مروری بر کاربردهای محاسبات نرم در مدیریت زنجیره تأمین

حسین غفاری توران[1]
مرکز مطالعات و پژوهشهای لجستیکی دانشگاه جامع امام حسین (ع)
(تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۶/۹ ، تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۷/۲۸)

چکیده

امروزه برای شرکت‌های جهانی به وضوح مشخص شده که مدیریت زنجیره تأمین، یکی از شایستگی‌های محوری هر سازمان برای رقابت در بازار است. استراتژی‌های سازمانی عمدتاً بر بهبود سطح خدمات به مشتریان و همچنین کاهش هزینه‌های عملیاتی به منظور حفظ حاشیه سود تمرکز دارد. لذا عملکرد زنجیره تأمین، توجه محققان و پژوهشگران این حوزه را به خود جلب نموده است.

انواع روش‌ها و تکنیک‌های محاسبات نرم ازجمله منطق فازی و الگوریتم ژنتیک به منظور بهبود اثربخشی و کارآیی در حوزه‌های مختلف مدیریت زنجیره تأمین به کار گرفته شده‌اند. در همین حال، تعداد فزاینده‌ای از مقالات منتشر شده در رابطه با موضوعات مرتبط مورد بحث قرار گرفته است.

هدف این مقاله، خلاصه نمودن یافته‌ها با مرور سیستماتیک مقالات پژوهشی موجود، در زمینه کاربرد روش‌ها و تکنیک‌های محاسبات نرم در مدیریت زنجیره تأمین است. برخی از حوزه‌های مدیریت زنجیره تأمین که در مقالات بررسی شده کمتر به آنها پرداخته شده است، نظیر مدیریت ارتباط با مشتری و لجستیک معکوس به عنوان تحقیقات آتی پیشنهاد شده است.

واژه‌های کلیدی: محاسبات نرم[2]، لجستیک[3]، مدیریت زنجیره تأمین[4].

۱- مقدمه

از تکنیک‌ها و روش‌های مختلفی برای حل مشکلاتی که در بخش‌ها و حوزه‌های مختلف و متغیر زنجیره تأمین رخ می‌دهند، استفاده شده است. همان‌طور که کاربردهای بیشتری از محاسبات نرم معرفی و مورد استفاده قرار می‌گیرد، تعداد مقالاتی که به طراحی و به‌کارگیری این روش‌ها و تکنیک‌ها در راه‌حل‌های مورد نیاز زنجیره تأمین کمک می‌کند، در حال افزایش می‌باشد. این مقاله، بررسی روش‌های رایج محاسبات نرم که در مدیریت زنجیره تأمین به کار گرفته شده‌اند، کاوش در روندهای جاری تحقیق و پژوهش در این حوزه و شناسایی فرصت برای تحقیقات آتی را در کانون توجه خود قرار داده است.

موضوعات اصلی که مورد توجه قرار می‌گیرند عبارتنداز:

مشکلات اصلی در زنجیره تأمین که با استفاده از روش‌های محاسبات نرم مورد بررسی قرار گرفته‌اند چیست؟

چه روش‌هایی برای حل این مشکلات مورد استفاده قرار گرفته است؟

یافته‌ها و دستاوردهای امروز آنها چیست؟

موانع عمده‌ای که تاکنون بر سر راه بوده‌اند کدامند و چگونه می‌توان آنها را برطرف نمود؟

این مقاله در پنج بخش سازماندهی شده است. پس از مقدمه در بخش اول، در بخش دوم و سوم تکنیک‌ها و روش‌های محاسبات نرم و مدیریت زنجیره تأمین به طور خلاصه مطرح می‌شوند. بخش چهارم متدولوژی (روش‌شناسی) پژوهشی مورد استفاده در این مقاله را توصیف می‌کند. بخش پنجم تحقیقات موجود درباره استفاده از روش‌های محاسبات نرم در زمینه‌های گوناگون مدیریت زنجیره تأمین را مورد بررسی قرار می‌دهد و سپس یافته‌های کلیدی در قالب نتیجه‌گیری ارائه می‌شود. در نهایت، خلاصه‌ای از مطالعات موجود در زمینه تحقیقات آتی مورد بحث قرار می‌گیرد.

۲- محاسبات نرم

محاسبات نرم، مجموعه‌ای از روش‌های منحصر به فرد نظیر سیستم‌های خبره[۵]، منطق فازی[۶]، شبکه‌های عصبی[۷] و الگوریتم‌های تکاملی[۸] است که قابلیت پردازش اطلاعات را برای حل مشکلات واقعی (در زندگی روزمره) و با انعطاف‌پذیری بالا فراهم می‌کند. از جمله مزایای به‌کارگیری محاسبات نرم، قابلیت آن برای در نظر گرفتن عدم دقت، عدم قطعیت و حقیقت نسبی برای رسیدن به انعطاف و ثبات بیشتر در شبیه‌سازی رفتار تصمیم‌گیری انسان، با هزینه پایین است[۱].

به عبارت دیگر، محاسبات نرم مجالی را برای نشان دادن ابهام در تفکر انسان به همراه عدم قطعیت در زندگی واقعی فراهم می‌کند [۲]. روش‌های عمده محاسبات نرم در ادامه ارائه شده است.

۲-۱- منطق فازی

تئوری مجموعه‌های فازی توسط لطفی‌زاده در سال ۱۹۶۵ بنا شده است. در دهه ۱۹۷۰ مجموعه کاملی از تئوری‌ها که مبتنی بر شواهدی از اطلاعات استخراج شده از منابع مختلف بودند، توسط گلن شفر ارائه گردید [۳]. در این تئوری‌ها یک چارچوب ریاضی طراحی شده بود تا بیانگر عدم قطعیت در درک و تصور از ابهام، عدم قطعیت، حقیقت نسبی و عدم وجود اطلاعات باشد[۴].

به عنوان تئوری پایه محاسبات نرم، منطق فازی قدرت ریاضیاتی لازم را برای تقلید از فرآیندهای تفکر و ادراک فراهم می‌کند [۵]. سیستم‌های فازی نه تنها در مواجهه با سیستم‌های بسیار پیچیده، مفید واقع می‌شوند، بلکه در شرایطی که راه حل تقریبی موجهی نیز وجود دارد، مورد استفاده قرار می‌گیرند [۳]. برای فرآیندهای کیفی، نامطمئن، پیچیده و فاقد دقت، سیستم منطق فازی را می‌توان به خوبی مورد استفاده قرار داد؛ چرا که فرآیندی نظیر فکر کردن انسان را از خود نشان می‌دهد [۶].

منطق فازی مفهوم منطق چند ارزشی ریاضیاتی است که از تئوری مجموعه فازی پیروی می‌کند. هدف آن رسمی و معتبر نمودن مکانیسم‌ها و ساز و کارهای استدلال تقریبی است. منطق فازی به طور گسترده در حوزه‌های مختلف به کارگرفته شده است. کنترل فازی یکی از نمونه‌های بارز آن می‌باشد. در کنترل فازی، داده‌ها توسط متغیرهای زبانی مشخص شده و دانش خبره (قوانین اگر ... آنگاه) که از این متغیرها استفاده می‌کند مبتنی بر همین قوانین نگاشته می‌شوند و تشکیل پایگاه قوانین را می‌دهد. در کنترل فازی از این پایگاه‌ها برای استنتاج منطقی، جهت تأمین اهداف کنترلی استفاده می‌شود [۷]. یکی از دلایل موفقیت منطق فازی این است که قوانین، مقادیر و متغیرهای زبانی، موتور سیستم را قادر می‌سازد تا دانش انسان را به عبارات یکپارچه قابل ارزیابی توسط کامپیوتر ترجمه و تبدیل کند[۴]. عملیات بر روی داده از نظر زبانی، از جمله موارد کلیدی در تئوری مجموعه‌های فازی است.

منطق فازی یکی از روش‌های محاسبات نرم است که می‌تواند علی‌رغم وجود ورودی‌ها و دانش پایه غیردقیق، پاسخ‌های سریع، ساده و اغلب با تقریب قابل قبول را به عنوان راه‌حل‌های دلخواه ارائه دهد. منطق فازی با نظریه احتمال تفاوت دارد؛ چرا که منطق فازی قطعی است و نه احتمالی. عدم دقت با مجموعه‌های فازی، متغیرهای زبانی، توابع عضویت، استنتاج و خروج از حالت فازی[۹] مدل می‌شود. تمام این مفاهیم به شیوه‌ای کاملاً قطعی در نظر گرفته می‌شوند. انواع مختلفی از منطق فازی رسمی، تئوری مجموعه‌های فازی و سیستم‌های کنترل فازی وجود دارد. به عنوان مثال، به عدم قطعیت در توابع عضویت در تئوری مجموعه‌های فازی، نظیر عدم قطعیت درباره مقدار دقیق تابع عضویت، تحت عنوان مجموعه‌های فازی نوع ۲ پرداخته می‌شود [۸]. عملکردهای منطق فازی (مانند عملگر «و» ، «یا»، «ضد» فازی) و خروج از حالت فازی (مانند تبدیل مجموعه فازی به مقداری معین) می‌تواند به شیوه‌های مختلف مدل شده و همچنان به طور گسترده مورد

بحث و جدل واقع شوند. نمونه بارز و نمایانگر سرعت در حال رشد و پیچیدگی روز افزون منطق فازی، عملگر t-norm است که از جمله عملگرهای غیرکلاسیک بوده و برای تفسیر اجتماعات فازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. استوا و همکاران مجموعه‌ای از t-norm منطق فازی را مورد مطالعه و بررسی قرار داده‌اند [۹].

