فصلنامه مدیریت راهبردی در سیستم های صنعتی (مدیریت صنعتی سابق)
دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج
سال نوزدهم/ شماره ۶۹ / پاییز ۱۴۰۳

طراحی مدل سودآوری کلی زنجیره تأمین در شرایط عدم قطعیت با رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM)

فریدون لطف الهی
دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
یعقوب علوی متین (نویسنده مسئول)
دانشیار گروه مدیریت صنعتی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
Email: alavimatin@iaut.ac.ir
سحر خوش‌فطرت
استادیار گروه ریاضی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
محمد پاسبان
استادیار گروه مدیریت صنعتی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
علیرضا بافنده زنده
دانشیار گروه مدیریت صنعتی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۱۰ * تاریخ پذیرش ۱۴۰۳/۰۸/۱۹

چکیده

مدیریت زنجیره تأمین به یکی از عوامل حیاتی در موفقیت سازمانی در محیط کسب‌وکار جهانی تبدیل شده است. سودآوری یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های شرکت‌ها است، زیرا داشتن سود بیشتر یا کارایی بیشتر به شرکت‌ها اجازه می‌دهد تا سرمایه خود را افزایش دهند، کارکنان بیشتری را استخدام کنند، نوآوری داشته و فرایندها را بهبود بخشند، به‌عبارت‌دیگر به آنها امکان می‌دهد تا کارائی خود را افزایش دهند؛ بنابراین، هدف از این مطالعه، شناسایی و تعیین عوامل مؤثر بر سودآوری زنجیره تأمین به‌گونه‌ای است که بتوان از آن برای طراحی یک مدل کلی سودآوری زنجیره تأمین استفاده کرد. فرایند انجام این پژوهش در سه مرحله انجام شده است. مرحله اول، مرحله شناسایی معیارها بود. در این مرحله ابتدا تحقیقات کتابخانه‌ای انجام شد. بامطالعه ادبیات نظری و پیشینه تحقیق، متغیرهای تحقیق شناسایی شدند. در مرحله دوم، غربالگری فازی متغیرها انجام شد. در این مرحله ابتدا از طریق مصاحبه با خبرگان، متغیرهای مهم و تأثیرگذار از طریق غربالگری فازی انتخاب و در مرحله سوم مدل ساختاری تفسیری (ISM) طراحی شد. پرسش‌نامه مدل‌سازی ساختاری تفسیری توسط خبرگان تکمیل گردید. سپس با استفاده از تکنیک MICMAC مدل طراحی شده مورد تجزیه‌وتحلیل و اعتبارسنجی قرار گرفت. در نهایت، مدل ساختاری تفسیری سودآوری کلی زنجیره تأمین تحت عدم قطعیت طراحی شد. نوع و روابط بین متغیرها مشخص شد و نقش هر یک از متغیرها در مدل طراحی شده تعیین گردید.

کلمات کلیدی: سودآوری کلی زنجیره تأمین، عدم قطعیت، مدل‌سازی ساختاری – تفسیری (ISM)، غربالگری فازی.

۱-مقدمه

در بازارهای امروز، عوامل تکنولوژیکی و رقابتی با چنان نرخ فزاینده‌ای افزایش می‌یابد که برای شرکت‌ها، تولید آنچه نیاز دارند مقدور و مقرون‌به‌صرفه نیست، بنابراین برون‌سپاری و تشکیل زنجیره تأمین به یکی از استراتژی‌های اصلی شرکت‌ها تبدیل شده است. از طرف دیگر روند جهانی‌سازی، مشتری‌مداری، کیفیت، قیمت تمام شده پائین، تحویل بموقع کالاها به مشتری منجر به حساسیت موضوع زنجیره تأمین شده است(Abeeyskara et al., 2019). مسئله اصلی این است که اشتراک‌گذاری سود یا حداکثرسازی سود در زنجیره‌های تأمین حلقه بسته هنوز در ادبیات تحقیق به شکل مشخصی تبیین نشده است. یعنی مشخص نیست که چه عواملی می‌تواند بر اشتراک‌گذاری سود برای تمامی اعضا به‌نحوی‌که سود تمامی اعضا حداکثر شود اثرگذار باشد. این موضوع می‌تواند به‌عنوان یک شکاف تحقیقاتی در نظر گرفته شود، بنابراین از اهداف مهم این تحقیق طراحی مدلی است که بتواند به طور هم‌زمان سود تمامی اعضاء زنجیره حلقه بسته را تضمین نموده و نگرانی زنجیره تأمین را نسبت به کسب سود از بین ببرد.

در زنجیره‌های تأمین حلقه بسته امکان همکاری بین اعضا برای حداکثرسازی سود وجود دارد چرا که زنجیره‌های تأمین حلقه بسته به دو بخش اصلی قابل‌تفکیک هستند(Fu et al., 2021). در سال‌های اخیر، زنجیره تأمین سودآور به دلیل شرایط پویا و ناپایدار بازار بسیار توسعه‌یافته است(Wu & Baronz, 2020). حداکثرسازی سود و حداقل‌سازی هزینه یکی از اهداف کلاسیک و قدیمی زنجیره‌های تأمین بوده است. در واقع پیش ازآنکه برنامه‌ریزی چندهدفه به‌عنوان یک مقوله جدی در حوزه زنجیره تأمین مطرح شود، زنجیره‌های تأمین معمولاً یک‌هدفه در نظر گرفته می‌شد. مهم‌ترین هدف، حداقل ساختن هزینه یا حداکثرسازی سود بود. در واقع زمانی که بحث قیمت‌گذاری در زنجیره‌های تأمین مطرح بوده و هدف تعیین قیمت بهینه باشد، نیاز است که از رویکرد حداکثرسازی سود استفاده شود که معمولاً در این نوع توابع هدف، قیمت به‌عنوان یک متغیر تصمیم در نظر گرفته می‌شود، بنابراین تمرکز بر زنجیره‌های تأمین با حداکثرسازی سود یا حداقل‌سازی هزینه همواره در اولویت قرار داشته است (Gorji et al., 2021). اما حداکثرسازی سود در زنجیره‌های تأمین عموماً می‌تواند ماهیت رقابتی پیدا کند (Azizian et al., 2022).

موفقیت عملیات در یک زنجیرهٔ تأمین چابک و سودآور، به توانایی شرکت‌ها در انتخاب مناسب‌ترین همکار در هر شرایط وابسته است (Olfat & Shahryarinia, 2022). باتوجه‌به تغییرات بسیار سریع در سلایق و نیازهای مصرف‌کنندگان، اهمیت و توجه به زنجیره تأمین در سرلوحه فعالیت‌ها قرار گرفته است(Alem Tabriz, 2013). در واقع بنگاه‌های اقتصادی به دنبال افزایش بهره‌وری و کارائی خود هستند(Cui et al., 2022). در این راستا، در محیطِ دائماً در حال تغییر کنونی که صنایع مختلف بحران‌هایی را تجربه کرده یا خواهند کرد، بازیابی فوری به حالت اولیه ضروری است (Federico et al., 2020). توانایی مدیریت بحران منجر به ایجاد انعطاف و چابک تاب‌آور در اَعمال شرکت شده و سرعت واکنش به بحران را افزایش می‌دهد که این بخشی از چابک و پایدار بودن زنجیره تأمین مؤسسه صنعتی محسوب می‌شود(Kwak et al., 2018). اخیراً به دلیل دغدغه‌ها و عدم قطعیت محیطی، توجه محققین زیادی به طراحی زنجیره تأمین سودآوری و پایدار، در شرایط خاص معطوف شده است (Yavari & Zaker, 2019). بیشتر تحقیقات انجام شده در مورد عوامل تعیین‌کننده در سودآوری کلی زنجیره تأمین به نتایج محدود در خصوص عوامل مؤثر دست یافته‌اند که تأثیر عوامل خاص در آنها بررسی شده، و به سودآوری کلی زنجیره تأمین اشاره‌ای نشده است؛ لذا موضوع اصلی و ضرورت اصلی انجام این پژوهش مشخص نمودن همه عوامل مؤثر بر سودآوری برای دستیابی به یک نتیجه مشخص و تصمیم‌گیری مناسب در خصوص افزایش عملکرد زنجیره تأمین است. بدیهی است که استفاده‌کنندگان نتایج این تحقیق تمامی شرکت‌هایی خواهند بود که دارای زنجیره تأمین هستند. در این تحقیق با بررسی ادبیات موضوع در زمینه تعیین سودآوری کلی در زنجیره تأمین، ابعاد و شاخص‌های سودآوری کلی در زنجیره تأمین در شرایط عدم قطعیت شناسایی، سپس بر اساس نظرات خبرگان و متخصصین، مدل مفهومی تحقیق اعتباریابی شده است

۲- روش شناسی پژوهش

الف) پیشینه نظری پژوهش

ازآنجایی‌که تخصیص سود یک عامل اثرگذار بر مشارکت زنجیره تأمین به‌صورت کلی است، بسیاری از محققان تلاش‌های خود را معطوف تحقیق در مورد تخصیص سود با استفاده از روش شاپلی (۱۹۵۳) نموده‌اند. کالای و سامت (۱۹۸۷) روشی را برای سنجش وزن شاخص‌های ارزش شاپلی یافتند. فیگل و کرن (۱۹۹۲) روش ارزش شاپلی را برای بهبود مدل اولیه اعمال کردند. مکانیزم‌های هماهنگی و تخصیص سود در بین بنگاه‌های مشارکت‌کننده به‌وسیله جکسون و ولینسکی (۱۹۹۶) تحلیل شد. مطابق با تحقیق جابر و عثمان (۲۰۰۶) در مورد توزیع سود یک زنجیره تأمین دومرحله‌ای، برآورد سود کلی می‌تواند یک متغیر تصمیم برای هماهنگی توزیع مزایا باشد. کراژوسکا و همکاران (۲۰۰۶) به تحقیق در خصوص توزیع سود زنجیره تأمین بر اساس نظریه بازی همکاران پرداختند. کلادنتی و چن (۲۰۰۹) باور داشتند که برنامه‌ریزی مدیریت و کنترل جریانات مالی هم‌راستا در زنجیره تأمین، اثر مثبتی بر سودآوری زنجیره تأمین برجا می‌نهد. مونتو و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند که با مدیریت کارآمد سرمایه کاری یک شرکت، می‌توان نیاز به امور مالی را کاهش داده، پول نقد را آزادکرده و سودآوری را افزایش داد. اما کولیس و ژائو (۲۰۱۶) اشاره کردند که برای دستیابی به برنامه موفق، هماهنگی سرمایه فعال در بین بخش‌های زنجیره تأمین موردنیاز است. دلوف (۲۰۰۳) بیان کرد که کوتاه‌سازی چرخه تبدیل نقدی برای یک بنگاه، همبستگی مثبتی با سودآوری آن دارد. ضمن اینکه چرخه تبدیل نقدی به‌وسیله ریچاردز و لافلین (۱۹۸۰) معرفی شد تا کارائی مدیریت سرمایه فعال یک بنگاه را کنترل و ارزیابی نماید.

هالی و هیگینز (۱۹۷۳) به بررسی ارتباط بین متغیرهای یکسان در خصوص مدل اندازه بسته اولیه اقدام می‌کنند. مرور ادبیات مرتبط بااعتبار تجاری به‌وسیله سیفریت و همکاران (۲۰۱۳) مطرح شد درحالی‌که لیو و همکاران (۲۰۱۵) مرور جامعی از زنجیره تأمین مالی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴ انجام دادند که به‌وسیله گلسومینو و همکاران (۲۰۱۶) اجرا شد. اخیراً تحلیل محتوا و شبکه از ۳۴۸ تحقیق به‌وسیله ژو و همکاران (۲۰۱۸) ارائه شده است. ایوانوف و همکاران (۲۰۱۷) پیش‌بینی ریسک زنجیره تأمین شامل بهینه‌سازی ریاضی، شبیه‌سازی و نظریه کنترل ریسک، در مورد حداقل‌سازی اثر بلندمدت و میان‌مدت انحرافات را انجام دادند.

