Journal of
Improvement Management
Vol.18 No. 2, Summer 2024 (Serial 64)

Designing the Causal Model of Supply Chain Flexibility in the Tile Industry with Fuzzy Delphi and Fuzzy DEMATEL Methods

Fatemeh Hosseinpour[1], Reza Soleymani-Damaneh[2]☎, Mansour Esmaeilzadeh[3]

1. MSc. in Industrial Management, Faculty of Administrative Sciences and Economics, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran.
2. Assistant Prof., Faculty of Administrative Sciences and Economics, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran.
3. Assistant Prof., Faculty of Administrative Sciences and Economics, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran.

Abstract:

In order to survive and respond quickly and efficiently to the challenges of today's dynamic, uncertain and unpredictable environments, flexibility is an undeniable necessity. In order to become a flexible organization, production and internal flexibility alone is not enough and all members of the supply chain must become flexible. It is by increasing supply chain flexibility (SCF) that high levels of performance can be achieved. In the current research, with the aim of better understanding the relationships between the dimensions of supply chain flexibility, the design of the causal model of SCF in the tile industry was discussed. Due to its multi-dimensional nature, 25 dimensions were initially identified by reviewing the research literature. In the next step, using the fuzzy Delphi method, localization of these dimensions was done in the tile industry, and finally 11 dimensions were confirmed. Then, the degree of effectiveness and interaction of these dimensions were calculated using the fuzzy DEMATEL technique. Also, the dimensions of cause and effect were determined and the causal network of relationships between the dimensions was drawn. The results showed that the dimensions of volume, manufacturing and product are the most important dimensions of SCF in the tile industry, which should be considered more than other dimensions. The output of the research gives significant insight to specialists and managers to understand and improve the flexibility of the supply chain.

Keywords: Supply Chain Flexibility, Fuzzy Delphi, Fuzzy DEMATEL, Tile Industry

DOI: 10.22034/jmi.2024.421556.3030

[1]hosseinpourfatemeh9740@gmail.com
[2]☎Corresponding author: r.soleymani@vru.ac.ir
[3]esmailzadeh@vru.ac.ir

دوره ۱۸ شماره ۲(پیاپی ۶۴)
تابستان ۱۴۰۳

نگاشت مدل علّی انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین صنعت کاشی با روش دلفی فازی و دیمتل فازی

نوع مقاله: پژوهشی (تاریخ دریافت: ۲۸ / ۰۷/ ۱۴۰۲ تاریخ پذیرش: ۰۲/ ۰۳/ ۱۴۰۳) صفحات ۱ تا ۲۰

فاطمه حسین‌پور[۱] کارشناسی ارشد، مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، ایران.
رضا سلیمانی دامنه[۲] استادیار، گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، ایران.
منصور اسماعیل‌زاده[۳] استادیار، گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، ایران.

چکیده

جهت بقا و پاسخ سریع و کارآمد به چالش‌های محیط‌های پویا، نامطمئن و غیرقابل پیش‌بینی امروزی، انعطاف‌پذیری یک ضرورت غیرقابل انکار است. برای تبدیل شدن به یک سازمان منعطف، انعطاف‌پذیری تولید و داخلی به تنهایی کافی نیست و همه اعضای زنجیره تامین باید انعطاف‌پذیر شوند. با افزایش انعطاف‌پذیری زنجیره تامین (SCF) است که می‌توان به سطوح بالای عملکرد دست پیدا کرد. در پژوهش حاضر با هدف درک بهتر روابط بین ابعاد انعطاف‌پذیری زنجیره تامین به طراحی مدل علّی SCF در صنعت کاشی پرداخته شد. با توجه به ماهیت چندبعدی آن، در ابتدا با بررسی پیشینه پژوهش ۲۵ بعد شناسایی شد. در مرحله بعد با استفاده از روش دلفی فازی، بومی‌سازی این ابعاد در صنعت کاشی انجام و نهایتا ۱۱ بعد تایید شد. سپس با استفاده از تکنیک دیمتل فازی درجه تاثیرگذاری، تاثیرپذیری و تعامل این ابعاد محاسبه شد. همچنین ابعاد علت و معلول مشخص و شبکه علّی روابط بین ابعاد ترسیم شد. نتایج نشان داد که ابعاد حجم، ساخت و محصول مهم‌ترین ابعاد SCF در صنعت کاشی هستند که باید بیشتر از سایر ابعاد مورد توجه قرار گیرند. خروجی پژوهش بینش قابل توجهی به متخصصان و مدیران جهت درک و ارتقای انعطاف‌پذیری زنجیره تامین می‌دهد.

واژگان کلیدی: انعطاف‌پذیری زنجیره تامین، دلفی فازی، دیمتل فازی، صنعت کاشی.

[۱] hosseinpourfatemeh9740@gmail.com
[۲] ☎مسئول مکاتبات: r.soleymani@vru.ac.ir
[۳] esmailzadeh@vru.ac.ir

۱- مقدمه

محیط‌های کسب و کار فعلی به میزان زیادی نامطمئن، غیرقابل‌پیش‌بینی، رقابتی و در نتیجه پیچیده‌تر شده‌اند. دلیل آن مواجهه سازمان‌ها با انبوهی از عدم‌قطعیت‌ها شامل عدم‌قطعیت‌های سمت تقاضا، عدم‌قطعیت‌های سمت عرضه، عدم‌قطعیت‌های داخلی، اقدامات رقیب، مقررات و سیاست‌های بالادستی و بلایای طبیعی است. در محیط کسب و کار بسیار نامطمئن امروزی، سازمان‌ها باید همواره خود را برای رویارویی با هر احتمالی آماده نگه دارند (Singh & Acharya, 2013). از طرف دیگر تولید معاصر بسیار رقابتی است و به مشتریانی خدمت می‌دهد که به طور فزاینده‌ای محصولات سفارشی شده را در زمان کوتاهی درخواست می‌کنند. بسیاری از شرکت‌هایی که قبلا تنها با اتکا به تولید کم-هزینه و استاندارد موفق بودند، جهت تداوم موفقیت باید انعطاف‌پذیر شوند. بنابراین در پاسخ به چالش‌های محیط‌های متلاطم، پویا، پر از عدم‌قطعیت و غیرقابل‌پیش‌بینی، انعطاف‌پذیری یک قابلیت عملیاتی ضروری جهت کاهش ریسک و کسب مزیت رقابتی است (Huo et al., 2018). انعطاف‌پذیری سازوکار همکاری برای مقابله با عدم‌اطمینان است و به عنوان توانایی تغییر یا واکنش با جریمه اندک در زمان، تلاش، هزینه و عملکرد تعریف شده است (Mandres et al., 2016).

اگر چه تحقیقات در مورد انعطاف‌پذیری قابل توجه و اهمیت آن شناخته‌شده است اما بسیاری از مطالعات بر روی انعطاف‌پذیری درون سازمانی خصوصا سیستم‌های تولیدی متمرکز شده‌اند. انعطاف-پذیری تولید یعنی سرعتی که یک سازمان می‌تواند انواع رویه‌های واقعی و بالقوه را برای افزایش قابلیت پاسخگویی و کنترل خود بر محیط بدون کاهش قابل توجه عملکرد اجرا کند (Bernardes & Hanna, 2009). انعطاف‌پذیری تولید که ماهیت داخلی برای یک شرکت دارد، برای شرکت‌های مدرن که از طریق زنجیره‌های تامین بسیار پیچیده به هم متصل هستند و در شرایط بسیار پرخطر و آشفته کار می‌کنند کافی نیست. با گسترش رقابت بین شرکتی به رقابت بین زنجیره‌ای که در آن شرکای زنجیره تامین برای ارائه ارزش به مشتری نهایی همکاری می‌کنند، مفهوم انعطاف‌پذیری باید از تولید به زنجیره تامین گسترش یابد، چرا که دیگر انعطاف‌پذیری تولید به تنهایی کافی نیست و تلاش‌های متقابل و بین‌سازمانی برای افزایش انعطاف‌پذیری و حذف عدم‌قطعیت‌ها می‌تواند سطح عملکرد موردنیاز برای ایجاد مزیت رقابتی را به وجود آورد (Tiwari et al., 2015; Pujawan, 2004). بنابراین با توجه به عدم‌کفایت انعطاف‌پذیری تولید برای پرداختن به ریسک و عدم‌اطمینان در سطح زنجیره تامین، نیاز به انعطاف‌پذیری زنجیره تامین برای حل چنین چالش‌هایی وجود دارد. انعطاف‌پذیری زنجیره تامین به سرعت زنجیره تامین در پاسخ به تقاضای مشتری و درجه‌ای که می‌تواند سرعت، مقاصد و حجم خود را در پاسخ به تغییرات مختلف بازار تنظیم کند اشاره دارد. انعطاف‌پذیری زنجیره تامین به عنوان توانایی یک شرکت در کنار سایر اعضای زنجیره تامین جهت پاسخگویی به عدم-اطمینان‌ها و انتظارات مشتریان و تضمین جریان روان مواد، اطلاعات، محصولات، خدمات در طول