در حوزه مدل‌سازی داده‌ها، مجموعه‌های فازی نه تنها از طریق توسعه مفاهیم انتزاعی و قوانین فازی به تدریج توسعه یافته و به حیطه خلاصه‌سازی داده‌ها کشیده شده‌اند، بلکه برای تشخیص الگوها نیز به کار گرفته می‌شوند، نظیر الگوریتم-های خوشه‌بندی فازی [۱۰]. علاوه بر این، الگوریتم‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی برای پیکره‌بندی دوباره شبکه‌ها توسعه داده شده‌اند. استفاده به عنوان ابزار اثبات مفاهیم و موفقیت در حل مسائل چند معیاره از دیگر پیشرفت‌های حاصل شده در این حوزه است [۱۱].

۲-۲- شبکه عصبی

شبکه عصبی عبارت است از یک چارچوب پردازش اطلاعات توزیع شده که از تعدادی واحدهای پردازش غیرخطی به نام نورون[۱۰] تشکیل شده است. نورون‌ها به عنوان یک پردازنده ریاضیاتی، عملیات ریاضی خاص را بر روی ورودی‌ها انجام می‌دهند که این امر منجر به تولید خروجی‌ها می‌شود [۱۲]. شبکه عصبی می‌تواند توسط الگوهای شناخته شده آموزش داده شود و الگوهای ناقص را با شبیه‌سازی فرآیندهایی نظیر فرآیندهای مغز انسان در شناسایی اطلاعات، کامل نموده و اختلالات اطلاعاتی را از بین ببرد و اطلاعات را به درستی بازیابی نماید[۱۳].

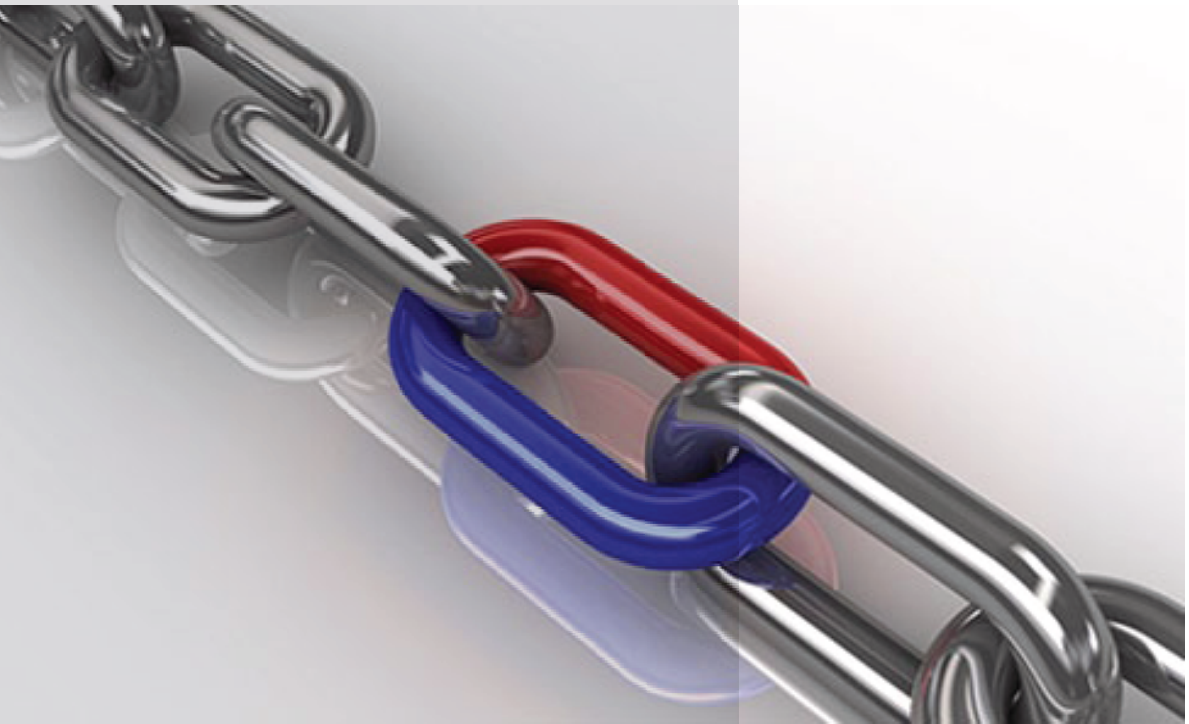
از نظر مدل‌سازی، پیشرفت‌های قابل توجهی در چند دهه اخیر در جهت بهبود شبکه‌های عصبی مصنوعی حاصل شده است. شبکه‌های عصبی مصنوعی از سیستم‌هایی به شدت متصل به هم به نام نورون تشکیل شده‌اند که رفتار ساده‌ای دارند، اما زمانی که به یکدیگر متصل می‌شوند، قادر به حل مشکلات پیچیده می‌شوند. ایجاد تغییرات بیشتر می‌تواند منجر به افزایش کارآیی این گونه سیستم‌ها شود[۱۳].

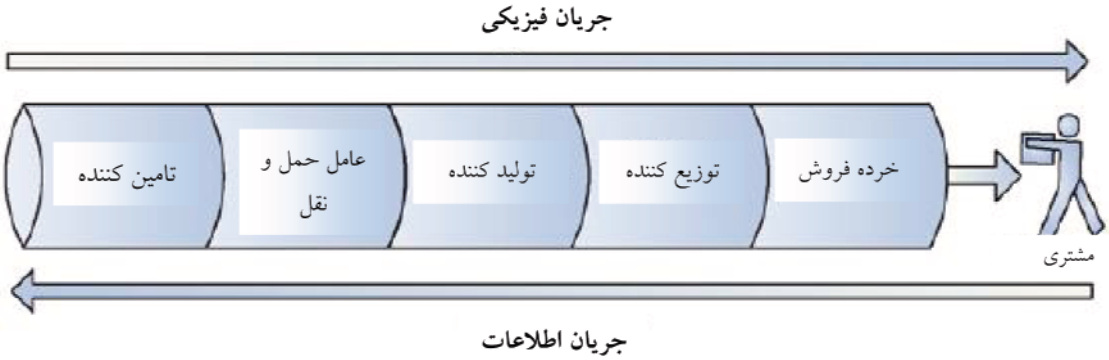
شبکه‌های عصبی و سیستم‌های فازی که معمولاً به عنوان عوامل هوش مصنوعی در نظر گرفته می‌شوند، نقایص و کاستی‌های خاص خود را دارند. برخی از این کاستی‌ها را می‌توان با تلفیق عملیات منطق فازی با شبکه‌های عصبی و یا طبقه‌بندی شبکه‌های عصبی به سیستم‌های فازی برطرف نمود[۱۳]. در واقع، محققان متعددی در حال حاضر منطق فازی را با شبکه‌های عصبی با عنوان سیستم‌های عصبی- فازی ترکیب نموده‌اند [۱۴].

۲-۳- الگوریتم ژنتیک[۱۱]

الگوریتم‌های تکاملی با هدف تقلید از فرآیندهای موجود در چرخه تکامل طبیعی ابداع شدند. در موجودات زنده تکامل در کروموزوم‌ها - دستگاه‌های پویا و آلی برای رمزگذاری ساختار موجودات زنده- رخ می‌دهد. فرآیند بدین صورت است که کروموزوم‌هایی که موفق به بازتولید ساختارهایی با تناسب بیشتر شده‌اند به طور طبیعی انتخاب می‌شوند و دیگر کروموزوم‌ها که در بین بازتولیدات آنها ساختارهای معیوب وجود دارد از فرآیند خارج می‌شوند. با استفاده از مکانیزم‌های رمزگذاری و بازتولید ساده، الگوریتم قادر خواهد بود رفتارهای پیچیده از خود بروز دهد و مشکلات بسیار دشوار را حل نماید[۱۵].

الگوریتم ژنتیک زیرمجموعه‌ای از مجموعه وسیع تکنیک‌های الگوریتم‌های تکاملی (EA) است. الگوریتم ژنتیک در اواسط دهه ۱۹۶۰ توسط جان هالند نام‌گذاری و معرفی شد. سپس لاورنس فوگل بخش مربوط به برنامه‌نویسی تکاملی آن را توسعه بخشید و اینگوچنبرگ و هانس پال شوفل استراتژی تکامل را ارائه نمودند. در حل و فصل مشکلات پیچیده که تعداد کمی از آنها شناخته شده بودند، کار پیشگام و مبدع آنها، زمینه‌ساز توسعه روش‌های گسترده و متنوعی برای بهینه سازی شد[۴]. متعاقباً الگوریتم ژنتیک توسط دی جانگ و گلابرگ مورد مطالعه قرار گرفت. سایرین نظیر دیویس، اشلمن، فارت، کوزا، ریولا و چند نفر دیگر از الگوریتم ژنتیک به دفعات در





شکل(۱): مفهوم زنجیره تأمین

حوزه بهینه‌سازی استفاده نمودند[۱۶].

