نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید

نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید

سال نهم، شماره نوزدهم، پاییز و زمستان ۱۴۰۰، صفحه ۱۷-۳۱

www.ier.basu.ac.ir

ISSN: 2345-2269

DOI: 10.22084/ier.2022.23967.2016

تحلیل عوامل چابکی زنجیره‌تأمین صنعت روانکارها با رویکرد نقشه‌های شناختی فازی

مهدی اشهد[۱]، فرید خوش‌الحان[۲*]، طاهر کلانتری[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

۲. استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

۳. استادیار، دانشکده مدیریت، دانشگاه علوم دریائی امام خمینی(ره)، نوشهر، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

دریافت ۱۴۰۰/۶/۶

پذیرش ۱۴۰۰/۹/۱۵

(مقاله پژوهشی)

کلمات کلیدی:

زنجیره‌تأمین روانکارها

چابکی

دلفی

نقشه‌شناختی فازی

خلاصه

یکی از موارد بااهمیت در کسب‌وکارها، وجود انعطاف‌پذیری لازم در مواجهه با شرایط مختلف و تغییرات فضای کسب‌وکار در ساختار زنجیره‌تأمین آن‌هاست. چابکی به‌عنوان یک استراتژی ضروری در شبکه‌های زنجیره‌تأمین، افزایش بهره‌وری، توسعه کارایی، مقابله با ریسک‌ها، و افزایش انعطاف‌پذیری لازم را به‌همراه داشته و به‌کارگیری آن آثار چشم‌گیری را در بازارهای مختلف از خود به‌جای گذاشته است. باتوجه به اهمیت بالای صنعت روانکارها، چابکی در زنجیره‌های تأمین روانکار از عوامل متعددی متأثر می‌شود که تحلیل این عوامل و برهم‌کنش‌های آن‌ها می‌تواند راهگشای مدیران این زنجیره در افزایش چابکی بوده و راهکارهای مناسبی را برای افزایش رقابت‌پذیری در بازار در اختیار آن‌ها قرار دهد. هدف این مقاله، تحلیل عوامل چابکی زنجیره‌تأمین صنعت روانکارها با رویکرد نقشه‌شناختی فازی است. روش تحقیق، مبتنی‌بر نقشه‌های شناختی فازی است که ابتدا به تحلیل روابط علت و معلولی بین عوامل چابکی در زنجیره‌تأمین روانکارها پرداخته و سپس با ترسیم شبکه‌ای از ارتباط بین عوامل چابکی، برهم‌کنش آن‌ها را نمایان ساخته است. یافته‌های تحقیق، بیانگر تأثیر عوامل اولویت‌دار برنامه‌ریزی و مدیریت زمان، نظام تشخیص نیازمندی‌های آینده، ایجاد سیستم‌های ارتباط مستقیم با مشتریان، رصد صدای مشتریان و استفاده از نظرات آن‌ها در برنامه‌های آتی، ایجاد سیستم‌های یکپارچه اطلاعات در طول زنجیره‌تأمین، ایجاد نظام انگیزشی به‌جهت افزایش مشارکت همکاران، و رشد خلاقیت است. این عوامل می‌توانند با افزایش قابلیت‌های چابکی، موجبات افزایش چابکی در زنجیره‌تأمین روانکارها را فراهم آورد. نکته بااهمیت، میزان تأثیر این عوامل برهم و ارتباط بین عوامل اولویت‌دار برای چابک سازی زنجیره‌تأمین است. در این مقاله عوامل مؤثر بر چابکی زنجیره‌تأمین در صنعت روانکارها شناسایی، شدند و در یک ساختار تعاملی و به‌هم مرتبط به‌کمک نقشه‌شناختی فازی تأثیرات آن‌ها و به‌صورت تحلیلی تعیین و اولویت‌بندی علت و معلولی شدند و نقشه روابط بین آن‌ها به‌دست آمد.

۱. مقدمه

زنجیره‌تأمین به‌عنوان یکی از بخش‌های اصلی زنجیره ارزش هر کسب‌وکاری، اهمیت روزافزونی در مواجهه‌با تغییرات پیوسته فضای کسب‌وکار و ارزش‌آفرینی آن دارد [۱]. طراحی زنجیره‌تأمین اغلب مرتبط با تصمیمات راهبردی مدیریت زنجیره‌تأمین می‌باشد که باتوجه به پیچیدگی‌های زنجیره‌تأمین در فضای کسب‌وکار، این تصمیمات می‌توانند در سه دسته راهبردی، تاکتیکی و عملیاتی تقسیم‌بندی شوند [۱، ۲]. اگرچه ممکن است زنجیره‌های تأمین از نظر ساختار داخلی باهم متفاوت باشند اما همواره می‌توان آن‌ها را به سه بخش عمده تأمین، تولید و پشتیبانی، و توزیع و فروش تقسیم کرد [۱].

* نویسنده مسئول: فرید خوش‌الحان

تلفن: ۸۴۰۶۳۳۴۷-۰۲۱؛ پست الکترونیکی: khoshalhan@kntu.ac.ir

هدف اصلی طراحی یک زنجیره‌تأمین حفظ اثربخشی زنجیره به‌منظور رفع نیاز مصرف‌کنندگان و ماندن در بازار رقابتی و درنهایت کسب سود است. لذا تمامی فعالیت‌ها باید به‌منظور کاهش هزینه‌ها، رضایت مصرف‌کننده و افزایش سود به بهترین نحوممکن صورت پذیرد. [۳، ۴، ۵].

با آغاز قرن بیست‌ویکم سازمان‌ها با تغییرات اساسی مواجه گردیده‌اند، به‌طوری‌که عدم توجه به این تغییرات بقا و موقعیت آن‌ها را به‌طور فزآینده‌ای تهدید می‌کند. در چنین شرایطی بسیاری از این واحدها در کسب‌وکار و دیدگاه‌های خود تجدیدنظر نموده و توجه خود را بر سازگاری با تغییرات محیط کسب‌وکار و پاسخ سریع به نیاز مشتری از طریق روش‌های نوین همکاری قرار داده‌اند [۶، ۷].

چابکی در زنجیره‌های تأمین به‌عنوان مفهومی بسیار بااهمیت و قابل توسعه می‌باشد که با ایجاد آن می‌توان یک زنجیره‌تأمین را در مواجهه با تغییرات و اختلالات حاصل از رویداد های ریسکی توانمند نمود. چابکی در زنجیره‌تأمین به‌معنی توانایی بروز واکنش سریع به تغییرات موجود در بازار و نیاز مشتریان است.

بازار روانکار بازاری بسیار گسترده است که مجموعه محصولات مختلفی را دربرمی‌گیرد. این بازار یکی از زیرمجموعه‌ها و صنایع پایین‌دستی صنعت نفت بوده که یک صنعت مادر در جهان به‌شمار می‌رود. انواع روغن‌های موتور، روغن‌های دنده، روغن‌های هیدرولیک، گریس ها، روغن‌های ترمز و حتی ضدیخ، ضدجوش در این بازار عرضه می‌شوند. این صنعت به مرور و طی سالیان متمادی در کنار صنعت پایه‌ای نفت رشد یافته و در حال حاضر بخش عمده‌ای از مشتقات روغنی نفت خام در داخل کشور و در صنایع تولید روانکار تبدیل به محصولاتی مانند مشتقات روغن‌های خام به‌عنوان مواد اولیه کارخانجات تولید روانکار یا به‌عنوان محصولات قابل عرضه به مشتری نهایی می‌شوند. تاکنون مطالعاتی درخصوص چابکی در این بازار به‌شکل منسجم صورت نپذیرفته است. بنابراین، بحث چابکی زنجیره‌تأمین در این صنعت یکی از زمینه‌های بااهمیت و اولویت‌دار تحقیق می‌تواند باشد.

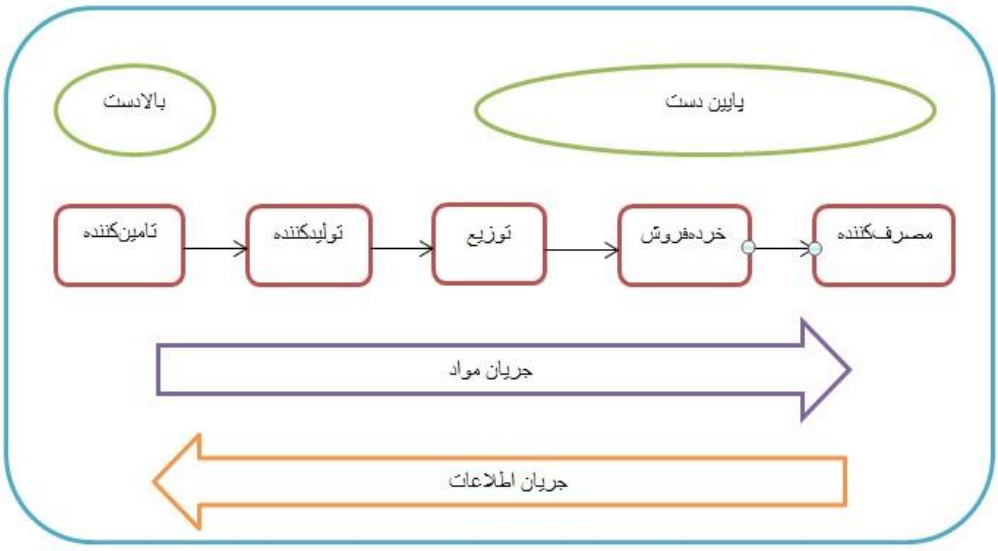
نقشه‌های شناختی فازی ساختار منعطفی دارند که قادرند مدل‌سازی مفهومی را در قالبی تحلیلی ترکیب کنند. تعیین ارتباط معنی‌دار بین عوامل، میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری عوامل، ساختار محاسباتی منسجم، و امکان تدوین نقشه ارتباط بین عوامل به‌کمک محسبات تحلیلی از جمله مواردی است باعث شده از این روش استفاده شود.

در زمینه بررسی زنجیره‌تأمین صنعت روانکارها از منظر چابکی، به‌خصوص درایران، گزارش تحقیقی ملاحظه نشده است. باتوجه به اهمیت این صنعت و لزوم توجه به این خلأ مطالعاتی، در این مقاله با شناسایی و بررسی پارامترهای مؤثر بر چابکی زنجیره‌تأمین روانکارها با رویکرد نقشه‌شناختی فازی، به تحلیل برهم کنش عوامل تأثیرگذار بر بهبود چابکی در این صنعت پرداخته و مدل مناسب به‌همراه نتایج تحلیلی ارائه شده است.

ساختار مقاله در ادامه به‌صورت زیر تدوین شده است: در بخش ۲ مروری بر ادبیات تحقیق، در بخش ۳ چارچوب تحقیق، در بخش ۴ آنالیز داده‌ها و مدل نقشه‌شناختی فازی، در بخش ۵ بحث و بررسی، و در بخش ۶ نتیجه‌گیری و پیشنهاد برای تحقیقات آتی آمده است.

