

تحلیل روابط میان اقدامات پارادایم‌های مدیریت زنجیره تأمین و معیارهای عملکردی با رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری

احمد جعفر نژاد*، حسین صفری**، مریم محسنی***

چکیده

امروزه، شرکت‌ها برای دستیابی به عملکرد بهتر و بهبود رقابت‌پذیری، به دنبال یافتن پارادایم‌های مناسب زنجیره تأمین خود هستند؛ زیرا رقابت بین زنجیره‌های تأمین جایگزین رقابت بین شرکت‌ها شده است. در میان پارادایم‌های مختلف مدیریت زنجیره تأمین، ترکیب پارادایم‌های ناب، چابک و تاب‌آور ایده‌ای جدید برای دستیابی به عملکرد بهتر و رقابت‌پذیری به‌شمار می‌رود. هدف اصلی این مقاله، شناسایی اقدامات مهم ناب، چابک و تاب‌آوری است که مدیران ارشد باید برای بهبود عملکرد زنجیره‌های تأمین بر آنها تمرکز کنند؛ از این رو رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری به‌عنوان روش‌شناسی مناسب برای تعیین روابط میان اقدامات ناب، چابک و تاب‌آور و عملکرد زنجیره تأمین و نیز طبقه‌بندی آنها بر اساس قدرت نفوذ و وابستگی در نظر گرفته شده است. با توجه به نتایج این پژوهش، اقدام ارتباطی با تأمین‌کننده در پایین‌ترین سطح با قدرت نفوذ بالا و معیار عملکردی چرخه نقدینگی با قدرت نفوذ ضعیف و وابستگی بالا است؛ به این معنا که به‌شدت تحت‌تأثیر سایر متغیرهای مورد مطالعه قرار دارد؛ اما بر آنها تأثیری ندارد.

کلیدواژه‌ها: ناب؛ چابک؛ تاب‌آور؛ عملکرد زنجیره تأمین؛ مدل‌سازی ساختاری تفسیری.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۲/۲۳، تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۵/۱۷.

* استاد، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران.

** دانشیار، دانشگاه تهران.

*** دانشجوی دکتری، پردیس البرز دانشگاه تهران (نویسنده مسئول).

۱. مقدمه

مدیریت زنجیره تأمین عاملی استراتژیک در افزایش اثربخشی سازمانی و دستیابی بهتر به اهداف سازمانی مانند رقابت‌پذیری، خدمت‌رسانی بهتر به مشتری و افزایش سودآوری در نظر گرفته می‌شود [۲۳]. در میان پارادایم‌های مختلف مدیریت زنجیره تأمین، پارادایم‌های ناب، چابک و تاب‌آور برای رقابت‌پذیری و موفقیت زنجیره تأمین از اهمیت زیادی برخوردارند [۱۰،۴،۹]. بسیاری از سازمان‌ها در سراسر دنیا، اصول و روش‌های ناب را برای کاهش هزینه‌ها و بهبود کیفیت محصول به کار می‌برند. پارادایم ناب برای شناسایی و حذف کلیه فعالیت‌های غیرارزش‌افزوده، یا اتلاف در فرآیندهای کسب‌وکاری تلاش می‌کند [۲] و پارادایم چابک، به دنبال پاسخگویی سریع به تغییرات تقاضای مشتری است. پژوهش روی تجارب سازمانی از پارادایم‌های ناب و چابک نشان می‌دهد که اگرچه، ناب و چابک، اهداف، رویکردها و توانمندسازهای متفاوتی دارند؛ اما می‌توانند با یکدیگر سازگار باشند و هم‌افزایی ایجاد کنند [۲۷]. سیستم ناب - چابک به دنبال آن است تا مزایای هر دو سیستم ناب و چابک را حفظ کرده و معایب آنها را حداقل کند. در اقتصاد جهانی، با زنجیره‌های تأمین گسترده در کشورها و قاره‌های مختلف، ریسک رویدادهای غیرمنتظره بالاتر است که این موضوع می‌تواند اختلالاتی در مقیاس وسیع ایجاد کند. این اختلالات در سراسر زنجیره تأمین منتشر شده و اثرات منفی بر کلیه شرکا می‌گذارند [۳۱]. آنچه از دیدگاه رقابتی خوب به نظر می‌رسد، می‌تواند فاجعه‌ای را در شرایط بحرانی ایجاد کند؛ بنابراین سازمان‌ها باید برای حفظ رقابت‌پذیری خود تاب‌آور و مقاوم باشند [۱۱]. در مبانی نظری زنجیره تأمین، بیشتر پژوهش‌ها بر مطالعه هر یک از پارادایم‌ها به تنهایی، ناب یا چابک و یا تاب‌آور در زنجیره تأمین، تمرکز کرده‌اند [۱،۲،۲۱]. برخی از مطالعه‌ها نیز این پارادایم‌ها را به صورت زوجی در نظر گرفته و با یکدیگر ترکیب کرده‌اند، مانند پارادایم ناب در مقابل چابک [۱۵، ۲۲، ۲۷] یا پارادایم چابک در مقابل تاب‌آور [۴، ۱۱]. هدف این مقاله، یکپارچگی هم‌زمان پارادایم‌های ناب، چابک و تاب‌آور است تا به این وسیله دانش موجود در زمینه تأثیر پارادایم‌های ناب، چابک و تاب‌آور بر عملکرد زنجیره تأمین بهبود یابد. عملکرد زنجیره تأمین، گستره‌ای است که در آن زنجیره تأمین، نیازمندی‌های مشتری نهایی را برآورده می‌سازد [۱۱]. یک سیستم عملکردی باید هم‌راستا با اولویت‌های رقابتی زنجیره تأمین باشد تا پایش و کنترل رفتار سیستم به منظور تحقق نتایج مورد انتظار ممکن باشد. طراحی سیستم سنجش عملکرد، سازمان‌ها را قادر می‌سازد تا به چشم‌اندازی کلی از کسب‌وکارهای کارا و اثربخش دست یابند [۱۸]. وونگ (۲۰۰۹) سنجش عملکرد و به‌کارگیری معیارهای عملکردی صحیح را برای مدیریت بهتر زنجیره تأمین ضروری می‌داند؛ زیرا یکپارچگی میان شرکا زنجیره تأمین را ممکن می‌سازد، ضمن اینکه تأثیر استراتژی‌ها، اقدامات پیاده‌سازی‌شده و فرصت‌های بالقوه را در

مدیریت زنجیره تأمین آشکار می‌کند [۴]؛ بنابراین، این مطالعه به دنبال شناسایی اقدامات مهم ناب، چابک و تاب آور و ایجاد ارتباط سلسله‌مراتبی میان اقدامات این سه پارادایم و معیارهای عملکردی زنجیره تأمین و تعیین قدرت محرکه (نفوذ) و وابستگی آنها است.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

در این بخش، به بررسی پارادایم‌های مدیریت زنجیره تأمین ناب، چابک و تاب آور، اقدامات و هم‌افزایی‌ها و مقایسه بین این پارادایم‌ها پرداخته می‌شود.

پارادایم مدیریت زنجیره تأمین ناب. پارادایم مدیریت ناب^۱ توسط اوهنو (۱۹۸۸) در «شرکت تویوتا ژاپن» توسعه یافت که بنیان سیستم تولید تویوتا^۲ با دو قطب اصلی را شکل می‌دهد: اتوماسیون هوشمند^۳ و تولید بهنگام^۴. فلسفه ناب به دنبال حذف اتلاف و کاهش هزینه است. بر اساس نظر ووماک و همکاران^۵ (۱۹۹۰)، مفهوم پایه‌ای ناب، خروجی بیشتر با منابع کمتر مانند تلاش انسانی کمتر، تجهیزات کمتر، زمان و فضای کمتر، است؛ درحالی‌که به نیازمندی‌های مشتری نزدیک‌تر می‌شود. موتوانی^۶ (۲۰۰۳) معتقد است که مدیریت ناب، توسعه یافته تولید انبوه است. هولوگ^۷ و ریچهارت (۲۰۰۷) مفهوم تولید ناب را برای سطح توزیع یا پایین دست توسعه داده بودند «تولید ناب به عنوان کاهش اتلاف در پائین دست زنجیره تأمین تعریف می‌شود که به منظور فراهم کردن محصول درست برای مشتری نهایی در زمان و مکان درست است» [۲۴]. وندرمیس و همکاران^۸ (۲۰۰۶) زنجیره تأمین ناب را به این صورت تعریف می‌کنند: «زنجیره تأمینی که با به کار بستن تلاش‌های بهبود مستمر، مراحل غیرارزش افزوده یا اتلاف را در سراسر زنجیره حذف کند» [۸].

