کاهش نیاز به تجهیزات سخت افزاری، صرفه جویی در انرژی و حفظ منابع طبیعی کمک کند.

✓ توسعه استراتژی های پایداری: تدوین و اجرای استراتژی ها و سیاست هایی که به دنبال تحقق اهداف پایداری محیطی و

۸. کمبود پرسنل واجد شرایط

برای از بین بردن این مانع به عنوان مانع دیجیتالی‌سازی زنجیره تأمین، می‌توان به راهکارهای زیر توجه نمود:

✓ استفاده از اتوماسیون و رباتیک: استفاده از سیستم‌ها و فناوری‌های اتوماسیون و رباتیک برای انجام فعالیت‌های تکراری و زمان‌بر در زنجیره تأمین می‌تواند از کمبود پرسنل واجد شرایط جلوگیری کند.

✓ استفاده از سیستم‌های ERP و SCM: استفاده از سیستم‌های مدیریت منابع سازمانی (ERP) می‌تواند به بهبود کارایی و کاهش نیاز به پرسنل بیشتر کمک کند.

✓ آموزش و توسعه مهارت‌های دیجیتالی: آموزش و توسعه مهارت‌های دیجیتالی درون سازمانی می‌تواند افراد را برای استفاده بهینه از فناوری‌های دیجیتالی در زنجیره تأمین آماده کند و نیاز به پرسنل بیشتر را کاهش دهد.

✓ استفاده از فرهنگ کاری انعطاف‌پذیر: ایجاد یک فرهنگ کاری انعطاف‌پذیر که به افراد اجازه می‌دهد از فناوری‌های دیجیتالی برای انجام وظایف خود استفاده کنند، می‌تواند به جلوگیری از کمبود پرسنل واجد شرایط کمک کند.

✓ استفاده از فرصت‌های خارجی: استفاده از فرصت‌هایی مانند استخدام پرسنل واجد شرایط از طریق شراکت با دانشگاه‌ها، دوره‌های آموزشی و مراکز آموزشی می‌تواند نیاز به پرسنل جدید را کاهش دهد.

۹. مقاومت در برابر تغییر

برای از بین بردن این مانع به عنوان مانع دیجیتالی‌سازی زنجیره تأمین، می‌توان به راهکارهای زیر توجه نمود:

✓ ارتباط و آگاهی: ارتباط فعال با کارکنان و اعضای زنجیره تأمین در مورد اهمیت و ضرورت تغییرات دیجیتالی، و ارائه اطلاعات کافی و معتبر درباره مزایا و فواید آن، می‌تواند مقاومت را کاهش دهد.

✓ مشارکت و شرکت‌پذیری: جلب مشارکت و شرکت‌پذیری اعضای زنجیره تأمین در فرآیند تغییرات دیجیتالی، از طریق اجتماعی‌سازی فرآیند، برگزاری جلسات توجیهی، و ایجاد فضای باز برای بحث و گفتگو.

✓ تشویق به نوآوری و تجربه: تشویق به ارائه ایده‌های نوآورانه و اجرای آزمایش‌های کوچک، به کمک شناخت بهتر از مزایا و موقعیت‌های تغییرات دیجیتالی.

۱۰. فقدان تحقیق و توسعه

برای از بین بردن این مانع به عنوان مانع دیجیتالی‌سازی زنجیره تأمین، می‌توان به راهکارهای زیر توجه نمود:

مفید باشد. این شامل ایجاد تسهیلات مالی، مالیاتی، و یا تشویق‌های مالی دیگر برای سرمایه‌گذاری در این زمینه است.

✓ استفاده از منابع مالی عمومی: دولت‌ها می‌توانند منابع مالی عمومی را برای تأمین هزینه‌های مرتبط با دیجیتالی‌سازی زنجیره تأمین، مانند زیرساخت‌های فناوری اطلاعات، ایجاد شبکه‌های ارتباطی، و آموزش مهارت‌های موردنیاز، اختصاص دهند.

✓ جذب سرمایه‌گذاری خصوصی: ایجاد شرایط مناسب برای جذب سرمایه‌گذاری از بخش خصوصی می‌تواند از طریق ارائه تسهیلات مالی، تخفیفات مالیاتی، و تشویق‌های دیگر صورت بگیرد.