۲. ادبیات تحقیق

یک زنجیره‌تأمین سیستمی متشکل از بخش‌های مختلفی از قبیل تأمین‌کنندگان مواد اولیه، تسهیلات تولیدی و خدماتی، تسهیلات و خدمات توزیع و مشتریان می‌باشد [۸، ۹]، که بخش‌های عمده‌ای از زنجیره ارزش هر کسب‌وکاری را دربرمی‌گیرد [۱۰، ۱۱، ۱۲]. هدف اصلی مدیریت زنجیره‌تأمین، پشتیبانی از ارائه ارزش برای مشتریان و سایر ذینفعان با کمترین هزینه ممکن است [۱۳، ۱۴، ۱۵]. در شکل (۱) ساختار کلی یک زنجیره‌تأمین نشان داده شده است.



شکل (۱): نمایی از زنجیره‌تأمین [۱۶]

زنجیره‌تأمین روانکارها، یکی از زنجیره‌های تأمین مهم در عرصه محصولاتی است که در صده اخیر استفاده عمومی پیدا کرده و تقریباً تمامی مردم با آن سروکار دارند [۱۷]. براساس نظر لیسیتسا و همکاران [۱۸] مدیریت زنجیره‌تأمین در صنعت نفت شامل، پیکربندی، هماهنگی و بهبود مداوم عملیات پیوسته و سازمان‌یافته است که در بالادست و پایین‌دست قرار دارد. عملیات پایین‌دستی شامل پالایشگاه‌ها و بازاریابی است. این عملیات نفت خام را به محصولات قابل استفاده مانند بنزین، روغن، سوخت و فرآورده‌های نفتی تبدیل می‌کنند. فعالیت‌های پایین دست شامل:

- پالایش و فرآوری نفت خام و گاز
- عرضه و تجارت
- بازاریابی و توزیع

چابکی برای اولین‌بار توسط مؤسسه یاکوکا در سال ۱۹۹۱ به‌کار گرفته شد. در گزارش این آژانس، چابکی به‌عنوان عامل اساسی برای تولیدات جدید معرفی شده است. ابراهیمیان[1] و جلودار[2] [۱۹] اعتقاد داشت چابکی را می‌توان به‌عنوان آخرین و پیشرفته‌ترین الگو دانست که امروزه در حال قدم گذاردن به دروازه‌های جهانی و تبدیل شدن به جریان غالب فرآیندهای تولیدی می‌باشیم. الفت[3] و زنجیرچی[4] [۲۰] مفهوم چابکی را پس‌از مفاهیمی مانند انعطاف‌پذیری، تاب‌آوری و تولید ناب معرفی کرده‌اند.

نقشه های شناختی فازی (FCM)، مدل‌های گراف علت و معلولی توسعه یافته نگاشت‌های ادراکی، هستند [۲۱]. FCM برای اولین‌بار توسط کوسکو در سال ۱۹۸۶معرفی شد [۲۲]. سپس این روش توسط رودریگوئز-رپیسو و همکاران [۲۳] توسعه یافت. اجزا اصلی آن شامل گره‌ها و کمان بین گره‌ها و علامت روی این کمان‌ها می‌باشد. درواقع گره‌ها بیانگر مفاهیمی هستند که سیستم را توصیف می‌کنند و کمان‌ها بیانگر روابط علت و معلولی بین مفاهیم و علامت روی کمان‌ها بیانگر نوع علیت بین مفاهیم می‌باشند. FCM یک نمودار گرافیکی هدایت شده است که ارزش تأثیر عوامل بریکدیگر در این مدل را در بازه (۱،۱-) مشخص می‌کند [۲۴]. به‌طوری‌که اعداد مثبت بیانگر رابطه مستقیم و اعداد منفی بیانگر رابطه معکوس می‌باشند و عدد صفر عدم ارتباط منطقی بین عوامل را نشان می‌دهند. این روش برای مدل‌سازی در تصمیم‌گیری مرتبط با سامانه‌های پیچیده مناسب می‌باشد. مراحل انجام نقشه‌شناختی فازی شامل؛ جمع‌آوری داده‌ها، فازی‌سازی داده‌ها، درجه شباهت میان مفاهیم و ارزیابی تضادها، ارزیابی علیت و نمایش گرافیکی نقشه‌شناختی فازی می‌باشد [۲۳].

چابکی زنجیره‌تأمین به‌عنوان عنصر اصلی استراتژی رقابتی یک سازمان درنظر گرفته شده است [۲۵]. یک سازمان چابک با اتفاقات و تغییرات ناگهانی به‌سادگی از پا درنمی‌آید. به‌عبارت بهتر یک سازمان چابک، سریع، سازگار و قدرتمند است و به تغییرات ناگهانی، فرصت‌های جدید بازار و نیازمندی‌های مشتری پاسخ می‌دهد [۲۶].

کومار و موتوانی [۲۷] چابکی را تمامی تعاریفی می‌دانند که عموماً در راستای افزایش سطوح شایستگی یک شرکت برای ایجاد انعطاف‌پذیری مناسب جهت رسیدن به سرعتی موردقبول در پاسخ‌گویی به نیازهای مشتری در حداقل زمان ممکن و با بالاترین حد از کیفیت موردنظر توسعه یافته‌اند. یکی از مرسوم‌ترین انواع دسته‌بندی‌ها شامل سه گروه عمده عبارتند از: محرک‌های چابکی، تواناسازهای چابکی و قابلیت‌های چابکی. داوو [۲۸] نتیجه گرفت که سرعت پاسخ‌گویی و مدیریت دانش دو رکن اساسی و مکمل چابکی سازمانی است.

بورجسون و متیاسون [۲۹] نتیجه گرفتند مدیریت سازمان باید راهبردی مؤثر روی ایجاد، شناسایی، اکتساب، و انتقال دانش ضروری برای توسعه سازمان داشته باشد. از این‌رو سازمان‌های چابک فرآیندهای یادگیری و توانمندی‌های مدیریت دانش را به‌منظور پاسخ‌گویی به رویدادهای محیطی توسعه می‌دهند.

فی و شیلی [۳۰] چابکی زنجیره‌تأمین را به‌عنوان توانایی درک سریع فرصت‌های بازار، تنظیم نوع محصولات، تاریخ و میزان معقول موجودی باتوجه به نیاز بازار تعریف نمودند. زندحسامی[5] و همکاران [۳۱] چابکی را کسب مزایای حاصل از تغییرات و تحولات به‌عنوان فرصت‌ها تعریف کردند.

روتاری و همکاران [۳۲] معتقدند چابکی زنجیره‌تأمین را می‌توان در توانایی بقا و رونق زنجیره‌تأمین در یک فضای رقابتی در برابر تغییرات مداوم و غیرقابل پیش‌بینی بازارهای در حال تغییر مؤثر دانست. این واکنش می‌تواند از طریق پاسخ‌گویی سریع به نیازهای مشتریان، کیفیت بالا و کارایی بالا برای محصولات طراحی شده، ایجاد شود تا از این طریق برای زنجیره‌تأمین مزایای رقابتی ایجاد نماید.

شارپ و همکاران [۳۳] بیان داشتند زنجیره‌تأمین چابک را می‌توان ساختاری شامل چهار اصل تسلط بر تغییر و عدم اطمینان، ساختارهای مدیریت نوآورانه و سازمان مجازی، روابط همکارانه و فناوری‌های انعطاف‌پذیر و هوشمند دانست که هدف آن رضایت مشتریان و سایر ذینفعان است. لاین سی‌تی و همکاران [۳۴] و آگاروال و همکاران [۳۵] از طریق برگزاری جلسات طوفان ذهنی ۱۵ مؤلفه را برای سیستم‌های تولیدی چابک برشمردند که برخی از مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از: حساسیت به بازار، سرعت تحویل کالا، صحت اطلاعات مالی، معرفی محصول جدید، یکپارچه‌سازی فرآیند، کاهش زمان، حداقل‌سازی هزینه‌ها، بهبود کیفیت.

بذرافشان[6] [۳۶] اظهار داشت چابکی زنجیره‌تأمین سرعت پاسخ‌گویی به نیازهای مشتری است. از منظر آگاروال و همکاران [۳۵] چابکی زنجیره‌تأمین شامل رضایت مشتری، بهبود کیفیت، به حداقل رساندن هزینه، سرعت تحویل، معرفی محصول جدید، بهبود سطح

1. Ebrahimian
2. Jelodar
3. Olfat
4. Zanjirchi
5. Znadehesami
6. Bazrafshan

خدمات، و کاهش زمان تحویل است.

چن [۲۵] با تجزیه و تحلیل تحقیق خود نشان داد که شرکت‌ها باید روی جنبه‌های کلیدی زنجیره‌تأمین چابک تمرکز کرده و تلاش برای تطابق کامل با تعاریف اولیه چابکی را کنار بگذارند. گلدمن و همکاران [۳۷] برای چابکی چهار بعد درنظرگرفتند که عبارتند از: ترغیب هرچه بیشتر مشتریان، همکاری برای افزایش قدرت رقابت، سازماندهی برای غلبه بر تغییر و عدم اطمینان، اهرمی کردن اثر افراد و اطلاعات. الفت و زنجیرچی [۲۰] چابکی را توانایی سازمان جهت بقاء و پیشرفت در یک محیط کسب‌وکار غیرقابل پیش‌بینی و دائما در حال تغییر می‌دانند.

در گزارشات و مقالات متعددی از نقشه‌های شناختی فازی برای بررسی عوامل مرتبط با چابکی در زنجیره‌تأمین استفاده شده است. خوش‌الحان[1] و کلانتری[2] [۳۸] عوامل مؤثر بر چابکی زنجیره‌تأمین ناب دریایی را به‌کمک رویکردی ترکیبی براساس نقشه‌های شناختی فازی بررسی کردند و براساس آن آمادگی لازم برای ناب چابکی را ارزیابی کردند [۳۹]. گوکر، دوسان و سدولین [۴۰] از این روش برای انتخاب تأمین‌کننده برمبنای عوامل چابکی استفاده کردند. لوپز و ایشیزاکا [۴۱] از این روش برای بررسی جایابی برمبنای تاب‌آوری در زنجیره‌تأمین استفاده کردند. مورهیر [۴۲] توان مدل‌سازی نقشه‌های شناختی فازی را برای ارزیابی مسائل زیست‌محیطی بررسی کرد. گوکر [۴۳] برای انتخاب تأمین‌کننده چابک در شرایط بحران اپیدمی کووید ۱۹ این روش را به‌کار گرفت. بررسی مروری درباره کاربردهای نقشه‌های شناختی فازی و عوامل مدل‌سازی به‌کمک آن‌ها را می‌توان در مراجع [۴۴، ۴۵] مشاهده کرد.

۳. چارچوب تحقیق

در اکثر مدل‌های زنجیره‌تأمین، سه دسته اصلی محرک‌ها، توانمندسازها و قابلیت‌ها برای بررسی چابکی زنجیره‌های تأمین درنظر گرفته شده‌اند [۴۶]. مطابق این مدل‌ها، عوامل مؤثر بر چابکی زنجیره‌تأمین صنعت روانکار به سه گروه عمده دسته‌بندی شدند.

در این مقاله، زنجیره‌تأمین روانکارها در ۳ لایه (سطح) تأمین‌کننده (داخلی، خارجی)، تولیدکننده (محصولات نیمه‌ساخته، محصولات نهایی)، توزیع‌کننده و خردهفروش تقسیم شده است و هریک از آن‌ها از منظر چابکی تحلیل شده‌اند.