پارادایم مدیریت زنجیره تأمین چابک. گروهی از پژوهشگران «موسسه لاکوکا^۹ دانشگاه لاهیچ^{۱۰} امریکا» در سال ۱۹۹۱ مفهوم تولید چابک را توسعه دادند. مفهوم اساسی چابکی، «انعطاف پذیری» یعنی پاسخگویی سریع به تغییرات در تقاضا، از نظر حجم و تنوع است [۱۵]. این

1. Lean management (LM)
 2. Toyota Production System
 3. Autonomation
 4. Just-In-Time(JIT)
 5. Womack et al.
 6. Motwani
 7. Holweg & Richhart
 8. Vonderembse et al.
 9. Laccoca
 10. Lehigh

پارادایم استراتژی بنیادی برای حیات در بازارهای آشفته و بی‌ثبات و نیز راه‌حلی مناسب برای تحویل محصول درست و باکیفیت به مشتریان در زمان و مکان درست به‌شمار می‌آید [۱]. توانمندسازهای کلیدی زنجیره تأمین چابک، پویایی ساختارها و پیکربندی روابط، شفافیت اطلاعات و مدیریت رویدادمحور هستند. از نظر کریستوفر (۲۰۰۲) برای کسب مزیت رقابتی در محیط متغیر کسب‌وکار، شرکت‌ها باید در راستای کارآمدی عملیات خود علاوه بر سازمان خود، با تأمین‌کنندگان و مشتریان، هم‌ردیف شده و برای کسب سطح قابل‌قبولی از چابکی با یکدیگر مشارکت و همکاری کنند. در چنین حالتی است که زنجیره تأمین چابک شکل می‌گیرد. جایی که تقاضا کمتر قابل‌پیش‌بینی بوده و نیاز به تنوع بالا است، تولید چابک به‌خوبی عمل می‌کند [۱۵]. آگروال و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که پارادایم چابک به متغیرهای حساسیت بازار، سرعت تحویل، صحت داده‌ها، معرفی محصول جدید، برنامه‌ریزی همکاری‌کننده و متمرکز، یکپارچه‌سازی فرآیند، به‌کارگیری ابزارهای فناوری اطلاعات، کاهش مدت‌زمان انتظار تا تحویل سفارش^۱، بهبود سطح خدمت، کاهش هزینه، رضایت مشتری، بهبود کیفیت، کاهش عدم‌اطمینان، توسعه اعتماد و کاهش مقاومت در برابر تغییر، بستگی دارد [۱].

پارادایم مدیریت زنجیره تأمین تاب‌آور. در گذشته، هدف اصلی طراحی زنجیره تأمین، کاهش هزینه یا بهینه‌سازی خدمت بود؛ درحالی‌که امروزه بیشتر بر تاب‌آوری تأکید می‌شود [۲۹]؛ زیرا بازارهای امروز با سطح بالایی از بی‌ثباتی و آشفتگی روبه‌رو هستند؛ در نتیجه، زنجیره‌های تأمین در برابر اختلال، آسیب‌پذیرتر بوده و ریسک تداوم کسب‌وکار افزایش می‌یابد. زنجیره‌های تأمین تاب‌آور، زنجیره‌های تأمین با هزینه پائین نیستند، اما توانایی مواجهه با عدم اطمینان‌های محیط کسب‌وکار را دارند. تاب‌آوری به توانایی زنجیره تأمین در مواجهه با اختلالات غیرمنتظره اشاره دارد. در سیستم زنجیره تأمین، هدف، واکنش اثربخش به تأثیرات منفی اختلال است [۳۰]. از نظر کاروالهو و همکاران (۲۰۱۲) هدف اقدامات تاب‌آوری، بازیابی ارزش‌های مطلوب سیستمی که دچار اختلال شده، در یک دوره زمانی قابل‌قبول و با هزینه‌ای موجه است. تانگ (۲۰۰۶) استفاده از استراتژی‌های مقاومت زنجیره تأمین را پیشنهاد می‌دهد که عبارتند از: ۱. تأخیر؛ ۲. ذخیره استراتژیک؛ ۳. تأمین منعطف؛ ۴. تحلیل هزینه-منفعت ساخت و خرید؛ ۵. مشوق‌های اقتصادی تأمین؛ ۶. حمل‌ونقل منعطف؛ ۷. مدیریت درآمد؛ ۸. برنامه‌ریزی طبقه‌بندی و ۹. عرضه خاموش محصول به آن معنا که محصولات جدید بدون هیچ اعلام رسمی به‌آرامی به بازار راه یابند؛ به این ترتیب مشتریان آگاهی کامل از ویژگی‌های منحصربه‌فرد هر محصول ندارند و احتمالاً محصولاتی را که در دسترس هستند به‌جای محصولات موردنظر خود که موجود نیستند

1. Lead time

انتخاب می‌کنند [۱۱]. کریستوفر و پک (۲۰۰۴) اصولی را برای طراحی زنجیره‌های تأمین پیشنهاد دادند که عبارتند از: ۱. بررسی مجدد کارایی در برابر افزونگی؛ ۲. تحلیل هزینه - منفعت ۳. توسعه فعالیت‌های همکارانه؛ ۴. توسعه شفافیت؛ ۵. بهبود سرعت زنجیره تأمین. ایکووو و همکاران (۲۰۰۷)، به عوامل تاب‌آوری زنجیره تأمین اشاره می‌کنند که شامل: ۱. منبع‌یابی منعطف؛ ۲. مدیریت مبتنی بر تقاضا؛ ۳. ذخیره استراتژیک؛ ۴. شفافیت کل زنجیره تأمین؛ و ۵. بک‌آپ دانش و فرآیند، است [۱۶].

مقایسه پارادایم‌های ناب، چابک و تاب‌آور در زنجیره تأمین. از دیدگاه استراتژیک، توانایی یکپارچه‌سازی و ترکیب پارادایم‌های مختلف مدیریتی در یک زنجیره تأمین اهمیت زیادی دارد که البته موضوعی چالشی نیز هست؛ از یک سو پارادایم ناب به دنبال حداقل کردن اتلاف و افزایش ارزش افزوده برای مشتری است؛ از سوی دیگر پارادایم چابک به دنبال پاسخگویی بیشتر به مشتری و تاب‌آوری به‌جای تمرکز مستقیم بر مشتری و موضوع تولید، بیشتر بر عوامل خارجی تمرکز دارد. در یک زنجیره تأمین تضادهایی نیز بین رویکردهای مختلف مدیریتی رخ می‌دهد؛ برای مثال، تاب‌آوری همیشه مطلوب نیست؛ زیرا اگر سازمانی، پارادایم ناب را به‌عنوان استراتژی خود انتخاب کرده باشد [جایی که کاهش هزینه موجودی مدنظر است] باید سازمان سطح موجودی پایینی داشته باشد که این امر تاب‌آوری را کم می‌کند [۴]. کاروالهو و همکاران (۲۰۱۱) مقایسه‌ای بین این سه پارادایم انجام داده‌اند که در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۱ مقایسه مشخصه‌های پارادایم‌های مدیریت زنجیره تأمین ناب، چابک و تاب‌آور [۱۰]

مشخصه	تاب‌آور	چابک	ناب
هدف	توانایی سیستم برای برگشت به وضعیت اولیه یا جدید، با مطلوبیت بیشتر، پس از یک اختلال و نیز اجتناب از رخداد حالات شکست	درک نیازمندی‌های مشتری از طریق ارتباط با مشتریان و بازار و سازگاری با تغییرات آینده	تمرکز بر کاهش هزینه و انعطاف‌پذیری برای محصولات در دسترس، از طریق حذف اتلاف یا فعالیت‌های غیرارزش‌افزوده در سراسر زنجیره تأمین
تمرکز تولید	تأکید بر انعطاف‌پذیری (حداقل اندازه دسته و افزودنی ظرفیت)؛ برنامه‌ریزی زمان‌بندی مبتنی بر اطلاعات به‌اشتراک گذاشته شده	دارا بودن توانایی پاسخ سریع به نیازهای متغیر مشتری (سفارشی‌سازی انبوه)؛ استقرار ظرفیت بافر اضافی برای پاسخگویی به نیازمندی‌های بازار	حفظ نرخ به‌کارگیری بالای اقدامات تولید بهنگام، سیستم کشتی مبتنی بر تقاضا
هماهنگی و اتحاد (با تأمین‌کننده و مشتری)	شرکا زنجیره تأمین به شبکه‌ای متحد می‌پیوندند تا اقدامات امنیتی را توسعه داده و دانش را به اشتراک گذارند	به‌کارگیری نوع پویای اتحاد به‌عنوان «سازمان مجازی» برای طراحی محصول	ممکن است در اتحاد‌های سنتی مانند مشارکت و سرمایه‌گذاری‌های مشترک در سطح عملیاتی شرکت کنند
ساختار سازمانی	ایجاد فرهنگ مدیریت ریسک زنجیره تأمین	ایجاد سازمان مجازی با شرکا	از ساختار سازمانی استاتیک با سطوح کم در سلسله‌مراتب استفاده می‌کند
رویکرد انتخاب تأمین‌کننده	منبع‌یابی منعطف	سرعت، انعطاف‌پذیری و کیفیت، مشخصه‌های تأمین‌کننده هستند.	هزینه پایین و کیفیت بالا مشخصه‌های تأمین‌کننده هستند
استراتژی موجودی	ذخیره استراتژیک در نقاط بالقوه مهم	تصمیم‌گیری برای پاسخ به تقاضای مشتری	ایجاد گردش بالا و حداقل‌سازی موجودی در سراسر زنجیره
تمرکز مدت‌زمان تحویل محصول	کاهش مدت‌زمان انتظار تا تحویل محصول	سرمایه‌گذاری تهاجمی در راه‌های کاهش زمان انتظار تا تحویل محصول	کوتاه کردن مدت‌زمان انتظار تا تحویل محصول به‌حدی که هزینه را افزایش ندهد
استراتژی طراحی محصول	تأخیر (به تعویق انداختن) ^۲	طراحی محصولات برای برآورد نیازهای منحصربه‌فرد مشتری	حداکثر سازی عملکرد و حداقل کردن هزینه
تنوع محصول	بالا	بالا	پائین
بازار	داشتن قابلیت‌هایی برای تخمین تغییرات در بازارها و غلبه بر ریسک تقاضا	ایجاد قابلیت‌های جدید، توسعه خطوط محصولی جدید و ورود به بازارهای جدید	حفظ بخش‌های بازار موجود، با تقاضای قابل‌پیش‌بینی

