



فصلنامه مدیریت عملیات

سال چهارم، شماره ۱۳، بهار ۱۴۰۳

ارائه مدل مدیریت ریسک‌های مؤثر بر زنجیره تأمین لارج (مورد مطالعه: صنعت مواد غذایی)

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۰۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۱۱

محمد قرقچیان^۱ مژگان صفا^۲ امید علی عادل^۳ محمدرضا پورفخران^۴

چکیده:

زنجیره تأمین مواد غذایی به دلیل اهمیت و اثرگذاری آن روی سلامت جامعه، باید به ابعاد هزینه و کاهش ضایعات، چابکی و سرعت، تاب‌آوری نسبت به تهدیدات محیطی و نهایتاً ملاحظات محیط‌زیستی و بهداشتی، توجه لازم را داشته باشد. تمامی این ملاحظات در زنجیره تأمین لارج به عنوان یک رویکرد تلفیقی در نظر گرفته شده‌است. این نوع از زنجیره تأمین به دلیل تنوع و پیچیدگی خاص خود با ریسک‌های بیشتری مواجه است. هدف تحقیق حاضر، شناسایی اثرگذارترین ریسک‌های زنجیره تأمین لارج در حوزه مواد غذایی است. تحقیق حاضر از نظر جهت‌گیری، کاربردی و از حیث روش‌شناسی، دارای ماهیت کمی است. برای تحلیل داده‌ها از دو روش دلفی فازی و دیمتلفازی استفاده شد. جامعه نظری پژوهش، خبرگان متخصص در حوزه زنجیره تأمین مواد غذایی و زنجیره تأمین لارج بودند و نمونه‌گیری به صورت قضاوتی انجام شد. حجم نمونه برابر با ۱۰ نفر بود که برای روش‌های خبره محور عدد مطلوبی است. در ابتدا ۲۰ ریسک از طریق مرور پیشینه و مصاحبه با خبرگان به دست آمد. از آنجا که تعداد ریسک‌ها زیاد بود، این ریسک‌ها با استفاده از تکنیک دلفی فازی غربال شد و ۱۰ ریسک که دارای عدد دیفازی کمتر از ۰/۷ بودند، کنار گذاشته شد. ۱۰ ریسک باقیمانده با استفاده از تکنیک دیمتلفازی از منظر اثرگذاری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. ریسک‌های شیوع بیماری‌های مربوط به دام، مشکلات تأمین مالی، نوسانات نرخ ارز و تغییر استانداردهای بهداشتی و سلامت، بیشترین خالص اثر را داشتند و به عنوان اثرگذارترین ریسک‌ها شناخته شدند.

واژگان کلیدی: ریسک، زنجیره تأمین، ریسک زنجیره تأمین، زنجیره تأمین لارج

^۱ دانشجوی گروه مدیریت صنعتی، واحد قم، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران. mohammad.ghoroghchian@iaua.ac.ir

^۲ گروه حسابداری، واحد قم، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران. dr.mojgansafa@iaua.ac.ir

^۳ دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه قم، قم، ایران. oa.adeli@qom.ac.ir

^۴ گروه حسابداری، واحد قم، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران. mohammadreza31151@gmail.com

۱- مقدمه

تأمین مواد غذایی مناسب و استاندارد دغدغه کلیدی بسیاری از کشورها برای جمعیت خود است. زنجیره‌های تأمین مواد غذایی حساسیت‌های خاص خود را دارند. در این نوع از زنجیره تأمین، علاوه بر مسائل مربوط به هزینه، کیفیت، سرعت تحویل، مسائل زیست محیطی، امنیتی، بهداشتی و درمانی هم حائز اهمیت است. بروز بیماری کرونا در دنیا در دو سال اخیر به خوبی چالش‌های زنجیره تأمین مواد غذایی از جمله امنیت مواد غذایی، کمبودها، ملاحظات بهداشتی، امکان سرایت بیماری‌های جدید و بازتعریف برخی استانداردها را بروز داد (خان^۱ و همکاران، ۲۰۲۱).

صنعت مواد غذایی با تأکید بر دام در ایران یکی از ارکان مهم بخش کشاورزی است و نقش حیاتی در تأمین نیازهای غذایی کشور دارد. این صنعت دربردارنده تولید و فرآوری محصولات متنوع از دام‌های سبک و سنگین مثل گوشت، شیر، تخم‌مرغ و فرآورده‌های لبنی است که بخش زیادی از تأمین کالری و پروتئین مصرفی مردم را به عهده دارد. ایران با داشتن منابع دامی گسترده، علی‌الخصوص در حوزه دام سبک (گوسفند و بز) و دام سنگین (گاو)، تولیدات متنوعی مانند گوشت قرمز، شیر، پنیر، ماست، کره، پودر شیر و سایر محصولات لبنی را عرضه می‌کند. این محصولات علاوه بر تأمین نیاز داخلی، به بعضی کشورها نیز صادر می‌شود. با این حال، صنعت مواد غذایی دام‌محور در ایران با چالش‌هایی نیز روبرو است. یکی از مهم‌ترین مشکلات، نوسانات شدید قیمت خوراک دام است که بر هزینه‌های تولید اثر منفی می‌گذارد و سبب کاهش سودآوری تولیدکنندگان می‌شود. همچنین، کمبود منابع آبی و تغییرات اقلیمی در بعضی نواحی، تأمین آب مورد نیاز برای پرورش دام را سخت کرده است. افزون بر این، فناوری‌های فرسوده و از رده خارج در برخی بخش‌ها، فقدان توجه کافی به بهبود کیفیت محصولات و نبود زنجیره تأمین کارآمد، از دیگر موانع پیش روی این صنعت به شمار می‌آید. بنابراین،

¹ Khan, Razzaq, Yu, Shah, Sharif & Janjua

برای بهبود این صنعت، نیاز به ارتقاء فناوری‌های فرآوری، مدیریت منابع و افزایش بهره‌وری وجود دارد.

شناسایی و تحلیل ریسک‌های زنجیره تأمین مواد غذایی گوشتی یکی از جنبه‌های مهم مدیریت این صنعت است که می‌تواند منافع فراوانی برای تولیدکنندگان، توزیع‌کنندگان و مصرف‌کنندگان داشته باشد. این فرایند به کسب‌وکارها کمک می‌کند تا تهدیدات احتمالی را شناخته و راهبردهای اثربخشی برای مواجهه با آن‌ها توسعه دهند. یکی از اصلی‌ترین کاربردها و منافع این تحلیل‌ها، تقویت تاب‌آوری زنجیره تأمین است (کلاین^۱ و همکاران، ۲۰۱۴). با شناسایی نقاط آسیب‌پذیر در زنجیره تأمین و پیش‌بینی بحران‌های احتمالی، کسب‌وکارها می‌توانند برنامه‌های مطلوب‌تری برای رویارویی با بحران‌ها مثل بحران‌های طبیعی، تغییرات اقلیمی یا چالش‌های اقتصادی تهیه نمایند. این تاب‌آوری سبب می‌شود که زنجیره تأمین در برابر رخداد‌های غیرمنتظره مقاوم‌تر باشد و در نتیجه، ریسک از دست دادن تولید و بازار به حداقل برسد.

یکی دیگر از مزایای مهم، کاهش هزینه‌ها است. با تحلیل دقیق ریسک‌ها، می‌توان از رخداد چالش‌هایی مثل تأخیر در حمل‌ونقل، فساد محصولات، یا افت کیفیت اجتناب کرد (رن^۲ و همکاران، ۲۰۲۲). برای مثال، پیش‌بینی مشکلات در حمل‌ونقل یا انبارداری می‌تواند سبب کاهش ضایعات و بهبود مدیریت موجودی شود. همچنین، تعیین مشکلات بهداشتی و کنترل کیفیت در گام‌های مختلف فرآیند تولید و توزیع، می‌تواند هزینه‌های مربوط به بازاریابی، فراخوان محصولات معیوب و جبران خسارات به برند را کاهش دهد. نتیجتاً، این تحلیل‌ها به صرفه‌جویی در هزینه‌های عملیاتی و جلوگیری از هزینه‌های اضافی ناشی از بحران‌ها کمک می‌کنند.

تحلیل ریسک‌های زنجیره تأمین همچنین به بهبود رضایت مشتریان و حفظ اعتبار برند کمک می‌کند. با شفافیت در فرآیندها و اطمینان از تأمین محصولات با کیفیت و به

¹ Klein

² Ren

موقع، مصرف‌کنندگان اطمینان بیشتری نسبت به محصولات خریداری‌شده دارند. این مسئله علی‌الخصوص در صنعت مواد غذایی گوشتی اهمیت دارد، زیرا مشتریان حساسیت بالایی به سلامت و ایمنی محصولات دارند. اگر ریسک‌های مربوط به فساد یا آلودگی کم شود و محصولات به موقع به بازار برسند، اعتبار برند افزایش می‌یابد و وفاداری مشتریان تقویت می‌شود (ژائو^۱ و همکاران، ۲۰۲۲).

نهایتاً تحلیل ریسک‌ها به شرکت‌ها کمک می‌کند تا در شرایط بحران تصمیم‌گیری دقیق‌تری داشته باشند و از رخداد مشکلات بزرگتر جلوگیری کنند. برای مثال، در صورت وقوع بحران‌های جهانی مانند پاندمی‌ها، جنگ‌ها یا بحران‌های اقتصادی، کسب‌وکارها می‌توانند از پیش برنامه‌ریزی کرده و به سرعت راهبردهای جایگزین را برای تأمین کالاها و حفظ شبکه‌های توزیع به کار بگیرند. این امر نه تنها به کاهش اثرات سوء بحران‌ها کمک می‌کند، بلکه اعتماد به نفس در بازارهای بین‌المللی را نیز تقویت می‌کند.

زنجیره تأمین مواد غذایی حوزه‌ای است که به‌دلیل ماهیت متنوع و متکثر خود باید به جنبه‌های مختلف همزمان توجه داشته‌باشد. در این زنجیره تأمین، مسائلی مثل کیفیت، کاهش ضایعات و دورریز، افزایش ارزش افزوده و انعطاف مسئله مهمی است که به بهره‌وری زنجیره منجر می‌شود (ریس، مولا و دیاز-مادرونیرو^۲، ۲۰۲۱). علاوه بر ابعاد عملیاتی ذکر شده، سرعت پاسخگویی و توجه به تغییرات هم اهمیت دارد. مسئله توجه به سلايق متغير مشتری در زمان کرونا به‌خوبی اهمیت خود را نشان داد. بسیاری از کسب وکارهای صنعت مواد غذایی به‌دلیل عدم آمادگی در مقابل تغییرات به وجود آمده با شکست مواجه شدند (دو^۳ و همکاران، ۲۰۲۱). تغییر و نوآوری در این صنعت به قدری مهم است که بسیاری از رویکردهای جدید نوآوری مثل نوآوری باز در این صنعت پیاده و

¹ Zhao

² Reyes, Mula & Díaz-Madroño

³ Do, Mishra, Wulandhari, Ramudhin, Sivarajah & Milligan

بررسی شده‌اند (سرکار و کاستا^۱، ۲۰۰۸؛ بیگلیاردی و گالاتی^۲، ۲۰۱۳؛ بایونا-سائز^۳ و همکاران، ۲۰۱۷؛ بیگلیاردی و فلیپلی^۴، ۲۰۲۲؛ ونتورلی^۵ و همکاران، ۲۰۲۲). مطلب سوم، اهمیت توجه به تکانه‌ها و تهدیدات محیطی است. انواع مختلف تکانه‌ها مثل تهدیدات اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، محیط‌زیستی، بروز جنگ و بیماری‌ها به شدت تعادل صنعت و زنجیره تأمین مواد غذایی را با مشکل مواجه می‌سازد (دیویس، داونز و گفارت^۶، ۲۰۲۱). بیماری کرونا و درگیری‌های اوکراین نمونه‌ای از این تکانه‌های محیطی است که زنجیره تأمین مواد غذایی را در تمام دنیا با نوسان و تهدید روبه‌رو کرد (هابس^۷، ۲۰۲۱). از تکانه‌های سال‌های اخیر، صنایعی مانند گردشگری (پیزام^۸، ۲۰۲۱؛ هاک^۹ و همکاران، ۲۰۲۲)، سلامت و درمان (راناسینگ^{۱۰} و همکاران، ۲۰۲۱) و مواد غذایی (بار من، داس و دی^{۱۱}، ۲۰۲۱؛ جالانی^{۱۲} و همکاران، ۲۰۲۰) به شدت دچار خسارت و آسیب شدند. در این شرایط کسب‌وکارها و زنجیره‌های تأمین باید با انجام پیش‌بینی‌های لازم به تاب‌آوری و مقاوم‌سازی خود بپردازند. علاوه بر ملاحظات بیان‌شده، توجه به استانداردهای محیط زیستی، بهداشتی و درمانی در زنجیره‌های تأمین مواد غذایی، حساسیت بیشتری نسبت به سایر انواع زنجیره تأمین دارد (کریشن^{۱۳} و همکاران، ۲۰۲۱؛ شارما^{۱۴} و همکاران، ۲۰۱۹).

