شناسایی و رتبه‌بندی عوامل توانمندساز در زنجیره تأمین هوشمند

امید مهری نمک آورانی[۱]، حسین کاظمی[۲،*]، فرزین رضایی[۳]، رضا احتشام راثی[۴]

۱دانشجوی دکتری، گروه حسابداری، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران.

[۲]استادیار، گروه حسابداری، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران. (عهده‌دار مکاتبات)

[۳]دانشیار، گروه حسابداری، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

[۴]استادیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

تاریخ دریافت: اسفند ۱۴۰۱، اصلاحیه: فروردین ۱۴۰۲، پذیرش: خرداد ۱۴۰۲

چکیده

مبحث زنجیره تأمین از جمله مباحث مطرح در فضای امروز صنعت کشور است. اما زنجیره تأمین زمانی در یک شرکت دارای توان رقابتی خواهد بود که ضمن برخورداری از اجزا توانمند و رقابت‌پذیر، دارای پایداری مطلوبی نیز باشد. هدف اصلی این پژوهش شناسایی و رتبه‌بندی عوامل توانمندساز در زنجیره تأمین هوشمند با بهره‌گیری از ابزارهای تصمیم‌گیری چندمعیاره است. مطالعه موردی پژوهش حاضر شامل چهار شرکت پتروشیمی نوری، پتروشیمی جم، پتروشیمی خارک و پتروشیمی پردیس است. میزان اهمیت هرکدام از توانمندسازهای مذکور در زنجیره تأمین هوشمند، بر اساس پرسش‌نامه‌های مربوطه صورت پذیرفت و باتوجه‌به رتبه‌بندی انجام شده در خصوص میزان اهمیت توانمندسازها در زنجیره تأمین هوشمند و به استناد نظرات خبرگان، هفت عامل به‌عنوان مهم‌ترین عوامل توانمندسازی زنجیره تأمین هوشمند انتخاب شدند که به ترتیب عبارتند از: مهارت‌ها و دانش کلان‌داده‌ها، مطالعه مناسب و امکان‌سنجی برای کمک به انتخاب و استفاده از تکنیک‌های کلان داده، ردیابی و بومی‌سازی محصولات، شفافیت و قابل‌مشاهده بودن، مدیریت زنجیره تأمین الکترونیکی، بهبود انتقال اطلاعات و توسعه اثربخش و مقرون‌به‌صرفه، وزن فناوری یکپارچگی داده‌ها و اطلاعات. در مرحله بعدی میزان عملکرد این گزینه‌ها در تحقق توانمندسازهای زنجیره تأمین مورد ارزیابی قرار گرفتند. تکنیک پیشنهادی برای این منظور، روش WASPAS بود که به استناد این روش، رتبه‌بندی نهایی باتوجه‌به شاخص‌های توانمندساز مربوطه به ترتیب شرکت پتروشیمی خارک، شرکت پتروشیمی نوری، شرکت پتروشیمی پردیس و شرکت پتروشیمی جم معرفی شدند.

واژه‌های اصلی: زنجیره تأمین، توانمندسازها، مدل تولید وزنی، مدل جمع وزنی

۱- مقدمه

از زمان ظهور انقلاب صنعتی، کارایی و بهره‌وری مدیریت زنجیره تأمین موردتوجه ویژه محققان و صنعتگران بوده است. با پیدایش مفاهیم نوین صنعتی، نیاز به زنجیره‌های تأمین کارآمد و پایدار که در تصمیم‌گیری‌های روزمره مفید واقع شود بیش از گذشته موردتوجه بوده است. ازاین‌رو راهبردهای موردنیاز برای نیل به اهداف سازمان‌ها شامل مفاهیمی چون نوآوری و مشارکت بیشتر مصرف‌کننده در تأثیرگذاری بر جهت و نتایج فرایند تولید بوده است [۱۸]. مدیریت زنجیره تأمین یک فرایند تصمیم‌گیری در سطوح عملیاتی تاکتیکی و راهبردی است که راندمان زنجیره تأمین را بهینه‌سازی می‌کند برای بهینه‌سازی راندمان، کارکردهای مختلف یک زنجیره تأمین بایستی به صورتی هماهنگ اجرا شوند و این در حالی است که تغییرات سازمانی و بازار این هماهنگی را با مشکلاتی مواجه می‌سازند[۱۴] با در نظر گرفتن شرایط و میزان پیشرفت زنجیره‌های تأمین و روش‌های نوین اجرایی و مدیریت آن‌ها و نیز قابلیت‌های وسیع عامل‌های هوشمند در جمع‌آوری و تحلیل اطلاعات مورد نیاز برای ارزیابی و هماهنگی بین اجزا مختلف زنجیره تأمین و از سوی دیگر توان عملیاتی بالای محیط عاملی برای افزایش سطح دقت و سرعت تعامل اجزاء مختلف زنجیره تأمین می‌توان شرایط حاضر را برای استفاده از عامل‌های هوشمند در مدیریت زنجیره تأمین بسیار مساعد دانست[۵]. براساس بررسی‌های صورت گرفته در کشورهای در حال توسعه، در ابتدا با وجود ضعف در ساختارهای سیاسی و اقتصادی و منابع انسانی مطالعات کمی درخصوص فواید زنجیره تامین انجام شده بود. از این رو انعطاف‌پذیری زنجیره تامین در سال‌های اخیر، به خصوص با تمرکز بر کشورهای توسعه یافته با جدیت مورد تحقیق قرار گرفته است. زیرا بررسی انعطاف‌پذیری زنجیره‌های تامین می‌تواند اهداف متعددی را دنبال کند[۲۰]، [۱۳]. نیاز به انعطاف‌پذیری می‌تواند به طور مستقیم با تاثیر اختلال در زنجیره تامین و اثرات اختلال آن مرتبط باشد.

*kazemiho@yahoo.com

برخی مطالعات سه نکته مهم را در ارتباط با زنجیره‌های تامین انعطاف‌پذیر ارائه کرده‌اند: اول اینکه، احتمال اختلال در نقاط مختلف زنجیره‌ها وجود دارد، و به شدت تحت تاثیر عرضه یا تقاضا است. دوم اینکه توسعه پایدار بر انعطاف‌پذیری زنجیره تامین تاثیر می‌گذارد. و سوم اینکه، پیچیدگی زنجیره تامین ناشی از اقتصاد جهانی است [۲۰]، [۱۳]، [۱۱]، [۱۹].