- Alliances
- Postponement

بر اساس جدول ۱، از نظر تنوع محصول، پارادایم‌های تاب‌آور و چابک بر تولید محصولات متنوع تمرکز دارند؛ در حالی که پارادایم ناب بر سیاست کاهش هزینه متمرکز است. این مثال یکی از چالش‌های تطبیق پارادایم‌های مختلف را برجسته می‌کند. علی‌رغم وجود تضاد و تفاوت بین برخی جنبه‌های پارادایم‌های ناب، چابک و تاب‌آور، می‌توان به شباهت‌ها و هم‌افزایی‌هایی نیز بین این سه پارادایم اشاره کرد. با توجه به جدول ۱، از نظر هدف، رویکرد چابک بر پاسخگویی شبکه زنجیره تأمین اصرار دارد؛ اما تاب‌آور در جست‌وجوی اجتناب/حداقل سازی تأثیرات منفی اختلالات است. هر دو رویکرد، ضمن کاهش مدت‌زمان انتظار تا تحویل سفارش، همکاری میان شرکا را نیز ارتقاء می‌دهند. این دو رویکرد بر تأمین‌کنندگان منعطف تأکید دارند. علاوه بر این، زنجیره تأمین چابک به دنبال کیفیت و پاسخگویی تأمین‌کننده نیز هست؛ بنابراین چابکی می‌تواند به‌عنوان قابلیت ضروری برای ساخت زنجیره‌های تأمین تاب‌آور مطرح شود [۱۱]. کریستوفر و پک (۲۰۰۴) نیز نظری مشابه دارند، به عقیده آنها، یکی از قوی‌ترین راه‌ها برای تحقق تاب‌آوری، ایجاد شبکه‌هایی است که قادر به پاسخگویی در شرایط متغیر هستند که این همان ایده چابکی است [۱۶]. در این راستا، کاروالهو و همکاران (۲۰۱۲) بر اساس مشخصه‌های زنجیره تأمین [درجه انعطاف‌پذیری، سرعت، پاسخگویی، توانایی (مهارت)، شفافیت و همکاری] به بیان شباهت‌های چابک و تاب‌آور و امکان یکپارچگی این دو پارادایم پرداخته‌اند [۱۱]؛ همچنین کاروالهو و همکاران (۲۰۱۱) عنوان می‌کنند که پیاده‌سازی این پارادایم‌ها در زنجیره تأمین، هم‌افزایی‌هایی ایجاد می‌کند یعنی باعث بهبود در فراوانی اطلاعات، سطح یکپارچگی، مدت‌زمان تولید و مدت‌زمان حمل‌ونقل می‌شوند [۱۰]. برای مثال افزایش سطح یکپارچگی، سطح موجودی را کاهش می‌دهد و این تأثیر در پارادایم‌های ناب و تاب‌آور و شاید در چابک منعکس خواهد شد. یکپارچگی، شفافیت بیشتر زنجیره تأمین و نیاز به ذخیره احتیاطی کمتری را در پی دارد و همچنین با حداقل کردن نوسان تقاضا در زنجیره، اثر «شلاق چرمی» را نیز کاهش می‌دهد؛ همچنین، این پژوهشگران تضادهایی نیز در استقرار این پارادایم‌ها یافته‌اند که مربوط به مازاد ظرفیت، فراوانی بازپرسی و سطح موجودی است؛ در حالی که پارادایم ناب به سطح موجودی پایین برای کاهش هزینه نیاز دارد، پارادایم تاب‌آور به ذخیره استراتژیک برای پاسخ مؤثر به اختلالات غیرمنتظره در طول زنجیره تأمین نیازمند است. اگر موجودی مواد اولیه در سطح پایین نگهداری شود، زنجیره در تأمین مواد اولیه برای مواجهه با رویدادهای ناخواسته آسیب‌پذیرتر خواهد بود [۸، ۱۰]. سطح موجودی به دو شیوه بر پارادایم چابک تأثیر می‌گذارد: سطوح موجودی دسترسی به مواد اولیه را برای پاسخگویی سریع به تقاضای غیرمنتظره، افزایش می‌دهند. سطح موجودی بالا عدم اطمینان ایجاد می‌کند و منجر به

آسیب‌پذیری بیشتر در برابر تغییرات می‌شود؛ به همین ترتیب سطح موجودی بالا، ممکن است دلایل عملکرد نامطلوب زنجیره تأمین را مخفی کند و منسوخ‌شدن (کهنگی) مواد اولیه را به‌دنبال داشته باشد [۱۰]؛ به این علت پارادایم ناب به دنبال حداقل کردن سطح موجودی است.

اقدامات متناسب با پارادایم‌های مدیریت زنجیره تأمین ناب، چابک و تاب آور. مدیریت زنجیره تأمین به‌وسیله اصول یا اقدامات مدیریت زنجیره تأمین قابل تحقق است. به‌طور کلی، اقدامات مجموعه‌ای از فعالیت‌های انجام‌شده توسط سازمان‌ها، برای پیشبرد مدیریت اثربخش زنجیره تأمین تعریف می‌شود. این اقدامات مفهوم چندبعدی دارند و پایین دست و بالادست زنجیره را دربرمی‌گیرند. در پژوهش‌هایی که توسط پژوهشگران مختلف در زمینه اقدامات مدیریت زنجیره تأمین متناسب با هر پارادایم انجام شده است از دیدگاه‌های مختلف و البته با هدفی یکسان [بهبود عملکرد سازمانی] این اقدامات را عنوان کرده‌اند [۲۶]. برای داشتن زنجیره تأمینی یکپارچه، این اقدامات می‌توانند در سطوح مختلف زنجیره تأمین استقرار یابند: سطح ۱. اقدامات مربوط به تأمین‌کننده؛ که به‌طور مستقیم مربوط به تعامل بین شرکت و تأمین‌کنندگان آن است و آنها را اقدامات بالادستی زنجیره تأمین می‌نامند؛ سطح ۲. اقدامات مربوط به سطح شرکت سازنده یا تولیدکننده؛ که شرکت‌ها در عملیات داخلی روزانه خود انجام می‌دهند و سطح ۳ نیز، اقدامات مربوط به توزیع‌کننده/ مشتری است که مربوط به انواع جریان‌های مالی، اطلاعاتی بین شرکت‌ها و شرکا پائین دست است که در فعالیت‌های تحویل مشارکت دارند و به آنها اقدامات پایین دستی زنجیره تأمین می‌گویند. جدول ۲ اقدامات پارادایم‌های ناب، چابک و تاب‌آور را در سه سطح نشان می‌دهد.

جدول ۲. اقدامات پارادایم‌های مدیریت زنجیره تأمین ناب، چابک و تاب آور [۸، ۱۰]