فرآیند و چارچوب کلی انجام مراحل مدل‌سازی چابکی زنجیره‌تأمین روانکارها براساس نقشه‌شناختی فازی در این مقاله به‌صورت زیر است:

۱) زنجیره‌تأمین روانکار به سه حلقه اساسی تأمین، تولید و پشتیبانی، توزیع و فروش طبقه‌بندی‌گردید.
۲) در هر طبقه سه دسته از عوامل با ماهیت محرک‌ها، توانمندسازها، و قابلیت‌ها قرار داده شد.
۳) باتوجه به ادبیات تحقیق و مدل شریفی[3] و ژانگ [۴۶] زیرطبقه‌های مربوط به هر عامل که می‌توانند به‌عنوان اهرم‌های مؤثر بر چابکی باشند، تعیین گردید.
۴) بااستفاده از روش دلفی، اهمیت هریک از پارامترهای تأثیرگذار شناسائی و سپس پارامترهای مؤثر بر چابکی زنجیره‌تأمین روانکار تعیین گردید.
۵) بااستفاده از الگوریتم نقشه‌شناختی فازی، رابطه علت و معلولی بین عوامل چابکی زنجیره‌تأمین روانکار تعیین و مدل چابکی زنجیره‌تأمین روانکار تحلیل گردید .

۴. آنالیز داده‌ها و مدل نقشه‌شناختی فازی

۴-۱.تعیین عوامل مؤثر بر چابکی زنجیره‌تأمین روانکار

با مرور بر ادبیات تحقیق و مذاکره با صاحب‌نظران صنعت روانکار، تعداد ۱۰۳ عامل مؤثر بر چابکی زنجیره‌تأمین روانکار انتخاب شده و در قالب ۹ گروه و براساس روش امتیازدهی لیکرت ۵ گزینه‌ای، پرسش‌نامه اولیه مطابق جدول (۱) تدوین گردید.

در جدول (۱) تعداد عوامل مرتبط با محرک‌ها، توانا‌سازها، و قابلیت‌ها در هریک از سه حلقه تأمین، تولید و پشتیبانی، توزیع و فروش که در پرسش‌نامه‌ها مطرح شده است، آمده است.

جدول (۱): نحوه توزیع عوامل تشکیل‌دهنده پرسش‌نامه

ابعاداصلی / حلقه	تعداد محرک‌ها	تعداد توانا‌سازها	تعداد قابلیت‌ها
تأمین	۹	۱۰	۱۸
تولید و پشتیبانی	۹	۱۴	۱۴
توزیع و فروش	۷	۱۲	۱۰

۴-۲. روایی و پایایی پرسش‌نامه

روایی پرسش‌نامه به دو صورت شکلی و محتوائی مورد بررسی قرار گرفت به‌طوری‌که، در بررسی شکلی، نحوه طبقه‌بندی و تعیین حلقه‌ها، نوع طراحی پرسش‌نامه و امتیازدهی توسط اساتید مورد بررسی قرارگرفت و همچنین در بررسی محتوایی تعیین عوامل مؤثر بر چابکی مرتبط با هر حلقه از زنجیره‌تأمین توسط ۳ نفر از خبرگان صنعت روانکار که دارای تخصص و تجربه چندین ساله می‌باشند مورد تأیید قرار گرفت.

پایایی پرسش‌نامه براساس پرسش‌نامه اولیه که بین ۱۱ نفر از خبرگان از ۱۱ شرکت مختلف مرتبط با صنعت روانکار توزیع شد، ارزیابی شد. بااستفاده از نرم‌افزار SPSS ضریب آلفای کرونباخ محاسبه گردید (α=0.85). چون این ضریب بیشتر از ۰/۷ است، بنابراین پرسش‌نامه از پایایی مطلوب برخوردار می‌باشد.

1. Khoshalhan
2. Kalantari
3. Sharifi

۴-۳. روش دلفی

در این مطالعه، پس از این‌که پرسش‌نامه اولیه عوامل چابکی طراحی شده از ادبیات تحقیق از نظر پایایی مورد تأیید قرار گرفت. طبق مراحل روش دلفی بین تیم ۱۱ نفره خبرگان، توزیع گردید تا نظرات آن‌ها در قالب امتیازاتی که به هریک از عوامل اختصاص داده بودند جمع‌آوری شود و تحلیل آماری گردد. درادامه عوامل چابکی با میانگین آماری پائین حذف و عوامل جدید مطرح شده توسط تیم خبرگان اضافه گردید. این عمل در سه مرحله پی‌درپی تکرار و تحلیل گردید تا این‌که پس از سه مرحله اعضاء تیم دلفی به اتفاق‌نظر رسیدند.

درنهایت ۷۹ عامل چابکی شناسائی شده و سپس بااستفاده از ضریب همبستگی کندال هر ۷۹ عامل به‌عنوان عوامل مؤثر بر چابکی زنجیره‌تأمین روانکارها انتخاب شدند. به‌علت محدودیت در تشکیل ماتریس اولیه نقشه‌شناختی فازی، براساس تحلیل پارتو از مجموع ۷۹ عامل مؤثر بر چابکی زنجیره‌تأمین روانکارها ۲۷ عوامل که جز ۲۰درصد بیشترین میزان تأثیر بودند، انتخاب شدند و در جدول (۲) آورده شدند.

۴-۴. مدل نقشه‌شناختی فازی

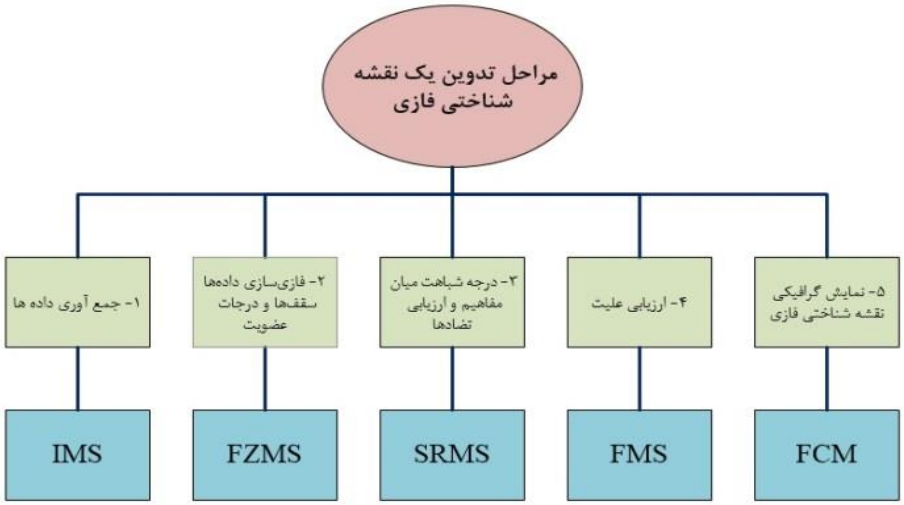
چارچوب کلی تهیه نقشه‌شناختی فازی و استفاده از آن برای مدل‌سازی و تحلیل مسائل را می‌توان در شکل (۲) مشاهده کرد.

۴-۴-۱. تعیین ماتریس اولیه موفقیت

این ماتریس یک ماتریس $n\times m$ است. به‌طوری‌که، به تعداد n پارامتر مهم تأثیرگذار در سطر، m خبره که به هریک از آن‌ها امتیاز داده‌اند در ستون ماتریس خواهیم داشت. هریک از امتیازهای داده شده به پارامترهای تأثیرگذار در ماتریس دارای هویت درایه‌ای بوده و با O_{ij} نمایش داده می‌شوند [۴۷].

$$i \in \{1,2,\ldots,n\} \quad \text{و} \quad j \in \{1,2,\ldots,m\}$$

در جدول (۳) ماتریس اولیه موفقیت آمده است. ۱۱ نفر از خبرگان نظرات خود را ارائه دادند. لذا ماتریس اولیه موفقیت، یک ماتریس ۱۱×۲۷ می شود که نظرات هریک از خبرگان در یکی از ستون‌های آن قید گردیده است. در امتیازدهی به پارامترها، از خبرگان خواسته شده بود که بین اعداد ۰ تا ۱۰۰ براساس میزان تأثیر هر پارامتر در افزایش چابکی زنجیره‌تأمین امتیاز موردنظر خود را به آن پارامتر تخصیص دهند. در جمع‌آوری اطلاعات، بالاترین امتیازی که به هریک از پارامترها تخصیص پیدا کرد عدد ۱۰۰ و پایین‌ترین امتیاز نیز عدد ۳۰ بود.



شکل(۲): تهیه نقشه‌شناختی فازی

جدول(۲): عوامل مؤثر بر چابکی زنجیره‌تأمین روانکارها

ردیف	کد	عوامل مؤثر بر چابکی زنجیره‌تأمین روانکارها
۱	۱-۱-۱	شادابی و انگیزه پرسنل در پیشبرد کارها و ارائه پیشنهادات اجرایی در بهبود امور
۲	۱-۲-۱	توسعه فناوری اطلاعات و تجارت و تأمین الکترونیکی در زنجیره‌تأمین
۳	۲-۲-۱	نظام تشخیص نیازهای آینده متقاضیان توسط بخش تأمین و تأمین‌کنندگان
۴	۳-۲-۱	استانداردسازی درخواست‌های خرید
۵	۱-۳-۱	افزایش درصد پاسخ‌گویی به نیازهای متقاضی (زمان، کیفیت، تعامل و ...)
۶	۲-۳-۱	کاهش درصد اقلامی که در لحظه درخواست دردسترس نیستند
۷	۳-۳-۱	زمان تحویل برای اقلام فوری (زمان بین درخواست تأمین تا تحویل آن)
۸	۴-۳-۱	سرعت انتقال و مبادله اطلاعات (میزان استفاده از سیستم‌های IT در امور)
۹	۱-۱-۲	نیاز مشتریان برای تولید و تحویل به موقع محصولات
۱۰	۲-۱-۲	تغییر در نوع و کیفیت مواد اولیه خارجی

۱۱	۱-۲-۲	ایجاد روحیه مشارکت و همکاری قوی در کارکنان
۱۲	۲-۲-۲	ترکیب ایده‌های جدید و تلفیق نوآوری در طراحی محصولات
۱۳	۳-۲-۲	برنامه‌ریزی و اجرای دقیق مدیریت زمان در کلیه فرآیندها
۱۴	۱-۳-۲	اثر میزان موفقیت شرکت در تولید به‌هنگام در چابکی
۱۵	۲-۳-۲	اثر امکانپذیر بودن تولید با ظرفیت‌های مختلف در چابکی
۱۶	۳-۳-۲	سریع بودن در تولید انبوه محصولات جدید و ورود آن به بازار
۱۷	۴-۳-۲	سرعت در عملیات (زمان تأخیر عملیاتی کوتاه)
۱۸	۱-۲-۳	ایجاد و استفاده از سیستم‌های یکپارچه اطلاعاتی در طول زنجیره‌تأمین
۱۹	۲-۲-۳	میزان یکپارچگی فرآیندها در طول زنجیره‌تأمین
۲۰	۳-۲-۳	ایجاد سیستم متمرکز اطلاعات انبارهای محصول برای توزیع‌کنندگان
۲۱	۴-۲-۳	ایجاد رسانه‌های ارتباطی برای جمع‌آوری نظرات مشتری (صدای مشتری)
۲۲	۱-۳-۳	افزایش درصد پاسخ‌گویی به نیازهای مشتریان
۲۳	۲-۳-۳	توانایی پیش‌بینی و تشخیص تغییرات در نیازهای مشتریان
۲۴	۳-۳-۳	درصد رضایت مشتریان از کیفیت محصولات
۲۵	۴-۳-۳	درصد رضایت مشتریان از تحویل محصولات
۲۶	۵-۳-۳	درصد رضایت مشتریان از دسترسی سهل به محصولات
۲۷	۶-۳-۳	ایجاد سیستم‌های تجاری انعطاف‌پذیر در مواجهه با تغییرات نیازهای مشتریان