زنجیره بدون هزینه اضافی، اتلاف زمان و کاهش عملکرد تعریف می‌شود (Blome et al., 2014). انعطاف‌پذیری زنجیره تامین (SCF[1]) را نمی‌توان مانند کالایی از بیرون خرید و اعمال کرد، بلکه باید توجیه، برنامه‌ریزی و با دقت مدیریت شود تا منافع بالقوه آن به طور کامل محقق شود. پژوهش‌های زیادی به منظور ایجاد درک بهتری از چگونگی دستیابی به SCF انجام شده است. با این‌حال پیاده-سازی انعطاف‌پذیری به دلیل چالش‌های متعدد در رابطه با عملیاتی‌سازی آن در سطح زنجیره، کار آسانی نیست (Tiwari et al., 2015). در بین محققان زنجیره تامین، فقدان اجماع در مفهوم‌سازی و تعریف SCF به عنوان یک ساختار متمایز وجود دارد (Jorieke et al., 2016). یکی دیگر از محدودیت-های عمده مطالعات قبلی این است که بیشتر آن‌ها در محدوده یک شرکت واحد انجام شده‌اند، در نتیجه سایر جنبه‌های مهم SCF به ویژه آن‌هایی که مربوط به تامین‌کنندگان بالادستی و توزیع-کنندگان پایین‌دستی هستند را نادیده گرفته‌اند. انعطاف‌پذیری زنجیره تامین یک ساختار چندبعدی دارد. چارچوب چند بعدی آن نشان می‌دهد که اعضای زنجیره تامین ممکن است نیازمند انواع و سطوح مختلفی از انعطاف‌پذیری بر مبنای اهداف راهبردیشان باشند. ابعاد یا انواعی که در یک محیط ضروری هستند، ممکن است در محیطی دیگر به یک اندازه مهم نباشند (Piprani et al., 2022; Chirra & Kumar, 2018). بنابراین از آن‌جا که هر صنعت نیاز خاص خود را دارد، ابعاد انعطاف‌پذیری از یک نوع کسب و کار به نوع دیگر متفاوت است. در این پژوهش به منظور درک، برنامه‌ریزی و مدیریت انعطاف‌پذیری زنجیره تامین به شناسایی، بومی‌سازی و تحلیل روابط علّی ابعاد آن در صنعت کاشی با استفاده از دلفی فازی و دیمتل فازی پرداخته می‌شود. کاشی و سرامیک به عنوان یک صنعت پیشرو در ایران قدمتی تاریخی دارد و یکی از پویاترین و نوآورانه‌ترین صنایع در ایران است که نیازمند حجم بالایی از انعطاف‌پذیری در همه زمینه‌های مدیریتی خصوصا مدیریت زنجیره تامین است. انعطاف-پذیری نه چندان بالای زنجیره‌های تامین شرکت‌های کاشی و سرامیک باعث می‌شود نتوانند به نیازهای بازار به شکل مناسب پاسخ دهند.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

تحقیقات انعطاف‌پذیری تولید دارای حداقل سه دهه سابقه است و حجم وسیعی از مطالعات و پژوهش‌ها در مورد آن انجام شده است. با گذشت زمان تمرکز تحقیقات از دیدگاه داخلی و خاص شرکت به انعطاف‌پذیری بیرونی و مبتنی بر زنجیره تامین تغییر کرد. مطالعه اولیه درباره انعطاف-پذیری زنجیره تامین را می‌توان در پژوهش ویکری و همکاران (۱۹۹۹) یافت که در آن استدلال کرد که SCF باید از دیدگاه یکپارچه و مشتری‌مدار مورد بررسی قرار گیرد. داکلاس و همکاران (۲۰۰۳) بیان کردند که تعریف کامل SCF شامل ابعاد انعطاف‌پذیری موردنیاز همه شرکت‌کنندگان در زنجیره تامین جهت برآورده‌کردن موفقیت‌آمیز تقاضای مشتری می‌شود. آن‌ها یک مدل از انعطاف‌پذیری

[1] Supply Chain Flexibility

زنجیره تامین شامل ۶ بعد را پیشنهاد کردند که توسط لاموس و همکاران (۲۰۰۳) به پنج بعد شامل انعطاف‌پذیری سیستم عملیاتی، فرایندهای لجستیک، شبکه تامین، طراحی سازمانی و سیستم‌های اطلاعاتی کاهش پیدا کرد. یو و همکاران (۲۰۱۲) ابعاد SCF را تجزیه و تحلیل و استدلال کردند که هر شرکت به طور سیستماتیک ابعاد مختلف را تحت شرایط متفاوت متعادل یا ترکیب می‌کند. کانداس و همکاران (۲۰۱۱) انوع مختلف عدم قطعیت‌ها و راهبردهای SCF را مورد بحث قرار دادند. به گفته آن‌ها قبل از تصمیم‌گیری در مورد راهبرد زنجیره تامین، شرکت‌ها باید تجزیه و تحلیل دقیق و جامعی از ویژگی‌ها و ریسک‌های بالقوه در زنجیره تامین خود انجام دهند. کومار و همکاران (۲۰۰۶) چارچوبی را برای پیاده‌سازی و مدیریت انعطاف‌پذیری زنجیره تامین توسعه داد که شامل سه مرحله شناسایی انعطاف‌پذیری موردنیاز، اجرا و تقسیم مسئولیت و بازخور و کنترل می‌شد. تاچیزاوا و تامسن (۲۰۰۷) محرک‌های بالادست و پایین‌دست انعطاف‌پذیری برای زنجیره تامین را شناسایی کردند. محرک‌های پایین‌دستی شامل عدم‌قطعیت برنامه تولید، خرید به‌هنگام، نوسانات تقاضا، دقت پایین پیش‌بینی، فصلی‌بودن تقاضا و کاهش ظرفیت در شرکت کانونی و محرک‌های بالادستی تنها شامل تامین‌کنندگان غیرپاسخگو بود. دلیک و ایرس (۲۰۲۰) یک چارچوب مفهومی را برای تحلیل روابط بین پذیرش انعطاف‌پذیری و عملکرد تولید در زنجیره تامین انجام دادند. آن‌ها مجموعا ۱۲۴ شرکت خودروسازی کوچک و متوسط اروپایی را بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که پذیرش انعطاف-پذیری تاثیر مثبتی بر عملکرد تولید و نهایتا عملکرد زنجیره تامین دارد.

پرز و همکاران (۲۰۱۹) به مرور نظام‌مند انعطاف‌پذیری تولید و انعطاف‌پذیری زنجیره تامین پرداختند. آن‌ها ۲۲۲ مقاله منتشرشده از سال ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۸ با موضوع انعطاف‌پذیری را بررسی کردند. نتایج تحلیل آن‌ها نشان داد که SCF یک موضوع پویا با ساختاری غنی و پیچیده است اما هنوز بالغ نشده و جای مطالعه دارد. آن‌ها یک چارچوب یکپارچه را پیشنهاد کردند که به مدیران کمک می‌کند تا تصمیمات مختلفی را که برای ارتقای انعطاف‌پذیری اتخاذ می‌کنند، پیگیری کنند. مون و همکاران (۲۰۱۲) به توسعه یک ابزار معتبر و قابل اعتماد برای ارزیابی انعطاف‌پذیری زنجیره تامین پرداختند. نتایج تحلیل عاملی تاییدی آن‌ها نشان داد که SCF شامل چهار بعد انعطاف‌پذیری منبع، انعطاف‌پذیری سیستم عامل، انعطاف‌پذیری توزیع و انعطاف‌پذیری سیستم اطلاعاتی است. گوسلینگ و همکاران (۲۰۱۰) نقش SCF را در انتخاب تامین‌کنندگان بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که انعطاف‌پذیری یک عامل کلیدی در انتخاب تامین‌کنندگان است. لیو و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی نقش و اثرات چند بعدی SCF در اتخاذ موفقیت‌آمیز راهبردهای عملیات سبز در صنعت خودرو پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که هر یک از راهبردهای عملیات سبز نیاز به پشتیبانی از ابعاد مختلف SCF دارد. یافته‌های آن‌ها به مدیران کمک می‌کند ارزیابی کنند که کدام ابعاد SCF می‌تواند به طور قابل‌توجهی به تلاش‌های عملیات سبز آن‌ها کمک کند. هیو و همکاران (۲۰۱۸) بررسی کردند که چگونه ابعاد SCF شامل انعطاف‌پذیری داخلی، تامین‌کننده و مشتری، عملکرد عملیاتی و مالی را

از دیدگاه قابلیت سازمانی بهبود می‌بخشد. مدل مفهومی آن‌ها با استفاده از داده‌های جمع‌آوری‌شده از ۲۱۶ شرکت در چین آزمایش شد. یافته‌ها نشان داد که انعطاف‌پذیری مشتری و داخلی به طور مستقیم به عملکرد عملیاتی کمک می‌کند در حالی که انعطاف‌پذیری تامین‌کننده تنها به طور غیرمستقیم از طریق انعطاف‌پذیری داخلی به عملکرد عملیاتی کمک می‌کند. همچنین هیچ یک از ابعاد SCF تاثیر مستقیمی بر عملکرد مالی ندارد. تیواری و همکاران (۲۰۱۵) به مرور جامع SCF و اجرای آن برای کسب مزیت‌های راهبردی پرداختند. آن‌ها ۱۱۰ مقاله شامل انواع مختلف مطالعات SCF اعم از مدل‌های مفهومی و مدل‌های ریاضی را بررسی و کاربردهای آکادمیک و مدیریتی آن‌ها را پیشنهاد کردند. اسریدوی و سارانگا (۲۰۱۷) روابط بین عدم‌قطعیت محیطی و ریسک زنجیره تامین را با در نظر گرفتن نقش تعدیل‌کنندگی SCF با استفاده از مدلسازی معادلات ساختاری بررسی کردند. آن‌ها انواع مناسب انعطاف‌پذیری را برای کاهش سه جنبه اصلی ریسک زنجیره تامین شامل ریسک تامین، ریسک فرایند تولید و ریسک تحویل شناسایی کردند. جدول (۱) خلاصه‌ای از پیشینه پژوهش انعطاف‌پذیری زنجیره تامین را نشان می‌دهد.