سطح	پارادایم	اقدامات (منبع)
۱	ت.ب.	- تولید بهنگام (JIT) (آناند و کدالی، ۲۰۰۸؛ بری و همکاران، ۲۰۰۳؛ گرومورسی و کدالی، ۲۰۰۹؛ ماهیدهار، ۲۰۰۵؛ شاه و وارد، ۲۰۰۳)
		- تمرکز جغرافیایی (آناند و کدالی، ۲۰۰۸؛ گرومورسی و کدالی، ۲۰۰۹)
		- ارتباط با تأمین‌کننده / رابطه بلندمدت (آناند و کدالی، ۲۰۰۸؛ بری و همکاران، ۲۰۰۳؛ گرومورسی و کدالی، ۲۰۰۹؛ ماهیدهار، ۲۰۰۵؛ شاه و وارد، ۲۰۰۳)
۲	ت.ب.	- مدیریت کیفیت جامع (بری و همکاران، ۲۰۰۳؛ دولن، ۲۰۰۵؛ گرومورسی و کدالی، ۲۰۰۹؛ ماهیدهار، ۲۰۰۵؛ شاه و وارد، ۲۰۰۳)
		- گرفتن تقاضای مشتری در زمان واقعی (آناند و کدالی، ۲۰۰۸)
		- به‌کارگیری EDI برای به اشتراک‌گذاری اطلاعات با مشتری (آناند و کدالی، ۲۰۰۸)
۱	ت.ب.	- توانایی در تغییر زمان تحویل سفارش تأمین‌کننده (اسوافورد و همکاران، ۲۰۰۸)
		- توانایی در تغییر مقدار سفارش تأمین‌کننده (اسوافورد و همکاران، ۲۰۰۸)
		- به‌کارگیری فناوری اطلاعات برای هماهنگی / یکپارچگی در تدارکات (اسوافورد و همکاران، ۲۰۰۸)
۲	ت.ب.	- توانایی تولید در اندازه دسته‌های کوچک یا بزرگ (گولدس بای، ۲۰۰۶)
		- برنامه‌ریزی متمرکز و همکارانه (آگروال، ۲۰۰۷)
		- به‌کارگیری فناوری اطلاعات برای هماهنگی / یکپارچگی در تولید (آگروال، ۲۰۰۷؛ لین، ۲۰۰۶؛ اسوافورد و همکاران، ۲۰۰۸)
۳	ت.ب.	- سرعت در بهبود خدمت به مشتری (آگروال، ۲۰۰۷؛ اسوافورد و همکاران، ۲۰۰۸)
		- سرعت در بهبود پاسخگویی به نیازهای درحال‌تغییر بازار (اسوافورد و همکاران، ۲۰۰۸)
		- منبع‌یابی منعطف (تانگ، ۲۰۰۶)
۱	ت.ب.	- گسترش شفافیت نسبت به موجودی‌های بالادستی و شرایط تأمین (کریستوفر و پک، ۲۰۰۴)
		- کاهش مدت‌زمان انتظار تا تحویل سفارش (کریستوفر و پک، ۲۰۰۴؛ تانگ، ۲۰۰۶)
		- ذخیره استراتژیک (کریستوفر و پک، ۲۰۰۴؛ لاکووو، ۲۰۰۷؛ تانگ، ۲۰۰۶)
۲	ت.ب.	- طراحی سیستم‌های تولیدی که می‌تواند با محصولات چندگانه مطابقت داشته باشد (رایس، ۲۰۰۳)
		- مدیریت مبتنی بر تقاضا (لاکووو، ۲۰۰۷)
		- حمل‌ونقل منعطف (تانگ، ۲۰۰۶)

با وجود اهداف، مشخصه‌ها و اقدامات مختلف میان این پارادایم‌ها، برای دستیابی به مزیت رقابتی بیشتر و بهبود عملکرد کل زنجیره تأمین، پژوهشگران مختلفی [۴، ۱۱، ۸، ۵] بر لزوم یکپارچگی این پارادایم‌ها در یک زنجیره تأمین تأکید داشته‌اند؛ بنابراین بایستی با توجه به استراتژی تعریف‌شده شرکت (زنجیره تأمین) باید توازن بین پیاده‌سازی اقدامات این پارادایم‌ها پیدا شود. به عبارت بهتر، اقدامات ناب، چابک و تاب‌آوری در زنجیره تأمین طراحی و پیاده‌سازی شوند که تأثیر مثبت بر یکدیگر داشته باشند و هم‌افزایی ایجاد کنند تا از این طریق مدیران بتوانند به بهترین سطح عملکردی زنجیره تأمین دست یابند. کاروالهو و ماچادو (۲۰۱۴) بیان

می‌کنند که در شرکت‌های سطوح مختلف زنجیره تأمین، رفتارهای گوناگونی می‌تواند بروز داده شود، برای مثال تولیدکننده، ناب‌تر باشد؛ درحالی‌که تأمین‌کنندگان سطح اول، اقدامات تاب‌آور را با سطح پیاده‌سازی بالایی به اجرا درآورند؛ این بدان معنا است که در زنجیره تأمین، الزامی برای پیاده‌سازی سطح بالایی از تمامی اقدامات پارادایم‌ها وجود ندارد. برخی شرکت‌ها می‌توانند تاب‌آورتر باشند و به‌صورت مشابه برای ناب نیز، نیازی نیست تا تمام شرکت‌ها ناب باشند؛ بنابراین زنجیره‌های تأمین و شرکت‌های درون آن، می‌توانند درجه‌های مختلفی از رفتارهای ناب، چابک و تاب‌آور را داشته باشند [۱۲].

سنجش عملکرد زنجیره تأمین. از نظر لمبرت و پولن (۲۰۰۱)، نبود معیارهای مناسب برای عملکرد زنجیره تأمین منجر به شکست در فراهم‌کردن رضایت مشتری، فرصت‌های ازدست‌رفته برای بهترکردن رقابت و تعارض در زنجیره تأمین می‌شود؛ بنابراین وجود سیستم سنجش عملکرد مناسب و کافی برای بهترشدن مدیریت زنجیره تأمین حیاتی است [۲۵]. سیستم سنجش عملکرد، ضمن آشکارسازی تأثیرات استراتژی‌ها و فرصت‌های بالقوه می‌تواند درک و یکپارچگی میان شرکا زنجیره تأمین را تسهیل کند. اندرسون و همکاران (۱۹۸۹) معتقدند که سیستم سنجش عملکرد زنجیره تأمین باید از چهار تا شش معیار عملکردی متوازن تشکیل شود که عبارت است از: بهره‌وری، کیفیت و رضایت مشتری [۳]. بیمون (۱۹۹۹) معیارهای مرتبط با منابع، خروجی و انعطاف‌پذیری را پیشنهاد می‌دهد [۶]. گاناسکاران و تیرتبروقلو (۲۰۰۱) بیان می‌کنند که عملکرد زنجیره تأمین باید از سطح استراتژیکی، تاکتیکی و عملیاتی و از دیدگاه مالی و غیرمالی سنجیده شود. با توجه به این شیوه تفکر برخی از معیارهای پیشنهادی توسط نویسندگان عبارت‌اند از: زمان کل جریان نقدینگی، نرخ برگشت سرمایه، انعطاف‌پذیری در برآورد نیازهای خاص مشتری، مدت‌زمان انتظار تا تحویل، زمان کل چرخه و درجه مشارکت خریدار - تأمین‌کننده، زمان پرس‌وجوی مشتری، گستره همکاری برای بهبود کیفیت، هزینه کل حمل‌ونقل، دقت در پیش‌بینی تقاضا/روش‌های پیش‌بینی، زمان چرخه توسعه محصول، هزینه تولید، به‌کارگیری ظرفیت، هزینه انتقال اطلاعات و هزینه حمل موجودی [۲۳]. گمبو و همکارانش (۲۰۰۶) معیارهای عملکردی مدت‌زمان انتظار تا تحویل، زمان‌های راه‌اندازی، توانایی تولید آنچه موردنیاز است، در زمان نیاز، حمل به‌موقع و کاهش موجودی را پیشنهاد دادند [۱۷]. اسکور (۲۰۰۴) نیز معیارهای بهره‌وری، زمان‌های تحویل، هزینه‌ها، کیفیت و رضایت مشتری را معرفی کرد [۲۸]؛ همچنین، هولوگ (۲۰۰۹) نیز هزینه‌های عملیاتی را بهترین معیار برای ارزیابی تأثیر فلسفه ناب بر عملکرد شرکت‌های تولیدی دانستند [۲۴]. سایر نویسندگان معتقدند که عملکرد زنجیره تأمین باید از سطح استراتژیکی، تاکتیکی و عملیاتی و از دیدگاه‌های مالی و

