Journal of Supply Chain Management
Vol. 26, No. 2, Summer 2024, Serial No. 83
ISSN: 2008-9198 , E-ISSN: 2717-1647

Designing a Structural Model for Key Factors of Supply Chain Flexibility in the Automotive Spare Parts Industry

Hoda Moradi , Hamid Babaei Meybodi*

*Associate Professor, Department of Management, Meibod University, Meibod, Iran

(Received: 06/12/2023, Revised: 12/02/2024, Accepted: 20/08/2024, Published: 05/09/2024)
DOR: 20.1001.1.20089198.1403.26.83.5.4

ABSTRACT

In response to the ever-evolving business environment, industries have adopted flexible systems throughout their supply chains as a critical strategy for survival and growth. This study aims to identify the key factors of supply chain flexibility, review the interpretive structural modeling (ISM) method, and propose a new leveling rule. The proposed rule considers not only the influence and dependence of elements but also the weight of factors, enhancing the accuracy of results and allowing for more precise interpretations. Through a literature review and content analysis, twelve supply chain flexibility factors were identified. The Delphi method, conducted over three rounds, was used to localize these factors in the automotive spare parts manufacturing industry. Data were collected via a questionnaire, with the statistical population consisting of specialists, managers, and experts in the studied system. The ISM method was employed to design the structural model, where key factors were initially leveled using the existing rule, followed by the proposed rule. Ultimately, the key factors were categorized into four groups using the dependence-influence diagram. The results revealed that demand management and product flexibility were the most influential factors in the automotive spare parts supply chain. It is recommended that industry managers focus on these factors. Additionally, while both leveling rules produced identical results, the proposed rule frees decision-makers from many of the time-consuming, error-prone tasks involved in structuring complex systems.

Keywords: Flexibility, Supply Chain, Leveling, Interpretive Structural Modeling

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

Publisher: Imam Hussein University © Authors

* Corresponding Author Email: babaei@meybod.ac.ir

نشریه «مدیریت زنجیره تامین»
سال بیست و ششم، شماره ۸۳، تابستان ۱۴۰۳؛ ص ۷۸-۶۵
شاپای چاپی: ۲۰۰۸-۹۱۹۸| شاپای الکترونیکی: ۲۷۱۷-۱۶۴۷
دانشگاه جامع امام حسین (ع) ۱۳۶۵
علمی – ترویجی

طراحی مدل ساختاری عوامل کلیدی زنجیره‌تامین انعطاف‌پذیر در صنعت قطعات یدکی خودرو

هدی مرادی[۱]، حمید بابایی میبدی*[۲]

۱- استادیار گروه مدیریت، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران ۲- دانشیار گروه مدیریت، دانشگاه میبد، میبد، ایران

DOR: 20.1001.1.20089198.1403.26.83.5.4

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۳۰
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۱/۲۳ تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۶/۱۵

چکیده

در پاسخ به تغییرات روزافزون محیط‌های کسب و کار، صنایع به‌منظور بقا و رشد، توسعه سامانه‌های انعطاف‌پذیر در سراسر زنجیره‌تامین خود را به‌عنوان یکی از راهبردهای حیاتی پذیرفته‌اند. این پژوهش با هدف شناسایی عوامل کلیدی انعطاف‌پذیری در زنجیره‌تامین، بازنگری روش مدلسازی ساختاری تفسیری و ارائه یک قاعده جدید سطح‌بندی ارائه شده است. قاعده پیشنهادی علاوه بر در نظرگیری تاثیرگذاری و تاثیرپذیری عناصر، وزن عوامل را نیز در سطح‌بندی لحاظ می‌کند، که این امر دقت خروجی و امکان تفسیر دقیق‌تر را افزایش می‌دهد. در این پژوهش با مطالعه ادبیات موضوعی و رویکرد تحلیل محتوای متنی، تعداد دوازده عامل انعطاف‌پذیری زنجیره‌تامین شناسایی شد، که برای بومی‌سازی آن در حوزه صنعت ساخت قطعات یدکی خودرو از روش دلفی در سه دور استفاده شد. داده‌ها با استفاده از پرسشنامه جمع‌آوری گردید که جامعه آماری آن را متخصصان، مدیران و کارشناسان فعال در مرکز تحت بررسی تشکیل دادند. به منظور طراحی مدل ساختاری از روش مدلسازی ساختاری تفسیری بهره گرفته شد، که در آن عوامل کلیدی ابتدا توسط قاعده سطح‌بندی تکرار و سپس توسط قاعده پیشنهادی، سطح‌بندی گردید. در نهایت با استفاده از نمودار وابستگی-نفوذ، عوامل کلیدی در چهار دسته طبقه بندی شدند. نتایج نشان داد که مدیریت تقاضا و انعطاف‌پذیری در محصول تولیدی به عنوان تاثیرگذارترین عامل در حوزه انعطاف‌پذیری زنجیره‌تامین قطعات یدکی خودرو شناخته شدند. بنابراین، به مدیران صنعت مربوطه پیشنهاد می‌گردد که به این دسته از عوامل توجه بیشتری داشته باشند. همچنین اجرای دو قاعده سطح‌بندی حاکی از آن است که خروجی هر دو قاعده سطح‌بندی یکسان است، با این تفاوت که قاعده پیشنهادی تصمیم‌گیرنده را از بسیاری از وظایف ناخوشایند، وقت گیر و مستعد خطا مرتبط با سیستم‌های پیچیده ساختاردهی رها می‌کند.

واژه‌های کلیدی: انعطاف‌پذیری، زنجیره‌تامین، سطح‌بندی، مدل‌سازی ساختاری تفسیری

۱- مقدمه

ماهیت پویای محیط کسب و کار جهانی، سازمان‌ها را ملزم می‌کند که به طور مستمر راهبردهای خود را برای حفظ رقابت‌پذیری، تکامل و تطبیق دهند [۱]. مدیریت زنجیره‌تامین نقشی محوری در این فرایند انطباق ایفا می‌کند و به عنوان مجرایی برای خلق ارزش، بهینه‌سازی هزینه و رضایت مشتری عمل می‌کند[۲]. در قلمرو مدیریت زنجیره‌تامین، مفهوم انعطاف‌پذیری به عنوان یک ضرورت راهبردی برای سازمان‌هایی که به دنبال افزایش پاسخگویی و انعطاف‌پذیری در مواجهه با عدم قطعیت‌های بازار هستند، توجه زیادی را به خود جلب کرده است [۳]. به طوری که کسب و کارها با مجهز کردن زنجیره‌تامین خود به انعطاف‌پذیری قادر به انطباق و پاسخگویی موثر و کارامد در محیط‌های پویا هستند[۴].

از نظر مفهومی انعطاف‌پذیری زنجیره‌تامین را می‌توان به عنوان توانایی شرکت برای جذب و واکنش به تغییرات در محیط کسب و کار با تنظیم مجدد فرایندها، ساختارها و راهبردهای زنجیره‌تامین خود، بدون به خطر انداختن عملکرد و نتایج تجاری تعریف کرد [۵]. بنابراین، انعطاف‌پذیری در زنجیره‌تامین، سازمان‌ها را قادر می‌سازد تا عملیات را ساده‌سازی کنند، ریسک‌ها را کاهش دهند و از فرصت‌های نوظهور در یک چشم‌انداز تجاری که به سرعت در حال تغییر هستند، بهره‌گیری کنند. ضمن آنکه با تقویت چابکی و سازگاری در فرایندهای زنجیره‌تامین، سازمان‌ها می‌توانند به طور فعال به اختلالات رسیدگی کنند، تخصیص منابع را بهینه کنند و رضایت مشتری را افزایش دهند.

بطورکلی انعطاف‌پذیری در زنجیره‌تامین جنبه‌های چند بعدی متشکل از ابعاد مختلف را در نظر می‌گیرد، که به عنوان "ابعاد انعطاف‌پذیر" شناخته می‌شود [۶]. انعطاف‌پذیری در ابعاد نشان دهنده ویژگی‌های سامانه ای است که انعطاف‌پذیری را در سراسر

*رایانامه نویسنده مسئول: babaei@meybod.ac.ir

* این مقاله یک مقاله با دسترسی آزاد است که تحت شرایط و ضوابط مجوز Creative Commons Attribution (CC BY) توزیع شده است.
© نویسندگان
ناشر: دانشگاه جامع امام حسین (ع)

حوزه‌های عملکردی (تدارکات، بازاریابی، تبلیغات، طراحی و توسعه محصول، عملیات و مدیریت مالی و...) ممکن می‌سازد[۷] . بنابراین، با در نظر گرفتن حوزه‌های عملکردی انعطاف‌پذیری، شناسایی عوامل انعطاف‌پذیر در فرایند زنجیره‌تامین در سازمان‌ها می‌تواند به عنوان یک ضرورت در نظر گرفته شود. از آنجا که این عوامل در دنیای واقعی به صورت مستقیم و غیرمستقیم با یکدیگر در ارتباط هستند، نیاز به رویکردی که بتواند روابط درونی متغیرها، میزان تاثیرگذاری و تاثیرپذیری آنها را بسنجد، احساس می‌گردد. یکی از رایج‌ترین رویکردها برای این مهم، روش مدلسازی ساختاری تفسیری (ISM) است، که برای اولین بار در سال ۱۹۷۴ توسط وارفیلد به منظور ساختاردهی مسائل ارائه شد [۱۰]–[۸]. با کمک این رویکرد ساختار یک مساله، به دقت طراحی و روابط متقابل بین متغیرها با استفاده از گراف و کلمات به تصویر کشیده می‌شود [۱۱]. این روش، برای ساختاربندی و سطح‌بندی معیارها و عوامل از قاعده‌ی تکرار و یا قاعده‌ی فراوانی استفاده می‌کند. تا به امروز مطالعات انجام شده درحوزه ISM، عمدتا بر روی روش‌های رایانه‌ای [۱۳] ,[۱۲] و دستی[۱۷]–[۱۴] برای تشکیل ماتریس‌های دودویی که روابط عناصر یک سامانه را نشان می‌دهند، متمرکز بوده‌اند. با وجود کلیه فواید و ضروریت بازنگری و توسعه قواعد سطح‌بندی در این روش، تلاش‌های اندکی در این رابطه صورت گرفته است. این در حالی است که افزایش پیچیدگی موضوعات و سامانه‌ها به علت وجود شمار زیادی از عناصر و تعاملات متقابل، ارائه و توسعه روش‌ها و الگوریتم‌هایی که به شناسایی ساختار درونی سامانه‌ها کمک کند، به یک امر ضروری تبدیل شده است. بنابراین، هنوز یافتن روش و قاعده جدید، نیازمند الگوریتم‌ها بهتر و موثرتر از قبل است. با در نظر گرفتن حوزه عملکردی زنجیره‌تامین انعطاف‌پذیر و رویکرد مورد استفاده، در مطالعه حاضر:

- عوامل کلیدی در زنجیره‌تامین انعطاف‌پذیر صنعت ساخت قطعات یدکی خودرو شناسایی می‌گردد.
- برای اولین بار یک قاعده جدید سطح‌بندی مبتنی بر ISM ارائه می‌گردد، که به موجب آن تصمیم‌گیرنده به ساختاری دست می‌یابد، که ضمن در نظرگیری تاثیرگذاری و تاثیرپذیری هر یک از معیارها، وزن آنها نیز در سطح‌بندی لحاظ می‌گردد.
- مدل ساختاری سلسله مراتبی عوامل کلیدی زنجیره‌تامین انعطاف‌پذیر ارائه و عوامل براساس قدرت وابستگی و محرک طبقه بندی می‌شوند.