براساس اصول تکامل طبیعی، الگوریتم ژنتیک روشی با ثبات و با قابلیت تطبیق بالا است که می‌توان از آن برای حل مسائل بهینه‌سازی و جستجو بهره گرفت[۱۷]. نظر به توانایی بالای الگوریتم ژنتیک در تولید جواب‌های نزدیک به بهینه، پژوهشگران و محققان سراسر جهان به آن بسیار علاقه‌مند شده‌اند [۱۸]. علاوه بر این، با شبیه‌سازی برخی از رفتارهای تکامل زیستی، الگوریتم ژنتیک می‌تواند مسائلی را که روش‌های جستجو و بهینه‌سازی سنتی با اثربخشی کمتری حل می‌کند، با قابلیت اطمینان بالایی حل نماید. بنابراین، الگوریتم ژنتیک ازجمله تکنیک‌های مورد تأیید است که تا به حال در طیف گسترده‌ای از زمینه‌های کاربردی مورد استفاده قرار گرفته است[۵].

قابلیت و توانمندی استفاده از الگوریتم ژنتیک در مسائل موجود در واقعیت (زندگی واقعی) در دهه اخیر بسیار بهبود یافته است[۱۵]. کاربردهای این تکنیک در قسمت‌های بعد، بیشتر مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۳- مدیریت زنجیره تأمین

کریستوفر [۱۹]مدیریت زنجیره تأمین را به عنوان مدیریت روابط بالادستی و پایین‌دستی با تأمین‌کنندگان و مشتریان، با هدف تأمین نیاز مشتری نهایی با بالاترین ارزش و پایین‌ترین هزینه در طول زنجیره تأمین تعریف نمود. هریسون و هوک [۲۰] مدیریت زنجیره تأمین را به عنوان برنامه‌ریزی و کنترل تمام فرآیندهایی که شرکای زنجیره تأمین را به یکدیگر ارتباط می‌دهد تا نیازهای مشتریان نهایی تأمین گردد، تلقی نموده‌اند.

لجستیک به عنوان یکی از زیرفرآیندهای مدیریت زنجیره تأمین، کلیه فرآیندهای برنامه‌ریزی، اداره و کنترل انباشت و ذخیره‌سازی کالا بین تولید کننده و مصرف کننده را دربر می‌گیرد [۱۷]. راشتون و همکاران [۲۱] تعریف دیگری از لجستیک ارائه داده‌اند که عبارت است از مدیریت استراتژیک جابه‌جایی، انبارش و اطلاعات مربوط به مواد، قطعات و محصولات نهایی در زنجیره تأمین، از طریق مراحل تدارک، کار در حال پیشرفت و توزیع نهایی.

همان‌طور که در شکل (۱) نشان داده شده است، مفهوم زنجیره تأمین همانند خط لوله‌ای است که با به‌کارگیری مضامین لجستیکی، محصول نهایی را از حلقه‌های مختلف زنجیره تأمین عبور داده و به دست مشتری نهایی می‌رساند[۲۱]. زنجیره تأمین به همکاری نزدیک تأمین کننده بالادستی، عامل حمل و نقل، تولید کننده تا توزیع کنندگان، شرکت‌های خدمات لجستیکی (3PL)[۱۲] و خرده‌فروشان در پایین دست، توجه ویژه دارد. در واقع، هدف زنجیره تأمین، تولید و توزیع کالا و محصولات به مقدار مناسب، در مکان مناسب و در زمان مناسب به منظور کمینه‌سازی هزینه-های کلی با حفظ رضایت مشتری است. چالش‌های موجود در فرآیندهای لجستیکی و شبکه‌های زنجیره تأمین، موضوعی است که در قسمت‌های بعد به آنها پرداخته خواهد شد.

۴- متدولوژی (روش‌شناسی)

متدولوژی این تحقیق شامل مرور و بررسی مقالات در

زمینه روش‌های محاسبات نرم است که در فرآیندهای مرتبط با مدیریت زنجیره تأمین مورد استفاده واقع شده‌اند.

۴-۱- منابع و روش تحقیق

پایگاه‌های داده‌ای که در این مطالعه مورد جستجو قرار گرفته‌اند، عبارتنداز: ساینس دیرکت (Science Direct)، امرلند (Emerland)، پروکوئست (Pro Quest)، اینسپک (Inspec) و کامرندکس (Comrendex). مقالات مطالعه شده از میان بیش از ۴۰ مجله و نشریه معتبر خاص در پایگاه‌های اطلاعاتی ذکر شده انتخاب شده‌اند.

در ابتدا، دو گروه کلید واژه برای جستجو و بازجویی مقالات در موضوعات مورد نظر در هر یک از پایگاه‌های داده‌ای منتخب مورد استفاده واقع شد. گروه اول کلید واژه‌ها شامل عبارات: محاسبات نرم، هوش مصنوعی، شبکه عصبی، منطق فازی، محاسبات تکاملی و الگوریتم ژنتیک می‌شد. گروه دوم کلید واژه‌ها شامل عبارات: زنجیره تأمین، حمل و نقل، لجستیک، پیش‌بینی و موجودی بود. با توجه به انگیزه و علاقه خاص موجود در زمینه چگونگی اعمال و به‌کارگیری روش‌ها و تکنیک‌های محاسبات نرم در مدیریت زنجیره تأمین، مطالعات تجربی و گوناگون منتشره از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۸ برای تجزیه و تحلیل بیشتر در دستور کار قرار گرفت. علاوه بر این، بخش منابع و مراجع مقالات بازیابی شده، برای گردآوری مطالعات مرتبط مورد بررسی و بازبینی قرار گرفت. در نهایت، ۱۶۳ مقاله که در قسمت منابع به مجلات و نشریات آنها ارجاع داده شده است، انتخاب و مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت.

۴-۲- گستره تحقیق (دامنه تحقیق)

مفهوم مدیریت زنجیره تأمین توسط محققان و پژوهشگران بسیاری، از دیدگاه‌های مختلف مورد تحلیل و بررسی واقع شده است. به هر حال پرداختن به کلیه مسائل و جزئیات، خارج از محدوده مورد نظر این مقاله است. هدف این مقاله مرور و مطالعه هر چه فشرده‌تر مقالات موجود در این زمینه بوده و عمدتاً بر روی مسائل مربوط به مدیریت، تمرکز دارد. مطالعات با موضوعات غیرمرتبط با مدیریت، خارج از حوزه تحقیق حاضر است. برخی از این حوزه‌ها عبارتنداز: روباتیک و اتوماسیون، پیش‌بینی جریان ترافیک، سیاست‌های حمل و نقل عمومی، کنترل ترافیک، تحلیل جریان و الگوی ترافیک.

تکنیک‌ها و روش‌های محاسبات نرم و به کارگیری آنها در سال‌های اخیر به طور چشم‌گیری توسعه یافته است. روش‌های ارائه شده در بخش دو در کانون توجه و تمرکز این مطالعه هستند.

۴-۳- چارچوب

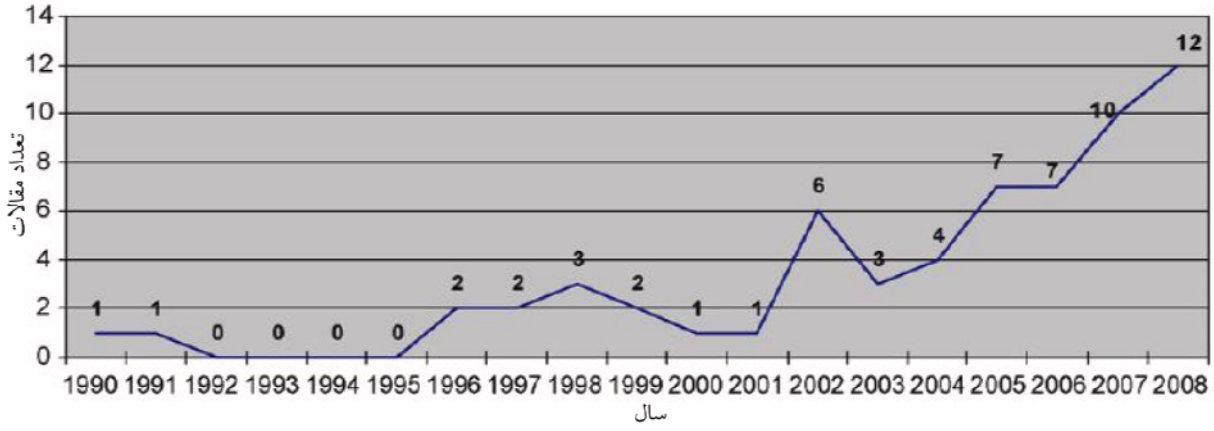
چارچوب مورد استفاده در این تحقیق، توسط انجمن جهانی زنجیره تأمین (GSCF)[۱۳] تعیین و طراحی شده [۲۴-۲۲] و توسط شورای مدیریت لجستیک (GLM)[۱۴] مورد حمایت و پشتیبانی قرار گرفته است. (از سال ۲۰۰۵ آن را شورای مدیریت زنجیره تأمین حرفه‌ای (CSCMP)[۱۵] خطاب می‌کنند.)