✓ استفاده از مدل‌های کسب‌وکار نوین: استفاده از مدل‌های کسب‌وکار نوین مانند اشتراک‌گذاری منابع (Resource Sharing) و اقتصاد اشتراکی (Sharing Economy) می‌تواند به بهره‌وری بیشتر از منابع مالی منجر شود.

✓ توسعه بسترهای تأمین مالی نوین: توسعه بسترهای تأمین مالی نوین مانند اعتبار از طریق فناوری (Fintech) و استفاده از بلاک‌چین برای امنیت و شفافیت در تراکنش‌های مالی می‌تواند امکان دسترسی به منابع مالی را بهبود بخشد.

۷. مشکل در سازگاری با سیستم‌های جدید

برای از بین بردن این مانع به عنوان مانع دیجیتالی‌سازی زنجیره تأمین، می‌توان به راهکارهای زیر توجه نمود:

نحوه استفاده از آن‌ها می‌تواند بهبود چشم‌انداز سازگاری دیجیتالی‌سازی را فراهم کند.

✓ توسعه استراتژی سازگاری: توسعه استراتژی‌ها و رویکردهایی برای سازگاری فعال با سیستم‌های جدید، از جمله تست و اجرای پایداری، ارتقاء نرم‌افزار و سخت‌افزار، و به‌روزرسانی‌های منظم.

✓ استفاده از فناوری همگرایی: استفاده از فناوری‌هایی که قابلیت همگرایی با سیستم‌های قدیمی را داشته باشند، می‌تواند انتقال به سیستم‌های جدید را ساده‌تر کند. به عنوان مثال، استفاده از راهکارهای مبتنی بر ابر کمک‌کننده باشد.

✓ تسهیل ارتباطات و هماهنگی: توسعه بسترهایی برای ارتباطات و هماهنگی بهبود میزان تعامل و همکاری بین اعضای زنجیره تأمین را فراهم می‌کند، که این به سازگاری با سیستم‌های جدید کمک می‌کند.

✓ توجه به نیازهای کاربران: بررسی و درک نیازهای واقعی کاربران و اعضای زنجیره تأمین، و تطابق سیستم‌های جدید با این نیازها به کاهش مشکلات سازگاری کمک می‌کند.

✓ توسعه راهنماها و مستندات: ارائه راهنماها، مستندات، و منابع آموزشی که به کاربران کمک کنند تا سیستم‌های جدید را به‌خوبی درک و استفاده کنند، می‌تواند مشکلات سازگاری را کاهش دهد.

✓ استفاده از شبکه های همکاری و شراکت: برقراری ارتباط با دانشگاه ها، مراکز تحقیقاتی و شرکت های فناوری می تواند منابع تحقیقاتی و توسعه را افزایش دهد و به ایجاد راهکارهای دیجیتالی سازی زنجیره تامین کمک کند.

✓ ایجاد گروه های کاری تخصصی: تشکیل گروه های کاری تخصصی باهدف تحقیق و توسعه در حوزه های مرتبط با دیجیتالی سازی زنجیره تامین می تواند به ایجاد و اجرای پروژه های نوآورانه کمک کند.

۱۴. عدم تعهد نیروی انسانی

برای از بین بردن این مانع به عنوان مانع دیجیتالی سازی زنجیره تامین، می توان به راهکارهای زیر توجه نمود:

✓ استفاده از فناوری برای ایجاد شفافیت و اطمینان: استفاده از فناوری های مانند نرم افزارهای مدیریت رابطه با مشتری (CRM) و نرم افزارهای مدیریت زنجیره تامین (SCM) برای ایجاد شفافیت در فرایندها و اطمینان از عملکرد بهتر می تواند تعهد کارکنان را تقویت کند.

✓ توسعه مهارت های فردی: توسعه مهارت های فردی کارکنان در زمینه استفاده از فناوری های جدید و نرم افزارهای مورد نیاز برای دیجیتالی سازی زنجیره تامین، اطمینان می دهد که آنها قادر به انجام وظایف خود با استفاده از این فناوری ها هستند.

۱۵. عدم آگاهی از مزایای دیجیتالی سازی زنجیره تامین

برای از بین بردن این مانع به عنوان مانع دیجیتالی سازی زنجیره تامین، می توان به راهکارهای زیر توجه نمود:

✓ مطرح کردن موفقیت های سایر سازمان ها: به اشتراک گذاری موفقیت ها و داستان های موفقیت سایر سازمان ها در دیجیتالی سازی زنجیره تامین می تواند افراد را برای شروع این فرآیند در سازمان خود الهام بخشد.