برای اثربخشی بیشتر در زنجیره تأمین مواد غذایی، باید به تمامی رویکردهای ناب، چابک، تاب‌آور و سبز در کنار هم توجه لازم داشت. راهکار چنین نگاهی، استفاده از

¹ Sarkar & Costa

² Bigliardi & Galati

³ Bayona-Saez, Cruz-Cázares, García-Marco & García

⁴ Bigliardi & Filippelli

⁵ Venturelli, Caputo, Pizzi & Valenza

⁶ Davis, Downs & Gephart

⁷ Hobbs

⁸ Pizam

⁹ Hoque, Shikha, Hasanat, Arif & Hamid

¹⁰ Ranasinghe, Damunupola, Wijesundara, Karunarathna, Nawarathna, Gamage ... & Idroos

¹¹ Barman, Das & De

¹² Jaelani, Ayu, Rachmi & Karjoko

¹³ Krishnan, Yen, Agarwal, Arshinder & Bajada

¹⁴ Sharma, Mangla, Patil & Liu

پارادایم زنجیره تأمین لارج است. پارادایم زنجیره تأمین لارج با نگاهی متکثر به‌دنبال تعامل و یکپارچه‌سازی پارادایم‌های چهارگانه ناب، چابک، تاب‌آور و سبز است (آسل^۱ و همکاران، ۲۰۲۱). البته باید در نظر داشت که چنین تلفیقی، ریسک‌ها و چالش‌های خاص خود را دارد. اصولاً هر نوع از زنجیره تأمین، ریسک‌های خاصی دارد و زنجیره تأمین لارج به‌علت پیچیدگی بیشتر، ریسک‌های متنوع‌تری دارد. ریسک زنجیره تأمین اشاره به عدم اطمینان‌ها و رخدادهای غیر قابل پیش‌بینی دارد که می‌تواند در هر بخش از زنجیره تأمین روی دهد و به‌صورت منفی بر سودآوری آن تأثیر بگذارد. هدف مدیریت ریسک زنجیره تأمین، کاهش اثرات این ریسک‌ها به‌وسیله توسعه روش‌ها و مدل‌هایی برای شناسایی، ارزیابی و کاهش ریسک‌های زنجیره تأمین می‌باشد (کلاپول، نورمن و نیدی^۲، ۲۰۱۴). در این زمینه باید به دو نکته توجه کرد. نکته اول، در مدیریت ریسک، شناسایی ریسک‌های مرتبط با موضوع زنجیره اهمیت زیادی دارد. بسیاری از ریسک‌ها ممکن است برای زنجیره‌های تأمین زیادی مثل زنجیره‌های تأمین صنعتی موضوعیت داشته‌باشند. مطلب دوم، شناسایی اثرگذارترین ریسک‌ها است تا بتوان با تمرکز روی آن‌ها از اتلاف منابع و وقت جلوگیری کرد. تحقیق حاضر به‌دنبال شناسایی اثرگذارترین ریسک‌های پیش روی زنجیره‌های تأمین لارج در صنعت مواد غذایی است. پرسش‌های تحقیق حاضر عبارتند از:

۱. ریسک‌های اثرگذار روی زنجیره تأمین لارج در حوزه مواد غذایی کدامند؟
۲. اثرگذارترین ریسک‌های مؤثر روی زنجیره تأمین لارج در حوزه مواد غذایی کدامند؟

۲- پیشینه پژوهش

نخستین بار کابرال^۳ و همکاران در سال ۲۰۱۱ در مطالعه‌ای با عنوان "مدل‌سازی مدیریت زنجیره تأمین ناب، چابک، منعطف و سبز" به بررسی زنجیره تأمین لارج پرداختند. واژه لارج از کنار هم قرار گرفتن حروف اول لغات لاتین چهار پارادایم زنجیره تأمین (ناب،

^۱ Asl, Khajeh, Pasban & Rostamzadeh

^۲ Claypool, Norman & Needy

^۳ Cabral, Grilo, Leal & Machado

چابک، تاب‌آور و سبز)، شکل گرفته است. مفهوم مدیریت زنجیره تأمین لارج در دایره پژوهشی مهندسی مکانیک و صنایع دانشکده علوم و فناوری یکی از دانشگاه‌های مطرح پرتغال توسعه یافت. مدیریت زنجیره تأمین لارج پارادایم است که رویکردهای ناب، چابک، تاب‌آور و سبز را در فضای مدیریت زنجیره تأمین در کنار یکدیگر قرار می‌دهد و توأمان از مزیت‌های یکایک آن‌ها بهره می‌برد و ضعف‌های هر کدام را پوشش می‌دهد (کاروالهو، آزودو و کروز-ماچادو^۱، ۲۰۱۳).

هر کدام از پارادایم‌های زنجیره تأمین روی محورهای خاصی تمرکز دارد و زنجیره تأمین لارج به دنبال تلفیق این رویکردها و پارادایم‌ها است. زنجیره تأمین ناب به دنبال کاهش ضایعات از طریق بهبود فرایندها، افزایش انعطاف‌پذیری، رشد ارزش افزوده و کاهش موجودی کالا برای تأمین نیازهای مشتریان و رشد سودآوری است (سینگ و ماچیل^۲، ۲۰۲۰). هدف نهایی زنجیره تأمین چابک، پاسخگویی سریع به نیازهای متغیر مشتریان است. این هدف از طریق شبکه‌سازی، توسعه سیستم‌های اطلاعات، به اشتراک گذاشتن منابع و توسعه مهارت‌ها انجام می‌گیرد. این زنجیره تأمین برای کالاها و خدماتی که سرعت تغییر و نوآوری زیاد است، مناسبیت زیادی دارد (چونگ^۳ و همکاران، ۲۰۱۸). تمرکز زنجیره تأمین تاب‌آور روی شناسایی ریسک‌ها و شوک‌های محیطی و پاسخگویی مناسب به آن‌ها است. در این زنجیره تأمین سعی می‌شود تا ریسک‌های مختلف شناسایی شده و برای هر کدام از ریسک‌ها مجموعه‌ای از پاسخ‌ها ارائه شود (فردریکو^۴، ۲۰۲۱). برای مثال شیوع بیماری کرونا بسیاری از کسب‌وکارها و زنجیره‌های تأمین را در حوزه‌های گردشگری، سلامت و درمان و مواد غذایی به شدت تحت تأثیر قرار داد. بر اساس گزارش فائو، در شرایطی که مواد غذایی کافی برای تغذیه تمامی افراد وجود دارد و دلیلی برای احتکار مواد غذایی وجود ندارد، شیوع کرونا به صورت بالقوه می‌تواند زنجیره‌های تأمین

¹ Carvalho, Azevedo & Cruz-Machado

² Kumar Singh & Modgil

³ Cheung, Chiang, Sambamurthy & Setia

⁴ Frederico

مواد غذایی را به شدت دچار آسیب کند. بر اساس این گزارش، اعمال محدودیت بر واردات و صادرات می‌تواند مشکلاتی را برای حمل‌ونقل مواد غذایی و دسترسی به واحدهای فرآوری مواد غذایی و همچنین بازارهای مواد غذایی ایجاد کند. در این وضعیت، هم تولیدکنندگان و هم مصرف‌کنندگان اثرات این اختلال و آسیب را تجربه خواهند کرد و نهایتاً این مسئله می‌تواند به افت درآمد کشاورزان، نوسانات قیمت‌های مواد غذایی و کمبود موقتی مواد غذایی ختم شود. نهایتاً در زنجیره تأمین سبز توجه به ملاحظات محیطی و زیست‌محیطی و مسئولیت اجتماعی شرکت‌ها و زنجیره‌های تأمین اهمیت می‌یابد (می‌شلی^۱ و همکاران، ۲۰۲۰). زنجیره تأمین لارج تمامی این دغدغه‌ها را در نظر داشته و با ترکیب چهار پارادایم زنجیره تأمین درصدد پاسخگویی به تمامی این ملاحظات است.

البته باید در نظر داشت که هر کدام از پارادایم‌های زنجیره تأمین، ریسک‌های خاص خود را دارد. ریسک تهدیدی است که باعث اختلال در فعالیت‌های عادی و دوری از اهداف برنامه‌ریزی شده می‌شود. ریسک در زنجیره تأمین، تغییرات بالقوه خروجی‌هاست که بر کاهش ارزش افزوده هر بخش از زنجیره تأمین اثر می‌گذارد (صادقی مقدم، کریمی و بندسی، ۱۳۹۷). مدیریت ریسک زنجیره تأمین به‌عنوان رویکردی جدید که با نگاهی راهبردی و در گستره کل زنجیره تأمین شرکت به ریسک‌ها تمرکز دارد، مطرح شده است. مدیریت ریسک زنجیره تأمین رویکردی سیستماتیک برای شناسایی، ارزیابی، رتبه‌بندی و پایش ریسک‌ها و اثرات کلی و تجمیعی آن‌ها در کل زنجیره تأمین شرکت به روشی هماهنگ و یکسان است (بلاس^۲ و همکاران، ۲۰۱۳). زنجیره تأمین لارج به دلیل ماهیت متکثر و متعامل خود با ریسک‌های پیچیده‌تری مواجه است. این مطلب در مورد زنجیره های تأمین مواد غذایی هم مصداق دارد. در زنجیره‌های تأمین مواد غذایی باید به ابعاد و حساسیت‌های مختلف از جمله محیط‌زیست، سلامت و بهداشت، سازگاری با محیط،

¹ Micheli, Cagno, Mustillo & Trianni

² Blos, Quaddus, Wee & Watanabe

کیفیت، سرعت عمل، و هزینه‌ها توجه داشت. در ادامه پژوهش‌های انجام شده در مورد ریسک زنجیره تأمین، زنجیره تأمین لارج و زنجیره تأمین مواد غذایی مطرح شده‌است. سامرو^۱ و همکاران (۲۰۲۴) به شناسایی ترجیحات مصرف‌کنندگان برای کاهش ریسک کارگران و زنجیره تأمین در زنجیره تأمین گوشت گاو پرداختند. این پژوهش به بررسی تأثیرات پاندمی کرونا بر زنجیره تأمین گوشت گاو، از قبیل تعطیلی کارخانه‌ها و کمبود نیروی کار، پرداخته و ناکارآمدی‌های ایمنی کارگران و آسیب‌پذیری‌های سیستم در برابر اختلالات زنجیره تأمین را مورد توجه قرار داده است. پژوهشگران با بهره‌گیری از تحلیل انتخاب مبتنی بر ترجیحات بررسی کرده‌اند که آیا و تا چه میزان مصرف‌کنندگان مایل به پرداخت قیمت‌های بیشتر برای پشتیبانی از اندازه‌های کوچک‌تر کارخانه‌ها و بهبود ایمنی کارگران هستند. نتایج نشان داد که مصرف‌کنندگان مستقیماً به اندازه کارخانه اهمیت نمی‌دهند، اما مایل به پرداخت بیشتر برای کاهش مسافت حمل‌ونقل گوشت فراوری شده هستند که به طور غیرمستقیم به پراکندگی جغرافیایی بیشتر اشاره دارد. همچنین، مصرف‌کنندگان مایل به پرداخت بیشتر برای بهبود ایمنی کارگران هستند. نتایج بیانگر تمایل مثبت به پرداخت برای ویژگی‌هایی مانند گوشت گاو تغذیه‌شده با علف است که با مطالعات دیگر همخوانی دارد. کایکچی^۲ و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی زنجیره تأمین مواد غذایی در عصر صنعت چهار پرداختند. آن‌ها در این پژوهش، فرصت‌ها و موانع پیاده‌سازی فناوری بلاک‌چین را در زنجیره تأمین مواد غذایی از منظر افراد، فرایندها، عملکردها و فناوری مورد بررسی قرار دادند. جلوگیری از هدر رفتن مواد غذایی در کل زنجیره تأمین، از جمله تولیدکنندگان، به یک چالش بزرگ برای تعدادی از سازمان‌ها تبدیل شده‌است. علاوه بر این، مصرف‌کنندگان نیز به‌طور فزاینده‌ای به کیفیت غذا اهمیت می‌دهند و می‌خواهند از دریافت کیفیت مطلوب غذا اطمینان یابند. برای پرداختن به این موضوع، نیاز به ابزارهای قابل‌اعتماد و قوی در عصر صنعت چهار وجود دارد که بتواند غذا

¹ Sumrow

² Kayikci, Subramanian, Dora & Bhatia

را در سراسر زنجیره تأمین از مزرعه از طریق پردازش تا زمانی که به دست مشتری برسد ردیابی نموده و شفافیت را تضمین کند. این پژوهش با استفاده از مدل افراد، فرآیند و فناوری^۱، یک چارچوب زنجیره تأمین مواد غذایی مبتنی بر بلاک چین شامل فرصت‌های آینده و موانع کنونی را بر اساس بررسی سیستماتیک پیشینه و مصاحبه‌های موردی نیمه ساختاریافته در اقتصادهای نوظهور ارائه می‌دهد. این مطالعه به ارزیابی مناسب بودن فناوری بلاک چین در حل چالش‌های اصلی مانند قابلیت ردیابی، اعتماد و پاسخگویی در صنایع غذایی می‌پردازد. این مطالعه بیشتر راه را برای محققان آینده هموار می‌کند تا به چالش‌های فناورانه و مرتبط با مردم در عصر صنعت چهار رسیدگی کنند تا مشکلات نوظهور در بخش مواد غذایی را کاهش دهند. آمر^۲ و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی چالش‌های به کارگیری اینترنت اشیا در زنجیره تأمین مواد غذایی پرداختند. چالش‌های زنجیره تأمین مواد غذایی همراه با اختلالات جهانی مانند شیوع کرونا، آسیب‌پذیری آن را تشدید می‌کند. اینترنت اشیا یکی از فناوری‌های انقلابی است که در مدیریت زنجیره تأمین مواد غذایی به کار گرفته شده است. هدف این پژوهش، بررسی چالش‌های پذیرش اینترنت اشیا در زنجیره تأمین مواد غذایی با تحلیل سیستماتیک ادبیات پژوهش بود. در مجموع ۷۲ مقاله از ۲۱۰ مقاله برای ارزیابی نهایی انتخاب شدند. چالش‌های فنی، مالی، اجتماعی، عملیاتی، آموزشی و دولتی، جزء مهم‌ترین چالش‌های مطرح در پیشینه بودند. در مجموع ۱۵ چالش از بررسی پیشینه مربوط به پذیرش اینترنت اشیا به دست آمد. کیو، چایو و پارداوس^۳ (۲۰۱۹) یک مدل مسیریابی-موجودی و تولید برای کالاهای فسادپذیر ارائه داده‌اند. هدف مدل پیشنهادی پاسخ به این سؤال اساسی است که چه زمان و به چه مقدار محصولات را با توجه به تغییرپذیری زمان‌های تولید سفارش داده و همچنین بفروشند. به این منظور مسئله مسیریابی تولید برای محصولات فسادپذیر توسعه داده شده و با تکنیک دقیق شاخه و برش، حل و بررسی شده است. نتایج مدل بیانگر کاهش ۱۲ درصدی

¹ People, Process, and Technology

² Aamer, Al-Awlaqi, Affia, Arumsari & Mandahawi

³ Qiu, Qiao & Pardalos

در هزینه‌هاست. اورجی و لئو^۱ (۲۰۱۸) در پژوهشی با عنوان "چشم‌انداز پویایی در محرک‌های اصلی رویکردهای ناب مبتنی بر نوآوری برای دستیابی به پایداری در زنجیره تأمین تولید" به بررسی رفتار پویای محرک‌های کلیدی رویکرد ناب مبتنی بر نوآوری برای دستیابی به پایداری پرداخته‌اند. این محققان از منطق فازی و تاپسیس فازی برای رتبه‌بندی محرک‌های کلیدی رویکرد ناب استفاده کرده‌اند. سپس مدل پویایی سیستم را برای بررسی پویایی رویکرد ناب و اثرشان بر عملکرد پایداری در مدت زمان طولانی در زنجیره تأمین تولیدی ارائه داده‌اند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که رفتار پویای مقررات دولتی و شرایط کار مطلوب بر عملکرد پایداری به‌صورت پیوسته تأثیر می‌گذارد و دسترسی نقدینگی و دانش بنیادی تأثیر زیادی بر عملکرد پایدار ندارد. رویزبنیتز^۲ و همکاران (۲۰۱۷) مطالعه‌ای با هدف بررسی ارتباطات بین شیوه‌های زنجیره تأمین ناب، سبز و تاب‌آور و اثر آن‌ها بر عملکرد زیست‌محیطی انجام داده‌اند. نتایج پژوهش نشان داد که شیوه‌های زنجیره تأمین ناب، محرکی برای شیوه‌های زنجیره تأمین سبز و تاب‌آور هستند و در عملکرد زیست‌محیطی، از شیوه‌های زنجیره تأمین تاب‌آور اثر بیشتری دارند. راجید^۳ و همکاران (۲۰۱۷) بیان کردند برای اجرای موفق راهبردهای لارج، شرکت‌ها نیازمند روش‌های مؤثر تصمیم‌گیری برای کنترل فرایندهای عملکرد و راهبردهای بهبود هستند. به همین خاطر تحقیق خود را بر اساس چگونگی کارکرد عملکرد و پیش‌بینی کردن چالش‌های اجرای زنجیره تأمین لارج بر مبنای مدیریت ریسک انجام دادند. مالکی و کروز^۴ (۲۰۱۳) در مطالعه خود با موضوع " ادغام عمومی عملکردهای لارج در زنجیره تأمین خودرو" به یکپارچه‌سازی زنجیره تأمین بر مبنای انتظارات مشتریان با توجه به شش ارزش مشتری کیفیت، زمان، هزینه، سفارشی‌سازی، دانش، احترام به محیط‌زیست پرداختند. در این تحقیق، مجموعه داده‌ها با شبکه‌های بیزی مورد تحلیل قرار گرفته و

¹ Orji & Liu

² Ruiz-Benitez, López & Real

³ Rachid, Roland, Sebastien & Ivana

⁴ Maleki & Cruz

روابط بین ارزش‌های مشتریان شناسایی شده است. کیفیت و هزینه به‌عنوان کلیدی‌ترین ارزش مشتری و پس از آن، احترام به محیط‌زیست، دانش، سفارشی‌سازی و زمان قرار می‌گیرند. کروزمآچادو و دوارت^۱ (۲۰۱۱) استدلال می‌کنند که پارادایم‌های ناب، چابک، تاب‌آور و سبز نباید به‌صورت منفرد و جدا از یکدیگر در زنجیره‌های تأمین مورد استفاده قرار گیرند، بلکه بایستی مجموعه‌ای از الزامات و فعالیت‌های آن‌ها در زنجیره تأمین با هدف بهبود کارایی، اثربخشی و رقابت‌پذیری زنجیره به‌صورت هم‌زمان مورد استفاده قرار گیرند. نصیری دهج و مروتی شریف‌آبادی (۱۴۰۰) به ارائه یک الگو مفهومی از عوامل کلیدی موفقیت در پیاده‌سازی زنجیره تأمین لارج رداختند. در این پژوهش در آغاز با استفاده از مرور ادبیات به جستجو و انتخاب مقالات در حوزه زنجیره تأمین لارج پرداخته شد. نهایتاً مقالات از فیلترهای متعدد عبور کرد و سپس آن‌هایی که اهمیت بالا داشتند، شناسایی شد. با استفاده از مقاله‌های مهم شناسایی شده، به استخراج عوامل کلیدی موفقیت در پیاده‌سازی زنجیره تأمین لارج با روش فراترکیب پرداخته شد. بر اساس نتایج این پژوهش برای موفقیت در پیاده‌سازی زنجیره تأمین لارج الگویی ارائه شده است که الگو ارائه شده در این پژوهش دارای ۳۱ معیار در ۸ بعد شامل طراحی زنجیره تأمین، مدیریت فرایندها و تولید، مدیریت منابع انسانی، توجه به محیط بیرونی، ارتقای فرهنگ و تفکر سازمانی، مدیریت ارتباط با مشتریان، توجه به مسائل زیست محیطی و تعامل با سایر ارکان زنجیره تأمین است. ایزدیار، طلوعی اشلقی و مهری (۱۴۰۰) به ارائه مدل ارزیابی عملکرد پایداری شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج در زنجیره تأمین خودروسازی با استفاده از رویکرد پویایی سیستم اقدام کردند. در این پژوهش، با مرور ادبیات و مصاحبه با خبرگان، شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج شناسایی و با استفاده از دیمتل فازی و فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی اولویت‌بندی شدند و رویکرد یکپارچه از شیوه‌های لارج ارائه گردید و در نهایت از رویکرد پویایی سیستم برای ارزیابی پویایی شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج و اثرشان بر عملکرد پایداری در زنجیره تأمین استفاده شده است. یافته‌ها نشان داد

^۱ Machado & Duarte

که سناریوهای بهبود در حمل و نقل انعطاف پذیر و بهبود در اجرای تولید به موقع، موجب پایدارتر شدن زنجیره تأمین می گردد. همچنین نتایج نشان داد که استراتژی ناب، استراتژی بسیار مهمی در دستیابی به پایداری در زنجیره تأمین می باشد. مدل ارائه شده در این پژوهش به مدیران صنعت و تصمیم گیرندگان کمک می کند که نتایج به دست آمده از اجرای شیوه های مدیریت زنجیره تأمین لارج را شناسایی کنند و با اتخاذ تدابیری، شیوه های مؤثر بر پایداری در زنجیره تأمین را بهبود دهند. صادقی مقدم و همکاران (۱۴۰۰) به شناسایی و اولویت بندی راهکارهای اجرای لجستیک معکوس در زنجیره تأمین لارج برای بهبود عملکرد زنجیره تأمین پرداختند. در این پژوهش از رویکرد خبره محور فازی شهودی با مقادیر بازه ای استفاده شده است. از مجموعه های فازی شهودی بازه ای برای وزن دهی و از روش واسپاس فازی شهودی بازه ای برای اولویت بندی راهکارها بهره گیری شد. با توجه به نتایج، راهکار نخست (ایجاد، توسعه و سرمایه گذاری در فناوری لجستیک معکوس)، راهکار دهم (توسعه زنجیره تأمین حلقه بسته از طریق یکپارچه سازی با لجستیک معکوس) و راهکار نهم (ساخت همکاری الکترونیکی برای هماهنگی سریع و مؤثر در میان اعضای زنجیره تأمین) به ترتیب به عنوان راهکارهای برتر در این مورد مطالعاتی معرفی شدند. مشهدی و توکلی مقدم (۱۴۰۰)، مسئله طراحی شبکه زنجیره تأمین مواد غذایی فاسدشدنی با ریسک اختلال را مطالعه کردند که شامل مکان یابی تسهیلات، تخصیص جریان بین تسهیلات و تصمیمات مسیریابی بود. خروجی پژوهش، ارائه مدل سه هدفه برای کمینه سازی هزینه های عملیاتی شامل هزینه بازگشایی مراکز خدمات رسانی، هزینه تعمیر مسیرها در جریان اختلال و هزینه تقاضاهای برآورده نشده، کمینه سازی زمان پاسخ و بیشینه سازی قابلیت اطمینان مسیرها بود. در پایان، برای نشان دادن کارایی مدل پیشنهادی ارائه شده، نمونه مطالعات واقعی شامل نواحی ده گانه منطقه یک شهر تهران مورد آزمون قرار گرفت. اکبرزاده و صفایی قادیکلایی (۱۳۹۹) با مطالعه عملکرد اقدامات مؤثر در سه سطح زنجیره تأمین شرکت کاله (شامل تأمین کننده رده اول، شرکت مرکزی، توزیع کننده رده اول) و توسعه یک مدل تصمیم گیری راهبردی و

کاربردی، عوامل کلیدی پارادایم زنجیره تأمین لارج را شناسایی کردند. نتایج پژوهش نشان داد که در شرکت پل بیشترین شکاف در اقدامات تولید به‌هنگام و کمترین شکاف در توانایی کاهش ریسک‌های احتمالی است. در شرکت کاله بیشترین شکاف در روابط نزدیک و بلندمدت با تأمین‌کنندگان و کمترین شکاف در توسعه قابلیت رؤیت در گستره زنجیره تأمین مشاهده شد. بیشترین شکاف شرکت بانی چاو مربوط به پاسخگویی سریع به نیازهای مشتریان و کمترین شکاف مربوط به توانایی کاهش ریسک‌های احتمالی بود. عرب و قاسمیان صاحبی (۱۳۹۶) پس از مرور ادبیات تحقیق، مهم‌ترین موانع پیاده‌سازی زنجیره تأمین تاب‌آور را شناسایی نموده و به‌کمک روش دیمتل خاکستری و نظرات خبرگان این صنعت، مورد تحلیل قرار دادند. یافته‌ها نشان داد پیچیدگی تأثیرگذارترین و کمبود هماهنگی تأثیرپذیرترین مانع استقرار می‌باشد. در نهایت پیشنهادهایی به شرکت صنایع تبدیلی خوراک دام و طیور برای غلبه بر این موانع و کاهش اثرات آن‌ها ارائه شد. شاه‌بندرزاده، جمالی و شفیعی (۱۳۹۷) به شناسایی عوامل مؤثر بر ریسک زنجیره تأمین و سنجش تأثیرات آن در صنایع تولیدی لبنیات کشور پرداختند. بر مبنای نتایج حاصل، مشخص شد که هفت عامل سیاسی، بازار، فناوری اطلاعات، اختلال، تأمین، تولید و همکاری و ارتباطات بر ریسک زنجیره تأمین در صنایع تولیدی لبنیات تأثیرگذار هستند. در ادامه برای تعیین نقش مستقیم و غیرمستقیم هر یک از عوامل بر متغیر وابسته از تحلیل مسیر استفاده گردید و مشخص شد که عوامل فناوری اطلاعات، تولید و تأمین بیشترین اثر را بر ریسک زنجیره تأمین این صنایع دارند.

۳- روش شناسی تحقیق

هدف پژوهش حاضر شناسایی اثرگذارترین ریسک‌های مؤثر بر زنجیره تأمین لارج در حوزه مواد غذایی است. به همین خاطر دو تکنیک دلفی فازی و دیمتل فازی مورد استفاده قرار گرفته است. هر دو تکنیک جزء فنون کمی هستند و از داده‌های کمی به‌منظور تجزیه و تحلیل استفاده می‌کنند. تکنیک دلفی فازی برای غربال ریسک‌های پژوهش و روش

دیمتل فازی برای مدل سازی ارتباطات میان ریسک ها به کار گرفته شده است. با توجه به ماهیت کمی تکنیک های پژوهش، مطالعه حاضر دارای روش شناسی چندگانه از نوع کمی است. همچنین به دلیل منافع نتایج پژوهش برای زنجیره تأمین مواد غذایی، مطالعه از جهت گیری کاربردی برخوردار است. قلمرو مکانی پژوهش، زنجیره تأمین مواد غذایی گوشتی کشور و قلمرو زمانی مطالعه، بازه زمانی آذر ۱۴۰۲ تا خرداد ۱۴۰۳ است.

برای جمع آوری داده ها، دو ابزار مصاحبه و پرسش نامه استفاده شد. ریسک های مطالعه از بررسی مقالات مرتبط با زنجیره تأمین مواد غذایی، ریسک زنجیره تأمین و زنجیره تأمین لارج به دست آمد. در ادامه برای تحلیل داده های میدانی پژوهش، دو پرسش نامه خبره سنجی و اثرسنجی بین نمونه های تحقیق توزیع شد. پرسشنامه های خبره سنجی با روش دلفی فازی؛ و پرسشنامه های اثرسنجی با تکنیک دیمتل فازی مورد بررسی قرار گرفت. به دلیل اینکه محتویات پرسش نامه از مرور پیشینه مقالات معتبر حوزه ریسک زنجیره تأمین و زنجیره تأمین لارج و مصاحبه با خبرگان حوزه زنجیره تأمین مواد غذایی استخراج شد، پرسشنامه های خبره سنجی و اثرسنجی دارای روایی هستند. همچنین به دلیل گزینش حجم مناسب نمونه (۱۰ نفر) و غربال ریسک های زنجیره تأمین و کاهش قابل ملاحظه آن ها، پرسش نامه اثرسنجی از پایایی برخوردار بود. روش های مبتنی بر مقایسه زوجی مثل دیمتل به تعداد خبره و عوامل بسیار حساس هستند و افزایش تعداد عوامل و خبرگان سبب ناسازگاری نتایج آن ها می شود.

خبرگان پژوهش حاضر از ذی نفعان مختلف زنجیره تأمین مواد غذایی انتخاب شدند. روش نمونه گیری با توجه به ماهیت خبره محور روش های مورد استفاده در تحقیق، قضاوتی بوده و نمونه ها با توجه به تخصص در زمینه ریسک زنجیره تأمین در حوزه مواد غذایی انتخاب شده اند. حجم نمونه در این مطالعه برابر ۱۰ نفر بود که برای فنون خبره محور دارای ماهیت قضاوتی عدد مطلوبی است.

ترکیب خبرگان پژوهش عبارت بود از: دو نفر از مدیران و کارشناسان ارشد وزارت صنعت، معدن و تجارت، یک نفر از مدیران و کارشناسان ارشد وزارت اقتصاد و دارایی، سه

نفر از مدیران و کارشناسان ارشد وزارت جهاد کشاورزی، سه نفر از مدیران صنایع غذایی کشور و یک نفر از اساتید هیئت علمی فعال در زمینه زنجیره تأمین لارج و ریسک زنجیره تأمین. خبرگان حرفه شامل مدیران، کارشناسان و مشاوران دارای سابقه حداقل ۱۰ سال در حوزه زنجیره تأمین مواد غذایی بودند و تحصیلات آن‌ها حداقل کارشناسی ارشد بود. همچنین تحصیلات آن‌ها در حوزه‌های مواد غذایی، مهندسی کشاورزی و مدیریت مالی بود. خبرگان علمی حداقل دارای مرتبه دانشیار بودند و در حوزه ریسک زنجیره تأمین علی‌الخصوص مواد غذایی دارای مقاله و طرح پژوهشی بودند.

مطالعه حاضر در چهار گام انجام شد. در گام اول، ریسک‌های مؤثر در زنجیره تأمین لارج در حوزه مواد غذایی از طریق مرور پیشینه و مصاحبه با خبرگان استخراج شد. در گام بعدی این ریسک‌ها با کاربست تکنیک دلفی فازی غربال شدند. در پایان تأثیرگذارترین ریسک‌ها به وسیله روش دیمتل فازی مشخص شد. ریسک‌هایی که خالص اثر بالاتری داشته باشند به عنوان عوامل اثرگذار در نظر گرفته می‌شوند. نهایتاً با استفاده از ابزار مصاحبه با گروه‌های کانونی، سناریویی برای مدیریت ریسک ارائه شد. در ادامه هر یک از این تکنیک‌ها توصیف شده‌است.

روش دلفی فازی برای غربال عوامل در مطالعاتی استفاده می‌شود که تعداد عوامل پژوهش زیاد است. دلفی فازی یکی از روش‌های قدرتمند و کارا برای غربال و سرند عوامل است و به دلیل تک مرحله‌ای بودن و لحاظ نمودن عدم قطعیت کارایی و دقت بیشتری در مقایسه با دلفی کلاسیک دارد. با غربال این عوامل می‌توان در مراحل بعد به تحلیل‌های دقیق‌تری رسید. الگوریتم اجرای دلفی فازی برای غربالگری از مراحل زیر تشکیل شده‌است (حبیبی، جهان‌تیغ، و سرفرازی^۱، ۲۰۱۵):

۱- شناسایی طیف مناسب برای فازی‌سازی عبارات کلامی؛

۲- ادغام فازی مقادیر فازی شده؛

۳- فازی‌زدایی مقادیر؛

¹ Habibi, Jahantigh & Sarafriz

۴- انتخاب شدت آستانه و غربال عوامل

مرحله ۱: جمع‌آوری و فازی‌سازی دیدگاه‌های خبرگان. در الگوریتم روش دلفی فازی برای غربالگری، ابتدا باید یک طیف فازی مطلوب برای فازی‌سازی عبارات زبانی خبرگان انتخاب شود. بدین‌منظور می‌توان از طیف‌های فازی معمول استفاده نمود. در این پژوهش از طیف لیکرت پنج درجه استفاده شده که در جدول شماره یک به تصویر کشیده شده‌است.

جدول ۱. طیف فازی روش دلفی	
متغیر کلامی	عدد فازی مثلثی
خیلی کم	(۰, ۰, ۰/۲۵)
کم	(۰, ۰/۲۵, ۰/۵)
متوسط	(۰/۲۵, ۰/۵, ۰/۷۵)
زیاد	(۰/۵, ۰/۷۵, ۱)
خیلی زیاد	(۰/۷۵, ۱, ۱)

مرحله ۲: ادغام فازی مقادیر فازی شده. بعد از انتخاب طیف فازی مطلوب، نقطه‌نظرات خبرگان جمع‌آوری و فازی‌سازی می‌شود. چندین ابزار برای ادغام فازی نظرات خبرگان ارائه شده است. اگر نظر هر خبره به‌عنوان اعداد فازی مثلثی (l, m, u) نمایش داده شود، سهل‌ترین روش، محاسبه معدل فازی نظرات خبرگان است:

$$F_{AVE} = \frac{\sum l}{n}, \frac{\sum m}{n}, \frac{\sum u}{n}$$

به‌جای استفاده از معدل فازی، روش‌های دیگری نیز برای ادغام نظرات خبرگان به کار گرفته می‌شود. در بعضی منابع، میانگین هندسی به‌جای میانگین یا معدل حسابی ساده استفاده شده‌است.

مرحله ۳: فازی‌زدایی مقادیر. بعد از جمع‌بندی فازی نظرات خبرگان، باید مقادیر از آن جدا شود. در روش‌های متنوعی که با رویکرد فازی انجام می‌شود، پژوهشگر نهایتاً مقادیر فازی نهایی را به یک عدد واضح و روشن تبدیل می‌کند. معمولاً، جمع اعداد فازی مثلثی و دوزنقه‌ای را می‌توان با یک مقدار واضح خلاصه کرد که مناسب‌ترین شاخص، میانگین

است. این عمل به عنوان فازی سازی شناخته می شود. یکی از روش های ساده برای فازی زدایی، معدل اعداد فازی مثلثی است:

$$\text{if } \tilde{F} = (l, m, u) \text{ then } F = \frac{l + m + u}{3}$$

مرحله ۴: پس از گزینش روش مناسب و فازی زدایی ارزش ها، یک حد آستانه باید محاسبه شود. این حد معمولاً بر اساس نظر محقق در مطالعات مختلف تفاوت دارد. در صورتی که ارزش قطعی فازی زدایی نظرات خبرگان ادغام شده بیشتر از حد آستانه باشد، عامل مورد نظر در محاسبات باقی می ماند. در غیر این صورت عامل مورد نظر کنار گذاشته می شود (حبیبی، جهان تیغ، و سرفرازی، ۲۰۱۵).

تکنیک دیمتل فازی عمدتاً برای شناسایی و استخراج میزان اثرگذاری و اثرپذیری عوامل بکار می رود. این تکنیک در قیاس با روش های متعارف مانند مدلسازی ساختاری تفسیری علاوه بر سطح بندی اندازه های اثر را هم مشخص می کند. تکنیک دیمتل برای کشف مدل علی و شناسایی مؤثرترین عوامل استفاده می شود از قرار زیر است (لوترا^۱ و همکاران، ۲۰۱۶):

گام اول. برای محاسبه ماتریس ارتباطات مستقیم، ابتدا باید دیدگاه های خبرگان در قالب عدد فازی گردآوری شده و از طریق میانگین حسابی، این داده ها را ادغام کرد.

گام دوم. نرمال کردن ماتریس فازی ارتباطات مستقیم: برای نرمال کردن ماتریس میانگین نظرات خبرگان، از روش نرمال سازی خطی استفاده می شود.

گام سوم. محاسبه ماتریس ارتباطات کل: برای محاسبه ماتریس فازی ارتباطات کل (T) ، باید از همگرایی $\lim_{k \rightarrow \infty} \tilde{X}^k$ اطمینان پیدا کرد. سپس مثل حالت قطعی، ماتریس ارتباطات کل بر اساس فرمول زیر حساب می شود:

$$\tilde{T} = \lim_{k \rightarrow \infty} (X + \tilde{X}^2 + \dots + \tilde{X}^k)$$

¹ Luthra, Govindan, Kharb & Mangla

گام چهارم. محاسبه مقادیر دیفازی ماتریس ارتباطات کل: مقادیر ماتریس ارتباطات کل با استفاده از فرمول زیر دیفازی می‌شود.

$$\bar{X}(\tilde{A}) = \frac{1}{4} (l + 2m + u). \tilde{A} = (l.m.u)$$

بعد از استخراج ماتریس دیفازی، محاسبه شاخص‌های $\tilde{D} + \tilde{R}$ و $\tilde{D} - \tilde{R}$ امکان‌پذیر خواهد بود. شاخص اولی به معنای میزان تعامل عامل مورد نظر با سایر عوامل بوده و شاخص دوم نشانگر خالص اثر عامل مورد نظر است. هر چه خالص اثر عاملی بالاتر باشد، میزان تأثیرگذاری عامل مورد نظر از تأثیرپذیری آن بیشتر خواهد بود. مقادیر D و R به ترتیب برابر با جمع درایه‌های سطرها و ستون‌های ماتریس دیفازی است. مقادیر R و D به ترتیب به معنای تأثیرگذاری و تأثیرپذیری عامل می‌باشد.

گام پنجم. کشف ساختار ارتباطات بین عوامل: بر مبنای مقادیر D و R و جمع درایه‌های سطرها و ستون‌های ماتریس دیفازی می‌توان یک ساختار و مدل ممکن از عوامل، احصا کرد.

گام ششم. تعیین آستانه روابط: آستانه روابط به وسیله معدل ماتریس دیفازی قابل حصول است. سپس تنها برخی از عوامل که تأثیرات آن‌ها در ماتریس دیفازی بیشتر از ارزش آستانه‌ای است باید انتخاب شده و در نقشه روابط نمایش داده شود.

۴- یافته‌های پژوهش

ریسک‌های اثرگذار روی زنجیره تأمین لاج در حوزه مواد غذایی از طریق مرور تحلیلی پیشینه و مصاحبه با خبرگان زنجیره تأمین مواد غذایی احصا شدند. این ریسک‌ها در جدول شماره دو آورده شده است. برای استخراج ریسک‌های پژوهش، مقالات مرتبط با زنجیره تأمین لاج، ریسک زنجیره تأمین و زنجیره تأمین مواد غذایی در بازه زمانی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۲ موجود در پایگاه‌های علمی معتبر داخلی و خارجی مورد ارزیابی قرار گرفتند. این ریسک‌ها از چهار منظر ناب بودن، چابکی، تاب‌آوری و سبز

بودن جمع‌آوری شده‌اند. در حقیقت پس از اینکه ریسک‌های اصلی از طریق مرور پیشینه به‌دست آمد، ریسک‌هایی هم به‌عنوان موارد تکمیلی به لیست قبلی اضافه گردید.

جدول ۲. ریسک‌های مؤثر بر زنجیره تأمین لارچ در صنعت مواد غذایی

ریسک‌های زنجیره تأمین	منابع پژوهش
فرایندهای کنترل کیفیت ضعیف	نصیری دهج و مروتی شریف‌آبادی (۱۴۰۰)
شکست سیستم‌ها و فرایندهای اطلاعاتی	صادقی مقدم و همکاران (۱۴۰۰)، شاه‌بندرزاده، جمالی و شفيعی (۱۳۹۷)، عرب و قاسمیان صاحبی (۱۳۹۶)
مشکلات تأمین مالی	صادقی مقدم و همکاران (۱۴۰۰)
نوسانات نرخ ارز	مصاحبه
افزایش هزینه حمل‌ونقل	یزدیار، طلوعی اشلقی و مهری (۱۴۰۰)
نوسانات تقاضای بازار	شاه‌بندرزاده، جمالی و شفيعی (۱۳۹۷)
تغییر استانداردهای بهداشتی و سلامت	کریشان و همکاران (۲۰۲۱)، شارما و همکاران (۲۰۱۹)
همکاری با تأمین‌کننده ضعیف	اکبرزاده و صفایی قادیکلایی (۱۳۹۹)
افزایش هزینه انرژی	مشهدی و توکلی مقدم (۱۴۰۰)
شیوع بیماری‌های مربوط به دام	خان و همکاران (۲۰۲۱)
تحریم‌های خارجی	مصاحبه
قوانین صادرات و واردات	شاه‌بندرزاده، جمالی و شفيعی (۱۳۹۷)
قابلیت جانشینی محصولات	مصاحبه
آلودگی محیط‌زیست	اورجی و لئو (۲۰۱۸)، رویزبنیتز و همکاران (۲۰۱۷)، ایزدیار، طلوعی اشلقی و مهری (۱۴۰۰)
ضعف فرایندها و فناوری بازیافت	مراد ^۱ (۲۰۱۶)
شیوع بیماری‌های فراگیر مثل پاندمی کرونا	بار من، داس و دی (۲۰۲۱)، جالانی و همکاران (۲۰۲۰)
تغییر سلیق مردم	مالکی و کروز (۲۰۱۳)، نصیری دهج و مروتی شریف آبادی (۱۴۰۰)
بروز جنگ و درگیری‌های منطقه‌ای در نواحی کشاورزی و دامپروری مهم	دیویس، داونز و گفارت (۲۰۲۱)، هابس (۲۰۲۱)
تأمین مواد اولیه مورد نیاز	کیو، چایو و پارداوس (۲۰۱۹)
تغییر فناوری و فرایند تولید	کایکچی و همکاران (۲۰۲۲)، آمر و همکاران (۲۰۲۱)

^۱ Mourad

۲۰ ریسک استخراج شده از مرور پیشینه و مصاحبه با روش دلفی فازی غربال شدند. فنونی مثل دیمتل به کثرت عوامل بسیار حساسیت دارند. در این مرحله ۱۰ ریسک از محاسبات کنار گذاشته شد و ۱۰ ریسک برای استخراج مدل تأثیرگذاری ریسکها انتخاب شدند. ریسکهایی که دارای عدد دیفازی بالاتر از ۰/۷ بودند برای تحلیل تأثیرگذاری با دیمتل فازی گزینش شدند. در این پژوهش ۱۰ ریسک دارای عدد دیفازی بیشتر از ۰/۷ بودند. عدد ۰/۷ حد آستانه برای بررسی و غربال ریسکها در نظر گرفته شد. معمولاً حد آستانه در مطالعات عددی بین ۰/۵ تا ۰/۷ است که در این مطالعه عدد ۰/۷ به عنوان حد آستانه در نظر گرفته شد. جدول شماره سه، لیست ریسکهای نهایی به همراه عدد دیفازی آنها را آورده است.

جدول ۳. خروجی دلفی فازی

ریسکهای پژوهش	میانگین نظرات خبرگان			عدد دیفازی شده
	حد پایین	میان	حد بالا	
مشکلات تأمین مالی (A)	۰/۵۲	۰/۷۸	۰/۹۳	۰/۷۴
نوسانات نرخ ارز (B)	۰/۵۸	۰/۸۳	۰/۷۹	۰/۷۳
نوسانات تقاضای بازار (C)	۰/۵۴	۰/۷۶	۰/۹۴	۰/۷۵
تغییر استانداردهای بهداشتی و سلامت (D)	۰/۵۷	۰/۸۲	۰/۹۵	۰/۷۸
افزایش هزینه انرژی (E)	۰/۵۷	۰/۸۴	۰/۹۴	۰/۷۸
شیوع بیماریهای مربوط به دام (F)	۰/۶۲	۰/۸۶	۰/۹۷	۰/۸۲
قابلیت جانشینی محصولات (G)	۰/۵۴	۰/۷۴	۰/۸۵	۰/۷۱
ضعف فرایندها و فناوری بازیافت (H)	۰/۵۲	۰/۷۷	۰/۸۴	۰/۷۱
تغییر سلیقه مردم (I)	۰/۵۵	۰/۸۱	۰/۹۲	۰/۷۶
تغییر فناوری و فرایند تولید (J)	۰/۵۶	۰/۸۳	۰/۸۸	۰/۷۶

در ادامه ریسکهای غربال شده وارد روش دیمتل فازی شد. خبرگان با کاربری طیف فازی دیمتل در قالب ماتریس مقایسه زوج، دیدگاههای خود را بیان کردند. این ماتریسها با استفاده از روش میانگین حسابی، ادغام شد. ماتریس میانگین نظرات خبرگان، ماتریس ارتباطات مستقیم نام دارد. خروجی ماتریس ارتباطات مستقیم به

خاطر کثرت محاسبات در جدول شماره چهار آورده شده‌است. در این جداول، برای هر ریسک به‌جای یک عدد از سه عدد استفاده شده‌است. علت این است که داده‌ها توسط خبرگان به‌صورت فازی مثلثی وارد شده‌است.

جدول ۴. ماتریس ارتباطات مستقیم

ماتریس نرمال	A			B			C			D
A	۰	۰	۰/۲۳	۰/۳	۰/۵۲	۰/۷۵	۰/۴۳	۰/۶۶	۰/۸۹	۰/۴۱
B	۰/۴۱	۰/۶۱	۰/۸۴	۰	۰	۰/۲۳	۰/۶۴	۰/۸۶	۰/۸۹	۰/۴۸
C	۰/۰۷	۰/۳	۰/۵	۰	۰/۲	۰/۴۳	۰	۰	۰/۲۳	۰/۱۶
D	۰/۳۶	۰/۵۹	۰/۸۲	۰/۴۱	۰/۶۴	۰/۸۶	۰/۴۱	۰/۵۷	۰/۶۸	۰
E	۰/۰۲	۰/۲۳	۰/۴۵	۰/۰۵	۰/۲۷	۰/۵	۰/۰۷	۰/۲۷	۰/۵	۰/۱۶
F	۰/۵	۰/۷۳	۰/۸۶	۰/۶۱	۰/۸۴	۰/۹۱	۰/۵۷	۰/۷۷	۰/۸۲	۰/۳۲
G	۰/۰۵	۰/۲۷	۰/۵	۰/۲۳	۰/۴۳	۰/۶۶	۰	۰/۲۳	۰/۴۵	۰/۰۲
H	۰/۱۶	۰/۳۴	۰/۵۷	۰/۰۵	۰/۲۷	۰/۵	۰/۱۸	۰/۳۶	۰/۵۹	۰/۰۲
I	۰	۰	۰/۲۳	۰/۰۹	۰/۳۲	۰/۵۵	۰	۰/۱۸	۰/۴۱	۰/۱۸
J	۰/۱۸	۰/۴۱	۰/۶۴	۰/۰۷	۰/۲۵	۰/۴۸	۰/۲۳	۰/۳۶	۰/۵۵	۰/۰۲
	E			F			G			D
A	۰/۵۹	۰/۸۲	۰/۸۶	۰/۲۵	۰/۴۸	۰/۷	۰/۶۶	۰/۸۹	۰/۹۱	۰/۶۱
B	۰/۴۳	۰/۶۴	۰/۸۴	۰/۳	۰/۵۲	۰/۷۵	۰/۵۷	۰/۷۷	۰/۸۲	۰/۷
C	۰/۳۴	۰/۵۲	۰/۷۳	۰/۲۵	۰/۴۳	۰/۶۶	۰/۴۸	۰/۶۶	۰/۷۳	۰/۳۴
D	۰/۵۵	۰/۷۵	۰/۸۴	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۲۷	۰/۱۶	۰/۳۹	۰/۶۱	۰
E	۰	۰	۰/۲۳	۰/۱۸	۰/۴۱	۰/۶۴	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۲۷	۰/۳۶
F	۰/۶۸	۰/۹۱	۰/۹۱	۰	۰	۰/۲۳	۰/۳۴	۰/۵	۰/۷	۰/۵
G	۰/۲	۰/۴۳	۰/۶۶	۰/۰۲	۰/۲۵	۰/۴۸	۰	۰	۰/۲۳	۰/۰۷
H	۰	۰/۲	۰/۴۳	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۲۷	۰/۲	۰/۴۳	۰/۶۶	۰/۰۷
I	۰	۰/۲۳	۰/۴۵	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۳	۰/۱۸	۰/۳۴	۰/۵۷	۰/۳۶
J	۰/۲۵	۰/۴۱	۰/۶۴	۰/۰۵	۰/۲۷	۰/۵	۰/۲۳	۰/۴۱	۰/۶۱	۰/۲۵
	H			I			J			D
A	۰/۶۶	۰/۸۹	۰/۹۱	۰/۴۳	۰/۶۶	۰/۸۹	۰/۵	۰/۷۳	۰/۹۱	۰/۸۲
B	۰/۶۶	۰/۸۹	۰/۹۱	۰/۴۵	۰/۶۸	۰/۸۶	۰/۴۵	۰/۶۸	۰/۹۱	۰/۹۱
C	۰/۱۶	۰/۳۴	۰/۵۲	۰/۳	۰/۴۳	۰/۵۷	۰/۰۹	۰/۲۳	۰/۴۵	۰/۵۵
D	۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۳۶	۰/۲	۰/۴۱	۰/۶۴	۰/۲۷	۰/۵	۰/۷	۰/۲۳

E	۰	۰/۰۲	۰/۲۵	۰/۱۸	۰/۴۱	۰/۶۴	۰/۱۶	۰/۳۴	۰/۵۷	۰/۵۹
F	۰/۶۱	۰/۸۲	۰/۸۴	۰/۴۵	۰/۶۸	۰/۹۱	۰/۶۱	۰/۸۲	۰/۸۴	۰/۷۳
G	۰	۰/۲۳	۰/۴۵	۰/۲۵	۰/۴۵	۰/۶۶	۰/۳۹	۰/۶۱	۰/۸۴	۰/۳
H	۰	۰	۰/۲۳	۰/۲	۰/۴۱	۰/۶۴	۰/۱۴	۰/۳	۰/۵۲	۰/۳
I	۰/۰۲	۰/۲۵	۰/۴۸	۰	۰	۰/۲۳	۰/۳۹	۰/۶۱	۰/۸۴	۰/۵۹
J	۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۳۶	۰/۳۲	۰/۵	۰/۷۳	۰	۰	۰/۲۳	۰/۴۸

سپس داده‌های ماتریس ادغام شده با به‌کارگیری روش خطی، نرمال شد. با ضرب ماتریس نرمال در معکوس اختلاف ماتریس همانی از ماتریس نرمال، ماتریس ارتباطات کل به‌دست می‌آید. برای هر ستون از اعداد مثلثی این ضرب به صورت منفرد و جداگانه بایستی انجام شود و در پایان این محاسبات در قالب یک ماتریس ادغام شود. مقادیر ماتریس ارتباطات کل هم در دو جدول تفکیک شده نشان داده شده‌است. جدول ۵ مقادیر ماتریس ارتباطات کل را نشان می‌دهد. ماتریس ارتباطات کل مبنای محاسبه شاخص‌های چهارگانه روش دیمتل فازی است.

جدول ۵. ماتریس ارتباطات کل

ماتریس T	A			B			C			D
A	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۲۹	۰/۰۵	۰/۱۳	۰/۳۶	۰/۰۷	۰/۱۵	۰/۳۸	۰/۰۶
B	۰/۰۶	۰/۱۴	۰/۳۶	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۳	۰/۱	۰/۱۸	۰/۳۹	۰/۰۷
C	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۲۴	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۲۴	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۲۲	۰/۰۳
D	۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۳	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۳۲	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۳	۰/۰۱
E	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۲۲	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۲۳	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۲۳	۰/۰۲
F	۰/۰۸	۰/۱۵	۰/۳۶	۰/۰۹	۰/۱۷	۰/۳۸	۰/۰۹	۰/۱۷	۰/۳۷	۰/۰۶
G	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۲۴	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۲۶	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۲۴	۰/۰۱
H	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۲۳	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۲۲	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۲۴	۰/۰۱
I	۰	۰/۰۳	۰/۱۹	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۲۳	۰	۰/۰۵	۰/۲۱	۰/۰۲
J	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۲۵	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۲۴	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۲۵	۰/۰۱
	E			F			G			D
A	۰/۰۹	۰/۱۸	۰/۴۱	۰/۰۴	۰/۱	۰/۳۱	۰/۱	۰/۱۸	۰/۳۹	۰/۱۳
B	۰/۰۸	۰/۱۶	۰/۴۱	۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۳۲	۰/۰۹	۰/۱۷	۰/۳۹	۰/۱۴
C	۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۳	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۲۴	۰/۰۷	۰/۱۲	۰/۲۸	۰/۰۸

D	۰/۰۸	۰/۱۵	۰/۳۴	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۲۲	۰/۰۴	۰/۱	۰/۳	۰/۰۴
E	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۲۲	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۲۲	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۲۱	۰/۰۷
F	۰/۱۱	۰/۲	۰/۴۱	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۲۵	۰/۰۷	۰/۱۵	۰/۳۷	۰/۱۳
G	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۲۹	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۲۱	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۲۲	۰/۰۴
H	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۲۴	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۱۷	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۲۵	۰/۰۳
I	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۲۴	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۱۷	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۲۴	۰/۰۷
J	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۲۸	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۲۲	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۲۷	۰/۰۶
	H			I			J			D
A	۰/۰۹	۰/۱۷	۰/۳۵	۰/۰۸	۰/۱۶	۰/۴۲	۰/۰۸	۰/۱۷	۰/۴۲	۰/۳۵
B	۰/۱	۰/۱۷	۰/۳۶	۰/۰۸	۰/۱۷	۰/۴۲	۰/۰۸	۰/۱۷	۰/۴۳	۰/۳۷
C	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۲۳	۰/۰۵	۰/۱	۰/۲۹	۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۲۸	۰/۲۴
D	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۲۴	۰/۰۴	۰/۱۱	۰/۳۲	۰/۰۵	۰/۱۲	۰/۳۴	۰/۲۳
E	۰	۰/۰۳	۰/۱۸	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۲۷	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۲۷	۰/۲۳
F	۰/۱	۰/۱۷	۰/۳۵	۰/۰۸	۰/۱۷	۰/۴۲	۰/۱	۰/۱۹	۰/۴۲	۰/۳۴
G	۰	۰/۰۶	۰/۲۲	۰/۰۴	۰/۱	۰/۲۹	۰/۰۵	۰/۱۲	۰/۳۲	۰/۲۱
H	۰	۰/۰۳	۰/۱۸	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۲۷	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۲۶	۰/۱۹
I	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۲	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۲۱	۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۲۹	۰/۲۲
J	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۲۱	۰/۰۵	۰/۱	۰/۳	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۲۴	۰/۲۳

داده‌های ماتریس ارتباطات کل با کاربریست فرمول ارائه شده در گام چهارم (میانگین موزون داده‌ها) دیفازی می‌شوند. جدول ۶، داده‌های ماتریس دیفازی را نشان می‌دهد.

جدول ۶. ماتریس دیفازی

دیفازی	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۲۲	۰/۱۴	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۲	۰/۲۱
B	۰/۱۸	۰/۱۱	۰/۲۱	۰/۱۸	۰/۲	۰/۱۵	۰/۲۱	۰/۲	۰/۲۱	۰/۲۱
C	۰/۱	۰/۱	۰/۰۸	۰/۱	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۱	۰/۱۳	۰/۱۲
D	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۰۸	۰/۱۸	۰/۰۸	۰/۱۳	۰/۱	۰/۱۵	۰/۱۶
E	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۱	۰/۱	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۱۱
F	۰/۱۹	۰/۲	۰/۲	۰/۱۶	۰/۲۳	۰/۰۹	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۲۱	۰/۲۲
G	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۱	۰/۰۸	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۱۵
H	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۱۱

I	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۱	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۱۴
J	۰/۱۱	۰/۱	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۱۴	۰/۰۹

از روی ماتریس دیفازی، مقادیر D (میزان تأثیرگذاری هر ریسک) و R (میزان تأثیرپذیری ریسک) محاسبه می‌شود. مقدار تأثیرگذاری از طریق جمع سطری ماتریس دیفازی و مقدار تأثیرپذیری از طریق جمع ستونی ماتریس دیفازی به دست می‌آید. شاخص تعامل از جمع تأثیرگذاری و تأثیرپذیری هر ریسک و شاخص خالص اثر از اختلاف تأثیرگذاری و تأثیرپذیری ریسک مورد نظر محاسبه می‌شود. جدول ۷ مقادیر شاخص‌های چهارگانه روش دیمتل فازی (تأثیرگذاری، اثرپذیری، تعامل و خالص اثر) را نشان می‌دهد.

جدول ۷. مقادیر شاخصهای چهارگانه

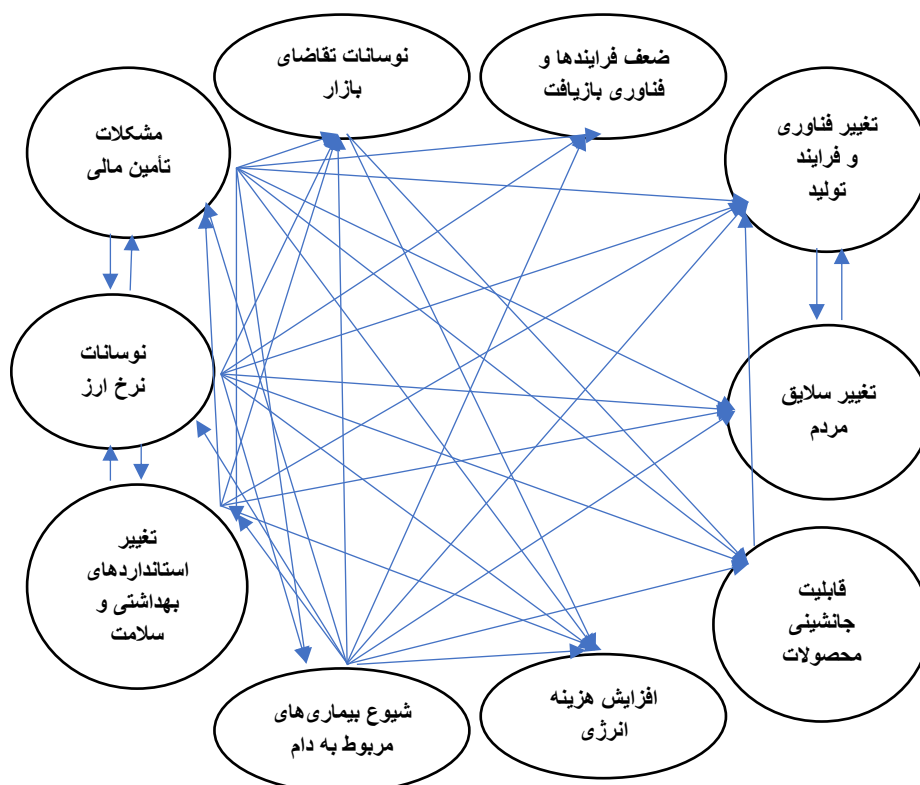
دیفازی	D	R	D+R	D-R
A	۱/۸۱	۱/۱۵	۲/۹۶	۰/۶۶
B	۱/۸۶	۱/۲۲	۳/۰۷	۰/۶۴
C	۱/۱۳	۱/۳۲	۲/۴۵	-۰/۱۹
D	۱/۳۲	۱/۱۳	۲/۴۵	۰/۱۹
E	۰/۹۱	۱/۴۹	۲/۴	-۰/۵۸
F	۱/۸۹	۰/۹۵	۲/۸۴	۰/۹۴
G	۱/۰۴	۱/۳۸	۲/۴۲	-۰/۳۴
H	۰/۹	۱/۱۶	۲/۰۶	-۰/۲۶
I	۰/۸۷	۱/۴۸	۲/۳۵	-۰/۶۱
J	۱/۰۵	۱/۵۲	۲/۵۷	-۰/۴۶

با توجه به مقادیر $\tilde{D} - \tilde{R}$ یا خالص اثر، ریسک‌های شیوع بیماری‌های مربوط به دام (F)، مشکلات تأمین مالی (A)، نوسانات نرخ ارز (B) و تغییر استانداردهای بهداشتی و سلامت (D) به ترتیب دارای بیشترین خالص اثر هستند. ریسک‌هایی که دارای خالص اثر مثبت باشند، با عنوان ریسک‌های تأثیرگذار و ریسک‌هایی که دارای خالص اثر منفی باشند به عنوان ریسک‌های تأثیرپذیر شناخته می‌شوند. در ادامه با محاسبه ارزش آستانه می‌توان مدل روابط علت و معلولی ریسک‌های تحقیق را به دست آورد. ارزش آستانه برابر

با متوسط مقادیر ماتریس دیفازی است که در اینجا برابر با $0/13$ است. اگر مقدار درایه مورد نظر در ماتریس دیفازی بزرگ‌تر از عدد $0/13$ باشد، مقدار متناظر در ماتریس علت و معلولی برابر یک و در غیر این صورت معادل صفر در نظر گرفته می‌شود. از روی مقادیر ماتریس علت و معلولی می‌توان مدل تأثیرگذاری ریسک‌ها را به‌دست‌آورد. شکل شماره یک، مدل و ساختار روابط ریسک‌های مؤثر روی زنجیره تأمین لارج را نشان می‌دهد.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر به دنبال شناسایی اثرگذارترین ریسک‌های پیش روی زنجیره تأمین لارج در حوزه مواد غذایی است. به همین خاطر نخست ریسک‌های زنجیره تأمین لارج در حوزه مواد غذایی از طریق مرور پیشینه و مصاحبه با خبرگان استخراج شدند. ۲۰ ریسک از این طریق احصا شد. از میان این ریسک‌ها، ۱۰ ریسک دارای عدد دیفازی شده بالای $0/7$ بودند و برای تحلیل نهایی گزینش شدند. در این پژوهش حد آستانه برابر $0/7$ در نظر گرفته شد. هر یک از این ریسک‌ها به نوع خاصی از زنجیره تأمین مربوط می‌شود. ریسک‌های باقیمانده از نظر اثرگذاری با تکنیک دیمتل فازی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. ریسک‌های شیوع بیماری‌های مربوط به دام با خالص اثر $(0/94)$ ، مشکلات تأمین مالی با خالص اثر $(0/66)$ ، نوسانات نرخ ارز با خالص اثر $(0/64)$ و نهایتاً تغییر استانداردهای بهداشتی و سلامت با خالص اثر $(0/19)$ به ترتیب بیشترین اثرگذاری را بین ریسک‌های زنجیره تأمین مواد غذایی داشتند. پیشنهادهای کاربردی پژوهش بر اساس ریسک‌های دارای اثرگذاری بیشتر ارائه شده است.



شکل ۱. مدل روابط بین ریسک‌های مؤثر روی زنجیره تأمین لارج (یافته‌های پژوهش)

پژوهش‌های پیشین در مورد ریسک زنجیره تأمین روی جنبه‌های خاصی از ریسک تمرکز کرده و مولفه‌های بسیاری را نادیده گرفته‌اند. برای مثال برخی تحقیقات روی ریسک‌های اقتصادی و مالی زنجیره تأمین، بعضی مقالات روی ریسک‌های فنی، برنامه ریزی تولید و فناوریانه، مطالعات دیگری روی ریسک بازار و در پایان مطالعاتی هم هستند که روی ریسک‌های محیط‌زیستی تمرکز کرده‌اند. اما این پژوهش با رویکرد زنجیره تأمین لارج و ترکیب رویکردهای موجود تلاش کرده تا نگاهی جامعی به موضوع ریسک زنجیره تأمین داشته‌باشد.

در این پژوهش با استفاده از ابزار مصاحبه با گروه‌های کانونی تلاش شد تا یک سناریو برای مدیریت موثرترین ریسک‌ها ارائه شود. در این فرایند هفت نفر از خبرگان به همراه استاد راهنما شرکت کردند. خلاصه نتایج و ریسک‌های موثر توسط استاد راهنما در جلسه مطرح شد. سپس خبرگان در مورد این ریسک‌ها نظرات خود را بیان کردند و بحث‌ها در قالب یک سناریو و شش مولفه ابزار تعاریف ریشه‌ای یعنی محیط مسئله، عاملان، جهان بینی ذی‌نفعان، دگرگونی، مالک سیستم و مشتریان ارائه شد.

شیوع بیماری‌های واگیر مثل تب مالت یا بیماری‌های دامی دیگر می‌تواند مستقیماً بر سلامت دام‌ها و کیفیت محصولات اثر بگذارد. برای مواجهه با این ریسک، شرکت‌ها و زنجیره تأمین بایستی برنامه‌های پیشگیرانه را از قبیل واکسیناسیون منظم دام‌ها و پایش سلامت دام‌ها به‌طور پیوسته در نظر بگیرد. افزون بر این، مدیریت پایش بیماری‌ها به وسیله همکاری با متخصصان بهداشت دام و بهره‌گیری از فناوری‌های نظارت (مانند حسگرها و نرم‌افزارهای هوشمند) برای کشف بیماری‌ها قبل از شیوع گسترده اهمیت دارد. همچنین، شرکت‌ها باید با ایجاد همکاری‌های متنوع با تأمین‌کنندگان دام سالم از یک تأمین‌کننده واحد دوری کند تا از ریسک وابستگی به یک منبع واحد اجتناب شود.

چالش‌های تأمین مالی می‌تواند اثرات منفی شگرفی بر فرآیند تولید و توزیع مواد غذایی گوشتی بگذارد. برای تقلیل این ریسک، شرکت‌ها و زنجیره تأمین باید برنامه‌ریزی مالی دقیق داشته باشد و از منابع تأمین مالی متنوع مانند وام‌های کم‌بهره دولتی یا

سرمایه‌گذاری‌های خارجی بهره‌برداری کند. همچنین، مدیریت بهینه گردش نقدی و کاهش هزینه‌های ثابت با بهره‌گیری از فنون بهبود بهره‌وری در تولید می‌تواند فشار مالی را کاهش دهد. ایجاد میزان ذخیره‌سازی مالی برای مواقع بحران و استفاده از مدیریت ریسک نقدینگی برای زمان‌های بیکاری تولید یا افزایش هزینه‌ها نیز از اقدامات موثر است. نوسانات نرخ ارز علی‌الخصوص در تأمین مواد اولیه وارداتی مانند خوراک دام یا بسته‌بندی می‌تواند هزینه‌های تولید را به میزان زیادی تحت تأثیر قرار دهد. برای مدیریت این ریسک، شرکت‌ها می‌توانند از قراردادهای بلندمدت با تأمین‌کنندگان خارجی استفاده کنند که در آن‌ها نرخ ارز ثابت باشد و از نوسانات ناگهانی پیشگیری کند. همچنین، بهره‌برداری از ابزارهای مالی پوشش‌دهنده ریسک ارزی مثل قراردادهای آتی ارز می‌تواند کمک کند تا نوسانات ارز بر هزینه‌ها تأثیر نگذارد. در کنار این‌ها، زنجیره تأمین می‌تواند در عوض وابستگی به واردات، به سمت توسعه منابع داخلی و تولید خوراک دام و دیگر مواد اولیه داخل کشور حرکت کند.

تغییرات در استانداردهای بهداشتی و سلامت می‌تواند نیاز به سرمایه‌گذاری‌های جدید در تجهیزات و فرآیندهای تولیدی داشته باشد. برای مواجهه با این ریسک، شرکت‌ها باید به‌طور پیوسته از استانداردهای بهداشتی و قوانین جدید مطلع باشند و از طریق آموزش و تقویت مهارت‌های کارکنان اطمینان حاصل کنند که کلیه فرآیندهای تولید و توزیع سازگار با آخرین قوانین بهداشتی هستند. افزون بر این، سرمایه‌گذاری در تجهیزات جدید بهداشتی و فرآیندهای بهبود کیفیت می‌تواند به شرکت کمک کند تا از تغییرات استانداردهای بهداشتی جلوگیری کند. همکاری با سازمان‌های استاندارد و نظارت بر صنعت نیز به‌عنوان یک راهکار پیشگیرانه برای مقابله با تغییرات قانونی مؤثر خواهد بود. با پیاده‌سازی استراتژی‌های فوق در مدیریت ریسک‌ها، شرکت قادر خواهد بود که تاب‌آوری خود را در برابر تهدیدات مختلف تقویت کرده و ریسک‌ها را به حداقل برساند. این فرآیند نه‌تنها به کاهش آسیب‌های ناشی از شیوع بیماری‌ها، مشکلات مالی، نوسانات ارزی و تغییرات استانداردها کمک خواهد کرد، بلکه سبب بهبود کیفیت تولید، رضایت

مشتری و افزایش سودآوری نیز می‌شود. این رویکرد جامع علی‌الخصوص در دنیای پیچیده و پرچالش امروز می‌تواند شرکت را در مسیر رشد و توسعه پایدار راهبری نماید. در ارتباط با پیشنهادهای پژوهشی باید گفت که این پژوهش در صنعت مواد غذایی انجام شده و تعمیم نتایج آن به صنایع دیگری مانند نفت و نساجی باید با احتیاط انجام شود. در این زمینه می‌توان تحقیقاتی در صنایع دیگر مانند نفت و نساجی انجام داد. همچنین می‌توان پس از استخراج مدل اثرگذاری ریسکهای پژوهش، این مدل را با مدل سازی معادلات ساختاری از نظر آماری مورد آزمون قرار داد.

فهرست منابع

- Aamer, A.M. & Al-Awlaqi, M.A. & Affia, I. & Arumsari, S. & Mandahawi, N. (2021). The internet of things in the food supply chain: adoption challenges. *Benchmarking: An International Journal*.
- Akbarzadeh, Z. & Safaei-Ghadikolaei, A. (2020). Evaluation and Importance-Performance Analysis of LARG Supply Chain Practices in Dairy Industries (The Case: Kalleh Dairy Company). *Industrial Management Studies*, 18(57), 145-174. doi: 10.22054/jims.2018.29605.1986 . (In Persian)
- Arab, A. & Ghasemian-Sahibi, A. (2016). Applying the gray approach to evaluate the barriers to establishing a resilient supply chain in livestock and poultry feed conversion industries. *Supply Chain Management*, 19(55), 101-118. (In Persian)
- Asl, R.S. & Khajeh, M.B. & Pasban, M. & Rostamzadeh, R. (2021). A systematic literature review on supply chain approaches. *Journal of Modelling in Management*.
- Barman, A. & Das, R. & De, P.K. (2021). Impact of COVID-19 in food supply chain: Disruptions and recovery strategy. *Current Research in Behavioral Sciences*, 2, 100017.
- Bayona-Saez, C. & Cruz-Cázares, C. & García-Marco, T. & García, M. S. (2017). Open innovation in the food and beverage industry. *Management Decision*.

Bigliardi, B. & Filippelli, S. (2022). Open innovation and incorporation between academia and the food industry. *In Innovation Strategies in the Food Industry*. 17-37. Academic Press.

Bigliardi, B. & Galati, F. (2013). Models of adoption of open innovation within the food industry. *Trends in Food Science & Technology*, 30(1), 16-26.

Blos, M.F. & Quaddus, M. & Wee, H.M. & Watanabe, K. (2009). Supply chain risk management (SCRM): a case study on the automotive and electronic industries in Brazil. *Supply Chain Management: An International Journal*.

Cabral, I. & Grilo, A. & Leal, R.P. & Machado, V.C. (2011). Modelling lean, agile, resilient, and green supply chain management. In *Proceedings of the ITI 2011, 33rd International Conference on Information Technology Interfaces*. 365-370. IEEE.

Carvalho, H. & Azevedo, S.G. & Cruz-Machado, V. (2013). An innovative agile and resilient index for the automotive supply chain. *International Journal of Agile Systems and Management*, 6(3), 259-283.

Cheung, W. & Chiang, A.H. & Sambamurthy, V. & Setia, P. (2018). Lean vs. agile supply chain: The effect of IT architectures on supply chain capabilities and performance. *Pacific Asia journal of the association for information systems*, 10(1), 4.

Davis, K.F. & Downs, S. & Gephart, J.A. (2021). Towards food supply chain resilience to environmental shocks. *Nature Food*, 2(1), 54-65.

Do, Q.N. & Mishra, N. & Wulandhari, N.B.I. & Ramudhin, A. & Sivarajah, U. & Milligan, G. (2021). Supply chain agility responding to unprecedented changes: empirical evidence from the UK food supply chain during COVID-19 crisis. *Supply Chain Management: An International Journal*.

Frederico, G.F. (2021). Towards a supply chain 4.0 on the post-COVID-19 pandemic: a conceptual and strategic discussion for more resilient supply chains. *Rajagiri Management Journal*.

Hobbs, J.E. (2021). Food supply chain resilience and the COVID-19 pandemic: What have we learned? *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie*, 69(2), 189-196.

Hoque, A. & Shikha, F.A. & Hasanat, M.W. & Arif, I. & Hamid, A.B.A. (2020). The effect of Coronavirus (COVID-19) in the tourism industry in China. *Asian Journal of Multidisciplinary Studies*, 3(1), 52-58.

Izadyar, M. & Toloie-Eshlaghy, A. & Zahra, M. (2021). Application of system dynamics in assessing sustainability performance of LARG supply chain in the automotive industry. *Management Research in Iran*, 25(1), 1-24. (In Persian)

Jaelani, A.K. & Ayu, I.G. & Rachmi, K. & Karjoko, L. (2020). The impact of corona virus on supply chain of halal tourism management in west Nusa Tenggara. *International Journal of Supply Chain Management*, 9(5), 823-831.

Jamali, G. & Karimi-Asl, E. (2018). Evaluation of LARG Supply Chain Competitive Strategies based on Gap Analysis in Cement Industries. *Research in Production and Operations Management*, 9(1), 29-54. doi: 10.22108/jpom.2018.92479.0. (In Persian)

Karimi, T. & bandesi, S. (2021). Service Supply Chain Risk Assessment Applying Rough Set Theory Approach: Case of Payment Service Providers. *Management Research in Iran*, 22(1), 69-94. (In Persian)

Kayikci, Y. & Subramanian, N. & Dora, M. & Bhatia, M.S. (2022). Food supply chain in the era of Industry 4.0: Blockchain technology implementation opportunities and impediments from the perspective of people, process, performance, and technology. *Production Planning & Control*, 33(2-3), 301-321.

Khan, S.A.R. & Razzaq, A. & Yu, Z. & Shah, A. & Sharif, A. & Janjua, L. (2021). Disruption in food supply chain and undernourishment challenges: An empirical study in the context of Asian countries. *Socio-Economic Planning Sciences*, 101033.

Krishnan, R. & Yen, P. & Agarwal, R. & Arshinder, K. & Bajada, C. (2021). Collaborative innovation and sustainability in the food supply chain-evidence from farmer producer organisations. *Resources, Conservation and Recycling*, 168, 105253.

Kumar Singh, R. & Modgil, S. (2020). Assessment of lean supply chain practices in Indian automotive industry. *Global Business Review*, 0972150919890234.

Luthra, S. & Govindan, K. & Kharb, R.K. & Mangla, S.K. (2016). Evaluating the enablers in solar power developments in the current scenario using fuzzy DEMATEL: An Indian perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 63, 379-397.

Machado, V.C. & Duarte, S. (2010). Tradeoffs among paradigms in supply chain management. In *International conference on industrial engineering and operations management*. 9-10.

Maleki, M. & Cruz, M.V. (2013). Generic Integration of Lean, Agile, Resilient, and Green Practices in Automotive Supply Chain. *Review of International Comparative Management/Revista de Management Comparat International*, 14(2).

mashhadi, N. & Tavakkoli-Moghaddam, R. (2021). Mathematical modeling of a two-echelon location–routing problem in a perishable food supply chain with disruption risk. *Emergency Management*, 10(1), 31-46. (In Persian)

Micheli, G.J. & Cagno, E. & Mustillo, G. & Trianni, A. (2020). Green supply chain management drivers, practices and performance: A comprehensive study on the moderators. *Journal of Cleaner Production*, 259, 121024.

Mourad, M. (2016). Recycling, recovering and preventing “food waste”: Competing solutions for food systems sustainability in the United States and France. *Journal of Cleaner Production*, 126, 461-477.

Nasiri, E. & morovatisharifabadi, A. (2021). Providing A Model For the Key Success Factor in LARG Supply Chain Using Meta-synthesis. *RMR* 2021; 11 (2) :165-186 . (In Persian)

Orji, I.J. & Liu, S. (2020). A dynamic perspective on the key drivers of innovation-led lean approaches to achieve sustainability in manufacturing supply chain. *International Journal of Production Economics*, 219, 480-496.

Pizam, A. (2021). The aftermath of the corona virus pandemic. *International Journal of Hospitality Management*.

Qiu, Y. & Qiao, J. & Pardalos, P.M. (2019). Optimal production, replenishment, delivery, *routing and inventory management policies for products with perishable inventory*. Omega, 82, 193-204.

Rachid, B. & Roland, D. & Sebastien, D. & Ivana, R. (2017). Risk management approach for lean, agile, resilient and green supply chain. *International Journal of Economics and Management Engineering*, 11(4), 802-810.

Ranasinghe, R. & Damunupola, A. & Wijesundara, S. & Karunarathna, C. & Nawarathna, D. & Gamage, S. & Idroos, A.A. (2020). Tourism after corona: Impacts of COVID 19 pandemic and way forward for tourism, *hotel and mice industry in Sri Lanka*. *Hotel and Mice Industry in Sri Lanka* (April 22, 2020).

Reyes, J. & Mula, J. & Díaz-Madroño, M. (2021). Development of a conceptual model for lean supply chain planning in industry 4.0: multidimensional analysis for operations management. *Production Planning & Control*, 1-16.

Ruiz-Benitez, R. & López, C. & Real, J.C. (2018). Achieving sustainability through the lean and resilient management of the supply chain. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*.

Sadeghi-Moghadam, M.R. & Hosseini-Dehshiri, S.J. & Rajabi-Kafshgar, F.Z. & Sinaei, S.S. (2021). Utilization of Intuitive Fuzzy WASPAS Method with Interval Values to Evaluation of Reverse Logistics Implementation Actions in the LARG Supply Chain. *Journal of Industrial Management Perspective*, 11(3), 215-242. doi: 10.52547/jimp.11.3.215 . (In Persian)

Sarkar, S. & Costa, A.I. (2008). Dynamics of open innovation in the food industry. *Trends in Food Science & Technology*, 19(11), 574-580.

Sharma, Y.K. & Mangla, S.K., Patil, P.P. & Liu, S. (2019). When challenges impede the process: For circular economy-driven sustainability practices in food supply chain. *Management Decision*. URL: <http://ormr.modares.ac.ir/article-28-49068-fa.html>

Venturelli, A. & Caputo, A. & Pizzi, S. & Valenza, G. (2022). A dynamic framework for sustainable open innovation in the food industry. *British Food Journal*.

Klein, A.Z. & Da Costa, E.G. & Vieira, L.M. & Teixeira, R. (2014). The use of mobile technology in management and risk control in the supply chain: The case of a Brazilian beef chain. *Journal of Global Information Management (JGIM)*, 22(1), 14-33.

Ren, Q.S. & Fang, K. & Yang, X.T. & Han, J.W. (2022). Ensuring the quality of meat in cold chain logistics: A comprehensive review. *Trends in Food Science & Technology*, 119, 133-151.

Zhao, G. & Olan, F. & Liu, S. & Hormazabal, J.H. & Lopez, C. & Zubairu, N. & Chen, X. (2022). Links between risk source identification and resilience capability building in agri-food supply chains: a comprehensive analysis. *IEEE Transactions on Engineering Management*.

Sumrow, S. & Hudson, D. & Sarasty, O. & Carpio, C. & Bratcher, C. (2024). Consumer preferences for worker and supply chain risk mitigation in the beef supply chain in response to COVID-19 pandemic. *Agribusiness*, 40(1), 299-315.

Presenting the risks management model affecting the LARG supply chain (food industry)

Mohamad Ghoroghchiyan¹
Mojgan Safa²
Omid Ali Adeli³
Mohamad Reza Por Fakharan⁴

Abstract:

Due to its importance and impact on society's health, the food supply chain should pay due attention to cost and waste reduction, agility and speed, resilience to environmental threats, and finally environmental and health considerations. All these considerations are considered in the large supply chain as an integrated approach. This type of supply chain faces more risks due to its diversity and complexity. The purpose of this research is to identify the most effective risks in the large supply chain in the field of food. The current research is applied in terms of orientation and quantitative in terms of methodology. To analyze the data, two fuzzy Delphi and fuzzy Dimeth methods were used. The theoretical community of the research were experts in the field of food supply chain and large supply chain, and sampling was done in a judgmental manner. The sample size was equal to 10 people, which is a good number for expert-oriented methods. At first, 20 risks were obtained through background review and interviews with experts. Since the number of risks was large, these risks were screened using the fuzzy Delphi technique and 10 risks that had a fuzzy number less than 0.7 were discarded. The remaining 10 risks were analyzed using the fuzzy Dimetal technique from the perspective of effectiveness. The risks of the spread of diseases related to livestock, financing problems, exchange rate fluctuations and changes in health and health standards had the highest net effect and were recognized as the most effective risks.

Keywords: risk, supply chain, supply chain risk, large supply chain.

¹ Department of Accounting, Qo.C, Islamic Azad University, Qom, Iran. mohammad.ghoroghchian@iau.ac.ir

² Department of Management, Qo.C, Islamic Azad University, Qom, Iran. dr.mojgansafa@iau.ac.ir

³ Department of Economics, Faculty of Humanities, Qom State University, Qom, Iran. oa.adeli@qom.ac.ir

⁴ Department of Accounting, Qo.C, Islamic Azad University, Qom, Iran. mohammadreza31151@gmail.com