جدول ۱. پیشینه پژوهش SCF

نویسندگان	موضوع	جامعه موردمطالعه	تکنیک	ابعاد SCF
آراواتی (۲۰۱۱)	بررسی ارتباط SCM، SCF و عملکرد	شرکت‌های تولیدی از صنایع مختلف	SEM	تولید، حجم، عرضه/محصول جدید
چان و همکاران (۲۰۰۹)	انعطاف‌پذیری و سازگاری در SCs	شرکت عمده‌فروشی مبلمان	مطالعه موردی	کمیت، سررسید، تحویل
چانگ و همکاران (۲۰۰۶)	مشارکت تامین‌کننده و SCF	شرکت‌های تولیدی در صنعت مادربرد	تحلیل مسیر	محصول جدید، حجم، ترکیب-محصول
چیانگ و همکاران (۲۰۱۲)	اثر SCF روی چابکی SC	شرکت‌های تولیدی از صنایع مختلف	PLS	تامین، طراحی محصول، راهبرد، فرایند
چو (۲۰۱۴)	ارزیابی SCF با تصمیم‌گیری گروهی	شرکت‌های تولیدی دوچرخه	دلفی	سیستم عملیاتی، تامین، طراحی سازمان، لجستیک، سیستم اطلاعاتی
گوسلینگ و همکاران (۲۰۱۲)	توسعه یک چارچوب دستیابی به SCF	شرکت‌های ساختمان-سازی	مطالعه موردی	منبع‌گزینی، فروشنده
هارتمن و گراهل (۲۰۱۱)	اثر SCF روی وفاداری مشتری	واحدهای کسب و کار راهبردی	SEM:PLS	تامین‌کننده، لجستیک
جین و همکاران (۲۰۱۴)	رابطه بین قابلیت اشتراک‌گذاری مبتنی بر IT، SCF و عملکرد رقابتی	شرکت‌های تولیدی در بخش‌های مختلف	SEM	توسعه محصول، تولید، لجستیک، تامین‌کنندگان
کیم (۲۰۱۳)	نقش SCF در پیش‌بینی تقاضا	-	شبیه‌سازی	کمیت سفارش
کومار و همکاران (۲۰۰۸)	مدل‌سازی توانمندسازهای SCF	-	ISM	لجستیک، منبع‌گزینی، ساخت، مکان‌یابی
مالهوترا و ماکلپرانگ (۲۰۱۲)	مکمل بودن قابلیت‌های تولید داخلی و SCF	شرکت‌های تولیدی از صنایع مختلف	SEM	تامین‌کننده، ترکیبی، لجستیک، ساخت، اصلاح، محصول جدید

مون و همکاران (۲۰۱۲)	توسعه یک ابزار برای اندازگیری SCF	شرکت‌های نساجی و پوشاک	تحلیل عاملی	منبع‌گزینی، تحویل، سیستم عملیاتی، تولید، سیستم اطلاعاتی، محصول جدید
سینگ و شارما (۲۰۱۳)	اولویت‌بندی گزینه‌ها برای SCF	خودروسازها	مطالعه موردی، ANP	تامین‌کنندگان، ساخت
تام و همکاران (۲۰۱۴)	مطالعه چندلایه SCF	تامین‌کنندگان، تولیدکنندگان و توزیع-کنندگان در صنعت خودرو	مطالعه موردی	محصول جدید، منبع‌گزینی، محصول، تحویل، به تعویق-اندازی، پاسخ، ترکیبی
یی و همکاران (۲۰۱۱)	راهبردهای SCF در محیط‌های نامطمئن	شرکت‌های چینی در صنعت نساجی و پوشاک	مطالعه موردی	منبع‌گزینی، عملیاتی، توزیع، سیستم اطلاعاتی، نیروی کار، سازمانی
لیو و یو (۲۰۱۶)	تناسب و عدم‌تناسب SCF با عدم-اطمینان محیطی	شرکت‌های تولیدی در مناطق در حال توسعه چین	تحلیل عاملی، رگرسیون	توزیع فیزیکی، مدیریت تقاضا
اوبایی و همکاران (۲۰۱۷)	بهبود SCF با قابلیت‌های رابطه‌ای خریدار-تامین‌کننده	فروشگاه‌های خرده‌فروشی	SEM	پیکربندی، برنامه‌ریزی و کنترل
پلگرینو و همکاران (۲۰۲۳)	کاهش ریسک بیرونی با SCF	شرکت‌های موادغذایی، سیستم‌های تهویه، خودرو	مطالعه موردی، شبیه‌سازی	منبع‌گزینی، تامین
الوگلا و همکاران (۲۰۲۱)	اثر تولید اضافی بر SCF	تولیدکننده اتصالات لوله	مطالعه موردی	حجم، مخلوط، تحویل، محصول جدید
جعفری و همکاران (۲۰۲۲)	ارتباط بین SCF و مسئولیت‌پذیری	تولیدکنندگان سوئدی از صنایع مختلف	SEM	تامین، داخلی، توزیع
دلیک و ایبرس (۲۰۲۰)	تحلیل رابطه تولید اضافی و SCF و عملکرد	خودروسازان اروپایی	PLS	تولید، به تعویق‌اندازی و منبع-گزینی
بیورین و همکاران (۲۰۲۱)	بهبود SCF با دوسوتوانی IT	شرکت‌های تولیدی اسپانیایی	رگرسیون سلسله-مراتبی	منبع‌گزینی، سیستم عملیاتی، توزیع، سیستم اطلاعاتی
سینگ و همکاران (۲۰۱۹)	ارزیابی SCF با پویایی سیستم	شرکت‌های صابون‌سازی	SD	محصول، محصول جدید، عرضه، ساخت، توزیع، مدیریت تقاضا، گسترش، فرایند
سینگ و همکاران (۲۰۲۰)	اندازه‌گیری SCF	شرکت‌های صابون‌سازی	DEMATEL	محصول، توزیع، مدیریت تقاضا، حجم، هماهنگی، فرایند، گسترش

۳- روش‌شناسی

پژوهش حاضر از حیث هدف توسعه‌ای-کاربردی، از نظر ماهیت توصیفی و از نظر گردآوری اطلاعات پیمایشی است. جامعه آماری پژوهش، خبرگان صنعت کاشی و سرامیک بودند که نمونه‌ای متشکل از ۱۲ نفر به صورت هدفمند و با استفاده از روش نمونه‌گیری غیراحتمالی و گلوله‌برفی انتخاب شد. روش گردآوری اطلاعات به صورت کتابخانه‌ای–میدانی با استفاده از اینترنت، مطالعه کتب، مقالات، مصاحبه با افراد خبره و همچنین استفاده از پرسش‌نامه استاندارد در هر یک از فرایندهای دلفی فازی و دیمتل فازی بود. جهت پاسخ‌دهی به پرسش‌های پژوهش (ابعاد انعطاف‌پذیری زنجیر تامین در صنعت کاشی و سرامیک کدامند؟ میزان تاثیرگذاری، تاثیرپذیری و قدرت تعامل هر بعد

چقدر است؟ مدل روابط علّی میان آن‌ها چگونه است؟) از روش‌های دلفی فازی و دیمتل فازی استفاده شد. پژوهش در سه مرحله شناسایی ابعاد، بومی‌سازی آن‌ها در صنعت کاشی و تحلیل روابط علّی میان آن‌ها انجام شد.

۳-۱- دلفی فازی

این روش ترکیبی از روش دلفی و تئوری مجموعه‌های فازی است که اولین بار توسط ایشیکاوا و همکاران (۱۹۹۳) مطرح شد. دلفی فازی تصمیم‌گیری را در شرایط عدم‌اطمینان محیطی آسان می‌کند و باعث صرفه‌جویی در هزینه و زمان می‌شود. در این روش با استفاده از متغیرهای زبانی و اعداد فازی مثلثی نظرات خبرگان جمع‌آوری می‌شود. اهمیت معیار b توسط خبره a به صورت $j=\left(x_{ab};y_{ab};z_{ab}\right), a=1,2,3,\ldots,n; b=1,2,3,\ldots,m$ ارزیابی می‌شود. سپس وزن معیار b می‌شود:

$$j_b=\left(x_b;y_b;z_b\right)$$

$$x_b=\min\left(x_{ab}\right), y_b=\left(\prod_1^n y_{ab}\right)^{\frac{1}{n}}, z_b=\max\left(z_{ab}\right)$$

برای محاسبه مقدار ترکیب محدب (D_b) معادلات زیر توسط بوی و همکاران (۲۰۲۰) پیشنهاد شد:

$$u_b=z_b-\alpha\left(z_b-y_b\right), l_b=x_b-\alpha\left(y_b-x_b\right), \forall b=1,2,3,\ldots,m$$

$$D_b=\delta\left[u_b+(1-\delta)l_b\right], \forall b=1,2,3,\ldots,m$$

برش α بر مبنای ادراک مثبت یا منفی خبرگان مقداری بین ۰ تا ۱ می‌گیرد. δ برای توصیف سطح خوش‌بینی تصمیم‌گیرنده استفاده می‌شود. در شرایط عادی برای α و δ مقدار ۰/۵ در نظر گرفته می‌شود. سپس حد آستانه جهت غربال معیارها با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\gamma=\sum_{b=1}^{m}\left(\frac{D_b}{m}\right)$$

معیارهایی که مقدار D آن‌ها از حد آستانه بیشتر یا مساوی باشد پذیرفته و مابقی رد می‌شوند.

۳-۲- دیمتل فازی

دیمتل یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر تئوری گراف است که برای ساختاردهی به عوامل پیچیده در قالب گروه‌های علت و معلولی مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به

اینکه در این روش از نظر خبرگان استفاده می‌شود و این نظرات اغلب غیرشفاف است، پیشنهاد شده که از روش دیمتل فازی جهت رفع ابهام استفاده شود. مراحل این روش به شرح زیر است (Wu & Lee, 2007):

گام (۱): تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم فازی. در این مرحله از خبرگان خواسته می‌شود تا معیارها (ابعاد) را به صورت زوجی و بر حسب میزان تاثیرشان بر یکدیگر مقایسه کنند. سپس با استفاده از میانگین حسابی ساده، نظر خبرگان تجمیع و ماتریس ارتباط مستقیم تشکیل می‌شود.

گام (۲). نرمال‌سازی ماتریس فازی ارتباط مستقیم.

گام (۳). محاسبه ماتریس فازی ارتباط کامل.

گام (۴). فازی‌زدایی مقادیر ماتریس ارتباط کامل. برای فازی‌زدایی از روش CFCS[1] اپریکویچ و زنگ[2] (۲۰۰۳) استفاده شد چرا که این روش مقدار قطعی (Crisp Value) بهتری به نسبت سایر روش‌ها می‌دهد. مراحل این روش به صورت زیر است. ۱. نرمال‌سازی:

$$l_{ij}^{n} = \frac{\left(l_{ij}^{t} - \min l_{ij}^{t}\right)}{\Delta_{min}^{max}}$$

$$m_{ij}^{n} = \frac{(m_{ij}^{t} - min\ l_{ij}^{t})}{\Delta_{min}^{max}}$$

$$u_{ij}^{n} = \frac{(u_{ij}^{t} - min\ l_{ij}^{t})}{\Delta_{min}^{max}}$$

به طوری که:

$$\Delta_{min}^{max} = \max u_{ij}^{t} - \min l_{ij}^{t}$$

۲. محاسبه کران بالا و پایین مقادیر نرمال‌شده:

$$l_{ij}^{s} = {m_{ij}^{n}}\Big/{(1 + m_{ij}^{n} - l_{ij}^{n})}$$

$$u_{ij}^{s} = {u_{ij}^{n}}\Big/{(1 + u_{ij}^{n} - l_{ij}^{n})}$$

۳. محاسبه مقادیر قطعی نرمال شده کل:

$$x_{ij} = \frac{[l_{ij}^{s}(1 - l_{ij}^{s}) + u_{ij}^{s} \times u_{ij}^{s}]}{[1 - l_{ij}^{s} + u_{ij}^{s}]}$$

خروجی الگوریتم CFCS یک ماتریس با مقادیر قطعی است.