۴-۴-۲. فازی کردن ماتریس اولیه موفقیت

ماتریس فازی شده شامل اعدادی در بازه $[0,1]$ می‌باشد که بااستفاده از روابط زیر و براساس امتیازات کسب شده هر پارامتر محاسبه می‌گردد [۴۸]. در این روش بردارهای Vi به مجموعه‌های فازی منتقل می‌شوند که در آن‌ها هر عنصر مجموعه فازی بیانگر میزان عضویت عنصر Oij بردار Vi با خود بردار است [۴۷]. برای اصلاح انحراف احتمالی در پاسخ‌دهی خبرگان دو حد آستانه‌ای بالاترین α_u و پایین‌ترین α_l درنظر گرفته می‌شود. برای انتخاب این محدود، بازه بین حداکثر و حداقل اعداد درنظرگرفته شده و درنتیجه خواهیم داشت [۲۳]:

$$\forall_{j=1....m} O_{ij}\ (O_{ij} \geq \alpha_u) \Rightarrow X_i(O_{ij}) = 1 \quad (۱)$$

$$\forall_{j=1....m} O_{ij}\ (O_{ij} \leq \alpha_l) \Rightarrow X_i(O_{ij}) = 0 \quad (۲)$$

و در ادامه برای فازی کردن عناصر و بردارهای ماتریس اولیه موفقیت (*IMS*) و تبدیل آن به ماتریس فازی شده موفقیت (*FZMS*) از رابطه ذیل استفاده شده است:

$$X_i(O_{ij}) = \frac{O_{ij} - \mathrm{Min}(O_{ip})}{\mathrm{Max}(O_{iq}) - \mathrm{Min}(O_{ip})} \quad (۳)$$

ماتریس فازی شده موفقیت، جدول (۴)، شامل اعدادی در بازه $[0,1]$ می‌باشد. اعداد جدول (۴) بااستفاده از روابط (۱) و (۲) و (۳) و براساس امتیازات کسب شده هر پارامتر محاسبه شده‌اند.

۴-۴-۳. تعیین ماتریس قدرت روابط موفقیت

ماتریس قدرت رابطه فعالیت‌ها، جدول (۵)، یک ماتریس $n \times n$ می‌باشد. ستون‌ها و سطرهای آن از عوامل کلیدی موفقیت بوده و هر درایه از این ماتریس بیانگر رابطه میان عامل "i" و عامل "j" می‌باشد که با S_{ij} با تعبیرات زیر نشان داده می‌شود:

اگر $S_{ij}>0$ باشد، یعنی یک ارتباط مستقیم (مثبت) بین عامل موفقیت "i" با عامل موفقیت "j" وجود دارد به‌گونه‌ای که افزایش پارامتر "i" موجب افزایش در پارامتر "j" خواهد شد.

اگر $S_{ij}<0$ باشد، یعنی یک ارتباط معکوس (منفی) بین عامل موفقیت "i" با عامل موفقیت "j" وجود دارد به‌گونه‌ای که افزایش پارامتر "i" موجب کاهش در پارامتر "j" خواهد شد.

اگر $S_{ij}=0$ باشدف یعنی هیچ ارتباط منطقی بین عامل موفقیت "i" با عامل موفقیت "j" وجود ندارد.

هنگام تعیین مقادیر S_{ij}، باید سه پارامتر"قطبیت، قدرت روابط و جهت علیت"درنظرگرفته شوند:

قطبیت یا علامت (S_{ij})، نشان می‌دهد رابطه بین مفاهیم "i" و "j" مستقیم و یا معکوس است. قدرت S_{ij}، نشان می‌دهد مفهوم "i" چقدر "j" را تحت تأثیر قرار می‌دهد. جهت علیت، نشان می‌دهد آیا مفهوم "i" باعث مفهوم "j" می‌شود یا برعکس [۲۳].

الف) تعیین قطبیت : بردارهای عددی ماتریس اولیه موفقیت (*IMS*) به ماتریس فازی شده موفقیت (*FZMS*) تبدیل می‌شوند. باتوجه به بردارهای V_1 و V_2، مرتبط با فاکتورهای ۱ و ۲، $X_1(V_j)$ و $X_2(V_j)$ درجات عضویت جزء j در بردارهای V_1 و V_2 می‌باشند [۲۳].

ب) تعیین قدرت روابط: نزدیکی رابطه بین دو بردار V_1 و V_2 با محاسبه "شباهت" بین این دو بردار، قدرت رابطه بین فاکتورهای ۱ و ۲ مرتبط با این دو بردار را تعیین کرده و توسط ماژول جزء S_{12} در *SRMS* معرفی می‌شود [۲۳].

ج) باتوجه به نوع ارتباطات مستقیم و یا معکوسی که بردارها دارند نیاز به محاسبات متفاوت در محاسبه نزدیک‌ترین فاصله بین آن‌ها می‌باشد.

ج-۱) اگر بردارهای V1 و V2 ارتباط مستقیم داشته باشند، نزدیکترین رابطه بین آن‌ها زمانی است که برای هر $(j=1,2,\ldots,m)$ داشته باشیم: $X1\ (Vj) = X2\ (Vj)$. درصورتی‌که dj فاصله بین عناصر jام مربوط به بردارهای V1

و V2 باشد. در این‌صورت از رابطه (۴) استفاده می‌کنیم [۲۳].

$$d_j = \left|X_1(v_j) - X_2(v_j)\right| \quad (۴)$$

ج-۲) اگر بردارهای V_1 و V_2 رابطه معکوس داشته باشند، معادله محاسبه فاصله بین عناصر مربوط به بردارهای معکوس V_1 و V_2 براساس رابطه (۵) می‌باشد[۱۷].

$$d_j = \left|X_1(v_j) - (1 - X_2(v_j))\right| \quad (۵)$$

همچنین AD (متوسط فاصله) میان بردارهای V_1 و V_2 می‌باشد که براساس رابطه (۶) محاسبه می‌شود.

$$AD = \frac{\sum_{j=1}^{m}\left|d_j\right|}{m} \quad (۶)$$

بنابراین نزدیکترین فاصله بین دو بردار براساس رابطه(۷) می‌باشد:

$$S = 1 - AD \quad (۷)$$

در جدول (۵) نتایج محاسبات آمده است.

۴-۴-۴. تعیین ماتریس ارزیابی علیت

پس از تکمیل ماتریس SRMS، برخی از داده‌های موجود در آن می‌تواند گمراه‌کننده باشند. ماتریس ارزیابی علیت فقط شامل آن دسته از مؤلفه‌های فازی عددی است که روابط علیت بین پارامترهای موفقیت را نشان می‌دهد، البته نظر متخصص لازم است. براساس نظرات خبرگان صنعت روانکار، ارتباطات بی‌معنا میان عوامل تحقیق حذف و جهت علی روابط نیز تعیین گردید که در جدول (۶) آورده شده است.

۴-۴-۵. مدل نقشه‌شناختی فازی

برای ترسیم نقشه‌شناختی فازی این تحقیق مطابق شکل (۳)، از نرم‌افزار "ویزیو" از زیرمجموعه‌های نرم‌افزار آفیس که برای ترسیم گراف‌های سیستمی و شبکه‌ای به‌صورت دستی به‌کار می‌رود، استفاده گردید. در ترسیم این نقشه تلاش شده است تا ضمن رعایت کلیه اصول مرتبط با نقشه‌های شناختی فازی، ملاحظات بصری نیز رعایت شود. کدهای به‌کار رفته همان کدهای تک‌رقمی عوامل می‌باشند که در جدول (۲) آورده شده است.

در شکل (۳) مدل نقشه‌شناختی فازی عوامل تأثیرگذار بر چابکی زنجیره‌تأمین روانکار براساس نتایج مطرح شده در جداول (۳) الی (۶)، رسم شده است. برای ترسیم نقشه‌شناختی فازی از نرم‌افزار ویزیو[۱۰] که یکی از زیرمجموعه‌های نرم‌افزار آفیس بوده، استفاده گردید. در ترسیم این نقشه تلاش شده است تا ضمن رعایت کلیه اصول مرتبط با نقشه‌های شناختی فازی، ملاحظات بصری نیز رعایت شود. در اینجا بااستفاده از داده‌هایی که از بخش‌های قبلی حاصل شده است، این ارتباط‌ها به نحو مقتضی ترسیم شده تا با ایجاد نقشه‌شناختی فازی امکان تحلیل بر روی عوامل مؤثر بر چابکی زنجیره‌تأمین روانکار ایجاد گردد. عوامل تأثیرگذار با کدهای تک‌عددی درنظر گرفته شده برای هریک، در این نقشه به نمایش گذاشته شده‌اند.