✓ ارائه داده ها و آمار: ارائه داده ها و آمار مربوط به مزایای مالی، بهبود کیفیت و کاهش هزینه ها به دنبال دیجیتالی سازی زنجیره تامین می تواند افراد را متقاعد کند که این فرآیند ارزشمند است.

۱۶. عدم تمایل به اشتراک گذاری اطلاعات بین شرکای زنجیره تامین

برای از بین بردن این مانع به عنوان مانع دیجیتالی سازی زنجیره تامین، می توان به راهکارهای زیر توجه نمود:

✓ استفاده از فناوری های رمزنگاری: استفاده از فناوری های رمزنگاری برای اطلاعات حساس می تواند اعضای زنجیره تامین را قانع کند که اطلاعات آنها در امان است و می توانند آنها را به اشتراک بگذارند.

✓ استفاده از شبکه های همکاری و شراکت: برقراری ارتباط با دانشگاه ها، مراکز تحقیقاتی و شرکت های فناوری می تواند منابع تحقیقاتی و توسعه را افزایش دهد و به ایجاد راهکارهای دیجیتالی سازی زنجیره تامین کمک کند.

✓ ایجاد گروه های کاری تخصصی: تشکیل گروه های کاری تخصصی باهدف تحقیق و توسعه در حوزه های مرتبط با دیجیتالی سازی زنجیره تامین می تواند به ایجاد و اجرای پروژه های نوآورانه کمک کند.

۱۱. پیچیدگی سیستم ها

برای از بین بردن این مانع به عنوان مانع دیجیتالی سازی زنجیره تامین، می توان به راهکارهای زیر توجه نمود:

✓ یکپارچگی سیستم ها و استانداردسازی: ایجاد یکپارچگی در سیستم ها و استانداردسازی فرایندها و فناوری ها می تواند به کاهش پیچیدگی سیستم ها و تسهیل در دیجیتالی سازی زنجیره تامین کمک کند.

✓ استفاده از پلتفرم های یکپارچه: انتخاب و استفاده از پلتفرم های یکپارچه و متکی به استانداردهای صنعتی می تواند به یکپارچگی و کاهش پیچیدگی در سیستم ها کمک کند.

✓ تسهیل در تبادل اطلاعات: ایجاد راهکارهایی برای تسهیل در تبادل اطلاعات و هماهنگی بین سیستم ها می تواند به کاهش پیچیدگی و بهبود دقت و سرعت در زنجیره تامین کمک کند.

۱۲. فقدان استانداردها و معیارهای عملکرد مربوط به دیجیتالی سازی زنجیره تامین

برای از بین بردن این مانع به عنوان مانع دیجیتالی سازی زنجیره تامین، می توان به راهکارهای زیر توجه نمود:

✓ ارائه خدمات مشاوره و پشتیبانی: ارائه خدمات مشاوره و پشتیبانی برای شرکت ها و سازمان ها در زمینه اعمال استانداردها و معیارهای عملکرد مربوط به دیجیتالی سازی زنجیره تامین. این مشاوره ها می تواند شامل راهنمایی های فنی، آموزش های عملی، و ارائه مدل های کسب و کار مربوط باشد.

✓ ارزیابی و ارتقاء مداوم: بررسی و ارزیابی مداوم عملکرد بر اساس استانداردها و معیارهای عملکرد، و اعمال تغییرات و بهبودها برای ارتقاء مداوم عملکرد دیجیتالی سازی زنجیره تامین.

۱۳. کمبود دانش و مهارت

برای از بین بردن این مانع به عنوان مانع دیجیتالی سازی زنجیره تامین، می توان به راهکارهای زیر توجه نمود:

✓ استفاده از رویکردهای آموزشی نوین: استفاده از روش های آموزشی نوین مانند یادگیری مبتنی بر تجربه (Experiential

- [18] Alam, F. Mehmood, R. Katib, I. Albesbri, A. 2016. Analysis of eight data mining algorithms for smarter internet of things (TOT). *Procedia Computer Science*, 98, Pp. 437- 442.
- [19] Parviainen, P., Tihinen, M., Kääriäinen, J., & Teppol, S. 2017. Tackling the digitalization challenge: How to benefit from digitalization in practice. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 5 (1), 63-77.
- [20] Bokrantz, J., & Dul, J. 2022. Building and testing necessity theories in supply chain management. *Journal of Supply Chain Management*.
- [21] Chopra, S., Meindl, P., & Kalra, D. V. 2013. *Supply chain management: strategy, planning, and operation* (Vol. 232). Boston, MA: Pearson.
- [22] Stadler, H. 2015. *Supply Chain Management: An Overview*. In: *Supply Chain Management and Advanced Planning*, Springer, Berlin, Heidelberg.
- [23] Banerjee, A., Lückner, F., & Ries, J. M. 2021. An empirical analysis of suppliers' trade-off behavior in adopting digital supply chain financing solutions. *International Journal of Operations & Production Management*.