فرآیندهای هشتگانه مدیریت زنجیره تأمین که در زیر آمده، توسط انجمن جهانی زنجیره تأمین دسته‌بندی شده است:

- مدیریت جریان تولید
- تأمین سفارش
- مدیریت تقاضا
- مدیریت روابط با تأمین کنندگان
- توسعه محصول و تجاری‌سازی
- مدیریت بازگشتی‌ها
- مدیریت خدمات به مشتریان
- مدیریت روابط با مشتریان

۵- فرآیندهای موضوع هدف

جهت ارجاع مقالات به فرآیندهای هشتگانه مدیریت زنجیره تأمین که توسط انجمن جهانی زنجیره تأمین دسته‌بندی

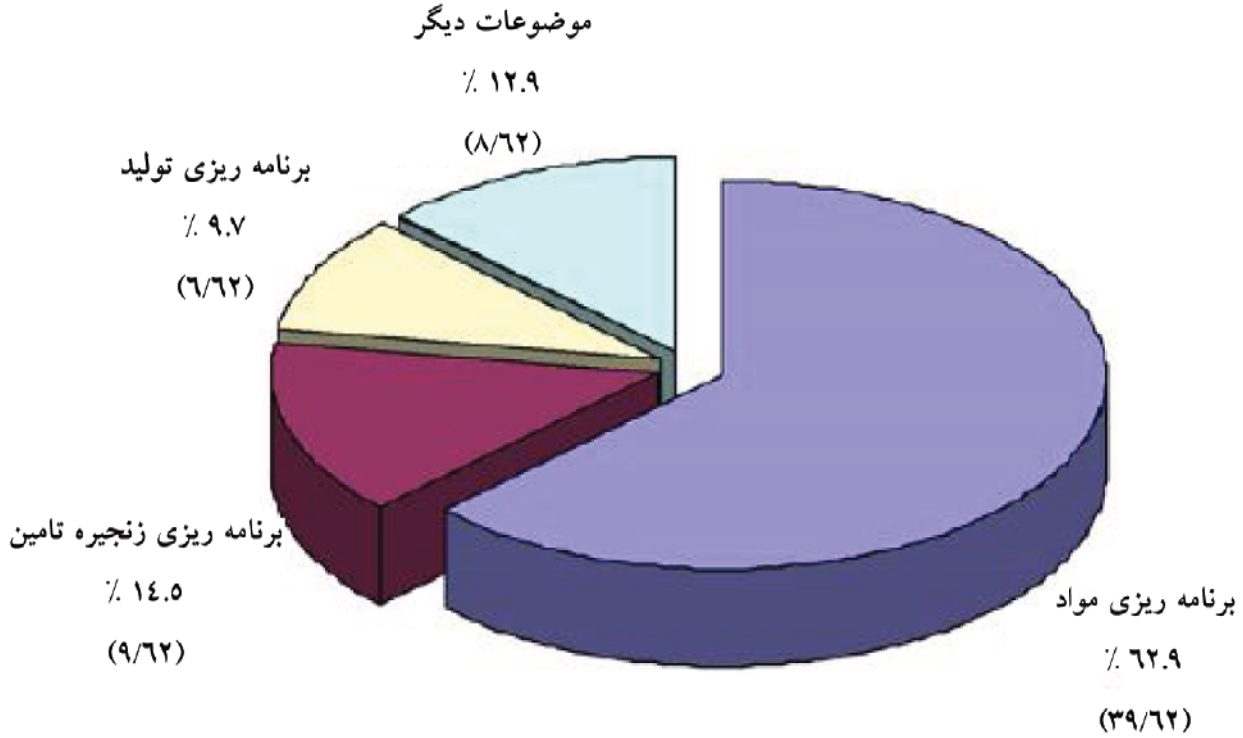


شکل (۲): تعداد مقالات در حوزه مدیریت جریان تولید

شده، مرور و بررسی مقالات منتخب برای این مطالعه، در قالب قسمت‌هایی که در ادامه می‌آید طبقه‌بندی شده است.

۵-۱- مدیریت جریان تولید

چالش‌های موجود در زمینه بهبود عملکرد تولید، توجه بسیاری از محققان را به استفاده از روش‌ها و تکنیک‌های



شکل(۳): توزیع مقالات در زیرفرایندهای مدیریت جریان تولید

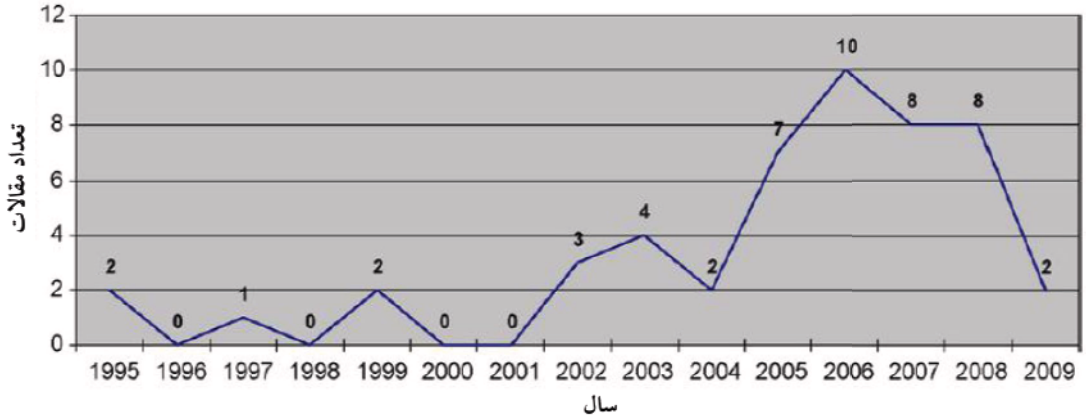
مختلف محاسبات نرم جلب نموده است. این موضوع با بررسی بیش از ۶۰ مقاله در حوزه تولید که در این مقاله از آنها استفاده شده است، روشن می‌شود.

همان‌طور که در شکل (۲) ملاحظه می‌شود، اولین مقاله در ارتباط با کاربرد محاسبات نرم در مدیریت جریان تولید در سال ۱۹۹۰ پذیرفته شده است. تا پیش از سال ۲۰۰۱، تنها آثار انگشت شماری در این حوزه وجود داشت. با این وجود، شکل (۲) نشان دهنده افزایش مداوم مقالات از سال ۲۰۰۳ است که این مقدار در سال ۲۰۰۸ به اوج خود می‌رسد. همان‌گونه که شواهد نشان می‌دهد می‌توان با قطعیت اذعان نمود که در آینده نزدیک مطالعات بیشتری در این زمینه صورت خواهد گرفت.

۵-۱-۱- برنامه‌ریزی مواد / مدیریت موجودی[۱۶]

در مطالعات اخیر، سیستم‌های خبره برای برنامه‌ریزی و کنترل موجودی مورد استفاده قرار گرفت [۳۱-۲۷] . سپس از منطق فازی و شبکه عصبی در صنعت استفاده شد که توسط دوولف مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت[۶]. لی و همکاران [۳۲] مدل فازی را جهت حل مسأله موجودی تک دوره‌ای طراحی کردند. اخیراً مسائل معمولی در ارتباط با موجودی نظیر مقدار سفارش، در مسأله نقطه مجدد سفارش و یا موجودی دو ظرفی، با توسعه مدل‌های موجودی چند هدفه حل شده‌اند[۳۸-۳۳].

مسأله زمان‌بندی مقدار سفارش اقتصادی نیز با رویکردی



شکل (۴): تعداد مقالات ارائه شده در زمینه تأمین سفارشات

ابتکاری مبتنی بر الگوریتم ژنتیک حل شده است [۴۰-۳۹]. همچنین مطالعات معدودی بر سفارش فازی و مسأله مقدار تولید با / بدون کمبود متمرکز شده است[۴۸-۴۱].

تحقیقات اولیه در زمینه طبقه‌بندی موجودی چندمعیاره توسط گوینروارل انجام شد [۴۹]. بعدها مدل موجودی چندکالایی برای حل مسأله چند خریدار با بازپرسازی مشترک [۵۱ و ۵۰] ، مسأله کاهش هزینه اقلام فاسد شدنی [۵۲] و مسأله انتخاب تأمین کنندگان [۵۳]، فرموله و طراحی شد.

کوچل و نایلندر [۵۴] نشان دادند که می‌توان از روش بهینه‌سازی مبتنی بر شبیه‌سازی در سیستم‌های موجودی دارای چند مکان با موفقیت استفاده کرد. چنگ و همکاران [۵۵] برای بهینه‌سازی مشترک مسأله یک تأمین کننده و چند خریدار، مدلی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک ارائه نمودند. مدل تصمیم‌گیری فازی نیز برای تحلیل و ارزیابی عامل موازنه بین سطح خدمات به مشتریان و هزینه‌های موجودی توسعه یافت[۵۶]. از این مدل برای حل مسأله موجودی با متغیرهای تصادفی فازی نیز بهره گرفته شد[۵۷]. لی و کو [۵۸] سیستم پشتیبان از تصمیم‌گیری مبتنی بر شبکه عصبی فازی را برای مدیریت موجودی لوازم یدکی خودرو طراحی نمودند. علاوه بر این، وو و شو [۵۹] یک شبکه عصبی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک را جهت کاهش هزینه‌های لجستیک قطعات یدکی ابداع نمودند. دیگر موضوعات مرتبط با موجودی که مورد توجه محققان و پژوهشگران می‌باشند، عبارتند از: مسأله مدیریت موجودی توسط خریدار (VMI)[۱۷] [۶۱ و ۶۰]، تحلیل ABC [۶۲]، بهینه سازی هزینه حمل و نقل و هزینه موجودی [۶۳]، مسأله تخصیص فضای انبار [۶۴] و تعیین سطح موجودی پایه در زنجیره تأمین[۶۵].