گام (۵). محاسبه حد آستانه. مقادیر ماتریس ارتباط کامل قطعی شده که کمتر از میانگین ماتریس ارتباط کامل باشند، شناسایی و صفر می شوند.

[1] Converting Fuzzy data into Crisp Scores
[2] Opricovic & Tzeng

گام (۶). خروجی نهایی و ایجاد نمودار علّی. مجموع سطرها (D) و ستون‌ها (R) محاسبه و با استفاده از آن‌ها میزان تعامل و قدرت تاثیرگذاری عوامل به دست می‌آید.

۳-۳- شناسایی ابعاد

با جستجوی کلیدواژه‌های مرتبط و بررسی جامع پیشینه پژوهش ۱۳۳ بعد برای SCF شناسایی شد. با رسم نمودار فراوانی استفاده از آن‌ها درمقالات پیشینه در نهایت ۲۵ بعد که فراوانی آن‌ها بیشتر از ۴ (نقطه شکست نمودار) بود، مورد استفاده قرار گرفت. جدول (۲) این ابعاد را به همراه تعریف و برخی منابع آن‌ها نشان می‌دهد.

جدول ۲: ابعاد شناسایی شده از پیشینه پژوهش

ابعاد	تعریف	منبع
انعطاف‌پذیری منبع‌گزینی	توانایی داشتن چندین تامین‌کننده مطمئن و قابل اعتماد برای هر یک از مواد موردنیاز	Singh & Acharya (2013); Pujawan (2004); Kumar et al. (2006); Yi et al. (2011); Sanchez & Perez (2005)
انعطاف‌پذیری توزیع	داشتن چندین شبکه توزیع قوی جهت دسترسی گسترده به محصولات	Singh & Acharya (2013); Vickery et al. (1999); Yi et al. (2011); Singh et al. (2019); Singh et al. (2020)
انعطاف‌پذیری سیستم اطلاعاتی	توانایی سیستم اطلاعاتی جهت هماهنگ‌کردن فعالیت‌های اعضای زنجیره تامین برای پاسخ به تغییرات تقاضای مشتریان	Chirra & Kumar (2018); Duclos et al. (2003); Lummus et al. (2003); Kumar et al. (2008); Stevenson & Spring (2007); Fantazy et al. (2009)
انعطاف‌پذیری تأمین-کنندگان	داشتن تامین‌کنندگان دارای قابلیت انطباق با تغییرات در طراحی، حجم و زمان	Huo et al., 2018; Piprani et al. (2022); Duclos et al. (2003); Lummus et al. (2003); Jin et al. (2014); Singh & Sharma (2013)
انعطاف‌پذیری حجم	توانایی پاسخ به مقادیر مختلف سفارش (پاسخ به نوسانات تقاضا)	Singh & Acharya (2013); Vickery et al. (1999); Kumar et al. (2008); Singh et al. (2020); Liu et al. (2019)
انعطاف‌پذیری ساخت	توانایی تغییر سریع و با حداقل هزینه سطوح تولید و ساخت فوری و زیاد محصولات جدید	Singh & Acharya (2013); Chirra & Kumar (2018); Yu et al. (2012); Kumar et al. (2008); Singh et al. (2019); Singh & Sharma (2013)
انعطاف‌پذیری حمل و نقل	توانایی انتقال محصولات در بین مکان‌های ذخیره‌سازی	Singh & Acharya (2013); Sanchez & Perez (2005); Naim et al. (2006); Naim et al. (2010); Singh & Acharya (2014)
انعطاف‌پذیری ترکیبی	توانایی یک شرکت در تولید اقتصادی و موثر طیف گسترده‌ای از محصولات	Thome et al. (2014); Liu et al. (2019); Naim et al. (2006); Naim et al. (2010); Malhotra & Mackelprang (2012)
انعطاف‌پذیری تحویل	توانایی تحویل محصول مطابق با خواسته مشتری و تنظیم زمان تحویل بر اساس آن	Pujawan (2004); Kumar et al. (2006); Stevenson & Spring (2007); Thome et al. (2014); Naim et al. (2010); Sanchez & Perez (2005)
انعطاف‌پذیری لجستیک	توانایی دریافت و تحویل کارآمد و مقرون به صرفه محصولات برای رفع نیازهای تولید	Piprani et al. (2022); Duclos et al. (2003); Lummus et al. (2003); Kumar et al. (2008); Malhotra & Mackelprang (2012)
انعطاف‌پذیری محصول	توانایی اداره سفارشات سخت، ویژه و غیراستاندارد مشتریان خاص	Singh & Acharya (2013); Kumar et al. (2006); Vickery et al. (1999); Stevenson & Spring (2007); Singh et al. (2019); Singh et al. (2020)
انعطاف‌پذیری ماشین	توانایی یک ماشین برای انجام وظایف متنوع	Singh & Acharya (2013); Stevenson & Spring (2007); Naim et al. (2010); Mohamed et al. (2001)
انعطاف‌پذیری عرضه	توانایی معرفی سریع بسیاری از محصولات جدید	Singh & Acharya (2013); Vickery et al. (1999); Sanchez & Perez (2005); Singh et al. (2019); Singh & Acharya (2014)
انعطاف‌پذیری مدیریت تقاضا	توانایی افزایش پاسخگویی زنجیره تامین با برآوردن نیازهای مختلف مشتری	Singh & Acharya (2013); Yu et al. (2012); Singh et al. (2019); Singh et al. (2020); Singh & Acharya (2014)
انعطاف‌پذیری هماهنگی	توانایی توسعه فرایندهای مدیریت رابطه بین اعضای زنجیره تامین به منظور افزایش هم‌افزایی	Singh & Acharya (2013); Yu et al. (2012); Stevenson & Spring (2007); Singh et al. (2020); Singh & Acharya (2014)
انعطاف‌پذیری پاسخ به بازار	توانایی پاسخ به نیازهای بازار هدف	Kumar et al. (2006); Vickery et al. (1999); Duclos et al. (2003); Sanchez & Perez (2005); Singh et al. (2019)
انعطاف‌پذیری فرآیند	توانایی تولید محصولات چندگانه از یک فرایند	Singh & Acharya (2013); Stevenson & Spring (2007); Singh et al. (2019); Singh et al. (2020)
انعطاف‌پذیری گسترش	توانایی توسعه عمودی یا افقی	Singh & Acharya (2013); Stevenson & Spring (2007); Singh et al. (2019); Singh et al. (2020); Singh & Acharya (2014)

ابعاد	تعریف	منبع
انعطاف‌پذیری نیروی کار	توانایی انجام وظایف مختلف توسط اپراتور	Singh & Acharya (2013); Chirra & Kumar (2018); Yi et al. (2011); Stevenson & Spring (2007)
انعطاف‌پذیری مسیریابی	توانایی پردازش یک قطعه از طریق مسیرهای مختلف	Singh & Acharya (2013); Sanchez & Perez (2005); Kumar et al. (2008); Stevenson & Spring (2007); Naim et al. (2010)
انعطاف‌پذیری عملیاتی	توانایی تولید یک محصول از راه‌های مختلف	Singh & Acharya (2013); Duclos et al. (2003); Lummus et al. (2003); Yi et al. (2011); Stevenson & Spring (2007)
انعطاف‌پذیری به تعویق اندازی	توانایی حفظ محصول به شکل اصلی خود تا زمان تحویل	Singh & Acharya (2013); Sanchez & Perez (2005); Thome et al. (2014); Delic & Eyers (2020)
انعطاف‌پذیری محصول جدید	توانایی آوردن محصولات جدید به بازار	Singh & Acharya (2013); Pujawan (2004); Kumar et al. (2006); Singh et al. (2019); Liu et al. (2019); Malhotra & Mackelprang (2012)
انعطاف‌پذیری تولید	توانایی تولید محصولات با ویژگی‌ها، اندازه‌ها و رنگ‌های متفاوت و متنوع	Pujawan (2004); Piprani et al. (2022); Yu et al. (2012); Jin et al. (2014); Stevenson & Spring (2007); Mohamed et al. (2001)
انعطاف‌پذیری سازمانی	توانایی هماهنگی مهارت‌های نیروی کار جهت برآوردن نیازهای مشتریان	Chirra & Kumar (2018); Duclos et al. (2003); Lummus et al. (2003); Yi et al. (2011)

۴- یافته‌ها

تحلیل داده‌ها طی دو مرحله انجام شد. در مرحله اول با نظرخواهی از ۱۲ خبره صنعت کاشی و انجام مراحل دلفی فازی، بومی‌سازی ابعاد در صنعت کاشی انجام شد. جدول (۳) مقادیر L، U و D حاصل از دلفی فازی را برای ۲۵ بعد SCF نشان می‌دهد. با توجه به اینکه مقدار حد آستانه ۰/۳۳ شد، ابعاد با مقادیر D بیشتر از آن تایید (۱۱ بعد) و مابقی (۱۴بعد) رد شدند.