با توجه به موارد مذکور و پوشش خلا تحقیقاتی این حوزه، هدف از اجرای این مطالعه علاوه بر شناسایی عوامل کلیدی انعطاف‌پذیری در زنجیره‌تامین و طبقه‌بندی آنها براساس قدرت وابستگی و قدرت محرک، یک قاعده جدید سطح‌بندی مبتنی بر ISM معرفی می‌گردد. ادامه این مقاله بدین شرح تنظیم شده است: در بخش بعدی ادبیات موضوعی مقاله مورد بررسی قرار می‌گیرد. بخش سوم روش‌شناسی تحقیق را تشریح می‌کند و مدل پیشنهادی به دنبال آن فرموله و یک مطالعه موردی برای نشان دادن کاربرد قاعده پیشنهادی و توانایی آن ارائه می‌گردد و در نهایت مقاله به نتیجه می‌رسد.

۲- مفاهیم، مبانی نظری

در این بخش در ابتدا مروری مختصر بر ادبیات روش مورد استفاده و پژوهش‌های انجام شده در حوزه تحت بررسی خواهیم داشت، که در نهایت به شناسایی خلاهای تحقیق ختم خواهد شد.

۲-۱- زنجیره‌تامین انعطاف‌پذیر

در صنایع مختلف وجود یک زنجیره‌تامین، که به خوبی طراحی شده و انعطاف‌پذیر است، می‌تواند به عنوان یک ابزار راهبردی برای مقابله با محیط نامطمئن عمل کند. این امر نیازمند مقدار قابل توجهی تعهد و آمادگی منابع است. بنابراین، صنایع با مجهز کردن زنجیره‌تامین خود به انعطاف‌پذیری بستر لازم را برای مقابله با عدم قطعیت‌های موجود در تجارت را فراهم می‌آورند. از بدو تولید محصولات، رویکرد انعطاف‌پذیری در زنجیره‌تامین و مدیریت آن پا به عرصه وجود نهاده است. یکی از اصلی‌ترین اجزای زنجیره‌تامین انعطاف‌پذیر، انعطاف‌پذیری در تولید است که شامل اقداماتی مانند توسعه محصول، حجم تولیدی و تخمین زمان تحویل می‌باشد، به طوری که با اجرای این اقدامات، صنایع می‌توانند در مسیر عملکرد مطلوب باقی بمانند. زنجیره تامین انعطاف‌پذیر علاوه بر تمرکز بر تولید انعطاف‌پذیر، چشم اندازی بر فرایندهای انعطاف‌پذیر فراهم می‌آورد، که شامل فرایندهای منبع‌یابی راهبردی، تدارکات و توزیع است. بنابراین از آن می‌توان به عنوان یک مفهوم جامع در زنجیره ارزش یاد کرد، به طوری که با تجهیز شدن زنجیره‌تامین به انعطاف‌پذیری، صنایع قدرت لازم را برای مدیریت موثر عرضه و تقاضا بدست می‌آورند. این مطالعه بر صنعت قطعات یدکی خودرو متمرکز است، جایی که یک زنجیره تامین انعطاف‌پذیر به عنوان توانایی سازمانی برای تنظیم سریع و کارآمد پارامترهای عملیاتی در پاسخ به نوسانات در تقاضای مشتری، پویایی بازار اشاره دارد. جدول (۱) به برخی از مطالعات مرتبط با موضوع پژوهش اشاره می‌کند.

جدول (۱): مطالعات انجام شده در حوزه زنجیره‌تامین و رویکرد ISM

	نویسنده		هدف	نتایج
تحقیقات داخلی	رشیدپور و همکاران (۱۴۰۳)	[۱۸]	طراحی مدل ساختاری تفسیری تبلیغات مبتنی بر ترس در شرکت‌های بیمه	از ۲۲ عامل شناسایی شده، شش عامل ایجاد یک محیط رقابتی، قصد خرید، مدیریت برند، سودآوری، درخواست تجدید نظر و فناوری و ارتباطات به عوامل وابسته ظاهر شده اند و عوامل ویژگی‌های شخصیتی، اثر روانی، اصول تبلیغات، شرایط اقتصادی، شرایط سیاسی، سرگرمی، شرایط اجتماعی و فرهنگی، تبلیغات محیطی، تجربه مثبت، محتوای پیام تبلیغاتی و تاثیرگذار ظاهر شده‌اند.
	شفیعی نیک ابادی و همکاران، (۱۴۰۲)	[۱۹]	ارزیابی عمکرد زنجیره تامین سبز با رویکرد ISM در صنعت فولاد	از ۵ عامل شناسایی شده، دو عامل اقدامات سبز تجاری و تعادل میان هزینه و آلودگی به عوامل وابسته ظاهر شده اند و عوامل قابلیت تجدیدپذیری و حفاظت و صرفه جویی در انرژی تاثیرگذار ظاهر شده اند.
	نائبی و همکاران، (۱۴۰۱)	[۲۰]	مدلسازی ساختاری تفسیری انتخاب راهبرد تأمین مالی زنجیره تأمین صنایع پتروشیمی	از ۷ عامل شناسایی شده، عامل بهره‌گیری از فناوری‌های نوین ارتباطی و اطلاعاتی به عنوان عوامل تاثیرگذار ظاهر شده اند و عوامل مربوط به راهبرد شرکت و نظام عملیاتی کسب و کار به عنوان عوامل وابسته ظاهر شده اند.
	شاهبندر زاده و مددی، (۱۴۰۰)	[۲۱]	تدوین راهبرد زنجیره‌تامین با استفاده از تکنیکISM	از ۲۰ عامل شناسایی شده، زمان تولید، کاهش آلاینده زیست محیطی و توزیع به عنوان عوامل تاثیرگذار ظاهر شده اند. و عوامل نوآوری، استفاده از فناوری، عوامل قانونی و دانش و فناوری قوی‌تر به عنوان عوامل وابسته ظاهر شده‌اند.
تحقیقات خارجی	ابورحمان و همکاران، (۲۰۲۴)	[۲۲]	غلبه بر چالش‌های پیاده‌سازی اینترنت اشیا در زنجیره تامین بهداشت و درمان عربستان	از ۱۴عامل شناسایی شده، فقدان نگرانی‌های امنیتی و حریم خصوصی، قابلیت همکاری و استانداردسازی، قابلیت همکاری و استانداردسازی، ذخیره‌سازی و پردازش داده‌ها و محرمانه بودن داده‌ها به عنوان عوامل تاثیرگذار ظاهر شده اند و عوامل مشکل در مدیریت کلان داده، استانداردهای قانونی و نظارتی، مدیریت انرژی به بعنوان عوامل وابسته ظاهر شده‌اند.
	آرگاوال و همکاران ، (۲۰۲۳)	[۲۳]	تجزیه و تحلیل توانمندسازها برای دیجیتالی شدن زنجیره تامین	از۱۰ عامل شناسایی شده، عوامل چاپ سه بعدی، روباتیک پیشرفته، AR و پوشیدنی ها و هواپیماهای بدون سرنشین به عنوان عوامل تاثیرگذار ظاهر شده اند و عوامل تجزیه و تحلیل داده های بزرگ، اینترنت اشیا و بلاک چین به عنوان عوامل وابسته ظاهر شده‌اند.
	الهیدائو و همکاران (۲۰۲۲)	[۲۴]	عوامل حیاتی موفقیت پذیرش بلاک چین در مدیریت زنجیره تامین سبز	از۱۰ عامل شناسایی شده، تدارکات مشارکتی به عنوان عوامل تاثیرگذار ظاهر شده‌اند و عوامل ثبت، ردیابی و تجارت، قابلیت‌ردیابی، شفافیت، قراردادهای هوشمند، اعتماد و قابلیت اطمینان، توکن‌سازی، دانش، مدیریت سازمانی، شیوه‌های سبز به عنوان عوامل پیوند ظاهر شده‌اند.
	پیا و همکاران، (۲۰۲۰)	[۲۵]	ارائه رویکردی برای تحلیل محرک های پیچیدگی زنجیره تامین	از۲۳عامل شناسایی شده، عوامل برنامه ریزی و زمان بندی، بازاریابی و فروش، استانداردهای سازمانی، همگام سازی نامناسب فرایندها و شبکه زنجیره تامین ناسازگار به عنوان عوامل تاثیرگذار ظاهر شده اند و عوامل تنوع محصول، فرایند تولید، نیاز مشتری و اقدام رقیب به عنوان عوامل وابسته ظاهر شده‌اند.

۲-۲- مدلسازی ساختاری‌تفسیری‌فازی

ISM سه زبان مدلسازی یعنی کلمات، گراف و ریاضیات گسسته را برای تبدیل مدل‌های ذهنی ساختارنیافته به مجموعه ساختاریافته و ساختارمند، ترکیب می‌کند[۲۷] ,[۲۶]. این روش یک رویکرد مدل‌سازی را فراهم می‌کند، که به عوامل کیفی اجازه می‌دهد تا به صورت بخشی جدایی‌ناپذیر از مدل حفظ شوند[۱۲]. این روش بر شفاف‌سازی اصطلاحات و مشخص شدن روابط مناسب تاکید می‌کند تا مدل‌های بصری ایجاد شده توسط کاربر به راحتی قابل درک باشند[۲۸] . ممکن است در زمانی که عناصر مساله از قبل شناخته شده باشد، ISM به تنهایی استفاده شود و در مواردی که چنین نیست، تکنیک گروهی اسمی به عنوان یک مرحله از فرایند ISM به تصمیم‌گیرندگان در ایجاد و شفاف‌سازی عناصر ساختاردهی شده کمک می‌کند [۲۹]. به طور کلی این روش با استخراج یک مجموعه از عناصر مربوط به مساله آغاز می‌شود. سپس عوامل موثر بر موضوع مورد مطالعه را در سطوح مختلف قرار می‌دهد و روابط بین این عوامل را به گونه‌ای شفاف و در سطوحی جداگانه مشخص می‌کند [۳۰]. جهت اجرای قواعد سطح‌بندی، قواعد مختلفی از جمله قاعده تکرار[۸]، مجموع فراوانی و... تا به امروز ارائه شده است. که به صورت مختصر به بررسی آنها می‌پردازیم:

- قاعده تکرار: در این قاعده برای تعیین سطح و اولویت متغیرها، مجموعه دستیابی و پیش‌نیاز برای هر متغیر تعیین می‌شود. مجموعه دستیابی مجموعه‌ای است که در آن سطرهای متغیر به ستون متغیر ختم می‌شود و مجموعه پیش‌نیاز مجموعه‌ای است که در آن ستون‌ها به سطرها ختم شده می‌شود. سپس اشتراکات مجموعه دستیابی و پیش‌نیاز همه عوامل تعیین می‌شود و در صورت برابر بودن مجموعه دستیابی با مجموعه اشتراک، آن عامل (عوامل) سطح اول اولویت را به خود اختصاص می‌دهد. با حذف این مرحله و تکرار این مرحله برای سایر عوامل، سطح تمام عوامل تعیین می‌شود. در صورت تعدد بالای عناصر این روش بسیار زمان‌بر و احتمال خطای کاربر بسیار بالاست [۱۷].

- قاعده فراوانی: در این قاعده برای تعیین سطح و اولویت متغیرها مجموعه دستیابی و پیش‌نیاز برای هر متغیر تعیین می‌شود. سپس اشتراکات مجموعه دستیابی و پیش‌نیاز همه عوامل تعیین می‌شود. مجموع فراوانی را براساس ستون مجموعه دستیابی و اشتراک تعیین می‌شود و به ترتیب از کوچکترین فراوانی تا بزرگترین فراوانی سطح‌بندی انجام می‌گیرد.

تا به امروز مطالعات زیادی با استفاده از رویکرد ساختاردهی ISM اجرا شده است، اما به دلیل آنکه در مطالعه حاضر، یک قاعده سطح‌بندی مبتنی بر وزن ارائه می‌گردد، تمرکز ما در مطالعات پیشین بر روی نوع قاعده سطح‌بندی می‌باشد. که خلاصه‌ای از این مطالعات در جدول (۲) آورده شده است.

جدول (۲): مطالعات انجام شده در حوزه ISM

	نام (سال انتشار)		شرح	تعداد فاکتورها	روش سطح‌بندی
تحقیقات داخلی	رشیدپور و همکاران (۱۴۰۳)	[۱۸]	طراحی مدل ساختاری تفسیری تبلیغات مبتنی بر ترس در شرکت‌های بیمه	۲۲ مورد	قاعده تکرار
	امینی و همکاران، (۱۴۰۳)	[۳۱]	شناسایی و ارزیابی ریسک شرکت‌های نوپا اینترنتی	۹ مورد	قاعده تکرار
	هاتفی اردکانی و همکاران، (۱۴۰۳)	[۳۲]	مدلسازی ساختاری تفسیری عوامل مؤثر بر توسعه درونی شهرهای مناطق خشک	۶ مورد	قاعده تکرار
	شفیعی نیک ابادی و همکاران، (۱۴۰۲)	[۱۹]	طراحی مدل ارزیابی عمکرد زنجیره تامین سبز	۵ مورد	قاعده فراوانی
	بیژن و همکاران، (۱۴۰۱)	[۳۳]	ارائه مدلسازی ساختاری از کنترل راهبردی مطلوب، در دانشگاه‌های نهادی	۱۶ مورد	قاعده تکرار
تحقیقات خارجی	(سینگ، ۲۰۲۴)	[۳۴]	اولویت‌بندی موانع زنجیره تامین برای صنایع	۱۷ مورد	قاعده تکرار
	ابورحمان و همکاران، (۲۰۲۴)	[۲۲]	غلبه بر چالش‌های پیاده‌سازی اینترنت اشیا در زنجیره تامین بهداشت و درمان	۱۴ مورد	قاعده تکرار
	آرگاوال و همکاران ، (۲۰۲۳)	[۲۳]	تجزیه و تحلیل توانمندسازها برای دیجیتالی شدن زنجیره تامین	۱۰ مورد	قاعده تکرار
	آتیناری و همکاران (۲۰۲۳)	[۳۵]	بررسی موانع پذیرش صنعت ۴.۰ در زنجیره تامین تولید	۱۰ مورد	قاعده تکرار
	دیملو و میدوریس، (۲۰۲۱)	[۱۷]	بررسی رابطه متقابل مفاهیم بنیادی تعالی مدیریت	۸ مورد	قاعده تکرار
	منون و راوی (۲۰۲۱)	[۳۶]	تحلیل موانع مدیریت زنجیره تامین پایدار در صنعت الکترونیک	۱۱ مورد	قاعده تکرار
	یانگ و لین، (۲۰۲۰)	[۳۷]	بررسی رابطه متقابل نوآوری سبز و زنجیره‌تامین	۱۷ مورد	قاعده تکرار

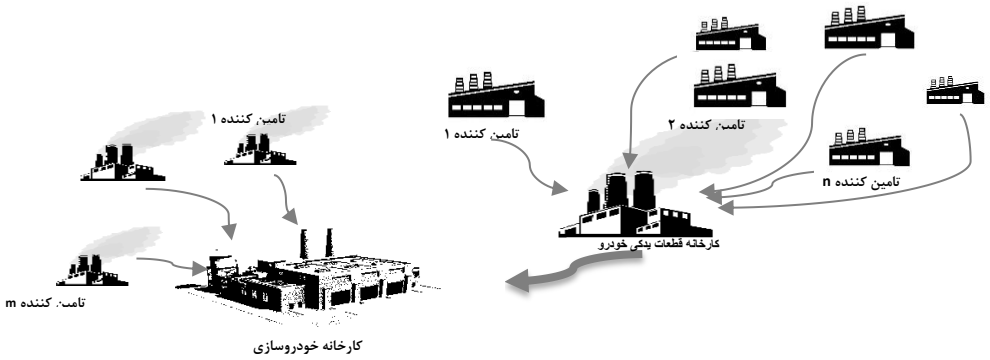
۲-۳- خلاء مطالعاتی

بررسی مطالعات انجام شده در حوزه زنجیره‌تامین انعطاف‌پذیر و رویکرد ISM نشان می‌دهد که مطالعات اندکی در حوزه زنجیره‌تامین انعطاف‌پذیر با رویکرد ISM انجام گرفته است. اکثر این مطالعات با هدف شناسایی و ارزیابی عوامل کلیدی و توسعه چارچوب ساختاری زنجیره‌تامین انعطاف‌پذیر صورت گرفته‌اند و بیشتر در کاربردهایی نظیر انعطاف‌پذیری زنجیره‌تامین سبز، پایدار و ناب، ... مورد بررسی قرار گرفته‌اند. از طرفی با وجود ضروریت‌های مطرح شده و علی‌رغم درگیر شدن سازمان‌ها با فرایندهای پیچیده، پژوهش ملموسی در رابطه با توسعه روش‌های سطح‌بندی انجام نگرفته است و از ورود جدی به این حوزه امتناع ورزیده‌اند. همچنین در اکثر مطالعات انجام شده از قاعده تکرار برای سطح‌بندی استفاده شده است. حال آنکه این روش خصوصاً هنگامی که با تعداد بیشتری از متغیرها مواجه هستیم، به شدت زمان‌بر است و احتمال خطای بسیار بالایی دارد. به همین دلیل معیار مقایسه نتایج پیاده‌سازی قاعده پیشنهادی در این مقاله، قاعده تکرار است. به طور کلی این پژوهش تا کنون در ادبیات موضوع به روشنی مورد بحث قرار نگرفته و در عین حال مطالعه حاضر این خلاء مطالعاتی را پشتیبانی می‌کند. به همین دلیل با توجه به مطالب بیان شده این مقاله نوآوری مناسبی دارد و امید است که زمینه ساز پژوهش‌های آتی قرار گیرد.

۲-۴- نقش حیاتی انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین قطعات یدکی در بهبود صنعت خودروسازی

همان‌طور که در شکل (۱) نشان داده شده است، صنعت قطعات یدکی خودرو به عنوان یک جزء مهم از زنجیره تأمین بزرگ‌تر، یعنی خودروسازی، عمل می‌کند. این زنجیره تأمین که از شبکه‌ای پیچیده و چندلایه از تأمین‌کنندگان متعدد در مراحل مختلف تشکیل شده است، به شدت تحت تأثیر میزان انعطاف‌پذیری هر یک از این تأمین‌کنندگان قرار دارد. انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین قطعات یدکی به این معناست که این تأمین‌کنندگان بتوانند به سرعت و با کارایی بالا به تغییرات در تقاضا، نوسانات بازار، و شرایط پیش‌بینی‌نشده پاسخ دهند. اگر تأمین‌کنندگان قطعات یدکی خودرو قادر باشند با تغییرات سریع و غیرمنتظره سازگار شوند، صنعت خودروسازی نیز از این انعطاف‌پذیری بهره‌مند خواهد شد. به عبارت دیگر، هرچه زنجیره تأمین قطعات یدکی خودرو انعطاف‌پذیرتر باشد، شرکت‌های خودروسازی می‌توانند باکیفیت‌تر و با اطمینان بیشتری قطعات مورد نیاز خود را تأمین کنند. این ارتباط مستقیم میان

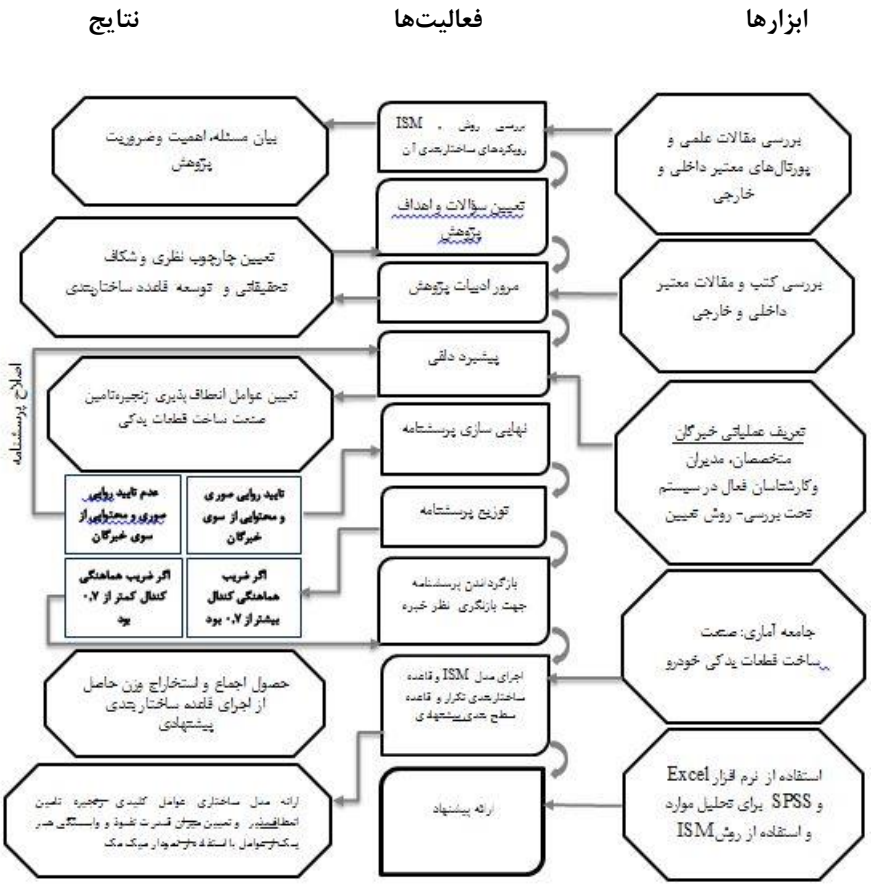
انعطاف‌پذیری تأمین‌کنندگان و عملکرد نهایی صنعت خودروسازی، اهمیت بررسی و تقویت این ویژگی را برجسته می‌سازد. در مقابل، عدم انعطاف‌پذیری در این زنجیره می‌تواند منجر به تأخیر در تولید، افزایش هزینه‌ها، و کاهش رقابت‌پذیری شود. بنابراین، تحقیق و تحلیل در این زمینه نه تنها برای بهبود کارایی زنجیره تأمین قطعات یدکی، بلکه برای تضمین پایداری و رشد صنعت خودروسازی به‌عنوان یک کل، ضروری است.



شکل (۱): نمای اجرایی زنجیره تامین صنعت ساخت قطعات یدکی و کارخانه خودروسازی

۲- ۵- مدل اجرایی تحقیق

مراحل اجرای مطالعه حاضر در قالب شکل (۲) آورده شده است.



شکل (۲): مدل شماتیک تحقیق

۳- روش تحقیق

این مطالعه از نظر هدف کاربردی- توسعه‌ای است و بر صنعت ساخت قطعات یدکی خودرو تمرکز دارد. به منظور شناسایی و تحلیل عوامل کلیدی موثر بر انعطاف‌پذیری زنجیره تامین در این صنعت از روش دلفی و ISM استفاده شده است. به طوری که ابتدا با بررسی و مطالعه ادبیات موضوعی، مجموع عوامل کلیدی انعطاف‌پذیری زنجیره‌تامین استخراج شد. سپس جهت بومی‌سازی این عوامل در شرکت تولیدی تحت بررسی کمیته تخصصی تشکیل گردید. با توجه به آنکه برای اجرای روش دلفی، استاندارد مشخصی برای اندازه اعضای کمیته تخصصی وجود ندارد [۳۸]، و تعداد شرکت‌کننده‌ها به صورت ایده‌ال بین ۸ تا ۲۳ نفر پیشنهاد شده است[۳۹]. در این مطالعه با توجه به معیارها، سازمان تحت بررسی، محدودیت‌های مالی، زمانی و عدم وجود استاندارد دقیق در این زمینه، به منظور ایجاد تعادل تعداد ۱۰ نفر از مدیران و کارشناسان شاغل در این مجموعه و آشنا به موضوع، با روش غیرتصادفی هدفمند از نوع قضاوتی به عنوان اعضای کمیته تخصصی انتخاب شدند. برای جمع‌آوری داده‌های مربوط به اهمیت عوامل کلیدی از سوی اعضای کمیته تخصصی از پرسشنامه تهیه شده توسط محقق استفاده شد. از پاسخگویان خواسته شد تا علاوه بر عوامل موجود، عامل‌های مورد نظر خود را در بخش توضیحات اضافه نمایند. سپس به منظور بررسی اتفاق نظر اعضای کمیته‌های تخصصی بر روی عوامل کلیدی، ابتدا از طیف لیکرت ۵ نقطه‌ای و سپس از ضریب هماهنگی کندال استفاده شد. مقدار بیش از ۰/۷، بیانگر اتفاق نظر بسیار قوی بر روی عوامل می‌باشد [۴۰]. لازم به ذکر است که روایی پرسشنامه با استفاده از رویکرد تحلیل صوری مورد تایید قرار گرفته است. البته مقدار ضریب هماهنگی کندال روش دلفی برابر با ۰/۸۱ محاسبه شده است، که بیانگر تایید روایی این پرسشنامه است. پس از شناسایی عوامل کلیدی، با بهره‌گیری از روش ISM و اجرای گام به گام مراحل همانگونه که در بخش ۳-۱ آورده شده است، ابتدا عوامل با استفاده از قاعده شناخته شده تکرار، سطح‌بندی و سپس به منظور نشان دادن اعتبار قاعده پیشنهادی، مجددا عوامل کلیدی صنعت ساخت قطعات یدکی خودرو با استفاده از قاعده مذکور سطح‌بندی گردید و در نهایت مدل ساختاری ایجاد و روابط بین آنها تعین و میزان قدرت نفوذ و وابستگی هر یک از عوامل با استفاده از نمودار میک مک تجزیه و تحلیل می‌شود.

۳-۱- طراحی مدل ساختاری

در این بخش مراحل گام به گام جهت دستیابی به قاعده سطح‌بندی پیشنهادی که مبتنی بر ISM است، ارائه می‌گردد:

گام اول- متغیرها (عوامل) در نظر گرفته شده برای مرکز تحت بررسی، فهرست می‌شوند.

گام دوم- در این گام متغیرهای مورد بررسی دو به دو بررسی می‌شوند و پاسخ‌دهنده با استفاده از نمادهای (V,A,X,O) به تعیین روابط بین عوامل می‌پردازد.

جدول (۳): نمادهای مورد استفاده جهت تعیین روابط عوامل (نصیری و همکاران [۴۱])

نماد	شرح
V	متغیر i به تحقق متغیر j کمک می‌کند.
A	متغیر j به تحقق متغیر i کمک می‌کند.
X	متغیر i و j به تحقق هم کمک می‌کنند.
O	متغیر i و j به با هم ارتباط ندارند.

گام سوم- جهت تشکیل ماتریس دسترس اولیه، باید نمادهای یاد شده در گام قبل را، به نمادهای صفر و یک تبدیل کرد. برای تشکیل این ماتریس از قواعد زیر استفاده می‌شود.

در صورتی که در ماتریس خودتعاملی ساختاری محل تلاقی سطر I و ستون j، V باشد، در ورودی (i, j) در ماتریس دسترسی یک و در ورودی (j,i) صفر قرار داده می‌شود.

در صورتی که در ماتریس خود تعاملی ساختاری محل تلاقی سطر i و ستون j، A باشد، در ورودی (i, j) در ماتریس دسترسی صفر و در ورودی (j,i) یک قرار داده می‌شود.

در صورتی که در ماتریس خود تعاملی ساختاری محل تلاقی سطر i و ستون j، X باشد، در ورودی (i, j) در ماتریس دسترسی یک و در ورودی (j,i) یک قرار داده می‌شود.

در صورتی که در ماتریس خود تعاملی ساختاری محل تلاقی سطر i و ستون j، O باشد، در ورودی (i, j) در ماتریس دسترسی صفر و در ورودی (j,i) صفر قرار داده می‌شود.

گام چهارم- پس از دستیابی به ماتریس دسترس‌پذیری اولیه، با در نظر گرفتن فرض انتقال‌پذیری در روابط بدست آمده، ماتریس دسترس‌پذیری نهایی بدست می‌آید. انتقال‌پذیری روابط در ISM یک فرض مبنایی می‌باشد و بیانگر آن است که در صورتی که عنصر a بر عنصر b تاثیر دارد و عنصرb بر عنصر c تاثیر دارد، آنگاه عنصر a بر عنصر c نیز تاثیر دارد. این ماتریس میزان وابستگی و قدرت نفوذ هر یک از عوامل را نشان می‌دهد. قدرت نفوذ از جمع اعداد در هر ردیف و میزان وابستگی از جمع اعداد در هر ستون بدست می‌آید.

گام پنج- در این گام با استفاده از ماتریس دسترسی‌نهایی،

مجموعه ورودی، خروجی بدست می‌آید. مجموعه ورودی برای هر عنصر در بردارنده خود عنصر و عناصر تاثیرپذیر از آن می‌باشد. مجموعه خروجی برای هر عنصر دربردارنده خود عنصر و عناصری است که بر آنها تاثیر دارد.

گام شش- جهت اجرای قواعد سطح‌بندی با استفاده از ماتریس دسترسی‌پذیری نهایی، قواعد مختلفی از جمله قاعده تکرار[۸]، مجموع فراوانی و... تا به امروز ارائه شده است. با توجه به زمان‌بر بودن قاعده تکرار، در این مقاله یک الگوی جدید سطح‌بندی با عنوان"قاعده سطح یندی پیشنهادی" که بر پایه وزن معیارهاست، ارائه می‌شود. پس از اجرای گام ۵ و محاسبه مجموعه ورودی (w_{ij}) و خروجی (z_{ij}) خواهیم داشت:

$$x_{ij} = (w_{ij})^2 - (z_{ij})^2 \qquad (۱)$$

که در آن (w_{ij}) و (Z_{ij})به ترتیب بیانگر میزان تاثیرگذاری و تاثیرپذیری می‌باشد. وجود توان ۲ موجب می‌شود، که اگر در شرایطی دو متغیر دارای مقادیر تاثیرگذاری و تاثیرپذیری متفاوتی هستند ولی اختلاف آنها یکسان است، متغیرها دارای وزن یکسانی نشوند. از آنجا که برخی از مقادیر x_{ij} منفی خواهد شد [۴۲]، خواهیم داشت:

$$y_{ij} = x_{ij} + (|\min x_{ij}| + 1) \qquad (۲)$$

که در آن وجود عدد یک، از بوجود آمدن وزن صفر جلوگیری خواهد کرد. در نهایت با استفاده از رابطه (۳) وزن متغیرها (n_{ij}) استخراج می‌گردد.

$$n_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sum y_{ij}} \text{ where } \sum n_{ij} = 1. \qquad (۳)$$

که در آن (n_{ij}) معادل وزن متغیرهای مورد بررسی می‌باشد. در قاعده پیشنهادی جهت سطح‌بندی متغیرها (عوامل) باید موارد زیر رعایت شود:

أ- عوامل با وزن یکسان، در یک سطح جای می‌گیرند.

ب-عواملی که وزن کمتری داشته باشند، در سطوح بالاتر جای می‌گیرند. به عبارتی این عوامل، تاثیرگذاری بیشتری دارند.

ت-عواملی که وزن بیشتری داشته باشند، در سطوح پایین‌تر جای می‌گیرند. به عبارتی این عوامل، تاثیرپذیری بیشتری دارند.

گام هفت- ترسیم مدل ساختاری و نمودار میک مک: پس از تعیین سطوح معیارها، فارغ از نوع قاعده سطح‌بندی، با استفاده از ماتریس دسترسی‌پذیری

پس از آن براساس مقادیر تاثیرپذیری (وابستگی) و تاثیرگذاری (نفوذ)، در ماتریس دسترسی‌پذیری نهایی، عوامل کلیدی در چهار گروه خودمختار، وابسته، پیوندی و نفوذی در نمودار میک مک طبقه بندی و تجزیه و تحلیل می‌شوند.

۳-۲- تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

همانطور که بیان شد در مطالعه حاضر ابتدا با بررسی و مطالعه ادبیات موجود، مجموعه‌ای از عوامل کلیدی انعطاف‌پذیری زنجیره‌تامین استخراج شد. سپس، بر پایه دسته بندی‌های صورت گرفته، برخی از عوامل با یکدیگر ترکیب شدند. پس از آن با بکارگیری تحلیل محتوا، آن دسته از عواملی که تعدد تکرار آنها کم بود، از لیست اولیه حذف شدند. سپس جهت بومی‌سازی عوامل کلیدی در شرکت تولیدی تحت بررسی کمیته تخصصی متشکل از ۱۰ نفر از متخصصان، مدیران و کارشناسان فعال در مرکز تحت بررسی بود، تشکیل گردید. این افراد فهرستی از عوامل کلیدی در زمینه تحت بررسی را به منظور تعیین میزان اهمیت آنها به روش حضوری و الکترونیکی را دریافت کردند. جدول (۴) مشخصات کمیته تخصصی را نشان می‌دهد.

جدول (۴): ویژگی اعضای کمیته تخصصی

جایگاه سازمانی	سطح تحصیلات	سابقه کار
مدیر کارخانه	دکتری	۱۶
معاون مدیر کارخانه	دکتری	۱۲
مدیر تدارکات	کارشناس ارشد	۱۳
کنترل کیفیت	دکتری	۱۱
مدیر منابع انسانی	کارشناس ارشد	۱۲
مدیر لجستیک	کارشناس ارشد	۶
مهندس بخش تولید	کارشناس ارشد	۱۵
مدیر توزیع	کارشناس ارشد	۱۰
مدیر بازاریابی	کارشناس ارشد	۷
کارشناس اجرایی	کارشناس ارشد	۵

پس از بررسی پاسخ پرسش باز در پرسشنامه مشخص شد که عوامل کلیدی از سوی پاسخ‌دهندگان با عوامل موجود شناسایی شده از ادبیات از نظر مفهومی یکسان بوده است، بنابراین، با عوامل موجود ادغام و ترکیب شد. از آنجایی که این پژوهش از مقیاس لیکرت ۵ درجه‌ای با گزینه‌های پاسخ از «تاثیر بسیار کم» تا «تاثیر خیلی زیاد» استفاده می‌کرد، نقطه ۳ به عنوان نقطه میانی (خنثی) انتخاب شد. در نتیجه، این مطالعه دو محدوده اختلاف (۱ تا ۳) و یک محدوده توافق (۳ تا ۵) را بر اساس این نقطه خنثی ترسیم کرد. از آنجایی که میانگین پاسخ به تمام پرسش‌های پرسشنامه در طول تجزیه و تحلیل در محدوده توافق قرار گرفت، هیچ یک از عوامل حذف نشدند. لازم به ذکر است که مراحل دلفی در این مطالعه در سه دور به انجام رسید. جدول (۵) ضریب هماهنگی کندال و میزان انحراف معیار در میان اعضای کمیته تخصصی نشان می‌دهد.

جدول (۵): نتایج بررسی میزان توافق اعضای کمیته تخصصی

	دور ۱	دور ۲	دور ۳
ضریب هماهنگی کندال	۰/۶۸	۰/۷۷	۰/۸۱
انحراف معیار	۰/۵۳	۰/۴۶	۰/۴۱

از آنجایی که مقدار ضریب هماهنگی در دور سوم نسبت به دور دوم به مقدار ۰/۰۴ افزایش پیدا کرده و رشد قابل توجهی نشان نداده است، بنابراین، فرایند اجرای مراحل دلفی در این مرحله به پایان می‌رسد. جدول (۶) عوامل نهایی انعطاف‌پذیری زنجیره‌تامین حاصل از ادبیات مربوطه و مطابق با نظرات خبرگان مرکز تحت بررسی را نشان می‌دهد.

جدول (۶): عوامل نهایی انعطاف‌پذیری زنجیره‌تامین

	عوامل کلیدی	شرح	نماد	منبع
۱	مدیریت تقاضا	اشاره به ارائه دقیق نیازهای مشتری و تولید و تحویل به منظور افزایش پاسخگویی زنجیره تامین دارد.	C_1	[۴۳], [۴۴]
۲	فرایند	اشاره به انواع محصولات قابل تولید در هر سایت تولید با استفاده از فرایند مشابه دارد.	C_2	[۴۳], [۴۴]
۳	منابع انسانی	اشاره به انعطاف‌پذیری کارکنان و توانایی آنها برای انجام امور گوناگون و جا به جایی در مشاغل، سرعت و سهولت کسب مهارت و توانایی جدید، توانایی نشان دادن تنوعی از نقش‌های رفتاری در شرایط متفاوت دارد	C_3	[۴۴], [۴۵]
۴	توزیع	اشاره به توانایی سازمان برای داشتن چندین کانال توزیع برای افزایش پاسخگویی به بازار و همچنین تعداد انبارها، ظرفیت و سایر امکانات توزیع، دارد.	C_4	[۴۴], [۴۶]
۵	محصول تولیدی	اشاره به توانایی سازمان برای تولید محصولات متعدد به منظور پاسخگویی به نیازهای متنوع مشتریان دارد	C_5	[۳], [۴۴], [۴۷]
۶	پاسخ به بازار	اشاره به توانایی سازمان برای افزایش پاسخگویی زنجیره تامین به منظور پاسخگویی به نیازهای در حال تغییر بازار دارد.	C_6	[۴۴], [۴۸]
۷	حجم محصول تولیدی	اشاره به توانایی سازمان برای امکان تغییر مقدار تولید بر اساس تقاضای بازار دارد.	C_7	[۴۴], [۴۹]
۸	محصول جدید	اشاره به توانایی سازمان برای همکاری و هماهنگی برای تولید محصولات کاملاً جدید اقتصادی و بدون زمان اضافی برای پاسخگویی به تقاضای بازار دارد.	C_8	[۴۴], [۴۸]
۹	ساخت و تولید	اشاره به امکان تنظیم پاسخگویی سامانه تولید براساس نیاز بازار دارد.	C_9	[۴۴], [۴۶]
۱۰	هماهنگی	اشاره به توانایی ایجاد شیوه‌های مدیریت ارتباطی با تامین کننده/ فروشنده/ مشتری به منظور ایجاد ساختاری قوی، یکپارچه از زنجیره‌تامین دارد.	C_{10}	[۴۴], [۵۰]
۱۱	منبع‌یابی	اشاره به امکان داشتن چندین تامین کننده برای یک محصول، تعداد تامین کنندگان در دسترس و توانایی افزایش یا حذف تامین کندگان دارد	C_{11}	[۵۰], [۵۱]
۱۲	سامانه اطلاعاتی	اشاره به پشتیبانی سامانه اطلاعاتی از حمل و نقل و مدیریت موجودی و وظایف چندگانه بخش‌ها دارد.	C_{12}	[۳], [۵۲]

براساس عوامل کلیدی نهایی که در جدول (۶) مشخص شده است، تعریف عملیاتی زنجیره تامین انعطاف پذیر در صنعت قطعات یدکی خودرو را می‌توان به عنوان توانایی یک سازمان برای انطباق و پاسخگویی کارآمد به تغییرات در تقاضای مشتری، شرایط بازار از طریق مدیریت موثر تقاضا، فرایند، منابع انسانی، توزیع، تولید محصول، پاسخ به بازار، حجم تولید، ارائه محصولات جدید، ساخت و تولید، هماهنگی، منبع یابی و سیستم‌های اطلاعاتی در زنجیره تامین تعریف کرد. پس از شناسایی عوامل نهایی، پرسشنامه‌ای که برای تعیین رابطه بین عوامل طراحی شده بود، در اختیار اعضا کمیته تخصصی قرار گرفت. پس از تکمیل پرسشنامه‌ها، با توجه به فراوانی رابطه‌های مشخص شده و برگزاری جلسه‌های هم اندیشی با اعضا کمیته تخصصی، ماتریس خود تعاملی ساختاری نهایی تشکیل شد (جدول ۷).

جدول (۷): ماتریس خود تعاملی نهایی

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
C_1	-	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C_2	A	-	A	A	A	O	A	A	O	A	A	A
C_3	A	V	-	X	A	V	O	V	V	V	V	V
C_4	A	V	X	-	A	O	V	V	V	V	V	X
C_5	A	V	V	V	-	V	V	V	V	V	V	V
C_6	A	O	A	O	A	-	O	A	V	A	V	O
C_7	A	V	O	A	A	O	-	A	O	A	V	A
C_8	A	V	A	A	A	V	V	-	V	V	V	A
C_9	A	O	A	A	A	A	O	A	-	A	A	O
C_{10}	A	V	A	A	A	V	V	A	V	-	V	A
C_{11}	A	V	A	A	A	A	A	A	V	A	-	A
C_{12}	A	V	A	X	A	O	V	V	O	V	V	-

برای ایجاد ماتریس دسترسی اولیه نمادهای موجود در ماتریس خود تعاملی ساختاری براساس قواعد بیان شده مطابق با گام سوم بخش روش شناسی، به اعداد صفر و یک تبدیل شدند (جدول۸).

جدول (۸): ماتریس دسترسی پذیری اولیه

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
C_1	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
C_2	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C_3	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱
C_4	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱
C_5	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
C_6	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰
C_7	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰
C_8	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰
C_9	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰
C_{10}	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰
C_{11}	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰
C_{12}	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱

در ادامه سازگاری درونی ماتریس دستیابی اولیه مورد بررسی قرار

گرفت و ماتریس دسترس پذیری نهایی با دخیل کردن فرض انتقال پذیری محاسبه گردید. انتقال پذیری‌ها در ماتریس دسترس پذیری نهایی در جدول (۹) نشان داده شده است. پس از تعیین مجموعه‌های ورودی و خروجی، جهت سطح‌بندی دو مسیر در پیش گرفته شد، الف: قاعده تکرار، ب: قاعده پیشنهادی.

الف: قاعده تکرار: ابتدا به منظور سطح‌بندی با استفاده از قاعده تکرار مجموعه مشترکی از مجموعه‌های ورودی و خروجی برای هر یک از عوامل تعیین گردید. عواملی که مجموعه خروجی و مشترک آنها کاملاً یکسان باشد، در بالاترین سطح از سلسله مراتب مدل ساختاری تفسیری به مانند جدول ۱۰ قرار می‌گیرند.

جدول (۹): ماتریس دسترسی پذیری نهایی

	C_{12}	C_{11}	C_{10}	C_9	C_8	C_7	C_6	C_5	C_4	C_3	C_2	C_1	نفوذ
C_1	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	**۱۲**
C_2	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	**۱**
C_3	۱	۱	۱	۱	۱	۱*	۱	۰	۱	۱	۱	۰	**۱۰**
C_4	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱*	۰	۱	۱	۱	۰	**۱۰**
C_5	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	**۱۱**
C_6	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱*	۰	**۴**
C_7	۰	۱	۰	۱*	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	**۴**
C_8	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۰	**۷**
C_9	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	**۱**
C_{10}	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۰	**۶**
C_{11}	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	**۳**
C_{12}	۰	۱	۱	۱*	۱	۱	۱*	۰	۱	۱*	۱	۰	**۵**
	۵	۱۰	۷	۱۱	۶	۸	۸	۲	۵	۵	۱۱	۱	

جدول (۱۰): سلسه مراتب سطح قاعده سطح‌بندی تکرار

	مجموعه خروجی	مجموعه ورودی	مجموعه مشترک	سطح
تکرار اول				
C_1	۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲	۱	۱	
C_2	۲	۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۲	۲	۱
C_3	۲، ۳، ۴، ۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۲	۱، ۳، ۴، ۵، ۱۲	۳، ۴، ۱۲	
C_4	۲، ۳، ۴، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲	۱، ۳، ۴، ۵، ۱۲	۳، ۴، ۱۲	
C_5	۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲	۵ ،۱	۵	
C_6	۲، ۶، ۹، ۱۱	۱، ۳، ۴، ۵، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲	۶	
C_7	۲، ۷، ۹، ۱۱	۱، ۳، ۴، ۵، ۷، ۸، ۱۰، ۱۲	۷	
C_8	۲، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱	۱، ۳، ۴، ۵، ۸، ۱۲	۸	
C_9	۹	۱، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰۱۱، ۱۲	۹	۱
C_{10}	۲، ۶، ۷، ۹، ۱۰، ۱۱	۱، ۳، ۴، ۵، ۸، ۱۰، ۱۱	۱۰	
C_{11}	۲، ۹، ۱۱	۱، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۰۱۱، ۱۲	۱۱	
C_{12}	۲، ۳، ۴، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲	۱، ۳، ۴، ۵، ۱۲	۳، ۴، ۱۲	
تکرار دوم				
C_1	۱، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۲	۱	۱	
C_3	۳، ۴، ۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۲	۱، ۳، ۴، ۵، ۱۲	۳، ۴، ۱۲	
C_4	۳، ۴، ۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۲	۱، ۳، ۴، ۵، ۱۲	۳، ۴، ۱۲	
C_5	۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۲	۵ ،۱	۵	
C_6	۶، ۱۱	۱، ۳، ۴، ۵، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲	۶	

جدول (۱۰): سلسه مراتب سطح قاعده سطح‌بندی تکرار

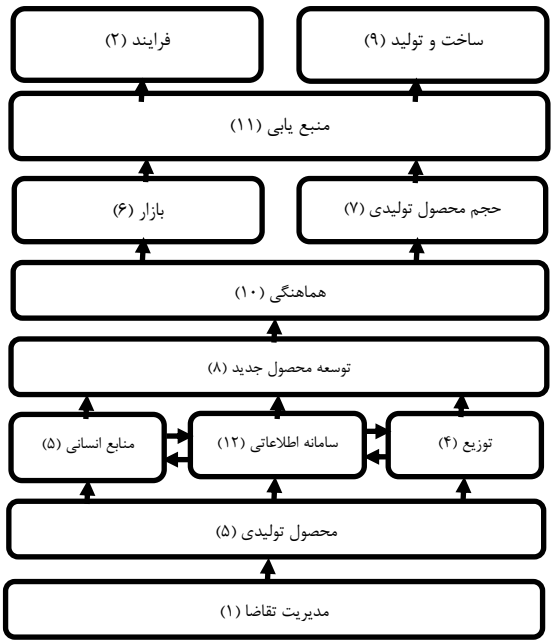
$C_{۷}$	۷، ۱۱	۱، ۳، ۴، ۵، ۷، ۸، ۱۰، ۱۲	۷	
$C_{۸}$	۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۱	۱، ۳، ۴، ۵، ۸، ۱۲	۸	
$C_{۱۰}$	۶، ۷، ۱۰، ۱۱	۱، ۳، ۴، ۵، ۸، ۱۰، ۱۱	۱۰	
$C_{۱۱}$	۱۱	۱، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۰۱۱، ۱۲	۱۱	۲
$C_{۱۲}$	۳، ۴، ۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۲	۱، ۳، ۴، ۵، ۱۲	۱۲، ۴، ۳	
تکرار سوم				
$C_{۱}$	۱، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۲	۱	۱	
$C_{۳}$	۳، ۴، ۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۲	۱، ۳، ۴، ۵، ۱۲	۱۲، ۴، ۳	
$C_{۴}$	۳، ۴، ۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۲	۱، ۳، ۴، ۵، ۱۲	۱۲، ۴، ۳	
$C_{۵}$	۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۲	۵، ۱	۵	
$C_{۶}$	۶	۱، ۳، ۴، ۵، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲	۶	۳
$C_{۷}$	۷	۱، ۳، ۴، ۵، ۷، ۸، ۱۰، ۱۲	۷	۳
$C_{۸}$	۶، ۷، ۸، ۱۰	۱، ۳، ۴، ۵، ۸، ۱۲	۸	
$C_{۱۰}$	۶، ۷، ۱۰	۱، ۳، ۴، ۵، ۸، ۱۰	۱۰	
$C_{۱۲}$	۳، ۴، ۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۲	۱، ۳، ۴، ۵، ۱۲	۱۲، ۴، ۳	
تکرار چهار				
$C_{۱}$	۱، ۳، ۴، ۵، ۸، ۱۰، ۱۲	۱	۱	
$C_{۳}$	۳، ۴، ۸، ۱۰، ۱۲	۱، ۳، ۴، ۵، ۱۲	۱۲، ۴، ۳	
$C_{۴}$	۳، ۴، ۸، ۱۰، ۱۲	۱، ۳، ۴، ۵، ۱۲	۱۲، ۴، ۳	
$C_{۵}$	۳، ۴، ۵، ۸، ۱۰، ۱۲	۵، ۱	۵	
$C_{۸}$	۸، ۱۰	۱، ۳، ۴، ۵، ۸، ۱۲	۸	
$C_{۱۰}$	۱۰	۱، ۳، ۴، ۵، ۸، ۱۰	۱۰	۴
$C_{۱۲}$	۱، ۳، ۴، ۵، ۱۲	۳، ۴، ۸، ۱۰، ۱۲	۱۲، ۴، ۳	
تکرار پنج				
$C_{۱}$	۱، ۳، ۴، ۵، ۸، ۱۲	۱	۱	
$C_{۳}$	۳، ۴، ۸، ۱۲	۱، ۳، ۴، ۵، ۱۲	۱۲، ۴، ۳	
$C_{۴}$	۳، ۴، ۸، ۱۲	۱، ۳، ۴، ۵، ۱۲	۱۲، ۴، ۳	
$C_{۵}$	۳، ۴، ۵، ۸، ۱۲	۵، ۱	۵	
$C_{۸}$	۸	۱، ۳، ۴، ۵، ۸، ۱۲	۸	۵
$C_{۱۲}$	۳، ۴، ۸، ۱۲	۱، ۳، ۴، ۵، ۱۲	۱۲، ۴، ۳	
تکرار شش				
$C_{۱}$	۱، ۳، ۴، ۵، ۱۲	۱	۱	
$C_{۳}$	۳، ۴، ۱۲	۱، ۳، ۴، ۵، ۱۲	۱۲، ۴، ۳	۶
$C_{۴}$	۳، ۴، ۱۲	۱، ۳، ۴، ۵، ۱۲	۱۲، ۴، ۳	۶
$C_{۵}$	۳، ۴، ۵، ۱۲	۵، ۱	۵	
$C_{۱۲}$	۳، ۴، ۱۲	۱، ۳، ۴، ۵، ۱۲	۱۲، ۴، ۳	۶
تکرار هفت				
$C_{۱}$	۵، ۱	۱	۱	
$C_{۵}$	۵	۵، ۱	۵	۷
تکرار هشت				
$C_{۱}$	۱	۱	۱	۸

ب: اجرای قاعده پیشنهادی: در گام دوم برای اجرای قاعده سطح‌بندی پیشنهادی لازم است بعد از تعیین تعداد مجموعه‌های ورودی و خروجی، مطابق با گام ششم بخش روش شناسی، وزن هر یک از عوامل کلیدی تعیین می‌گردد.

جدول (۱۱): نتایج حاصل از اجرای قاعده سطح‌بندی پیشنهادی

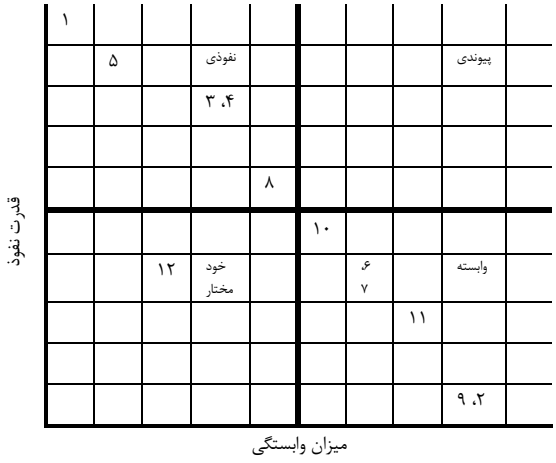
شماره سطح	n_{ij}	y_{ij}	x_{ij}	$(z_{ij})^2$	(z_{ij})	$(w_{ij})^2$	(w_{ij})	شماره
۸	۰/۱۷۴۸	۲۶۴	۱۴۳	۱	۱	۱۴۴	۱۲	۱
۱	۰/۰۰۰۷	۱	-۱۲۰	۱۲۱	۱۱	۱	۱	۲
۶	۰/۱۲۹۸	۱۹۶	۷۵	۲۵	۵	۱۰۰	۱۰	۳
۶	۰/۱۲۹۸	۱۹۶	۷۵	۲۵	۵	۱۰۰	۱۰	۴
۷	۰/۱۵۷۶	۲۳۸	۱۱۷	۴	۲	۱۲۱	۱۱	۵
۳	۰/۰۴۸۳	۷۳	-۴۸	۶۴	۸	۱۶	۴	۶
۳	۰/۰۴۸۳	۷۳	-۴۸	۶۴	۸	۱۶	۴	۷
۵	۰/۰۸۸۷	۱۳۴	۱۳	۳۶	۶	۴۹	۷	۸
۱	۰/۰۰۰۷	۱	-۱۲۰	۱۲۱	۱۱	۱	۱	۹
۴	۰/۰۷۱۵	۱۰۸	-۱۳	۴۹	۷	۳۶	۶	۱۰
۲	۰/۰۱۹۹	۳۰	-۹۱	۱۰۰	۱۰	۹	۳	۱۱
۶	۰/۱۲۹۸	۱۹۶	۷۵	۲۵	۵	۱۰۰	۱۰	۱۲
	sum ۱	sum ۱۵۱۰	min -۱۲۰					

همانطور که در جدول (۱۱) نشان داده شده است، عوامل براساس وزن محاسبه شده، سطح‌بندی شدند، به نحوی که عوامل با وزن یکسان در یک سطح، عوامل با وزن کمتر در سطوح بالاتر و در نهایت عواملی که وزن بیشتری داشتند، در سطوح پایین‌تر جای گرفتند. با مقایسه جداول (۱۰) با (۱۱) مشخص است هر دو قاعده به نتیجه یکسانی دست پیدا کردند، با این تفاوت که قاعده پیشنهادی به وضوح منجر به صرف‌جویی در زمان بررسی و کاهش خطر ارتکاب خطای انسانی گردید. مدل نهایی ساختاری تفسیری با حذف انتقال پذیری‌ها به مانند شکل (۳) تشکیل گردید. مدل نهایی بدست آمده حاصل از اجرای دو قاعده سطح‌بندی، از ۸ سطح مختلف تشکیل شده است. عوامل کلیدی که در سطوح بالای سلسله مراتب قرار دارند، از تاثیرگذاری کمتر و تاثیرپذیری بیشتر برخوردارند.



شکل (۳)؛ مدل ساختاری عوامل کلیدی زنجیره‌تامین انعطاف‌پذیر

در مرحله بعدی با استفاده از ماتریس قدرت نفوذ- وابستگی (میک‌مک)، عوامل انعطاف‌پذیری زنجیره‌تامین، براساس میزان تاثیرگذاری (نفوذ) و تاثیرپذیری (وابستگی) که در ماتریس دسترسی پذیری نهایی آورده شده است، به مانند شکل (۳) ترسیم گردید.



شکل (۴): نمودار میک مک

شکل (۴) نشان می‌دهد که ۱۲ عامل کلیدی انعطاف‌پذیری براساس قدرت نفوذ و وابستگی در چهار دسته پیوندی، نفوذی، وابسته و خودمختار، گروه بندی شده‌اند. در این نمودار گروه یک متشکل از متغیرهای مستقل و خودمختاری است که قدرت نفوذ و وابستگی پایینی دارند. به علت وجود عامل ۱۲ (سیستم‌های اطلاعاتی) در این گروه به مدیران شرکت تولیدی تحت بررسی پیشنهاد می‌شود که جهت هر چه بهتر اجرا درآوردن عوامل انعطاف‌پذیر زنجیره‌تامین، به عامل سیستم‌های اطلاعاتی، توجه بیشتری داشته باشند. گروه دو شامل متغیرهای وابسته است که وابستگی بالاو نفوذ پایینی دارند. در این مطالعه، این طبقه شامل عوامل فرایند (۲)، بازار (۶)، حجم محصول تولیدی (۷)، ساخت و تولید (۹)، هماهنگی (۱۰) و منبع‌یابی (۱۱) است که نشان می‌دهد این ابعاد وابسته هستند و به تمام متغیرهای مستقل و خود مختار نیاز دارند تا تاثیر متغیرهای وابسته را بر عملکرد

سامانه به حداقل برسانند. گروه سه شامل متغیرهای پیوندی است که قدرت محرکه و وابستگی بالایی دارند، هیچ یک از عوامل در این طبقه جای نگرفتند. این امر نشان می‌دهد تمامی عوامل شناسایی شده، پایدار هستند. گروه چهار شامل عوامل نفوذی است که نفوذ بالا و وابستگی پایینی دارند. این طبقه شامل ابعاد مدیریت تقاضا (۱)، منابع انسانی (۳)، توزیع (۴)، محصول تولیدی (۵) و توسعه محصول جدید (۸) است که این پنج عامل کلیدی سایر عوامل را هدایت می‌کنند. این عوامل کلیدی نفوذی معمولاً در سطوح پایین ISM یافت می‌شوند و مهمترین عوامل در مجموعه عوامل انعطاف‌پذیری زنجیره‌تامین به شمار می‌روند.

۴- نتیجه‌گیری وپیشنهادها

این مطالعه با شناسایی عوامل انعطاف‌پذیری زنجیره‌تامین در صنعت ساخت قطعات یدکی خودرو آغاز شد. برای دستیابی به این منظور ادبیات موضوعی تحقیق به طور دقیق مطالعه و مجموعه‌ای از عوامل کلیدی شناسایی گردید. سپس، بر پایه دسته‌بندی‌های صورت گرفته برخی از عوامل با یکدیگر ترکیب شدند. پس از آن با بکارگیری تحلیل محتوا، آن دسته از عواملی که تعدد تکرار آنها کم بوده از لیست اولیه حذف شدند. جهت بومی‌سازی عوامل کلیدی در شرکت تولیدی تحت بررسی کمیته تخصصی متشکل از ۱۰ نفر از متخصصان، مدیران و کارشناسان فعال در مرکز تحت بررسی تشکیل گردید. این افراد فهرستی از عوامل کلیدی را به منظور تعیین میزان اهمیت آنها دریافت کردند. بررسی و تحلیل پاسخ‌ها نشان داد که مقدار ضریب کندال ۰/۸۱ است که نشاندهنده اتفاق نظر بسیار قوی اعضای کمیته تخصصی بر روی عوامل کلیدی است. قابل ذکر است که میانگین پاسخ تمامی سؤال‌ها در محدوده موافقت قرار گرفت، به این معنی که هیچ یک از اقدامات حذف نشد. در نهایت ۱۲ عامل کلیدی زنجیره تامین انعطاف‌پذیر احصاء شده از ادبیات تحقیق، براساس نظرات خبرگان در حوزه قطعات یدکی خودرو موثر شناخته شدند (جدول ۶) ، که به موجب آن هدف ابتدایی مطالعه با موفقیت محقق گردید.

متعاقبا، رویکرد ISM برای تجزیه و تحلیل این عوامل کلیدی به کار گرفته شد. در این پژوهش ضمن بهره‌گیری از رویکرد ISM، قاعده سطح‌بندی این رویکرد نیز بازنگری و ارتقا پیدا کرد، که از آن تحت عنوان"قاعده سطح‌بندی پیشنهادی" یاد شد. اعتبارسنجی قاعده پیشنهادی از طریق یک تحلیل مقایسه‌ای با قاعده متداول مبتنی بر تکرار تأیید شد. قاعده پیشنهادی به صورت گام به گام همراه با دستورالعمل ارائه گردید و مزایای آن را برجسته کرد، یعنی کاهش چشمگیر زمان بررسی، سهولت استفاده و کاهش خطر ارتکاب خطای انسانی. قاعده پیشنهادی، علاوه بر در نظر گرفتن، میزان تاثیرگذاری و تاثیرپذیری متغیرها، وزن آنها را جهت سطح‌بندی در نظر می‌گیرد که این امر موجب بالا رفتن دقت خروجی کار خصوصاً در مسائل پیچیده خواهد شد که می‌تواند به عنوان یکی از سهم‌های اصلی این مطالعه در نظر گرفته شود. با توجه به ویژگی‌های بیان شده تصمیم‌گیرندگان احتمالاً قاعده پیشنهادی را به عنوان دارایی ارزشمندی برای برنامه‌ریزی راهبردی و بهبود زنجیره‌تامین در بلند مدت خواهند دانست. همانطور که در جداول (۱۰) و (۱۱) نشان داده شد، خروجی قاعده سطح‌بندی پیشنهادی با قاعده تکرار در این مطالعه یکسان است، به این تفاوت که استفاده از قاعده پیشنهادی، تصمیم‌گیرنده را قادر می‌سازد که ضمن بهره مندی از مزایای روش ISM، از بسیاری از وظایف ناخوشایند، وقت گیر و مستعد خطا مرتبط با سیستم‌های پیچیده ساختاردهی رها شود. بنابراین، با توجه به موارد بیان شده هدف دوم مطالعه نیز محقق گردید.

جهت برآورده شدن هدف سوم مطالعه، مدل ساختاری سلسله مراتبی عوامل کلیدی زنجیره‌تامین انعطاف‌پذیر با استفاده از روش ISM ترسیم (شکل ۳) و با بهره‌گیری از ماتریس میک‌مک عوامل کلیدی براساس قدرت وابستگی و محرک در چهار دسته طبقه بندی شدند (شکل ۴). ساختار سلسله مراتبی چندسطحی این مطالعه، یک ساختار هشت سطحی را توضیح می‌دهد، که در آن "مدیریت تقاضا" و "نوع محصول" به عنوان عوامل برجسته ظاهر شده‌اند. در مقابل متغیرهای "فرایند"، "ساخت، تولید" و "منبع‌یابی" دارای حداکثر میزان وابستگی هستند. این ساختار سلسله مراتبی به وضوح وابستگی عوامل، "فرایندها"، "ساخت، تولید" و "منبع‌یابی" به "تقاضای محصول" را نشان داد. مدیریت تقاضا شامل برانگیختن خواسته‌های دقیق و متغیر مشتری و ارضای آنها از طریق افزایش پاسخگویی زنجیره‌تامین است. از آنجا که سازمان‌ها برای برآوردن تقاضای مشتری کار می‌کنند، بنابراین، جای تعجب نیست که بالاترین قدرت نفوذ را داشته باشد. همچنین نتایج حاصله نشان داد که از نظر خبرگان صنعت ساخت قطعات یدکی خودرو عوامل "مدیریت تقاضا" و "انعطاف‌پذیری در محصول تولیدی" به دلیل قرار گرفتن در ریشه مدل نهایی ساختاری تفسیری و نیز حضور در گروه عوامل نفوذی تحلیل میک مک جزء انعطاف‌پذیرترین عوامل می‌باشد، بنابراین، به مدیران حوزه مذکور پیشنهاد می‌شود که جهت هر چه بهتر اجرا در آوردن مدیریت زنجیره‌تامین انعطاف‌پذیر، بر این دسته از اقدامات توجه بیشتری داشته باشند.

بطور کلی نتایج مطالعه نشان داد که مدل ارائه شده توانسته است با موفقیت عوامل کلیدی را شناسایی و سطح‌بندی کند. هرچند که این مطالعه در بستر صنعت قطعات یدکی خودرو انجام شده است، اما مدل پیشنهادی قابلیت تعمیم به سایر صنایع را نیز

دارد. با سفارشی‌سازی و تنظیم متغیرها براساس نیازهای خاص هر صنعت، می‌توان از آن به عنوان یک چارچوب تحلیلی برای بهبود انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین در سایر بخش‌ها استفاده کرد. پیشنهاد می‌شود که تحقیقات آینده این مدل را در صنایع مختلف پیاده‌سازی و ارزیابی کنند، تا بتوان انعطاف‌پذیری آن را در شرایط و صنایع گوناگون بررسی کرد. ضمن آنکه انجام مطالعات تطبیقی بین نتایج به‌دست آمده با استفاده از قاعده پیشنهادی و سایر قاعده‌های سطح‌سازی موجود برای تایید اثربخشی و برتری آن سودمند خواهد بود. علاوه بر این، مطالعات آینده می‌تواند تکامل طرح‌های وزن‌دهی را در قاعده پیشنهادی برای افزایش دقت و کاربرد آن در مشکلات پیچیده زنجیره تامین بررسی کند. همچنین محققان می‌توانند برای درک چگونگی روابط بین عوامل مختلف زنجیره تامین انعطاف‌پذیر، روابط ساختاری مدل مطالعه حاضر را با استفاده از روش مدلسازی معادلات ساختاری نیز بررسی کنند. علاوه‌بر آن، محققان می‌توانند تحقیقات عمیق‌تری را برای شناسایی و تجزیه و تحلیل عوامل خاصی که به انعطاف‌پذیری زنجیره تامین در صنایع مختلف کمک می‌کنند، انجام دهند. با عمیق‌تر کردن این معیارها، محققان می‌توانند درک بهتری از چالش‌ها و فرصت‌های منحصربه‌فردی که هر صنعت از نظر انعطاف‌پذیری زنجیره تامین با آن مواجه است، به دست آورند. با پرداختن به این پیشنهادات، محققان می‌توانند به پیشرفت دانش و درک شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین کمک کنند و در نهایت منجر به زنجیره‌های تامین کارآمدتر و انعطاف‌پذیرتر در صنایع مختلف شود.

۵- مراجع

[1] S. Bag and M. S. Rahman, "The role of capabilities in shaping sustainable supply chain flexibility and enhancing circular economy-target performance: an empirical study," Supply Chain Manag An Int J, vol. 28, no. 1, pp. 162–178, 2023, DOI:10.1108/SCM-05-2021-0246.

[2] E. Purwaningsih, M. Muslikh, S. Suhaeri, and B. Basrowi, "Utilizing blockchain technology in enhancing supply chain efficiency and export performance, and its implications on the financial performance of SMEs," Uncertain Supply Chain Manag, vol. 12, no. 1, pp. 449–460, 2024, DOI: 10.5267/j.uscm.2023.9.007.

[3] D. Ivanov, A. Das, and T.-M. Choi, "New flexibility drivers for manufacturing, supply chain and service operations," International Journal of Production Research, vol. 56, no. 10. Taylor & Francis, pp. 3359–3368, 2018, DOI: 10.1080/00207543.2018.1457813.

[4]E. Ramos, A. S. Patrucco, and M. Chavez, "Dynamic capabilities in the 'new normal': a study of organizational flexibility, integration and agility in the Peruvian coffee supply chain," Supply Chain Manag An Int J, vol. 28, no. 1, pp. 55–73, 2023, DOI: 10.1108/SCM-12-2020-0620.

[5]B. Huo, M. Z. U. Haq, and M. Gu, "The impact of information sharing on supply chain learning and flexibility performance," Int J Prod Res, vol. 59, no. 5, pp. 1411–1434, 2021, DOI: 10.1080/00207543.2020.1824082.

[6]D. V. Enrique, L. V. Lerman, P. R. de Sousa, G. B. Benitez, F. M. B. C. Santos, and A. G. Frank, "Being digital and flexible to navigate the storm: How digital transformation enhances supply chain flexibility in turbulent environments," Int J Prod Econ, vol. 250, p. 108668, 2022, DOI:10.1016/j.ijpe.2022.108668.

[7]J. H. Han, Y. Wang, and M. Naim, "Reconceptualization of information technology flexibility for supply chain management: An empirical study," Int J Prod Econ, vol. 187, pp. 196–215, 2017.DOI: 10.1016/j.ijpe.2017.02.018.

[8]J. N. Warfield and S. Member, "Developing Interconnection Matrices in Structural Modeling," no. 1, pp. 81–87, 1974, DOI: 10.1109/TSMC.1974.5408524.

[9]J. N. Warfield, "Societal systems planning, policy and complexity," Cybern Syst, vol. 8, no. 1, pp. 113–115, 1978.

[10]J. N. Warfield, An assault on complexity, no. 3. Battelle, Office of Corporate Communications, 1973.

[11]S. Rajput and S. P. Singh, "Identifying Industry 4.0 IoT enablers by integrated PCA-ISM-DEMATEL approach," Manag Decis, vol. 57, no. 8, pp. 1784–1817, 2019, DOI: 10.1108/MD-04-2018-0378.

[12]R. Attri, N. Dev, and V. Sharma, "Interpretive Structural Modelling (ISM) approach: An Overview," Res J Manag Sci, vol. 2, no. 2, pp. 1–8, 2013.

[13]F. R. Janes, "Interpretive structural modelling: a methodology for structuring complex issues," trans inst MC, vol. 10, no. 3, pp. 145–154, 2016, DOI: 10.35940/ijitee.D1607.029420.

[14]Z. Yanga, Y. Lin, Z. Yang, Y. Lin, Z. Yanga, and Y. Lin, "The effects of supply chain collaboration on green innovation performance: An interpretive structural modeling analysis," Sustain Prod Consum, vol. 23, pp. 1–10, 2020, DOI: 10.1016/j.spc.2020.03.010.

[15]N. Adabavazaeh and M. Nikbakht, "Interpretive Structural Modeling Analysis of Reverse Supply Chain Critical Success Factors in Air Industry," in 15th iran international industrial engineering conference, 2019, pp. 1-11, DOI: 10.1109/IIIEC.2019.8720737.

[16]A. Jamwal, R. Agrawal, S. Gupta, G. S. Dangayach, M. Sharma, and M. A. Z. Sohag, "Modelling of Sustainable Manufacturing Barriers in Pharmaceutical Industries of Himachal Pradesh: An ISM-Fuzzy Approach," Smart Innov Syst Technol, vol. 174, pp. 157–167, 2020, DOI: 10.1007/978-981-15-2647-3_15.

[17]F. J. C. de Melo and D. D. de Medeiros, "Applying interpretive structural modeling to analyze the fundamental concepts of the management excellence model guided by the risk-based thinking of ISO 9001: 2015," Human and Ecological Risk Assessment, vol. 27, no. 3. pp. 742–772, 2021, DOI: 10.1080/10807039.2020.1752144.

[18]M. Rashidpour, A. Pirhayati, J. Niknafs, and M. Aidi, "Designing an Interpretative Structural Model (ISM) of Fear Appeal Based Advertising in Selected Insurance Companies," Int J Innov Manag Organ Behav, vol. 4, pp. 1–11, Apr. 2024, DOI: 10.61838/kman.ijimob.4.2.1.

[19]M. S. Nikabadi, F. Bahrami, and abbas ali Rastegar, "Designing a green supply chain performance evaluation model with the ISM approach in the steel industry," in 3rd international conferences on system thinking in practice, 1402, pp. 1–18. DOI: 10.22105/riej.2022.298634.1327.

[20]F. Naebi, R. Tehrani, and R. Radfsr, "Interpretive structural modeling of choosing a financing strategy for the supply chain of petrochemical industries," Advert Sales Manag, vol. 3, no. 3, pp. 230–245, 1401, DOI: 10.52547/JABM.3.1.437.

[21]H. shahbandar zadeh and M. Maddai, "Developing a supply chain strategy using the ISM technique," in 7th International Conference on Management, Accounting and Economic Development, 1400, pp. 1-22 (in persian).

[22] A. A. Jamaluddin, I. A. Alkathiri, W. A. Alghmadi, H. A. Khadawardi, and A. Y. Alqahtani, "Overcoming IoT Implementation Challenges in the Saudi Healthcare Supply

Responsible Consum, vol. 3, p. 100026, 2021, DOI: 10.1016/j.clrc.2021.100026.

[37]Z. Yanga and Y. Lin, "The effects of supply chain collaboration on green innovation performance:An interpretive structural modeling analysis," Sustain Prod Consum, vol. 23, pp. 1–10, 2020, DOI: 10.1016/j.spc.2020.03.010.

[38]P. Santaguida et al., "Protocol for a Delphi consensus exercise to identify a core set of criteria for selecting health related outcome measures (HROM) to be used in primary health care," BMC Fam Pract, vol. 19, pp. 1–14, 2018, DOI: 10.1186/s12875-018-0831-5.

[39]C. L. Paul, "A modified delphi approach to a new card sorting methodology," J Usability Stud, vol. 4, no. 1, pp. 7–30, 2008.

[40] mohammad ali Sarlak, seyed mehdi Veiseh, Y. Pour ashraf, and H. Mahdizadeh, "Designing the model of Spirituality Based Organization in Higher Education System of Iran," J Public Manag Res, vol. 5, no. 18, pp. 5–24, 2012, DOI: 10.22111/jmr.2013.998 (in Persian).

[41]H. N. Nateri, A. Mehrara, and M. Matani, "Interpretive Structural Modeling of Factors Affecting on the Implementation of Job Rotation Based on the Organization, Methods and Value Chain of National Gas Company of Iran," Iran J Supply Chain Manag, vol. 25, no. 78, pp. 37–46, 2023. DOR: 20.1001.1.20089198.1402.25.78.4.6, (in Persian).

[42]H. Moradi, M. Rabbani, H. Babaei Meybodi, and M. T. Honari, "Sustainable Supplier Selection : A New Integrated Approach of Fuzzy Interpretive Structural Modeling and Dynamic Network Data Envelopment Analysis," Iran J Oper Res, vol. 12, no. 2, pp. 14–36, 2021, https://rb.gy/yhb3yi.

[43]S. Mandal, "Supply and demand effects on supply chain flexibility: An empirical exploration," Knowl Process Manag, vol. 22, no. 3, pp. 206–219, 2015, DOI: 10.1002/kpm.1475.

[44]R. K. Singh, S. Modgil, and P. Acharya, "Identification and causal assessment of supply chain flexibility," Benchmarking An Int J, vol. 27, no. 2, pp. 517–549, 2020, DOI: 10.1108/BIJ-01-2019-0003.

[45]C. M. Karuppan, "Strategies to foster labor flexibility," Int J Product Perform Manag, vol. 53, no. 6, pp. 532–547, 2004, DOI: 10.1108/17410400410556192.

[46]R. Sreedevi and H. Saranga, "Uncertainty and supply chain risk: The moderating role of supply chain flexibility in risk mitigation," Int J Prod Econ, vol. 193, pp. 332–342, 2017, https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.07.024..

[47]R. K. Singh, S. Modgil, and P. Acharya, "Assessment of Supply Chain Flexibility Using System Dynamics Modeling," Glob J Flex Syst Manag, vol. 20, no. 1, pp. 39–63, 2019, DOI:10.1007/s40171-019-00224-7.

[48]A. M. Sánchez and M. P. Pérez, "Supply chain flexibility and firm performance: a conceptual model and empirical study in the automotive industry," Int J Oper Prod Manag, vol. 25, no. 7, pp. 681–700, 2005,DOI: 10.1108/01443570510605090.

[49]K. A. Fantazy and M. Salem, "The value of strategy and flexibility in new product development: The impact on performance," J Enterp Inf Manag, vol. 29, no. 4, pp. 525–548, 2016,DOI: 10.1108/01443570510605090.

[50]A. T. L. Chan, E. W. T. Ngai, and K. K. L. Moon, "The effects of strategic and manufacturing flexibilities and supply chain agility on firm performance in the fashion industry," Eur J Oper Res, vol. 259, no. 2, pp. 486–499, 2017, DOI: 10.1016/j.ejor.2016.11.006.

[51]C. Y. Yi, E. W. T. Ngai, and K. Moon, "Supply chain flexibility in an uncertain environment: exploratory findings from five case studies," Supply Chain Manag An Int J, vol. 16, no. 4, pp. 271–283, 2011.DOI:10.1108/13598541111139080.

Chain: An Integrated ISM-MICMAC Analysis," in *14th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 2024, pp. 1283–1295, DOI: 10.46254/AN14.20240317.

[23]P. Agrawal and R. Narain, "Analysis of enablers for the digitalization of supply chain using an interpretive structural modelling approach," Int J Product Perform Manag, vol. 72, no. 2, pp. 410–439, 2023,DOI: 10.1108/IJPPM-09-2020-0481.

[24]S. Elhidaoui, K. Benhida, S. El Fezazi, S. Kota, and A. Lamalem, "Critical success factors of blockchain adoption in green supply chain management: contribution through an interpretive structural model," Prod Manuf Res, vol. 10, no. 1, pp. 1–23, 2022, DOI: 10.1080/21693277.2021.1990155.

[25]S. Piya, A. Shamsuzzoha, and M. Khadem, "An approach for analysing supply chain complexity drivers through interpretive structural modelling," Int J Logist Res Appl, vol. 23, no. 4, pp. 311–336, 2020,DOI: 10.1080/13675567.2019.1691514.

[26]J. N. Warfield, Science of generic design: managing complexity through systems design. Iowa State Press, 1994.

[27] H. Moradi, H. Babaei Meybodi, M. Rabbani, H. B. Meybodi, and M. Rabbani, "Novel Approaches for Determining Exogenous Weights in Dynamic Networks DEA," *Interdiscip J Manag Stud (Formerly known as Iran J Manag Stud*, vol. 17, no. 1, pp. 259–275, 2024, DOI: 10.22059/ijms.2023.341472.675056.

[28]S. Menon and M. Suresh, "Total interpretive structural modelling: Evolution and applications," in International Conference on Innovative Data Communication Technologies and Application, 2019, pp. 257–265.

[29]U. Awan, A. Kraslawski, and J. Huiskonen, "Understanding influential factors on implementing social sustainability practices in Manufacturing Firms: An interpretive structural modelling (ISM) analysis," in 28th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, 2018, pp. 1039–1048.

[30]S. Yadav and A. Sharma, "Modelling of Enablers for Maintenance Management by ISM Method," Ind Eng Manag, vol. 06, no. 01, 2017, DOI: 10.4172/2169-0316.1000203.

[31]M. S. Amini, K. Kenarkoohi, and T. Mostafa, "Identifying and assessing the risk of Internet startup companies using the Interpretive Structural Modelling (ISM) technique," Adv Stand Appl Sci, vol. 2, no. 2, pp. 50–57, 2024, DOI: 10.22034/asas.2024.447292.1053.

[32]M. R. H. Ardakani, Mohammad Hossein Sarai, M. M. Karimnejad, S. A. Modarressi, and S. Moayedfar, "Interpretive structural modeling of factors affecting the internal development of cities in arid regions (Case study: Ardakan city)," J Appl Res Geogr Sci, vol. 24, no. 75, pp. 465–478, 1403.

[33]M. Bijan, S. Hasani moghadam, and mohammad mehdi Mohtadi, "Interpretive structural modeling of optimal strategic control in institutional universities based on fuzzy technique," Q J Strateg Knowl Interdiscip Stud, vol. 12, no. 48, pp. 141–167, 1401. DOI: 20.1001.1.24234621.1401.12.48.6.0. (in Persian).

[34]B. Singh, "Barriers of supply chain for Industries in Indian scenario: Pandemic Covid-19 impact using ISM approach," J Futur Sustain, vol. 4, no. 4, pp. 179–188, 2024.

[35]M. Attiany, S. Al-Kharabsheh, M. Abed-Qader, S. Al-Hawary, A. Mohammad, and A. Rahamneh, "Barriers to adopt industry 4.0 in supply chains using interpretive structural modeling," Uncertain Supply Chain Manag, vol. 11, no. 1, pp. 299–306, 2023, DOI: 10.5267/j.uscm.2022.9.013.

[36]R. R. Menon and V. Ravi, "Analysis of barriers of sustainable supply chain management in electronics industry: An interpretive structural modelling approach," Clean