غیرمالی اندازه‌گیری شود. چن (۲۰۰۳) سیستم سنجش عملکردی را برای زنجیره تأمین پیشنهاد می‌دهد که معیارهای کیفی (رضایت مشتری، انعطاف‌پذیری، یکپارچگی جریان مواد و اطلاعات، مدیریت مؤثر ریسک) و نیز معیارهای کمی (هزینه، فروش، سود، سرمایه‌گذاری موجودی، نرخ برگشت سرمایه و نسبت میزان سود خالص به سرمایه به‌کاررفته برای تولید سود) را دربرمی‌گیرد [۱۳]. مجموعه متفاوتی از معیارهای توسط گاناسکاران (۲۰۰۴) ارائه شدند که برای ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین بر اساس برنامه‌ریزی استراتژیک، برنامه‌ریزی سفارش، تأمین‌کنندگان، تولید و تحویل بودند: ۱. سنجه‌هایی برای ارزیابی توانایی برنامه‌ریزی استراتژیک زنجیره تأمین شامل: سطح ارزش درک شده از محصول توسط مشتری، مدت‌زمان انتظار تا تحویل سفارش، هزینه پردازش اطلاعات، سود خالص در برابر نسبت بهره‌وری، زمان کل چرخه، زمان کل جریان نقدینگی و سطح به‌کارگیری انرژی؛ ۲. سنجه‌هایی برای ارزیابی توانایی برنامه‌ریزی سفارش زنجیره تأمین شامل زمان پرس‌وجوی مشتری، زمان چرخه توسعه محصول، دقت در پیش‌بینی، زمان چرخه برنامه‌ریزی - فرآیند، روش‌های ورود سفارش و بهره‌وری منابع انسانی؛ ۳. سنجه‌هایی برای ارزیابی تأمین‌کنندگان شامل عملکرد تحویل تأمین‌کننده، مدت‌زمان انتظار تا تحویل تأمین‌کننده در برابر نرم صنعت، قیمت‌گذاری تأمین‌کننده در برابر بازار، کارایی زمان چرخه سفارش - خرید، کارایی روش جریان نقدینگی؛ ۴. سنجه‌هایی برای ارزیابی عملکرد تولید زنجیره تأمین شامل درصد عیوب، هزینه هر ساعت عملیات، به‌کارگیری ظرفیت، طیف وسیعی از محصولات و خدمات و به‌کارگیری مقادیر اقتصادی؛ ۵. سنجه‌هایی برای ارزیابی عملکرد تحویل شامل کیفیت کالای تحویل‌شده، تحویل به‌موقع کالاها، انعطاف‌پذیری خدمات، نیاز مشتری، درصد کالاهای نهایی در حال حمل‌ونقل و عملکرد قابلیت اطمینان تحویل [۵]. کاروالهو و همکاران (۲۰۱۱) نیز معیارهای عملکردی و شاخص‌های آنها را با در نظر گرفتن دیدگاه‌های (مالی، محیطی، انعطاف‌پذیری، نوآوری، یکپارچگی و عملیاتی) در زنجیره تأمین پیشنهاد داده‌اند [۱۰]. آزدو و همکاران (۲۰۱۳) معیارهای عملکردی سطح موجودی، هزینه‌های عملیاتی، زمان تحویل، رضایت مشتری، چرخه نقدینگی و نیز هزینه‌های محیطی و ضایعات کسب‌وکار [به‌عنوان معیارهای عملکردی محیطی] را شناسایی و رتبه‌بندی کردند [۵]. پژوهش‌های دیگری نیز وجود دارند که معیارهای عملکردی مختلفی را پیشنهاد داده‌اند. جدول ۳ معیارهای عملکردی اقتصادی و عملیاتی را برای ارزیابی عملکرد زنجیره‌های تأمین ناب، چاپک و تاب‌آور نشان می‌دهد. این معیارها فراوانی بیشتری در مطالعه‌های پژوهشگران مختلف داشته‌اند.

جدول ۳. معیارهای عملکردی زنجیره تأمین [۴،۵،۱۱]

معیارهای عملکرد اقتصادی	معیارهای عملکرد عملیاتی
هزینه عملیاتی (بری و همکاران، ۲۰۰۲؛ گولدرزبای و همکاران، ۲۰۰۶؛ شاه و وارد، ۲۰۰۳؛ آرزودو و همکاران، ۲۰۱۲)	کیفیت (ماهیدهار، ۲۰۰۵؛ وچون، ۲۰۰۷؛ ونگ و همکاران، ۲۰۰۴؛ هوگو و پیستیکوپولوس، ۲۰۰۵)
ارزش افزوده اقتصادی (EVA) و سود خالص عملیاتی (پولن و کلمن، ۲۰۰۵؛ ماهیدهار، ۲۰۰۵)	تحويل (ماهیدهار، ۲۰۰۵؛ بری و همکاران، ۲۰۰۲؛ ونگ و همکاران، ۲۰۰۴؛ وچون، ۲۰۰۷؛ هوگو و پیستیکوپولوس، ۲۰۰۵)
ROA (کاینوما و تاوارا، ۲۰۰۶)	زمان (بری و همکارانش (۲۰۰۲)؛ شاه و وارد (۲۰۰۳)؛ بیدل (۲۰۰۵))
کارایی (دوبر-اسمیت (۲۰۰۵))	سطح موجودی (بری و همکاران، ۲۰۰۲؛ گولدرزبای و همکاران، ۲۰۰۶)
چرخه نقدینگی (C2C) (برور و اسپه، ۲۰۰۰)	رضایت مشتری (کاینوما و تاوارا، ۲۰۰۶؛ گولدرزبای و همکاران، ۲۰۰۶)

۳. روش‌شناسی پژوهش

هدف اصلی این پژوهش، شناسایی روابط بین اقدامات ناب، چابک و تاب‌آور و نیز معیارهای عملکردی زنجیره تأمین با استفاده از رویکرد مدلسازی ساختاری تفسیری^۱ است. دلیل انتخاب رویکرد مدلسازی ساختاری تفسیری این است که از شناسایی روابط اصلی میان متغیرهای مشخصی که یک مسئله یا موضوع را تعریف می‌کنند، پشتیبانی می‌کند [۱۴]. وارفیلد در سال ۱۹۷۳ نخستین ارائه مدلسازی ساختاری تفسیری را ارائه داد. ایده اصلی این رویکرد، استفاده از تجربه و دانش عملی خبرگان برای تجزیه یک سیستم پیچیده به زیرسیستم‌های (عناصر) مختلف و ساخت یک مدل ساختاری چندسطحی است. مدلسازی ساختاری تفسیری به تعیین متغیرهای اصلی پژوهش کمک می‌کند و می‌تواند ابزاری برای بررسی ترتیب و تعیین روابط پیچیده میان عناصر یک سیستم باشد؛ یعنی ابزاری است که به وسیله آن گروه می‌تواند بر پیچیدگی بین عناصر غلبه کند؛ همچنین برای شناسایی و خلاصه کردن روابط میان متغیرهای مشخص نیز می‌تواند به کار رود. مطالعه‌های مختلفی در زمینه زنجیره تأمین یافت می‌شود که از این رویکرد استفاده کرده‌اند. برای مثال، مندل و دشموخ^۲ (۱۹۹۴) از این روش، برای انتخاب فروشنده در زنجیره تأمین استفاده کردند؛ چهارخاریا و شانکار^۳ (۲۰۰۴) نیز برای تعیین سلسله‌مراتب توانمندسازهای پیاده‌سازی فناوری اطلاعات در زنجیره تأمین و فیصل^۴ و همکاران (۲۰۰۶) از این روش برای مدلسازی توانمندسازها در کاهش ریسک زنجیره تأمین بهره گرفتند؛

1. Interpretive Structural Modeling (ISM)
2. Mandal and Deshmukh
3. Jharkharia and Shankar
4. Faisal

تاکار و همکاران^۱ (۲۰۰۸)، راه‌حل ریاضی بر اساس مدل‌سازی ساختاری تفسیری و گراف تئوری برای تعیین شاخص ارتباط زنجیره تأمین ارائه دادند. برای شناسایی و رتبه‌بندی معیارهای مورد استفاده برای توسعه تأمین‌کننده، کانان^۲ و همکاران (۲۰۱۰)، رویکرد ISM را به کار بردند. ماتی یاژگان و همکاران (۲۰۱۳) به منظور تحلیل موانع پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز از مدل‌سازی ساختاری تفسیری استفاده کردند. گام‌های پیاده‌سازی رویکرد عبارت‌اند از:

سازماندهی گروه پیاده‌سازی ISM: برای شروع، گروهی از افراد با دانش، تجربه و سابقه مرتبط با موضوع مورد پژوهش باید انتخاب شوند.

شناسایی و انتخاب متغیرهای مربوطه: در پژوهش حاضر، با توجه به مبانی نظری موضوع، اقدامات مرتبط با هر یک از پارادایم‌های ناب، چابک و تاب‌آور و نیز معیارهای عملکردی زنجیره تأمین شناسایی و انتخاب می‌شوند. در مطالعه کابرال و همکاران (۲۰۱۲)، معیارهای عملکردی سطح موجودی، رضایت مشتری، زمان و هزینه (هزینه عملیاتی) و چرخه نقدینگی، بیش‌ترین تأثیر را بر روی اقدامات ناب، چابک و تاب‌آور داشته‌اند [۸]؛ بنابراین در مقاله حاضر نیز این معیارها انتخاب شدند که بر معیارهای عملکردی جدول ۳ کاملاً منطبق هستند؛ همچنین برای انتخاب اقدامات ناب، چابک و تاب‌آور نیز از فهرست اقدامات جدول ۲ استفاده شد. اقدامات منتخب، بیش‌ترین فراوانی و تکرار را در مطالعه‌های مختلف داشته‌اند؛ همچنین سعی شده است که این اقدامات از سطوح مختلف زنجیره تأمین انتخاب شوند؛ بنابراین، این اقدامات عبارت‌اند از: اقدامات ناب (تولید بهنگام، ارتباط با تأمین‌کننده)؛ اقدامات چابک (سرعت در بهبود پاسخگویی به نیازهای در حال تغییر بازار و تولید در اندازه دسته‌های کوچک یا بزرگ) و اقدامات تاب‌آور (مدیریت مبتنی بر تقاضا و کاهش مدت‌زمان انتظار تا تحویل). ایجاد هم‌افزایی (سینرژی)، تأثیر مشابه بر معیارهای عملکردی عملیاتی و اقتصادی و وجود نداشتن تضاد بین این اقدامات علت دیگر انتخاب آنها است [۵، ۸].