جدول ۳: نتایج روش دلفی فازی

ابعاد	L	U	D	وضعیت	نماد
انعطاف‌پذیری منبع‌گزینی	۰/۲۸	۰/۹۶	۰/۵۵	تایید	SCF1
انعطاف‌پذیری توزیع	۰/۰۹	۰/۷۸	۰/۴۱	تایید	SCF2
انعطاف‌پذیری سیستم اطلاعاتی	-۰/۲۱	۰/۷۱	۰/۳۰	عدم تایید	
انعطاف‌پذیری تأمین‌کنندگان	۰	۰/۵۰	۰/۲۵	عدم تایید	
انعطاف‌پذیری حجم	۰/۲۶	۰/۹۸	۰/۵۵	تایید	SCF3
انعطاف‌پذیری ساخت	۰	۰/۸۷	۰/۴۳	تایید	SCF4
انعطاف‌پذیری حمل و نقل	-۰/۲۵	۰/۷۵	۰/۳۱	عدم تایید	
انعطاف‌پذیری ترکیبی	۰	۰/۵۰	۰/۲۵	عدم تایید	
انعطاف‌پذیری تحویل	۰/۱۲	۰/۶۲	۰/۳۴	تایید	SCF5
انعطاف‌پذیری لجستیک	۰	۰/۵۰	۰/۲۵	عدم تایید	
انعطاف‌پذیری محصول	۰/۰۲	۰/۸۵	۰/۴۳	تایید	SCF6
انعطاف‌پذیری ماشین	۰	۰/۵۰	۰/۲۵	عدم تایید	
انعطاف‌پذیری عرضه	۰	۰/۳۷	۰/۱۸	عدم تایید	
انعطاف‌پذیری مدیریت	۰/۰۲	۰/۸۴	۰/۴۳	تایید	SCF7

ابعاد	L	U	D	وضعیت	نماد
تقاضا					
انعطاف‌پذیری هماهنگی	۰	۰/۵۰	۰/۲۵	عدم تایید	
انعطاف‌پذیری پاسخ به بازار	-۰/۰۲	۰/۹۰	۰/۴۴	تایید	SCF8
انعطاف‌پذیری فرآیند	-۰/۰۱	۰/۸۹	۰/۴۴	تایید	SCF9
انعطاف‌پذیری گسترش	۰	۰/۵۰	۰/۲۵	عدم تایید	
انعطاف‌پذیری نیروی کار	۰	۰/۳۷	۰/۱۸	عدم تایید	
انعطاف‌پذیری مسیریابی	۰	۰/۵۰	۰/۲۵	عدم تایید	
انعطاف‌پذیری عملیاتی	۰	۰/۳۷	۰/۱۸	عدم تایید	
انعطاف‌پذیری به تعویق اندازی	۰	۰/۵۰	۰/۲۵	عدم تایید	
انعطاف‌پذیری محصول جدید	۰	۰/۸۶	۰/۴۳	تایید	SCF10
انعطاف‌پذیری تولید	۰/۰۳	۰/۸۴	۰/۴۲	تایید	SCF11
انعطاف‌پذیری سازمانی	۰	۰/۳۷	۰/۱۸	عدم تایید	

در مرحله بعد ۱۱ بعد تاییدشده از دلفی فازی وارد مرحله دیمتل فازی جهت تعیین روابط علّی شدند. در این مرحله با استفاده از نظرات ۱۰ خبره از میان ۱۲ خبره مرحله قبلی (۲ نفر برای تکمیل پرسشنامه دیمتل همکاری نکردند) تاثیر هر بعد بر بعد دیگر مشخص و با میانگین‌گیری از نظرات خبرگان، ماتریس ارتباط مستقیم فازی اولیه تشکیل شد. سپس ماتریس ارتباط مستقیم فازی نرمال شده (جدول ۴) و ماتریس ارتباط کامل فازی (جدول۵) محاسبه شد.

جدول ۴: ماتریس ارتباط مستقیم فازی نرمال‌شده

	SCF1	SCF2	SCF3	SCF4	SCF5	SCF6	SCF7	SCF8	SCF9	SCF10	SCF11
SCF1	(0.000,0.000, 0.000)	(0.019,0.033, 0.055)	(0.069,0.095, 0.102)	(0.064,0.090, 0.100)	(0.012,0.029, 0.052)	(0.050,0.076, 0.097)	(0.036,0.062, 0.083)	(0.050,0.076, 0.097)	(0.026,0.052, 0.076)	(0.055,0.081, 0.102)	(0.057,0.083, 0.104)
SCF2	(0.007,0.019 ,0.043)	(0.000,0.000, 0.000)	(0.059,0.085 ,0.104)	(0.059,0.085, 0.102)	(0.062,0.088, 0.100)	(0.050,0.076, 0.095)	(0.043,0.069, 0.083)	(0.017,0.040, 0.064)	(0.052,0.078, 0.100)	(0.043,0.066, 0.088)	(0.007,0.031, 0.057)
SCF3	(0.055,0.081, 0.100)	(0.052,0.078, 0.100)	(0.000,0.000, 0.000)	(0.057,0.083, 0.100)	(0.055,0.081, 0.100)	(0.050,0.076, 0.095)	(0.059,0.085, 0.095)	(0.050,0.076, 0.095)	(0.064,0.088, 0.095)	(0.043,0.069, 0.088)	(0.029,0.055, 0.081)
SCF4	(0.062,0.088, 0.100)	(0.059,0.085, 0.100)	(0.055,0.081, 0.100)	(0.000,0.000, 0.000)	(0.059,0.085, 0.097)	(0.040,0.066, 0.090)	(0.057,0.081, 0.097)	(0.062,0.088, 0.100)	(0.057,0.083, 0.100)	(0.031,0.057, 0.081)	(0.043,0.069, 0.093)
SCF5	(0.017,0.043, 0.066)	(0.064,0.090, 0.100)	(0.050,0.076, 0.097)	(0.055,0.081, 0.100)	(0.000,0.000, 0.000)	(0.048,0.071, 0.088)	(0.057,0.081, 0.095)	(0.048,0.074, 0.095)	(0.057,0.081, 0.095)	(0.048,0.074, 0.095)	(0.050,0.076, 0.097)
SCF6	(0.057,0.083, 0.102)	(0.045,0.071, 0.093)	(0.064,0.090, 0.102)	(0.059,0.085, 0.100)	(0.062,0.088, 0.102)	(0.000,0.000, 0.000)	(0.045,0.071, 0.095)	(0.031,0.057, 0.083)	(0.050,0.074, 0.088)	(0.038,0.064, 0.088)	(0.055,0.081, 0.100)
SCF7	(0.043,0.069, 0.095)	(0.038,0.064, 0.081)	(0.052,0.078, 0.097)	(0.045,0.069, 0.088)	(0.057,0.083, 0.097)	(0.062,0.088, 0.100)	(0.000,0.000, 0.000)	(0.048,0.071, 0.093)	(0.052,0.078, 0.095)	(0.031,0.057, 0.078)	(0.031,0.055, 0.078)
SCF8	(0.014,0.038 ,0.062)	(0.040,0.066, 0.088)	(0.055,0.081, 0.100)	(0.064,0.090, 0.100)	(0.076,0.102 ,0.104)	(0.055,0.081, 0.102)	(0.064,0.090, 0.100)	(0.000,0.000, 0.000)	(0.062,0.088, 0.102)	(0.019,0.043, 0.069)	(0.043,0.069, 0.090)
SCF9	(0.036,0.062, 0.083)	(0.033,0.059, 0.085)	(0.055,0.081, 0.100)	(0.057,0.083, 0.097)	(0.012,0.038, 0.064)	(0.045,0.069, 0.093)	(0.064,0.090, 0.104)	(0.045,0.071, 0.095)	(0.000,0.000, 0.000)	(0.040,0.066, 0.090)	(0.045,0.071, 0.090)

	SCF1	SCF2	SCF3	SCF4	SCF5	SCF6	SCF7	SCF8	SCF9	SCF10	SCF11
SCF10	(0.055,0.081, 0.100)	(0.040,0.066, 0.088)	(0.057,0.083, 0.097)	(0.045,0.071, 0.093)	(0.033,0.059, 0.085)	(0.031,0.057, 0.083)	(0.031,0.055, 0.076)	(0.059,0.085, 0.102)	(0.024,0.048, 0.074)	(0.000,0.000, 0.000)	(0.036,0.062, 0.085)
SCF11	(0.050,0.076, 0.097)	(0.059,0.085, 0.097)	(0.059,0.085, 0.100)	(0.055,0.081, 0.100)	(0.048,0.074, 0.097)	(0.050,0.076, 0.097)	(0.048,0.074, 0.095)	(0.045,0.069, 0.090)	(0.057,0.083, 0.095)	(0.033,0.059, 0.085)	(0.000,0.000, 0.000)

جدول ۵: ماتریس ارتباط کامل فازی

	SCF1	SCF2	SCF3	SCF4	SCF5	SCF6	SCF7	SCF8	SCF9	SCF10	SCF11
SCF1	(0.034,0.153, 0.807)	(0.056,0.197, 0.891)	(0.110,0.279, 1.026)	(0.105,0.272, 1.006)	(0.052,0.200, 0.902)	(0.086,0.242, 0.972)	(0.075,0.235, 0.947)	(0.085,0.237, 0.950)	(0.066,0.226, 0.937)	(0.082,0.223, 0.908)	(0.086,0.230, 0.922)
SCF2	(0.038,0.163, 0.818)	(0.034,0.156, 0.809)	(0.097,0.259, 0.994)	(0.096,0.256, 0.974)	(0.094,0.243, 0.911)	(0.082,0.232, 0.937)	(0.078,0.232, 0.915)	(0.050,0.195, 0.890)	(0.087,0.239, 0.926)	(0.069,0.203, 0.867)	(0.036,0.174, 0.851)
SCF3	(0.088,0.243, 0.958)	(0.091,0.256, 0.994)	(0.052,0.215, 1.006)	(0.105,0.288, 1.077)	(0.096,0.265, 1.008)	(0.092,0.263, 1.038)	(0.103,0.277, 1.025)	(0.089,0.256, 1.014)	(0.107,0.278, 1.020)	(0.076,0.232, 0.960)	(0.065,0.223, 0.966)
SCF4	(0.095,0.251, 0.966)	(0.099,0.265, 1.003)	(0.105,0.293, 1.107)	(0.053,0.215, 0.996)	(0.101,0.272, 1.015)	(0.085,0.257, 1.044)	(0.102,0.276, 1.036)	(0.101,0.268, 1.027)	(0.102,0.277, 1.034)	(0.066,0.224, 0.963)	(0.078,0.237, 0.985)
SCF5	(0.052,0.205, 0.915)	(0.102,0.262, 0.980)	(0.097,0.279, 1.078)	(0.101,0.280, 1.060)	(0.043,0.186, 0.902)	(0.088,0.253, 1.016)	(0.099,0.267, 1.009)	(0.085,0.248, 0.998)	(0.099,0.267, 1.005)	(0.079,0.230, 0.951)	(0.082,0.235, 0.964)
SCF6	(0.091,0.245, 0.965)	(0.085,0.250, 0.994)	(0.112,0.297, 1.104)	(0.107,0.289, 1.083)	(0.102,0.270, 1.015)	(0.044,0.191, 0.957)	(0.090,0.264, 1.030)	(0.072,0.238, 1.010)	(0.094,0.265, 1.020)	(0.072,0.227, 0.965)	(0.088,0.245, 0.987)
SCF7	(0.074,0.221, 0.918)	(0.075,0.232, 0.940)	(0.097,0.273, 1.052)	(0.090,0.262, 1.026)	(0.094,0.254, 0.967)	(0.098,0.260, 1.002)	(0.043,0.185, 0.898)	(0.083,0.239, 0.973)	(0.092,0.256, 0.981)	(0.062,0.210, 0.915)	(0.063,0.211, 0.927)
SCF8	(0.050,0.202, 0.903)	(0.081,0.244, 0.962)	(0.102,0.285, 1.070)	(0.110,0.290, 1.051)	(0.115,0.281, 0.989)	(0.095,0.263, 1.019)	(0.107,0.278, 1.004)	(0.041,0.181, 0.903)	(0.105,0.275, 1.002)	(0.053,0.205, 0.921)	(0.076,0.231, 0.951)
SCF9	(0.067,0.212, 0.908)	(0.068,0.222, 0.944)	(0.096,0.270, 1.054)	(0.097,0.268, 1.033)	(0.051,0.211, 0.939)	(0.081,0.238, 0.996)	(0.101,0.263, 0.993)	(0.079,0.234, 0.975)	(0.040,0.179, 0.894)	(0.068,0.213, 0.924)	(0.074,0.221, 0.936)
SCF10	(0.082,0.222, 0.904)	(0.073,0.223, 0.928)	(0.096,0.265, 1.033)	(0.085,0.252, 1.010)	(0.069,0.223, 0.939)	(0.066,0.222, 0.969)	(0.068,0.225, 0.950)	(0.091,0.241, 0.963)	(0.061,0.218, 0.945)	(0.028,0.146, 0.825)	(0.064,0.207, 0.915)
SCF11	(0.084,0.237, 0.963)	(0.097,0.261, 1.000)	(0.108,0.292, 1.105)	(0.102,0.284, 1.085)	(0.089,0.257, 1.013)	(0.091,0.261, 1.048)	(0.092,0.265, 1.032)	(0.084,0.247, 1.018)	(0.100,0.272, 1.028)	(0.067,0.222, 0.965)	(0.036,0.169, 0.899)