شرکت‌های امروزی باید از وضعیت ایستا و کند کسب‌وکارهای امروزی به چارچوب‌های پویا و سریع، با دسترسی ساده و فراوان و بدون محدودیت‌های زمانی و مکانی و همچنین بدون درنظرگرفتن فرایندهای کسب‌وکار و سیستم‌های رایانه‌ای مرتبط حرکت نمایند رویکردهای سنتی در کسب‌وکار به دلیل عدم توانایی در ارائه محصولات پیچیده و متنوع و همچنین عدم ارائه به‌موقع و سریع محصولات و خدمات، هزینه‌های بسیاری را متحمل شده‌اند؛ اما رویکردهای جدید به دنبال ارائه خدمات و محصولات موردنیاز به بازارهای متغیر جهانی و بر اساس ترکیب شبکه‌های کسب‌وکار سنتی و ارتباطات و تعاملات کاری با کمک فناوری اطلاعات و ارتباطات است.

از سوی دیگر مشارکت بخش‌های درگیر در سازمان برای ایجاد ارزش‌افزوده برای مشتری و خودِ سازمان باعث ایجاد روابط متقابل برد برد برای همه اعضای درگیر در زنجیره خواهد شد. در صورت رعایت همه اقدامات، ابعاد مختلف زنجیره تأمین توسط یک تأمین‌کننده نقش بسزایی در عرصه رقابت تأمین‌کننده موردنظر، ایفا می‌کند و برتری آن تأمین‌کننده را نسبت به رقبا نشان می‌دهد [۱۰].

یکی از مسائل موجود در زنجیره تأمین هوشمند، بررسی توانمندسازهای عملکرد زنجیره تأمین است. منظور از توانمندساز عملکرد، مواردی است که باعث می‌شود توانایی زنجیره در دستیابی به عملکرد بهتر، بیشتر شود. بررسی و دسته‌بندی این موارد می‌تواند به موفقیت زنجیره تأمین در دستیابی به عملکرد بهتر کمک زیادی کند.

باتوجه‌به مطالب مذکور می‌توان این‌گونه بیان نمود که در یک زنجیره تأمین هوشمند، می‌بایست، ابتدا عوامل توانمندساز در عملکرد زنجیره تأمین به‌عنوان یک الزام در راستای اهداف ارتقای عملکرد زنجیره تأمین هوشمند شناسایی شوند سپس با ارزیابی میزان تحقق این عوامل توانمندساز در زنجیره‌ی تأمین هوشمند به سنجش میزان عملکرد تأمین‌کنندگان و یا زنجیره‌های تأمین موردنظر پرداخت.

بنابراین، ارائه یک راهکار برای شناسایی و اولویت‌بندی عوامل توانمندساز در زنجیره تأمین هوشمند یکی از دغدغه‌های مهم و اساسی مدیران سازمان‌ها است که می‌بایست برای حل مسئله مذکور، الگوی مفید و کاربردی ارائه گردد؛ بنابراین مسئله اینجاست که عوامل توانمندساز مهم و اساسی در عملکرد زنجیره تأمین کدامند و این میزان اهمیت به چه صورت تعیین و رتبه‌بندی می‌شوند؟

۲- پیشینه پژوهش

پیچیدگی زنجیره تامین به دلیل گره‌ها و اتصالات متعدد مانند حمل و نقل، انبارها و موجودی کالا و غیره است. در زنجیره تامین هر نقطه یک گره است. بنابراین، از آنجا که هر گره به اطلاعات، افراد، محصولات و غیره نیاز دارد، افزایش گره موجب افزایش پیچیدگی می‌شود [۱۵].

حاکمیت زنجیره‌های تامین پایدار چندلایه نباید محدود به ابزارهای اعمال قانون یا محرک باشد بلکه ممکن است شامل سایر جنبه‌ها مانند مکانیسم‌های راهبری شرکتی غیرمتمرکز از طریق استانداردسازی معاملات باشد [۸].

صادقی و همکاران (۱۴۰۱) به طراحی مدل ریاضی زنجیره تأمین حلقه بسته با تاکید برتوانمندسازی قابلیت‌های زیست‌محیطی و افزایش سود-آوری پرداختند. مدل ارائه شده یک مدل ۴ هدفه بود که هدف اول آن حداقل ساختن نشر آلایندگی، هدف دوم حداقل ساختن زباله‌های زیست‌محیطی، هدف سوم حداقل ساختن هزینه و هدف چهارم حداقل ساختن ریسک تامین مواد اولیه بود. پس از طراحی مدل، نتایج نشان داد که ملاحظات همزمان ابعاد زیست‌محیطی، اقتصادی در پارامترها به بهبود عملکرد زنجیره تأمین حلقه بسته از نظر توانمندسازی قابلیت‌های زیست‌محیطی و سودآوری منجر می‌شود.

سنگبر و همکاران (۱۴۰۱) به بررسی شناسایی و اولویت‌بندی توانمندسازهای مدیریت زنجیره تأمین پایدار در صنعت پتروشیمی با رویکرد ترکیبی «فراترکیب» و «نظریه گراف‌ها و رویکرد ماتریسی» پرداختند. نتایج تحقیق توانمندسازهای مدیریت زنجیره تأمین پایدار در صنعت پتروشیمی به مولفه‌های مربوط به مدیریت شرکت‌ها، مدیریت زنجیره تأمین، استمرار و تداوم زنجیره تأمین، ویژگی‌های زنجیره تأمین، شراکت در زنجیره تأمین و کارکنان دسته‌بندی شد که مولفه‌های مربوط به استمرار و تداوم زنجیره تأمین در اولویت‌های اول برنامه‌ریزی در صنعت پتروشیمی به‌منظور دستیابی به پایداری قرار گرفت.

چنگ و همکاران[1] (۲۰۲۰) یک مدل ارزیابی تأمین‌کنندگان در زنجیره تأمین هوشمند، ارائه نمودند در این مدل که مبتنی بر بردار رگرسیون داده‌محور (SVR) است، از الگوریتم ژنتیک برای تنظیم پارامترهای مهم بردار رگرسیون داده‌محور استفاده شد. نتایج شبیه‌سازی نشان داد که دقت و استحکام مدل هوشمند پیشنهادی در مقایسه با مدل‌های موجود برتر است.

به گفته آلیک و همکاران[2] (۲۰۲۰)، عدم بلوغ یک آسیب کلی است که سازمان‌ها باید آن را حل کنند. بر اساس تحقیقات جونیور و همکاران[3] (۲۰۱۹) بلوغ و پیچیدگی زنجیره تأمین نشات گرفته از پیچیدگی‌های داخلی و خارجی است. در نتیجه زنجیره تامین ارگانیسم زنده‌ای است که می‌تواند تحت تاثیر قرار گیرد و باید به طور مداوم خود را برای جلوگیری از اختلالات به روز کند.