۵-۱-۲- برنامه‌ریزی زنجیره تأمین (SCP)[۱۸]

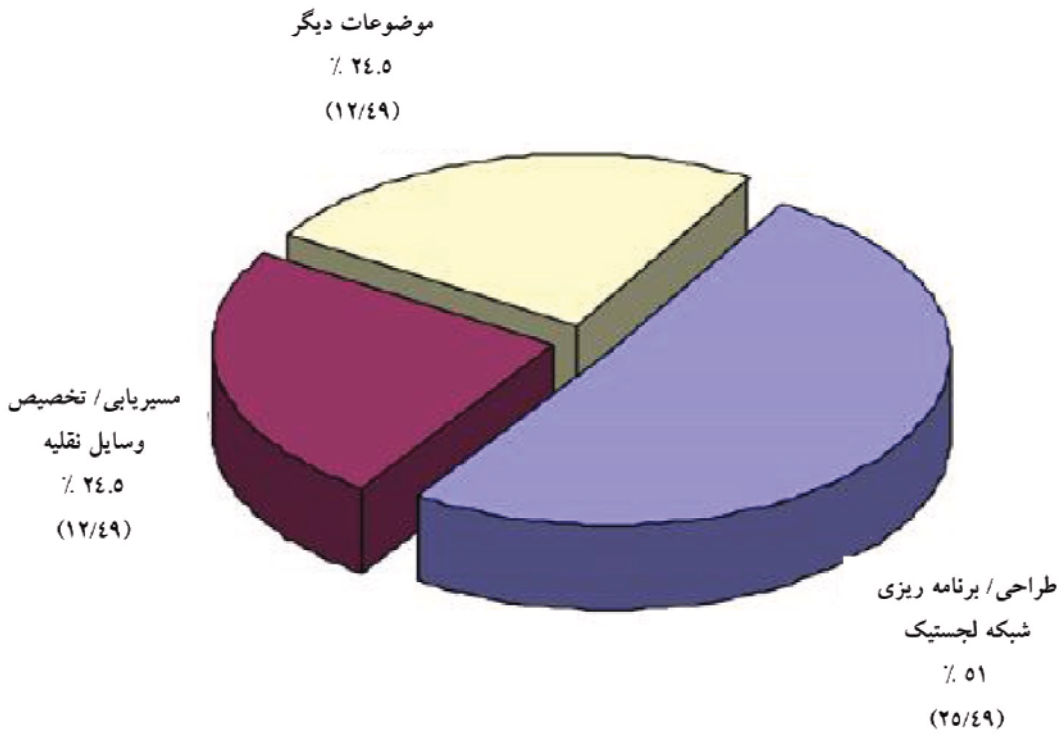
برنامه‌ریزی زنجیره تأمین شامل هماهنگ‌سازی و بهینه‌سازی فعالیت‌های چندگانه بنگاه از تأمین مواد خام اولیه گرفته تا تحویل محصول نهایی به مشتری نهایی می‌شود. [۶۶] از الگوریتم ژنتیک و شبکه‌های عصبی مصنوعی جهت استنتاج راه‌حل‌های بهینه در برنامه‌ریزی زنجیره تأمین استفاده می‌شود [۷۰-۶۷]. مون و همکاران [۷۲ و ۷۱] برنامه‌ریزی و زمان-بندی فرآیندها را در زنجیره تأمین یکپارچه نمودند و هوین و همکاران [۷۳] مدلی برای برنامه‌ریزی منابع مبتنی بر دانش ارائه نمودند. در ادامه هوانگ و همکارانش [۷۴] مدل زنجیره تأمین را جهت یکپارچه نمودن تصمیمات مربوط به تولید و منبع‌یابی طراحی کردند. همچنین روغنیان و همکاران [۶۶] از روش برنامه‌ریزی فازی برای حل مسأله برنامه‌ریزی دارای چندهدف در برنامه‌ریزی زنجیره تأمین استفاده نمودند.

۵-۱-۳- برنامه‌ریزی تولید[۱۹]

از الگوریتم ژنتیک برای حل مسأله برنامه‌ریزی تولید استفاده شده است. ابتدا ژی و دونگ [۷۵] مسأله تعیین اندازه موجودی را مورد مطالعه قرار دادند. اوسیپوف [۷۶] در ادامه یک الگوریتم ابتکاری را برای بهینه‌سازی تعیین ترتیب سفارش مشتریان در خط تولید ارائه نمود. علاوه بر این، کامپ و کوچل [۷۷] مسأله ترتیب‌دهی مبتنی بر شبیه‌سازی و تعیین اندازه سفارش را بررسی نمودند در حالی که بورک و کارمون [۷۸] اثر موعدهای تحویل مختلف را توسط یک مدل ترکیبی تولید و موجودی مورد بررسی قرار داده بودند. به علاوه، زمان‌بندی موجودی‌ها [۷۹] و مسائل تولید دسته‌ای [۸۰] نیز در کانون توجه قرار داشتند.

۵-۱-۴- موضوعات دیگر

دیگر موضوعاتی که در حوزه مدیریت جریان تولید مورد مطالعه و بررسی واقع شده‌اند عبارتند از: بهبود کیفیت در تصمیمات تأمین [۸۱]، برنامه‌ریزی برای بارگیری کشتی‌ها[۸۲]،



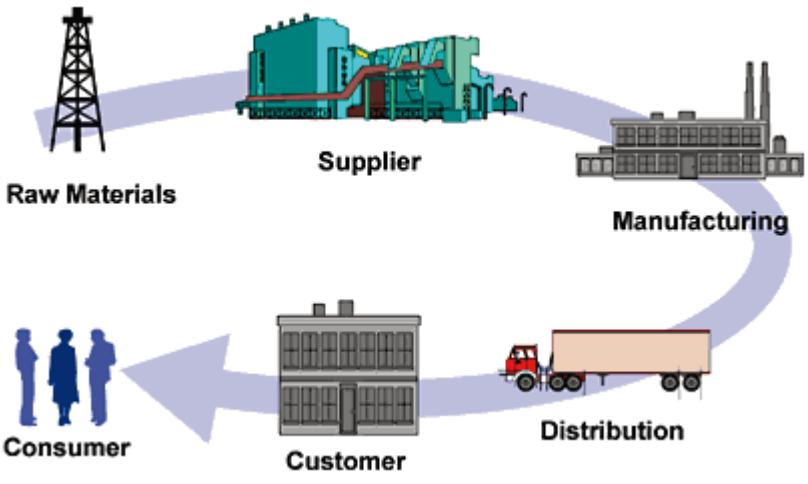
شکل(۵): توزیع مقالات در زیرفرآیندهای تأمین سفارشات

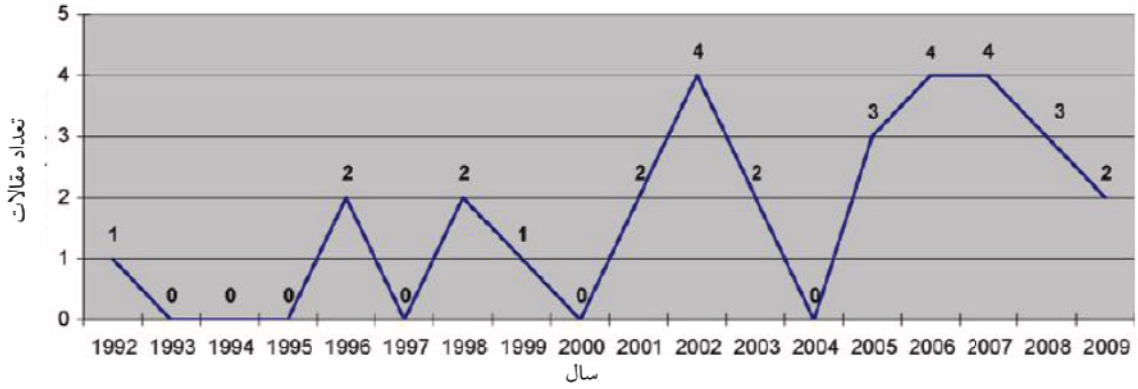
مدیریت منابع برای تخصیص کانتینرها[۸۳]، مدیریت تولید جهانی به کمک اینترنت[۸۴]، زمان‌بندی بارگیری وسایل حمل و نقل در انبارش و بازیابی اتوماتیک[۸۵]، تحلیل زنجیره تأمین پویا به کمک فناوری شناسایی از طریق امواج رادیویی (RFID)[۲۰] [۸۶]، حداکثر نیاز به فضای انبار [۸۷] و ارزیابی عملکرد سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان (ERP)[۲۱] [۸۸].

۵-۲- تأمین سفارش[۲۲]

تأمین سفارشات، یکی از معیارهای کلیدی منعکس کننده عملکرد خدمات به مشتریان است. عبارت «سفارش کامل»، تأمین و تکمیل سفارشی را که نیازمندی‌های مشتری را تماماً برطرف می‌سازد، القاء می‌کند. عناصر کلیدی برای بررسی میزان تحقق تأمین سفارشات عبارتنداز: تحویل به موقع، کامل، بدون عیب و نقص، با دقت و به همراه مستندسازی کامل[۲۱]. چگونگی تحقق این شرایط از جمله چالش‌های عمده مدیریت زنجیره تأمین است.