در گام بعدی با فازی‌زدایی به روش تبدیل اعداد فازی به امتیازهای قطعی (CFCS[1]) ماتریس ارتباط کامل قطعی بدست آمد. جدول (۶) ماتریس ارتباط کامل که مقادیر کمتر از حد آستانه (TS=0.356) حذف شده است را نشان می دهد. بر اساس این جدول روابط علّی معلولی بین عناصر ترسیم شد.

جدول ۶: ماتریس الگوی روابط معنی‌دار

	SCF1	SCF2	SCF3	SCF4	SCF5	SCF6	SCF7	SCF8	SCF9	SCF10	SCF11
SCF1	۰	۰	۰/۳۹۷	۰/۳۸۸	۰	۰/۳۵۹	۰	۰	۰	۰	۰
SCF2	۰	۰	0.377	۰/۳۷۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
SCF3	۰	۰/۳۷	۰	۰/۴۰۹	۰/۳۷۹	۰/۳۸۳	۰/۳۹۱	۰/۳۷۴	۰/۳۹۲	۰	۰
SCF4	۰/۳۶۱	۰/۳۷۸	۰/۴۱۸	۰	۰/۳۸۶	۰/۳۸	۰/۳۹۲	۰/۳۸۵	۰/۳۹۲	۰	۰
SCF5	۰	۰/۳۷۳	۰/۴۰۳	۰/۴۰۱	۰	۰/۳۷۳	۰/۳۸۲	۰/۳۶۶	۰/۳۸۱	۰	۰
SCF6	۰/۳۵۷	۰/۳۶۵	۰/۴۲۱	۰/۴۱۱	۰/۳۸۴	۰	۰/۳۸۲	۰/۳۵۹	۰/۳۸۱	۰	۰/۳۶
SCF7	۰	۰	۰/۳۹۵	۰/۳۸۲	۰/۳۶۶	۰/۳۷۷	۰	۰	۰/۳۷	۰	۰

[1] Converting Fuzzy data into Crisp Scores

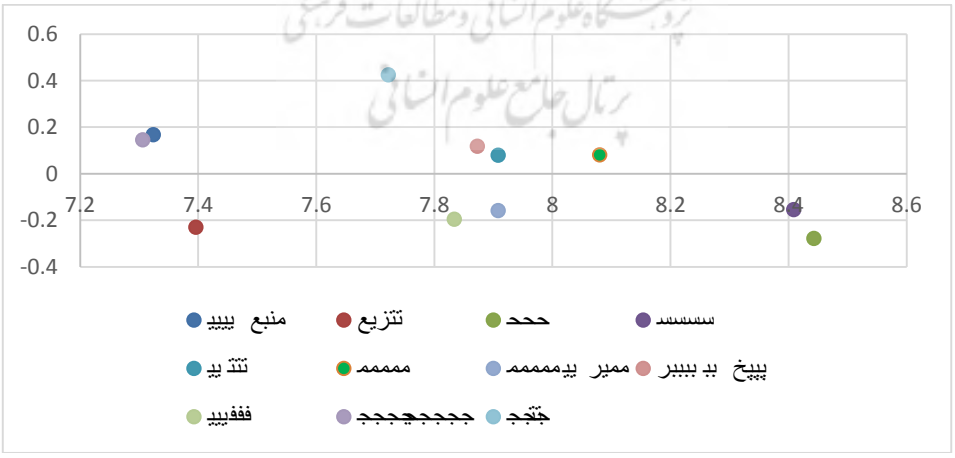
SCF8	۰	۰	۰/۴۰۶	۰/۴۰۷	۰/۳۹	۰/۳۸۱	۰/۳۹	۰	۰/۳۸۷	۰	۰
SCF9	۰	۰	۰/۳۹۳	۰/۳۸۹	۰	۰/۳۵۹	۰/۳۷۷	۰	۰	۰	۰
SCF10	۰	۰	۰/۳۸۷	۰/۳۷۳	۰	۰	۰	۰/۳۵۷	۰	۰	۰
SCF11	۰	۰/۳۷۵	۰/۴۱۷	۰/۴۰۷	۰/۳۷۴	۰/۳۸۳	۰/۳۸۳	۰/۳۶۸	۰/۳۸۸	۰	۰

جدول (۷) میزان تاثیرگذاری هر بعد بر سایر ابعاد(R)، درجه تاثیرپذیری هر بعد از سایر ابعاد (D)، میزان تعامل (D+R) و قدرت تاثیرگذاری خالص (D-R) هر بعد را نشان می‌دهد.

جدول ۷: میزان تاثیرگذاری ابعاد SCF

	R	D	D+R	D-R
منبع یابی	۳/۵۷۹	۳/۷۴۵	۷/۳۲۴	۰/۱۶۷
توزیع	۳/۸۱۳	۳/۵۸۳	۷/۳۹۶	-۰/۲۳
حجم	۴/۳۶	۴/۰۸۲	۸/۴۴۳	-۰/۲۷۸
ساخت	۴/۲۸۱	۴/۱۲۸	۸/۴۰۹	-۰/۱۵۴
تحویل	۳/۹۱۴	۳/۹۹۴	۷/۹۰۸	۰/۰۸
محصول	۴	۴/۰۸۱	۸/۰۸	۰/۰۸۱
مدیریت تقاضا	۴/۰۳۳	۳/۸۷۴	۷/۹۰۸	-۰/۱۵۹
پاسخ به بازار	۳/۸۷۸	۳/۹۹۶	۷/۸۷۳	۰/۱۱۸
فرآیند	۴/۰۱۴	۳/۸۲	۷/۸۳۴	-۰/۱۹۵
محصول جدید	۳/۵۸	۳/۷۲۵	۷/۳۰۶	۰/۱۴۵
تولید	۳/۶۴۹	۴/۰۷۴	۷/۷۲۲	۰/۴۲۵

نمودار (۱) الگوی روابط معنی‌دار را نشان می دهد. این الگو در قالب یک نمودار هست که در آن محور طولی مقادیر D+R و محور عرضی براساس D-R می‌باشد. موقعیت و روابط هر بعد با نقطه‌ای به مختصات (D+R, D-R) در دستگاه معین می‌شود.



نمودار ۱. الگوی روابط

ابعادی که در بالای محور افقی قرار می‌گیرند (D-R>0) شدت اثر خالص آن‌ها مثبت بوده و تحت عنوان شاخص‌های علّی، محرک یا تاثیرگذار دسته‌بندی می‌شوند. بنابراین ابعاد تولید، منبع-گزینی، محصول جدید، پاسخ به بازار، محصول و تحویل علّی هستند. ابعادی که در پایین محور افقی قرار می‌گیرند (D-R<0) شدت اثر خالص آن‌ها منفی بوده و تحت عنوان شاخص‌های معلول، وابسته یا تاثیرپذیر دسته‌بندی می‌شوند. ابعاد حجم، توزیع، فرایند، مدیریت تقاضا و ساخت معلول هستند. هر چه ابعاد از محور افقی فاصله بیشتری داشته باشند نشان‌دهنده اثرگذاری با اثرپذیری بیشتر آن‌ها است. همچنین هرچه به سمت راست نمودار حرکت شود ابعاد اهمیت بیشتری پیدا می‌کنند چرا که مجموع تاثیرگذاری و تاثیرپذیریشان بیشتر می‌شود. به عبارت دیگر ابعادی که تعامل بیشتری با سایر ابعاد داشته باشند، دارای اهمیت بالاتری هستند.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