تعیین ماتریس ساختاری خود تعاملی (SSIM^۳): گروه خبره روابط میان متغیرها که روابط زوجی میان اقدامات و معیارهای عملکردی است را مشخص می‌کنند. برای تحلیل تمام متغیرها، رابطه مفهومی نوع «منجر می‌شود به» انتخاب شده است؛ یعنی یک متغیر به متغیر دیگری منجر می‌شود. بر این اساس رابطه مفهومی بین متغیرها توسعه داده شد. از چهار نماد به‌منظور نشان

1. Thakkar et al.

2. Kannan

3. Structural Self-Interaction Matrix

دادن چگونگی روابط میان دو متغیر i و j استفاده شده است. V : متغیر i به تحقق متغیر j کمک می‌کند؛ A : متغیر j به تحقق i کمک می‌کند؛ X : متغیر i و j به تحقق یکدیگر کمک می‌کنند (رابطه دوطرفه) و O : نبود ارتباط بین i و j . برای مثال متغیر ۱ به تحقق متغیر ۸ کمک می‌کند؛ یعنی اینکه وقتی سطح استقرار «تولید بهنگام» افزایش می‌یابد، رضایت مشتری نیز افزایش می‌یابد که با نماد V نشان داده می‌شود. در این پژوهش، برای تعیین روابط بین متغیرهای پژوهش از نظر ۵ خبره استفاده شد. بر اساس جست‌وجوهای به‌عمل‌آمده [مقالات، کتب، پایان‌نامه‌ها و رزومه کاری] خبرگان دانشگاهی که زمینه تخصصی فعالیت آنها حوزه مدیریت زنجیره تأمین (پارادایم‌های مختلف و عملکرد زنجیره و غیره) بود، انتخاب شدند؛ همچنین برخی از این افراد به دلیل فعالیت در صنایع مختلف (خودرو، پتروشیمی و غیره) از شناخت و درک لازم در مورد زنجیره‌های تأمین برخوردار بوده‌اند. بولانوز و همکاران (۲۰۰۵) معتقدند که تعداد خبرگان در این روش نباید زیاد باشد [۷].

تعیین ماتریس دسترسی:^۱ این ماتریس با استفاده از ماتریس ساختاری خود تعاملی ساخته می‌شود و به منظور تسری بودن^۲ بررسی می‌شود. تسری رابطه محتوایی یک فرضیه اساسی در مدلسازی ساختاری تفسیری است. تسری یعنی اگر متغیر الف با متغیر ب در ارتباط است و متغیر ب با متغیر ج، در نتیجه، متغیر الف با متغیر ج نیز در ارتباط است. در این گام، ماتریس ساختاری خود تعاملی به ماتریس صفر و یک تبدیل می‌شود که ماتریس دسترسی نام دارد. در این ماتریس فقط اعداد صفر و یک وجود دارند. قاعده جایگذاری اعداد صفر و یک به‌جای چهار نماد بدین صورت است که اگر تقاطع متغیرهای (i و j)، V باشد، آنگاه سلول (i و j) در ماتریس دسترسی، ۱ و سلول (i و j)، صفر می‌شود. اگر تقاطع متغیرهای (i و j)، A باشد، آنگاه سلول (i و j) در ماتریس دسترسی، صفر و سلول (i و j)، ۱ می‌شود. اگر تقاطع متغیرهای (i و j)، X باشد، آنگاه سلول (i و j) در ماتریس دسترسی، ۱ و سلول (i و j)، ۱ می‌شود. اگر تقاطع متغیرهای (i و j) و O باشد، آنگاه سلول (i و j) در ماتریس دسترسی، صفر و سلول (i و j)، صفر می‌شود.

سطح‌بندی ماتریس دسترسی به سطوح مختلف: اقدامات ناب، چابک و تاب‌آور و معیارهای عملکردی در سطوح مختلف سطح‌بندی می‌شوند. به منظور سطح‌بندی، ابتدا باید مجموعه متقدم^۳ و متأخر^۴ را تعیین کرد. هر یک از متغیرها، دارای دو مجموعه متقدم (A) و متأخر یا قابل‌دستیابی (R) است که در ساختار ماتریس نهایی نقش دارد. مجموعه متقدم شامل متغیرهایی

1. Reachability
2. Transitivity
3. Antecedent
4. Succedent

است که به آن متغیر منتهی می‌شوند و یا اینکه بر آن متغیر تأثیر می‌گذارند؛ به عبارت بهتر متغیرهایی که در ستون مربوط به یک متغیر جلوی آنها ۱ قرار گرفته است مجموعه متقدم بر آن متغیر ستونی است. مجموعه متأخر یا قابل‌دستیابی نیز متغیرهایی را نشان می‌دهد که تحت‌تأثیر یک متغیر قرار دارند یا متغیرهایی که در سطر مربوط به یک متغیر جلوی آنها ۱ قرار گرفته است؛ سپس با به‌دست‌آوردن اشتراک دو مجموعه متقدم و متأخر، مجموعه اشتراک حاصل می‌شود. متغیرهایی که مجموعه اشتراک آنها با مجموعه متأخرشان یکی است، در سطح اول اولویت قرار می‌گیرند. با حذف این متغیرها و تکرار این فرآیند، سطوح سایر متغیرها نیز مشخص می‌شود.

تحلیل MICMAC. برای سطح‌بندی متغیرها، در ماتریس نهایی باید برای هر یک از متغیرها قدرت محرکه (نفوذ)^۱ و قدرت وابستگی^۲ محاسبه شود. قدرت محرکه یک متغیر خاص، تعداد کل متغیرها و خودش که آن متغیر به تحقق آنها کمک می‌کند. وابستگی نیز تعداد کل متغیرهایی است که به تحقق این متغیر کمک می‌کنند. این قدرت محرکه و وابستگی در تحلیل ماتریس MICMAC^۳ استفاده می‌شوند که متغیرها به چهار خوشه خودمختار، وابسته، پیوندی (ارتباط) و مستقل بخش‌بندی می‌شوند. خوشه اول، متغیرهای خودمختار هستند که قدرت محرکه و وابستگی ضعیفی دارند. این متغیرها از سیستم جدا هستند و پیوند اندکی با سایر متغیرها دارند. خوشه دوم، متغیرها وابسته‌اند که قدرت محرکه ضعیف و وابستگی بالایی دارند. خوشه سوم نیز، متغیرهای پیوندی هستند که هم قدرت محرکه و هم قدرت وابستگی بالایی دارند. این متغیرها ناپایدار هستند چون هر اقدامی بر روی این متغیرها تأثیری بر دیگر متغیرها و یا بازخوردی به خودشان خواهد داشت. خوشه چهارم، مستقل هستند که قدرت محرکه بالا و قدرت وابستگی پایینی دارند.

۴. تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

با توجه به گام‌های رویکرد مدلسازی ساختاری تفسیری که در بخش قبل توضیح داده شد، جدول ۴ و ۵ به ترتیب ماتریس‌های ساختاری خودتعاملی و دسترسی اولیه را نشان می‌دهند.

1. Driving power

2. Dependence power

3. Impact Matrix Cross-Reference Multiplication Applied to a Classification

جدول ۴ ماتریس ساختاری خود تعاملی

متغیرها	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
۱. تولید بهنگام	V	V	X	V	V	X	V	V	X	A	
۲. ارتباط با تأمین‌کننده	O	V	V	O	V	V	V	V	A		
۳. تولید در اندازه دسته‌های بزرگ یا کوچک	O	V	O	V	V	O	V	V			
۴. سرعت در بهبود پاسخگویی به نیازهای متغیر بازار	V	V	V	V	O	V	V				
۵. کاهش مدت‌زمان انتظار تا تحویل	O	V	O	V	O	A					
۶. مدیریت مبتنی بر تقاضا	V	V	O	V	V						
۷. سطح موجودی	O	V	V	V							
۸. رضایت مشتری	V	A	O								
۹. هزینه عملیاتی	O	O									
۱۰. زمان	V										
۱۱. چرخه نقدینگی											

جدول ۵ ماتریس دسترسی اولیه

متغیرها	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱
۲	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱
۳	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱
۴	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰
۵	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰
۶	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱
۷	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۸	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۹	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۱۰	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

ماتریس دسترسی نهایی با استفاده از رابطه تسری در ماتریس دسترسی اولیه به دست می‌آید. تسری رابطه محتوایی یک فرضیه اساسی در ISM است. تسری یعنی اگر متغیر الف با متغیر ب در ارتباط است و متغیر ب با متغیر ج، در نتیجه، متغیر الف با متغیر ج نیز در ارتباط است (اگر

$(i,j)=1$ و نیز $(j,k)=1$ باشد در نتیجه $(i,k)=1$. جدول ۶ ماتریس دسترسی نهایی را نشان می‌دهد.