✓ توجیه اقتصادی: نشان دادن مزایای اقتصادی اشتراک گذاری اطلاعات برای همه شرکای زنجیره تأمین، می تواند تمایل آن ها را به همکاری و اشتراک گذاری اطلاعات بیشتر کند.

۸- مراجع

- [1] Buyukozkan, G. and Gocer, F. 2018, "Digital supply chain: literature review and a proposed framework for future research", *Computers in Industry*, Vol. 97, pp. 157-177.
- [2] TS, D., & Ravi, V. 2023. An ISM-MICMAC approach for analyzing dependencies among barriers of supply chain digitalization. *Journal of Modelling in Management*, 18(3), 817-841.
- [3] Abdrad, Kershnan 2020.
- [4] Kayikci, Y. 2018, "Sustainability impact of digitization in logistics", *Procedia Manufacturing*, Vol. 21, pp. 782-789,
- [5] Abdel-Basset, M., Gunasekaran, M., Mohamed, M. and Chilamkurti, N. 2019, "A framework for risk assessment, management and evaluation: economic tool for quantifying risks in supply chain", *Future Generation Computer Systems*, Vol. 90, pp. 489-502,
- [6] Wu, L., Yue, X., Jin, A. and Yen, D.C. 2016, "Smart supply chain management: a review and implications for future research", *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 27 No. 2, pp. 395-417.
- [7] Jajja, M.S.S., Chatha, K.A. and Farooq, S. 2018, "Impact of supply chain risk on agility performance: mediating role of supply chain integration", *International Journal of Production Economics*, Vol. 205, pp. 118-138,
- [8] Aamer, Ammar & Sahara, Chelinka & Al-Awlaqi, Mohammed. 2022. Digitalization of the supply chain: transformation factors. *Journal of Science and Technology Policy Management*. ahead-of-print. 10.1108/JSTPM-01.
- [9] Wen, H., Zhong, Q., & Lee, C. 2022. Digitalization, competition strategy and corporate innovation: Evidence from Chinese manufacturing listed companies. *International Review of Financial Analysis*, 82. doi: 10.1016/j.irfa.2022.102166.
- [10] Chen, Y., & Xu, J. 2023. Digital transformation and firm cost stickiness: Evidence from China. *Finance Research Letters*, 52. doi: 10.1016/j.frl.2022.103510.
- [11] Abdirad, M. and Krishnan, K. (2020), "Industry 4.0 in logistics and supply chain management: a systematic literature review", *Engineering Management Journal*, Vol. 33 No. 3, pp. 1-15.
- [12] Statista. 2019, January 18. Retail e-commerce sales worldwide from 2014 to 2021 (in billion U.S.dollars). Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/379046/worldwide-retail-e-commerce-sales>.
- [13] Verhoef, P. C., T. Broekhuizen, Y. Bart, A. Bhattacharya, J. Q. Dong, N. Fabian, and M. Haenlein. 2021. Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research* 122: 889-901.
- [14] Jones, M. D., & Camba, J. D. 2021. Past, present, and future barriers to digital transformation in manufacturing: A review. *Journal of Manufacturing Systems*, 60, 936-948. doi: 10.1016/j.jmsy.2021.03.006.
- [15] Al-Ruithe, Majid. Benkhelifa, Elhadj. Hameed, Khawar 2018. Key Issues for Embracing the Cloud Computing to Adopt a Digital Transformation: A study of Saudi Public Sector. *Procedia Computer Science* 130:1037-1043.
- [16] Gong & Rebeyer 2021.
- [17] Bloomberg, J. 2018. Forbes. Retrieved from <https://www.forbes.com/sites/jasonbloomberg/2018/04/29/digitization-digitalization-and-digital-transformation-confuse-them-at-yourperil/#63e1c44d2f2c>.