جدول (۳): ماتریس اولیه موفقیت (IMS)

	پاسخ دهندگان												
پارامتر	0-1	0-2	0-3	0-4	0-5	0-6	0-7	0-8	0-9	0-10	0-11	MAX Oip	Min Oip
1-1-1	75	60	70	65	100	95	90	85	70	90	80	90	40
1-2-1	70	90	80	95	50	55	90	90	65	45	80	90	40
1-2-2	80	80	90	70	40	50	90	85	70	40	80	90	40
1-2-3	70	75	80	60	30	45	95	90	65	35	90	90	40
1-3-1	85	80	95	85	50	55	100	100	80	45	90	90	40
1-3-2	70	90	80	80	50	60	90	90	65	45	80	90	40
1-3-3	80	80	90	75	60	55	100	95	70	55	90	90	40
1-3-4	85	85	90	80	60	65	100	95	80	55	90	90	40
2-1-1	80	60	80	65	90	80	95	80	70	80	85	90	40
2-1-2	50	50	60	55	80	70	90	70	45	50	40	90	40
2-2-1	70	75	85	70	90	80	90	85	65	80	80	90	40
2-2-2	75	70	90	75	70	70	80	75	70	65	70	90	40
2-2-3	80	85	95	80	60	65	95	90	70	55	85	90	40
2-3-1	70	85	90	95	100	95	100	90	65	90	90	90	40
2-3-2	70	85	90	70	70	75	100	95	65	65	90	90	40
2-3-3	80	85	95	75	70	75	95	90	70	65	85	90	40
2-3-4	80	80	90	80	80	90	100	90	70	70	90	90	40
3-2-1	70	85	70	75	90	85	100	95	65	80	90	90	40
3-2-2	75	85	70	85	60	65	100	90	70	55	90	90	40
3-2-3	80	85	80	80	60	55	100	90	70	55	90	90	40
3-2-4	70	70	90	75	70	75	90	85	65	65	80	90	40
3-3-1	90	85	95	75	80	80	100	95	80	70	90	90	40
3-3-2	90	95	90	95	70	70	100	95	80	65	90	90	40
3-3-3	95	80	85	90	90	85	80	80	90	80	70	90	40
3-3-4	85	80	90	90	90	85	100	95	80	80	90	90	40
3-3-5	90	80	90	85	90	85	90	85	80	80	80	90	40
3-3-6	90	90	80	85	80	80	100	90	80	70	90	90	40

جدول (۴): ماتریس فازی شده موفقیت (FZMS)

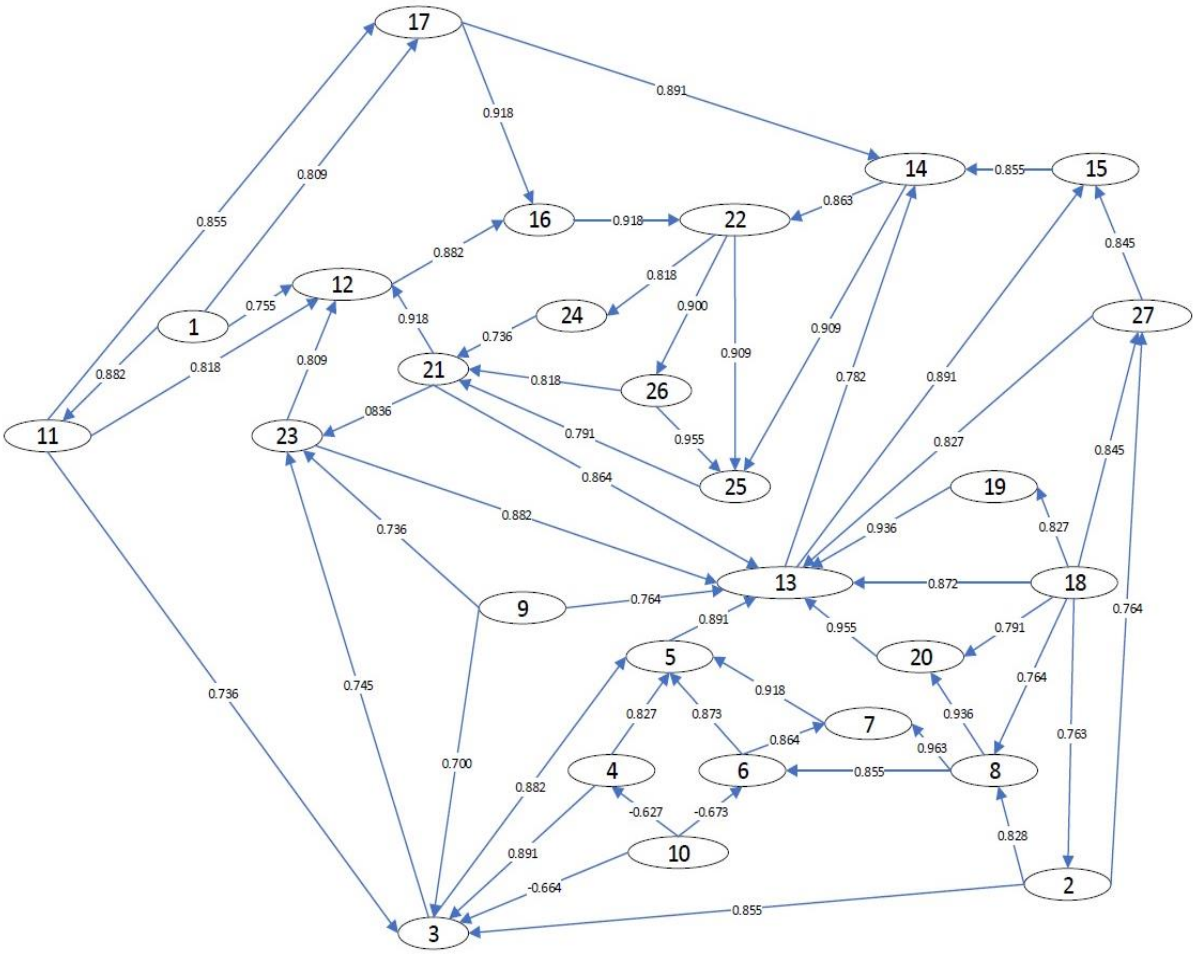
	پارامتر	پاسخ دهندگان 0-1	0-2	0-3	0-4	0-5	0-6	0-7	0-8	0-9	0-10	0-11
1	1-1-1	0.7	0.4	0.6	0.5	1	1	1	0.9	0.6	1	0.8
2	1-2-1	0.6	1	0.8	1	0.2	0.3	1	1	0.5	0.1	0.8
3	1-2-2	0.8	0.8	1	0.6	0	0.2	1	0.9	0.6	0	0.8
4	1-2-3	0.6	0.7	0.8	0.4	0	0.1	1	1	0.5	0	1
5	1-3-1	0.9	0.8	1	0.9	0.2	0.3	1	1	0.8	0.1	1
6	1-3-2	0.6	1	0.8	0.8	0.2	0.4	1	1	0.5	0.1	0.8
7	1-3-3	0.8	0.8	1	0.7	0.4	0.3	1	1	0.6	0.3	1
8	1-3-4	0.9	0.9	1	0.8	0.4	0.5	1	1	0.8	0.3	1
9	2-1-1	0.8	0.4	0.8	0.5	1	0.8	1	0.8	0.6	0.8	0.9
10	2-1-2	0.2	0.2	0.4	0.3	0.8	0.6	1	0.6	0.1	0.2	0
11	2-2-1	0.6	0.7	0.9	0.6	1	0.8	1	0.9	0.5	0.8	0.8
12	2-2-2	0.7	0.6	1	0.7	0.6	0.6	0.8	0.7	0.6	0.5	0.6
13	2-2-3	0.8	0.9	1	0.8	0.4	0.5	1	1	0.6	0.3	0.9
14	2-3-1	0.6	0.9	1	1	1	1	1	1	0.5	1	1
15	2-3-2	0.6	0.9	1	0.6	0.6	0.7	1	1	0.5	0.5	1
16	2-3-3	0.8	0.9	1	0.7	0.6	0.7	1	1	0.6	0.5	0.9
17	2-3-4	0.8	0.8	1	0.8	0.8	1	1	1	0.6	0.6	1
18	3-2-1	0.6	0.9	0.6	0.7	1	0.9	1	1	0.5	0.8	1
19	3-2-2	0.7	0.9	0.6	0.9	0.4	0.5	1	1	0.6	0.3	1
20	3-2-3	0.8	0.9	0.8	0.8	0.4	0.3	1	1	0.6	0.3	1
21	3-2-4	0.6	0.6	1	0.7	0.6	0.7	1	0.9	0.5	0.5	0.8
22	3-3-1	1	0.9	1	0.7	0.8	0.8	1	1	0.8	0.6	1
23	3-3-2	1	1	1	1	0.6	0.6	1	1	0.8	0.5	1
24	3-3-3	1	0.8	0.9	1	1	0.9	0.8	0.8	1	0.8	0.6
25	3-3-4	0.9	0.8	1	1	1	0.9	1	1	0.8	0.8	1
26	3-3-5	1	0.8	1	0.9	1	0.9	1	0.9	0.8	0.8	0.8
27	3-3-6	1	1	0.8	0.9	0.8	0.8	1	1	0.8	0.6	1

جدول (۵): ماتریس (SRMS)