جدول ۶. ماتریس دسترسی نهایی

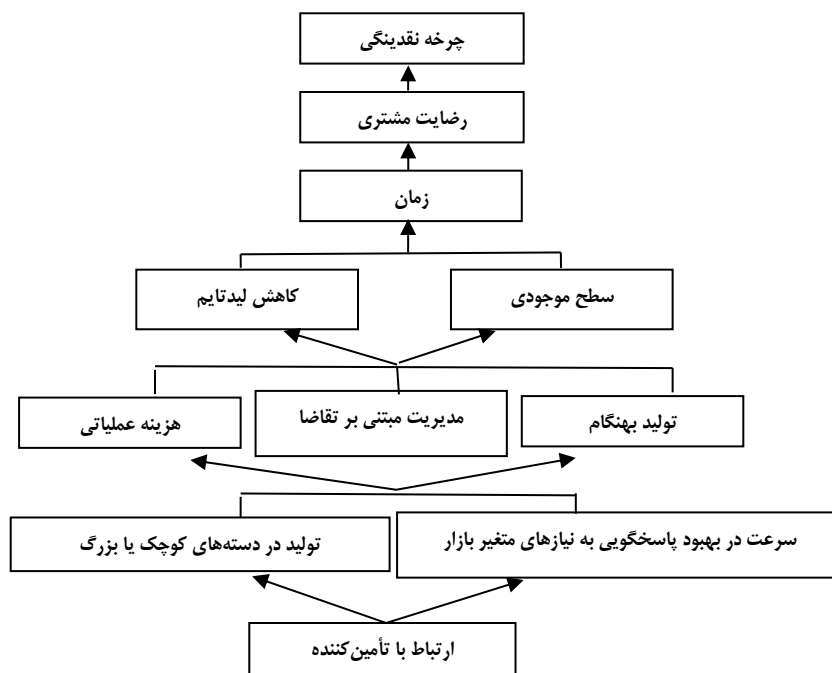
متغیرها	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	قدرت نفوذ
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱۰
۲	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۹
۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱۰
۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱۰
۵	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۴
۶	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۸
۷	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۶
۸	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲
۹	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱۰
۱۰	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳
۱۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
قدرت وابستگی	۱۱	۹	۷	۹	۷	۶	۷	۵	۴	۱	۷	

به منظور سطح‌بندی متغیرها (اقدامات ناب، چابک و تاب‌آور و معیارهای عملکردی)، با توجه به ماتریس دسترسی نهایی، مجموعه‌های مقدم و قابل‌دستیابی و سطح اشتراک دو مجموعه برای هر متغیر به دست می‌آید. جدول ۷ تکرار اول را نشان می‌دهد.

جدول ۷. سطح‌بندی متغیرها- تکرار اول

متغیر	مجموعه دستیابی	مجموعه مقدم	اشتراک سطح
۱	۱، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱	۱، ۲، ۳، ۴، ۶، ۷، ۹	۱، ۳، ۴، ۶، ۹
۲	۱، ۲، ۴، ۵، ۹، ۱۰، ۱۱	۲	۲
۳	۱، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱	۱، ۳، ۴، ۹	۱، ۳، ۴، ۹
۴	۱، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱	۱، ۲، ۳، ۴، ۹	۱، ۳، ۴، ۹
۵	۵، ۸، ۱۰، ۱۱	۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۹	۵
۶	۱، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱	۱، ۳، ۴، ۶، ۹	۱، ۶، ۹
۷	۱، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱	۱، ۳، ۴، ۶، ۷، ۹	۱، ۷، ۹
۸	۸، ۱۱	۱، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹	۸
۹	۱، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱	۱، ۲، ۳، ۴، ۶، ۷، ۹	۱، ۳، ۴، ۶، ۷، ۹
۱۰	۸، ۱۰، ۱۱	۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۹، ۱۰	۱۰
I	۱۱	۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱	۱۱

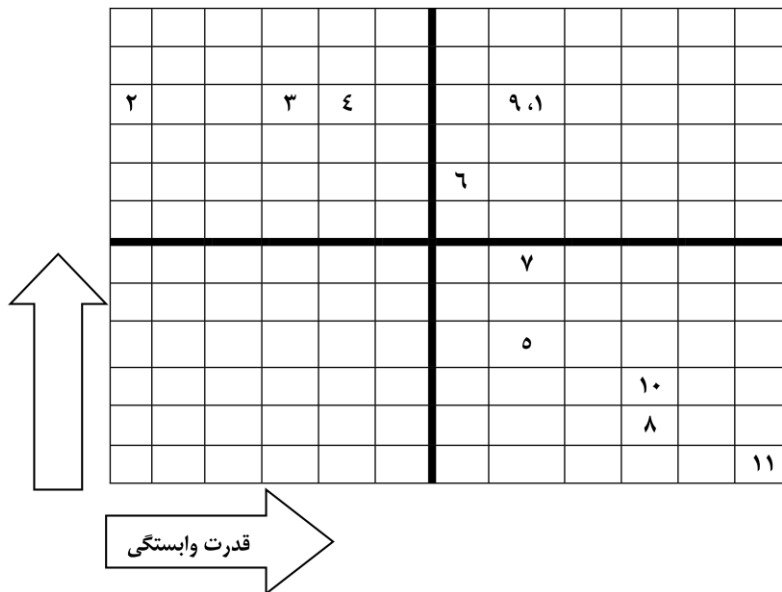
با توجه به اینکه در تکرار اول، تنها در متغیر ۱۱، مجموعه قابل‌دستیابی و مجموعه مشترک یکسان است، این متغیر سطح یک سلسله‌مراتب را تشکیل می‌دهد. با حذف سطر و ستون متغیر ۱۱، مجدداً همین رویه دنبال می‌شود و در نهایت پس از هفت تکرار، کلیه متغیرها، سطح‌بندی شدند که نتیجه این سطح‌بندی در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱ مدل سلسله‌مراتبی ISM

نمودار ۱، تحلیل MICMAC را نشان می‌دهد که بر این اساس، متغیرها خوشه‌بندی می‌شوند. در این تحلیل متغیرها به چهار خوشه تقسیم می‌شوند. خوشه اول، متغیرهای خودمختار هستند که قدرت نفوذ و وابستگی ضعیفی دارند. متغیرهایی که در این خوشه قرار می‌گیرند، تقریباً به صورت جدا از کل سیستم عمل می‌کنند. این متغیرها اثر چندانی روی سایر متغیرها ندارند. به عبارت بهتر، ارتباط این متغیرها با سایر متغیرها بسیار محدود و ناچیز است. در این مطالعه، هیچ متغیری در این خوشه قرار نگرفته است. خوشه دوم، متغیرهای وابسته هستند که قدرت نفوذ ضعیف و وابستگی بالایی دارند. متغیرهای چرخه نقدینگی و رضایت مشتری (معیارهای عملکردی) و کاهش مدت‌زمان انتظار تا تحویل سفارش در این خوشه قرار گرفته‌اند. خوشه سوم نیز متغیرهای پیوندی هستند که قدرت نفوذ و وابستگی بالایی دارند. به آن معنا که هر اقدامی

روی این متغیرها تأثیری روی سایر متغیرها خواهد داشت و همچنین بازخوردی روی خود آنها نیز دارد. متغیرهای تولید بهنگام، سطح موجودی و هزینه عملیاتی در این خوشه جای گرفته‌اند. خوشه چهارم، متغیرهای مستقل هستند که قدرت نفوذ بالا و وابستگی ضعیف دارند. متغیرهای ارتباط با تأمین‌کننده، زمان، مدیریت مبتنی بر تقاضا، سرعت در بهبود پاسخگویی به نیازهای متغیر بازار در این خوشه قرار گرفته‌اند.



نمودار ۱ تحلیل MICMAC

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

به‌منظور شناسایی و تحلیل روابط بین اقدامات ناب، چابک و تاب آور مدیریت زنجیره تأمین و نیز معیارهای عملکردی از رویکرد مدلسازی ساختاری تفسیری در این پژوهش استفاده شد. اطلاعات ناشی از مدل می‌تواند در تصمیم‌گیری‌ها به مدیران کمک کند؛ زیرا مدل توسعه‌یافته در شناسایی و خلاصه‌کردن روابط میان متغیرهای مشخصی که یک موضوع یا مسئله را تعریف می‌کنند، مفید است. در پژوهش حاضر، اقدامی که در پایین‌ترین سطح مدل قرار گرفته، ارتباط با تأمین‌کننده است که جزء اقدامات ناب است. این نتیجه با یافته آزدو و همکاران (۲۰۱۳) یکسان است. نتایج مطالعه آنها نیز نشان داد که ارتباط با تأمین‌کننده، اقدامی است که بیشترین تأثیر را بر معیارهای عملکردی دارد. به عبارت بهتر، همکاری و ارتباط با تأمین‌کننده به تعدیل و تنظیم موجودی‌های زنجیره تأمین کمک می‌کند و در نتیجه بر کاهش موجودی تأثیرگذار است؛ همچنین، این اقدام ناب با پایش نزدیک مسائل کیفیت مواد اولیه و ارائه راه‌حل‌های سریع، بر

