مهندسی صنایع و مدیریت شریف، (تابستان ۱۴۰۲)
دوره‌ی ۳۹، شماره‌ی ۱، صص. ۱۸۳-۱۹۲، (یادداشت فنی)

Research Note

توسعه‌ی مدل مفهومی زنجیره‌ی تأمین پایدار با قابلیت‌های ناب و چابک (مورد مطالعه: سازندگان تجهیزات چرخشی در صنعت نفت و گاز)

محمود نجفی (دانشجوی دکتری)
دانشکده‌ی مدیریت و علوم اجتماعی، دانشگاه آزاد اسلامی تهران شمال
پیمان اخوان* (استاد)
دانشکده‌ی مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی قم
علی حاجیها (استادیار)
دانشکده‌ی مدیریت و علوم اجتماعی، دانشگاه آزاد اسلامی تهران شمال

تغییر در شرایط محیطی، بازنگری در زنجیره‌های تأمین را اجتناب‌ناپذیر می‌کند. هدف پژوهش مدلی از زنجیره‌ی تأمین پایدار با ویژگی‌های ناب و چابک است. روش پژوهش، مدل‌سازی ساختاری تفسیری است. پژوهش در صنعت ساخت تجهیزات چرخشی صنایع نفت‌وگاز انجام شد. از سی‌ویک عامل شناسایی شده در قالب سه مؤلفه‌ی پایداری، ناب و چابک و چهار بعد اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی و سازمانی، بیست‌ودو عامل توسط خبرگان برای مدل انتخاب شدند. چهار سطح مدل عبارت‌اند از: پیشران، توانمندساز پایه، توانمندساز عملیاتی و دستاوردها. نتیجه‌ی اصلی پژوهش آن است که برای دستیابی به اهداف زنجیره‌ی تأمین پایدار، باید ضمن نگرش به یکپارچگی و همراستایی زنجیره‌ی تأمین در تمامی سطوح یاد شده در مدل، به سطوح پیشران (تعهد مدیر ارشد و استفاده از فنّاوری اطلاعات در زنجیره‌ی تأمین پایدار) و توانمندساز پایه (امنیت شغلی و رضایت کارکنان، رفاه اجتماعی کارکنان و عامل شفافیت و همکاری بین اعضای زنجیره‌ی تأمین) توجه بیشتری داشت.

واژگان کلیدی: زنجیره‌ی تأمین پایدار، ناب، چابک، مدل مفهومی.

mns15302@gmail.com
akhavan@qut.ac.ir
a_hajiha@iau-tnb.ac.ir

۱. مقدمه

مشخصه‌ی محیط‌های رقابتی در دنیای امروز، تغییرات سریع و بازارهای غیرقابل پیش‌بینی است[۱] و شرکت‌هایی می‌توانند در چرخه‌ی رقابتی در بازار باقی بمانند که به الزامات و شرایط محیطی و مسئولیت‌های اجتماعی در چهارچوب زنجیره‌ی تأمین نیز توجه کنند. روش‌ها و مفاهیم بهینه‌سازی مشترک هزینه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی عملیات در زنجیره‌های تأمین نیز مسائل بسیاری را در پیش روی تصمیم‌گیرندگان قرار داده است. موضوعی که دولگوی و همکاران[۲] مطرح می‌کنند این است که شرکت‌هایی که دچار تغییر شکل در زنجیره‌های تأمین خود می‌شوند، یک سؤال مشترک برای پرسیدن دارند: «چگونه می‌توان سودآوری و رقابت زنجیره‌ی تأمین را با سازگاری بین محیط و پیشرفت تکنولوژی افزایش داد؟» بوه‌نر و مین‌نر[۳] در مقاله‌ی خود پایداری را به طور کلی به سه جنبه‌ی اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی دسته‌بندی کرده‌اند. نایاک و دایگوده[۴] اشاره می‌کنند که مدیریت زنجیره‌ی تأمین پایدار به طور فزاینده‌یی به عنوان ابزاری برای توانمندسازی بنگاه‌ها و به دست آوردن «موقعیت رقابتی» در بازار دیده می‌شود. دولگوی و ایوانو[۵] در تحقیق خود زنجیره‌های تأمین را سیستم‌های پیچیده و پویای شبکه‌یی می‌دانند که با گذشت زمان تکامل یافته و اندازه، شکل و تنظیمات آن‌ها را تغییر می‌دهند. آن‌ها اضافه می‌کنند که اختلالات شدیدتر محیط، مانند همه‌گیری‌های جهانی (به عنوان مثال، شیوع ویروس کوید ۱۹) یا بلایای طبیعی، ممکن است منجر به عدم

* نویسنده مسئول
تاریخ: دریافت ۱۴۰۱/۱/۱۷، اصلاحیه ۱۴۰۱/۵/۲۹، پذیرش ۱۴۰۱/۷/۲۶.
DOI:10.24200/J65.2022.59745.2279

استناد به این مقاله:
نجفی، محمود، اخوان، پیمان، و حاجیها، علی، ۱۴۰۲. توسعه‌ی مدل مفهومی زنجیره‌ی تأمین پایدار با قابلیت‌های ناب و چابک (مورد مطالعه: سازندگان تجهیزات چرخشی در صنعت نفت و گاز). مهندسی صنایع و مدیریت شریف، ۳۹(۱)، صص. ۱۸۳-۱۹۲.

دسترسی موقت برخی از تأمین‌کنندگان به اقلام مورد نیاز شود؛ در چنین حالتی، طراحی‌های ساختاری زنجیره‌ی تأمین به اجبار باید تغییر یابد. در تحقیق رسات و اونسال[۶] اشاره شده است که طراحی شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین بدون در نظرگرفتن و ادغام اهداف زیست‌محیطی و اجتماعی با رویکرد اقتصادی امکان پذیر نیست. بودده و همکاران[۷] اعتقاد دارند برای افزایش موفقیت‌آمیز مقابله با عدم قطعیت‌ها در زنجیره‌ی تأمین به ترکیبی از استراتژی‌ها نیاز است. با توجه به اهمیت رویکرد پایداری در زنجیره‌ی تأمین و همچنین ضرورت استفاده از آن در صنایع کشور، به خصوص صنایع مرتبط با صنعت نفت‌وگاز مانند صنعت سازندگان تجهیزات چرخشی که فعالیت‌های آنان اثرات زیادی بر محیط زیست و اجتماع دارد، سؤال اساسی پژوهش این است که چارچوب مدلی از زنجیره‌ی تأمین پایدار که مبتنی بر قابلیت‌های ناب و چابک نیز باشد چگونه است؟ عوامل مؤثر در این مدل با ابعاد اقتصادی، محدودیت‌های زیست‌محیطی، ملاحظات اجتماعی و ویژگی‌های ناب و چابک چه ارتباطی دارند؟ این تحقیق با هدف تدوین مدل زنجیره‌ی تأمین پایدار مبتنی بر قابلیت‌های ناب و چابک، برای پاسخ‌گویی به سؤالات فوق، طراحی شده است.

از آن‌جا که تاکنون بررسی مدل ترکیبی زنجیره‌ی تأمین پایدار (که اهمیت ویژه‌یی برای مسائل زیست‌محیطی و اجتماعی قائل است) با استفاده از ویژگی‌های ناب و چابک به انجام نرسیده است و نیز با توجه به اهمیت این موضوع در صنعتی با وسعت و پیچیدگی در زنجیره‌ی تأمین، صنعت ساخت تجهیزات دوار در صنایع نفت‌وگاز مانند توربین گاز دارای اهمیت بسیاری است. انجام این پژوهش با شرایط ذکر شده می‌تواند یک نوآوری در حیطه‌ی زنجیره‌ی تأمین محسوب شود.

۲. مرور تحقیقات پیشین

ولاسکوئز[۸] در تحقیقی به اهمیت زنجیره‌ی تأمین پایدار و مزایای داشتن آن و همچنین دیدگاه‌های محققین در این خصوص پرداخته است. او بیان می‌کند که امروزه استفاده از زنجیره‌ی تأمین پایدار در بازار یک مزیت است و اشاره می‌کند به دلیل جهانی شدن، زنجیره‌ی تأمین در شرکت‌ها اهمیت پیدا کرده است. سیلوا و همکاران[۹] اشاره می‌کنند که توجه به این نکته‌ی مهم است که درک جنبه‌های زیست‌محیطی در زنجیره‌ی تأمین نشان‌دهنده‌ی استفاده‌ی بهینه از منابع طبیعی و توجه به تأثیرات اقدامات بر محیط زیست است. بر اساس بررسی‌های ارائه شده توسط دلگوی و همکاران[۲] تحقیقات در مورد دیجیتال‌سازی، تاب‌آوری، پایداری و قابلیت ناب چابکی زنجیره‌ی تأمین، مجدداً پیشرفت قابل ملاحظه‌یی داشته است. السیوار و همکاران[۱۰] بیان می‌کنند که چالش‌های اقتصادهای جهانی باعث تقویت زنجیره‌های تأمین می‌شود تا فرایندهای همکاری و وابستگی آن‌ها را بین گروه‌های خود افزایش دهد و باعث افزایش سطح مقاومت آسیب‌پذیری در برابر تأثیرات چالش‌های احتمالی و وقفه در عملیات آن‌ها شود، که در نتیجه ممکن است باعث پایداری آن‌ها شود. روی و همکاران[۱۱] در مقاله‌ی خود اشاره می‌کنند که حرکت به سمت مدیریت زنجیره‌ی تأمین پایدار نشان‌دهنده‌ی یک تصمیم راهبردی سازمان برای پذیرش واقعیت ظهور یافته رقابت در محیط کسب‌وکار است. کوبرگ و لونگونی[۱۲] مقاله‌یی با هدف ارائه‌ی ترکیبی از عناصر اصلی مدیریت زنجیره‌ی تأمین پایدار در زنجیره‌های تأمین جهانی ارائه کردند و بیان داشتند که شرکت‌ها به طور فزاینده‌یی نسبت به نتایج زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی ناشی از عملیات داخلی و فعالیت‌های تأمین‌کنندگان خود پاسخ‌گو تلقی می‌شوند.

الوئی و همکاران[۱۳] در تحقیق خود اشاره کردند که سازمان‌ها مجبورند با چالش‌های فزاینده در زنجیره‌ی تأمین خود کنار بیایند و لذا تصمیم‌گیرندگان آن‌ها عملکرد اقتصادی و مسائل زیست‌محیطی و اجتماعی را متعادل کردند. سعید و کرستن[۱۴] اظهار می‌دارند برای پرداختن به تحولات جدید و روندهای در حال تغییر، سازمان‌ها اکنون مجبور به شناسایی و اجرای راه‌حل‌های نوآورانه و پایدار نه تنها در مرزهای سازمان خود، بلکه در کل شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین هستند. ریفکه و ساندرام[۱۵] یک مطالعه‌ی اکتشافی با روش دلفی و با استفاده از متخصصان زنجیره‌ی تأمین و پایداری، با هدف کشف و پیشنهاد عوامل و فرایندهای تصمیم‌گیری برای مدیریت زنجیره‌ی تأمین پایدار را به انجام رساندند. قدیمی و همکاران[۱۶] در مقاله خود بیان می‌کنند که طی دو دهه‌ی گذشته، موضوع زنجیره‌های تأمین پایدار، به صورت قابل ملاحظه‌یی توجه دانشگاهیان و متخصصان را برانگیخته است. تاسدمیر و گاز و [۱۷] اشاره دارند که روندها و عوامل جهانی، مانند افزایش سطح جهانی شدن، تغییرات آب‌وهوا، کمبود منابع و آگاهی از مسئولیت‌های اجتماعی و زیست‌محیطی و همچنین شدیدتر شدن رقابت و حاشیه‌ی سود پایین در تمام صنایع، سازمان‌ها را مجبور به اقدام برای حفظ، بازیابی یا پایداری مزایای رقابتی خود در طولانی مدت می‌کنند. روزینی و پورتیولی[۱۸] اظهار کردند که دانشمندان و متخصصان بر اهمیت برنامه‌ریزی زنجیره‌ی تأمین برای بهبود اثربخشی و کارآیی زنجیره‌ی تأمین اذعان دارند. اگرچه سیاست‌های زنجیره‌ی تأمین در دهه‌های گذشته توسعه پیدا کرده، بحث در مورد بهترین مدل زنجیره‌ی تأمین هنوز باز است.

دوبی و همکاران[۱۹] در مقاله‌ی خود با استفاده از مدل‌سازی کلی تفسیری ساختاری در مدیریت زنجیره‌ی تأمین پایدار به بحث پرداختند و اظهار کردند، تحقیقات نسبتاً کمی در مورد متدها و روش‌های شناختی وجود دارند که ماهیت پویای مدیریت زنجیره‌ی تأمین پایدار را در نظر می‌گیرند.

۳. بیان مسئله

در ادبیات اخیر بسیاری از محققین به ارائه‌ی نظریه‌ها، چارچوب‌های کاری و مدل‌های ترکیبی برای زنجیره‌ی تأمین، به منظور غلبه بر مسائل تغییرات محیطی پرداخته‌اند و با تلفیق قابلیت‌های هر یک از نگرش‌ها از زنجیره‌ی تأمین، سعی کرده‌اند راه‌حل بهینه‌یی برای این مسائل ارائه دهند؛ در ادامه به چند نمونه از این موارد اشاره می‌شود. در این ارتباط ایوانو[۲۰] اشاره می‌کند که شبکه‌های درهم تنیده‌ی زنجیره‌های تأمین ممکن است رفتارهای چندگانه‌یی در روابط خریدار و فروشنده یا حتی در رقابت نشان دهند. این ساختارهای جدید پویا و در حال تکامل، نیاز به بازنگری در برخی مفاهیم تجزیه و تحلیل سنتی دارند. ایوانو و دلونگی[۵] نیز در مقاله‌ی خود، با ارائه‌ی مفهوم زنجیره‌ی تأمین قابل پیکیره‌بندی مجدد، تحقیقاتی در مورد زنجیره‌ی تأمینی با ویژگی‌های دیجیتال‌سازی، تاب‌آوری، پایداری و قابلیت ناب‌چابکی ارائه دادند. السیوار و همکاران[۱۰] نیز یک چارچوب مفهومی از ترکیب مدیریت زنجیره‌ی تأمین تاب‌آور و مدیریت زنجیره‌ی تأمین پایدار ارائه کرده‌اند. آن‌ها اعلام کردند برای افزایش رقابت، نیاز به ادغام تاب‌آوری و پایداری در مدیریت زنجیره‌ی تأمین وجود دارد. نایاک و دایگوده[۴] یک مدل مفهومی از مدیریت زنجیره‌ی تأمین پایدار در شرکت‌های کوچک و متوسط با استفاده از فنّاوری بلاک‌چین توسعه داده‌اند. سعودی و همکاران[۲۱] نیز اثر روش‌های ناب در زنجیره‌ی تأمین صنعت مد را مورد پژوهش قرار دادند. بر اساس یافته‌های بودده و همکاران[۷] برای افزایش موفقیت مقابله با عدم قطعیت‌ها در شرکت‌ها، به

جدول ۱. نتایج حاصل از مرحله‌ی اول گام کیفی پژوهش؛ شناسایی عوامل.

بعد	مؤلفه	عوامل	تعداد
اقتصادی	ناب	شفافیت و همکاری بین اعضای زنجیره‌ی تأمین، سطح خدمات به مشتری، کمینه کردن هزینه‌ها و حذف ضایعات	۴
	چابک	کیفیت محصول، تحویل به هنگام، فناوری اطلاعات، فرایندهای یکپارچه، حساسیت و پاسخ‌گویی به بازار	۵
	پایداری	ایمنی محصول، عملکرد مالی و سهم بازار، مدیریت ریسک	۳
اجتماعی	ناب	رضایت کارکنان	۱
	چابک	توسعه‌ی مهارت های کارکنان، رضایت مشتری	۲
	پایداری	اجرای الزامات استاندارد اس‌آ ۸۰۰۰، فرهنگ کارآفرینی و حمایت از کارآفرینی، بهداشت و ایمنی شغلی، شفافیت اطلاعات، رفاه اجتماعی کارکنان	۵
زیست‌محیطی	ناب	پایش مصرف انرژی و منابع	۱
	چابک		۰
	پایداری	رعایت مقررات و الزامات زیست محیطی به عنوان مثال ایزو ۱۴۰۰۰، طراحی محصول سازگار با محیط زیست، همکاری زیست‌محیطی با مشتریان، کاهش مصرف مواد خطرناک	۴
سازمانی	ناب	ابتکارات بهبود مستمر	۱
	ناب	اشتراک دانش	۱
	چابک		۰
	پایداری	تعهد مدیریت ارشد، همراستایی استراتژی زنجیره‌ی تأمین با استراتژی شرکت، انتخاب تأمین‌کنندگان پایدار، تحقیق و توسعه، ارزیابی عملکرد تأمین کنندگان بر اساس اصول و سیاست‌ها	۴
		جمع کل عوامل شناسایی شده در مرحله‌ی اول گام کیفی	۳۱

ترکیبی از استراتژی‌های زنجیره‌ی تأمین نیازاست. جمع‌بندی و شرح یافته‌های پیشینه‌ی پژوهش را می‌توان در لزوم بازنگری در ساختارها و مدل‌های زنجیره‌ی تأمین با توجه به تغییرات شرایط محیطی، استفاده از چند نگرش در زنجیره‌ی تأمین برای پاسخ‌گویی به مسائل امروز کسب‌وکارها و تلفیق استراتژی‌های مختلف در زنجیره‌ی تأمین به منظور استفاده از قابلیت‌های هریک در ساختار زنجیره‌ی تأمین بیان کرد. با توجه به اهمیت زنجیره‌ی تأمین پایدار که در مرور تحقیقات پیشین به چشم می‌خورد سؤال اصلی این است که مدل زنجیره‌ی تأمین پایدار با ویژگی‌های ناب و چابک چگونه است؟

۴. روش تحقیق

پژوهش در صنعت سازندگان تجهیزات چرخشی (توربین و کمپرسور) صنایع نفت‌وگاز به انجام رسید. برای تدوین مدل ابتدا باید عوامل اثرگذار بر آن در ابعاد اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی و سازمانی و مؤلفه‌های ناب، چابک و پایدار تعیین شوند و لذا تحقیق در دو گام کیفی و کمی انجام پذیرفت. در گام کیفی پژوهش که در دو مرحله انجام شد، ابتدا با استفاده از مرور ادبیات و مصاحبه با خبرگان، عوامل مؤثر بر مدل شناسایی شدند. تعیین مهم‌ترین عوامل با استفاده از پرسش‌نامه‌ی طیف پنج‌گزینه‌یی لیکرت و آزمون ناپارامتری دوجمله‌یی انجام شد. در گام کمّی پژوهش و برای تعیین طبقه‌بندی رابطه‌ی بین عوامل از روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری استفاده شد. برای تعیین اثرگذاری و اثرپذیری عوامل، روش میک‌مک[1] به کار گرفته شد. این پژوهش آمیخته، توصیفی و کاربردی بر پایه‌ی مدل‌سازی ساختاری تفسیری است. نمونه‌ی آماری در مرحله‌ی نخست گام اول را ده نفر از خبرگان دانشگاهی و صنعتی برای مصاحبه تشکیل دادند و در مرحله‌ی بعدی نیز نمونه‌ی آماری عبارت بود از پانزده نفر از متخصصان صنعتی و دانشگاهی برای نظرسنجی تعیین نهایی عوامل. پرسش‌نامه‌ی این بخش به دلیل تأیید خبرگان از روایی لازم برخوردار بوده و پایایی آن نیز توسط ضریب آلفای کرونباخ مقدار ۰٫۸۱۴ به دست آمد و چون از مقدار حد پذیرش ۰٫۷ بیشتر است، لذا از پایایی لازم نیز برخوردار است. نمونه‌ی آماری گام کمی پژوهش برای روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری را ۲۵ نفر از متخصصان زنجیره‌ی تأمین در صنعت مورد مطالعه تشکیل دادند.

۱.۴. گام کیفی پژوهش

در اولین گام از مرحله‌ی کیفی، پژوهش‌های پیشین در خصوص زنجیره‌های تأمین پایدار، ناب و چابک مرور شد و همچنین با ده نفر از خبرگان دانشگاهی و صنعتی متخصص در خصوص زنجیره‌ی تأمین مصاحبه انجام گرفت. نتیجه‌ی حاصل از این گام، شناسایی ۳۱ عامل مؤثر بر زنجیره‌های تأمین پایدار، ناب و چابک در چهار بعد اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی و سازمانی بود. جدول ۱ نتایج این مرحله را نشان می‌دهد. در دومین مرحله از گام کیفی پژوهش برای شناسایی عوامل با تأثیرگذاری بیشتر از دیدگاه خبرگان، نظرسنجی بر اساس طیف پنج‌گزینه‌یی لیکرت از نمونه‌ی آماری ۱۵ نفره خبرگان دانشگاهی و صنعتی به انجام رسید. جامعه‌ی آماری خبرگان حدود ۵۰ نفر برآورد می‌شود.

جدول ۲. نتایج نظرسنجی و آزمون آماری دوجمله‌یی و تعیین عوامل مؤثر.

نتایج حاصل از نظرسنجی و آزمون آماری دوجمله‌یی تعداد جامعه‌ی آماری: ۱۵ نفر					
ردیف	شرح عامل	میزان خطای آزمون: ۰٫۵ نسبت آزمون: ۰٫۶۰			
		تعداد پاسخ‌های موفق	نسبت مشاهده شده	معنی داری	نتیجه
۱	شفافیت و همکاری بین اعضای زنجیره‌ی تأمین	۱۵	۱	۰٫۲۲۴	تأیید
۲	سطح خدمات به مشتری	۱۱	۰٫۷۳	۰٫۱۸۳	تأیید
۳	کیفیت محصول	۱۴	۰٫۹۳	۰٫۲۱۷	تأیید
۴	تحویل به هنگام	۱۴	۰٫۹۳	۰٫۲۱۷	تأیید
۵	استفاده از فناوری اطلاعات در زنجیره‌ی تأمین	۱۲	۰٫۸	۰٫۱۸۶	تأیید
۶	فرایندهای یکپارچه	۵	۰٫۳۳	۰٫۰۳۴	رد
۷	حساسیت و پاسخ‌گویی به بازار	۱۲	۰٫۸	۰٫۱۸۶	تأیید
۸	ایمنی محصول	۱۰	۰٫۶۷	۰٫۱۷۴	تأیید
۹	عملکرد مالی و سهم بازار	۱۲	۰٫۸	۰٫۱۸۶	تأیید
۱۰	مدیریت ریسک	۹	۰٫۶	۰٫۱۷۳	تأیید
۱۱	کمینه کردن هزینه و حذف ضایعات	۴	۰٫۲۶	۰٫۰۲۷	رد
۱۲	امنیت شغلی و رضایت کارکنان	۱۱	۰٫۷۳	۰٫۱۸۳	تأیید
۱۳	توسعه‌ی مهارت‌های کارکنان	۷	۰٫۴۷	۰٫۰۴	رد
۱۴	رضایت مشتری	۱۳	۰٫۸۶	۰٫۱۹۲	تأیید
۱۵	اجرای الزامات استاندارد اس آ ۸۰۰۰	۴	۰٫۲۶	۰٫۰۲۷	رد
۱۶	فرهنگ کارآفرینی و حمایت از کارآفرینی	۵	۰٫۳۳	۰٫۰۳۴	رد
۱۷	بهداشت و ایمنی شغلی	۴	۰٫۲۶	۰٫۰۲۷	رد
۱۸	شفافیت اطلاعات	۱۱	۰٫۷۳	۰٫۱۸۳	تأیید
۱۹	رفاه اجتماعی کارکنان	۱۰	۰٫۶۷	۰٫۱۷۴	تأیید
۲۰	پایش مصرف انرژی و منابع	۳	۰٫۲	۰٫۰۲۳	رد
۲۱	رعایت مقررات و الزامات زیست‌محیطی به عنوان مثال ایزو ۱۴۰۰۰	۱۳	۰٫۸۶	۰٫۱۹۲	تأیید
۲۲	طراحی محصول سازگار با محیط زیست	۱۱	۰٫۷۳	۰٫۱۸۳	تأیید
۲۳	همکاری زیست‌محیطی با مشتریان	۵	۰٫۳۳	۰٫۰۳۴	رد
۲۴	کاهش مصرف مواد خطرناک	۹	۰٫۶	۰٫۱۷۳	تأیید
۲۵	تعهد مدیریت ارشد	۱۳	۰٫۸۶	۰٫۱۹۲	تأیید
۲۶	هم‌راستایی استراتژی زنجیره‌ی تأمین با استراتژی شرکت	۱۳	۰٫۸۶	۰٫۱۹۲	تأیید
۲۷	انتخاب تأمین کنندگان پایدار	۷	۰٫۴۷	۰٫۰۴	رد
۲۸	ابتکارات بهبود مستمر	۱۲	۰٫۸	۰٫۱۸۶	تأیید
۲۹	تحقیق و توسعه	۱۳	۰٫۸۶	۰٫۱۹۲	تأیید
۳۰	ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان بر اساس اصول و سیاست‌ها	۱۵	۱	۰٫۲۲۴	تأیید
۳۱	اشتراک دانش	۱۲	۰٫۸	۰٫۱۸۶	تأیید

هدف تحقیق گام دوم کیفی، شناسایی عواملی است که بیشترین اثر را بر زنجیره‌ی تأمین پایدار داشته باشند؛ بنابراین عواملی برای قرارگرفتن در مدل انتخاب می‌شوند که بیشتر از نیمی از خبرگان بر آن توافق داشته باشند. با توجه به تعداد خبرگان یعنی ۱۵ نفر، نیم آنان تقریباً برابر ۸ نفر خواهد بود (۸ ≈ ۷٫۵ = ۱۵٫۲) و برای آن که باید بیشتر از نیمی از اعضای خبرگان برای هر عامل اتفاق نظر داشته باشند، لذا معیار پذیرش مقدار ۹ در نظرگرفته می‌شود و در نهایت برای نسبت آزمون خواهیم داشت ۰٫۶ = ۹٫۱۵ با توجه به مقدار به دست آمده (۰٫۶)، نسبت آزمون مساوی یا بزرگ‌تر از ۰٫۶ در نظرگرفته می‌شود و عاملی را برای مدل زنجیره‌ی تأمین پایدار واجد ویژگی‌های ناب و چابک، انتخاب می‌کنیم که حداقل ۶۰ درصد جامعه آماری خبرگان با آن موافق باشند یا به عبارت دیگر ۶۰ درصد خبرگان به آن عامل، گزینه‌های زیاد یا خیلی زیاد را پاسخ داده باشند. فرضیه‌ی آماری این آزمون چنین در نظرگرفته می‌شود:

$H_0 : P \geq 0{,}6$: نسبت موافقت خبرگان با عامل مساوی یا بیشتر از ۶۰ درصد است؛

$H_1 : P < 0$: نسبت موافقت خبرگان با عامل کم‌تر از ۶۰ درصد است.

داده‌های حاصل از نظرسنجی با توجه به مراتب دسته‌بندی‌های ذکر شده در نرم افزار SPSS قرار گرفت و پس از اجرای نرم‌افزار، داده‌های آن استخراج شد. نتایج حاصل از انجام نظرسنجی و آزمون آماری دوجمله‌یی در جدول ۲ آمده است.

با توجه به نتایج حاصل از آزمون آماری دوجمله‌یی، عوامل نهایی برای مشارکت

جدول ۳. نتایج نهایی عوامل مؤثر بر زنجیره‌ی تأمین پایدار با ویژگی‌های ناب و چابک.

بعد	مؤلفه	شرح عامل	شماره‌ی عامل در مدل ساختاری	تعداد
اقتصادی	ناب	شفافیت و همکاری بین اعضای زنجیره‌ی تأمین	۱	۲
		سطح خدمات به مشتری	۲	
	چابک	کیفیت محصول	۳	۴
		تحویل به هنگام	۴	
		استفاده از فناوری اطلاعات	۵	
		حساسیت و پاسخ‌گویی به بازار	۶	
	پایداری	ایمنی محصول	۷	۳
		عملکرد مالی و سهم بازار	۸	
		مدیریت ریسک	۹	
اجتماعی	ناب	امنیت شغلی و رضایت کارکنان	۱۰	۱
	چابک	رضایت مشتری	۱۱	۱
	پایداری	شفافیت اطلاعات	۱۲	۲
		رفاه اجتماعی کارکنان	۱۳	
زیست‌محیطی	ناب			۰
	چابک			۰
	پایداری	رعایت مقررات و الزامات زیست‌محیطی به عنوان مثال ایزو ۱۴۰۰۰	۱۴	۳
		طراحی محصول سازگار با محیط زیست	۱۵	
		کاهش مصرف مواد خطرناک	۱۶	
سازمانی	ناب	ابتکارات بهبود مستمر	۱۹	۲
		اشتراک دانش	۲۲	
	چابک			۰
	پایداری	تعهد مدیریت ارشد	۱۷	۴
		هم‌راستایی استراتژی زنجیره‌ی تأمین با استراتژی شرکت	۱۸	
		تحقیق و توسعه	۲۰	
		ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان براساس اصول و سیاست‌ها	۲۱	
جمع عوامل				۲۲

در ساختار مدل زنجیره‌ی تأمین پایدار با ویژگی‌های ناب و چابک به شرح جدول ۳ تعیین شد.

۲.۴. گام کمی، مدل‌سازی ساختاری تفسیری

پس تعیین عوامل مدل در بخش کیفی، روش کمی انجام می‌شود. جامعه‌ی آماری کارشناسان و متخصصان حوزه زنجیره‌ی تأمین در صنعت سازندگان تجهیزات چرخشی برای بخش کمی، حدود ۹۰ نفر برآورد می‌شود؛ ۲۵ نفر از اعضای این جامعه شامل متخصصان زنجیره‌ی تأمین، مدیران حوزه‌های تولید، برنامه‌ریزی و کنترل کیفی که تجربیاتی در فرایندهای زنجیره‌ی تأمین داشتند برای نمونه‌ی آماری بخش کمی انتخاب شدند. مراحل مختلف مدل‌سازی ساختاری تفسیری و نتایج آن عبارت‌اند از:

الف) تشکیل ماتریس خودتعاملی ساختاری: ماتریس خودتعاملی ساختاری با استفاده از عوامل به دست آمده ازگام کیفی پژوهش تشکیل می‌شود. عوامل ماتریس به‌صورت زوجی با یکدیگر مقایسه شده و پاسخ‌دهندگان با استفاده از نمادهای جدول ۴ به تعیین روابط بین عوامل می‌پردازند. این ماتریس به همراه شرح روش تکمیل ماتریس برای اعضای نمونه آماری ارسال شد.

ب) تشکیل ماتریس دسترسی اولیه: بر اساس قواعد زیر ماتریس حاصل از نتایج نظرسنجی را تکمیل می‌کنیم.

جدول ۴. قواعد تکمیل ماتریس خودتعاملی ساختاری.

۱	-۱	۲	۰
متغیر i بر j اثر دارد	متغیر j بر i اثر دارد	رابطه‌ی دوسویه	عدم وجود رابطه

اگر خانه‌ی (j,i) عدد «۱» گرفته باشد در قرینه‌ی آن (i,j) عدد «-۱» می‌گیرد و اگر خانه‌ی (j,i) عدد «-۱» گرفته باشد، قرینه‌ی آن یعنی خانه (i,j) عدد «۱» می‌گیرد. چنانچه خانه‌ی (j,i) عدد «۲» گرفته باشد، خانه‌ی قرینه‌ی آن (i,j) هم‌عدد «۲» می‌گیرد. همچنین اگر خانه‌ی (j,i) عدد صفر «۰» گرفته باشد، خانه‌ی قرینه‌ی آن (i,j) هم عدد صفر «۰» می‌گیرد. برای تشکیل ماتریس دسترسی اولیه، در خانه‌هایی که عدد «۲» قرارگرفته‌اند، عدد «۱» قرار داده می‌شود و در قطر اصلی نیز عدد «۱» قرار گیرد.

ج) تشکیل ماتریس دسترسی نهایی: ماتریس دسترسی نهایی از سازگارکردن ماتریس دسترسی اولیه به دست می‌آید. مفهوم سازگاری آن است که اگر متغیر ۱ منجر به متغیر ۲ شود و متغیر ۲ هم منجر به متغیر ۳ شود، باید متغیر ۱ نیز منجر به متغیر ۳ شود. اگر در ماتریس دسترسی اولیه این حالت برقرار نبود، باید ماتریس اصلاح شده و روابطی که از قلم افتاده‌اند، جایگزین شوند. برای سازگارکردن ماتریس دو روش کلی وجود دارد:

جدول ۵. نتیجه‌ی سطح‌بندی عوامل بر اساس روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری.

عوامل	عناصر خروجی	عناصر ورودی	مشترکات	سطح
۱	۱،۵،۱۰،۱۳،۱۷	۱،۵،۱۰،۱۳،۱۷	۱،۵،۱۰،۱۳،۱۷	۳
۲	۱،۲،۵،۱۰،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶،۱۷،۲۲	۱،۲،۵،۱۰،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶،۱۷،۲۲	۱،۲،۵،۱۰،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶،۱۷،۲۲	۲
۳	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۰۰۰۰۰،۲۲	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۰۰۰۰۰،۲۲	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۰۰۰۰۰،۲۲	۱
۴	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۰۰۰،۱۵ ۱۶،۱۸،۱۹،۲۰،۲۱،۲۲	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۰۰۰۰۰،۲۲	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۰۰۰،۱۵ ۱۶،۱۸،۱۹،۲۰،۲۱،۲۲	۱
۵	۵،۱۷	۵،۱۷	۵،۱۷	۴
۶	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۰۰۰۰۰،۲۲	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۰۰۰۰۰،۲۲	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۰۰۰۰۰،۲۲	۱
۷	۲،۳،۴،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱،۱۳،۱۴ ۱۵،۱۶،۱۷،۱۸،۱۹،۲۰،۲۱	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۰۰۰۰۰،۲۲	۲،۳،۴،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱،۱۳،۱۴ ۱۵،۱۶،۱۷،۱۸،۱۹،۲۰،۲۱	۱
۸	۱،۳،۴،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۳ ۱۴،۱۵،۱۶،۱۸،۱۹،۲۰،۲۱،۲۲	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۰۰۰۰۰،۲۲	۱،۳،۴،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۳ ۱۴،۱۵،۱۶،۱۸،۱۹،۲۰،۲۱،۲۲	۱
۹	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۰۰۰۰۰،۲۲	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۰۰۰۰۰،۲۲	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۰۰۰۰۰،۲۲	۱
۱۰	۱،۱۰،۱۳،۱۷	۱،۵،۱۰،۱۳،۱۷	۱،۱۰،۱۳،۱۷	۳
۱۱	۲،۳،۰۰۰،۱۲،۱۳،۱۸،۱۹،۲۰،۲۱،۲۲	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۰۰۰۰۰،۲۲	۲،۳،۰۰۰،۱۲،۱۳،۱۸،۱۹،۲۰،۲۱،۲۲	۱
۱۲	۱،۲،۵،۱۰،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶،۱۷،۲۲	۱،۲،۵،۱۰،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶،۱۷،۲۲	۱،۲،۵،۱۰،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶،۱۷،۲۲	۲
۱۳	۱،۱۰،۱۳	۱،۵،۱۰،۱۳،۱۷	۱،۱۰،۱۳	۳
۱۴	۲،۵،۱۲،۱۴،۱۵،۱۶،۲۲	۱،۲،۵،۱۰،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶،۱۷،۲۲	۲،۵،۱۲،۱۴،۱۵،۱۶،۲۲	۲
۱۵	۱،۲،۵،۱۰،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶،۲۲	۱،۲،۵،۱۰،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶،۱۷،۲۲	۱،۲،۵،۱۰،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶،۲۲	۲
۱۶	۲،۵،۱۰،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶،۲۲	۱،۲،۵،۱۰،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶،۱۷،۲۲	۲،۵،۱۰،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶،۲۲	۲
۱۷	۵،۱۷	۵،۱۷	۵،۱۷	۴
۱۸	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۰۰۰۰۰،۲۲	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۰۰۰۰۰،۲۲	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۰۰۰۰۰،۲۲	۱
۱۹	۱،۲،۳،۴،۶،۰۰۰،۱۶،۱۸،۰۰۰،۲۲	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۰۰۰۰۰،۲۲	۱،۲،۳،۴،۶،۰۰۰،۱۶،۱۸،۰۰۰،۲۲	۱
۲۰	۱،۲،۰۰۰،۱۶،۱۸،۱۹،۲۰،۲۱،۲۲	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۰۰۰۰۰،۲۲	۱،۲،۰۰۰،۱۶،۱۸،۱۹،۲۰،۲۱،۲۲	۱
۲۱	۱،۲،۰۰۰،۱۶،۱۸،۱۹،۲۰،۲۱،۲۲	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۰۰۰۰۰،۲۲	۱،۲،۰۰۰،۱۶،۱۸،۱۹،۲۰،۲۱،۲۲	۱
۲۲	۱،۲،۵،۱۰،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶،۱۷،۲۲	۱،۲،۵،۱۰،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶،۱۷،۲۲	۱،۲،۵،۱۰،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶،۱۷،۲۲	۲