		SRMS 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
	پارامتر	1-1-1	1-2-1	1-2-2	1-2-3	1-3-1	1-3-2	1-3-3	1-3-4	2-1-1	2-1-2	2-2-1	2-2-2	2-2-3	2-3-1	2-3-2	2-3-3	2-3-4	3-2-1	3-2-2	3-2-3	3-2-4	3-3-1	3-3-2	3-3-3	3-3-4	3-3-5	3-3-6
1	1-1-1		0.636	0.655	-0.655	0.609	0.664	0.691	0.664	0.918	0.627	0.882	0.755	0.700	0.827	0.755	0.764	0.809	0.864	0.727	0.691	0.800	0.755	0.673	0.755	0.791	0.818	0.745
2	1-2-1	0.636		0.855	0.855	0.882	0.973	0.855	0.827	0.664	-0.645	0.736	0.736	0.864	0.736	0.809	0.800	0.736	0.736	0.873	0.891	0.800	0.718	0.800	0.645	0.700	0.691	0.764
3	1-2-2	0.655	0.855		0.891	0.882	0.864	0.891	0.827	0.700	-0.664	0.736	0.773	0.864	0.645	0.791	0.818	0.755	0.664	0.800	0.855	0.800	0.736	0.745	0.627	0.682	0.709	0.691
4	1-2-3	-0.655	0.855	0.891		0.827	0.864	0.836	0.773	0.682	-0.627	0.718	0.700	0.791	0.645	0.791	0.745	0.700	0.700	0.800	0.836	0.764	0.682	0.691	-0.536	0.627	0.600	0.673
5	1-3-1	0.609	0.882	0.882	0.827		0.873	0.918	0.927	0.673	-0.709	0.691	0.745	0.891	0.709	0.800	0.827	0.800	0.691	0.864	0.900	0.773	0.818	0.864	0.691	0.800	0.773	0.809
6	1-3-2	0.664	0.973	0.864	0.864	0.873		0.864	0.855	0.691	-0.673	0.764	0.764	0.891	0.727	0.836	0.827	0.764	0.764	0.882	0.900	0.827	0.745	0.791	0.636	0.691	0.700	0.773
7	1-3-3	0.691	0.855	0.891	0.836	0.918	0.864		0.936	0.755	-0.718	0.773	0.827	0.955	0.755	0.882	0.909	0.864	0.773	0.909	0.964	0.855	0.845	0.855	0.682	0.791	0.764	0.800
8	1-3-4	0.664	0.827	0.827	0.773	0.927	0.855	0.936		0.727	-0.709	0.745	0.800	0.964	0.764	0.873	0.900	0.855	0.764	0.918	0.936	0.827	0.891	0.918	0.727	0.836	0.809	0.864
9	2-1-1	0.918	0.664	0.700	0.682	0.673	0.691	0.755	0.727		-0.655	0.909	0.800	0.764	0.800	0.800	0.827	0.836	0.855	0.736	0.755	0.827	0.818	0.736	0.800	0.836	0.845	0.809
10	2-1-2	0.627	-0.645	-0.664	-0.627	-0.709	-0.673	-0.718	-0.709	-0.655		-0.636	-0.691	-0.691	-0.582	-0.655	-0.682	-0.655	-0.673	-0.718	-0.718	-0.645	-0.673	-0.664	-0.655	-0.655	-0.645	-0.664
11	2-2-1	0.882	0.736	0.736	0.718	0.691	0.764	0.773	0.745	0.909	-0.636		0.818	0.782	0.873	0.873	0.845	0.855	0.909	0.755	0.755	0.900	0.836	0.755	0.818	0.855	0.882	0.809
12	2-2-2	0.755	0.736	0.773	0.700	0.745	0.764	0.827	0.800	0.800	-0.691	0.818		0.836	0.727	0.855	0.882	0.818	0.745	0.791	0.791	0.918	0.800	0.809	0.782	0.745	0.773	0.755
13	2-2-3	0.700	0.864	0.864	0.791	0.891	0.891	0.955	0.964	0.764	-0.691	0.782	0.836		0.782	0.891	0.936	0.873	0.782	0.936	0.955	0.864	0.855	0.882	0.709	0.800	0.791	0.827
14	2-3-1	0.827	0.736	0.645	0.645	0.709	0.727	0.755	0.764	0.800	-0.582	0.873	0.727	0.782		0.855	0.827	0.891	0.909	0.773	0.755	0.809	0.836	0.809	0.800	0.909	0.864	0.827
15	2-3-2	0.755	0.809	0.791	0.791	0.800	0.836	0.882	0.873	0.800	-0.655	0.873	0.855	0.891	0.855		0.955	0.891	0.873	0.864	0.864	0.936	0.891	0.882	0.709	0.818	0.791	0.845
16	2-3-3	0.764	0.800	0.818	0.745	0.827	0.827	0.909	0.900	0.827	-0.682	0.845	0.882	0.936	0.827	0.955		0.918	0.845	0.873	0.891	0.927	0.918	0.909	0.755	0.845	0.836	0.873
17	2-3-4	0.809	0.736	0.755	0.700	0.800	0.764	0.864	0.855	0.836	-0.655	0.855	0.818	0.873	0.891	0.891	0.918		0.873	0.827	0.845	0.864	0.927	0.864	0.800	0.909	0.882	0.900
18	3-2-1	0.864	0.736	0.664	0.700	0.691	0.764	0.773	0.764	0.855	-0.673	0.909	0.745	0.782	0.909	0.873	0.845	0.873		0.827	0.791	0.827	0.855	0.773	0.782	0.873	0.845	0.845
19	3-2-2	0.727	0.873	0.800	0.800	0.864	0.882	0.909	0.918	0.736	-0.718	0.755	0.791	0.936	0.773	0.864	0.873	0.827	0.827		0.945	0.818	0.809	0.855	0.682	0.773	0.745	0.836
20	3-2-3	0.691	0.891	0.855	0.836	0.900	0.900	0.964	0.936	0.755	-0.718	0.755	0.791	0.955	0.755	0.864	0.891	0.845	0.791	0.945		0.818	0.827	0.855	0.682	0.773	0.745	0.836
21	3-2-4	0.800	0.800	0.800	0.764	0.773	0.827	0.855	0.827	0.827	-0.645	0.900	0.918	0.864	0.809	0.936	0.927	0.864	0.827	0.818	0.818		0.845	0.836	0.736	0.791	0.818	0.800
22	3-3-1	0.755	0.718	0.736	0.682	0.818	0.745	0.845	0.891	0.818	-0.673	0.836	0.800	0.855	0.836	0.891	0.918	0.927	0.855	0.809	0.827	0.845		0.918	0.818	0.909	0.900	0.955
23	3-3-2	0.673	0.800	0.745	0.691	0.864	0.791	0.855	0.918	0.736	-0.664	0.755	0.809	0.882	0.809	0.882	0.909	0.864	0.773	0.855	0.855	0.836	0.918		0.791	0.882	0.855	0.927
24	3-3-3	0.755	0.645	0.627	-0.536	0.691	0.636	0.682	0.727	0.800	-0.655	0.818	0.782	0.709	0.800	0.709	0.755	0.800	0.782	0.682	0.682	0.736	0.818	0.791		0.891	0.918	0.827
25	3-3-4	0.791	0.700	0.682	0.627	0.800	0.691	0.791	0.836	0.836	-0.655	0.855	0.745	0.800	0.909	0.818	0.845	0.909	0.873	0.773	0.773	0.791	0.909	0.882	0.891		0.955	0.900
26	3-3-5	0.818	0.691	0.709	0.600	0.773	0.700	0.764	0.809	0.845	-0.645	0.882	0.773	0.791	0.864	0.791	0.836	0.882	0.845	0.745	0.745	0.818	0.900	0.855	0.918	0.955		0.891
27	3-3-6	0.745	0.764	0.691	0.673	0.809	0.773	0.800	0.864	0.809	-0.664	0.809	0.755	0.827	0.827	0.845	0.873	0.900	0.845	0.836	0.836	0.800	0.955	0.927	0.827	0.900	0.891	

جدول (۶): ماتریس ارزیابی علیت

		FMS																										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
	پارامتر	1-1-1	1-2-1	1-2-2	1-2-3	1-3-1	1-3-2	1-3-3	1-3-4	2-1-1	2-1-2	2-2-1	2-2-2	2-2-3	2-3-1	2-3-2	2-3-3	2-3-4	3-2-1	3-2-2	3-2-3	3-2-4	3-3-1	3-3-2	3-3-3	3-3-4	3-3-5	3-3-6
1	1-1-1											0.882	0.755					0.809										
2	1-2-1			0.855					0.827										0.736									0.764
3	1-2-2		0.855		0.891	0.882				0.700	-0.664	0.736												0.745				
4	1-2-3			0.891		0.827					-0.627																	
5	1-3-1			0.882	0.827		0.873	0.918						0.891														
6	1-3-2					0.873		0.864	0.855		-0.673																	
7	1-3-3					0.918	0.864		0.936																			
8	1-3-4		0.827				0.855	0.936											0.764		0.936							
9	2-1-1			0.700										0.764										0.736				
10	2-1-2			-0.664	-0.627		-0.673																					
11	2-2-1	0.882		0.736									0.818					0.855										
12	2-2-2	0.755										0.818					0.882					0.918		0.809				
13	2-2-3					0.891				0.764					0.782	0.891			0.782	0.936	0.955	0.864		0.882				0.827
14	2-3-1								0.764					0.782		0.855		0.891					0.836			0.909		
15	2-3-2													0.891	0.855													0.845
16	2-3-3												0.882					0.918					0.918					
17	2-3-4	0.809										0.855			0.891		0.918											
18	3-2-1		0.736											0.782						0.827	0.791							0.845
19	3-2-2													0.936					0.827									
20	3-2-3								0.936					0.955					0.791									
21	3-2-4												0.918	0.864										0.836	0.736	0.791	0.818	
22	3-3-1														0.836		0.918								0.818	0.909	0.900	
23	3-3-2			0.745						0.736			0.809	0.882								0.836						
24	3-3-3																					0.736	0.818					
25	3-3-4														0.909							0.791	0.909				0.955	
26	3-3-5																					0.818	0.900			0.955		
27	3-3-6		0.764											0.827		0.845			0.845									



شکل (۳): مدل نقشه‌شناختی فازی عوامل تأثیرگذار بر چابکی زنجیره‌تأمین روانکار

۵. بحث و بررسی

تعداد ۵۷ مورد ارتباط مؤثر و معنی‌دار بین ۲۷ پارامتر مؤثر در چابکی زنجیره‌های تأمین روانکار، در ماتریس FMS شناسایی و درنهایت تبدیل به نقشه‌شناختی فازی گردید. بیشترین ارتباط در این نقشه مرتبط با پارامتر شماره ۱۳ (برنامه‌ریزی و مدیریت زمان در کلیه فرآیندها) می‌باشد. این امر مبین آن است که در چابکی نیز مانند سایر حوزه ها، برنامه‌ریزی وپیگیری نظام‌مند اقدامات در پیشرفت و رشد مؤثر بوده و موجبات موفقیت را فراهم می‌آورد.

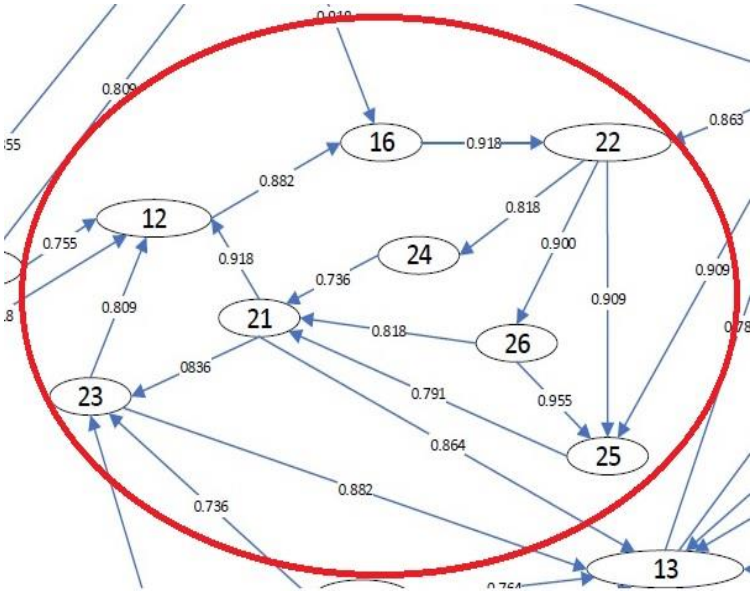
تواناسازهایی شامل پارامترهای ۳ (نظام تشخیص نیازهای آینده متقاضیان توسط بخش تأمین و تأمین‌کنندگان)، ۱۳ برنامه‌ریزی و مدیریت زمان در کلیه فرآیندها)، ۱۸ (ایجاد و استفاده از سیستم‌های یکپارچه اطلاعاتی در طول زنجیره)، و۲۱ (ایجاد رسانه‌های ارتباطی برای جمع‌آوری نظرات مشتری) می‌توانند هسته‌های مرکزی را ایجاد نموده که هر یک با تأثیر مستقیم بر سایر پارامترها از جمله هم‌افزایی در قابلیت‌ها، موجب افزایش پاسخ‌گویی، شایستگی، انعطاف‌پذیری و سرعت شده، در نتیجه چابکی را در زنجیره‌های تأمین روانکار ارتقاء می‌بخشند.

محرک‌هایی که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته‌اند هریک دارای سه ارتباط می‌باشند. هریک از پارامترهای ۱ (شادابی و انگیزه پرسنل در پیشبرد کارها و ارائه پیشنهادات اجرایی در بهبود امور) و ۹ (نیاز مشتریان برای تولید و تحویل به‌موقع محصولات) بر دو و یک قابلیت به‌صورت مستقیم و پارامتر ۱۰ (تغییر در نوع و کیفیت مواد اولیه خارجی) بر دو توانمندساز و یک قابلیت به‌صورت معکوس اثر می‌گذارند، که در نتیجه شادابی پرسنل، ارائه پیشنهادات جدیدتر و ارائه تغییرات سریعتر و افزایش شایستگی و پاسخ‌گویی را به‌دنبال خواهد داشت.