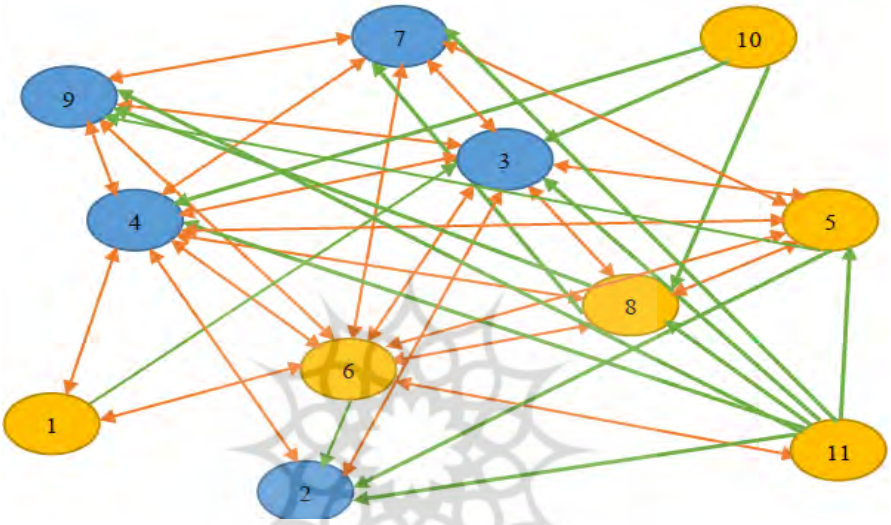
در پژوهش حاضر با هدف کمک به افزایش انعطاف‌پذیری زنجیره تامین شرکت‌های کاشی، شناسایی، بومی‌سازی و مدل‌سازی ابعاد SCF انجام شد. این پژوهش به چند دلیل حائز اهمیت و دارای نوآوری است. صنعت کاشی و سرامیک از صنایع اصلی و سودآور کشور است و سهم بزرگی از صادرات غیرنفتی را به خود اختصاص داده و نقش مهمی در ایجاد اشتغال دارد. طبق گزارش انجمن صنفی تولیدکنندگان کاشی و سرامیک، ایران پنجمین تولیدکننده کاشی و سرامیک با ۲,۵ درصد تولید جهانی است. علی‌رغم اینکه انعطاف‌پذیری در صنعت کاشی به دلیل بازار شدیدا رقابتی و تنوع بالای خواسته‌های مشتریان در رنگ، طرح، سایز و دیگر پارامترهای محصولات کاشی و سرامیک اهمیت زیادی دارد اما تاکنون پژوهشی به شناسایی ابعاد و طراحی مدل انعطاف‌پذیری زنجیره تامین در این صنعت نپرداخته است. با توجه به ماهیت چند بعدی انعطاف‌پذیری، ابعاد و روابط آن از یک صنعت به صنعت دیگر قابل تعمیم نیست. از طرف دیگر اکثر مطالعات ابعاد انعطاف‌پذیری را فقط از دیدگاه تولیدکننده بررسی کردند و نقش سایر اعضای زنجیره تامین در دستیابی به انعطاف‌پذیری را نادیده گرفته‌اند (Azzani & Jusoh, 2024). در پژوهش حاضر شناسایی ابعاد و انتخاب خبرگان دلفی فازی به گونه‌ای انجام شد که ابعاد از دیدگاه کل اعضای زنجیره‌تامین بررسی شود و شامل همه سطوح عملیاتی، تاکتیکی، راهبردی و زنجیره تامین باشد. همچنین جهت افزایش دقت نتایج و کاهش عدم-قطعیت قضاوت‌های متخصصان از روش جدید دلفی فازی (Bui et al., 2020) استفاده شد. مزیت این روش جلوگیری از تاثیرات سوگیری آماری و مقادیر پرت و ادغام ساده تمام قضاوت‌های خبرگان است.

به منظور رسیدن به اهداف پژوهش ابتدا با بررسی پیشینه ۲۵ بعد شناسایی شد، سپس با روش دلفی فازی ۱۱ بعد توسط خبرگان صنعت کاشی مورد تایید قرار گرفت. در گام بعدی با روش دیمتل فازی ابعاد تاثیرگذار و تاثیرپذیر مشخص شد. شکل (۱) شبکه علّی - معلولی ابعاد SCF را به تفکیک

ابعاد علت (زردرنگ)، معلول (آبی) و روابط یک طرفه (سبز) و دوطرفه (نارنجی) در صنعت کاشی نشان می‌دهد. یافته‌های دیمتل فازی منجر به رتبه‌بندی ابعاد SCF بر اساس میزان تاثیر آن‌ها بر یکدیگر و گروه‌بندی آن‌ها به دسته‌های علت و معلول شد. تجزیه و تحلیل علت و معلول دانش قابل توجهی به متخصصان، تصمیم‌گیرندگان و مدیران زنجیره تامین در درک پویایی روابط متقابل بین ابعاد می‌دهد، اما رتبه‌بندی عناصر بر اساس قدرت نفوذ آن‌ها کمک می‌کند تا بر روی مواردی تمرکز شود که بیشترین تاثیر را بر انعطاف‌پذیری زنجیره تامین دارند.

انعطاف‌پذیری حجم (SCF3) بیشترین تعامل را با بقیه ابعاد دارد. این بعد با ۱۰ بعد دیگر ارتباط مستقیم یک‌طرفه یا دوطرفه دارد. شرکت‌هایی که تقاضا برای محصولات آن‌ها بسیار متغیر است به سطوح بالای انعطاف‌پذیری حجم نیاز دارند. انعطاف‌پذیری حجم نیازمند هماهنگی تولیدکننده و تامین‌کننده به ویژه در مواجهه با افزایش تقاضا است. حجم‌های تقاضا باید برای ۶-۱۲ ماه آینده پیش‌بینی شود تا اطمینان حاصل شود که شرکت می‌تواند تقاضاها را برآورده کند. پیش‌بینی‌ها بر اساس روابط با مشتریان و تجزیه و تحلیل بازار انجام می‌شود (Gosling et al., 2010). شرکت‌ها باید با برنامه‌ریزی الزامات کمیت‌های مختلف، تعادل بین انبارداری و تولید به هنگام و برون‌سپاری سریع و کم‌هزینه (در مواقع افزایش ناگهانی تقاضا) بتوانند به نوسانات تقاضا پاسخ فوری دهند (Jack & Raturi, 2002). بعد مهم بعدی انعطاف‌پذیری ساخت (SCF4) است که با همه ابعاد دیگر ارتباط مستقیم دارد. وجود ماشین‌آلات، خطوط و راه‌های موازی و جایگزین برای تولید و مونتاژ محصولات، کوتاه‌کردن زمان‌های راه‌اندازی ماشین‌آلات، داشتن نیروی انسانی با مهارت‌های چندگانه، کاهش زمان تاخیر تامین‌کننده جهت تامین مواد اولیه، استفاده از مفاهیم فناورانه صنعت ۴ و تولید دیجیتال به افزایش این بعد کمک می‌کند (Chirra & Kumar, 2018; Hose et al., 2023). مقدار D-R هر دو بعد حجم و ساخت منفی و بنابراین هر دو از ابعاد معلول هستند. سینگ و آچاریا (۲۰۱۴) بیان می‌کنند که معیارهای معلول را بر خلاف معیارهای علت به راحتی می‌توان حرکت داد. در مطالعه چیرا و کومار (۲۰۱۸) که در صنعت خودرو انجام شد نیز این دو بعد بیشترین تعامل را با بقیه داشتند. سومین بعد مهم انعطاف‌پذیری محصول (SCF6) است که با نه بعد دیگر ارتباط مستقیم دارد. انعطاف‌پذیری محصول بر اهمیت فزاینده سفارشی‌سازی در محیط رقابتی امروزی تاکید می‌کند. تحقق این انعطاف-پذیری مستلزم همکاری موثر بازیگران عملکردی از جمله بازاریابی، طراحی و توسعه محصول، مالی و مهندسی است (Vickery et al., 1999). فانتازی و همکاران (۲۰۰۹) به این نتیجه رسیدند که شرکت-های با راهبرد مشتری‌مداری باید سرمایه‌گذاری زیادی در انعطاف‌پذیری محصول انجام دهند. اساس راهبرد مشتری‌مداری جستجوی راه‌هایی برای ایجاد روابط نزدیک با مشتریان و ارائه محصولات و خدمات پس از فروش متنوع به آن‌ها است. وجود مشتریان با تنوع خواسته‌ها در بازار صنعت کاشی داشتن انعطاف‌پذیری محصول را به عنوان یک انتخاب راهبردی ضروری می‌کند. در پژوهش سینگ و همکاران (۲۰۲۰) انعطاف‌پذیری محصول دومین بعد مهم شناسایی شد. هر سه انعطاف‌پذیری حجم،

ساخت و محصول از جمله ابعاد کلاسیک انعطاف‌پذیری و مشترک با تحقیقات انعطاف‌پذیری داخلی شرکت است. این نشان می‌دهد که شرکت‌ها قبل از توسعه انعطاف‌پذیری به زنجیره تامین باید انعطاف‌پذیری‌های داخلی خود را ارتقا دهند (Singh & Acharya, 2013). ابعاد مدیریت تقاضا، تحویل و پاسخ به بازار در رتبه‌های بعدی مهم‌ترین ابعاد قرار گرفتند و دارای قدرت تعامل بالاتر از میانگین (۷/۸۴) هستند. سایر ابعاد اگر چه درجه بالایی از تعامل را ندارند اما برای اجرای موفقیت‌آمیز SCF الزامی هستند.



شکل ۱. شبکه علّی و معلولی ابعاد SCF

در پژوهشی دیگر می‌توان ماتریس ارتباطات کامل قطعی دیمتل را به عنوان ورودی فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) در نظر گرفت و از آن جهت مقایسه و ارزیابی انعطاف‌پذیری چندین زنجیره تامین شرکت‌های کاشی استفاده کرد. همچنین می‌توان در پژوهش‌های آتی با استفاده از مدلسازی ساختاری تفسیری به سطح‌بندی ابعاد SCF پرداخت. با توجه به اینکه ایجاد و افزایش انعطاف‌پذیری فرایندی است که مجموعه‌ای از ورودی‌ها را استفاده می‌کند، می‌توان از تحلیل پوششی داده‌ها جهت محاسبه نمره کارایی انعطاف‌پذیری چندین شرکت رقیب استفاده کرد.

منابع

Alogla, A. A., M. Baumers, C. Tuck, W. Elmadih. (2021). The Impact of Additive Manufacturing on the Flexibility of a Manufacturing Supply Chain, *Appl. Sci*. 37, 11.

Arawati, A. (2011). supply chain management, supply chain flexibility and business performance. *Journal of Global Strategic Management*, 9.

Azzani, H. A. & Jusoh, N. M. (2024). Supply Chain Flexibility and Customer Responsive: A Perspective from SMEs. *Migration Letters*, 21(4), 695-711.

Bernardes, E. S. & M. D. Hanna. (2009). A theoretical review of flexibility, agility and responsiveness in the operations management literature: toward a conceptual definition of customer responsiveness. *International Journal of Operations & Production Management* 29 (1).

Blome, C., T. Schoenherr & D. Eckstein. (2014). The impact of knowledge transfer and complexity on supply chain flexibility: A knowledge-based view. *International Journal of Production Economics*, 147.

Bui, T. D., F. M. Tsai, M. L. Tseng & M. H. Ali. (2020). Identifying sustainable solid waste management barriers in practice using the fuzzy Delphi method. *Resources, Conservation & Recycling*, 154.