شپرد (۱۹۷۴) یکی از اولین نویسندگانی بود که از رویکرد سناریو برای مسئله موردنظر استفاده کرد و به‌تدریج این رویکرد برای طراحی شبکه زنجیره تأمین مورداستفاده قرار گرفت. کلیبی و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی عدم قطعیت موجود در زنجیره تأمین و همچنین منبع و اثرات آن می‌پردازد. کیوان شکوه و همکاران (۲۰۱۶) کیوان شکوه و همکاران (۲۰۱۶) در مقاله خود فرض داشته‌اند که ترکیب محیط‌های تصمیم‌گیری غیرقطعی، برای مدل‌سازی شبکه زنجیره تأمین بر مبنای نوع و مشخصه پارامترهای غیرقطعی صورت می‌گیرد. هکمان و همکاران (۲۰۱۵) مطابق با نظر برگستروم (۲۰۰۵) کارائی را به‌صورت روشی برای دستیابی به اهداف زنجیره تأمین از طریق منابع حداقلی تعریف کرده و لذا به مزایای مرتبط با هزینه دست پیدا نمود. داسکین و همکاران (۲۰۰۲) یک مدل مکان‌یابی موجودی را برای موقعیت‌هایی توسعه دادند که در آن تقاضای خرده‌فروشان دارای توزیع نرمال با میانگین و واریانس مشخص است. مقاله ارائه شده به‌وسیله داسکین و همکاران (۲۰۰۲) مبنایی برای بسیاری از تحقیقات در حوزه طراحی شبکه زنجیره تأمین است که در آن تقاضای خرده‌فروشان دارای توزیع نرمال با میانگین و واریانس مشخص است.

ب) پیشینه تجربی پژوهش

عزیزیان و همکاران (۲۰۲۲) به دنبال حداکثرسازی سودآوری در یک زنجیره تأمین هستند. این تحقیق یک رویکرد تنظیم درجه دوم خطی زمان محدود[1] (LQR) برای تعیین وضعیت سود بهینه یک واحد تجاری در یک زنجیره تأمین ارائه داده است. ساتیش (۲۰۱۹) به دنبال توسعه یک استراتژی جهت ارتقای سود در لجستیک معکوس است. فرانک و همکاران (۲۰۱۸) به این نتیجه رسیدند که در زنجیره تأمین، هزینه تولید و خدمات به طور مستقیم باقیمت ارتباط دارد. آئینه وند و همکاران (۱۳۹۹) مدل مکان‌یابی – موجودی فرآورده‌های خونی (پلاکت) در زنجیره تأمین خون بر اساس سیستم سفارش‌دهی EOQ[2] را در یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی مختلط مکان‌یابی – موجودی مورداستفاده قرار داده است. صادقی‌مقدم و همکاران (۱۳۸۸) با رویکردی

[1] Linear Quadratic Regulator
[2] Economic Order Quantity

یکپارچه به مدل‌سازی جریان مواد در طول زنجیره امین در بخش‌های تأمین، تولید و توزیع در کارخانه کاچیران پرداخته‌اند. فیض‌آبادی و همکاران (۱۳۸۸) از خبرگان صنعت خودرو استفاده کرده و پیکربندی زنجیره‌های تأمین بر مبنای توانمندی‌های زنجیره تأمین را پیشنهاد نمودند. اسماعیل‌زاده و همکاران (۱۳۹۴) بعد از استخراج معیارهای ارزیابی عملکرد، این معیارها را با شاخص‌های مدل اسکور و سروکوال دسته‌بندی نموده و درخت تصمیم‌گیری را طراحی کرده‌اند. فلاح لاجیمی و همکاران (۱۳۹۹) در تحقیقی با عنوان طراحی مدل ریاضی بهینه‌سازی شبکه زنجیره تأمین یکپارچه اقدام می‌نمایند. مؤمنی و همکاران (۱۴۰۰) در تحقیقی با عنوان مدل‌سازی زنجیره تأمین حلقه بسته، به‌کارگیری از سناریوها با تابع هدف بیشینه‌کردن سود را استفاده نموده است.

عزیزی و همکاران (۱۴۰۱) در تحقیقی با عنوان، مدل ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک‌های زنجیره تأمین قطعات خودرو با استفاده از نقشه ذهنی فازی و مدل‌سازی ساختاری تفسیری، اقدام به شناسایی حوزه‌های اصلی ریسک در زنجیره تأمین می‌نمایند. طلایی و همکاران (۱۳۹۵) در تحقیقی با عنوان، تحلیل توانمندسازهای سیستم تولید انعطاف‌پذیر با رویکردهای مدل‌سازی ساختاری تفسیری[۳](ISM) و فرایند رتبه‌بندی تفسیری اقدام به توسعه یک ساختار سلسله‌مراتبی به‌منظور تحلیل روابط میان توانمندسازها نموده است. نصیریان (۱۳۹۹) در تحقیقی با عنوان: شناسایی، سطح‌بندی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر زنجیره تأمین سبز با رویکرد تلفیقی ISM و تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی اقدام نمودند. هدف مقاله کنان گویندان و همکاران (۲۰۱۷) ارائه یک مرور ادبیات جامع در خصوص تحقیقات در زمینه طراحی شبکه زنجیره تأمین و طراحی شبکه لجستیک معکوس تحت عدم قطعیت است. کاتسالیاکیل و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی ادبیات منتشر شده در نشریات مهم در مورد اختلالات زنجیره تأمین می‌پردازد. اولیویرا ورا و همکاران (۲۰۱۸) به توسعه یک مدل مکان‌یابی تخصیص برای بهینه‌سازی یک شبکه زنجیره تأمین چهار پلکانی می‌پردازند. راشید و همکاران (۲۰۲۲) به دنبال دسته‌بندی منابع عدم قطعیت زنجیره تأمین بوده‌اند. شکاریان و ملت‌پرست (۲۰۲۰) یک مرور سیستماتیک برای ارزیابی اثر هر یک از اقدامات مشخص جهت ارتقای تاب‌آوری بر تعدیل هر نوع اختلال زنجیره تأمین را انجام می‌دهند. حسینی و ایوانف (۲۰۲۱) روشی را برای مدل‌سازی و تعیین اثر اختلالات در زمان بروز همه‌گیری ارائه می‌کنند. ایوانف (۲۰۱۸) به مطالعه رفتار سفارش تولید در زنجیره تأمین می‌پردازد. برژینتز و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی مسئله حداکثرسازی سود با استفاده از قرارداد فروش می‌پردازد. ون و ژانگ (۲۰۲۱) یک زنجیره تأمین دوکاناله را ارائه می‌کنند که در آن یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش موردمطالعه است. لیا و پاپاژئورژیو (۲۰۱۷) به درنظرگرفتن توزیع سود سزاوار در یک زنجیره تأمین چند پلکانی با استفاده از قیمت انتقال می‌پردازد. پژوهش موروز و همکاران (۲۰۲۱) نشانگر طراحی یک زنجیره تأمین برای یک شرکت است که واقع در بخش ساکرو کلمبیا است. حسینی دهشیری و همکاران (۱۴۰۱) به طراحی شبکه زنجیره تأمین حلقه بسته با درنظرگرفتن عدم قطعیت‌های ترکیبی اقدام نموده‌اند. خلیلی و همکاران (۱۴۰۱) یک شبکه زنجیره تأمین بنزین پایدار و تاب‌آور را طراحی نمودند. سیبویه و همکاران (۱۴۰۰) مدل دومرحله‌ای احتمالی استوار برای طراحی زنجیره تأمین خون تاب را ارائه نمودند. مؤمنی و همکاران (۱۴۰۰) با مدل‌سازی زنجیره تأمین حلقه بسته و با به‌کارگیری از سناریوها در مواجهه با عدم قطعیت، کمیت و کیفیت برگشتی‌ها را بررسی نموده‌اند. گالری را (۲۰۱۷) در پژوهشی با عنوان «بهینه‌سازی شبکه زنجیره تأمین» می‌پردازد. حبیبی کوچک سرایی و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیقی با عنوان «طراحی زنجیره تأمین دو هدفه چندسطحی استوار در شرایط بحران» به ارائه مدل چندسطحی استوار پرداختند. قاسمی (۱۳۹۶) در تحقیقی به ارائهٔ رویکرد بهینه‌سازی استوار برای مکان‌یابی با درنظرگرفتن اختلال در ظرفیت پرداخته است. ناکانو و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی سیستماتیک مدیریت ریسک زنجیره تأمین پرداخته است. باتوجه‌به توضیحات فوق، خلاصه مطالعات پیشین و مقایسه آن با پژوهش حاضر، مطابق با جدول شماره ۱ ارائه میگردد.

ج) اهداف تحقیق:

- مشخص نمودن همه عوامل مؤثر بر سودآوری برای دستیابی به یک نتیجه مشخص و تصمیم‌گیری مناسب در خصوص افزایش سود زنجیره تأمین است.

[3] Interpretive Structural Modeling

- ارائه مدل ساختاری – تفسیری برای زنجیره تأمین حلقه بسته ارائه شده است که به دنبال حداکثرسازی سود کلی زنجیره تأمین باشد.

جدول شماره (۱): خلاصه مطالعات پیشین و مقایسه آن با پژوهش حاضر

نام محقق و همکاران	سال تحقیق	نوع رویکرد بر سودآوری زنجیره تأمین (ابزار، شاخص‌ها، متغیرهای مورد بررسی، مدل و الگوریتم، نتایج)					
		متغیرهای موردبحث	غربالگری فازی	مدل سازی ISM	مدل‌سازی ریاضی	تحلیل MICMAC	بررسی‌های عددی	موردمطالعه واقعی
عزیزیان	۲۰۲۲	سودآوری زنجیره تأمین			✓			✓
ونگ	۲۰۲۲	هزینه‌ها، سودآوری زنجیره			✓		✓	
راشید	۲۰۲۲	کیفیت و سودآوری			✓			✓
برژینتژ	۲۰۲۲	لجستیک معکوس، سودآوری					✓	✓
حسینی و ایوانف	۲۰۲۱	برند و اعتبارسازی، سودآوری			✓			✓
ون و ژانگ	۲۰۲۱	هزینه‌ها و سودآوری					✓	✓
موروز	۲۰۲۱	سبک رهبری، سودآوری						✓
کاتسالیاکیل	۲۰۲۰	تبلیغات و سودآوری			✓			
شکاریان ملت‌پرست	۲۰۲۰	تقاضای محصول، ظرفیت			✓			✓
ناکانو و همکاران	۲۰۲۰	انعطاف‌پذیری، ظرفیت تولید			✓			
ساتیش	۲۰۱۹	استراتژی بازاریابی، سودآوری						✓
اولیورا ورا	۲۰۱۸	رضایت مشتریان، سودآوری			✓			✓
ایوانف	۲۰۱۸	رضایت تأمین‌کنندگان، سودآوری			✓			✓
حبیبی کوچک سرایی	۲۰۱۸	تحقیق و توسعه، رضایت ذی‌نفعان			✓			✓
گویندان	۲۰۱۷	پاسخگویی، سودآوری			✓			✓
گالپیرا	۲۰۱۷	قابلیت اطمینان، هزینه‌ها			✓			
لیا و پاپاژئورژیو	۲۰۱۷	بهره‌وری عوامل تولید، سودآوری						
حسینی دهشیری	۲۰۲۲	پاسخگویی، انعطاف، سودآوری			✓			✓
خلیلی و همکاران	۲۰۲۱	حداقل کردن هزینه تولید			✓			✓
سیبوبه و	۲۰۲۱	هزینه بازتولید و امحا			✓			✓