در میان مقالات رو به افزایش حوزه زنجیره تأمین، الگوریتم ژنتیک کاربردهای موفقیت‌آمیزی در رفع برخی امور چالش‌برانگیز داشته است. اموری نظیر: طراحی شبکه





شکل(۶): تعداد مقالات ارائه شده در حوزه مدیریت تقاضا

لجستیک، مسیریابی وسایل نقلیه و مسائل زمان‌بندی وسائل نقلیه. علاوه بر این، مطالعات و تحقیقات جالب دیگری در زمینه به کارگیری الگوریتم ژنتیک برای تخصیص مشتریان و انتخاب جایگزین‌های حمل و نقل به چشم می‌خورد.

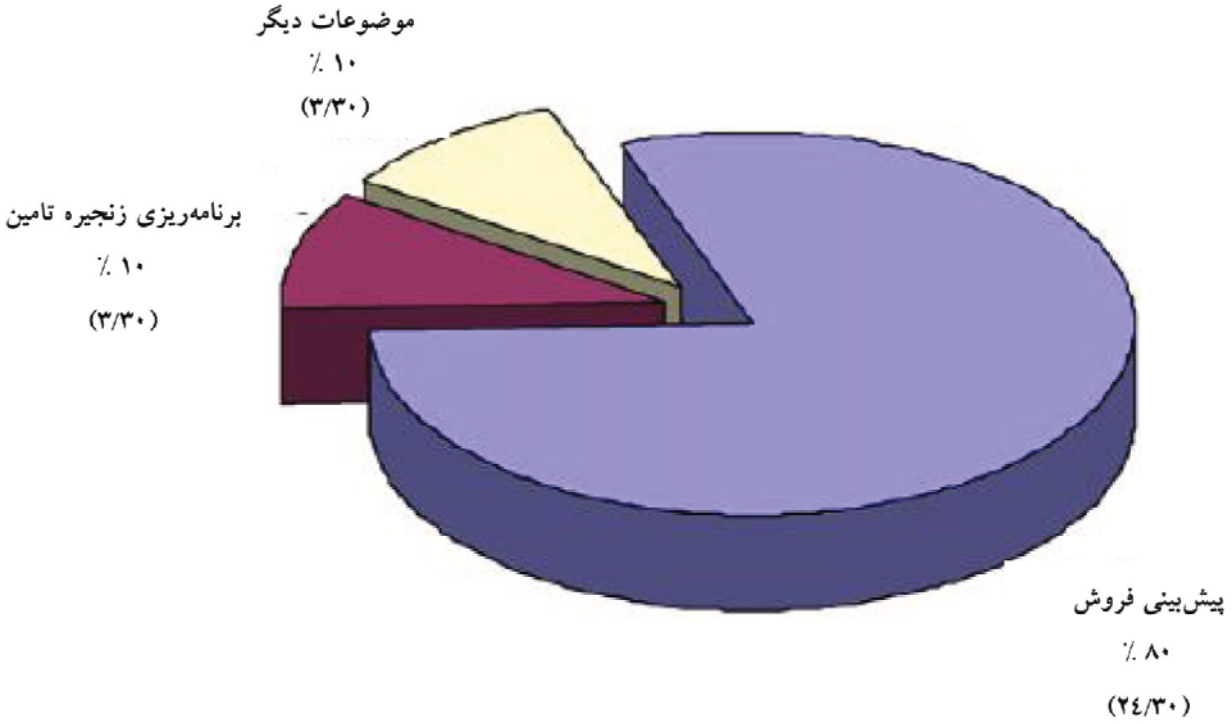
همانطور که در شکل (۴) مشاهده می‌شود، تعداد مقالات مرتبط با تأمین سفارشات بین سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۳، با برخی نوسانات و با نرخ کمی افزایش یافته است. با این حال، بین سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۸ رشد چشم‌گیری در آن ملاحظه می‌شود.

از میان ۴۹ مقاله مرتبط با تأمین سفارشات در مدیریت زنجیره تأمین، نیمی از محققان توجه خود را بر مسأله طراحی و برنامه‌ریزی شبکه لجستیک معطوف داشته‌اند، در حالی که دیگران بر مسیریابی و تخصیص وسایل نقلیه و دیگر موضوعات متمرکز بوده‌اند (شکل ۵).

۵-۲-۱- طراحی / برنامه‌ریزی شبکه لجستیک[۲۳]

طراحی شبکه به عنوان یکی از اساسی‌ترین و جامع‌ترین تصمیمات استراتژیک تلقی می‌شود که توسعه بلند مدت زنجیره تأمین نیازمند توجه و تمرکز ویژه به آن است[۹۰ و ۸۹].

الگوریتم ژنتیک برای حل مسائل طراحی و برنامه‌ریزی شبکه لجستیک پویا نظیر: بهینه‌سازی و طراحی شبکه لجستیک چندمرحله‌ای [۹۶-۹۱ و ۸۹]، برنامه‌ریزی حمل و نقل جاده‌ای [۹۸ و ۹۷]، برنامه‌ریزی تولید و توزیع چند دوره‌ای [۱۰۰ و ۹۹]، بهینه‌سازی فرآیندهای لجستیک [۱۰۲و ۱۰۱ و ۱۷] و برنامه‌ریزی انتقال وسایل نقلیه در بنادر و مبادی دریایی [۱۰۳]



شکل(۷): توزیع مقالات در زیر فرآیندهای حوزه مدیریت تقاضا

مورد استفاده واقع شده است.

دیگر مطالعات بر حوزه‌هایی نظیر: تخصیص بار و وسایل نقلیه [۱۰۴]، تغییر مکان و حمل کانتینرها [۱۰۵]، توزیع بتن [۱۰۶]، یکپارچه‌سازی خدمات به شرکت‌های خدمات لجستیکی (۳PLها) [۱۰۸ و ۱۰۷] تمرکز داشته‌اند.

نتایج رضایت بخش، حاکی است که الگوریتم‌های تکاملی راه‌حل‌های مناسبی برای مسائل موجود درمحیط‌های پیچیده همراه با عدم قطعیت هستند.

۵-۲-۲- مسیریابی/ تخصیص وسایل نقلیه[۲۴]

مسأله مسیریابی و زمان‌بندی پویای وسایل نقلیه از سال ۱۹۹۰ توجه مدیران لجستیک را به خود جلب نموده است. این مسأله از جمله موارد کلیدی محسوب می‌شود که شرکت‌ها و سازمان‌ها می‌توانند از آن به منظور توسعه مزیت‌های رقابتی و تمایز از سایر رقبا بهره جویند.

اسلاتر [۱۱۳] از سیستم‌های خبره و هوش مصنوعی برای پیش‌بینی سفارشات مشتری در تجارت الکترونیک استفاده کرد. همچنین، پانکراتز [۱۱۴] نشان داد که رویکرد مبتنی بر الگوریتم ژنتیک، قادر به ارائه راه‌حلی مناسب جهت تأمین نیازهای روز افزون به خدمات حمل و نقل سریع و انعطاف‌پذیر است. علاوه بر این، ارسلان و خیستی [۱۱۶ و ۱۱۵] ثابت کردند که منطق فازی می‌تواند رویکردی مناسب و اثربخش برای مدل نمودن رفتار و روان‌شناسی راننده در انتخاب مسیر باشد.

هو و شیو [۱۱۹] مزایای بالقوه‌ی روش‌های خوشه‌بندی فازی را در طبقه‌بندی علایق و خواست مسافران در تعیین مسیر و وسیله نقلیه مورد نظر برای سفر مورد بررسی قرار دادند. ترابی و همکاران [۱۲۱] در مطالعات خود دریافتند که الگوریتم ژنتیک ترکیبی در کمینه‌سازی هزینه‌های حمل و نقل یک زنجیره تأمین ساده، بهترین راه‌حل‌ها را ارائه می‌دهد. در زمینه تخصیص وسایل نقلیه، وکادنیوویچ و همکاران [۱۲۳] به این نتیجه رسیدند که شبکه عصبی می‌تواند سیستم-های فازی را برای دست‌یابی به عملکرد بهتر پالایش نماید.

۵-۲-۳- موضوعات دیگر

تووننن و همکاران [۱۲۵] داده‌های کمی و کیفی مشتریان را جهت حصول اطمینان از اثربخشی فرآیندهای تصمیم‌گیری در حوزه لجستیک مورد تحلیل و بررسی قرار دادند. شونیز [۱۲۶] ترکیب علوم مختلف نظیر ریاضیات کاربردی و هوش مصنوعی را در حل مسائل تصمیم‌گیری بررسی نمود. علاوه بر این، ژو و همکارانش [۱۲۸ و ۱۲۷] یک راه حل بهینه را جهت تخصیص مشتریان به انبارها و مراکز توزیع، با در نظر گرفتن همزمان هزینه و مدت زمان حمل و نقل ارائه کردند. در ادامه، یانگ و همکاران [۱۲۹] مدلی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک توسعه دادند تا با کمینه نمودن هزینه کل، مکان‌های مناسب را برای استقرار مراکز توزیع تعیین نماید.