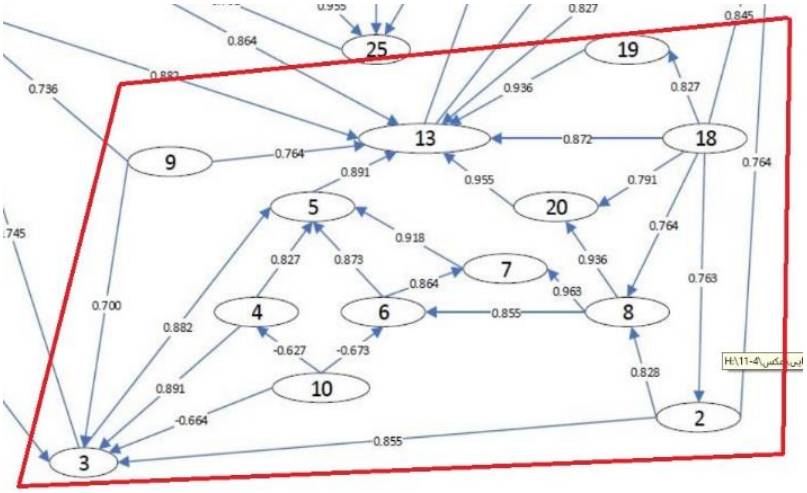
همچنین در میانه نقشه‌شناختی فازی شکل‌های (۳) و (۴) و (۵)، با چرخه‌ای روبه‌رو هستیم. بیانگر آن است که میزان پاسخ‌گویی به نیاز مشتریان مستقیماً به درصد رضایت‌مندی آن‌ها از کیفیت، تحویل به‌هنگام محصول و دسترسی آسان به مراکز توزیع محصول تعیین‌کننده خواهد بود. خروجی این پارامترها با قدرت‌های نسبتاً بالایی به پارامتر توانمندساز-دریافت صدای مشتریان خواهد رسید و توانایی زنجیره‌های تأمین را افزایش می‌دهد. خروجی صدای مشتری می‌تواند خوراک‌های مناسبی را برای ایجاد ایده‌های جدید و نوآوری در محصولات و نیز توانایی پیش‌بینی و تشخیص تغییرات در نیازهای مشتریان و برنامه‌ریزی و مدیریت زمان فرآهم آورده که درنهایت به‌واسطه قابلیت‌های تولید به‌هنگام و سرعت در ارائه تغییرات موردنیاز مشتری به بازار مصرف، تأثیر مستقیمی بر درصد پاسخ‌گویی به نیازهای مشتریان گذارده و با تشکیل یک چرخه، چابکی را در زنجیره‌تأمین متاثر نماید.

ایجاد سیستم‌های یکپارچه اطلاعاتی در طول زنجیره‌تأمین، می‌تواند با افزایش یکپارچگی در طول فرآیندهای زنجیره‌تأمین، تمرکز در اطلاعات انبارها، در اختیار قراردادن اطلاعاتی جامع، به‌هنگام و دقیق برای برنامه‌ریزی در امور و مدیریت زمان بهتر، انعطاف‌پذیری مجموعه‌ها را افزایش داده و به‌واسطه آن قدرت پاسخ‌گویی را افزایش دهد. این امر در قسمت پایین و متمرکز به راست نمودار کاملاً مشهود است.

تأثیر متقابل توسعه فناوری اطلاعات را در این پارامتر نباید ازنظر دور داشت زیرا هرچه زیرساخت‌های فناوری اطلاعات به‌روزتر بوده و از قابلیت‌های بیشتری برخوردار باشند به‌میزان یکپارچگی اطلاعاتی درطول زنجیره‌تأمین افزوده خواهد شد.



شکل(۴): چرخه ارتقاء ایجاد شده در مرکز نقشه‌شناختی فازی



شکل(۵): نمایی از ارتباطات پارامترهای حلقه تأمین و تأثیرات متقابل آن‌ها

براساس نتایج تحلیلی حاصل از مدل و محاسبات صورت گرفته می‌توان موارد اولویت‌دار زیر را به‌عنوان راهکارهای مدیریت و اجرایی توصیه کرد:

- طراحی و اجرای نظام ارتباطی کارا با مشتریان و نیازسنجی تقاضا و تغیرات تقاضا
- ایجاد نظام تشخیص نیاز بر سمت تأمین و تأمین‌کنندگان
- برنامه‌ریزی و زمان‌بندی اثربخش در همه حوزه‌ها
- ایجاد سیستم اطلاعاتی یکپارچه برای تأمین تأمین
- مشارت کارکنان در حل مسائل
- ایجاد انگیزه در کارکنان برای ایده‌پردازی و ارائه پیشنهادهای عملیاتی برای حل بهتر و کاراتر مسائل

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهاد برای تحقیقات آتی

باتوجه به بحث و بررسی صورت گرفته برروی مدل نقشه‌شناختی فازی طراحی شده، نتایج احصاء شده به‌شرح زیر می‌باشند:

- برنامه‌ریزی به‌عنوان اصلی‌ترین پارامتر مؤثر بر چابکی در زنجیره‌های تأمین روانکار تلقی می‌گردد. زیرا می‌تواند زمینه‌ساز افزایش سرعت عملکرد، پاسخ‌گویی مناسب و افزایش شایستگی زنجیره‌های تأمین روانکارگردد.
- شادابی پرسنل و ایجاد انگیزه برای مشارکت در امور، پارامتر مؤثر دیگر بر چابکی در زنجیره‌های تأمین روانکار می‌تواند شناخته شود. زیرا می‌تواند موجب افزایش خلاقیت و نوآوری در پرسنل به‌منظور توسعه بازار و سرعت عملکرد در تحویل محصول از جمله محصول جدید و نوآورانه به بازار گردد.
- توسعه فناوری اطلاعات و افزایش سرعت انتقال اطلاعات دیگر پارامتر مؤثر بر چابکی در زنجیره‌های تأمین روانکار شناخته شد. زیرا می‌تواند به یکپارچه‌سازی فرآیندهای زنجیره‌های تأمین به‌طور مستقیم تأثیرگذار بوده و برنامه‌ریزی را تقویت نماید.
- میزان پاسخ‌گویی به نیاز مشتریان را دیگر پارامتر مؤثر بر چابکی در زنجیره‌های تأمین روانکار شناخته شد. زیرا موجب افزایش میزان رضایت‌مندی مشتریان و افزایش شایستگی زنجیره‌تأمین روانکار می‌گردد.

به‌عنوان پیشنهاد برای تحقیقات آتی، می‌توان موارد زیر را برای توسعه و تکمیل تحقیق درنظر گرفت:

- ✓ شناسایی و اولویت‌بندی استراتژی‌های ارتقای چابکی برمبنای رابطه و شدت بین عوامل اولویت‌دار شناسایی شده به‌کمک ابزارهای تعاملی تصمیم‌گیری چندشاخصه.
- ✓ درنظر گرفتن عوامل مدیریت ریسک زنجیره‌تأمین روانکارها در کنار عوامل چابکی.
- ✓ ترکیب عوامل ناب و چابکی و پایداری در زنجیره‌تأمین روانکارها.

مراجع

[۱] والی سیر، محمد مهدی و روغنیان، عماد؛ ۱۳۹۹، بازطراحی شبکه زنجیره‌تأمین ترکیبی تاب‌آور تحت ریسک‌های عملیاتی و اختلال: مطالعه موردی، نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید، سال ۸، شماره ۱۶، ص ۱۱۳-۱۳۵.

[2] Govindan, K., Fattahi, M., Keyvanshokooh, E. (2017). "Supply chain network design under uncertainty: A comprehensive review and future research directions", European Journal of Operational Research, 263(1): 108-141.

[۳] رضایی‌نور، جلال، هاشم‌پور، مطهره، اکبری، امیرحسین، ۱۳۹۸، طراحی یک زنجیره‌تأمین چهارسطحی دارو با درنظرگرفتن اهداف اقتصادی، اجتماعی و رضایت مناطق، نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید، سال ۷، شماره ۱۵، ص ۱۹۹-۲۱۷.

[4] Sabouhi, F., Pishvaee, M. S. & Jabalameli, M.S. (2018). "Resilient supply chain design under operational and disruption risks considering quantity discount: A case study of pharmaceutical supply chain", Computers & Industrial Engineering, vol. 126: 657-672.

[5] Jafar Nejad, H.A., Safari, A., Azar, S., Ebrahimi A., (2015). "Manage supply chain orders based on traditional

costing approach and cost based on activity and compare them", IQBQ, 2015.

[۶] فخرزاده، محمدباقر، خیاط‌سرکار، حامد، جوهری‌نعیمی، فرزاد، ۱۳۹۹، بررسی رابطه‌ی بین استراتژی مدیریت زنجیره‌تأمین با عملکرد زنجیره‌تأمین پایدار با رویکرد مدل‌سازی معادلات ساختاری، نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید، سال ۸، شماره ۱۷، ص ۲۱۵-۲۲۵.

[۷] مروتی شریف‌آبادی، علی، عندلیب‌اردکانی، داوود، میرنژاد، سیدعلی، جوهری نعیمی، فرزاد، ۱۳۹۸. طراحی مدل ارتقای دوسوتوانی زنجیره‌تأمین با رویکرد مدل‌سازی معادلات ساختاری (مورد مطالعه: صنعت فولاد استان یزد)، شریه مدیریت بهر ه‌وری، سال ۱۳، شماره ۱ (۴۸)، بهار ۱۳۹۸، ص ۷- ۳۵.

[۸] چوپرا، سونیل و میندل، پیتر، ۱۳۹۴، "مدیریت زنجیره‌تأمین استراتژی، برنامه‌ریزی و عملیات"، ترجمه صحرائیان راشد، کامران راد رضا، چاپ اول، دانشگاه شاهد ، مرکز چاپ و انتشارات، تهران.

[۹] نامداریان، لیلا و نژادفلاطوری‌مقدم، طه، ۱۳۹۰، "ارزیابی عملکرد زنجیره‌ی تأمین با نگرش فرآیندی و استراتژیک بااستفاده از منطق فازی"، مدیریت صنعتی، دوره ۳، شماره ۶، بهار و تابستان ۱۳۹۰، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، ص ۱۴۹-۱۷۰.

[10] Lambert Douglas, M., Cooper Martha, C. and Pagh Janus, D., 1998, "Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities", The International Journal of Logistics Management, Vol. 9 No. 2, PP 1-20.

[11] Handfield, R. B. and Nichols, E. L., 1999, "Introduction to Supply Chain Management", Englewood Cliffs: Prentice-Hall, ncseagrant.ncsu.edu.

[12] Melo, M.T., Nickel S. and Saldanha-da-Gama, F., 2009," Facility location and supply chain management – A review", European Journal of Operational Research, Vol 196, Issue 2, PP 401-412.

[13] Tiwari, A., Ko, M. and Mehnen, J., 2010, "A review of soft computing applications in supply chain management", Applied Soft Computing, Vol 10, Issue 3, PP 661-674.

[14] Seuring, S., 2013, "A review of modeling approaches for sustainable supply chain management", Decision Support Systems, Vol 54, Issue 4, PP1513-1520.

[15] Lima-Junior Francisco Rodrigues, Carpinetti Luiz Cesar Ribeiro, 2017, "Quantitative models for supply chain performance evaluation: A literature review", Computers & Industrial Engineering, 113, P 333–346.