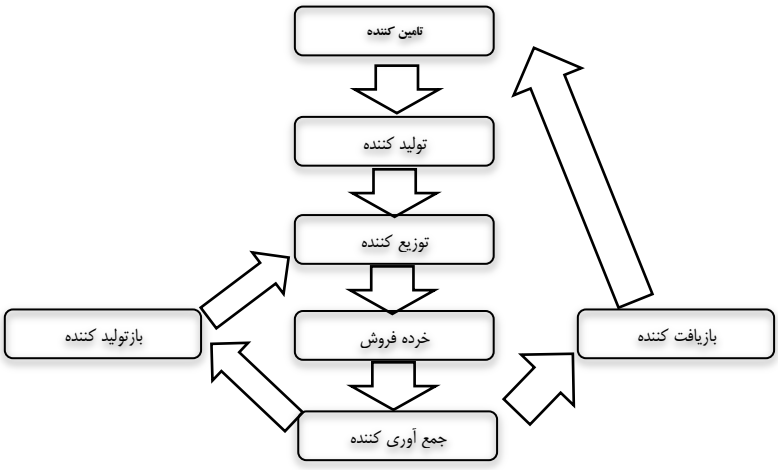
همکاران		محصول					
قاسمی و همکاران	۲۰۲۲	هزینه انتقال و بازتولید محصول			✓		✓
مطالعه حاضر	۲۰۲۳	تمامی متغیرهای پیشینه پژوهش	✓	✓	✓	✓	✓

با بررسی خلاصه مطالعات پیشین و مقایسه آن با پژوهش حاضر، شکاف تحقیقاتی مشخص می‌گردد. نوآوری این تحقیق عبارت است از بررسی هم‌زمان سودآوری تمام اعضاء زنجیره، با درنظرگرفتن تمامی متغیرهای تأثیرگذاری که مطابق با تحقیقات قبلی شناسایی شده‌اند.

د) قلمرو پژوهش

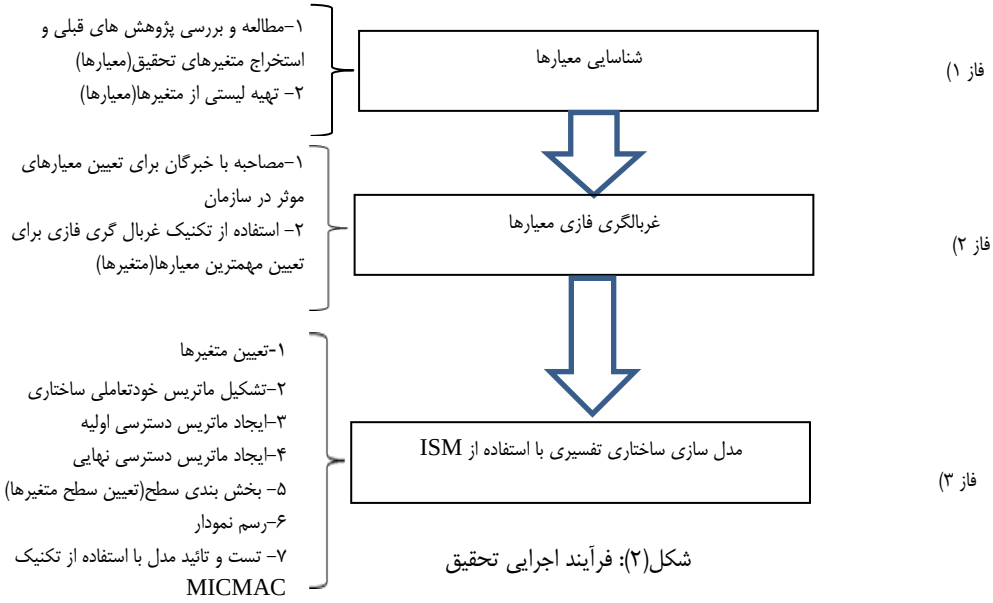
قلمرو موضوعی این تحقیق شامل "طراحی مدل سودآوری کلی زنجیره تأمین در شرایط عدم قطعیت با رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM)" بوده، لذا در این قلمرو سعی بر شناسایی تمامی عوامل تأثیرگذار بر سودآوری اعضا زنجیره به طور هم زمان بوده به‌نحوی‌که کل سود کل اعضا تضمین شود.

این تحقیق از نظر قلمرو زمانی در پائیز و زمستان سال ۱۴۰۲ انجام شده و قلمرو مکانی آن مربوط به استان آذربایجان شرقی، شهر تبریز و حومه آن بوده است. شرکت تولیدی صنعتی امیر نیا یکی از شرکت‌های معتبر در زمینه تولید قطعات سیستم تعلیق خودرو های سواری، کامیونت و تراکتور است. زنجیره تأمین شرکت امیر نیا نزدیک به ۲۰۰ عضو داشته و عمده تأمین‌کنندگان مواد اولیه شامل کارخانه‌ها تولید فولاد و قطعات لاستیکی هستند. شکل زنجیره تأمین موردمطالعه به شرح شکل شماره ۱ ارائه شده است.



شکل (۱): ساختار زنجیره تأمین موردمطالعه

تحقیق حاضر از نوع کاربردی – توسعه‌ای بوده و از لحاظ گردآوری داده‌ها از نوع توصیفی است، لذا فاقد فرضیه است. در تحقیق حاضر یک مدل ساختاری – تفسیری برای زنجیره تأمین حلقه بسته ارائه شده است که به دنبال حداکثرسازی سود کلی زنجیره تأمین است، فرایند انجام این تحقیق در سه مرحله انجام شده است. ۱- فاز شناسایی معیارها ۲- فاز غربال معیارها ۳- مدل‌سازی ساختاری تفسیری با استفاده از ISM. در شکل ۲ مراحل و فرایند اجرایی تحقیق حاضر ارائه شده است.



شکل(۲): فرآیند اجرایی تحقیق

ه) نوآوری تحقیق: در اغلب تحقیقات انجام شده به سودآوری کلی زنجیره تأمین اشاره‌ای نشده است. باتوجه‌به اینکه در هر یک از مطالعات به بخشی از عوامل مؤثر بر سودآوری پرداخته شده و جمع‌بندی مشخصی از این عوامل وجود ندارد، لذا موضوع اصلی و ضرورت اصلی و هدف از انجام این پژوهش مشخص نمودن همه عوامل مؤثر بر سودآوری برای دستیابی به یک نتیجه مشخص و تصمیم‌گیری مناسب در خصوص افزایش سود زنجیره تأمین است. استفاده‌کنندگان نتایج این تحقیق تمامی شرکت‌هایی خواهند بود که دارای زنجیره تأمین هستند. مهم‌ترین نوآوری این تحقیق تعیین تمامی عوامل مؤثر بر سودآوری کلی زنجیره تأمین به طور هم‌زمان و برای کل زنجیره است.

و) تعاریف مفهومی و عملیاتی متغیرها:

- زنجیره تأمین: زنجیره تأمین شامل شبکه‌ای از فروشندگان، شرکت‌ها و کارگرانی می‌شود که کارشان ساخت، ارسال و تحویل محصول به مشتری است (Abeysekara et al., 2019). تعریف متغیرهای عملیاتی مطابق با جدول شماره ۴ است.
- سودآوری کلی زنجیره تأمین: سود کلی زنجیره، ترکیبی از سود اعضا بوده به‌نحوی‌که سود اعضا نیز در آن بهینه است (Federico, 2020).
- زنجیره تأمین حلقه بسته: در زنجیره حلقه بسته مواد و منابع به چرخه تولید بازمی‌گردد بدون آنکه تبدیل به ضایعات و زباله گردد (Frank, 2018).
- عدم قطعیت: عدم قطعیت به فقدان دانش یا اطلاعات در مورد رویدادها یا نتایج آینده اشاره دارد(Gan Wan, 2021).
- ز) مدل‌سازی ساختاری تفسیری: در این تحقیق، مدل به‌صورت دوسطحی ارائه می‌شود به این صورت که در سطح بالا تأمین‌کننده، تولیدکننده، توزیع‌کننده و خرده‌فروش قرار داشته و به دنبال حداکثرسازی سود و حداقل‌سازی هزینه خود هستند درحالی‌که در سطح پائین جمع‌آوری‌کننده، بازیافت‌کننده، امحاکننده و بازتولیدکننده وجود دارند. این اجزا نیز به دنبال حداکثرسازی سود و حداقل‌سازی هزینه خود بوده و لذا یک رقابت بین بالای زنجیره و پائین زنجیره به وجود می‌آید.

اندیس‌ها، پارامترها و متغیرهای پژوهش: اندیس‌ها، پارامترها و متغیرهای پژوهش به شرح جداول زیر هستند:

جدول شماره (۲): معرفی اندیس‌ها

اندیس	تعریف	محدوده
i	گزینه i ام	$i = ۱.۲.۳. ....$
$\boldsymbol{k}$	فرد خبره	$k = ۱.۲.۳. ....r$

جدول شماره (۳): معرفی پارامترها

پارامتر	تعریف پارامتر
E_r	فرد خبره r ام
U_r	نمره واحد فرد خبره r ام

j	گزینه j ام	$j = ۱.۲.۳. \ldots.$	
m	تعداد گزینه تصمیم‌گیری	$m = ۱.۲.۳. \ldots.$	
n	تعداد معیارها	$n = ۱.۲.۳. \ldots$	
r	تعداد افراد خبره	$r = ۱.۲.۳. \ldots$	
q	تعداد طیف فازی (۷)	$p = ۱.۲.۳. \ldots.۷$	
s	مقیاس ارزیابی زبانی	$s = ۱.۲.۳. \ldots.S$	

I_{kj}	درجه اهمیت معیار سنجش j ام از نظر فرد خبره k ام
π_n	درجه اقناع گزینه موردنظر در ارتباط با معیار n ام
A_m	گزینه تصمیم‌گیری m ام
C_n	معیار ارزیابی n ام
U_{ik}	امتیاز واحد فرد خبره k ام دررابطه‌با گزینه i ام
π_{ikj}	میزان اقناع متغیر j ام توسط گزینه i ام از نظر خبره k ام
S_i	مقیاس زبانی i ام یا j ام
B_{ij}	بیانگر jامین بالاترین نمره راهکار i است

متغیرهای مدل طی بررسی و مطالعه پیشینه نظری به شرح جدول ۴ استخراج گردید.

جدول شماره (۴): معرفی متغیرهای عملیاتی

کد گزینه	متغیرهای مورداستفاده	کد گزینه	متغیرهای مورداستفاده	کد گزینه	متغیرهای مورداستفاده
X1	داشتن اهداف مشخص	X22	هزینه بازگشت از خرده‌فروش به واحد جمع‌آوری	X43	حداکثرسازی ROI
X2	سودآوری شرکت	X23	هزینه بازیافت محصول توسط مرکز بازیافت	X44	حداکثرسازی درصد برآورد سفارش‌ها
X3	برندینگ	X24	هزینه انتقال از مرکز جمع‌آوری به مرکز بازیافت	X45	حداقل‌سازی تأخیر در برآورده‌کردن سفارش‌ها
X4	قیمت تمام شده تولید	X25	هزینه بازتولید محصول توسط مرکز بازتولید	X46	حداقل‌سازی LT
X5	کیفیت	X26	هزینه انتقال از مرکز جمع‌آوری به مرکز بازتولید	X47	حداقل‌سازی دوباره‌کاری وظایف
X6	سبک رهبری	X27	هزینه امحا محصول توسط مرکز امحا	X48	حداقل‌سازی زمان پاسخگویی به مشتری
X7	استراتژی‌های رقابتی	X28	هزینه انتقال محصول از مرکز جمع‌آوری به مرکز امحا	X49	حداکثرسازی استفاده از ظرفیت
X8	پاسخگویی	X29	تقاضای محصول	X50	حداقل‌سازی استفاده از منابع
X9	قابلیت اطمینان	X30	ظرفیت تولید	X51	انعطاف‌پذیری
X10	رضایت مشتریان	X31	ظرفیت نگهداری توزیع‌کننده	X52	یکپارچه‌سازی جریان مواد و اطلاعات
X11	حداقل شدن قیمت تمام شده	X32	استراتژی‌های بازاریابی	X53	داشتن استاندارد محصول
X12	مدیریت ریسک اثربخش	X33	استراتژی‌های رهبری بازار	X54	عملکرد تأمین‌کنندگان
X13	هزینه مواد اولیه موردنیاز	X34	بهره‌وری عوامل تولید	X55	رضایتمندی ذی‌نفعان
X14	هزینه انتقال مواد اولیه از تأمین‌کننده	X35	بهره‌وری نیروی انسانی	X56	توجه به شاخص‌های اجتماعی شرکت
X15	هزینه تولید	X36	تبلیغات و معرفی محصول	X57	تنوع محصول و خدمات
X16	هزینه نگهداری توسط توزیع‌کننده	X37	بازاریابی دهان‌به‌دهان	X58	درک مشتری از ارزش محصول
X17	هزینه فروش توسط توزیع‌کننده	X38	مدیریت ارتباط با مشتریان CRM	X59	برنامه زمان‌بندی اصلی تولید MPS
X18	هزینه انتقال از تولیدکننده به توزیع‌کننده	X39	مدیریت لجستیک	X60	زمان سیکل توسعه محصول جدید

X19	هزینه فروش توسط خرده‌فروش	X40	حداقل‌سازی هزینه‌ها	X61	نوآوری‌های صرفه‌جویی در هزینه‌ها
X20	هزینه انتقال از توزیع‌کننده به خرده‌فروش	X41	حداکثرسازی فروش	X62	نرخ بازگشت (مرجوعی)
X21	هزینه جمع‌آوری توسط واحد جمع‌آوری	X42	حداقل‌سازی سرمایه در گردش		

ح) فرآیندغربال سازی فازی: فرایند غربال‌سازی فازی، یک فرایند دومرحله‌ای است. در گام اول از هر فرد خبره درخواست می‌گردد تا ابتدا وزن‌دهی به متغیرهای مختلف را انجام داده سپس ارزیابی خود را نسبت به هر متغیر ارائه دهد. در مرحله دوم ارزیابی تکی افراد خبره با یکدیگر ترکیب می‌شوند تا یک ارزش کلی برای هر متغیر به دست آید. یک مسئله غربال‌سازی شامل سه جزء مطابق با روابط ۱ تا ۳ است. جزء اول، متغیرهای تصمیم‌گیری، جزء دوم معیارهای سنجش و ارزیابی و جزء سوم گروهی از افراد خبره هستند که نظرات آنها در مورد متغیرها (گزینه‌ها) اخذ می‌شود(Azar & Faraji, 2003) .

$$A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$$ رابطه ۱)

$$C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$$ رابطه ۲)

$$E = \{E_1, E_2, \dots, E_r\}$$ رابطه ۳)

الزامی است که هر فرد خبره ارزیابی خود را نسبت به هر یک از متغیرها ابراز نماید. این ارزیابی از میزان پوشش متغیرها توسط معیارها در قالب عناصر مقیاس زیر (S) انجام می‌شود.

جدول شماره (۵): مقیاس کلامی مورداستفاده در غربالگری فازی پژوهش

واژه کلامی/زبانی	نماد تعریف شده	مقدار کلامی/ زبانی
بی‌نهایت مهم	S_7	Outstanding (OU)
خیلی زیاد /خیلی مهم	S_6	Very high (VH)
زیاد/ مهم	S_5	High (H)
متوسط	S_4	Medium (M)
کم‌اهمیت	S_3	Low (L)
بسیار کم‌اهمیت	S_2	Very Low (VL)
هیچ/بی‌اهمیت	S_1	None (N)

با استفاده از جدول ۵ مجموعه‌ای از Siها تشکیل می‌شود. طور یکه برای هر $i> j$ داریم: $S_i > S_j$ و ماکزیمم و مینیمم هر دو عنصر به‌صورت زیر تعیین می‌گردد:

$$Max(S_i,S_j)=S_i \quad if \quad S_i \geq S_j$$ رابطه ۴)

$$Min\ (S_i,S_j)=S_j \quad if \quad S_i \geq S_j$$ رابطه ۵)

بر اساس روابط فوق هر فرد خبره مجموعه‌ای از نظرات خود را برای هر متغیر (گزینه انتخاب) ارائه می‌نماید. این ارزش‌ها، درجه اقناع گزینه موردنظر را در ارتباط با معیار j ام نشان می‌دهند.

$$\pi = \{\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n\}$$ رابطه ۶)

که در آن مثلاً π_2 بیانگر میزان امکان اقناع معیار دوم توسط گزینه مورد نظر می باشد. هر π_j عنصری از مجموعه قابل قبول S می باشد. لازم است هر فرد خبره به صورت انفرادی میزان اهمیت معیارها را با استفاده از مقیاس کلامی استفاده شده مطابق جدول ۵ را ، ابراز نماید. سپس لازم است که هر فرد خبره، ارزیابی خود را نسبت به هر متغیر(گزینه) ارائه دهد. برای این کار لازم است اندازه منفی مقیاس کلامی به صورت زیر تعیین گردد:

$$Neg(S_i) = S_{q-i+1}$$ رابطه ۷)

با استفاده از مقیاس جدول ۱ ماتریس ارزش‌گذاری معیارها را I_{kj} می نامیم.

با دو نگاه خوش‌بینانه و بدبینانه (Max,Min) ماتریس ارزش‌گذاری حاصل را به‌صورت زیر تعریف می‌کنیم:

رابطه ۸) $U_{ik} = Max\{Neg(I_{kj} \cap \pi_{ikj})\} \quad i = 1,2,..,m \quad k = 1,2,\dots,r$ خوش بینانه

رابطه ۹) $U_{ik} = Min\{Neg(I_{kj} \cup \pi_{ikj})\} \quad i = 1,2,..,m \quad k = 1,2,\dots,r$ بد بینانه

که در آن U_{ik} امتیاز تخصیصی فرد خبره در ارتباط با متغیر i ام ، I_{kj}میزان اهمیت معیار j ام از نظر شخص خبره k ام و π_{ikj} بیانگر مقدار امکان پوشش دهی معیار j ام توسط گزینه i ام از نظر شخص خبره k ام می باشد.

آنگاه نمره واحد گزینه‌ها توسط هر فرد خبره (U) به‌صورت زیر محاسبه می‌گردد:

رابطه ۱۰) $U_{ik} = Min\{Neg(I_{kj} \cup \pi_{ikj})\} \quad i = 1,2,..,m \quad k = 1,2,\dots,r$

انجام ترکیب ارزیابی‌های صورت‌گرفته توسط خبرگان: در این گام یک تابع اجماع نظر (Q) برای چهارچوب تصمیم‌گیری شکل می‌گیرد. این تابع نشان می‌دهد که نظرات چه تعداد از خبرگان نیاز است تا یک متغیر (گزینه) مورد پذیرش قرار گیرد. براین‌اساس، بنابراین برای هر گزینه که در آن i (k=1,2,…,r)، یک مقدار Q(k) به دست می‌آید. Q(k) نشان می‌دهد، چنانچه فرد خبره نظر مساعد نسبت به متغیری داشته باشد، آنگاه نحوه انتخاب آن گزینه چگونه خواهد بود. تابع اجماع نظر (Q) برای منطقی‌بودن باید دارای مشخصاتی به شرح ذیل باشد:

اگر افراد خبره بیشتری توافق داشته باشند، درجه اقناع (ارضا) تصمیم‌گیرنده بیشتر خواهد بود

رابطه ۱۱) $Q(k) \geq Q(k') \qquad k > k'$

اگر تمامی افراد خبره راضی گردند، میزان رضایت (اقناع) باید در بالاترین مقدار ممکن باشد:

رابطه ۱۲) $Q(r) = ou$

اگر بدنه تصمیم‌گیری نیازمند به حمایت تمام افراد خبره باشد، آنگاه داریم:

رابطه ۱۳)
$$\begin{cases} Q(k) = N & k < r \\ Q(k) = ou & K = r \end{cases}$$

اگر فقط حمایت یک نفر از افراد خبره برای باارزش دانستن یک گزینه (برای توجه بیشتر) کافی باشد، آنگاه:

رابطه ۱۴) $Q(k) = ou \qquad K = 1,2,\dots,r$

اگر حمایت حداقل m فرد خبره برای موردتوجه قراردادن گزینه کافی باشد، آنگاه:

رابطه ۱۵)
$$\begin{cases} Q(k) = N & k < m \\ Q(k) = ou & k \geq m \end{cases}$$

اگر q نشان‌دهنده تعداد طیف کلامی (۷) باشد و r نشان‌دهنده تعداد افراد خبره، در این صورت تابع اجماع نظر به‌صورت زیر تعریف خواهد شد (الفت، شهریاری نیا، ۱۳۹۳):

رابطه ۱۶)
$$Q_A(k) = S_{b(k)}$$

رابطه ۱۷)
$$b(k) = int\left[1 + \left(k\frac{q-1}{r}\right)\right] \qquad k = 0,1,2,\dots,r$$

که در آن int بیانگر عدد صحیح است و روشن است که در تابع فوق q و r هر چه باشند، داریم:

رابطه ۱۸)
$$Q_A(0) = S_1 \qquad Q_A(r) = S_q$$

در این گام از عملگر یاگر برای اجماع نظر خبرگان استفاده می‌کنیم:

رابطه ۱۹)
$$U_i = max_j\{Q(j) \cap B_{ij}\} \qquad i = 1,2,\dots,m$$

که دراین‌رابطه:

Bij نشان‌دهنده مقدار j امین امتیاز بالا برای گزینه i است.

Q(j) نشان‌دهنده آن است که حداقل چه تعداد نظر مساعد فرد خبره موردنیاز است تا گزینه i انتخاب شود

ح) مدل‌سازی ساختاری تفسیری: گام اول شناسایی و تعیین متغیرها: این مرحله با بررسی مطالعات گذشته و مطالعه ادبیات موضوع، مصاحبه و دریافت نظر کارشناسان و خبرگان و با استفاده از پرسش‌نامه به دست می‌آید. سپس با استفاده از غربال‌سازی فازی از بین گزینه‌های زیاد، یک زیر مجموعه کوچک برای بررسی‌های بیشتر انتخاب گردید.

گام دوم، به‌دست‌آوردن ماتریس خود تعاملی ساختاری (SSIM): این ماتریس یک ماتریس، به ابعاد متغیرها است که در سطر و ستون اول آن متغیرها به ترتیب ذکر می‌شود. برای تعیین نوع روابط از نظر خبرگان و کارشناسان بر اساس تکنیک‌های مدیریتی مانند طوفان فکری و یا گروه اسمی دلفی استفاده می‌شود(Olfat & Shahryarinia, 2014). مطابق جدول شماره ۶ برای تعیین نوع رابطه از نمادهای زیر استفاده می‌شود.

جدول شماره (۶): روابط مفهومی در ماتریس خودتعاملی ساختاری SSIM

نماد	مفهوم
V	ارتباط یک‌طرفه از i به j وجود دارد
A	ارتباط یک‌طرفه از j به i وجود دارد
X	ارتباط دوطرفه بین i و j وجود دارد.
O	هیچ ارتباطی بین i و j وجود ندارد

گام سوم ایجاد ماتریس دستیابی اولی: با تبدیل نمادهای ماتریس SSIM به اعداد صفر و یک بر اساس تعریف زیر، ماتریس دستیابی اولیه به دست می‌آید(Olfat & Shahryarinia, 2014). تبدیل روابط مفهومی به عدد با به‌کارگیری جدول شماره ۷ انجام می‌شود.

جدول شماره (۷): تبدیل روابط مفهومی به اعداد

نماد	i به j	j به i
V	۱	۰
A	۰	۱
X	۱	۱
O	۰	۰

گام چهارم ساختن ماتریس سازگار شده: در این مرحله ماتریس حاصل از مرحله قبل را با استفاده از رابطه ۲۰ سازگار می‌نماییم (Olfat & Shahryarinia, 2014).

رابطه ۲۰) $$i,j = 1 \quad \cap \quad j,k = 1 \rightarrow \ i,k = 1$$

با استفاده از روش دیگر، ماتریس دستیابی اولیه را به توان $\boldsymbol{k+1}$ می رسانیم که در آن باید $\boldsymbol{k \geq 1}$ باشد. در عملیات به توان رساندن ماتریس باید از قواعد بولین استفاده کرد $(1+1=1 \quad \cap \quad 1\times 1=1)$

گام پنجم تعیین سطح متغیرها: در ماتریس سازگار شده، جمع تعداد اعداد ۱ را در سطرها و ستون‌ها را شمارش کرده و مقدار را در ستونی به نام قدرت نفوذ و در سطری به نام میزان وابستگی، درج می‌نماییم. در مرحله بعد نسبت به هر مؤلفه تصمیم‌گیری، مجموعه خروجی (سطرها) و شماره مجموعه ورودی (ستون‌ها) را نوشته و اشتراک مجموعه ورودی و خروجی را به دست می‌آوریم. جمع خروجی و اشتراک را در ستونی به نام فراوانی ثبت نموده و بر اساس میزان فراوانی نسبت به سطح‌بندی مؤلفه‌ها اقدام می‌کنیم.

گام ششم: باتوجه‌به فراوانی مؤلفه‌ها، سطح‌بندی در مرحله قبل و روابط بین مؤلفه‌ها اقدام به‌رسم نمودار می‌کنیم.

گام هفتم تجزیه‌وتحلیل MICMAC: بر اساس اطلاعات گام ۵، ستون قدرت نفوذ میزان تأثیرگذاری مؤلفه‌ها بر روی سایر مؤلفه‌ها را نشان می‌دهد. همچنین میزان وابستگی، مقدار تأثیرپذیری از سایر مؤلفه‌ها را نشان می‌دهد. تجزیه‌وتحلیل MICMAC بر اساس میزان نفوذ و میزان وابستگی مؤلفه‌ها انجام می‌شود. در این راستا چهار نوع متغیر تعریف می‌شود:

متغیر خودمختار **:**این متغیرها وابستگی کمی به سایر متغیرها دارد.

متغیر وابسته: این متغیرها دارای وابستگی قوی و میزان تأثیرپذیری بیشتری از سایر متغیرها را دارد.

متغیر مستقل: این متغیرها وابستگی کم و تأثیرگذاری زیادی بر روی سایر متغیرها دارند.

متغیر رابط: این متغیرها از میزان وابستگی و قدرت نفوذ بیشتری بر روی سایر متغیرها برخوردار هستند.

ط – مطالعه موردی (تجزیه‌وتحلیل داده‌ها): مطالعه موردی در زمستان ۱۴۰۲ در شرکت تولیدی صنعتی امیرنیا، سازنده قطعات جلوبندی و سیستم تعلیق خودرو در شهر تبریز، انجام شده است. پس از مطالعه ادبیات موضوع، ۶۲ معیار در جدول شماره (۱) جمع‌آوری شد. پس از مصاحبه با مدیران ارشد شرکت، ۳۹ معیار اثرگذار بر سودآوری کلی در زنجیره تأمین در شرایط عدم قطعیت مطابق با جدول شماره ۸ شناسایی شدند.

جدول شماره (۸): انتخاب متغیرها توسط کارشناسان و خبرگان

گزینه تصمیم‌گیری	کد متغیر	کد گزینه تصمیم‌گیری	گزینه تصمیم‌گیری	کد متغیر	کد گزینه تصمیم‌گیری
قیمت تمام شده تولید	X4	A1	حداقل‌سازی هزینه‌ها	X40	A21
کیفیت	X5	A2	حداکثرسازی فروش	X41	A22
هزینه مواد اولیه موردنیاز	X13	A3	حداقل‌سازی سرمایه در گردش	X42	A23
هزینه انتقال مواد اولیه از تأمین‌کننده	X14	A4	حداکثرسازی ROI	X43	A24
هزینه تولید	X15	A5	حداکثرسازی درصد برآورد سفارش‌ها	X44	A25
هزینه نگهداری محصول توسط توزیع‌کننده	X16	A6	حداقل‌سازی اخیر در برآورده‌کردن سفارش‌ها	X45	A26
هزینه فروش توسط توزیع‌کننده	X17	A7	حداقل‌سازی LT	X46	A27
هزینه انتقال محصول از تولیدکننده به توزیع‌کننده	X18	A8	حداقل‌سازی دوباره‌کاری وظایف	X47	A28
هزینه فروش توسط خرده‌فروش	X19	A9	حداقل‌سازی زمان پاسخگویی به مشتری	X48	A29
هزینه انتقال حصول از توزیع‌کننده به خرده‌فروش	X20	A10	حداکثرسازی استفاده از ظرفیت	X49	A30
هزینه جمع‌آوری محصول توسط واحد جمع‌آوری	X21	A11	حداقل‌سازی استفاده از منابع	X50	A31
هزینه بازگشت از خرده‌فروش به واحد جمع‌آوری	X22	A12	رضایتمندی ذی‌نفعان	X55	A32
هزینه بازیافت محصول توسط مرکز بازیافت	X23	A13	توجه به شاخص‌های اجتماعی شرکت	X56	A33
هزینه انتقال از مرکز جمع‌آوری به مرکز بازیافت	X24	A14	تنوع محصول و خدمات	X57	A34
هزینه بازتولید محصول توسط مرکز بازتولید	X25	A15	درک مشتری از ارزش محصول	X58	A35
هزینه انتقال از مرکز جمع‌آوری به مرکز بازتولید	X26	A16	برنامه زمان‌بندی اصلی تولید MPS	X59	A36
هزینه امحا محصول توسط مرکز امحا	X27	A17	زمان سیکل توسعه محصول جدید	X60	A37
هزینه انتقال از مرکز جمع‌آوری به مرکز امحا	X28	A18	نوآوری‌های صرفه‌جویی در هزینه‌ها	X61	A38
بهره‌وری عوامل تولید	X34	A19	نرخ بازگشت (مرجوعی)	X62	A39
بهره‌وری نیروی انسانی	X35	A20			

پس از انتخاب ۳۹ معیار، با استفاده از غربالگری فازی اهمیت هر یک از معیارها به دست آمد. در این مرحله ۱۵ تن از متخصصان به پرسش‌نامه غربالگری فازی پاسخ دادند خبرگان از متخصصان باتجربه و مدیران مرتبط با زنجیره تأمین قطعات خودرو انتخاب شده بودند. علاوه بر خبرگان نامبرده از نظر و دیدگاه اعضاء هیئت‌علمی دانشگاه نیز که در ارتباط مستقیم با صنعت هستند، جهت اخذ تصدیق و صحه‌گذاری بر داده‌های گردآوری شده استفاده شده است. معیارهای ارزیابی مطابق جدول شماره ۹ تعریف شده است.

جدول شماره (۹): معیارهای ارزیابی

ردیف	عنوان و شرح معیارها	کد معیار
۱	مرتبط بودن با سودآوری کلی زنجیره تأمین	C1
۲	قابل‌اندازه‌گیری بودن شاخص	C2
۳	سهولت در محاسبه نمودن شاخص	C3
۴	ارتباط شاخص با میزان کارائی زنجیره تأمین	C4
۵	دسترسی به اطلاعات موردنیاز جهت محاسبه شاخص	C5

سپس درجه اهمیت معیارها از نظر فرد خبره با بکار گیری تعاریف جدول شماره ۵ به دست آمد (درجه اهمیت معیار j از نظر فرد خبره k ام) ماتریس به‌دست‌آمده را I_{kj} نامیدیم. این ماتریس مطابق جدول شماره ۱۰ تنظیم گردید.

جدول شماره (۱۰): درجه اهمیت معیارها از دیدگاه خبرگان Ikj

معیارها j / خبرگان k	C1	C2	C3	C4	C5
فرد خبره E1	VH	VH	H	VH	M
فرد خبره E2	VH	VH	M	VH	H
فرد خبره E3	VH	VH	M	H	M
فرد خبره E4	VH	VH	M	H	M
فرد خبره E5	VH	VH	H	H	M
فرد خبره E6	VH	VH	M	H	H
فرد خبره E7	VH	VH	H	H	H
فرد خبره E8	VH	VH	M	VH	H
فرد خبره E9	VH	VH	M	H	M
فرد خبره E10	VH	VH	H	VH	M
فرد خبره E11	VH	VH	H	VH	M
فرد خبره E12	VH	VH	M	VH	H
فرد خبره E13	VH	VH	M	VH	H
فرد خبره E14	VH	VH	H	H	H
فرد خبره E15	VH	VH	H	VH	M

در ادامه منفی ماتریس I_{kj} با استفاده از رابطه شماره ۸، مطابق جدول شماره ۱۱ به دست آمد.

جدول شماره (۱۱): Neg (Ikj)

معیارها j / خبرگان k	C1	C2	C3	C4	C5
فرد خبره E1	VL	VL	L	VL	M
فرد خبره E2	VL	VL	M	VL	L

M	L	M	VL	VL	فرد خبره E3
M	L	M	VL	VL	فرد خبره E4
M	L	L	VL	VL	فرد خبره E5
L	L	M	VL	VL	فرد خبره E6
L	L	L	VL	VL	فرد خبره E7
L	VL	M	VL	VL	فرد خبره E8
M	L	M	VL	VL	فرد خبره E9
M	VL	L	VL	VL	فرد خبره E10
M	VL	L	VL	VL	فرد خبره E11
L	VL	M	VL	VL	فرد خبره E12
L	VL	M	VL	VL	فرد خبره E13
L	L	L	VL	VL	فرد خبره E14
M	VL	L	VL	VL	فرد خبره E15

میزان امکان اقناع معیار jام توسط گزینه (کاندیدای) i ام از نظر فرد خبره k ام تحت ماتریسی به نام ماتریس π_{ikj} مطابق جدول شماره ۱۲ بدست می آید.

جدول شماره (۱۲): ماتریس π_ikj

کاندیداها (متغیرها)	معیارها j / خبرگان k	C1	C2	C3	C4	C5
	فرد خبره E1	VH	VH	H	VH	M
	فرد خبره E2	VH	VH	M	VH	H
	فرد خبره E3	VH	VH	M	H	M
	فرد خبره E4	VH	VH	H	H	M
	فرد خبره E5	VH	VH	H	H	M
	فرد خبره E6	VH	VH	M	H	H
	فرد خبره E7	VH	VH	H	H	H
I=1	فرد خبره E8	VH	VH	M	VH	H
	فرد خبره E9	VH	VH	H	H	M
	فرد خبره E10	VH	VH	H	VH	M
	فرد خبره E11	VH	VH	H	VH	M
	فرد خبره E12	VH	VH	M	VH	H
	فرد خبره E13	VH	VH	M	VH	H
	فرد خبره E14	VH	VH	M	H	H
	فرد خبره E15	VH	VH	H	VH	M

به همین ترتیب برای ۳۹ متغیر دیگر نیز، خبرگان نظر خود را اعلام نمودند. بدین‌وسیله جدول شماره ۱۳ به دست آمد.

جدول شماره (۱۳): نمره واحد افراد خبره به کاندیدای شماره ۱ (ماتریس (Neg(I_kJ∪π_ikj))

کاندیداها (متغیرها)	معیارها j / خبرگان k	C1	C2	C3	C4	C5	Min (U_{ik})
	فرد خبره E1	VH	VH	H	OU	M	M
	فرد خبره E2	VH	VH	M	VH	H	M
I=1	فرد خبره E3	VH	VH	M	H	M	M
	فرد خبره E4	VH	VH	H	H	L	L
	فرد خبره E5	VH	VH	H	H	L	L

کاندیداها (متغیرها)	معیارها j / خبرگان k	C1	C2	C3	C4	C5	Min (U_{ik})
	فرد خبره E6	VH	VH	M	H	H	M
	فرد خبره E7	VH	VH	H	VL	H	VL
	فرد خبره E8	VH	VH	M	VH	VL	VL
	فرد خبره E9	VH	VH	H	H	M	M
	فرد خبره E10	VH	VH	H	VH	M	M
	فرد خبره E11	VH	VH	H	VH	M	M
	فرد خبره E12	VH	VH	M	VH	H	M
	فرد خبره E13	VH	VH	VL	VH	H	VL
	فرد خبره E14	VH	VH	M	H	H	M
	فرد خبره E15	VH	VH	H	VH	M	M

جدول ۱۳ برای تمامی ۳۸ گزینه تکمیل شده است. به علت محدودیت مقاله این مورد فقط برای گزینه ۱ درج گردید. خروجی جدول ۱۳ رابطه ۲۱ است.

رابطه ۲۱) $U_{ik} = \{U_{i1}, U_{i2}, \dots, U_{i15}\} \qquad k = 1,2,..,15 \qquad i = 1,2, \dots ,39$

خروجی جدول ۱۳ به شرح رابطه شماره ۲۲ ذیل می باشد.

رابطه ۲۲) $U_{1k} = \{M, M, M, L, L, M, VL, VL, M, M.M, M, VL, M, M\} \qquad k = 1,2, \dots ,15$

به همین ترتیب مشابه رابطه ۲۲ برای ۳۸ کاندیدای (متغیر) دیگر نیز محاسبات لازم را انجام می‌دهیم. برای ۵ کاندیدا به شرح ذیل محاسبات درج شده است.

رابطه ۲۳)
$$U_{2k} = \{H, M, M, M, M, M, VH, VH, VH.H, H, H, H, L, VH\} \qquad k = 1,2, \dots ,15$$

رابطه ۲۴)
$$U_{3k} = \{VL, M, M, M, M, M, H, H, VL.H, H, H, H, VL, VH\} \qquad k = 1,2, \dots ,15$$

رابطه ۲۵)
$$U_{4k} = \{VL, M, M, M, M, M, VH, VH, VH.H, H, H, H, VH, VH\} \qquad k = 1,2, \dots ,15$$

رابطه ۲۶)
$$U_{5k} = \{VL, M, M, M, M, M, VH, VH, VH.H, H, H, H, VH, VH\} \qquad k = 1,2, \dots ,15$$

حال به محاسبه تابع اجماع نظر می‌پردازیم. مطابق روابط ۱۶ و ۱۷، و باتوجه‌به اینکه تعداد طیف کلامی مورداستفاده عدد ۷ بوده، به‌جای q از عدد ۷ و باتوجه‌به اینکه تعداد ۱۵ نفر خبره به پرسش‌نامه پاسخ داده‌اند به‌جای r، عدد ۱۵ را قرار می‌دهیم. محاسبات تابع اجماع نظر مطابق با جدول شماره ۱۴ تنظیم شده است.

جدول شماره (۱۴): تابع اجماع نظر

k	$b(k) = Int[1 + \frac{2}{5}k\}$	$Q_A(K) = S_{b(k)}$	k	$b(k) = Int[1 + \frac{2}{5}k\}$	$Q_A(K) = S_{b(k)}$

۱	۱	$S_1 \sim N$	۹	۴	$S_4 \sim M$
۲	۱	$S_1 \sim N$	۱۰	۵	$S_5 \sim H$
۳	۲	$S_2 \sim VL$	۱۱	۵	$S_5 \sim H$
۴	۲	$S_2 \sim VL$	۱۲	۵	$S_5 \sim H$
۵	۳	$S_3 \sim L$	۱۳	۶	$S_6 \sim VH$
۶	۳	$S_3 \sim L$	۱۴	۶	$S_6 \sim VH$
۷	۳	$S_3 \sim L$	۱۵	۷	$S_7 \sim OU$
۸	۴	$S_4 \sim M$			

بعد از محاسبات انتخاب تابع اجماع نظر، از عملگر یاگر برای اجماع نظر خبرگان استفاده می‌شود.

رابطه ۲۷) $$U_i = max_j\{Q(j) \cap B_{ij}\} \qquad i = 1,2, \dots, m$$

ارزیابی کلی کاندیدای یک (گزینه یک) به‌صورت زیر خواهد بود:

رابطه ۲۸) $$U_1 = \max\{VL \cap VH, L \cap H, H \cap M, VL \cap VH, L \cap VL, OU \cap VH, VH \cap H, H \cap M, M \cap VL, M \cap L, H \cap VL, L \cap VL, VH \cap H, M \cap L, VH \cap VL\} = VH$$

ارزیابی کلی متغیرها (گزینه‌های تصمیم‌گیری) انجام شده و نتایج در جدول شماره ۱۵ گردآوری شده است.

جدول شماره (۱۵): میزان اهمیت ۳۹ گزینه تصمیم‌گیری (متغیرها)

گزینه تصمیم‌گیری	میزان اهمیت	گزینه تصمیم‌گیری	میزان اهمیت	گزینه تصمیم‌گیری	میزان اهمیت	گزینه تصمیم‌گیری	میزان اهمیت	گزینه تصمیم‌گیری	میزان اهمیت
A1	VH	A9	VH	A17	H	A25	M	A33	H
A2	VH	A10	VH	A18	M	A26	H	A34	M
A3	H	A11	H	A19	H	A27	H	A35	VH
A4	H	A12	M	A20	VH	A28	L	A36	H
A5	H	A13	VH	A21	VH	A29	H	A37	M
A6	M	A14	H	A22	H	A30	VH	A38	H
A7	H	A15	VH	A23	M	A31	H	A39	L
A8	H	A16	M	A24	VH	A32	M		

باتوجه‌به اطلاعات جدول ۱۵، مؤلفه‌هایی که دارای اهمیت متوسط و متوسط به پائین هستند، حذف و گزینه‌هایی که دارای اهمیت نسبتاً مهم، مهم و خیلی مهم هستند به‌عنوان ۲۷ عامل خروجی در غربالگری فازی مطابق جدول شماره ۱۶ انتخاب می‌شوند.

جدول شماره (۱۶): متغیرهای نهایی تصمیم‌گیری

ردیف	متغیرها	ردیف	متغیرها
۱	سودآوری کلی زنجیره تأمین	۱۵	هزینه فروش واحد محصول توسط خرده‌فروش
۲	سودآوری توسط تأمین‌کننده مواد اولیه	۱۶	هزینه انتقال محصول از توزیع‌کننده به خرده‌فروش
۳	سودآوری تولیدکننده	۱۷	هزینه نگهداری واحد محصول توسط توزیع‌کننده
۴	سودآوری توزیع‌کننده	۱۸	هزینه فروش واحد محصول توسط توزیع‌کننده
۵	سودآوری خرده‌فروش	۱۹	هزینه انتقال محصول از تولید به توزیع
۶	سودآوری جمع‌آوری‌کننده	۲۰	هزینه بازگشت محصول از خرده‌فروش به واحد جمع‌آوری‌کننده
۷	سودآوری بازیافت‌کننده	۲۱	هزینه بازیافت واحد محصول توسط مرکز بازیافت
۸	سودآوری بازتولیدکننده	۲۲	هزینه انتقال محصول از مرکز جمع‌آوری به مرکز بازیافت
۹	بهای تمام شده تولید	۲۳	هزینه بازتولید واحد محصول توسط مرکز بازتولید
۱۰	بهای تمام شده توزیع‌کننده	۲۴	هزینه انتقال محصول از مرکز جمع‌آوری به مرکز بازتولید
۱۱	بهای تمام شده خرده‌فروش	۲۵	هزینه انتقال مواد اولیه
۱۲	بهای تمام شده جمع‌آوری‌کننده	۲۶	هزینه تولید واحد محصول
۱۳	بهای تمام شده بازتولیدکننده	۲۷	هزینه خرید مواد اولیه جهت تولید

ردیف	متغیرها	ردیف	متغیرها
۱۴	بهای تمام شده بازیافت‌کننده		

ی) مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM): اولین گام از گام‌های هفت‌گانه مدل‌سازی ساختاری تفسیری، شناسایی متغیرها است. این متغیرها همان خروجی غربالگری فازی مطابق با جدول شماره ۱۶ در بیست و هفت متغیر خلاصه شده است.

ک)ماتریس خودتعاملی ساختاری (SSIM): ماتریس SSIM با استفاده از نظر خبرگان تهیه می‌گردد. نظرات ۱۵ نفر از خبرگان و با استفاده از روابط جداول شماره ۶، ماتریس SSIM به شرح جدول شماره ۱۷ تهیه شد.

ل) ماتریس دستیابی اولیه سازگار شده: با جایگزین کردن نمادهای استفاده شده در ماتریس SSIM به اعداد صفر و یک مطابق جدول شماره ۷ ، ماتریس دستیابی اولیه بدست می آید. به علت محدودیت صفحات مقاله این جدول درج نشده است.

م) ماتریس دستیابی نهایی: پس از آنکه ماتریس دستیابی اولیه به دست آمد، باید سازگاری درونی آن برقرار شود. یعنی اگر (a,b) با هم در ارتباط باشند و (b,c) نیز با هم ارتباط داشته باشند، آنگاه (a,c) نیز باید با هم در ارتباط باشند. به علت محدودیت صفحات مقاله این جدول درج نشده است.

جهت محاسبه ماتریس دستیابی نهایی و تعیین سطوح متغیرها، ابتدا با استفاده از ماتریس عملیات تعدی یا سازگار شده میزان قدرت نفوذ و میزان وابستگی متغیرها را مشخص می‌نماییم. این جدول نیز به علت محدودیت صفحات مقاله درج نشده است.

جدول شماره (۱۷): ماتریس خودتعاملی ساختاری SSIM

۱	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A	A	A	A	A	A	A	X		
۲	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X		
۳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	X			
۴	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A	0	0	0	0	X	X				
۵	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A	0	0	X	0	0	X					
۶	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A	0	0	0	0	X	X						
۷	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A	0	0	0	0	0	X	X							
۸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A	0	0	0	0	X									
۹	A	A	A	0	0	0	0	0	V	V	V	0	0	0	0	0	0	0	X										
۱۰	0	0	0	V	V	V	V	V	0	0	A	V	V	0	0	0	0	X											
۱۱	0	0	0	V	V	V	V	V	0	0	0	A	A	0	0	0	X												
۱۲	0	0	0	0	0	0	0	A	0	0	0	X	0	X	0	X													
۱۳	0	0	0	A	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X													
۱۴	0	0	0	0	0	A	A	0	0	0	0	0	0	0	X														
۱۵	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X															
۱۶	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X																
۱۷	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X	X																		
۱۸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X																			
۱۹	0	0	0	0	0	0	0	0	X																				
۲۰	0	0	0	0	0	X	0	X																					
۲۱	0	0	0	X	0	X	X																						
۲۲	0	0	0	0	0	X																							
۲۳	0	0	0	X	X																								
۲۴	0	0	0	X																									

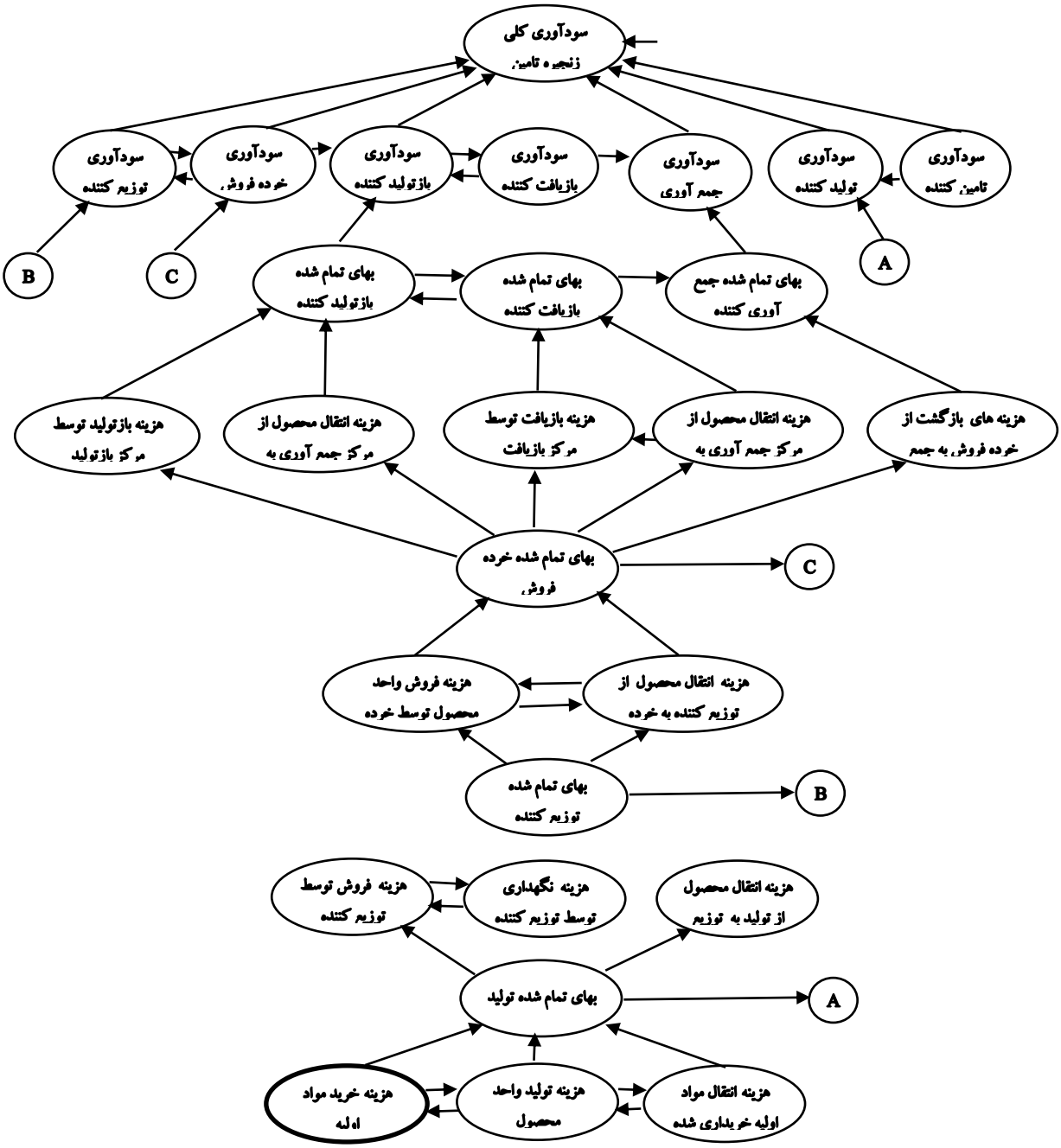
۲۵	0 X X
۲۶	X X
۲۷	X

سطح‌بندی: مجموعه‌های خروجی و ورودی و فصل مشترک این دو را به دست آورده و حاصل‌جمع تعداد اعضای مجموعه خروجی و تعداد اعضای مجموعه مشترک، فراوانی آن مؤلفه را نشان می‌دهد. سطوح ده‌گانه به شرح جدول شماره ۱۸ تعیین گردید.

جدول شماره (۱۸):تعیین سطوح متغیرها

سطح ۱	مؤلفه-۱						
سطح ۲	مؤلفه-۲	مؤلفه-۳	مؤلفه-۴	مؤلفه-۵	مؤلفه-۶	مؤلفه-۷	مؤلفه-۸
سطح ۳	مؤلفه-۱۲	مؤلفه-۱۳	مؤلفه-۱۴				
سطح ۴	مؤلفه-۲۰	مؤلفه-۲۱	مؤلفه-۲۲	مؤلفه-۲۳	مؤلفه-۲۴		
سطح ۵	مؤلفه-۱۱						
سطح ۶	مؤلفه-۱۵	مؤلفه-۱۶					
سطح ۷	مؤلفه-۱۰						
سطح ۸	مؤلفه-۱۷	مؤلفه-۱۸	مؤلفه-۱۹				
سطح ۹	مؤلفه-۹						
سطح ۱۰	مؤلفه-۲۵	مؤلفه-۲۶	مؤلفه-۲۷				

پس از تعیین روابط و سطوح متغیرها، مطابق جدول ۱۸، نمودار مدل تحقیق رسم گردید. مطابق نتایج جدول ۶، این مدل دارای ده سطح به شرح شکل شماره ۳ است. در این شکل می‌توان سطوح شاخص‌ها و ارتباط بین آنها را مشاهده نمود.



شکل (۳): مدل ساختاری تفسیری سودآوری کلی زنجیره تأمین در شرایط عدم قطعیت

ن) گام نهایی، تست و تأیید نتایج و تحلیل MICMAC: در این تحلیل متغیرها به چهار دسته کلی تقسیم می‌شوند. دسته اول شامل" متغیرهای مستقل یا خودمختار "دسته دوم شامل" متغیرهای وابسته "دسته سوم" متغیرهای مستقل "دسته چهارم شامل "متغیرهای پیوندی" است که از نیروی نفوذ قوی و همچنین نیروی وابستگی قدرتمندی برخوردارند.

جدول شماره (۱۹): میزان وابستگی و میزان نفوذ متغیرها

مؤلفه	میزان وابستگی	میزان نفوذ	ناحیه	خوشه	مؤلفه	میزان وابستگی	میزان نفوذ	ناحیه	خوشه
مؤلفه-۱	۲۷	۱	۲	A	مؤلفه-۱۵	۱۰	۱۹	۳	E
مؤلفه-۲	۲۶	۸	۲	B	مؤلفه-۱۶	۱۰	۱۹	۳	E
مؤلفه-۳	۲۶	۸	۲	B	مؤلفه-۱۷	۷	۲۳	۳	E
مؤلفه-۴	۲۶	۸	۲	B	مؤلفه-۱۸	۷	۲۳	۳	E

مؤلفه-۵	۲۶	۸	۲	B	مؤلفه-۱۹	۷	۲۳	۳	E
مؤلفه-۶	۲۶	۸	۲	B	مؤلفه-۲۰	۱۶	۱۶	۴	F
مؤلفه-۷	۲۶	۸	۲	B	مؤلفه-۲۱	۱۶	۱۶	۴	F
مؤلفه-۸	۲۶	۸	۲	B	مؤلفه-۲۲	۱۶	۱۶	۴	F
مؤلفه-۹	۵	۲۴	۳	C	مؤلفه-۲۳	۱۶	۱۶	۴	F
مؤلفه-۱۰	۸	۲۱	۳	C	مؤلفه-۲۴	۱۶	۱۶	۴	F
مؤلفه-۱۱	۱۱	۱۷	۳	C	مؤلفه-۲۵	۳	۲۷	۳	G
مؤلفه-۱۲	۱۹	۱۱	۴	D	مؤلفه-۲۶	۳	۲۷	۳	G
مؤلفه-۱۳	۱۹	۱۱	۴	D	مؤلفه-۲۷	۳	۲۷	۳	G
مؤلفه-۱۴	۱۹	۱۱	۴	D					

با استفاده از داده‌های جدول ۱۹ نمودار تحلیل MICMAC برای تعیین نوع متغیرها را می‌توان رسم نمود. این نمودار به علت محدودیت صفحات نشریه درج نشده است.

۳- نتایج و بحث

در فرایند انجام این پژوهش، ۳۹ عامل از بین ۶۲ متغیر تأثیرگذار بر سودآوری زنجیره تأمین، توسط خبرگان انتخاب و با استفاده از غربالگری فازی اهمیت ۲۷ متغیر تأثیرگذار مشخص و متغیرهای نهایی وارد مدل شدند. پرسش‌نامه تحقیق، توسط ۱۵ نفر از خبرگان صنعت خودرو تکمیل و مدل ساختاری – تفسیری (ISM) سودآوری کلی زنجیره تأمین در شرایط عدم قطعیت، با ۲۷ متغیر طراحی گردید. به‌منظور سطح‌بندی مؤلفه‌ها، مدلی با ۱۰ سطح و با ۲۷ شاخص ارائه گردید. مطابق شکل ۳، نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که شاخص‌های هزینه انتقال مواد اولیه خریداری شده، هزینه تولید واحد محصول و هزینه خرید مواد اولیه در پائین‌ترین قسمت مدل ساختاری تفسیری (سطح ۱۰) قرار دارند که نشان‌دهنده تأثیرگذاری زیاد بر شاخص‌های دیگر است که باید موردتوجه بیشتری قرار گیرد. شاخص‌های هزینه انتقال مواد اولیه خریداری شده، هزینه تولید واحد محصول و هزینه خرید مواد اولیه نافذترین و شاخص‌های سودآوری تأمین‌کننده، سودآوری تولیدکننده، سودآوری جمع‌آوری‌کننده، سودآوری بازیافت‌کننده، سودآوری بازتولیدکننده، سودآوری خرده‌فروش، سودآوری توزیع‌کننده در زنجیره تأمین وابسته‌ترین عناصر در زنجیره تأمین قطعات صنعت خودرو در زمینه سیستم تعلیق هستند. نتایج تحلیل میگ مگ نیز موارد ذکر شده را تأیید می‌کند.

جهت تحلیل مدل از روش MICMAC استفاده شد. نتایج حاصل از میگ مگ نشان می‌دهد که در میان متغیرها، وابسته‌ترین شاخص‌ها به ترتیب سودآوری تأمین‌کننده، سودآوری تولیدکننده، سودآوری جمع‌آوری‌کننده، سودآوری بازیافت‌کننده، سودآوری بازتولیدکننده، سودآوری خرده‌فروش و سودآوری توزیع‌کننده در عوامل زنجیره تأمین بوده که دارای قدرت نفوذ کم و درجه وابستگی زیاد نسبت به شاخص‌های دیگر هستند. همچنین شاخص‌های هزینه انتقال مواد اولیه خریداری شده، هزینه تولید واحد محصول، هزینه خرید مواد اولیه جزو عوامل باقدرت نفوذ زیاد و مستقل از شاخص‌های دیگر عمل می‌نمایند. شاخص‌های بهای تمام شده، هزینه نگهداری توسط توزیع‌کننده، بهای تمام شده توزیع‌کننده، هزینه فروش واحد محصول توسط خرده‌فروش نیز دارای قدرت نفوذ زیاد و وابستگی کمتری نسبت به سایر متغیرها هستند. شاخص‌های هزینه انتقال محصول از مراکز جمع‌آوری به مراکز بازیافت، هزینه بازتولید توسط مرکز بازتولید و هزینه انتقال محصول از مرکز جمع‌آوری به مرکز بازتولید دارای قدرت نفوذ و قدرت وابستگی متوسطی دارا بوده و جزو شاخص‌های ارتباطی محسوب می‌شوند.

پیشنهادها: در پژوهش‌های آتی به‌کارگیری مدل ISM این تحقیق با ترکیبی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مانند دیمیتل فازی و یا ANP فازی پیشنهاد می‌گردد. همچنین باتوجه‌به اینکه این تحقیق به ارائه مدل بر اساس مدل‌سازی ساختاری – تفسیری اقدام نموده است، لذا پیشنهاد برای مطالعات آتی، انجام تحقیق به‌صورت مدل‌سازی ریاضی بوده و به بهینه‌سازی و حداکثرسازی سود با استفاده از مدل‌های بهینه‌سازی الگوریتم ژنتیک و NSGA II، فراابتکاری و یا استفاده از تئوری بازی‌ها و از نوع همکارانه است. همچنین باتوجه‌به محدودیت مکانی و زمانی پیشنهاد می‌گردد که این تحقیق در زنجیره‌های مهم دیگری مانند صنایع غذایی، نفت، گاز پتروشیمی، صنایع ساختمانی و لوازم‌خانگی نیز مورد اعتباریابی مجدد قرار گیرد.

٤- منابع

Abeysekara, N., Wang, H. and Kuruppuarachchi, D. (2019). Effect of supply-chain resilience on firm performance and competitive advantage: A study of the Sri Lankan apparel industry. *Business Process Management Journal*, *25*(7), 1673–1695.

Ainevand, Servanaz and Gholamian, Mohammadreza. (2020). A location-inventory model of blood products (platelets) in the blood supply chain based on the EOQ ordering system. *Industrial Management*, *12*(4), 609-633. (in persian)

Alem Tabriz, Akbar. (2013). *New approaches in production management.Tehran,Commercial Center publications*, 1st edition. (in persian)

Azar, Adel, Faraji, Hojjat. (2003). *Science of Fuzzy Management.* Tehran, Mehraban Publishing House. (in persian)

Azizian, M., Sepehri,M.& Rastegar,M. (2022). A Convex Dynamic Approach for Globally Optimal Profit in Supply Chains. *Mathematics* ,*10*(3), 498.

Azizi, A., & Mohajeri, M. (2022). Auto parts supply chain risk assessment and rating models using fuzzy cognitive map and Interpretive Structural Modeling. *Industrial Management Studies*, *20*(67), 121-158. (in persian)

Berezinets,I., Meshkova,M. & Nikol,N. (2022), The Problem of Supply Chain Pro Maximization Using Sales Rebate Contra T, *Contributions to Game Theory*, *12*, 70-99.

Cui, L., Jin, Z., Li, Y. & Wang, Y. (2022). Effects of control mechanisms on supply chain resilience and sustainability performance. *Australian Journal of Management*,*48*(2), 031289622110665.

Dmitry Ivanov. (2018). Disruption tails and revival policies: A simulation analysis of supply chain design and production-ordering systems in the recovery and post-disruption periods. *Computers & Industrial Engineering*, Retrieved October 2018, from https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.10.043

Ekhtiari, M., Zandieh, M., Alem Tabriz, A. & Rabieh, M. (2019). Proposing a Bi-level Programming Model for Multi-echelon Supply Chain with an Emphasis on Reliability in Uncertainty. *Industrial Management Journal*, *11*(2), 177-206. doi: 10.22059/imj.2018.255562.1007414. (in persian)

Esmailzadeh, M., Ramadanian, M,. (2014). Identifying and prioritizing criteria to evaluate service supply chain performance. *Industrial Management*, 7(1), 151-174. (in persian)

Faizabadi, J., Akbari, M. & Karimi Dastjard, D. (2008). Development and explanation of a configuration for classifying supply chains using a resource-based approach in the automotive industry. *Industrial Management*, *1* (2), 121-138. (in persian)

Faleh Lajimi, H, Jafari Seroni, Z. & Hosseini Dolatabad, A. (2019). Mathematical model design for optimization of integrated supply chain network at strategic and tactical levels. *Industrial Management*, *91*(4), 555-545. (in persian)

Fazli-Khalaf, M., Mirzazadeh, A., Pishvaee, M.S. (2017). A robust fuzzy stochastic programming model for the design of a reliable green closed-loop supply chain network. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, *23*(8), 2119–2149.

Federico, G., Alex, D. & Magdalena, M. (2020). Can Greater Levels of Cooperation Help to Improve Productivity and Resilience in UK Agriculture Post Brexit Drawing Comparisons with the New Zealand Dairy Industry Experience?. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, *10*, 535–555.

Frank, M., Janatan, H. & Shiler, T. (2018). Cost efficiency in Organization. *Journal of Productivity Analysis*, 21(2),153-172.

Fu, R., Qiang, Q. & Huang, Z. (2021). Closed-loop supply chain network with interaction of forward and reverse logistics. *Sustainable Production and Consumption, 27*,737–752.

Gan Wan, Jun Zhang . (2021). Optimizing Channel Profit in a Retail Dual-channel Supply Chain When Considering Delivery Lead Time. *Journal of Physics Conference Series,*1910(01), doi: 10.1088/1742-6596/1910/1/012022

Golpîra, H. (2017). Robust bi-level optimization for an opportunistic supply chain network design problem in an uncertain and risky environment. *Operations Research and Decisions*, *27*, 21-41.

Gorji M.,A., Jamali, M.& Iranpoor, M. (2021). A game-theoretic approach for decision analysis in end-of-life vehicle reverse supply chain regarding government subsidy. *Waste Manage*, 120,734–74.

Govindan,K.,Fattahi,M. (2017).Supply chain network: A comprehensive review and future research directions. *European Journal of Operational Research, 263,* 108–141.

Habibi-Kouchaksaraei, M., Paydar, M. & Asadi-Gangraj, E. (2018). Designing a bi-objective multi-echelon robust blood supply chain in a disaster. *Applied Mathematical Modelling*, 55, 583-599.

Hosseini,M., Ivanov, D. (2021). A Multi-Layer Bayesian Network Method for Supply Chain Disruption Modelling in the Wake of the COVID-19 Pandemic. *International-Journal-of-Production-Research*,60(2), 1-19, doi:10.1080/00207543.2021.1953180.

Ivanov, D, Hosaini. (2017). Simulation-based ripple effect modelling in the supply chain. *International Journal of Production Research, 55*(7), 2083–2101. https://doi.org/10.1080/00207 543.2016.12758 73

Kangogo, D., Dentoni, D. & Bijman, J. (2020). Determinants of farm resilience to climate change: The role of farmer entrepreneurship and value chain collaborations. *Sustainability*, 12(3), 868, https://doi.org/10.3390/su12030868

Katsaliaki,K., Galetsi,P., Kumar.S. (2021), Supply chain disruptions and resilience: a major review and future research agenda. *Annals of Operations Research*,319, 965-1002. https://doi.org/10.1007/s10479-020-03912-1

Kwak, D.W., Seo, Y.J. & Mason, R., (2018). Investigating the relationship between supply chain innovation, risk management capabilities and competitive advantage in global supply chains. *International Journal of Operations and Production Management*, *38*, 2–21.

Momeni, M., & Zereshki, N. (2021). Modeling of Closed-Loop Supply Chains by Utilizing Scenario-Based Approaches in Facing Uncertainty in Quality and Quantity of Returns. *Industrial Management Journal*, 13(1), 105-130. doi: 10.22059/imj.2020.283663.1007616. (in persian)

Moros, A., Mendoza, H. & Amaya, R. (2021). A Maximal Profit Supply Chain Design: A Biopesticide Production-Distribution Case Study.*Ingenieria*, *26*(2),123-142.

Nakano, M., & Lau, A. K. (2020). A systematic review on supply chain risk management: using the strategy- structure-process-performance framework. *International Journal of Logistics Research and Applications*, *23*(5), 443–473.

Nasirian, M. (2019). Identification, leveling and ranking of factors affecting the green supply chain with the integrated approach of ISM and fuzzy multi-criteria decision making. *Quarterly magazine of new research approaches in management and accounting*, *94*, 156-189. (in persian)

Olfat, L., Shahryarinia, A. (2014). Interpretive Structural Modeling of Effective Factors of Partner election in Agile Supply Chain. *Journal of Production and Operations Management, 5*(2), 128-109. (In Persian)

Olivares Vera,D., Olivares-Benitez,E.& Rivera,E. (2018). Combined Use of Mathematical Optimization and Design of Experiments for the Maximization of Profit in a Four-Echelon Supply Chain. *Hindawi Complexity Volume*. Retrieved 19 April, 2018, from https://doi.org/10.1155/2018/8731027

Rashid, A., Hishamuddin, H. & Saibani, N. (2022). A Review of Supply Chain Uncertainty: Management in the End-of-Life Vehicle Industry.*Sustainability*,*14*, 12573. https://doi.org/10.3390/su141912573

Sadeghi Moghadam, M., Momeni, M. & Nalchigar, S. (2008). Planning integrated supply, production and supply chain distribution using genetic algorithm. *Industrial Management*, 1(2), 71-88. (in persian)

Salisu, I., Hashim, N., Ismail, R & Galadanchi, A. (2019). Does the tripartite social capital predict resilience of supply chain managers through commitment? *Uncertain Supply Chain Management*, *7*(3), 399-416.

Sathish, T. (2019). Profit Maximization in Reverse Logistic based on Disassembly Scheduling using Hybrid Bee Colony Bat Optimization. *Transactions of the Canadian Society for Mechanical Engineering*, 43(4), 551–559.

Shekarian, M., Mellat Parast,M. (2020). An Integrative approach to supply chain disruption risk and resilience management: a literature review, *International Journal of Logistics Research and Applications*, *24*(2).1-29,doi: 10.1080/13675567.2020.1763935.

Songsong Liua, Lazaors G. Papageorgiou (2018), Fair Profit Distribution in Multi-echelon Supply Chains via Transfer Prices. *Omega:The International Journal of Management Science*,*80*, 77-94.doi: 10.1016/j.omega.2017.08.010

Sultan, B., Gaetani, M., (2016). Agriculture in West Africa in the twenty-first century: climate change and impacts scenarios, and potential for adaptation. *Frontiers in Plant Science*, *7*, 1262, https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01262.

Wang, G., Guo, Q. & Jiang, Q. (2022). A Study on the Relationship between Corporate Social Responsibility and Supply Chain Profit Distribution in the Context of Common Prosperity. *Sustainability 2022*, *14*(19), 12410, https://doi.org/ 10.3390/su141912410

Wu C., Barnes D., (2020). A literature review of decision-making models and approaches for partner selection in agile supply chains. *Journal of Purchasing & Supply Management, 17*,256–274.

Yavari, M. Zaker, H. (2019). An integrated two-layer network model for designing a resilient green-closed loop supply chain of perishable products under disruption. *Journal of Cleaner Production*, *230*, 198–218.

Improving the Profitability Model of the Supply Chain Under Uncertainty Using the Interpretive Structural Modeling (ISM) Approach

Feraidoun Lotfollahi
Ph.D. Candidate in management, Department of management, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
Yagoub Alavimatin (Corresponding Author)
Associate Prof., Department of management, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
Email: alavimatin@iaut.ac.ir
Sahar Khoshfetrat
Assistant Prof., Department of Mathematics, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
Mohammad Pasebani
Assistant Prof., Department of management, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
Alireza Bafandeh zendeh
Associate Prof., Department of management, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

Abstract
Supply chain management has become a critical component of organizational success in today's global and competitive business environment. Profitability is one of the primary concerns for organizations, as achieving higher profit margins or greater efficiency enables them to increase capital, hire more employees, innovate, and improve processes. In other words, enhanced profitability allows organizations to expand their value creation capabilities . The purpose of this research is to identify the factors affecting supply chain profitability in order to design a comprehensive profitability model for the supply chain. The research was conducted in three stage. The first phase involved criteria identification, where a review of the literature was conducted to identify relevant research variables. In the second phase, fuzzy screening of the variables was performed. This involved conducting interviews with experts to select the most important and influential variables through fuzzy screening techniques. In the third phase, an interpretive structural model (ISM) was developed. Experts completed a questionnaire related to the ISM, which was then analyzed and validated using the MICMAC technique. As a result, an explanatory structural model of overall supply chain profitability was designed under conditions of uncertainty. The model clarifies the types and relationships of the variables involved and determines the role of each variable within the overall framework.

Keywords: Overall Supply Chain Profitability, Uncertainty, Structural-Interpretive Modeling (ISM), Fuzzy Screening.