Burin, A., M. N. Arostegui, J. L. Montes. (2021). Ambidexterity and IT competence can improve supply chain flexibility? A resource orchestration approach. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 10, 610.

Candace, Y. Y., E. W. T. Ngai & K. L. Moon. (2011). supply chain flexibility in an uncertain environment: Exploratory findings from five case studies. *Supply Chain Management: An International Journal*, 16, 4.

Chan, H. K., W. Y. C. Wang, L. H. S. Luong & F. T. S. Chan. (2009). Flexibility and adaptability in supply chains: a lesson learnt from a practitioner. *Supply Chain Management: An International Journal*, 14, 6.

Chang, S. C., R. H. Chen, R. J. Lin, S. W. Tien & C. Sheu. (2006). supplier involvement and manufacturing flexibility. *Technovation*, 26, 10.

Chiang, C.Y., C. K. Hillmer & N. Suresh. (2012). An empirical investigation of the impact of strategic sourcing and flexibility on firms supply chain agility. *International Journal of Operations & Production Management*, 32, 1.

Chirra, S., D. Kumar. (2018). Evaluation of Supply Chain Flexibility in Automobile Industry with Fuzzy DEMATEL Approach. *Global Journal of Flexibble Systems Management*, 195, 7.

Chuu, S. J., (2014). A fuzzy multi-granularity linguistic approach under group decision-making for the evaluation of supply chain flexibility. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 31, 6.

Delic, M., D. Eyers. (2020). The effect of additive manufacturing adoption on supply chain flexibility and performance: An empirical analysis from the automotive industry. *International Journal of Production Economics*, 228, 10.

Duclos, L. K., R. J. Vokurka & R. R. Lummus. (2003). *A conceptual model of supply chain flexibility*. Industrial Management & Data Systems, 103, 6.

Fantazy, K. A., V. Kumar & U. Kumar. (2009). An empirical study of the relationship among strategy, flexibility and performance in the supply chain context. *Supply Chain Management: An International Journal*, 14, 3.

Gosling, J., L. Purvis, M. M. Naim. (2010). supply chain flexibility as a determinant of supplier selection. *International Journal of Production Economics*, 128.

Gosling, J., M. Naim & D. Towill. (2012). A supply chain flexibility framework for engineer-to-order systems. *Production Planning & control*, 24,7.

Hartmann, E. V. I., A. D. Grahl. (2011). The flexibility of logistics service providers and its impact on customer loyalty. *Journal of Supply Chain Management*, 47, 3.

Hose, K., A. Amaral, U. Gotze & P. Pecas. (2023). Manufacturing Flexibility through Industry 4.0 Technological Concepts-Impact and Assessment. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 24 (2).

Huo, B., M. Gu & Z. Wang. (2018). Supply Chain Flexibility Concepts, Dimensions and Outcomes: an Organizational Capability Perspective. *International Journal of Production Research*, 10.1080/00207543.2018.1456694.

Ishikawa, A., M. Amagasa, T. Shiga, G. Tomzawa, R. Tatsuta & H. Mieno. (1993). The max-min Delphi method and fuzzy Delphi method via fuzzy integration. *Fuzzy Sets System*, 55 (3).

Jack, E. P., A. Raturi. (2002). Sources of volume flexibility and their impact on performance. *Journal of Operations Management*, 20.

Jafari, H., Ghaderi, M. Malik, E. Bernards. (2022). The effects of supply chain flexibility on customer responsiveness: the moderating role of innovation orientation. *Production Planning & Control*, https://doi.org/10.1080/09537287.2022.2028030.

Jin, Y., M. Vonderembse, T. S. Ragu-Nathan & J. T. Smith. (2014). Exploring relationship among IT-enabled sharing capability, suppy chain flexibility and competitive performance. *International Journal of Production Economics*, 153.

Jorieke, H., M. Mandres, C. Marjolein, J. Caniels, P. Ghijsen. (2016). Supply chain flexibility: a systematic literature review and identification of directions for future research. *International Journal of Logistics Management*, 176.

Kim, W. S. (2013). A supply chain contract with flexibility as a risk-sharing mechanism for demand forecasting. *International Journal of Systems Science*, 44, 6.

Kumar, P., R. Shankar & S. S. Yadav. (2008). Flexibility in global supply chain: modeling the enablers. *Journal of Modelling in Management*, 3, 3.

Kumar, P., R. Shankar & S. S. Yadav. (2008). Flexibility in global supply chain: modeling the enablers. *Journal of Modelling in Management*, 3, 3.

Kumar, V., K. A. Fantazy, U. Kumar & T. A. Boyle. (2006). Implementation and management framework for supply chain flexibility. *Journal of Enterprise Information Management*, 19, 3.

Liu, Y., Y. Zhang, L. Batista, K. Rong. (2019). Green operations: whats the role of supply chain flexibility?. *International Journal of Production Economics*, 26, 3.

Lummus, R. R., L. K. Duclos, & R. J. Vukurka. (2003). Supply chain flexibility:building a new model. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 4, 4.

Luo, B. N. & K. Yu. (2016). fits and misfits of Supply Chain Flexibility to Environmental Uncertainty: Two Types of Asymmetric Effects on Performance. *The International Journal of Logistics Management*, 27 (3).

Malhotra, M. K., A. W. Mackelprang. (2012). Are internal manufacturing and external supply chain flexibilities complementary capabilities?. *Journal of Operations Management*, 30, 3.

Mandres, J. H. M., M. C. J. Caniels & P. W. T. Ghijsen. (2016). Exploring Supply Chain Flexibility in a FMCG Food Supply Chain. *Journal of Purchasing & Supply Management*, 281, 5.

Mohamed, Z. M., M. A. Youssef & F. Hug. (2001). The impact of machine flexibility on the performance of flexible manufacturing systems. *International Journal of Operations & Production Management*, 21, 5.

Moon, K. L., C. Y. Yi & E. W. T. Ngai. (2012). An instrument for measuring supply chain flexibility for the textile and clothing companies. *European Journal of Operational Research*, 222.

Naim, M. M., A. T. Potter, R. J. Mason & N. Bateman. (2006). The role of transport flexibility in logistics provision. *The International Journal of Logistics Management*, 17,3.

Naim, M., G. Aryee & A. Potter. (2010). Determining a logistics providers flexibility capability. *International Journal Production Economics*, 127.

Obayi, R., S. C. Koh, D. Oglethorpe & S. M. Ebrahimi. (2017). Improving Retail Supply Flexibility Using Buyer-Supplier Relational Capabilities. *International Journal of Operations & Production Management*, 37 (3).

Opricovic, S. & G. H. Tzeng. (2003). Defuzzification within a multicriteria decision model. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 11 (5).

Pellegrino, R., B. Gaudenzi, G. A. Zsidisin. (2023). Mitigating foreign exchange risk exposure with supply chain flexibility: A real option analysis. *Journal of Business Logistics*, https://doi.org/10.1111/jbl.12338.

Perez, M. P., C. K. Hillmer, A. S. Bedia, M. L. Fernandez. (2019). Manufacturing and Supply Chain Flexibility: Building an Integrative Conceptual Model Through Systematic Literature Review and Bibliometric Analysis. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 40, 7.

Piprani, A. Z., N. I. Jaafar, S. M. Ali, M. S. Mubarik, M. Shahbaz. (2022). Multi-dimensional supply chain flexibility and supply chain resilience: the role of supply chain risks exposure. *Operations Management Research*, 15.

Pujawan, N., (2004). Assessing upply chain flexibility: a conceptual framework and case study. *International Journal Integrated Supply Management*, 1, 11.

Sanchez, A. M., M. P. Perez. (2005). Supply chain flexibility and firm performance: a conceptual model and empirical study in the automotive industry. *International Journal of Operations & Production Management*, 25, 7.

Singh, R. K., & M. K. Sharma. (2013). Prioritising the alternatives for flexibility in supply chains. *Production Planning & Control*, 25, 2.

Singh, R. K., & P. Acharya. (2013). Supply Chain Flexibility: A Framework of Research Dimensions. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 10.1007/s40171-013-0039-4.

Singh, R. K., P. Acharya, S. Modgil. (2020). A template-based approach to measure supply chain flexibility: a case study of Indian soap manufacturing firm. *Measuring Business Excellence*, 24, 2.

Singh, R. K., P. Acharya. (2014). Identification and Evaluation of Supply Chain Flexibilities in Indian FMCG Sector Using DEMATEL. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 15, 2.

Singh, R. K., S. Modgil, P. Acharya. (2019). Assessment of Supply Chain Flexibility Using System Dynamics Modeling. *Global Journal of Flexible Systems Management*, https://doi.org/10.1007/s40171-019-00224-7.

Sreedevi, R., H. Saranga. (2017). Uncertainty and supply chain risk: The moderating role of supply chain flexibility in risk mitigation. *International Journal of Production Economics*, 24, 7.

Stevenson, M., M. Spring. (2007). Flexibility from a supply chain perspective: definition and review. *International Journal of Operations & Production Management*, 27, 7.

Tachizawa E. M. & C. G. Thomsen. (2007). Drivers and sources of supply flexibility: An exploratory study. *International Journal of Operations & Production Management*, 27, 10.

Thome, A. M. T., L. F. Scavarda, S. R. I. Pires, P. Ceryno, K. Klingebiel. (2014). A multi-tier study on supply chain flexibility in the automotive industry. *Internatinal Journal of Production Economics*, 158.

Tiwari, A. K., A. Tiwari, C. Samuel. (2015). Supply Chain Flexibility: a Comprehensive Review. *Management Research Review*, 38, 7.

Vickery, S., R. Calantone, C. Droge. (1999). Supply Chain Flexibility: An Epirical Study. *The Journal of Supply Chain Management: A Global Review of Purchasing and Supply*, 35, 3.

Wu, W. W., Y. T. Lee. (2007). Developing global managers competencies using the fuzzy DEMATEL method. *Expert Systems with Applications*, 32.

Yi, C. Y., E. W. T. Ngai & K. L. Moon. (2011). supply chain flexibility in an uncertain environment: exploratory findings from five case studies. *Supply Chain Management: An International Journal*, 16, 4.

Yu, K., J. Cadeaux & H. Song. (2012). Alternative forms of fit in distribution flexibility strategies. *International Journal of Operations & Production Management*, 32(10).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی