

کاربرد مدل (ISM) جهت سطح بندی شاخص های انتخاب تامین کنندگان چابک و رتبه بندی تامین کنندگان با استفاده از روش TOPSIS-AHP فازی

مهدی کرباسیان^۱، اعظم خوبشانی^۲، محمد جوانمردی^{۳*}، سید محمود زنجیرچی^۴

۱- استادیار دانشکده صنایع دانشگاه صنعتی مالک اشتر

۲- کارشناسی ارشد مدیریت، دانشگاه اصفهان

۳- کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی دانشگاه یزد

۴- استادیار دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری دانشگاه یزد

چکیده

در دنیای رقابتی عصر حاضر، سازمان‌ها برای رشد و پایداری خود باید به شدت تلاش نموده و از استراتژی مناسب جهت پیشرفت و حفظ بقای خود بهره گیری نمایند. محیط پیرامون سازمان‌ها به سرعت در حال تغییر است که از جمله این تغییرات تنوع تقاضا و نیازهای مشتریان است. محدودیت مهم دیگری که سازمان‌ها را در تنگنا قرار داده است، کمیابی و محدودیت منابع و امکانات است. یکی از راه‌های کاهش این مشکلات استفاده مناسب از تامین کنندگان چابک و منابع بیرونی است. پژوهش حاضر حاصل انجام دو پایان نامه در حوزه چابکی و ISM است. در این پژوهش ابتدا به شناسایی معیارهای سنجش تامین کنندگان چابک پرداخته شده است. سپس با استفاده از روش مدل ساختار تفسیری به سطح بندی این عوامل و دسته بندی آنها پرداخته شده است. نتایج این روش نشان می‌دهد که معیار سرعت تحویل در سطح اول خروجی این مدل قرار داشته و همچنین دارای نیروی پیش برندگی بسیار مناسبی است. همچنین، معیار کاهش زمان تاخیر نیز از این ویژگی‌ها برخوردار است. سپس با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی وزن معیارهای سنجش چابکی تامین کنندگان را تعیین کرده و ورودی مدل تاپسیس قرار

داده شد. در پایان، با استفاده از روش تاپسیس فازی به رتبه بندی شش تامین کننده پرداخته شد. محاسبات روش تاپسیس و AHP به پیوست در فایل Excel ارائه شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که معیارهایی که از نیروی پیش برندگی بیشتر و وابستگی کمتری برخوردارند در مدل AHP هم از مقدار وزن بیشتری برخوردار شده‌اند. لذا برای افزایش چابکی تامین کنندگان باید بر متغیرهای سطوح اول و دوم مدل ساختار تفسیری تمرکز نمود. در این پژوهش، برای افزایش کارایی نتایج حاصل از تکنیک تاپسیس فازی وزن داده‌ها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی تعیین گردید. همچنین، برای تفسیر میزان تاثیر معیارها بر چابکی تامین کنندگان به طور همزمان از مدل ساختار تفسیری استفاده گردید.

واژه‌های کلیدی: تاپسیس، تامین کنندگان چابک، مدل ساختار تفسیری، تجزیه تحلیل سلسله مراتبی، محیط فازی

۱- مقدمه

را بر اساس محصولات و خدمات با کیفیت خود و در یک قالب زمانی نسبتاً کوتاه رفع می‌کند. البته این وضعیت زمانی روی می‌دهد که چابکی یک ارزش سازمانی نظام‌مند و یک استراتژی رقابتی برای رهبران تلقی شود. در این شرایط سازمان‌ها هستند که مجبور به ارائه محصولات هستند که توسط مشتریان خریداری می‌شود و رضایت آنها را فراهم می‌کنند. اخیراً مدیریت زنجیره تأمین و فرایند انتخاب تأمین کنندگان در متون مدیریت مورد توجه خاصی قرار گرفته است. در دهه 1990 میلادی بسیاری از کارخانه‌ها در جستجوی راهی برای مشارکت با تأمین کنندگان بودند، تا از این طریق عملکرد مدیریت و رقابت پذیری آنها را ارتقا دهند. روابط بین تأمین کننده و مصرف کننده در شرکت‌های تولیدی مورد توجه جدی قرار گرفته است. زمانی که روابط بلندمدت بین این دو وجود داشته باشد، زنجیره تأمین شرکت مانعی جدی و قوی بر سر راه رقبا خواهد بود (جعفرنژاد و همکاران ۱۳۸۶). با افزایش اهمیت فعالیت خرید و تدارکات تصمیم‌های خرید مهمتر شده و از آنجا که امروزه سازمان‌ها بیشتر به تأمین

در زمان‌های قبل محصولات یک سازمان اعم از خدمات یا کالاها توسط مشتریان خریداری می‌شد و سازمان‌ها نگرانی خاصی برای ایجاد تغییر و تحول در سیستم خود و بهبود آنها نداشتند. به عبارت دیگر، مشتریان به خرید هر نوع کالایی که در بازار یافت می‌شد، مجبور بودند. ولی کم کم با افزایش تعداد تولید کنندگان و پیدایش رقبای بیشتر مشتریان در خرید و انتخاب محصولات خود اجباری نداشتند و تنوع محصولات و سازمان‌های ارائه دهنده به حدی زیاد بود که مشتریان کالاهای مورد نیاز خود را با گزینه‌های مناسب و دلخواه خود انتخاب می‌کردند. تحولات سریع تکنولوژیکی، افزایش خطرات، جهانی شدن و انتظارات خصوصی سازی از ویژگی‌های محیطی هستند که سازمان‌های تجاری کنونی با آنها مواجه اند. برای کسب موفقیت در این محیط، چابکی یک مزیت رقابتی را ایجاد می‌کند که می‌توان با شهرت در نوآوری و کیفیت آن را حفظ نمود. سازمان چابک، فرآیندها و افراد سازمان را با تکنولوژی پیشرفته همگام ساخته و نیازهای مشتریان

(احمدی، ۱۳۸۵). فعالیت تامین‌کنندگان خارجی باعث کاهش هزینه و بهبود تحویل به موقع کالا و رضایت مشتری می‌گردد، اگر یک شرکت با تامین‌کنندگان خارجی ارتباط داشته باشد، انتخاب این تامین‌کننده یکی از مهمترین وظایف مدیریت است. روش ISM یک روش ساختار تفسیری است که در سال ۲۰۰۶ توسط آگاروال مطرح گردید و در سال ۲۰۰۷ توسط کانان در مقاله‌ای ارائه شد. در این روش ابتدا به شناسایی عوامل موثر و اساسی پرداخته و سپس با استفاده از روشی که ارائه شده است، روابط بین این عوامل و راه دستیابی به پیشرفت توسط این عوامل ارائه شده است. در واقع روش ISM بیان می‌کند که عوامل مورد بررسی مثل هزینه، زنجیره تامین، نوآوری و ... به چه میزان در دستیابی سازمان به اهدافش دخالت دارند و وابستگی آنها نسبت به یکدیگر چگونه است. این ویژگی‌های مورد بررسی در واقع همان تواناسازهای چابکی است که توسط پژوهشگران مختلف در سال‌های متمادی مطرح گردیده است. براساس پژوهش‌های انجام شده، دستیابی به چابکی می‌تواند بقا و پیشرفت سازمان را تضمین نماید. این ویژگی‌ها در بخش چابکی این مقاله به تفصیل آمده است. یکی از مهمترین ابعاد چابکی بخش زنجیره تامین سازمان است. اگر بخش مدیریت بتواند با استفاده از شاخص‌ها و روش‌های مناسب تامین‌کننده برتر و چابک را انتخاب نماید، کمک شایانی در راستای دسترسی سازمان به اهدافش نموده است. مدل ساختار تفسیری قادر است ارتباط بین شاخص که به صورت تکی یا گروهی به یکدیگر وابسته‌اند تعیین نماید. تصمیم‌گیری چند معیاره یکی از حوزه‌های تحقیق در عملیات و علوم مدیریت بوده

کنندگان وابسته شده‌اند، پیامدهای مستقیم و غیرمستقیم تصمیم‌گیری ضعیف، وخیم‌تر جلوه می‌کند (دبوئر و همکاران، ۲۰۰۱). در بیشتر صنایع، هزینه مواد خام و اجزای تشکیل دهنده محصول، قسمت عمده‌ای از بهای تمام شده محصول را در بر می‌گیرد. (قدسی پور و همکاران، ۱۹۹۸). در این شرایط، بخش تدارکات می‌تواند نقشی کلیدی در کارایی و اثربخشی سازمان ایفا کند و تاثیر مستقیم روی کاهش هزینه‌ها سودآوری و انعطاف‌پذیری یک شرکت داشته باشد. (قدسی پور و همکاران، ۲۰۰۱). زنجیره تامین شبکه‌ای است که تمام فعالیت‌های مرتبط با جریان و تبدیل کالاها از مرحله ماده خام به محصول نهایی و نیز جریان اطلاعاتی مرتبط با آن را شامل می‌شود. مواد و اطلاعات هر دو در بالا و پایین شبکه جریان دارند و برای اینکه زنجیره تامین بتواند به خوبی عمل کند و رضایت مشتری را فراهم سازد نیازمند یک مدیریت صحیح است. (زنجیرانی فراهانی، ۱۳۸۵). در حقیقت، انتخاب مجموعه مناسبی از تامین‌کنندگان برای کار با آنها در جهت موفقیت یک شرکت امری بسیار مهم و حیاتی است و در طی سال‌های طولانی بر انتخاب تامین‌کننده تاکید شده است. (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۱). اخیراً با حضور مفهوم مدیریت زنجیره تامین بیشتر محققان دانشمندان و مدیران پی برده‌اند که انتخاب تامین‌کننده مناسب و مدیریت آن وسیله‌ای است که از آن می‌توان برای افزایش رقابت‌پذیری زنجیره تامین استفاده نمود. (لی و همکاران، ۲۰۰۱). در نظر گرفتن تامین‌کننده به صورت یک شبکه زنجیره تامین که هدف نهایی آن ارائه محصول مورد انتظار مشتری است حدوداً از سال ۲۰۰۰ میلادی مطرح گردید

صنعت اتومبیل معین نمودند و از متدولوژی ساختار ISM برای تحلیل تعامل این موانع استفاده نمودند. جزئیات انتخاب تامین کنندگان به وسیله دانشمندی چون کانان و همکاران در سال ۲۰۰۸ و موتچا و همکاران در سال ۲۰۰۹ ارائه شده است. کانان و همکاران (۲۰۰۸) برای تعیین تعامل و سطح بندی معیارهای مختلف انتخاب یک تامین کننده با توجه به عملکرد او از روش ISM و AHP در محیط قطعی استفاده نمودند.

ISM با تجزیه معیارها در چند سطح مختلف به تحلیل ارتباط بین شاخص‌ها می‌پردازد. (کانان، ۲۰۰۹). ISM می‌تواند برای تجزیه و تحلیل ارتباط بین ویژگی‌های چند متغیر که برای یک مساله تعریف شده‌اند، استفاده شود (وارفیلد، ۱۹۷۴، سج، ۱۹۹۷). تحقیقی که توسط ساکسنا و همکارانش در سال ۱۹۹۹ انجام گردید، به کاربرد ISM برای تحلیل ارتباط بین متغیرهای تعریف شده برای کارخانه سیمان در هندوستان پرداخته است. ماندال و همکاران در سال ۱۹۹۴ با استفاده از روش ISM برای تحلیل بهترین معیارهای انتخاب بهترین فروشنده و ارتباط بین شاخص‌ها استفاده نموده است. همچنین شارما و همکارانش در سال ۱۹۹۵ به تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی فعالیت‌های لازم برای دستیابی به مدیریت تولید بدون نقص پرداخته‌اند. کانان و هاگ در سال ۲۰۰۷ با استفاده از روش ISM به تجزیه و تحلیل معیارها و زیر معیارهای انتخاب تامین کننده پرداخته است. متدولوژی ISM دارای محدودیت‌های کمی است و شناسایی ارتباط بین متغیرها معمولاً به اطلاعات و آشنایی تصمیم گیرنده با شرکت مورد مطالعه بستگی دارد. بنابراین، قضاوت‌های افراد برای

که در طول دهه اخیر با توجه به نیازمندی‌های کاربردی گوناگون به سرعت توسعه یافته است. با کمک کامپیوترها تکنیک‌های تصمیم‌گیری در تمام حوزه‌های فرآیند تصمیم‌گیری بسیار قابل قبول گردیده‌اند. به طور خاص در چند سال اخیر، استفاده از کامپیوتر بسیار افزایش یافته است، بنابراین کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره برای استفاده کنندگان با توجه به پیچیدگی‌های ریاضی در اجرا بسیار آسان گردیده است، تصمیم‌گیری رویه‌ای برای پیدا کردن بهترین گزینه از میان مجموعه‌ای از گزینه‌های موجود است. زمانی که در مسایل تصمیم‌گیری چندین معیار را در نظر گرفته شود مسایل تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) نامیده می‌شود (وانگ و همکارا، ۲۰۰۳). از آنجاکه تصمیم‌گیری و انتخاب تامین کننده چابک توسط سازمان یک مسأله تصمیم‌گیری است که در آن چند معیار تأثیر دارند. در این پژوهش، از یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فرآیند سلسله مراتب تحلیلی یا همان AHP استفاده شده است. شو و همکاران (۲۰۰۲) یک مدل تصمیم‌گیری در مورد تامین کنندگان ارائه نمودند که در آن مهمترین فعالیت‌های تامین کنندگان در سه بخش تعریف شده است. سارکیس و همکارانش (۲۰۰۲) یک مدلی جهت ارزیابی تامین کنندگان ارائه نمودند که براساس فرآیند تحلیل شبکه ANP رتبه بندی عوامل را انجام داده بود. راوی و همکارانش در سال ۲۰۰۵ با استفاده از کارت‌های امتیازی متوازن و مدل تصمیم‌گیری بر اساس ANP تامین کنندگان یک شبکه کامپیوتری را ارزیابی و انتخاب نمودند. راوی و همکاران در سال ۲۰۰۵ یازده مانع را برای انتخاب تامین کنندگان در

چون کومار، راج، لیانگ، چن فرض نموده‌اند که باید TOPSIS در محیط فازی تعمیم یابد (راج و همکاران، ۱۹۹۹). در پژوهش‌هایی که تاکنون جهت انتخاب تامین‌کننده صورت گرفته است شاخص‌های انتخاب را به صورت مستقل و مقادیر کمی معین مورد سنجش قرار داده‌اند. همچنین، جهت رتبه‌بندی تامین‌کنندگان نیز از روش‌های رتبه‌بندی قطعی استفاده شده است و فقط نتیجه یک انتخاب از بین تامین‌کنندگان مورد تحقیق است. در این پژوهش ابتدا شاخص‌های سنجش تامین‌کنندگان با استفاده از روش ISM سطح‌بندی شده است، سپس با استفاده از روش AHP فازی وزن هر یک از شاخص‌ها معین شده و با استفاده از روش تاپسیس فازی تامین‌کنندگان را رتبه‌بندی گردیده است.

۲- شاخص‌های سنجش تامین‌کننده چابک

برای اولین بار در پی نشست بسیاری از متخصصان علمی و اجرایی صنعت، پارادایم جدیدی در گزارشی تحت عنوان "راهبرد بنگاه‌های تولیدی در قرن بیست و یکم: دیدگاه متخصصان صنعتی" به وسیله موسسه یاکوکا منتشر و به همگان معرفی گردید (نایجل و داو، ۱۹۹۱). بلافاصله پس از آن عبارت تولید چابک به طور مشترک با انتشار این گزارش مورد استفاده عموم قرار گرفت (گوناسکاران و همکاران، ۲۰۰۱).

پژوهش‌های مختلفی در راستای شناسایی و سنجش میزان چابکی سازمانی که از جمله عوامل اصلی آن زنجیره تامین است، انجام شده است، که در ادامه به معرفی و بیان شاخص‌های آن، پرداخته می‌شود. گلدمن چابکی را در سه واژه واکنش

متغیرهای می‌تواند روی نتیجه نهایی تاثیر گذار باشد (کومار و همکاران، ۲۰۰۹). با وجود کاربرد بسیار گسترده و موفق AHP در بسیاری مسایل تصمیم‌گیری، همیشه یک انتقاد بر آن وارد است و آن ناتوانی روش در مدیریت عدم قطعیت ناشی از انتساب اعداد صحیح به درک تصمیم‌گیران است (دنگ، ۱۹۹۹). راهکار طبیعی مقابله با قضاوت‌ها یا تصمیم‌های غیرقطعی، استفاده از مجموعه‌های فازی یا اعداد فازی در بیان نسبت‌های مقایسه است. در این پژوهش، چارچوب ارایه شده برای تحلیل و ارزیابی تامین‌کنندگان چابک شامل؛ چندین مرحله است که در بخشی از آن برای تعیین وزن معیارها از روش AHP فازی استفاده شده است. تکنیک TOPSIS یکی از تکنیک‌های معروف برای MCDM کلاسیک است که اولین بار توسط هوانگ و همکارش معرفی گردید و منطق اصولی TOPSIS تعریف حل ایده‌آل و ضد ایده‌آل است. حل ایده‌آل حلی است که معیارهای سود را ماکزیمم و معیارهای هزینه را مینیمم می‌کند. به طور خلاصه، حل ایده‌آل شامل تمام بهترین مقادیر معیارهای در دسترس است، در حالی که حل ضد ایده‌آل ترکیبی از بدترین مقادیر معیارهای در دسترس است، گزینه بهینه گزینه‌ای است که کوتاهترین فاصله از حل ایده‌آل و بیشترین فاصله را از حل ضد ایده‌آل دارد. نظر به اینکه TOPSIS روشی معروف برای مسائل MCDM کلاسیک است، خیلی از محققان از آن برای حل مسائل FMCDM استفاده می‌کنند. عده‌ای از محققان نرخ‌ها و اوزان فازی را به مقادیر قطعی فازی زدایی نموده‌اند (ین و همکارانش، ۲۰۰۲). در حالی که فازی زدایی باعث از دست دادن مقداری از اطلاعات می‌گردد. دیگران

۸- درک عدم تعادل بازار (آشفستگی) (مارشال، ۲۰۰۴)؛

۹- تحویل به موقع و مناسب (میل گیت، ۲۰۰۱)؛

۱۰- کاهش هزینه (کومار و بریتاین، ۱۹۹۵)؛

۱۱- بهبود کیفیت (یاسین، ۲۰۰۴)؛

۱۲- رضایت مشتری (چان، ۲۰۰۲).

در پژوهش دیگری با موضوع CAM/CAD ابزاری برای دستیابی به چابکی که توسط راجانایاگام و همکاران در سال ۲۰۰۹ انجام شده است به معرفی برخی توانمندی‌های چابکی که قبلاً هم توسط دیگر دانشمندان به آنها اشاره شده، پرداخته است. این مقاله با بررسی تاثیر سیستم‌های CAM/CAD بر چابکی سازمانی توانمندی‌های زیر را معرفی نموده است:

۱- تولید و بهبود سریع محصول؛

۲- ساختار بندی مجدد فرآیندهای تولید به شکل

پویا؛

۳- بهبود و ارتقا محصول ۴- تغییر در جهت بهبود

محصول (لی، ۱۹۹۸)؛

۵- کاهش زمان تحویل و ماندگاری محصول و

پاسخگویی به تنوع تقاضا و تکنولوژی

جدید (اسماعیل، ۲۰۰۶)؛

۶- قابلیت انجام فعالیت‌های سودمند به طور

مداوم و پاسخگویی به تغییرات غیر قابل پیش بینی

(ام سی گاجی، ۱۹۹۹)؛

۷- حجم تقاضای کم و طول عمر محصول نسبتاً

کوتاه (الکینز و همکاران، ۲۰۰۴).

در این پژوهش، همچنین به شاخص‌های تولید

چابک نیز اشاره شده است که البته این شاخص‌ها نیز

از پژوهش‌های دیگر محققین استخراج شده است.

این مشخصات عبارتند از:

استراتژیک، تغییرات فراگیر و سیستم بر جسته و غالب خلاصه می‌کند. وی بر این باور است که چابکی یک واکنش فراگیر و کامل به تغییرات بنیادینی است که در سیستم یا نظام حاکم بر رقابت کسب و کاری در اقتصادهای تراز اول روی می‌دهد گلدمن (۱۹۹۴). در پژوهشی که در سال ۲۰۰۹ توسط پانندی و گارج^۱ تحت عنوان تجزیه و تحلیل تعامل بین توانمند سازهای چابکی در زنجیره تامین صورت گرفته است، سی و شش توانمندساز برگرفته از پژوهش‌های دیگر محققان ارائه شده است که این پژوهشگران آنها را در دوازده دسته قرار داده‌اند. این دوازده توانمندساز که جهت دستیابی زنجیره تامین به چابکی ارائه شده است، تاثیرشان بر یکدیگر بررسی شده است و هدف بررسی نحوه ارتباط این تواناسازها با یکدیگر است. این دوازده تواناساز عبارتند از:

۱- اتوماتیک کردن (خودکار کردن یا جایگزین

کردن تولید دستی با CAM/CAD)؛

۲- اعتماد و ارتباط متقابل بین خریدار و فروشنده

(سینچی و لوی، ۲۰۰۸)؛

۳- یکپارچه سازی و مشارکت در برنامه ریزی

تولید و خرید (فلیدنر، ۲۰۰۳)؛

۴- یکپارچه سازی فرآیندها (تویل و همکاران،

۱۹۹۹)؛

۵- کاربرد ابزار تکنولوژی ارتباطات و اطلاعات؛

۶- مدیریت و برنامه ریزی لجستیک (سینچی و لوی،

۲۰۰۸)؛

۷- رویکرد تولید بهنگام (ماندون، ۱۹۹۳)؛

¹ sareshgarg

۱۵- کاهش دادن مقاومت در برابر تغییر.
طراحی مدل ساختاری تفسیری (ISM) روشی است برای بررسی اثر هر یک از متغیرها بر روی متغیرهای دیگر؛ این طراحی رویکردی فراگیر برای بهبود بخشیدن چابکی زنجیره تأمین بر مبنای ارتباط است و این طراحی برای توسعه چهارچوب چابکی زنجیره تأمین به کار می‌رود تا اهداف کلی ذیل امکان‌پذیر شود. کانان در سال ۲۰۰۷ مدلی را با عنوان ISM جهت یافتن راهی برای تعیین ارزیابی تامین‌کنندگان و الویت‌بندی آنها ارائه نمود. در پژوهشی که کانان در سال ۲۰۰۹ انجام داد مدل ترکیبی ISM و Topsis فازی را برای انتخاب تامین‌کنندگان تدارکات استفاده کرد.

مدل ساختار تفسیری قادر است ارتباط بین شاخص که به صورت تکی یا گروهی به یکدیگر وابسته‌اند، را تعیین نماید. ISM با تجزیه معیارها در چند سطح مختلف به تحلیل ارتباط بین شاخص‌ها می‌پردازد. (کانان، ۲۰۰۹)

ISM می‌تواند برای تجزیه و تحلیل ارتباط بین ویژگی‌های چند متغیر که برای یک مساله تعریف شده‌اند، استفاده شود (وارفیلد، ۱۹۷۴، سج، ۱۹۹۷). تحقیقی که توسط ساکسنا و همکارانش در سال ۱۹۹۹ انجام گردید به کاربرد ISM برای تحلیل ارتباط بین متغیرهای تعریف شده برای کارخانه سیمان در هندوستان پرداخته است. ماندال و همکاران در سال ۱۹۹۴ با استفاده از روش ISM برای تحلیل بهترین معیارهای انتخاب بهترین فروشنده و ارتباط بین شاخص‌ها استفاده نموده است. همچنین، شارما و همکارانش در سال ۱۹۹۵ به تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی فعالیت‌های لازم برای

۱- کاهش چرخه زمانی تولید (اسماعیل، ۲۰۰۶ و انوه، ۲۰۰۶)؛
۲- فرآیند تولید ساختارمند پویا (لی، ۱۹۹۸)؛
۳- کاهش هزینه‌های تولید (انوه^۱ و هون، ۲۰۰۱)؛
۴- ساختاربندی مجدد محصول و تولید با حداقل هزینه (فلیدنر، ۱۹۹۸ و گناسکاران، ۱۹۹۹)؛
۵- بهبود کیفیت (انوه و هون، ۲۰۰۱).

۳- مروری بر پیشینه کاربرد تکنیک‌های ISM و AHP و TOPSIS

آگاروال و همکاران در سال ۲۰۰۶، با جمع‌آوری ۱۵ متغیر برای توسعه یک چهارچوب به منظور بهبود یافتن چابکی زنجیره تأمین، مدل ساختار تفسیری (ISM) را ارائه دادند. متغیرهای شناسایی شده عبارتند از:

- ۱- حساسیت بازار؛
- ۲- سرعت تحویل؛
- ۳- دقت اطلاعات؛
- ۴- معرفی محصول جدید؛
- ۵- برنامه‌ریزی مشترک و متمرکز؛
- ۶- یکپارچگی فرآیندها؛
- ۷- بکارگیری ابزارهای فناوری اطلاعات؛
- ۸- کاهش زمان تحویل؛
- ۹- بهبود سطح خدمات؛
- ۱۰- کاهش هزینه‌ها؛
- ۱۱- رضایت‌مندی مشتری؛
- ۱۲- بهبود کیفیت؛
- ۱۳- کاهش دادن (عدم اطمینان) بی‌ثباتی؛
- ۱۴- توسعه مسئولیت؛

گسترده در سه گروه برای MCDM ارائه دادند. دسته اول: مدل سنجش ارزش در معیارها بر اساس تئوری کاربرد چند شاخصه و فرآیند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی AHP به کار می‌رود. دسته دوم: مدل رتبه دسته‌بندی غیر رتبه‌ای است که در این روش با استفاده از مقایسه‌های غیر رتبه‌ای گزینه‌های غیر موثر حذف می‌شود. دسته سوم: مدل تکنیک انتخاب براساس ایده‌آل‌ترین گزینه Topsis است. یکی از برجسته‌ترین روش‌های MCDM، روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) است که این روش ابتدا ارتباط بین وزن شاخص‌ها را محاسبه و ارزش کلی هر گزینه براساس وزن بدست آمده محاسبه می‌کند. (ساعتی، ۲۰۰۱) و (ساعتی، ۱۹۸۰). در مقایسه با سایر روش‌های MCDM، AHP به شکل گسترده‌تری برای تصمیم‌گیری چند معیاره به کار می‌رود و معمولاً نتایج بهتری را ارائه می‌کند. (ساعتی، ۱۹۸۸). علی‌رغم کاربرد وسیع AHP، از این روش در شرایط عدم اطمینان و غیر دقیق انتقادهایی شده است. (چنگ، ۱۹۹۹). روش‌های دیگر MCDM، Topsis است که براساس کمترین فاصله هر گزینه از ایده‌آل مثبت و بیشترین فاصله از ایده‌آل منفی بهترین گزینه را انتخاب می‌کند اطلاعات بیشتری در مورد جزئیات روش Topsis در مقاله yoon ارائه شده است. (یون و همکاران، ۱۹۸۱). روش‌های AHP، Topsis فقط قادرند در شرایط اطمینان و با اطلاعات دقیق نتایج مطلوبی را ارائه کنند، اما گاهی اطلاعات دقیق در دست نیست در این حالت، بهترین روش برای تصمیم‌گیری روش مقایسه‌ای از تصمیم‌گیری فازی است (زنجیرانی و همکاران). AHP یکی از قویترین روش‌های

دستیابی به مدیریت تولید بدون نقص پرداخته‌اند. کانان و هاگ در سال ۲۰۰۷ با استفاده از روش ISM به تجزیه و تحلیل معیارها وزیر معیارهای انتخاب تامین‌کننده پرداخته است. متدولوژی ISM دارای محدودیت‌های کمی است و شناسایی ارتباط بین متغیرها معمولاً به اطلاعات و آشنایی تصمیم‌گیرنده با شرکت مورد مطالعه بستگی دارد، بنابراین قضاوت‌های افراد برای متغیرهای می‌تواند روی نتیجه نهایی تاثیر گذار باشد (کومار و همکاران، ۲۰۰۹).

تصمیم‌گیری‌ها بر دو دسته هستند که دسته اول تصمیم‌گیری بر اساس چند معیار و دسته دوم تصمیم‌گیری بر اساس چند هدف متفاوت است. MCDM معمولاً برای انتخاب بهترین گزینه ارائه شده استفاده می‌شود که ممکن است معیارهای آنها با یکدیگر در تعارض باشد. MODM که تصمیم‌گیری چند هدفه است، می‌تواند به طور همزمان بر چند که هدف متناقض هستند تمرکز کرده و با روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی بهترین راه حل را ارائه دهد. (زنجیرانی، ۱۳۸۵) MODM به برتری نسبی اهداف و ارتباط بین اهداف و شاخص‌ها توجه می‌کند. (یانگ، ۲۰۰۷). MADM برای انتقال بهترین گزینه از بین گزینه‌های پیشنهاد شده با توجه به شاخص‌های ارزیابی هر گزینه به کار می‌رود (زنجیرانی) MADM به دلیل داشتن معیارهای ذهنی یک رویکرد توصیفی است. هدف MADM تعیین بهترین گزینه در حالی که بتواند بیشترین رضایتمندی را ایجاد کند (یانگ و همکارانش، ۲۰۰۷). روش‌های ترکیبی و روش‌های فاصله‌ای و روش‌های برتری نسبی از جمله روش‌های رایج MCDM است (رومرو، ۲۰۰۰). بلتون و همکارانش یک دسته بندی

۲۰۰۷ با استفاده از روش Topsis راه حلی را برای انتخاب محل استقرار مناسب در محیط فازی ارائه نموده است. گوموس در سال ۲۰۰۹ با استفاده از روش AHP و Tosis فازی در شرکت مناسب را برای حمل و نقل پسماندهای خطرناک به کار برد. یکی از روش‌های MADM است که M گزینه را با n بعد در یک فضای هندسی مقایسه می‌کند، ابعاد این فضا را تعداد معیارها تشکیل می‌دهد و گزینه‌ها به شکل نقطه در این فضا ظاهر می‌شود (سان، ۲۰۱۰). این روش براساس نزدیک بودن روش انتخاب شده بر ایده آل مثبت و دور بودن آن از ایده آل منفی بهترین گزینه را انتخاب می‌کند. (وانگ چانگ، ۲۰۰۷) اغلب برای تصمیم‌گیرندگان ارائه یک مقدار دقیق برای شاخص‌های سنجش، مشکل بوده و باعث بروز خطا می‌شود. در این حالت شایسته است که از اعداد فازی برای سنجش استفاده شود. روش Topsis نیز براساس اعداد فازی استفاده شده است. (کوو و همکارانش، ۲۰۰۷ و یانگ و همکارانش، ۲۰۰۷) روش Tosis فازی برای حل مسائل تصمیم‌گیری گروهی و چند شاخصه بسیار مناسب است. (سان، ۲۰۱۰) در استفاده از روش Topsis از روابط ریاضی نیز استفاده شده است که از مقالات نبول و همکارانش و وانگ و همکارانش در سال ۲۰۰۷، اقتباس گردیده است. در سال‌های اخیر از Topsis فازی برای رتبه‌بندی در زمینه‌های مختلف استفاده شده است. لین چانگ در سال ۲۰۰۸ از Topsis فازی برای انتخاب سفارش و مقدار قیمت‌گذاری توسط تامین‌کننده برای وقتی سفارش بیشتر از ظرفیت تولید است استفاده نمودند، همچنین چن و تسائو در سال ۲۰۰۸، Topsis فازی را در راستای ارزیابی

تصمیم‌گیری برای تعیین اولویت معیارهاست. (ایزیکلار و همکارانش، ۲۰۰۶). در پژوهشی که در سال ۲۰۱۰ توسط چوان لی و همکاران انجام شد از روش Topsis برای رتبه‌بندی یک استراتژی مناسب با ارزیابی استفاده شده است. در این مقاله از ANP جهت محاسبه وزن‌های ورودی استفاده شده است (چوان لی، ۲۰۱۰). AHP فازی یکی از قویترین روش‌های تصمیم‌گیری است برای تعیین اولویت معیارها: (ایزیکلار و همکارانش، ۲۰۰۶). مطالعات عددی بسیار زیادی که در آن از روش AHP فازی برای حل مسائل مختلف مدیریتی استفاده شده است وجود دارد و چاو و همکارانش در سال ۲۰۰۸ روش فرآیند تجزیه و تحلیل فازی و کاربرد از ماتریس قضاوتی جهت سنجش درک افراد استفاده کردند. پان در سال ۲۰۰۸ برای انتخاب ساختار پیل مناسب از روش AHP فازی استفاده نمود. کانبولات در سال ۲۰۰۸ با استفاده از AHP فازی یک سیستم دسته‌بندی موجودی ارائه نمود و همچنین در سال چن و همکارانش در سال ۲۰۰۸ با به کارگیری متغیرهای زبانی فازی ثبات و قضاوت دو جانبه در ماتریس AHP فازی مورد ارزیابی قرار دادند. Fei و همکارانش در سال ۲۰۰۸ برای انتخاب یک سیستم مدیریتی محیط زیست موفق از دسته‌بندی معیارها استفاده نمودند. شارما و همکارانش در سال ۲۰۰۸ با استفاده از روش AHP برای بهینه‌سازی شبکه توزیع استفاده نمودند. Costa et al در سال ۲۰۰۸ کاربرد برداری ویژه در روش AHP مورد بررسی قرار دادند. فیروز آبادی و همکاران در سال ۲۰۰۸ از روش AHP برای انتخاب خرید سهام مناسب از دیدگاه سهامداران استفاده نمودند. Kuo و همکاران در سال

فاصله‌ای برای آنالیز تصمیم‌گیری استفاده کرده‌اند. بایوکوکان در سال ۲۰۰۷ با استفاده از AHP و TOPSIS فازی به تعیین استراتژی و زیر معیارهای انتخاب بهترین شریک برای سازمان و تعیین بهترین شاخص‌ها و انتخاب بهترین گزینه پرداختند. (ابوسینا و همکاران) در سال ۲۰۰۸ مساله برنامه‌ریزی غیر خطی با مقیاس‌های چند هدفه با استفاده از ساختار بلوک زاویه‌ای برای تعیین اولویت سفارش دهی استفاده کردند. در سال ونگ و همکارانش در سال ۲۰۰۷ از Topsis فازی برای کمک به آکادمی نیروی هوایی تایوان در تعیین بهترین روش آموزش نیروی هوای در محیط فازی استفاده کردند. LI در سال ۲۰۰۷ برای توسعه نرخ سازگاری از یک روش برای تصمیم‌گیری چند شاخصه در محیط فازی که یکی از بهترین بخش‌های تصمیم‌گیری است استفاده نمود. آمان و همکارانش در سال ۲۰۰۷ با استفاده از Topsis سلسه مراتبی فازی مدلی را برای ارزیابی چند معیاره صنعت رباتیک پیشنهاد نمودند. مارتین و همکاران در سال ۲۰۰۷ یک رویکرد Topsis فازی را برای ارزیابی پویایی کیفیت خدمات سه هتل در ایسلند ارائه نمودند. ونگ و همکاران در سال ۲۰۰۶ روش TOPSIS فازی براساس سطح α و روش‌های حل برنامه ریزی خطی ارائه کردند. چن و همکارانش در سال ۲۰۰۶ رویکرد Topsis فازی را جهت انتخاب تامین‌کننده در زنجیره تامین استفاده کرده است.

۴- روش تحقیق

انتخاب روش تحقیق بستگی به اهداف و ماهیت موضوع پژوهش و امکانات اجرایی آن دارد. بنابراین،

هنگامی می‌توان درمورد روش تحقیق تصمیم گرفت که ماهیت موضوع پژوهش و همچنین اهداف و وسعت آن مشخص باشد. در بسیاری از مواقع، در پژوهش از روش تحقیق ترکیبی استفاده می‌گردد. «میلر» معتقد است که جهت‌گیری‌های طرح تحقیق را در سه زمینه می‌توان تفکیک کرد، که عبارت‌اند از: بنیادی، کاربری، و ارزشیابی.

ماهیت موضوع در تحقیق این است که محقق در پی بررسی پیامدهای تدابیر رفع مسائل اجتماعی یا پیامدهای اقدامات رایج است و هدف تحقیق نیز فراهم آوردن بررسی اجتماعی دقیقی از پیامد برنامه‌ای است که برای مسئله‌ای اجتماعی اعمال شده است (میلر، ۱۳۸۰) در این تحقیق برای جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز از روش‌های کتابخانه‌ای و پیمایشی استفاده شده است. ابزار جمع‌آوری اطلاعات پرسشنامه بررسی ارتباط مفهومی بین شاخص‌ها و پرسشنامه مقایسه‌های زوجی و همچنین پرسشنامه سنجش سطح چابکی تامین‌کنندگان است که جامعه پاسخگویان دو پرسشنامه مقایسه‌های این تحقیق؛ شامل مدیران و سرپرستان تولید چند سازمان صنعتی تولیدکننده اتصالات و محصولات پلی‌اتیلن است. همچنین پرسشنامه سنجش چابکی تامین‌کنندگان نیز توسط کارشناسان بخش لجستیک و تدارکات سازمان تکمیل گردیده است.

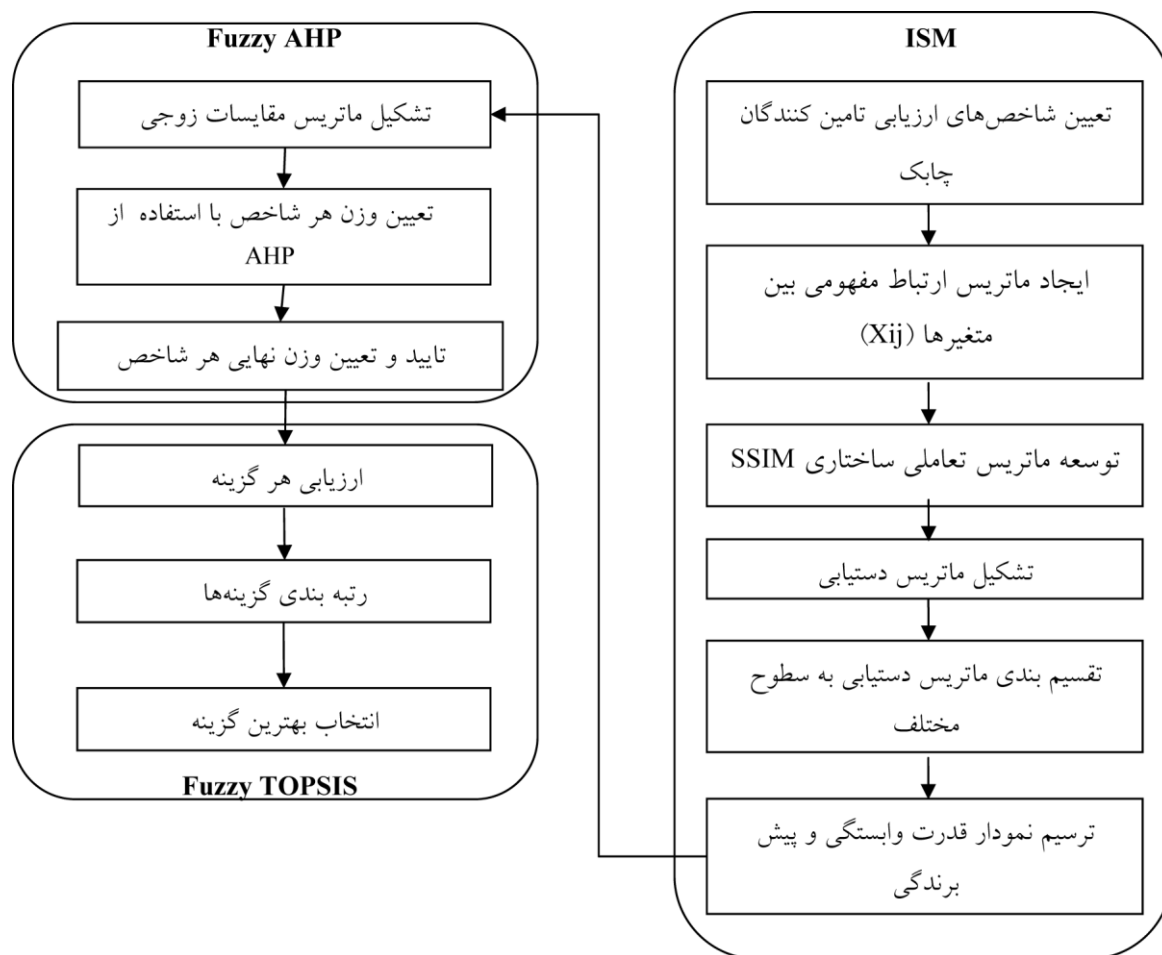
نوع تحقیق حاضر توسعه‌ای است. همچنین روش تحقیق در این پژوهش پیمایشی، توصیفی تحلیلی است. در این تحقیق ابتدا به شناسایی عوامل مؤثر بر انتخاب تامین‌کننده پرداخته شده است که پس از آن با استفاده از مدل ISM عوامل را سطح بندی نموده‌ایم و در نهایت با استفاده از روش AHP و

سطح‌بندی این شاخص‌ها پرداخته شده است. در نهایت، نمودار پیش‌برندگی و قدرت وابستگی را ارائه می‌شود. فاز اول در اینجا با عنوان مدل ISM به پایان می‌رسد. در فاز دوم با استفاده از ماتریس مقایسات زوجی و روش‌هایی که در بخش مربوطه تبیین شده است وزن هر عامل را تعیین نموده و در پایان با استفاده از تکنیک TOPSIS به رتبه‌بندی تامین‌کنندگان مورد نظر پرداخته می‌شود. شایان ذکر است که با توجه به دلایل ذکر شده همه محاسبات در محیط فازی انجام شده است.

TOPSIS فازی به رتبه‌بندی تامین‌کنندگان پرداخته شده است.

۵- مدل مفهومی تحقیق

بر اساس مطالعات انجام شده و ارائه شده در این مقاله مدل مفهومی مقدماتی تحقیق در شکل (۱) طراحی شده است که بر اساس آن شاخص‌های سنجش تامین‌کنندگان چابک با استفاده از ادبیات تحقیق استخراج شده است. سپس با ایجاد یک ماتریس ارتباط مفهومی و ماتریس تعاملی به



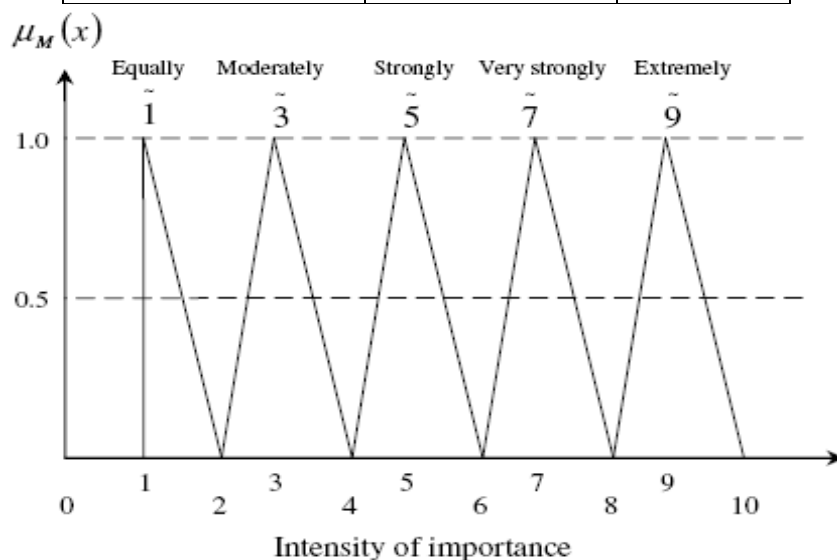
شکل (۱): مدل مفهومی پژوهش

وزن شاخص‌ها و همچنین رتبه بندی گزینه‌ها استفاده شده است. جدول یک عبارت‌های کلامی را جهت توصیف اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر ارائه می‌کند.

مروری بر روش TOPSIS و AHP و محاسبات فازی قبل از اینکه روش‌های وزن دهی و رتبه بندی را بررسی شود، باید توضیحی در مورد اعداد فازی مورد استفاده، ارائه می‌شود. در این مقاله از عبارت‌های کلامی به جای اعداد قطعی برای تعیین

جدول ۱: عبارت‌های کلامی جهت مقایسه‌های زوجی برای بیان درجه اهمیت (گاماس، ۲۰۰۹)

مقیاس عدد فازی	متغیر زبانی	عدد فازی
(۱،۱،۱)	برابر	۱
(۱،۲،۳)	برتری خیلی کم	۲
(۲،۳،۴)	کمی برتر	۳
(۳،۴،۵)	برتر	۴
(۴،۵،۶)	خوب	۵
(۵،۶،۷)	نسبتاً خوب	۶
(۶،۷،۸)	خیلی خوب	۷
(۷،۸،۹)	عالی	۸
(۸،۹،۱۰)	برتری مطلق	۹



شکل ۲: تابع عضویت مثلثی برای مقادیر زبانی

در جدول دو متغیرهای زبانی جهت بیان برتری تامین کنندگان نسبت به یکدیگر ارائه گردیده است.

جدول ۲: متغیرهای کلامی مرتبط با عملکرد تامین‌کنندگان نسبت به معیارها (sun,2010)

متغیرهای زبانی	اعداد مثلثی فازی مطابق با متغیرهای زبانی
خیلی ضعیف	(۰,۱,۳)
ضعیف	(۱,۳,۵)
متوسط	(۳,۵,۷)
خوب	(۵,۷,۹)
خیلی خوب	(۷,۹,۱۰)

همچنین، برای تخمین درجه موفقیت می‌توان از شاخص خوش بینی μ استفاده نمود که برای تصمیم‌گیرنده مشخص می‌گردد. مقدار بیشتر شاخص μ نشان دهنده درجه بالاتری از خوش بینی است. شاخص خوش‌بینی همانطور که در فرمول پایین نشان داده شده است یک ترکیب محدب خطی است (Lee,1999):

(۳)

$$\tilde{a}_{ij}^{\alpha} = \mu a_{iju}^{\alpha} + (1 - \mu) a_{ijl}^{\alpha}, \quad \forall \mu \in [0,1]$$

به این ترتیب ماتریس زیر از مقایسه‌های زوجی به دست می‌آید.

(۴)

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12}^{\alpha} & \dots & \dots & \tilde{a}_{1n}^{\alpha} \\ \tilde{a}_{21}^{\alpha} & 1 & \dots & \dots & \tilde{a}_{2n}^{\alpha} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1}^{\alpha} & \tilde{a}_{n2}^{\alpha} & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

پس از تکمیل مقایسه‌های زوجی بردار وزن شاخص‌ها با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌گردد که λ_{\max} بزرگترین مقدار ویژه ماتریس است:

(۵)

$$Aw = \lambda_{\max} w$$

در این پژوهش، برای پیشگیری از ابهام ناشی از عدم قطعیت در تصمیم‌گیری در همه مراحل از اعداد فازی مثلثی ارائه شده است. در جدول یک برای نشان دادن نتیجه مقایسه‌های زوجی در AHP استفاده می‌شود. یک عدد فازی مثلثی که با $\tilde{A}=(l,m,u)$ نشان داده می‌شود که دارای تابع عضویت زیر است. در این پژوهش، تابع عضویت انتخاب شده برای اعداد فازی در شکل یک نشان داده شده است.

در اعداد فازی مثلثی دو شاخص به‌کار می‌رود: شاخص سطح اطمینان و شاخص خوش‌بینی. شاخص سطح اطمینان (α) نشان دهنده میزان اطمینان تصمیم‌گیرنده در اولویت بندی و قضاوتش است. با تعریف (α) عدد فازی مثلثی به شکل زیر تعریف می‌شود (ازدمیر و همکارانش، ۲۰۰۸):

(۱)

$$\mu_F(x) = \begin{cases} 0, & x < l \\ x - l / m - l, & l \leq x \leq m \\ u - x / u - m, & m \leq x \leq u \\ 0, & x > u \end{cases}$$

(۲)

$$\forall \alpha \in [0,1] \quad M_{\alpha} = [l^{\alpha}, u^{\alpha}] = [(m-l)\alpha + l, -(u-m)\alpha + u]$$

است. این ماتریس مقایسه‌هایی که با استفاده از متغیرهای کلامی جدول دو تکمیل می‌گردد به شکل زیر نمایش داده می‌شود.

سپس در مرحله بعد ماتریس به‌دست آمده را نرمالایز می‌شود. روش‌های نرمالایز کردن متفاوت است که دو نمونه آن بیان می‌گردد. در روش اول داده‌ها را به شکل تقسیم هر داده بر جذر مجموع مجذور داده‌ها نرمالایز نموده، که فرمول آن (۹) در ادامه ارائه شده است:

در روش دوم، می‌توان داده‌های هر ستون را بر ماکزیمم آن ستون تقسیم نمود، بر این اساس پس از نرمالایز کردن داده‌ها بین عدد صفر و یک قرار دادن که عدد یک همان داده ماکزیمم است. پس از نرمالایز کردن داده‌ها ماتریس نرمالایز وزین شده تشکیل می‌شود که برای ایجاد آن باید داده‌های ماتریس به‌دست آمده را در بردار وزن محاسبه شده در روش AHP ضرب نماییم. روش محاسبه آن با فرض اینکه W بردار وزن باشد به شکل (۱۰) است:

$$r_{ij} = \frac{f_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n f_{ij}^2}} \quad (10)$$

$$v_{ij} = \omega_i r_{ij}$$

بر اساس ماتریس به‌دست آمده اکنون می‌توان گزینه‌های ایده آل مثبت و منفی را تعریف نمود:

$$v_i^{*-} = \begin{cases} \max\{v_{ij}\} & (f_i \in F^2) \\ \min\{v_{ij}\} & (f_i \in F^1) \end{cases} \quad (11)$$

پس از ساختن کلیه ماتریس‌های مقایسه‌های زوجی بین معیارها و زیر معیارها برای هر یک از ماتریس‌ها باید نرخ سازگاری (CR) با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردد.

(۶)

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

شاخص سازگاری (CI) میزان انحراف از سازگاری را نشان می‌دهد که به طریق زیر به‌دست می‌آید:

(۷)

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

در فرمول بالا n اندازه ماتریس مقایسه‌های زوجی و RI شاخص سازگاری تصادفی یا همان شاخص میانگین وزن‌های تولید شده به صورت تصادفی است که می‌توان آنها را از جدول مربوطه استخراج نمود (ساعتی، ۱۹۸۰). اگر (CR) به‌دست آمده کمتر از ۰.۱ باشد، مقایسه‌های انجام شده قابل قبول است، در غیر این صورت باید مقایسه‌های، بار دیگر با اطلاعات بیشتر و دقیق‌تر و توسط افرادی که تجربه بیشتری دارند، صورت گیرد.

(۸)

$$D = \begin{matrix} & F_1 & F_2 & \dots & F_j & \dots & F_n \\ A_1 & f_{11} & f_{12} & \dots & f_{1j} & \dots & f_{1n} \\ A_2 & f_{21} & f_{22} & \dots & f_{2j} & \dots & f_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ A_i & f_{i1} & f_{i2} & \dots & f_{ij} & \dots & f_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ A_m & f_{m1} & f_{m2} & \dots & f_{mj} & \dots & f_{mn} \end{matrix}$$

پس از اینکه با استفاده از روش فوق وزن معیارها محاسبه شد، یک ماتریس تشکیل می‌گردد که شامل m سطر و n ستون است هر ستون نشان دهنده یک شاخص سنجش و هر سطر نماینده یک تامین کننده

۷- یافته‌های پژوهش

برای انجام این پژوهش، ابتدا معیارهای سنجش چابکی تامین‌کنندگان با استفاده از ادبیات تحقیق و نظر خبرگان استخراج شده است (این فرآیند در پایان نامه نویسنده ۳ انجام شده است). در این بخش به طور مختصر به این شاخص‌های سنجش تامین‌کنندگان چابک اشاره شده است.

۱- سرعت تحویل: دیدگاه بازار توانایی پاسخگویی به خواست‌های مشتری است (دراگ و همکارانش، ۱۹۹۹، آگاروال و همکاران، ۲۰۰۶). سرعت تحویل توانایی تحویل محصول یا خدمات زودتر از دیگر رقباست این تعریف؛ شامل توانایی تولید محصول جدید و کاهش زمان تولید و کاهش زمان تحویل به مشتری است. (دراگ و همکارانش، ۱۹۹۹، آگاروال و همکاران، ترسین و همکارانش، ۲۰۰۷)

۲- کاهش زمان تاخیر: مدیریت زمان یکی از مهمترین مباحث موجود در یک سازمان است مدیریت زمان شامل بهبود کیفیت افزایش نوآوری و افزایش بهره‌وری است. کاهش زمان تلف شده باعث بهبود عملکرد سازمان می‌شود (ترسین و همکارانش، ۲۰۰۷، آگاروال و همکاران، ۲۰۰۶).

۳- کاهش هزینه: به سازمان کمک میکند تا با تعیین روشهای مناسب بتواند به بهره‌وری بیشتری دست پیدا کند. هدف از مدیریت هزینه درون سازمانی یافتن راه‌های مناسب جهت کاهش هزینه کمک تامین‌کنندگان و خریداران است. (کوپر و همکارانش، ۱۹۹۸، آگاروال و همکاران، ۲۰۰۶). سیستم سستی مدیریت هزینه بدلیل عدم شناسایی متغیرهای غیر ملموس قادر به شناسایی روش‌های

$$v_i^{*+} = \begin{cases} \max\{v_{ij}\} & (f_i \in F^1) \\ \min\{v_{ij}\} & (f_i \in F^2) \end{cases} \quad 1 \leq j \leq n$$

همانطور که در توابع بالا نشان داده شده است ایده آل‌ها را می‌توان با استفاده از ماکزیمم عدد یک شاخص و مینیمم عدد یک شاخص محاسبه نمود. البته در بعضی مقالات ایده آل مثبت را ماتریس وزن و ایده آل منفی را عدد صفر در نظر می‌گیرند. پس از محاسبه ایده آل‌ها به محاسبه فاصله امتیاز هر آلترناتیو از ایده آل خودش پرداخته و مجموع فاصله‌ها طبق فرمول زیر محاسبه می‌گردد.

(۱۳)

$$D^{*+}(x_j) = \sqrt{\sum_{i=1}^m (v_{ij} - v_i^{*+})^2}$$

(۱۴)

$$D^{*-}(x_j) = \sqrt{\sum_{i=1}^m (v_{ij} - v_i^{*-})^2}$$

(۱۵)

$$d(\vec{a}, \vec{b}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2]}$$

(۱۶)

$$C^*(x_j) = \frac{D^{*-}(x_j)}{D^{*+}(x_j) + D^{*-}(x_j)}$$

و در پایان با استفاده از مقادیر به دست آمده ضریب CCJ را برای هر گزینه مشخص می‌نماییم و بر اساس این ضرایب آنها را رتبه بندی می‌کنیم. همانطور که بیان شد، گزینه‌ای که CCJ بزرگتری داشته باشد مطلوب‌تر است.

۸- لجستیک (تدارکات و حمل و نقل): برای یک تامین کننده این شاخص از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا می‌تواند بر سرعت پاسخگویی و همچنین رضایتمندی تاثیر زیادی داشته باشد.

۹- رضایت مشتری: امروزه نقش اساسی در موفقیت سازمان‌ها ایفا می‌کند. استراتژی زنجیره تامین باید در جهت کسب رضایت مشتریان فعالیت کرده و در غیر این صورت فعالیت آن بیهوده و هزینه بر است. (گوناسکاران و همکاران، ۲۰۰۳، آگاروال و همکاران، ۲۰۰۶). برای بهبود عملکرد زنجیره تامین باید با مشتریان ارتباط نزدیک داشته باشد (لی و همکاران، ۱۹۹۲، آگاروال و همکاران، ۲۰۰۶). رضایت مشتریان بر اساس انتظار خود از محصول خریداری شده تعریف می‌شود (آگاروال و همکاران، ۲۰۰۳، آگاروال و همکاران، ۲۰۰۶).

۱۰- دقت اطلاعات: یکی از مهمترین فاکتورهاست که به شکل صحت داده‌های مورد استفاده مدیران در تصمیم گیری تعریف می‌شود (ژائو و همکاران، ۲۰۰۲) برای پیش‌بینی تقاضا به شکل صحیح دقت اطلاعات نقش بسیار موثری را داراست، زیرا که باعث کاهش نگهداری موجودی می‌گردد (لی و همکاران، ۱۹۹۷، آگاروال و همکاران، ۲۰۰۶).

ابتدا جهت تشکیل ماتریس تعامل ساختاری یک ماتریس ده در ده شامل شاخص‌ها تشکیل و در اختیار مدیران قرار داده شد. مدیران بر اساس اصول زیر ماتریس‌ها را تکمیل نمودند.

به ازای هر «i, j» ارتباط میان این دو متغیر در چهار چوب بررسی زیر است.

V: متغیر i برای رسیدن به متغیر j کمک می‌کند.

A: متغیر j فقط توسط متغیر i بهبود میابد.

مناسب برای کاهش هزینه نیست (شانکار و همکارانش، ۲۰۰۷، آگاروال و همکاران، ۲۰۰۶).

۴- بهبود کیفیت: مهمترین نیاز یک سازمان جهت حفظ بقا در بازار رقابتی می‌باشد معیارهای بهبود کیفیت از دیدگاه تامین کنندگان و مشتریان تعیین می‌گردد (آگاروال، ۲۰۰۷، آگاروال و همکاران، ۲۰۰۶). همچنین ایجاد ارتباط موثر بین تامین کننده و مصرف کننده مهمترین فعالیتی که در راستای بهبود کیفیت توسط سیستم مدیریت کیفیت جامع انجام می‌گیرد (گوناسکاران و همکارانش، ۲۰۰۳، آگاروال و همکاران، ۲۰۰۶). طبق گفته ویر و همکاران در سال ۱۹۹۸ بهبود کیفیت می‌تواند باعث کاهش هزینه و افزایش استفاده مفید از منابع و همچنین بهبود کارایی فرایند در زنجیره تامین گردد.

۵- روش‌های فناوری اطلاعات: این روش‌ها جهت انتقال دادها و اطلاعات مناسب و بروز بودن دانش مدیران جهت اتخاذ مدیران برای تصمیم مناسب ضروری است. لذا وجود این فناوری باعث کاهش خطا و افزایش اطمینان مدیران به داده‌های موجود است (لی و همکاران، ۲۰۰۰، آگاروال و همکاران، ۲۰۰۶).

۶- قیمت: یکی از مهمترین عوامل تاثیر گذار بر انتخاب بحث قیمت است.

۷- کاهش بی ثباتی: سازمان‌ها همیشه با یک محیط پویا از جمله تقاضای مشتریان و تامین کننده مواد خام روبرو هستند (پراتر و همکاران، ۲۰۰۱، آگاروال و همکاران، ۲۰۰۶). توییل در سال ۱۹۹۹ کاهش بی ثباتی را مهمترین فعالیت در جهت افزایش مزیت رقابتی عنوان کرد.

SSIM به صورت A باشد در ماتریس دستیابی (i,j) تبدیل به صفر می‌شود و (j,i) تبدیل به یک می‌شود. چنانچه (j,i) به صورت X وارد شود بنابراین (j,i) در ماتریس دستیابی به یک و i,j نیز تبدیل به یک می‌شود. چنانچه (i,j) به صورت O وارد شود، بنابراین i,j و j,i صفر می‌شود.

X: متغیر i, j برای رسیدن به همدیگر کمک خواهند کرد.
O: متغیرهای i, j بدون ارتباط هستند.
چنانچه i,j در ماتریس (Structural Self-) SSIM (Interaction Matrix) به صورت V باشد، بنابراین در ماتریس دستیابی (i,j) تبدیل به یک است و (j,i) تبدیل به صفر می‌شود. چنانچه (i,j) در ماتریس

جدول (۳): ماتریس تعاملی ساختاری (ماتریس مقایسه معیارها)

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	I I
۱	-	O	V	V	O	O	V	X	O	O	۱
۲	-	-	V	X	X	X	V	A	A	X	۲
۳	-	-	-	V	O	X	V	X	O	O	۳
۴	-	-	-	-	V	V	X	X	X	O	۴
۵	-	-	-	-	-	O	X	O	O	O	۵
۶	-	-	-	-	-	-	V	V	V	V	۶
۷	-	-	-	-	-	-	-	V	O	V	۷
۸	-	-	-	-	-	-	-	-	O	O	۸
۹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V	۹
۱۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۱۰

چنانچه رابطه بصورت X بود $(i,j)=1 = (j,i)$ اگر رابطه بصورت O بود $(i,j)=0 = (j,i)$ است. با استفاده از این روابط ماتریس دستیابی ارائه شده در جدول (۴) تشکیل داده می‌شود.

تهیه ماتریس دستیابی با استفاده از ماتریس تعاملی ساختاری صورت می‌گیرد. به طوری که در جدول زیر مشخص شده است، چنانچه رابطه به صورت V بود آنگاه $(i,j)=1$ و سپس $(j,i)=0$ اگر رابطه به صورت A بود آنگاه $(i,j)=0$ و سپس $(j,i)=1$

جدول (۴) - ماتریس دستیابی

	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	j i
۱	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱
۲	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۲
۳	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۳
۴	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۴
۵	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۵
۶	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۶
۷	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۷
۸	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۸
۹	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۹
۱۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱۰

شده باشد. از آنجائی که طبق خاصیت تعدی در منطق ریاضی اگر $(i,j)=1$ و نیز $(j,k)=1$ باشد در نتیجه $(i,k)=1$ است. بدین معنی که معیارهائی بطور غیرمستقیم بر معیار دیگر اثر دارند، در نظر گرفته شده و رابطه دو متغیر که بعد از بکارگیری این منطق با هم ارتباط پیدا می کنند بصورت 1 * نمایش داده شده است.

با بدست آمدن ماتریس دستیابی برای تعیین معیارها دو مجموعه قابل دستیابی و مجموعه مقدم را تعریف کرده و سپس اشتراک آنها را به دست آورده بدین ترتیب که مجموعه قابل دستیابی، مجموعه‌ای است که در آن سطرها عدد معیارها بصورت یک ظاهر شده باشند و مجموعه مقدم مجموعه‌ای است که در آن ستون‌ها، عدد معیارها به صورت یک ظاهر

جدول (۵) - ماتریس دستیابی اصلاح شده (ماتریس دستیابی نهایی)

	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	j i
۱	*۱	*۱	۱	۱	*۱	*۱	۱	۱	۰	۱	۱
۲	*۱	*۱	*۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۲
۳	۰	*۱	۱	۱	۱	*۱	۱	۱	۰	۰	۳
۴	*۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۴
۵	*۱	*۱	*۱	۱	*۱	۱	۰	۰	۱	۰	۵
۶	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۶
۷	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۷
۸	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۸
۹	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۹
۱۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱۰

بدین ترتیب که مجموعه قابل دستیابی، مجموعه‌ای است که در آن سطرها، عدد معیارها به صورت یک ظاهر شده باشند و مجموعه مقدم مجموعه‌ای است که در آن ستون‌ها، عدد معیارها به صورت یک ظاهر شده باشند. با به دست آوردن اشتراک این دو مجموعه ستون بعدی جدول (اشتراک) تکمیل خواهد شد. اولین سطری که اشتراک دو مجموعه برابر با مجموعه قابل دستیابی باشد، سطح اول اولویت مشخص خواهد شد.

در ماتریس جدول شماره (۵) با در نظر گرفتن رابطه تعدی اگر چنانچه 1 ij با هم در ارتباط باشد و نیز 1 ik با هم رابطه داشته باشند؛ آنگاه 1 ijk با هم در ارتباط هستند. بنابراین تعدادی از اعداد به 1 * تبدیل می‌شوند. همچنین، ماتریس به دست آمده به روش زیر به سطوح مختلفی تقسیم می‌شود و مجموعه قابل دستیابی و مجموعه مقدم برای هر معیار به دست می‌آید. با بدست آمدن ماتریس دستیابی برای تعیین معیارها دو مجموعه قابل دستیابی و مجموعه مقدم را تعریف کرده و سپس اشتراک آنها را بدست آورده

جدول (۶) - مرحله اول تعیین سطح اول در سلسله مراتب ISM

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

از تمامی مجموعه حذف کرده و مجدداً مجموعه‌های قابل دستیابی و مقدم را تشکیل داده و سطح متغیر بعدی به دست می‌آید. در جدول شماره (۶) معیار حمل و نقل (۸) و دقت اطلاعات (۱۰) سطح اول اولویت بندی معیارها را تشکیل داده‌اند، پس در جدول بعدی حذف می‌گردند.

در ستون آخر، سطوح بدین ترتیب مشخص می‌شوند که چنانچه اشتراک مجموعه قابل دستیابی و مجموعه مقدم با مجموعه قابل دستیابی برابر باشد متغیر مربوطه در سلسله مراتب ماتریس ISM در بالاترین سطح قرار می‌گیرد. پس از تعیین سطح، معیار مربوطه (که سطح آن معلوم شده) را در جدول

جدول (۷): مرحله دوم تعیین سطح دوم در سلسله مراتب ISM

سطح	اشتراک	مجموعه مقدم	مجموعه قابل دستیابی	معیار
	۱	۱	۱،۳،۴،۵،۶،۷،۹	۱
	۲،۴،۵،۶،۹	۲،۴،۵،۶،۹	۲،۳،۴،۵،۶،۷،۹	۲
	۳،۶	۱،۲،۳،۶	۳،۴،۵،۶،۷،۹	۳
	۲،۴،۷،۹	۱،۲،۳،۴،۷،۹	۲،۴،۵،۶،۷،۹	۴
	۲،۵،۷	۱،۲،۳،۴،۵،۷	۲،۵،۶،۷،۹	۵
	۲،۳،۶	۱،۲،۳،۴،۵،۶	۲،۳،۶،۷،۹	۶
۲	۴،۵،۷	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷	۴،۵،۷	۷
۲	۲،۴،۹	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۹	۲،۴،۹	۹

دستیابی به سطح دوم، اولویت بندی معیارها که در این جدول معیار کاهش بی‌ثباتی (۷) و رضایت مشتری (۹) است، انجام می‌گیرد. با ادامه روش فوق پس از انجام هفت مرحله، جدول سطح بندی شماره (۸) به دست می‌آید.

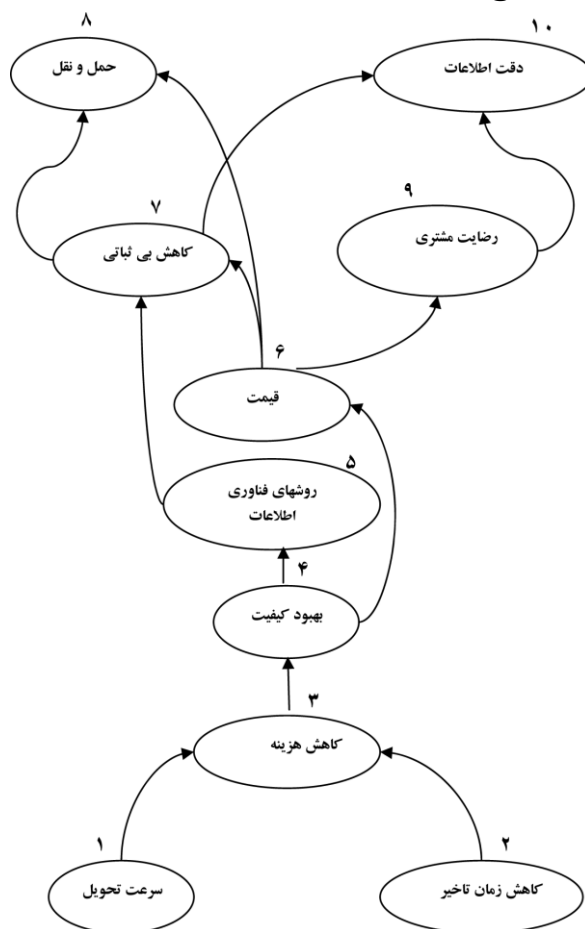
با حذف دو معیار شماره ۸ و ۱۰ از سطر و ستون جدول شماره (۷)، جدول بعد شکل می‌گیرد که در آن مجموعه قابل دستیابی و مجموعه مقدم مطابق شرح فوق مشخص شده و اشتراک آنها به دست می‌آید و با مقایسه ستون اشتراک و مجموعه قابل

جدول (۸) - سطوح متغیرهای چابکی زنجیره تأمین

سطح	اشتراک	مجموعه مقدم	مجموعه قابل دستیابی	معیار
۷	۱،۸	۱،۸	۱،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰	۱
۷	۲،۴،۵،۶،۸،۹،۱	۲،۴،۵،۶،۸،۹،۱۰	۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰	۲
۶	۶،۸،۳	۱،۲،۳،۶،۸	۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹	۳
۵	۲،۴،۷،۸،۹	۱،۲،۳،۴،۷،۸،۹	۲،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰	۴
۴	۲،۵،۷	۱،۲،۳،۴،۵،۷	۲،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰	۵
۳	۲،۳،۶	۱،۲،۳،۴،۵،۶	۲،۳،۶،۷،۸،۹،۱۰	۶
۲	۴،۵،۷	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷	۴،۵،۷،۸،۱۰	۷
۱	۱،۲،۳،۴،۸	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸	۱،۲،۳،۴،۸	۸
۲	۲،۴،۹	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۹	۲،۴،۹،۱۰	۹
۱	۲،۱۰	۴،۵،۶،۷،۹،۱۰،۱،۲	۲،۱۰	۱۰

شده‌اند، در اولین سطح دیاگرام قرار می‌گیرند و به همین ترتیب، سایر معیارها در سطوح دیاگرام مشخص شده‌اند. این دیاگرام در شکل (۳) ارائه شده است.

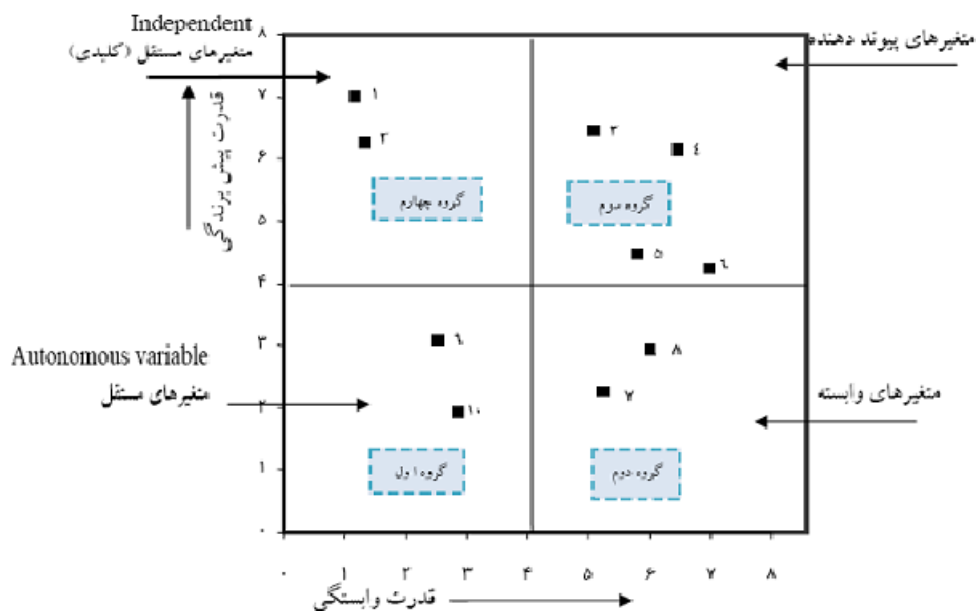
با استفاده از سطح بندی انجام شده دیاگرامی با عنوان "مدل توسعه داده شده ISM برای بهبود چابکی زنجیره تأمین" ترسیم می‌شود. بدین صورت که معیارهای ۸ و ۱۰ که به عنوان سطح اول شناخته



شکل (۳): مدل پایه‌ای توسعه داده شده ISM برای بهبود چابکی زنجیره تأمین با حذف روابط تعدی

پیش‌برندگی و وابستگی در ماتریس دستیابی تشکیل می‌گردد. بدین صورت که به بزرگترین عدد رتبه اول و به کوچکترین عدد رتبه آخر تعلق می‌گیرد.

با توجه به بررسی‌های انجام گرفته در جداول و اشکال فوق و با استفاده از سطوح اولویت بندی شده معیارها و ماتریس دستیابی، در نهایت جدول توان



شکل (۴): دسته بندی متغیرهای بهبود چابکی زنجیره تامین

گروه چهارم: متغیرهایی که دارای توان قوی اما وابستگی ضعیف هستند. متغیر سرعت تحویل (۱) و کاهش زمان تاخیر (۲)، که در پایین‌ترین سطح دیاگرام قرار دارد و جزو متغیرهای کلیدی است.

گروه‌های موجود در شکل (۴) به صورت زیر تعریف می‌شوند:

گروه اول: معیارهایی که دارای توان و وابستگی ضعیف هستند. این متغیرها تقریباً از سیستم جدا می‌شوند، زیرا دارای اتصالات ضعیف با سیستم هستند که در نمونه مورد بررسی متغیری در این گروه قرار نگرفته است.

۸- رتبه بندی با استفاده از روش AHP و TOPSIS فازی

پس از استفاده از روش ISM می‌خواهیم عوامل موثر را با استفاده از روش AHP وزن دهی شده است. به این منظور ابتدا یک ماتریس ده در ده تشکیل گردید، که سطر و ستون آن شامل عوامل شناسایی شده در این پژوهش است. این ماتریس‌ها در اختیار مدیران قرار گرفت تا مقایسه‌های زوجی نسبت به این شاخص‌ها انجام شود. اعداد مقایسه‌های

گروه دوم: متغیرهایی هستند که دارای توان ضعیف اما وابستگی قوی هستند کاهش بی‌ثباتی (۷) و حمل و نقل (۸) در این گروه قرار دارند.

گروه سوم: متغیرهایی که دارای توان و وابستگی قوی هستند. متغیرهای کاهش هزینه (۳)، بهبود کیفیت (۴) روش‌های فناوری اطلاعات (۵)، قیمت (۶) که پیوند دهنده نامیده می‌شوند.

بعد میانگین هندسی اعداد هر سطر را به شکل فازی محاسبه نموده و با استفاده از روش غیر فازی کردن ساده یا روش BNP وزن هر شاخص را محاسبه می‌شود. این محاسبات در جدول (۹) آورده شده است.

به صورت فازی و با استفاده از اعداد جدول (۱) پر می‌گردد. در پایان همه ماتریس‌ها را تبدیل به یک ماتریس معادل نموده، به طوری که از همه اعداد میانگین هندسی گرفته و ماتریس حاصل برای ادامه محاسبه‌های مورد استفاده قرار می‌گیرد. در قسمت

(۱۷)

$$BNP = [(U1-L1) + (M1-L1)/3] + L1 \quad (\text{Sun et al, 2010})$$

جدول (۹): مقادیر وزن محاسبه شده در روش AHP

شاخص‌های	وزن هر شاخص (w)			وزن	BNP	ranking
کاهش بی ثباتی	0.045	0.062	0.091	0.069	0.066	9
رضایتمندی	0.054	0.075	0.105	0.081	0.078	7
کاهش زمان	0.063	0.092	0.128	0.098	0.094	4
کاهش هزینه	0.100	0.151	0.215	0.162	0.155	2
سرعت تحویل	0.133	0.198	0.287	0.216	0.206	1
دقت اطلاعات	0.049	0.069	0.100	0.076	0.073	8
قیمت	0.093	0.139	0.211	0.155	0.148	3
حمل و نقل	0.042	0.061	0.089	0.067	0.064	10
روش‌های	0.054	0.076	0.114	0.085	0.081	6
بهبود کیفیت	0.054	0.078	0.113	0.085	0.082	5

ماتریس انتقال از ویژگی‌های مورد نظر برخوردار بود. سپس با استفاده از آن ماتریس به دست آمده مقادیر عنصر ماکزیمم ویژه و شاخص ثبات (CI) و نرخ ثبات (CR) و شاخص تصادفی نیز از جدول آقای ساعتی به دست آمد. بردار وزن‌های بدست آمده به روش بردار ویژه و مقادیر محاسبه شده در جدول‌های (۱۰) و (۱۱) نمایش داده شده است.

همانطور که در جدول بالا نشان داده شده است متغیر سرعت تحویل دارای بیشترین اهمیت است. لازم به توضیح است که جهت اطمینان بیشتر از نتایج ماتریس مقایسه‌های سازگاری این ماتریس بررسی شد. در این روش با استفاده از روش بردار ویژه که توسط آقای ساعتی ارائه شده است (اصغرپور، ۱۳۸۵) ماتریس انتقال داده‌ها تشکیل گردید که هشتمین

جدول (۱۰): شاخص‌های محاسبه سازگاری

لانداى ماكسيم	10.58976086
CI	0.065528985
RI	1.49
CR	0.043979184

جدول (۱۱): وزن‌های محاسبه شده به روش بردار ویژه در تکنیک AHP

شاخص‌های رتبه بندی	وزن هر
کاهش بی ثباتی	0.06459449
رضایتمندی مشتری	0.075821798
کاهش زمان تاخیر	0.092518029
کاهش هزینه	0.147319998
سرعت تحویل	0.193196094
دقت اطلاعات	0.068830476
قیمت	0.140281657
حمل و نقل	0.062017105
روش‌های فناوری اطلاعات	0.077245555
بهبود کیفیت	0.078174799

کنندگان چابک و سطر آن را شش تامین کننده مورد بررسی تشکیل می‌دهد. لازم به توضیح است که نظر سنجی در مورد این تامین کنندگان با استفاده از اعداد فازی موجود در جدول ۲ انجام می‌شود. به این منظور ابتدا چند نفر از مدیرانی که با تامین کنندگان در ارتباط هستند، این ماتریس‌های سنجش شاخص را پر نموده و سپس از نظرات آنها میانگین هندسی گرفته می‌شود. در مرحله بعد با استفاده از روش نرمال سازی ساعتی داده‌های به دست آمده نرمالیزه می‌گردد. سپس با استفاده از بردار وزن بدست آمده ماتریس نرمالایز وزین شده تشکیل داده می‌شود. این ماتریس در جدول (۱۲) ارائه شده است.

با توجه به اینکه مقدار بدست آمده نرخ ثبات (CR) کمتر از ۰,۱ است، لذا می‌توان چنین بیان نمود که ماتریس مقایسه‌های از سازگاری مناسب برخوردارند. (اصغرپور، ۱۳۸۵). همان طور که در جدول بالا نشان داده شده است وزن‌های بدست آمده به روش بردار ویژه نیز شاخص‌ها را مانند وزن‌های بدست آمده به روش‌های قبلی رتبه بندی می‌نماید، ولی این اوزان از دقت بیشتری برخوردار است. در بخش بعد، با استفاده از وزن‌های بدست آمده به روش AHP برای هر شاخص‌ها سعی می‌شود شش تامین کننده مورد نظر از نظر چابکی رتبه بندی گردند. به این منظور، ابتدا ماتریسی تشکیل داده شد که ستون اول آن شامل شاخص‌های سنجش تامین

جدول (۱۲): ماتریس تصمیم‌گیری فازی نرمالیز وزین شده

	تامین کننده اول			تامین کننده دوم			تامین کننده سوم			تامین کننده چهارم			تامین کننده پنجم			تامین کننده ششم		
کاهش بی ثباتی	0.013	0.033	0.078	0.017	0.038	0.076	0.017	0.037	0.074	0.015	0.034	0.071	0.014	0.033	0.068	0.014	0.033	0.068
رضایتمندی مشتری	0.021	0.046	0.088	0.026	0.053	0.096	0.018	0.042	0.093	0.026	0.052	0.096	0.024	0.050	0.092	0.025	0.051	0.094
کاهش زمان تاخیر	0.029	0.065	0.119	0.019	0.047	0.094	0.029	0.063	0.115	0.020	0.049	0.097	0.021	0.051	0.099	0.024	0.055	0.104
کاهش هزینه	0.057	0.118	0.215	0.049	0.108	0.201	0.055	0.117	0.213	0.038	0.090	0.176	0.038	0.091	0.176	0.053	0.113	0.184
سرعت تحویل	0.064	0.139	0.265	0.039	0.098	0.204	0.068	0.144	0.271	0.062	0.135	0.259	0.046	0.112	0.225	0.059	0.132	0.253
دقت اطلاعات	0.015	0.037	0.074	0.022	0.039	0.078	0.015	0.036	0.074	0.017	0.039	0.078	0.025	0.050	0.094	0.018	0.041	0.081
قیمت	0.049	-0.139	0.204	0.029	0.073	0.156	0.035	0.083	0.172	0.045	0.097	0.193	0.041	0.092	0.186	0.051	0.106	0.207
حمل و نقل	0.017	0.037	0.074	0.018	0.033	0.068	0.018	0.038	0.076	0.016	0.037	0.073	0.017	0.038	0.075	0.019	0.040	0.079
روش‌های فناوری	0.019	0.043	0.090	0.018	0.042	0.089	0.024	0.042	0.089	0.029	0.058	0.112	0.023	0.049	0.099	0.027	0.055	0.108
بهبود کیفیت	0.023	0.050	0.098	0.015	0.039	0.080	0.020	0.046	0.091	0.020	0.046	0.091	0.028	0.057	0.108	0.021	0.046	0.092

کم نموده و در پایان ده عدد به دست آمده که غیر فازی شده‌اند را با یکدیگر جمع می‌شود. در حالت محاسبات فازی هر پارامتر مربوط به عدد فازی را از ایده آل کم نموده و به این ترتیب در نهایت ده عدد فازی برای ایده آل مثبت و ده عدد فازی برای ایده آل منفی به دست می‌آید، سپس با استفاده از روش جمع فازی این اعداد را با یکدیگر جمع نموده و در نهایت عدد حاصل غیر فازی می‌گردد. نتایج این محاسبات نشان داد که مقدار فاصله نسبی تا ایده‌آل در دو روش برای آلترناتیوها مقادیر متفاوتی را ارائه نمود. اما رتبه بندی آنها در هر دو روش محاسبات فازی و غیر فازی مقادیر یکسانی را نشان می‌دهد. نتایج نهایی حاصل از محاسبات غیر فازی و فازی در بخش بعد در جدول‌های (۱۳) و (۱۴) آورده شده است.

در ادامه بردارهای ایده آل مثبت و ایده آل منفی تعریف می‌شود. در این پژوهش، بردار وزن را به عنوان بردار ایده آل مثبت و بردار صفر را به عنوان ایده آل منفی در نظر می‌گیریم، زیرا هنگام نرمالایز کردن داده‌ها بردار ضرایب در یک مقدار کمتر از یک ضرب شده و قطعاً مقدار کوچکتری پیدا می‌کند. در قسمت بعد ماتریس فاصله تا ایده‌آل مثبت و منفی را تشکیل داده و با استفاده از آن آلترناتیوها را رتبه بندی می‌شود. لازم به توضیح است که جهت محاسبه فاصله تا ایده آل یک بار از روش محاسبه فاصله برای داده‌های غیر فازی و بار دیگر با استفاده از روش محاسبه فاصله فازی (امیری، ۲۰۱۰، یاووس، ۲۰۰۹) استفاده گردید. در حالت محاسبه به روش غیر فازی داده‌های مربوط به هر شاخص را به روش فاصله فازی از مقدار ایده آل

جدول (۱۳): جدول رتبه‌بندی گزینه‌ها به روش محاسبات غیرفازی

CCj-	تامین کننده اول	تامین کننده دوم	تامین کننده سوم	تامین کننده چهارم	تامین کننده پنجم	تامین کننده ششم
مقدار	0.6676	0.6547	0.7230	0.7117	0.6988	0.7344
رتبه	5	6	2	3	4	1

جدول (۱۴): جدول رتبه‌بندی گزینه‌ها به روش محاسبات فازی

CCj-	تامین کننده اول	تامین کننده دوم	تامین کننده سوم	تامین کننده چهارم	تامین کننده پنجم	تامین کننده ششم
مقدار	0.6682	0.6533	0.7206	0.7103	0.6977	0.7330
رتبه	5	6	2	3	4	1

چابکی خود و توان رقابتی مسیر مناسب‌تری را انتخاب نمایند. پژوهشی در سال ۲۰۰۹ توسط کانان انجام شده است که شباهت نسبی با این پژوهش دارد، اما نتایج بدست آمده از آنها با یکدیگر متفاوت است، که یکی از دلایل این امر می‌تواند استفاده از روش AHP در این پژوهش باشد. نتایج روش ISM نشان می‌دهد که شاخص سرعت تحویل و کاهش زمان تاخیر از مهمترین عوامل مؤثر بر چابکی تامین‌کنندگان است. در سطح بعدی عامل کاهش هزینه قرار دارد. با نگاهی به نمودار دسته‌بندی متغیرهای چابکی می‌توان دریافت که متغیرهای زمان تحویل و کاهش زمان تاخیر از قدرت پیش‌برندگی زیادی برخوردارند، در حالی که متغیرهای رضایت مشتری و دقت اطلاعات از وابستگی و قدرت پیش‌برندگی حداقل برخوردار هستند. همچنین، متغیرهایی که در دسته پیوند دهنده قرار دارند هم از قدرت پیش‌برندگی بالا و هم از میزان وابستگی بالایی برخوردارند. برای افزایش سطح چابکی تامین‌کنندگان با توسعه این متغیرها باید به میزان وابستگی

در جدول (۱۴) مقدارفاصله از ایده آل به روش فاصله فازی محاسبه شده است، در حالی که در جدول قبل ایده آل‌ها با استفاده از روش عددی فازی معمولی و گسسته محاسبه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود مقادیر رتبه‌بندی یکسان شده است و این نشان می‌دهد که اگر مقادیر غیرفازی شود می‌توان بازهم به نتایج آن استناد نمود.

نتیجه‌گیری

در عصر دانش، سازمان‌هایی موفق هستند که استراتژی‌های جدید مبتنی بر مزیت‌های رقابتی را به سرعت اجرا کنند و با یادگیری از بازار و مشتریان، هر جا لازم باشد فرایندها و عملیات خود را اصلاح کرده و بهبود بخشند. در این پژوهش سعی شده است، ابتدا با استفاده از مدل ساختار تفسیری عوامل مؤثر بر تامین‌کننده چابک را سطح‌بندی نموده و سپس در چارچوب یک نمودار قدرت پیش‌برندگی و وابستگی ارائه شده است. نتایج این فرآیند به تامین‌کنندگان کمک می‌کند تا بتوانند جهت افزایش سطح

تامین کننده خود از روش فوق استفاده نمایند و جهت افزایش عملکرد و چابکی تامین کنندگان بر متغیرهای پیش برنده قوی که در مدل ساختار تفسیری استخراج شده‌اند، تمرکز نمایند.

منابع:

آذر، عادل، فرجی، حجت، علم مدیریت فازی، نشر کتاب مهربان نشر، ۱۳۸۷.

اصغرپور، محمد جواد، تصمیم گیری‌های چند معیاره، انتشارات دانشگاه تهران؛ سال ۱۳۸۵.

جوانمردی، محمد، زنجیرچی، محمود، اولیا، محمد صالح، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه یزد، شناسایی تواناسازهای چابکی و بررسی ارتباط آنها با توانمندی و پیش بینی سطح چابکی با رویکرد شبکه عصبی، زمستان ۱۳۸۹.

خبوشانی اعظم، کرباسیان، مهدی، پایان نامه کارشناسی ارشد، مدیریت اجرایی، سازمان مدیریت صنعتی، ارائه مدلی جهت انتخاب تامین کننده برتر با استفاده از تولید چابک و مدل ساختار تفسیری؛ ۱۳۸۷.

Abo-Sinna, M. A., & Amer, A. H. (2005). *Extensions of TOPSIS for multi-objective large-scale nonlinear programming problems*. Applied Mathematics and Computation, 162(1), 243–256.

Alev Taskin Gumus, 2009, *Evaluation of hazardous waste transportation firms by using a two step fuzzy-AHP and TOPSIS methodology*, Expert Systems with Applications 36 (2009) 4067–4074

Bian W, Yu M. *Location analysis of reverse logistics operations for an international electrical manufacturer in Asia Pacific region using the analytic hierarchy process*. International Journal of Services Operations and Informatics 2006;1(1/2):187–201.

Bright, Daivies, Downes & Sweeting (1992). *"The development of costing techniques*

آنها توجه داشت. به طوری که با افزایش جزئی یک از این متغیرها هرگز نمی‌توان تغییری در چابکی تامین کننده ملاحظه نمود. این متغیرها باید همزمان با دیگر متغیرهای دسته خود و متغیرهای مستقل تغییر کنند. پس پیشنهاد مدل ISM ابتدا بر متغیر زمان تحویل و کاهش تاخیر است. در ادامه با استفاده از روش AHP وزن هر یک از این شاخص‌ها را تعیین نموده تا بتوان با استفاده از روش تاپسیس چند تامین کننده را از نظر سطح چابکی دسته بندی کرد. به دلیل داشتن گستردگی تصمیم گیری از محیط فازی در این پژوهش استفاده شده است. پس از تهیه مقایسه‌های زوجی سازگاری آنها مورد ارزیابی قرار گرفت که مقدار 0.043 برای نرخ ثبات سازگاری ماتریس مقایسه‌های زوجی را تایید نمود. با توجه به اوزان به دست آمده و رتبه‌بندی این عوامل با توجه به وزن آنها مشاهده شد که شاخص سرعت تحویل در این روش از وزن بیشتر و اهمیت بالاتری برخوردار است. دومین متغیر در این روش کاهش هزینه است. نتایج رتبه بندی وزنی روش AHP بسیار مشابه نتایج سطح بندی ISM است، در ادامه با استفاده از روش تاپسیس فازی شش تامین کننده رتبه بندی شدند و نتایج آنها ارائه شدند. در این رتبه بندی از دو روش محاسبات فازی و فاصله ایده آل و محاسبات غیر فازی استفاده شد و نتایج رتبه بندی به صورت یکسان بدست آمد. بر این اساس، می‌توان چنین عنوان کرد که در این پژوهش انجام عملیات ریاضی در محیط غیر فازی جهت رتبه بندی بر نتیجه تاثیر چشمگیری نداشته ولی مقادیر فاصله تا ایده‌آل متفاوت محاسبه گردید. با توجه به نتایج بیان شده می‌توان دریافت که سازمان‌ها می‌توانند جهت انتخاب

- Fliedner, G. (2003), "CPFR: an emerging supply chain tool", *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 103 No. 1, pp. 14-21.
- Goldman, S.L., Nagel, R.N. and Preiss, K. (1995), *Agile Competitors and Virtual Organisations*, Van No strand Reinhold, New York, NY.
- Govindan Kannana*, Shaligram Pokharel b, P. Sasi Kumarc(2009), *A hybrid approach using ISM and fuzzy TOPSIS for the selection of reverse logistics provider*, *Resources, Conservation and Recycling* 54 (2009) 28–36.
- Gunasekaran A, Patel C, Tirtiroglu E. *Performance measures and metrics in a supply chain environment*. *International Journal of Production and Operations Management*2001;21(1/2):71–87.
- Holweg , M. and Pil, F.K. (2001), "Successful build-to-order strategies start with the customer", *Sloan Management Review*, Vol. 43 No. 1, pp. 74-83.
- Horngren, C.T. S.M. Datar, and G. Foster. (2003). *Cost Accounting: A Managerial Emphasis*. Prentice-Hall.
- Jharkharia, S. and Shankar, R. (2004), "IT enablement of supply chains: modeling the enablers", *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 53 No. 8, pp. 700-12.
- Kannan G, Haq AN, Sasikumar P, Arunachalam S. *Analysis and selection of green suppliers using interpretative structural modeling and analytic hierarchy process*. *International Journal of Management and Decision Making* 2008;9(2): 163–82.
- Lee, A. H. I., Chen, W.-C., & Chang, C.-J. (2008). *A fuzzy AHP and BSC approach for evaluating performance of IT department in the manufacturing industry in Taiwan*. *Expert Systems with Applications*, 34(1), 96–107.
- Mandal, A. and Deshmukh, S.G. (1994), "Vendor selection using interpretive structural modeling (ISM)", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 14 No. 6, pp. 52-9.
- Mandal, A., & Deshmukh, S. G. (1994). *Vendor selection using Interpretive Structural Modeling (ISM)*. *International Journal of Operations and Production Management*, 14(6), 52–59.
- and practices: A UK study", *Management Accounting Research*, 3.
- Chan, F.T.S., Qi, H.J., Chan, H.K., Lau, H.C.W. and Ip, R.W.L. (2002), "A conceptual model of performance measurements of supply chain", *Management Decisions*, Vol. 41No. 7, pp. 635-42.
- Chang, C.-W., Wu, C.-R., & Chen, H.-C. (2008). *Using expert technology to select unstable slicing machine to control wafer slicing quality via fuzzy AHP*. *Expert Systems with Applications*, 34(3), 2210–2220.
- Chang, D. Y. (1996). *Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP*. *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649–655.
- Chen C-T, Lin C-T, Huang S-F. *A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management*. *International Journal of Production Economics*2006;102:289–301.
- Cheng, C. H. (1997). *Evaluating naval tactical missile systems by fuzzy AHP based on the grade value of membership function*. *European Journal of Operational Research*, 96(2), 343–350.
- Chia-Chi Sun,2010, *A performance evaluation model by integrating fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods*, *Expert Systems with Applications* 37 (2010) 7745–7754.
- Christopher, M. (1992), *Logistics & Supply Chain Management*, Pitmans, London.
- Christopher, M. and Towill, D. (2001), "An integrated model for the design of agile supply chains", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 31 No. 4, pp. 235-46.
- Christopher. and Towill, D. (2001), "An integrated model for the design of agile supply chains", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 31 No. 4, pp. 235-46.
- Dove, R. (1999), "Knowledge management, response ability and the agile enterprise", *Journal of Knowledge Management*, Vol. 3 No. 1, pp. 1-17.
- Fatemeh Torfi a, Reza Zanjirani Farahani,(2010), *Fuzzy AHP to determine the relative weights of evaluation criteria and Fuzzy TOPSIS to rank the alternatives*, *Applied Soft Computing* 10 (2010) 520–528

- Managing Supply Chain*, Tata McGraw-Hill, New Delhi.
- Vickery, S. K., Calantone, R., & Droge, C. (1999). *Supply chain flexibility: An empirical study*. The Journal of Supply Chain, 35(3), 16–24.
- Waddell, D., & Sohal, A. S. (1998). *Resistance: A constructive tool for change management*. Management Decision, 36(8), 543–548.
- Warfield, J. W. (1974). *Developing interconnected matrixes in structural modeling*. IEEE Transcript on Systems, Men and Cybernetics, 4(1), 51–81.
- Yang, T., & Hung, C.-C. (2007). *Multiple-attribute decision making methods for plant layout design problem*. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 23(1), 126–137.
- Yu, C. S. (2002). *A GP-AHP method for solving group decision-making fuzzy AHP problems*. Computers and Operations Research, 29, 1969–2001.
- Yusuf, Y. Y., Gunasekaran, A., Adeleye, E. O., & Sivayoganathan, K. (2004). *Agile supply chain capabilities: Determinants of competitive objectives*. European Journal of Operational Research, 159, 379–392.
- Yusuf, Y. Y., Sarhadi, M., & Gunasekaran, A. (1999). *Agile manufacturing: The drivers, concepts and attributes*. International Journal of Production Economics, 62, 33–43.
- Mason-Jones, R. and Towill, D.R. (1999), “*Total cycle time compression and the agile supply chain*”, International Journal of Production Economics, pp. 61-73.
- Milani AS, Shanian A, Madoliat R. *The effect of normalization norms in multiple attribute decision making models: a case study in gear material selection*. Structural Multidisciplinary Optimization 2005;29(4):312–8.
- Musee, N., Lorenzen, L., & Aldrich, C. (2006). *An aggregate fuzzy hazardous index for composite wastes*. Journal of Hazardous Materials, 137(2), 723–733.
- Omar, K.; Shohong W. *Information technology enables meta-management for virtual organizations*, International Journal of Production Economics, (75), pp. 127-134, (2002).
- Sasikumar P, Kannan G. *Issues in reverse supply chain, part II: reverse distribution issues – an overview*. International Journal of Sustainable Engineering 2008b;1(4):234–49.
- Shih H-S, Shyur H-J, Lee ES. *An extension of TOPSIS for group decision making*. Mathematical and Computer Modelling 2007;45:801–13.
- Shih, H.-S., Shyur, H.-J., & Stanley Lee, E. (2007). *An extension of TOPSIS for group decision making*. Mathematical and Computer Modelling, 45(7–8), 801–813.
- Simchi-Levi, D., Kaminski, P., Simchi-Levi, E. and Shankar, R. (2008), *Designing and*