در حوزه اندازه‌گیری عملکرد زنجیره تأمین، چان و همکاران [۵۱ و ۵۰] یک مدل ساده ریاضی را برای محاسبه شاخص‌های عملکرد ارائه نمودند. لین و همکاران [۱۳۰] به منظور شناسایی نقاط ضعف زنجیره تأمین و طراحی برنامه-های بهبود، شاخص چابکی فازی را ابداع کردند. پس از آن، جین و همکارانش جهت ارزیابی چابکی زنجیره تأمین [۱۳۰] یک روش عملی را برای تصمیم‌گیران، پیشنهاد نمودند.

دولارت و همکاران [۱۳۲] یک الگوریتم تکاملی را جهت تعیین ترکیب بهینه گزینه‌های مختلف برای حمل و نقل به منظور کمینه نمودن هزینه کل لجستیک پیشنهاد کرد. سلیک [۱۳۳] اذعان داشت که شبکه‌های عصبی مصنوعی از جمله بهترین ابزارها جهت پیش‌بینی توزیع حمل و نقل جاده‌ای بین منطقه‌ای در کوتاه مدت هستند.

نکته جالب توجه اینکه اکثر مقالات بررسی شده، حمل و نقل زمینی را مد نظر قرار داده‌اند. از این رو مطالعات معدودی به صنایع دریایی و هوایی توجه نموده‌اند. محرمانه بودن برخی اطلاعات به عنوان دلیل این امر ذکر شده است[۲۶ و ۲۵].

۵-۳- مدیریت تقاضا[۲۵]

مدیریت تقاضا نقشی کلیدی و تعیین کننده در مدیریت زنجیره تأمین ایفا می‌کند. پیش‌بینی تقاضایی که دارای قابلیت اعتماد بالا باشد، کیفیت استراتژی‌های سازمان را به طور معنی‌دار بهبود می‌بخشد[۱۳۴].

از دهه ۱۹۹۰، حوزه مدیریت تقاضا از جمله حوزه‌های

جدول(۱): توزیع سالانه تعداد مقالات ارائه شده در فرآیندهای زنجیره تأمین

سال	مدیریت جریان تولید	تأمین سفارشات	مدیریت تقاضا	مدیریت روابط تأمین کنندگان	توسعه و تجاری‌سازی محصول	مدیریت بازگشتی	مدیریت خدمات مشتریان	کل
۱۹۹۰	۱							۱
۱۹۹۱	۱							۱
۱۹۹۲			۱					۱
۱۹۹۳								۰
۱۹۹۴								۰
۱۹۹۵		۲						۲
۱۹۹۶	۲		۲					۴
۱۹۹۷	۲	۱						۳
۱۹۹۸	۳		۲					۵
۱۹۹۹	۲	۲	۱					۵
۲۰۰۰	۱							۱
۲۰۰۱	۱		۲					۳
۲۰۰۲	۶	۳	۴	۲				۱۵
۲۰۰۳	۳	۴	۲	۲				۱۱
۲۰۰۴	۴	۲		۱				۷
۲۰۰۵	۷	۷	۳		۲			۱۹
۲۰۰۶	۷	۱۰	۴	۲	۱	۲	۱	۲۷
۲۰۰۷	۱۰	۸	۴	۲	۱	۱		۲۶
۲۰۰۸	۱۲	۸	۳	۴	۰	۱		۲۸
۲۰۰۹		۲	۲					۴
کل	۶۲	۴۹	۳۰	۱۳	۴	۴	۱	۱۶۳

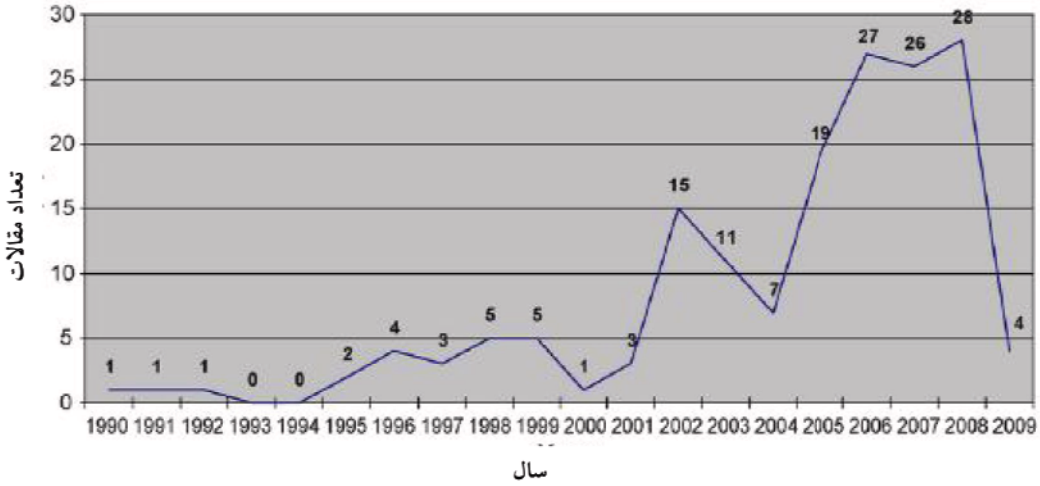
مورد توجه محاسبات نرم بوده است. در نتیجه، تحقیقات و مطالعات بسیاری در موضوعات فروش و پیش‌بینی تقاضا انجام شده است.

همان‌طور که در شکل (۶) مشاهده می‌شود، کاربردها در حوزه مدیریت تقاضا تا پیش از سال ۲۰۰۴ دارای نوسان بوده و از سال ۲۰۰۵ رشد چشمگیری در تعداد مقالات ارائه شده، ملاحظه می‌گردد. بر این اساس، می‌توان انتظار داشت مقاله‌های بیشتری در این زمینه در سال ۲۰۰۹ و بعد از آن ارائه شود.

با توجه به مقالات موجود در زیر فرآیندهای مدیریت تقاضا، به نظر می‌رسد پیش‌بینی فروش توجه محققان بیشتری را به خود (با ۸۰ درصد از کل کارها) جلب نموده است (شکل ۷).

۵-۳-۱- پیش‌بینی فروش[۲۶]

پیش‌بینی، به عنوان بخشی جدایی ناپذیر از تمام شرکت‌ها و سازمان‌های تجاری، به منزله روند پیشگویی آینده می‌باشد [۱۳۵]. شرکت‌های تولیدی، تقاضاهای آینده را به منظور آماده‌سازی و تدارک نیروی انسانی و مواد خام لازم برای تولید پیش‌بینی می‌کنند. شرکت‌های خدماتی نیز الگوهای ورود مشتریان را جهت فراهم بودن نیروی انسانی کافی و مناسب برای خدمت‌رسانی به مشتریان پیش‌بینی می‌کنند. بنابراین، پیش‌بینی یکی از فعالیت‌های استراتژیک در فرآیند تصمیم‌گیری

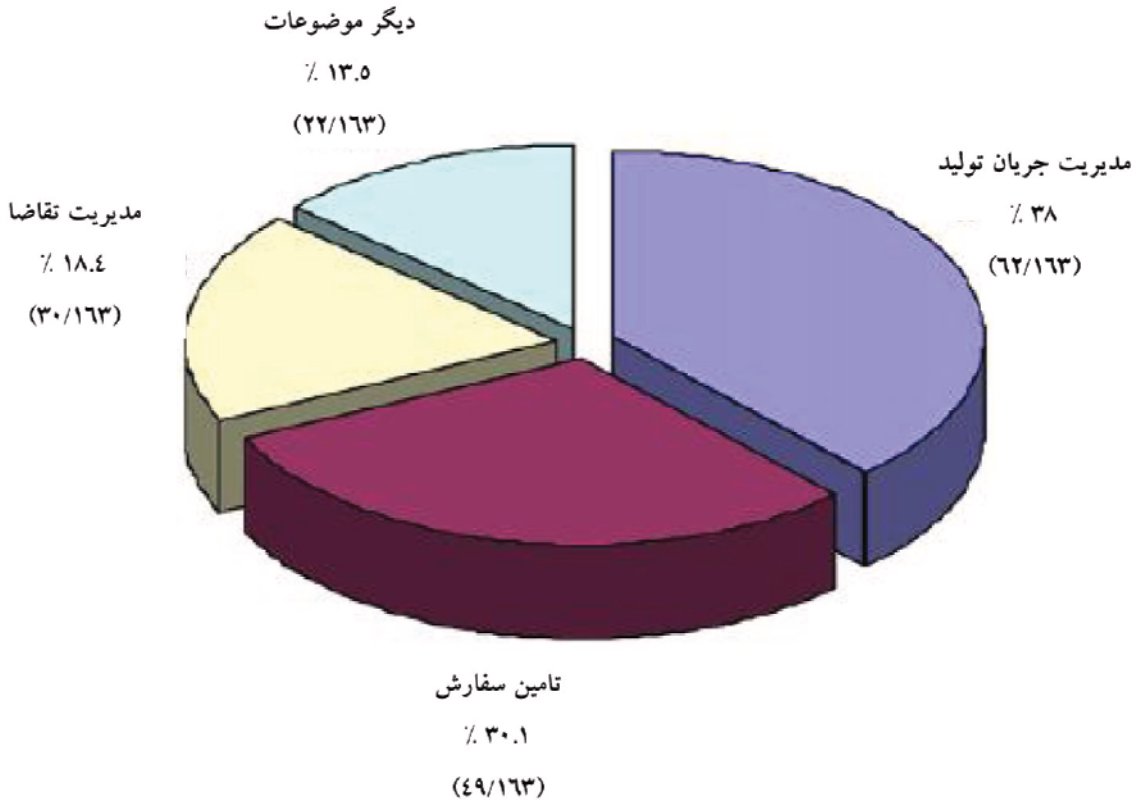


شکل(۹): تعداد مقالات ارائه شده در حوزه زنجیره تأمین که از محاسبات نرم استفاده کرده اند

سازمانی در بخش مدیریت تقاضا محسوب می‌شود.