برای رسیدن به رقابت سازمانی و افزایش پایدار تعالی سازمانی[4]، استراتژی مدیریت دانش سازمان نه تنها باید بر مبنای انتشار دانش برای مطمئن شدن از موفقیت سازمان باشد بلکه باید باعث به وجود آمدن

[1] Cheng
[2] Alicke
[3] Junior
[4] Organizational Excellence

پایداری آن نیز شود. می‌توان گفت که سبک پر جنب و جوش مدیریت دانش منجر به عملکرد بهترِ کسب‌وکار از طریق چهار منابع اصلی مدیریت دانش یعنی فنی، انسانی، فرهنگی و ساختاری می‌شود [۱۶].
اسپریچر و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهش خود به تجزیه و تحلیل سایر قسمت‌های زنجیره‌های تامین پرداختند. به این نتیجه رسیدند که انعطاف‌پذیری یک شرکت فراتر از زنجیره‌های تامین آن است و درواقع به محیطی مرتبط است که جوامع و دولت‌ها را در بر می‌گیرد و این پیوندهای مهم همواره باید استمرار داشته باشند چرا که انعطاف‌پذیری باعث بلوغ زنجیره تامین خواهد شد.
محمدی و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی اهمیت نقش متغیرهای مالی در کنار متغیرهای عملیاتی و استخراج متغیرهای مذکور در یک شبکه زنجیره تامین به روشی نظام‌مند و عینی پرداختند. براساس نتایج حاصل از بخش تحلیل محتوا، تعداد ۱۰۶ متغیر بدست آمد که بیشترین فراوانی مربوط به متغیرهای تقاضا، سود و قیمت بوده است. همچنین تحلیل هم رخدادی متغیرهای مالی و عملیاتی، انسجام بالای شبکه (چگالی بیش از ۸۰ درصد) را نشان داد که این مهم، خوشه‌بندی انجام شده در متغیرها را به خوبی تایید می‌کند.

۳- روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر با رویکرد میدانی پیمایشی و به صورت تک مقطعی انجام پذیرفت. روش تحقیق مورد استفاده براساس شیوه اجرا، اکتشافی-تحلیلی (تحلیل ریاضی) است. پرسشنامه مورد نیاز با توجه به ویژگی-های خاص مطالعه شده در سازمان‌ها و همچنین مصاحبه با خبرگان این صنعت طراحی شده و همچنین برای سنجش پایایی پرسشنامه تحقیق از ضریب آلفای کرونباخ استفاده گردید. از آنجایی که ضریب آلفای محاسبه شده برای تمامی ابعاد پرسشنامه ۷۰ درصد و بالاتر است، لذا پرسشنامه مورد نظر دارای پایایی قابل قبولی است. در این پژوهش برای نشان دادن چگونگی استفاده از مدل پیشنهادی پژوهش و تجزیه و تحلیل نتایج مربوطه، یک نمونه کاربردی ارائه می‌شود. مطالعه موردی این پژوهش چهار شرکت پتروشیمی نوری، پتروشیمی جم، پتروشیمی خارک و پتروشیمی پردیس است که موضوع پژوهش برای آن‌ها پیاده‌سازی شده و نتایج مربوطه مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. لازم به ذکر است که خبرگان موردنظر این پژوهش ۳نفر می‌باشند که با موضوعات مرتبط با پژوهش حاضر آشنایی داشته و با توجه به میزان تجربه و تخصص، میزان اهمیت نظرات آن‌ها به ترتیب برابر با ۰/۴، ۰/۳۵ و ۰/۲۵ درنظر گرفته شده است.
مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره به دو دسته تصمیم‌گیری چندشاخصه(MADM) و تصمیم‌گیری چندهدفه(MODM) تقسیم می‌شوند. در مسائل تصمیم‌گیری چند شاخصه تعدادی گزینه(راهکار، راهبرد و غیره) با توجه به معیارهایی مشخص، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و درمورد آن‌ها اولویت‌بندی انجام می‌گیرد. روش‌های کلی برای ارزیابی تصمیم‌گیری چند شاخصه به دو گروه مدل جبرانی و غیرجبرانی تقسیم‌بندی می‌شوند. در پژوهش حاضر از روش بهتری-بدترین که روش جدید و کاربردی و مفید است و در زیرگروه مدل‌های جبرانی است استفاده می‌شود. چراکه در مدل‌های جبرانی مبادله بین شاخص‌ها مجاز است. یعنی ضعف یک شاخص ممکن است توسط امتیاز شاخصی دیگر جبران شود. روش (BWM)، در این تکنیک بهترین و بدترین شاخص توسط تصمیم‌گیرنده مشخص‌شده و مقایسه زوجی بین هر یک از این دو معیار (بهترین و بدترین) و دیگر شاخص‌ها صورت می‌گیرد. سپس یک مسئلهMin- Max برای مشخص کردن وزن شاخص‌های مختلف فرموله و حل می‌گردد همچنین در این روش یک فرمول برای محاسبه نرخ ناسازگاری برای بررسی اعتبار مقایسات در نظر گرفته می‌شود. روش WASPAS این روش یکی از روش‌های نوین تصمیم‌گیری چند شاخصه است. این روش ترکیبی از دو مدل جمع وزنی و مدل تولید وزنی می‌باشد این روش نسبت به روش‌های مستقل دارای دقت بالاتری می‌باشد در این مدل تلاش می‌شود یک معیار ترکیبی برای تعیین میزان اهمیت نهایی هر گزینه به‌کاربرده شود علاوه براین میزان دقت این مدل در مقایسه با سایر مدل‌ها، پیش از ترکیب شدن، بسیار بالاتر است.
برای پیاده‌سازی این پژوهش به استناد روش BWM میزان اهمیت هرکدام از توانمندسازها در زنجیره تامین مشخص و رتبه‌بندی می‌شوند. در مرحله بعدی میزان عملکرد این گزینه‌ها در تحقق توانمندسازهای زنجیره تامین، با روش WASPAS مورد ارزیابی قرار می‌گیرند و به استناد این روش، رتبه‌بندی نهایی هرکدام از گزینه‌ها تعیین می‌شود از این رو آزمون‌های پژوهش حاضر به کمک نرم‌افزار Lingo صورت می-پذیرد.

۴- یافته‌های پژوهش

۴-۱ شناسایی توانمندسازهای عملکرد زنجیره تأمین

پس از تعیین خبرگان موردنظر، می‌بایست توانمندسازهای عملکرد زنجیره تأمین، شناسایی و تعیین شوند. بدین منظور با انجام مطالعات کتابخانه‌ای، مرور تحقیقات پیشین (جمع‌بندی عوامل توانمندساز در پژوهش [۹]) تشکیل جلسات گروهی با خبرگان عوامل مذکور تعیین شدند که به شرح جدول (۱) است.

۴-۲ معرفی مهمترین عوامل توانمندساز

پس از تعیین عوامل توانمندساز در عملکرد زنجیره تأمین می‌بایست میزان اهمیت آن‌ها از منظر بهبود عملکرد زنجیره تأمین هوشمند را با یک ابزار علمی و منطقی تعیین نمود. در این تحقیق، برای انجام این کار استفاده از روش BWM استفاده شده است. در این حوزه، پرسشنامه مربوطه تهیه و تدوین شده است که در آن ماتریس مقایسات زوجی مربوطه، درج شده است و روش تکمیل آن به ارزیابان مربوطه توضیح داده شده است. در این زمینه خبرگان برای انجام ارزیابی‌های مربوطه از کمیت‌های موجود در جدول (۲) استفاده می‌کنند.