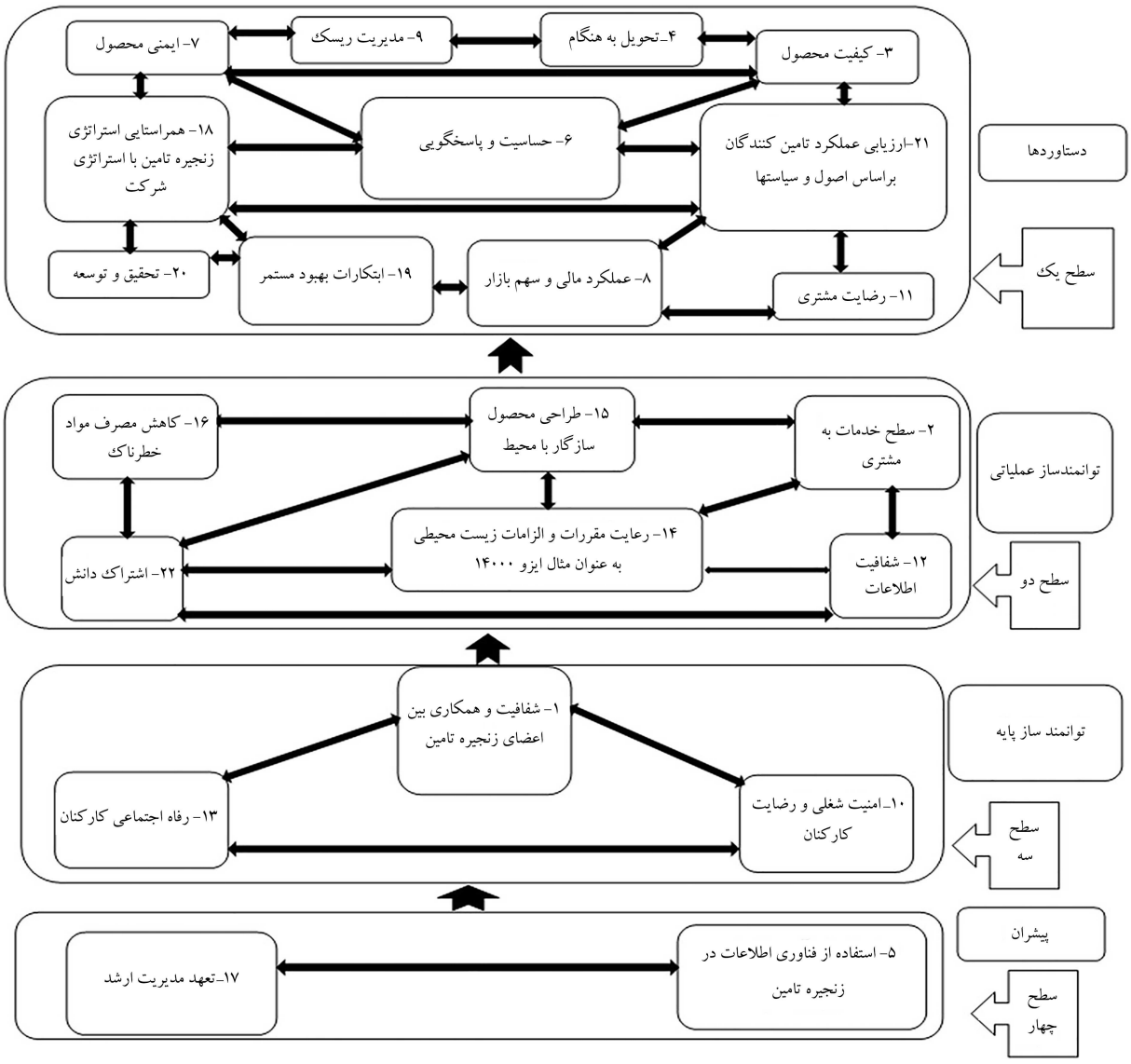
۱. تکمیل دوباره پرسش‌نامه توسط خبرگان؛

۲. روش ریاضی: چنانچه D ماتریس دسترسی اولیه و I ماتریس یکه باشند، خواهیم داشت $M=D+I$:سپس ماتریس M حاصل به توان یکی بالاتر رسانده می‌شود. برای اولین مرتبه ماتریس به توان دو می‌رسد و شرط $M^K=M^{K+1}$ که در آن $K \geq 1$ است بررسی می‌شود، چنانچه این شرط برقرار باشد ماتریس دسترسی نهایی حاصل شده است در غیر این‌صورت مراتب تا رسیدن به نتیجه نهایی ادامه می‌یابد.

د) تعیین سطح عوامل: در این گام، تعیین سطوح و اولویت‌بندی عوامل انجام می‌گیرد. ابتدا به این منظور در جدول ماتریس دسترسی نهایی برای هر عامل، خروجی‌های آن (تعداد عناصر یک در هر سطر) و همچنین ورودی‌های آن را بدست می‌آوریم (تعداد عناصر یک در هر ستون) و سپس عناصر مشترک بین عناصر ورودی و عناصر خروجی به عنوان مشترکات تعیین می‌شوند. عواملی که در این مرحله عناصر خروجی آن‌ها با عناصر مشترک‌شان یکسان باشند به عنوان عناصر سطح یک خارج می‌شوند. در مرحله‌ی بعدی با حذف عناصر خارج شده، مطابق روش شرح داده شده، تعیین سطح بعدی انجام می‌گیرد. این مراحل تا تعیین تکلیف کلیه عناصر ادامه می‌یابد. نتیجه نهایی سطح‌بندی عوامل در جدول ۵ به نمایش گذاشته شده است.

هـ) ترسیم مدل ساختاری تفسیری: در این مرحله، بر اساس سطوح تعیین شده برای عوامل زنجیره‌ی تأمین پایدار با ویژگی‌های ناب و چابک در مرحله‌ی قبل، مدل نهایی ساختاری تفسیری ترسیم و روابط بین عوامل با خطوط مرتبط مشخص می‌شوند. در شکل ۱ مدل حاصل نشان داده شده است.

و) استفاده از نمودار میک‌مک برای تعیین میزان قدرت نفوذ یا میزان وابستگی هر عامل: در نمودار میک‌مک جمع سطری مقادیر در ماتریس دستیابی نهایی برای



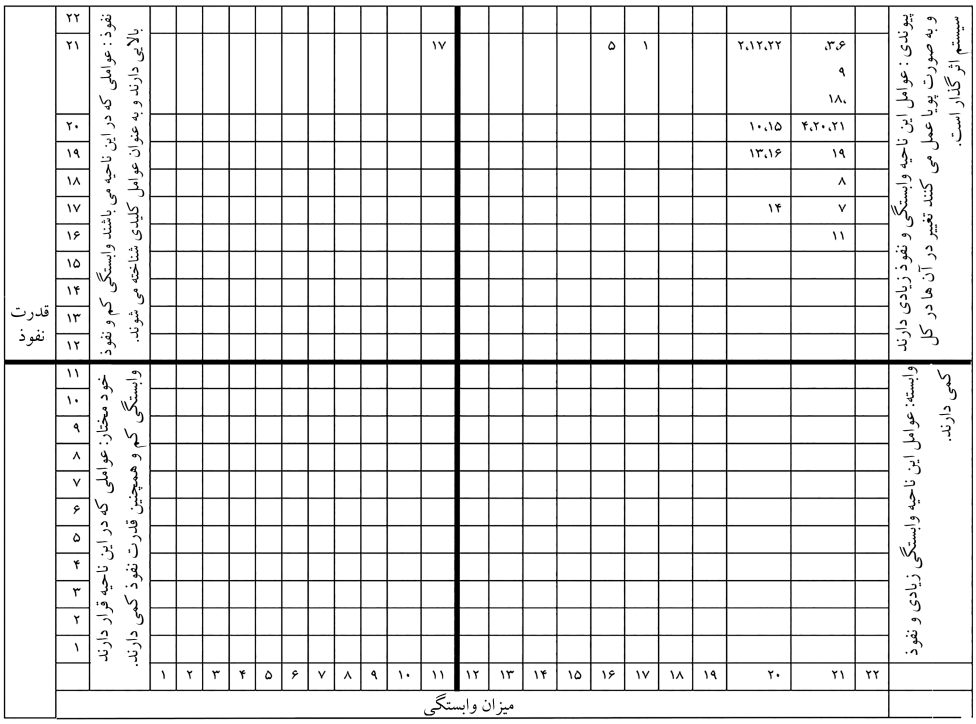
شکل ۱. مدل ساختاری تفسیری.

هر عامل، بیانگر میزان نفوذ و جمع ستونی بیانگر میزان وابستگی آن عامل خواهد بود. بر این اساس هر یک از عوامل در چهار ناحیه: خود مختار یا مستقل، وابسته، پیوندی و نفوذ قابل شناسایی خواهند بود. شکل ۲ نمودار میک‌مک را به نمایش می‌گذارد.

۵. نتیجه‌گیری

مطابق نتایج نمودار تنها عاملی که در ناحیه نفوذ قرار می‌گیرد، عامل ۱۷ «تعهد مدیر ارشد» است. این عامل یکی از عوامل کلیدی است. رتبه‌ی بعدی از نظر نفوذ از آن عامل ۵ «استفاده از فنّاوری اطلاعات در زنجیره‌ی تأمین» است. این عامل با قرار گرفتن در ناحیه‌ی پیوندی، نزدیکترین عامل به ناحیه نفوذی است. دو عامل مذکور با قرارگرفتن در سطح چهارم (پیشران) مدل کم‌ترین وابستگی و بیشترین نفوذ را دارند. سایر عوامل در ناحیه پیوندی و به تناسب میزان وابستگی و نفوذ قرار می‌گیرند.

هیچ یک از عوامل در ناحیه‌ی خودمختار قرار ندارند و این به مفهوم آن است که عوامل دارای ارتباط قوی با یکدیگر در مدل هستند همچنین هیچ یک از عوامل نیز در ناحیه وابسته قرار ندارند که در نتیجه عواملی وجود ندارند که اثر کم‌تری بر سایر عوامل داشته باشند. از مهم‌ترین دستاوردهای مدل نگرش جامع و ارائه تصویر کلی از زنجیره‌ی تأمین پایدار مبتنی بر ویژگی‌های ناب و چابک است که می‌تواند، با تعیین و شناساندن عوامل تشکیل‌دهنده زنجیره‌ی تأمین و خلاصه کردن روابط میان عوامل آن، در فرایندهای تصمیم‌گیری به مدیران برای شناخت بهتر مسائل زنجیره‌ی تأمین و پایداری آن کمک کند. نقش مدیران ارشد در پیاده‌سازی سیستم‌های عملیاتی و فرایندهای مورد نیاز سازمان‌ها برای پیشبرد اهداف تعیین شده کسب‌وکار آنان کلیدی است. بر اساس نتایج حاصل از پژوهش در صنعت مورد مطالعه (و سایر صنایع که از نتایج پژوهش بهره‌برداری خواهند کرد) در شروع اجراء و پیاده‌سازی برنامه زنجیره‌ی تأمین پایدار، مدیران ارشد باید تعهد و پای‌بندی خود را برای استقرار زنجیره‌ی تأمین پایدار، اعلام و حمایت در عمل را نیز نشان دهند. مدیران ارشد باید اهداف و ارزش‌های زنجیره‌ی تأمین را در راستای استراتژی سازمان تعیین کرده، در



شکل ۲. نمودار میک‌مک.

منابع سازمانی برای دستیابی به اهداف تعیین شده، سرمایه‌گذاری کنند و امکانات و منابع مالی مورد نیاز را نیز برای اجرای پایداری زنجیره‌ی تأمین فراهم آورند. از طرفی همکاری با تأمین‌کنندگان و ایجاد روابط با مشتریان و سایر ذی‌نفعان را نیز مدیران ارشد باید تسهیل کنند. باید در نظر داشت که به عنوان پیش‌نیاز پیاده‌سازی زنجیره‌ی تأمین پایدار و ویژگی‌های ذکر شده آن در مدل، ایجاد تغییرات ساختاری در سازمان خواهد بود که این مهم نیز بدون حمایت مدیران ارشد محقق نخواهد شد. مدیران ارشد باید اصول زنجیره‌ی تأمین پایدار و لزوم پیاده‌سازی آن در سازمان را درک کنند. تغییر سیاست‌ها و ساختارهای سازمانی مورد نیاز برای پیاده‌سازی زنجیره‌ی تأمین پایدار با حمایت مدیران ارشد موفق خواهد بود. پژوهش‌های انجام یافته توسط سعید و کرستن،[۱۴] دبی و همکاران[۱۹] نیز مؤید همین موضوع است. با توجه به پیچیدگی و تنوع اجزای جدول تشکیل‌دهنده محصولات (به طور مثال توربین) در صنعت مورد مطالعه و یا صنایع دیگری با این ویژگی‌ها، استفاده از فنّاوری اطلاعات در زنجیره‌ی تأمین به عنوان عامل پایه‌یی و پیشران، یک الزام است. استفاده از فنّاوری اطلاعات، فرایند تصمیم‌گیری‌ها را برای مسئولان مربوطه بهره‌ور ساخته و گردش اطلاعات را نیز در سازمان به صورت مؤثر جاری می‌سازد. یافته‌های بانرجی و گنجی‌زاده[۲۲] که اشاره می‌کنند ارتباطات در سراسر سازمان و بخش‌های آن (که یک ویژگی نابی محسوب می‌شود) با استفاده از فنّاوری اطلاعات (چابکی) افزایش می‌یابد، نیز مؤید همین نتیجه است. دستیار و همکاران[۲۳] نیز استفاده از فنّاوری اطلاعات در زنجیره‌ی تأمین را برای چابکی آن، به عنوان یکی از عوامل در مدل خود مورد تاکید قرار داده‌اند. آذر و همکاران[۲۴] و فرهادی و همکاران[۲۵] نیز استفاده از فنّاوری اطلاعات در زنجیره‌ی تأمین را به عنوان یکی از عوامل موفقیت زنجیره‌ی تأمین سازمان نام می‌برند.

نتیجه‌ی بعدی نقش و اهمیت منابع انسانی در این مدل است. در صنایعی با دانش‌فنی بالا مانند صنعت ساخت تجهیزات چرخشی، منابع انسانی در دستیابی به اهداف، بیشترین سهم را دارند. نگه‌داشت منابع انسانی در سازمان و رفاه و رضایت شغلی آنان همواره یکی از مسائل در پیش روی مدیران این صنعت است. این موضوع در مدل به دست آمده، در سطح سوم (توانمندساز پایه) و با دو عنوان ۱. امنیت شغلی و رضایت کارکنان و ۲. رفاه اجتماعی کارکنان به نمایش گذاشته شده است. توجه به منابع انسانی که در رضایت شغلی و رفاه آنان تبلور می‌یابد، برای رسیدن به پایداری زنجیره‌ی تأمین و درنتیجه پایداری سازمانی باید در اولویت قرارگیرد. مدیران باید با ایجاد سازوکاری برای سنجش آن عوامل، همواره از سطح مطلوب عوامل در صنعت اطمینان حاصل کنند. این یافته با نتایج پژوهش‌های تاسدمیر و گازو[۱۷] و اللهیاری و پیله‌وری[۲۶] نیزهمسویی دارد. تاسدمیر و گازو امنیت شغلی ورضایت را به عنوان یکی از عوامل محرک ناب در سازمان شناسایی کردند و اللهیاری و پیله‌وری نیز در پژوهش خود رفاه اجتماعی کارکنان را یکی از شاخص‌های پایداری زنجیره‌ی تأمین در بعد اجتماعی مورد شناسایی قرار دادند. توجه به محیط زیست و رعایت مسائل زیست‌محیطی به خصوص در صنایعی که بخش عمده‌یی از عملیات و فرایندهای آنان در این حوزه قرار دارند، امروزه یک الزام است و در بسیاری از موارد مسائل و دغدغه‌های زیست‌محیطی، به قوانین جهانی و ملی تبدیل شده‌اند. در پژوهش انجام شده، رعایت موارد زیست‌محیطی در سطح سوم مدل (توانمند ساز عملیاتی) با سه عامل شناسایی شده‌اند: رعایت مقررات و الزامات زیست‌محیطی به عنوان مثال ایزو ۱۴۰۰۰، طراحی محصول سازگار با محیط زیست و کاهش مصرف مواد خطرناک. از طرف دیگر سه عامل اشتراک دانش، شفافیت اطلاعات و سطح خدمات به مشتری نیز در این سطح قرار دارند. نتیجه‌ی حاصل از این موضوع می‌تواند بیان‌گر این مهم برای شرکت‌ها باشد که اشتراک دانش در سطح سازمان و همچنین شفافیت اطلاعات حاصل از عملیات تولیدی و اجرایی می‌توانند برای رعایت مسائل زیست‌محیطی در سازمان نیز زمینه‌ی مساعدی را فراهم اورند. در بیان و تعریف سطح خدمات به مشتری باید به الزامات و انتظارات مشتری در حوزه‌ی مسائل زیست‌محیطی علاوه بر کیفیت و هزینه محصول نیز توجه داشت. پیشنهاد می‌شود مدیران ضمن ایجاد و برقراری سامانه‌هایی در ارتباط با محیط زیست، مانند ایزو ۱۴۰۰ در سازمان، در سرمایه‌گذاری برای گسترش حوزه‌های