[۱۶]رحیمی اکبر، راد عباس، عالم تبریز اکبر، موئتمنی علیرضا، ۱۳۹۷، "به‌کارگیری رویکردهای مدیریتی ناب، چابک و تاب‌آور در زنجیره‌تأمین صنایع دفاعی، راهبردی جدید و مؤثر در ارتقای بازدارندگی دفاعی و امنیت ملی"، فصلنامه مدیریت و پژوهش‌های دفاعی، سال ۷، شماره ۸۶، بهار و تابستان ۱۳۹۷، ص ۱۹-۵۸.

[۱۷]ایران‌زاده، سلیمان، مصباحی جهرمی، نگارالسادات، شکری، عبدالحسین و ابراهیمی، رحیم، ۱۳۹۵، "بررسی رابطه ابعاد چابکی سازمانی و بهره‌وری کارکنان شرکت بیمه دانا در استان آذربایجان شرقی" مدیریت بهره‌وری، سال دهم، پاییز ۱۳۹۵، ۳۸، ص۱۱۷-۱۴۵.

[18] Lisitsa Svetlana, Levina Anastasia, Lepekhin Aleksander, 2019," Supply-chain management in the oil industry", E3S Web of Conferences, 110, 02061 (2019) P 1-10, https://doi.org/10.1051/e3sconf/201911002061.

[۱۹]ابراهیمیان‌جلودار، سید یاسر و ابراهیمیان‌جلودار، سید محمود، ۱۳۹۰، "چابکی سازمانی: سرعت پاسخ‌گویی و انعطاف‌پذیری سازمانی"، توسعه انسانی پلیس، سال هشتم، بهمن و اسفند ۱۳۹۰، ۳۹، ص۱۳-۳۴.

[۲۰]الفت، لعیا و زنجیرچی، سیدمحمود، ۱۳۸۷،"تحلیل پوششی داده‌ها (DEA): رویکردی نوین در ارزیابی چابکی سازمان‌ها" پژوهش‌های مدیریت در ایران، دوره ۱۴، شماره ۲، تابستان ۸۹، ص ۲۱-۴۴ .

[21] Papageorgiou E.I., Markinos A.T., Gemtos T.A., 2011, "Fuzzy cognitive map-based approach for predicting yield in cotton crop production as a basis for decision support system in precision agriculture application", Applied Soft Computing, 11, P 3643–3657

[۲۲]امین‌طهماسبی، حمزه و همتی آسیابرکی، مرتضی، ۱۳۹۸، "میزان تأثیرات تهدیدهای سایبری بر یکدیگر در پروژه های فناوری اطلاعات با رویکرد نقشه‌شناختی فازی"، نشریه علمی "پدافند الکترونیکی و سایبری"، سال ۷، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص ۴۱-۵۱.

[23] Rodriguez-Repiso Luis, Setchi Rossitza, Salmeron Jose L., 2007, "Modelling IT projects success with Fuzzy Cognitive Maps", Expert Systems with Applications, 32, P 543–559.

[۲۴]طالب‌پور، علیرضا و احمدی، صدرا، ۱۳۸۸، "ارزیابی هوشمندانه نقشه‌شناختی فازی (FCM)"، نشریه چشم‌انداز مدیریت، شماره ۳۰، بهار ۸۸، ص۹-۲۸.

[25] Chen Chih-Jou, 2019, "Developing a model for supply chain agility and innovativeness to enhance firms' competitive advantage", Management Decision, Vol. 57, No. 7, P 1511-1534.

[۲۶]آقایی، میلاد و آقایی، رضا،۱۳۹۳،"ارائه الگوهای مفهومی چابکی سازمانی"، رشد فناوری، سال دهم، تابستان ۱۳۹۳، ۳۹، ص ۳۷-۴۳.

[27] Kumar Ashok, Motwani Jaideep, 1995, "A methodology for assessing time-based competitive advantage of manufacturing firms", International Journal of Operations & Production Management, Vol. 15, No. 2, P 36-53.

[28] Dove, R. (2001) Response Ability: The Language, Structure, and Culture of the Agile Enterprise?. Wiley, Hoboken, NJ.

[29] Börjesson, A. & Mathiassen, L. (2005). "Improving Software Organizations: Agility Challenges and Implications," Information Technology & People, Vol. 18 No. 4, pp 359-382.

[30] Fei, W. and Shilei, W. (2009), "Fuzzy evaluation of supply chain agility based on improved term weighting method", International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering, Xian, Vol. 1, pp. 483-485.

[۳۱]زندحسامی، حسام، رجب‌زاده، علی و طلوعی، عباس، ۱۳۸۸،"بررسی مؤلفه‌های تأثیرگذار بر زنجیره‌تأمین چابک (PSCM) و طراحی مدل مفهومی مدیریت زنجیره تأمین چابک" ،پژوهش‌نامه بازرگانی، ۵۱، تابستان ۱۳۸۸، ص۱۲۳- ۱۶۱.

[32] Routroy Srikanta, Bhardwaj Aayush, Kumar Sharma Satyendra, Kumar Rout Bijay ,2018," Analysis of manufacturing supply chain agility performance using Taguchi loss functions and design of experiment", Benchmarking: An International Journal, Vol. 25 No. 8, P 3296-3319.

[33] Sharp, J.M., Z. Irani, Z. & Desaia, S. (1999) Working towards agile manufacturing in the UK industry, International Journal of Production Economics, V 62, I 1–2, PP 155.

[34] Lin Ching-Torn, Chiu Hero, Cho Po-Young,2006," Agility index in the supply chain", International Journal of Production Economics, 100, P 285–299.

[35] Agarwal, A., Shankar, R. & Tiwari M.K. (2007). Modeling Agility of Supply Chain. Industrial Marketing Management, 36(4): P443-457

[۳۶]بذرافشان، سعید، ۱۳۹۵، "بررسی درجه چابکی شرکت‌های فعال در صنعت قطعه‌سازی استان سمنان و شناسایی ضعف‌ها"، دومین همایش ملی اقتصاد کلان ایران، دانشگاه گنبدکاووس، اسفند ۱۳۹۵،ISC، ص۱-۱۳.

[37] Goldman, S., Nagel R.N.; "Preiss K. Agile competitors and virtual organizations"; Kenneth: Van Nostrand Reinhold, 1995

[38] Khoshalhan, F, Kalantari, T., (2016) Analysis of Lean-Agility Factors of Maritime Supply Chain: A Hybrid Approach, Journal of Maritime Research, Vol.8, No.9, pp 55-66

[39] Kalantari,T. and Khoshalhan,F. (2018), Readiness ssessment of leagility supply chain based on fuzzy cognitive maps and interpretive structural modeling: a case study", Journal of Business & Industrial Marketing, Vol. 33 No. 4, pp. 442-456.

[40] Goker, N., Dursun, M., Cedolin, M., (2020) A novel IFCM integrated distance based hierarchical intuitionistic decision making procedure for agile supplier selection, Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, Vol. 38, No. 1, pp. 653-662

[41] **López**, C., **Ishizaka**, A. (2019) A hybrid FCM-AHP approach to predict impacts of offshore outsourcing location decisions on supply chain resilience, Journal of Business Research Vol. 103, pp 495-507

[42] **Mourhir**, A., (2021) Scoping review of the potentials of fuzzy cognitive maps as a modeling approach for integrated environmental assessment and management, Environmental Modelling & Software, Vol.135, pp.1-42

[43] Goker, N. (2021) N. A novel integrated intuitionistic fuzzy decision aid for agile outsourcing provider selection: a COVID-19 pandemic-based scenario analysis. Soft Comput Vol.25, pp. 13723–13740

[44] Maria J. M. Ladeira[44] Shahrestani, S., Moeinadin, M., Heyrani, F, Nayebzadeh, S., (2021) Modeling Factors Affecting the Application of Management Accounting Techniques In Small and Medium Enterprises Using Fuzzy Cognitive Mapping, International Journal of Finance and Managerial Accounting, Vol. 6, No. 23, pp. 113-127.

[45] Bakhtavar, E., Valipour, M., Yousefi, S, Yousefi, S., Rehan Sadiq, R., Hewage, K., (2021) Fuzzy cognitive maps in systems risk analysis: a comprehensive review. Complex Intell. Syst. Vol. 7, pp. 621–637.

[46] Sharifi, H. & Zhang, Z. (2001). "Agile Manufacturing in Practice. Application of a Methodology," International Journal of Operations & Production Management, V 21(5), pp 772-794.

[۴۷]مهرگان، محمدرضا و سیدکلالی، نادر، ۱۳۹۱، " بررسی ارتباط میان عوامل مؤثر بر ترک خدمت دانشگران ICT در صنعت ارتباطات همراه ایران بااستفاده از متدولوژی نقشه‌های شناختی فازی"، پژوهش‌های مدیریت عمومی، سال ۵، شماره ۱۸، زمستان ۱۳۹۱، ص ۲۵-۴۴.

[48] Gerogiannis V. C., Papadopoulou S., Papageorgiou E. I., 2012, "Identifying Factors of Customer satisfaction from Smartphone: A Fuzzy Cognitive Map Approach", International Conference on Contemporary Marketing Issues (ICCMI), Thessaloniki13-15 June 2012, P 270-276.

IERPS Journal of Industrial Engineering Research in Production Systems

ISSN: 2345-2269

Journal of Industrial Engineering Research in Production Systems

Autumn and Winter 2021, Volume 9., No. 19., pp. 17-31
www.ier.basu.ac.ir

DOI: 10.22084/ier.2022.23967.2016

Analysis of Lubricants Supply Chain Agility Using Fuzzy Cognitive Maps

M. Ashhad[1], F. Khoshalhan[2*], T. Kalantari[3]

[1]. M.A. student, Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Engineering, K. N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran
[2.] Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Engineering, K. N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran
[2.] Assistant Professor, Faculty of Management, Imam Khomeini University of Marine Sciences, Nowshahr, Iran

ARTICLE INFO

***Article history*:**

Received 28 August 2021
Accepted 4 February 2022

***Keywords*:**

Lubricant Supply Chain
Agility
Delphi
Fuzzy Cognitive Maps

ABSTRACT

Lubricant supply chain can be considered as one of the most important supply chains in various industries. This industry is responsible for supplying one of the most strategic materials in many other industry. From manufacturing to logistics and transportation industries, they somehow need the products that are produced and offered in this industry. Therefore, the performance of these its supply chains can have a significant impact on other supply chains. Agility in lubricant supply chains is affected by several factors, with domestic origin and international origin. Analysis of these factors and their interactions can be very usefull for managers to increase agility and provide them with appropriate solutions to increase competitiveness in the market. Fuzzy Cognitive Maps (FCM) are powerful tools for analyzing cause-and-effect relationships between factors and can show their interactions by drawing a network of factors and relationships to make the analysis more accurate and comprehensive. In this paper, using a fuzzy cognitive map approach, the factors affecting the lubricant supply chain agility were analyzed. Planning and scheduling, system for identifying future needs, creating direct communications with customers, monitoring customers' voices and using their opinions in future plans, creating integrated information systems along the supply chain, creating motivational systems to increase employee participation, growth creativity, etc. can increase agility. The level and measure of interactions between agility factors are ontained as an important result of our approach.

[*] Corresponding author. F. Khoshalhan
Tel.:021-84063347; E-mail address: khoshalhan@kntu.ac.ir