جدول (۱): توانمندسازهای عملکرد زنجیره تأمین

حوزه کلان	توانمندسازها	نماد	توضیحات
کلان داده‌ها(Big Data)	مدیریت کیفیت کلان داده‌ها	A_1	داده‌های مورد استفاده باید از کیفیت خوب، کامل و همچنین قابل اعتماد برخوردار باشند.
	ضبط و ذخیره اطلاعات	A_2	به منظور پالایش اطلاعات مفید از داده‌های ناسازگار و مبهم فیلترهای هوشمند لازم است.
	امنیت و حریم خصوصی داده‌ها	A_3	حفظ حریم خصوصی داده‌ها لازم است.
	فناوری یکپارچگی داده‌ها و اطلاعات	A_4	این موضوع به جمع‌آوری داده‌ها در هر فرآیند در شبکه زنجیره تامین و ادغام داده‌ها برای استفاده بهتر اشاره دارد.
	تعهد مدیریت ارشد و برنامه مدیریت تغییر	A_5	افرادی که مشکل اصلی را درک می‌کنند باید در حوزه مدیران عالی استخدام شوند.
	مهارت‌ها و دانش کلان داده‌ها	A_6	سازمان‌ها باید افراد آموزش دیده در مهارت‌های کلان داده را داشته باشند، به طوری که این فناوری‌ها به راحتی در داخل شبکه قابل اجرا باشند.
	مطالعه مناسب و امکان‌سنجی برای کمک به انتخاب و استفاده از تکنیک‌های کلان‌داده	A_7	ابزارهای کلان‌داده، گران هستند و حتی ممکن است در متن سازمان مناسب نباشند. قبل از اجرای داده‌های بزرگ، یک مطالعه امکان‌سنجی باید انجام شود.
اینترنت اشیا (Internet of things)	پشتیبانی کلان داده‌ها از سیستم‌های تولیدی و صنعتی	A_8	پذیرش اینترنت اشیا باعث افزایش بهره‌وری و کاهش زمان خرابی تأسیسات تولیدی می‌شود. داده‌های بزرگ با کسب بینش در مورد داده‌های تولید شده به بهبود سیستم‌های صنعتی کمک می کند.
	اینترنت اشیا با محوریت پردازش ابری برای سیستم‌های تولید و تدارکات	A_9	Cloud و IoT به راحتی با سیستم‌های اطلاعاتی فیوز می‌شوند این امر می‌تواند در تدارکات و همچنین در صنعت خودرو استفاده شود. این موضوع باعث ایجاد تعامل بین دو ماشین می‌شود که منجر به یک سیستم هوشمند و تولید ابر می‌شود.
	مدل‌سازی سازمانی (تولید)	A_{10}	اینترنت اشیا به توسعه سیستم سازمانی به عنوان یک سیستم تولید مدرن کمک کرده است.
	شناسایی فرکانس رادیویی	A_{11}	با کمک RFID، ردیابی و انتقال داده‌ها از طریق یک شبکه بی‌سیم آسان است.
	شبکه حسگر بی‌سیم	A_{12}	این یک شبکه از حسگرها است که می‌تواند داده‌های دستگاه‌های مختلف را ردیابی و نظارت کند.

حوزه کلان	توانمندسازها	نماد	توضیحات
فناوری‌های بلاکچین(Blockchain technology)	شفافیت و قابل مشاهده بودن	A_{13}	بلاکچین به همتا اجازه انتقال داده زنده توسط همکار را می‌دهد با هر معامله بلوک جدیدی را می‌توان ذخیره کرد، بنابراین شفافیت و دید بالایی را فراهم می‌کند.
	اعتبارسنجی داده‌ها	A_{14}	ماندگاری جزئیات معامله و همچنین اعتبارسنجی داده‌ها
	اتوماسیون و استفاده از فناوری	A_{15}	بر اساس اطلاعات موجود، قراردادهای هوشمند قابل اجرا است.
	یکپارچگی	A_{16}	منابع و دارایی‌ها از مبدا قابل پیگیری خواهند بود. با کمک این موضوع، معاملات کلاه‌برداری به راحتی قابل تشخیص است.
	تنظیمات	A_{17}	با اتحاد شفافیت و اتوماسیون می‌توان یک زنجیره تامین را به صورت کاملاً خودکار بر اساس قوانین تجدید نظر شده به کار گرفت.
	مجازی‌سازی	A_{18}	سیستم‌های فیزیکی را می‌توان برای استفاده بهتر و انعطاف‌پذیری در استفاده در قالب یک نرم‌افزار منطقی بازآفرینی کرد.
	فناوری‌های اکتشاف	A_{19}	با اجرای ابزارهای بلاکچین، نوآوری و تجدید ساختار در زنجیره تامین امکان‌پذیر است.
نسل چهارم صنعت(Industry.4.0)	مدیریت زنجیره تامین الکترونیکی	A_{20}	استفاده از فناوری‌هایی مانند تجارت الکترونیکی و پورتال‌های وب برای دیجیتالی کردن زنجیره تامین
	ردیابی و بومی‌سازی محصولات	A_{21}	ردیابی محصولات در سراسر شبکه زنجیره تامین با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی
	مدل‌سازی ساختار اطلاعات	A_{22}	بهره‌گیری از فناوری RFID به مانیتورینگ فعالیت‌های شبکه زنجیره تامین از طریق ساخت سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری ادغام اطلاعات اشاره می‌نماید.
	افزونه‌های تولید و چاپ سه بعدی	A_{23}	چاپ سه‌بعدی به بهبود فرایندهایی شامل کاهش زمان lead time و یکسان‌سازی فعالیت‌های و همچنین بهینه‌سازی مصرف مواد کمک می‌کند.
	بهبود انتقال اطلاعات و توسعه اثربخش و مقرون به صرفه	A_{24}	یک سیستم بهتر برای انتقال آسان اطلاعات و توسعه منابع، اعضای مهم زنجیره تامین در زمان تصویب خواهند بود.
	اجرای مدل‌های نوآورانه تجاری	A_{25}	صنایع ملزم به بهبود خود هستند نوآوری‌های مربوط به فرآیندها و اجرای مدل‌های نوآورانه برای دستیابی به تقاضای جهانی

با توجه به جدول (۱) در این مرحله از پژوهش، ۲۵ عامل توانمندساز در عملکرد زنجیره تأمین، شناسایی و معرفی شدند که می‌بایست در ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین هوشمند در نظر گرفته شوند.

جدول (۲): کمیّت‌های مورد استفاده در روش BWM

I خیلی بالا	بالا	متوسط	کم	مساوی	متغیر زبانی میزان برتری
VH	H	M	L	I	نماد
۹	۷-۸	۴-۶	۲-۳	۱	کمیت مربوطه

همچنین نمونه ماتریس ارزیابی مورد استفاده خبرگان ارزیاب مطابق جدول (۳) است.

جدول (۳): ماتریس ارزیابی عوامل توانمندساز در عملکرد زنجیره تأمین هوشمند

عوامل	A_1	A_2	.	.	A_{25}
BO					
OW					

BO: میزان برتری بهترین عامل نسبت به سایر عوامل، OW: میزان برتری سایر عوامل نسبت به بدترین عامل.

پس از تعیین مهم‌ترین عوامل توانمندساز در عملکرد زنجیره تامین هوشمند، در مرحله نهایی پژوهش، ارزیابی و رتبه‌بندی گزینه‌های موردنظر در زنجیره تامین انجام می‌پذیرد. در پژوهش حاضر برای ارزیابی و رتبه‌بندی گزینه‌های موردنظر در زنجیره تامین هوشمند از روش WASPAS استفاده شده است. از این رو خبرگان برای انجام ارزیابی-های مربوطه از کمیت‌های موجود در جدول (۴) استفاده می‌کنند.

جدول (۴): کمیت‌های مورد استفاده در روش WASPAS

خیلی خوب	خوب	متوسط	ضعیف	خیلی ضعیف	متغیر
۹-۱۰	۷-۸	۵-۶	۳-۴	۱-۲	کمیت مربوطه

۴-۳ *ارزیابی عوامل توانمندساز در عملکرد زنجیره تأمین هوشمند*

پس از اجرای مدل‌های برنامه‌ریزی خطی، نتایج نهایی مربوطه، به شرح جدول (۵)، به دست می‌آید.

با توجه به نتایج موجود در جدول (۵) مبنی بر منطقی بودن تمامی نرخ‌های ناسازگاری مهم‌ترین عوامل توانمندساز در عملکرد زنجیره تأمین هوشمند به شرح جدول (۶) انتخاب می‌شوند.

جدول (۵): نتایج نهائی ارزیابی عوامل توانمندساز در عملکرد زنجیره تأمین هوشمند

رتبه	میانگین هندسی	ارزیابی خبره ۳	۲	۱	نماد	عنوان	ردیف
	۰/۰۳۶	۰/۰۳۸	۰/۰۳۸	۰/۰۳۳	e	تابع هدف	۱
۱۰	۰/۰۳۶	۰/۰۳۳	۰/۰۳۴	۰/۰۴۰	A_1	وزن مدیریت کیفیت کلان داده‌ها	۲
۱۱	۰/۰۳۵	۰/۰۳۳	۰/۰۴۲	۰/۰۳۲	A_2	وزن ضبط و ذخیره اطلاعات	۳
۲۰	۰/۰۲۲	۰/۰۲۱	۰/۰۲۱	۰/۰۲۳	A_3	وزن امنیت و حریم خصوصی داده‌ها	۴
۷	۰/۰۵۱	۰/۰۴۱	۰/۰۵۶	۰/۰۵۳	A_4	وزن فناوری یکپارچگی داده‌ها و اطلاعات	۵
۸	۰/۰۴۱	۰/۰۴۱	۰/۰۴۲	۰/۰۴۰	A_5	وزن تعهد مدیریت ارشد و برنامه مدیریت تغییر	۶
۱	۰/۰۹۹	۰/۰۸۲	۰/۰۸۴	۰/۱۲۶	A_6	وزن مهارت‌ها و دانش کلان داده‌ها	۷
۲	۰/۰۹۵	۰/۰۸۲	۰/۱۳۱	۰/۰۸۰	A_7	وزن مطالعه مناسب و امکان‌سنجی برای کمک به انتخاب و استفاده از تکنیک‌های کلان داده	۸
۱۸	۰/۰۲۲	۰/۰۲۳	۰/۰۲۱	۰/۰۲۳	A_8	وزن پشتیبانی کلان‌داده‌ها از سیستم‌های تولیدی و صنعتی	۹
۱۲	۰/۰۳۳	۰/۰۳۳	۰/۰۳۴	۰/۰۳۲	A_9	وزن اینترنت اشیا با محوریت پردازش ابری برای سیستم‌های تولید و تدارکات	۱۰
۲۳	۰/۰۱۸	۰/۰۱۰	۰/۰۲۴	۰/۰۲۰	A_{10}	وزن مدل‌سازی سازمانی (تولید)	۱۱
۲۴	۰/۰۱۶	۰/۰۲۱	۰/۰۱۰	۰/۰۲۰	A_{11}	وزن شناسایی فرکانس رادیویی	۱۲
۲۵	۰/۰۱۶	۰/۰۲۱	۰/۰۲۱	۰/۰۱۰	A_{12}	وزن شبکه حسگر بی‌سیم	۱۳
۴	۰/۰۷۱	۰/۰۸۲	۰/۰۵۶	۰/۰۸۰	A_{13}	وزن شفافیت و قابل مشاهده بودن	۱۴
۱۵	۰/۰۲۹	۰/۰۳۳	۰/۰۲۸	۰/۰۲۷	A_{14}	وزن اعتبارسنجی داده‌ها	۱۵
۱۶	۰/۰۲۷	۰/۰۲۷	۰/۰۲۸	۰/۰۲۷	A_{15}	وزن اتوماسیون و استفاده از فناوری	۱۶
۱۳	۰/۰۳۱	۰/۰۲۷	۰/۰۳۴	۰/۰۳۲	A_{16}	وزن یکپارچگی	۱۷
۲۱	۰/۰۲۱	۰/۰۲۱	۰/۰۲۴	۰/۰۲۰	A_{17}	وزن تنظیمات	۱۸
۲۲	۰/۰۲۱	۰/۰۲۳	۰/۰۲۱	۰/۰۲۰	A_{18}	وزن مجازی‌سازی	۱۹
۱۷	۰/۰۲۳	۰/۰۲۷	۰/۰۲۱	۰/۰۲۳	A_{19}	وزن فناوری‌های اکتشاف	۲۰
۵	۰/۰۵۵	۰/۰۵۵	۰/۰۵۶	۰/۰۵۴	A_{20}	وزن مدیریت زنجیره تامین الکترونیکی	۲۱
۳	۰/۰۷۹	۰/۱۲۶	۰/۰۵۶	۰/۰۸۰	A_{21}	وزن ردیابی و بومی‌سازی محصولات	۲۲
۱۴	۰/۰۲۹	۰/۰۲۷	۰/۰۳۴	۰/۰۲۷	A_{22}	وزن مدل‌سازی ساختار اطلاعات	۲۳
۹	۰/۰۳۹	۰/۰۳۳	۰/۰۴۲	۰/۰۴۰	A_{23}	وزن افزونه‌های تولید و چاپ سه‌بعدی	۲۴
۶	۰/۰۵۴	۰/۰۵۵	۰/۰۵۶	۰/۰۵۳	A_{24}	وزن بهبود انتقال اطلاعات و توسعه اثربخش و مقرون به صرفه	۲۵
۱۸	۰/۰۲۲	۰/۰۲۳	۰/۰۲۱	۰/۰۲۳	A_{25}	وزن اجرای مدل‌های نوآورانه تجاری	۲۶
		۵/۲۳۰	۵/۲۳۰	۵/۲۳۰	CI	شاخص سازگاری	۲۷
		۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۶	CR	نرخ سازگاری	۲۸

جدول (۶): مهم‌ترین عوامل توانمندساز در عملکرد زنجیره تأمین هوشمند

رتبه	نرمال سازی	میانگین هندسی	نماد	عنوان	ردیف
۱	۰/۱۹۵	۰/۰۹۹	A_6	مهارت‌ها و دانش کلان‌داده‌ها	۱
۲	۰/۱۸۹	۰/۰۹۵	A_7	مطالعه مناسب و امکان‌سنجی برای کمک به انتخاب و استفاده از تکنیک‌های کلان داده	۲
۳	۰/۱۵۷	۰/۰۷۹	A_{21}	ردیابی و بومی‌سازی محصولات	۳
۴	۰/۱۴۱	۰/۰۷۱	A_{13}	شفافیت و قابل مشاهده بودن	۴
۵	۰/۱۰۸	۰/۰۵۵	A_{20}	مدیریت زنجیره تامین الکترونیکی	۵
۶	۰/۱۰۸	۰/۰۵۴	A_{24}	بهبود انتقال اطلاعات و توسعه اثربخش و مقرون به صرفه	۶
۷	۰/۱۰۱	۰/۰۵۱	A_4	وزن فناوری یکپارچگی داده‌ها و اطلاعات	۷

۴-۴-*رتبه‌بندی گزینه‌های مطالعه موردی در زنجیره تامین هوشمند*

پس از تعیین عوامه هفت‌گانه مهم و اساسی در عملکرد زنجیره تامین هوشمند

و تعیین وزن آن‌ها، مطابق روش پیشنهادی پژوهش، میزان اهمیت و رتبه‌بندی گزینه‌های موردنظر به استناد روش WASPAS تعیین می‌شوند. همان‌طور که مطرح شد، گزینه‌های موردنظر عبارتند از:

پتروشیمی نوری(S_1)، پتروشیمی جم(S_2)، پتروشیمی خارک(S_3) و پتروشیمی پردیس(S_4)

مطابق روش گام به گام WASPAS، با توجه به مثبت بودن تمامی معیارها ماتریس بی‌مقیاس شده محاسبه می‌شود که نتایج آن در جدول (۷) نشان داده شده است.

جدول (۷): ماتریس بی‌مقیاس شده ارزیابی گزینه‌ها در زنجیره تأمین هوشمند

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7
S_1	۰/۸۹۱	۲/۸۴۰	۵/۳۶۲	۵/۸۳۵	۷/۱۹۱	۱/۱۹۲	۱/۹۹۶
S_2	۰/۵۴۷	۰/۲۳۸	۵/۰۵۴	۰/۳۵۲	۲/۲۹۹	۵/۴۵۵	۶/۵۶۷
S_3	۲/۳۹۲	۴/۸۴۳	۱/۱۵۲	۴/۸۹۱	۱/۵۰۴	۴/۵۶۲	۴/۲۴۹
S_4	۵/۰۹۱	۴/۹۶۶	۱/۰۹۳	۲/۸۰۵	۰/۹۰۴	۴/۴۴۴	۰/۲۱۷

در مرحله بعد، با توجه به وزن عوامل هفت‌گانه توانمندساز، مقادیر مدل WSM (مدل جمع وزنی) و مدل WPS (مدل تولید وزنی) مطابق جدول (۸) و جدول (۹) محاسبه می‌شوند.

جدول (۸): ماتریس مقادیر مدل WSM گزینه‌ها در زنجیره تأمین هوشمند

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7
S_1	۰/۱۷۴	۰/۵۳۸	۰/۸۴۲	۰/۸۲۲	۰/۷۷۹	۰/۱۲۹	۰/۲۰۱
S_2	۰/۱۰۷	۰/۰۴۵	۰/۷۹۴	۰/۰۵۰	۰/۲۴۹	۰/۵۹۱	۰/۶۶۲
S_3	۰/۴۶۷	۰/۹۱۷	۰/۱۸۱	۰/۶۸۹	۰/۱۶۳	۰/۴۹۴	۰/۴۲۸
S_4	۰/۹۹۵	۰/۹۴۰	۰/۱۷۲	۰/۳۹۵	۰/۰۹۸	۰/۴۸۱	۰/۰۲۲

جدول (۹): ماتریس مقادیر مدل WPS گزینه‌ها در زنجیره تأمین هوشمند

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7
S_1	۰/۹۷۸	۱/۲۱۸	۱/۳۰۲	۱/۲۸۲	۱/۲۳۸	۱/۰۱۹	۱/۰۷۲
S_2	۰/۸۸۹	۰/۷۶۲	۱/۲۹۰	۰/۸۶۳	۱/۰۹۴	۱/۲۰۲	۱/۲۰۹
S_3	۱/۱۸۶	۱/۳۴۸	۱/۰۲۳	۱/۲۵۱	۱/۰۴۵	۱/۱۷۹	۱/۱۵۷
S_4	۱/۳۷۴	۱/۳۵۴	۱/۰۱۴	۱/۱۵۶	۰/۹۸۹	۱/۱۷۵	۰/۸۵۷

جدول (۱۰): مقادیر Q_i با توجه به مقادیر مختلف λ

	۰	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۴	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۱
S_1	۲/۶۹۱	۲/۷۷۰	۲/۸۵۰	۲/۹۲۹	۳/۰۰۸	۳/۰۸۸	۳/۱۶۷	۳/۲۴۷	۳/۳۲۶	۳/۴۰۶	۳/۴۸۵
S_2	۱/۱۹۸	۱/۳۲۸	۱/۴۵۸	۱/۵۸۸	۱/۷۱۸	۱/۸۴۸	۱/۹۷۷	۲/۱۰۷	۲/۲۳۷	۲/۳۶۷	۲/۴۹۷
S_3	۲/۹۱۴	۲/۹۵۶	۲/۹۹۹	۳/۰۴۱	۳/۰۸۴	۳/۱۲۶	۳/۱۶۹	۳/۲۱۲	۳/۲۵۴	۳/۲۹۷	۳/۳۳۹
S_4	۲/۱۷۵	۲/۲۶۸	۲/۳۶۱	۲/۴۵۴	۲/۵۴۶	۲/۶۳۹	۲/۷۳۲	۲/۸۲۵	۲/۹۱۷	۳/۰۱۰	۳/۱۰۳

با توجه به مقادیر Qi برای مقادیر مختلف λ رتبه‌بندی گزینه‌ها مطابق جدول (۱۱) صورت می‌پذیرد.

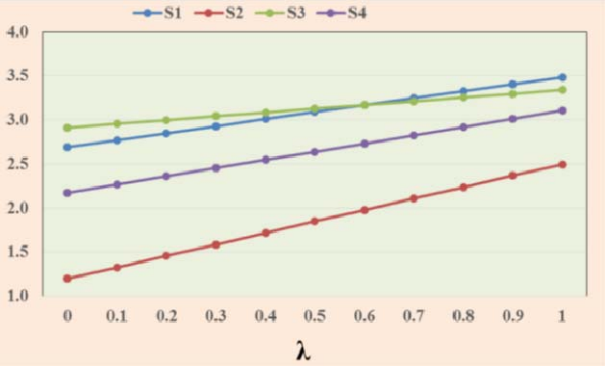
جدول (۱۱): رتبه‌بندی گزینه‌ها با توجه به مقادیر مختلف

	۰	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۴	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۱
S_1	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۱
S_2	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
S_3	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۲
S_4	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳

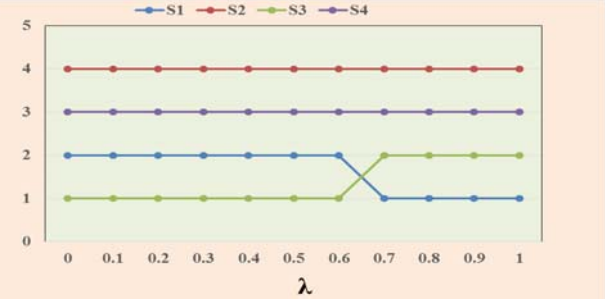
با توجه به جدول (۱۱) برای مقادیر مختلف، به طور کلی و مخصوصاً برای حالت $\lambda = ۰/۵$، رتبه‌بندی گزینه‌ها مطابق زیر است:

$$S_3>S_1>S_4>S_2$$

تغییرات مقادیر Qi، و رتبه‌بندی گزینه‌ها برای مقادیر مختلف λ در نمودارهای موجود در شکل (۱) و شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل (۱): تغییرات مقادیر Qi، برای مقادیر مختلف λ



شکل (۲): تغییرات رتبه‌بندی گزینه‌ها برای مقادیر مختلف λ

۵- نتیجه‌گیری

امروزه عرضه تولید و خدمات با تغییر الگوی رقابت از میان شرکت‌های مستقل با رقابت میان زنجیره‌های تامین مواجه است زنجیره تأمین یکی از قدرتمندترین پارادایم‌های عملیاتی برای بهبود مزیت رقابتی شرکت‌های تولیدی و خدماتی محسوب می‌شود. شرکت‌های امروزی باید از وضعیت ایستا و کند کسب و کارهای گذشته به چارچوب‌های پویا، سریع، با دسترسی ساده و فراوان و بدون محدودیت‌های زمانی و مکانی و همچنین بدون در نظر گرفتن فرایندهای کسب‌وکار و سیستم‌های رایانه‌ای مرتبط حرکت نمایند. اخیراً، شرکت‌های تولیدی مزایای زنجیره تامین هوشمند را در عملیات‌های روزانه درک کرده‌اند. براساس مطالعات

پیشین، اندازه‌گیری دقیق عملکرد زنجیره می‌تواند برای تدوین، پیاده‌سازی و کنترل استراتژی سازمانی برای کسب و کارها مفید باشد. همانطور که بیمون[5] (۱۹۹۹) بیان داشت، انگیزه کارکنان و حفظ فرهنگ سازمانی در همه ادوار در اندازه‌گیری عملکرد مؤثر است. شرکت‌ها در حال مطالعه روش‌های نوین برای دستیابی به اهرم رقابتی هستند که در آن زنجیره تامین هوشمند به عنوان رویکردی استراتژیک و موثر برای افزایش مزیت رقابتی در عصر حاضر مدنظر قرار گیرد [۱۷].

در این پژوهش با توجه به سوالات مطرح شده، به شناسایی و رتبه‌بندی عوامل توانمندساز در زنجیره تأمین هوشمند با بهره‌گیری از ابزارهای تصمیم‌گیری چندمعیاره پرداخته شد. در ادامه میزان اهمیت هرکدام از توانمندسازهای مذکور در زنجیره تامین هوشمند، تعیین شدند که این کار براساس پرسش‌نامه‌های مربوطه انجام پذیرفت. در مرحله بعدی با توجه به رتبه‌بندی میزان اهمیت توانمندسازها در زنجیره تامین هوشمند و به استناد نظرات خبرگان، هفت عامل به عنوان مهمترین عوامل توانمندسازی زنجیره تامین هوشمند انتخاب شدند که به ترتیب عبارتند از: مهارت‌ها و دانش کلان‌داده‌ها، مطالعه مناسب و امکان‌سنجی برای کمک به انتخاب و استفاده از تکنیک‌های کلان داده، ردیابی و بومی‌سازی محصولات، شفافیت و قابل مشاهده بودن، مدیریت زنجیره تامین الکترونیکی، بهبود انتقال اطلاعات و توسعه اثربخش و مقرون‌به‌صرفه، وزن فناوری یکپارچگی داده‌ها و اطلاعات. در مرحله بعدی با انتخاب گزینه‌های موردنظر در زنجیره تامین هوشمند، میزان عملکرد این گزینه‌ها در تحقق توانمندسازهای زنجیره تامین مورد ارزیابی قرارگرفتند. تکنیک پیشنهادی برای این منظور، روش WASPAS بود که به استناد آن، رتبه‌بندی نهایی هرکدام از گزینه‌ها تعیین شده و گزینه‌های برتر با توجه به شاخص‌های توانمندساز مربوطه به ترتیب شرکت پتروشیمی خارک، شرکت پتروشیمی نوری، شرکت پتروشیمی پردیس و شرکت پتروشیمی جم معرفی شدند. بر این اساس یافته‌های پژوهش را می‌توان در موارد ذیل بیان نمود:

۱) شناسایی عوامل اساسی توانمندساز در زنجیره تامین

۲) به کارگیری روش بهترین_بدترین (BWM) برای رتبه‌بندی، انتخاب و تعیین میزان اهمیت عوامل توانمندساز در زنجیره تامین هوشمند.

۳) توسعه روش WASPAS برای تعیین گزینه‌های برتر زنجیره تامین هوشمند با توجه به عوامل اساسی توانمندساز در زنجیره تامین هوشمند

با توجه به رویکرد این پژوهش در ارزیابی گزینه‌های مورد نظر زنجیره تأمین هوشمند و استناد به روش WASPAS نتایج پژوهش نشان‌دهنده منطقی‌بودن و کاربردپذیری این روش در رتبه‌بندی گزینه‌های مورد نظر است و این روش در مسائل پیچیده تصمیم‌گیری کارایی بالایی داشته و نتایج حاصل از این مدل از دقت بالایی برخوردار بوده است. در مدل ترکیبی WASPAS تلاش شده است یک معیار ترکیبی برای تعیین میزان اهمیت نهایی هر گزینه به کار برده شود که در این معیار ترکیبی، سهم برابری از مدل جمع وزنی و مدل تولید وزنی برای ارزیابی نهائی گزینه‌ها داده شود.

[5]. Beamon

منابع و ماخذ

[۱] سنگبر، محمدعلی. صافی، محمدرضا. آذر، عادل. و ربیعه، مسعود. (۱۴۰۱). **شناسایی و اولویت‌بندی توانمندسازهای مدیریت زنجیره تامین پایدار در صنعت پتروشیمی با رویکرد ترکیبی «فراترکیب» و «نظریه گراف‌ها و رویکرد ماتریسی»**، *مطالعات مدیریت صنعتی*، ش۲۰ (۶۴)، صص۳۴-۱. doi:10.22054/jims.2022.39256.225

[۲] صادقی، ابوالفضل. شاه‌قلیان، کیوان. عالم‌تبریز، اکبر. (۱۴۰۱). **طراحی مدل ریاضی زنجیره تأمین حلقه بسته با تاکید برتوانمندسازی قابلیت‌های زیست‌محیطی و افزایش سودآوری**. *فصلنامه مدیریت توسعه و تحول*، ۱۴(۵۰)، صص ۵۷-۴۱.

[۳] محمدی، علی. علی‌محمدلو، مسلم. عباسی، عباس و خلیفه، مجتبی. (۱۳۹۸). **تحلیل محتوا و هم واژگانی متغیرهای ابعاد عملیاتی و مالی زنجیره تامین**، *مطالعات مدیریت صنعتی*، سال ۱۷، ش ۵۳، صص ۸۰-۳۵.

[4] Alicke, K., Azcue, X., Barriball, E. (2020). **Supply-Chain Recovery in Coronavirus Times Plan for Now and the Future**. McKinsey, New York, pp. 1-18, 18 March.

[5] Almaraj, I., Trafalis, I., Theodore, B. (2019). **An Integrated Multi-Echelon Robust Closed-Loop Supply Chain Under Imperfect Quality Production.** International Journal of Production Economics. Vol, 218, pp. 212-227.

[6] Beamon, B.M. (1999). **Measuring Supply Chain Performance.** International Journal of Operations & Production Management, 19(3), 275-292. doi:10.1108/01443579910249714

[7] Cheng, Y., Peng, J., Gu, X., Zhang, X., Liu, W., Zhou, Z., Huang, Z. (2019). **An Intelligent Supplier Evaluation Model Based on Data-driven Support Vector Regression in Global Supply Chain.** Computers & Industrial Engineering, 139. doi:10.1016/j.cie.2019.04.047

[8] Gruchmann, T. (2022). **Theorizing the Impact of Network Characteristics on Multitier Sustainable Supply Chain Governance: a Power Perspective.** The International Journal of Logistics Management, 33(5), 170-192. doi:10.1108 /IJLM-08-2021-0429

[9] Gupta, H., Kumar, S., Kusi-Sarpong, S., Jabbour, C. J. C., Agyemang, M. (2021). **Enablers to Supply Chain Performance on the Basis of Digitization Technologies.** Industrial Management & Data Systems, 121(9), 1915-1938. doi:10.1108 /IMDS-07-2020-0421

[10] Hasanov, P., Jaber, M.Y., Tahirov, N. (2019). **Four-level Closed Loop Supply Chain with Remanufacturing**. Applied Mathematical Modelling, 66, 141-155.

[11] doi:https://doi.org/10.1016/j.apm.2018.08.036

[12] Ivanov, D. (2018). **Revealing Interfaces of Supply chain Resilience and Sustainability**: A **Search**. 56(10), 3507-3523. doi:10.1080/00207543.2017.1343507

[13] Júnior, L. C., Roque, F., Guilherme, F., Costa, M. L. N. (2019). **Supply Chain Management Maturity And Complexity: Findings From A Case Study At a Health Biotechnology Company in Brazil.** International Journal of Logistics Systems and Management, 33(1), 1-25.

[14] doi:10.1504/IJLSM.2019.099658

[15] Pettit, T.J., Croxton, K.L., Fiksel, J. (2019). **The Evolution of Resilience in Supply Chain Management: A Retrospective on Ensuring Supply Chain Resilience.** Journal of Business Logistics, 40(1), 56-65.

[16] doi:https://doi.org/10.1111/jbl.12202

[17] Ravand, Z.G., Xu, Q. (2021). **Evaluation of Mathematical Models in Sustainable Supply Chain Management: Gap Analysis.** International Business Research, 14(10).

[18] Roque Júnior, L. C., Frederico, G. F., Costa, M. L. N. (2023). **Maturity and Resilience in Supply Chains: a Systematic Review Of the Literature**. International Journal of Industrial Engineering and Operations Management, ahead-of-print(ahead-of-print). doi:10.1108/IJIEOM-08-2022-0035

[19] Saha, N., Gregar, A., Saha, P.(2018). **Organisational Agility and KM Strategy: Are they Effective Tools for Achieving Sustainable Organisational Excellence?**, New Trends And Issues Proceedings On Humanities And Social Sciences, 10(4), 110-117.

[20] Saleheen, F., Habib, M.M. (2023). **Embedding Attributes Towards the Supply Chain Performance Measurement.** Cleaner Logistics and Supply Chain, 6, 100090. doi:https://doi.org/10.1016/j.clscn.2022.100090

[21] Sarkar, A., Routroy, S., Sultan, F. A. (2022). **The Impact of Co-Creation and Co-Invention in Supply Chains:** A Bibliometric Review. Arab Gulf Journal of Scientific Research, 40(4), 364-391. doi:10.1108/AGJSR-04-2022-0010

[22] Sprecher, B., Daigo, I., Spekkink, W., Vos, M., Kleijn, R., Murakami, S., Kramer, G.J. (2017). **Novel Indicators for the Quantification of Resilience in Critical Material Supply Chains, with a 2010 Rare Earth Crisis Case Study.** Environmental Science & Technology, 51(7), 3860-3870. doi:10.1021/acs.est.6b05751

[23] Szyliowicz, J., Zamparini, L. (2022). **Freight Transport Security and the Robustness of Global Supply Chains**. Transport Reviews, 42(6), 717-724. doi:10.1080/01441647.2022.2127243