عملیاتی، به مسائل زیست‌محیطی توجه ویژه مبذول داشته و تهیه پیوست‌های زیست‌محیطی را به عنوان یک الزام برای انجام این نوع اقدامات در سازمان خود جاری سازند و برای رفع محدویت‌های مالی و هزینه‌های مورد نیاز برای حل مسائل زیست‌محیطی گام بردارند. رعایت این موضوع ضمن ایجاد یک وجهه‌ی اجتماعی مطلوب در نزد شرکای اجتماعی، شرکت‌ها و سازمان‌ها را از درگیر شدن با مسائل قانونی و هزینه‌های ناشی از آن، به صورت مالی یا وجهه‌ی اجتماعی، مصون خواهد داشت. این نتایج حاصل از پژوهش در ارتباط با مسائل زیست‌محیطی منطبق با نتایج پژوهش کوبرگ و لونگونی[۱۲] است که شیوه‌های زیست‌محیطی را سرمایه‌گذاری در پیشگیری از آلودگی، کنترل سیستم‌های زیست‌محیطی و همچنین دستیابی و اخذ گواهینامه‌های زیست‌محیطی مانند ایزو ۱۴۰۰۱ تعریف می‌کنند. راوت و همکاران[۲۷] نیز اشاره می‌کنند که استاندارد ایزو ۱۴۰۰۰ نقشی اساسی در فعالیت‌های دوستانه‌ی محیط زیست، از تأمین‌کننده تا مشتری دارد و همکاری با مشتریان در حوزه‌های مختلف زیست‌محیطی یکی دیگر از عوامل پایداری زنجیره‌ی تأمین است.

پانوشت

1. Matrix Impact Cross-Reference Multiplication Applied to Classification (MICMAC)

منابع (References)

1. Ivanov, D. and Dolgui, A. "Low-certainty-need (LCN) supply chains: A new perspective in managing disruption risks and resilience", *International Journal of Production Research* (2018). https://doi.org/10.1080/00207543.2018.152102.
2. Dolgui, A., Ivanov, D. and Sokolov, B. "Reconfigurable supply chain: The X-network", *International Journal of Production Research*, **58**(13), pp.4138-4163 (2020).
3. Bohner, C. and Minner, S. "Supplier selection under failure risk, quantity and business volume discounts", *Computers & Industrial Engineering*, **104**(2017), pp. 145-155 (2017).
4. Nayak, G. and Dhaigude, A.S. "A conceptual model of sustainable supply chain management in small and medium enterprises using blockchain technology", *Cogent Economics & Finance*, **7**(1), p. 1667184. (2019).
5. Ivanov, D. and Dolgui, A. "A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0", *Production Planning and Control*, DOI:10.1080/09537287.2020.1768450.
6. Resat, H.G. and Unsal, B. "A novel multi-objective optimization approach for sustainable supply chain: A case study in packaging industry", *Sustainable Production & Consumption*, **20**, pp. 29-39 (2019).
7. Bodde, M., van der Wel, K., Driessen, P. and et al. "Strategies for dealing with uncertainties in strategic environmental assessment: An analytical framework illustrated with case studies from The Netherlands", *Sustainability 2018*, 10, 2463 (2018). DOI:10.3390/su10072463.
8. Velasquez, J. "Investigatin report sustainability supply chain orientation", https://www.researchgate.net /publication/343615846, (2020).
9. Silva, W.H., Guarnieri, P., Carvalho, J.M. and et al. "Sustainable supply chain management: Analyzing the past to determine a research agenda", *Logistics*, **3**(14) (2019).
10. Alcivar, A.Z., Verdecho, M.J. and Saiz, J.J.A. "A conceptual framework to manage resilience and increase sustainability in the supply Chain sustainability", 12, 6300 (2020). DOI:10.3390/su12166300.
11. Roy, V., Schoenherrb, T. and Charanc, P. "Toward an organizational understanding of the transformation needed for sustainable supply chain management: The concepts of force-field and differential efforts", (2020). https://doi.org/10.1016/j.pursup.2020.100612
12. Koberg, E. and Longoni, A. "A systematic review of sustainable supply chain management in global supply chains", *Journal of Cleaner Production*, **207**, 1084e1098 (2019).
13. Allaoui, H., Guo, Y. and Sarkis, J. "Decision support for collaboration planning in sustainable supply chains", 2019 published by Elsevier. This manuscript is made available under the Elsevier user license https://www.elsevier.com/open-access/userlicense/1.0/ (2019).
14. Saeed, M.H. and Kersten, W. "Drivers of sustainable supply chain management: Identification and classification", *Sustainability*, **11**(1137) (2019). DOI:10.3390/su11041137.
15. Reefke, H. and Sundaram, D. "Sustainable supply chain management: Decision models for transformation and maturity", (2018). DOI:10.1016/j.dss.2018.07.002.
16. Ghadimi, P., Wang, C. and Limc, M.K. "Sustainable supply chain modeling and analysis: Past debate, present problems and future challenges", *Resources, Conservation & Recycling*, **140**, pp.72-84 (2019). https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.09.005 .
17. Tasdemir, C. and Gazo, R. "A systematic literature review for better understanding of lean driven Sustainability", *Sustainability*, **10** (2544) (2018). DOI:10.3390/su10072544.
18. Rossini, M. and Portioli, A. "Supply chain planning: A quantitative comparison between lean and info-sharing models", *Production & Manufacturing Research*, **6**(1), pp. 264-283 (2018).

19. Dubey, R., Altay, N., Gunasekaran, A. and et al. "Supply chain agility, adaptability and alignment: Empirical evidence from the Indian auto components industry", *International Journal of Operations and Production Management*, **38**(1), pp. 129-148 (2018).

20. Ivanov, D. "Viable supply chainmodel: Integrating agility, resilience and sustainability perspectives-lessons from and thinking beyond the COVID-19 pandemic", Annals of Operations Research (2020).

21. Saudi, M.H.M., Juniati, S., Kozicka, K. and et al. "Influence of lean practices on supply chain performance", *Polish Journal of Management Studies*, **19**(1) (2019). DOI: 10.17512/pjms.2019.19.1.27.

22. Banerjee, A. and Ganjeizadeh, F. "Modeling a leagility index for supply chain sustenance", *27th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing*, FAIM2017, 27-30 June 2017, Modena, Italy (2017).

23. Dastyar, H., Mohammadi, A. and Mohamadlou, M.A. "Designing a model for supply chain agility (SCA) indexes using interpretive structural modeling (ISM)", *In International Conference on Dynamics in Logistics.*, Springer, Cham, pp. 58-66 (2018).

24. Azar, A., Tizro, A., Moughbel Ba Arz, A. and et al. "Supply chain model agility design; structural interpretive modeling approach", *Management Research in Iran*,(4) **69**, pp. 25-1 (In Persian) (1389/2011).

25. Farhadi, F., Taghizadeh Yazdi, M.R., Momeni, M. and et al. "Provide a framework for agile supply chain sustainability of Isfahan brick industry using grounded theory", *Andisheh Amad Scientific Journal*, **69**, Year 18, pp. 44-27 (In Persian) (1398/2020).

26. Alahyari, M. and Pilevari, N. "Presenting a conceptual model of sustainable supply chain with indicators in dimensions of economic, social, environmental, and governance in Iranian automotive industry", *Journal of Industrial Strategic Management*, **4**(1), pp. 23-37 (2019).

27. Raut, R.D., Narkhede, B. and Gardas, B.B. "To identify the critical success factors of sustainable supply chain management practices in the context of oil and gas industries: ISM approach", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **68** pp. 33-47 (2017).