کیفیت هر چه بهتر محصولات و نیز بهبود عملکرد زمان و هزینه نیز اثر دارد [۵]. در سطح بعدی، سرعت در بهبود پاسخگویی به نیازهای متغیر بازار و نیز تولید در دسته‌های کوچک یا بزرگ هر دو جزو اقدامات چابک هستند که قدرت نفوذ بالایی دارند؛ بنابراین مدیران ارشد زنجیره‌های تأمین باید بر این اقدامات تمرکز کنند. در سطح بالاتر، اقدام مدیریت مبتنی بر تقاضا (اقدام تاب‌آور) قرار گرفته است. به عقیده کریستوفر و تاویل (۲۰۰۱) تاب‌آوری مستلزم چابکی است تا به رویدادهای پیش‌بینی‌نشده، سریع واکنش نشان داده شود و مزیتی متمایز در محیطی نامطمئن را ایجاد کند [۱۵]؛ بنابراین اقدامات چابک (بهبود در سرعت پاسخگویی به نیازهای متغیر بازار و نیز تولید در دسته‌های کوچک یا بزرگ) می‌توانند توانمندساز تاب‌آوری باشند. هزینه عملیاتی و رضایت مشتری جزو مهم‌ترین معیارهای عملکردی برای ارزیابی تأثیر اقدامات زنجیره تأمین روی عملکرد زنجیره تأمین هستند. قلائینی و نوبل (۱۹۹۶) بر این عقیده بودند که هزینه عملیاتی جزء مهمی از هر سیستم سنجش عملکرد محسوب می‌شود؛ زیرا ارزیابی و کنترل را ممکن ساخته و فرآیندهای کسب‌وکار را بهبود می‌دهد. این معیار، شناسایی اتلاف در سراسر فرآیندهای مختلف زنجیره تأمین را میسر می‌سازد [۲۰]. اندرسون و همکاران (۱۹۸۹) بر این باورند که سیستم سنجش عملکرد زنجیره تأمین، مجموعه متوازی از چهار شاخص معیار را دربرمی‌گیرد که رضایت مشتری یکی از آنها است [۳]. این معیار عملکردی در سطح دوم سلسله‌مراتب رویکرد مدلسازی ساختاری تفسیری قرار گرفته است. تمامی شرکت‌های درون یک زنجیره با هدف رضایت هر چه بیشتر مشتریان و برآورد تقاضای آنها فعالیت می‌کنند. هدف از استقرار اقدامات ناب، چابک و تاب‌آوری در نهایت نیز برآورده‌سازی سطح مطلوبی از نیاز مشتری است. بالاترین سطح در مدل توسعه‌یافته، چرخه نقدینگی است. به عقیده فاریس و هاتکینز (۲۰۰۲) این معیار عملکردی در دیدگاه مدیریت زنجیره تأمین و حسابداری اهمیت زیادی دارد. چرخه نقدینگی، معیاری است که از طریق عملیات تولیدی، بین فعالیت‌های داخلی در ارتباط با مواد اولیه با تأمین‌کنندگان و فعالیت‌های خارجی فروش با مشتریان پل می‌زند [۱۹]. در مطالعه آزدو و همکاران (۲۰۱۳) که به شناسایی و رتبه‌بندی معیارهای عملکردی پرداختند نیز چرخه نقدینگی، معیاری با قدرت نفوذ ضعیف و وابستگی بالا شناخته شد [۵]. در این مقاله برای تعیین روابط بین متغیرها (اقدامات ناب، چابک و تاب‌آور و معیارهای عملکردی زنجیره تأمین) از آراء خبرگان دانشگاهی متخصص در زمینه مدیریت زنجیره تأمین بهره گرفته شد که ممکن است عنصر تعصب و جانب‌داری بر نتیجه کار تأثیر گذاشته باشد. همچنین، صنایع و بخش‌های مختلف تولیدی (خودرو، پتروشیمی، صنایع غذایی و غیره) دارای محصولات گوناگون و مشخصه‌های فرایندی متفاوتی هستند که این امر خود می‌تواند بر رابطه میان متغیرها تأثیرگذار و نتایج متفاوتی را باعث شود؛ از این‌رو، به پژوهشگران پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های آتی

به شناسایی روابط بین متغیرها در چند صنعت مختلف بپردازند و اقدامات و معیارهای عملکردی مهم را در هر صنعت مشخص کنند؛ علاوه بر این پژوهشگران می‌توانند از روش‌هایی مثل مدلسازی معادلات ساختاری نیز استفاده کنند.

منابع

1. Agarwal, A., Shankar, R., & Tiwari, M. (2007). Modeling agility of supply chain. *Industrial Marketing Management*, 36(4), 443-457.
2. Anand, G., & Kodali, R. (2008). A conceptual framework for lean supply chain and its implementation. *Int J Value Chain Manage*, 2, 313-357.
3. Andersson, P., Aronsson, H., & Storhagen, NG. (1989). Measuring Logistics Performance. *Eng Costs Prod Econ*, 17, 253-262.
4. Azevedo, S., Carvalho, H., Cruz-Machado, V., & Grilo, F. (2010) The influence of agile and resilient practices on supply chain performance: an innovative conceptual model proposal. In: *Innovative process optimization methods in logistics: emerging trends, concepts and technologies*. Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Hamburg, Germany, 265-281.
5. Azevedo, S., Carvalho, H., & Cruz-Machado, V. (2013). Using interpretive structural modeling to identify and rank performance measures: an application in the automotive supply chain. *Baltic J Manage*, 8(2), 208-230.
6. Beamon, BM. (1999). Measuring supply chain performance. *Int J Oper Prod Manage*, 19(3), 275-292.
7. Bolan˜os, R., Fontela, E., Nenclares, A., & Pastor, P. (2005). Using interpretive structural modelling in strategic decision-making groups. *Manage Decis* 43(6), 877-895.
8. Cabral, I, Grilo, A., & Cruz-Machado, V. (2012). A decision-making model for Lean, Agile, Resilient and Green supply chain management. *Int J Prod Res*, 50(17), 4830-4845.
9. Carvalho, H., Azevedo, S., & Cruz-Machado, V. (2010). Supply chain performance management: lean and green paradigms. *Int J Bus Perform Supply Chain Model* 2(3/4), 151-179.
10. Carvalho, H., Duarte, S., & Cruz-Machado, V. (2011). Lean, agile, resilient and green: divergences and synergies. *Int J Lean Six Sigma*, 2(2), 151-179.
11. Carvalho, H., Maleki, M., & Cruz-Machado, V. (2012). The links between supply chain disturbances and resilience strategies. *Int J Agile Syst Manage*, 5(3), 203-234.
12. Carvalho, H., Azevedo, S., & Cruz-Machado, V. (2014). Trade-offs among lean, agile, resilient and green paradigms in supply chain management: a case study approach. In: *Xu J, Fry JA, Lev B, Hajiyevev A (eds) Proceedings of the seventh international conference on management science and engineering management*. Springer Berlin, 953-968.
13. Chan, F. (2003). Performance measurement in a supply chain", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 21(7), 534-48.
14. Charan, P., Shankar, R., Baisya, R. (2008). Analysis of interactions among the variables of supply chain performance measurement system implementation. *Bus Process Manage J*, 14(4), 512-529.
15. Christopher, M., & Towill, D. (2002). The supply chain strategy conundrum: to be lean or agile or to be lean and agile?. *International Journal of Logistics*, 5(3), 299-309.
16. Christopher, M., & Peck, H. (2004). Building the resilient supply chain. *Int J Logist Manage*, 15(2), 1-14.

17. Cumbo, D., Kline, D., & Bumgardner, M. M. (2006). Benchmarking performance measurement and lean manufacturing in the rough mill. *Forest Products Journal*, 56(6), 25-30.
18. Duarte, S., Carvalho, H., & Cruz-Machado, V. (2010). Exploring relationships between supply chain performance measures. *The Fourth International Conference on Management Science and Engineering Management*, Chungli, Taiwan, 3-7.
19. Farris, T., & Hutchison, P. (2002). Cash-to-cash: the new supply chain management metric. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 32(3/4), 288-98.
20. Ghalayini, A., & Noble, J. (1996). The changing basis of performance measurement. *Int J Operat Prod Manage*, 16(8), 63-80.
21. Glickman, T., & White, S. (2006). Security, visibility and resilience: the keys to mitigating supply chain vulnerabilities. *Int J Logist Syst Manage*, 2, 107-119.
22. Goldsby, T. J., Griffis, S. E., & Roath, A. S. (2006). Modeling lean, agile, and leagile supply chain strategies. *Journal of Business Logistics*, 27(1), 57-80.
23. Gunasekaran, A., Patel, C., & Tirtiroglu, E. (2001). Performance measures and metrics in a supply chain environment. *Int J Operat Prod Manage*, 21(1/2), 71-87.
24. Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(3), 420-437.
25. Lambert, D. & Pohlen, L. (2001). Supply chain metrics, *The International Journal of Logistics Management*, 12 (1), 1-19.
26. Lin, C., Chiu, H., & Chu, P. (2006). Agility index in the supply chain. *International Journal of Production Economics*, 100(2), 285-299.
27. Naylor, B., Naim, M., & Berry, D. (1999). Leagility: integrating the lean and agile manufacturing paradigms in the total supply chain. *Int J Prod Econ*, 62(1-2), 107-118.
28. Schroer, B. (2004). Simulation as a tool in understanding the concepts of lean manufacturing, *Simulation*, 80(3), 171-175.
29. Tang, C. (2006). Robust strategies for mitigating supply chain disruptions. *Int J Logist Res Appl*, 9(1), 33-45.
30. Zobel, C. (2011). Representing perceived tradeoffs in defining disaster resilience. *Decis Support Syst*, 50(2), 394-403.
31. Zsidisin, G., Ragatz, G., & Melnyk, S. (2005). The dark side of supply chain management. *Supply Chain Manage Rev*, 9(2), 46-52.