در واقع، به دلیل عدم قطعیت و پیچیدگی در تخمین تقاضای بازار، هیچ راه‌حل کامل و بدون نقصی برای حل این مشکلات وجود ندارد. با این حال، یک شیوه‌ی پیش‌بینی فروش قابل اطمینان، عملکرد سازمان را بسیار ارتقا می‌دهد. در مقابل، پیش‌بینی غیراصولی و ناصحیح، به طور معمول منجر به ایجاد اختلال بسیار در برنامه‌ریزی تولید می‌شود.

شبکه‌های عصبی مصنوعی از جمله ابزارهای ارزشمند برای پیش‌بینی تلقی می‌شوند. یکی از مزایای عمده استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش‌بینی، قابلیت خود انطباقی و یادگیری از تجربه‌ها و همچنین تعمیم نتایج از داده‌های دارای اختلال (noise) است. علاوه بر این، در مقایسه با روش‌های متعارف آماری، شبکه‌های عصبی مصنوعی قادر به مدل نمودن توابع پیوسته با دقت دلخواه هستند[۱۳۶]. همچنین، بر خلاف مدل‌های سنتی خطی و غیرخطی سری‌های زمانی، شبکه‌های عصبی مصنوعی دارای رویکردی غیرخطی منتج از داده هستند که انعطاف و اثربخشی بیشتری به پیش‌بینی می‌بخشند[۱۳۷]. به عنوان مثال از شبکه‌های عصبی مصنوعی در سال ۱۹۹۸ برای



شکل(۸): سهم مقالات در فرآیندهای زنجیره تأمین

جدول(۲): پراکندگی مقالات در موضوعات اصلی در سال‌های مختلف

	مدیریت جریان تولید	تامین سفارشات	مدیریت تقاضا	مدیریت روابط بت تامین کنندگان	توسعه و تجاری سازی محصول	مدیریت بازگشتی ها	مدیریت خدمات به مشتریان
1990	Ehrenberg						
1991	Turksen and Berg						
1992			Wall et al.				
1993							
1994							
1995		Potvin et al., Dougherty					
1996	Prasad et al., Yao and Lee		Ansuj et al., Luxhoj et al.				
1997	Anagun, Du and Wolfe	Dougherty,					
1998	Lee and Yao, Chang et al., Guvenir and Erel		Kuo and Xue [138,139]				
1999	Mak et al., Lee and Yao	Teodorovic, Vukadinovic et al.	Kuo and Xue				
2000	Yao et al.						
2001	Samanta and Al-Araimi		Kuo, Alon et al.				
2002	Li et al., Partovi and Anandarajan, Yokoyama, Moon et al., Xie and Dong, Ulieru et al.	Syarif et al., Slater, Zhou et al.	Kuo et al., Jeong et al., Kimbrough et al., Marx-Gomez et al.	Lau et al., Choy et al.			
2003	Mondal and Maiti, Chan et al., Huin et al.	Hu and Sheu, Schneeweiss, Zhou et al., Chan et al.	Frank et al., Chu and Zhang	Shore and Venkatachalam, Choy et al.			
2004	Chiu and Lin, Smirnov et al., Berning et al., Lau et al.	Sheu, Celik		Deshpande et al.			
2005	Kochel and Nielander, Wang and Shu, Hwang et al., Han and Damrongwongsiri, Huang et al., Ossipov, Lau et al.	Ma and Davidrajuh, Gen and Syarif, Silva et al., Fischer and Gehring, Pankratz, Arslan and Khisty, Dullaert et al.	Chang et al., Thomassey et al. [148,149]		Tong and Liang, Suarez		
2006	Maiti, M.K. and Maiti, M., Maiti, A.K. et al. [35,36], Chang et al. [39], Daniel and Rajendran, Kampf and Kochel, Imai et al.	Altiparmak et al., Xu et al., Caputo et al., Ko et al., Sheu, Arslan and Khisty, Torabi et al., Fu et al., Toivonen et al., Lin et al.	Chang and Wang, Chang et al. [143], Doganis et al., Liang and Huang	Gunasekaran et al., Chiadamrong and Prasertwattana	Tsai	Min et al. [184,185]	Bottani and Rizzi
2007	Maiti, M.K. and Maiti, M., Pourakbar et al., Wang et al., Nachiappan and Jawahar, Chi et al., Roghanian et al., Bjork and Carlsson, Chatfield, Li et al., Oliveira	Jo et al., Aliev et al., Silva et al., Shintani et al., Naso et al., Ko and Evans, Ganesh and Narendran, Yang et al.	Chang et al., Thomassey and Happiette, Strozzi et al., Aburto and Weber	Chan and Kumar, Isiklar et al.	Wang and Shu	Liechens and Vandaele	
2008	Maiti, Dey et al., Roy et al., Rezaei and Davoodi, Chang et al. [55], Xu and Liu, Li and Kuo, Wu and Hsu, Moon et al., Kim et al., Yao and Chu, Chang et al. [88]	Farahani and Elahipanah, Xu et al. [95,96], Silva et al., Sheu, Ho et al., Lin et al., Jain et al.	Chang et al. [145], Carbonneau et al., Zarandi et al.	Moghadam et al., Wang et al., Efendigil et al., Buyukozkan et al.		Min and Ko	
2009		Altiparmak et al., Jawahar and Balaji	Balan et al., Lee and Ou-Yang,				

جدول(۳): روش‌های محاسبات نرم که در فرآیندهای زنجیره تأمین استفاده شده‌اند

	مدیریت جریان تولید	تأمین سفارشات	مدیریت تقاضا	مدیریت روابط تأمین کنندگان	توسعه و تجاری‌سازی محصول	مدیریت بازگشتیها	مدیریت خدمات مشتریان	جمع
الگوریتم ژنتیک	۴۱	۲۹	۹	۳	۲	۴		۸۸
منطق فازی	۱۱	۱۱	۶	۸			۱	۳۷
شبکه عصبی	۹	۷	۱۶	۴	۲			۴۱
سیستمهای خبره	۸	۳	۱					۱۲
جمع	**۶۹**	**۵۰**	**۳۵**	**۱۵**	**۴**	**۴**	**۱**	**۱۷۸**

پیش‌بینی فروش استفاده می‌شده است [۱۴۱و۱۳۸ و ۱۳۴]. از رویکردهای مشابهی برای پیش‌بینی فروش در صنایعی نظیر پوشاک و منسوجات [۱۵۰-۱۴۷]، مواد غذایی [۱۵۳] و شیشه [۱۵۴] استفاده شده است. علاوه بر این، وال و همکارانش [۱۵۵] یک نمونه اولیه از سیستم برنامه‌ریزی تأمین ارائه کردند که تقاضای کوتاه مدت را پیش‌بینی می‌نمود. آنسوج و همکاران [۱۵۶] و لوکسوج و همکاران [۱۵۷] مدلی مبتنی بر شبکه عصبی را برای رسیدن به نتایج دقیق‌تر پیش‌بینی فروش ارائه کردند. همچنین، کیم براو و همکاران [۱۵۸] و استروتزی و همکاران [۱۵۹] مسأله مشهور بازی نوشابه را برای بهینه‌سازی سیاست سفارش‌دهی مورد تحلیل و ارزیابی قرار دادند. لیانگ و هوانگ [۱۶۰] سیستم چندعاملی را برای به اشتراک‌گذاری اطلاعات و کمینه‌سازی هزینه کل عوامل زنجیره تأمین توسعه دادند.

۵-۳-۲- اثر شلاق چرمی[۲۷]

اثر شلاق چرمی یکی از معروف‌ترین حوزه‌های پژوهشی در مدیریت زنجیره تأمین است. این موضوع بیانگر انحرافات در پیش‌بینی تقاضا در سراسر شرکای زنجیره تأمین است. روش‌های محاسبات نرم از جمله روش‌ها و تکنیک‌های اثبات شده و مؤثر در کاهش اثر شلاق چرمی در زنجیره تأمین هستند[۱۶۳-۱۶۱].

۵-۳-۳- موضوعات دیگر

علاوه بر کارهای اشاره شده، مارکس گومز و همکاران [۱۶۴] از رویکرد تلفیقی شبکه عصبی فازی برای پیش‌بینی ارجاع محصولات خراب و دارای نقص استفاده کردند. آبرتو

جدول(۴): مقالات منتشره مجلات و نشریات معتبر فرآیندهای

عنوان مجله	تعداد مقالات	درصد
European Journal of Operational Research	۲۳	۱/۱۴
International Journal of Production Economics	۱۸	۰/۱۱
Computers & Industrial Engineering	۱۸	۰/۱۱
Expert Systems with Applications	۱۶	۸/۹
Computers & Operations Research	۷	۳/۴
Fuzzy Sets and Systems	۷	۳/۴
Decision Support Systems	۷	۳/۴
Applied Mathematics and Computation	۵	۱/۳
Omega-International Journal of Management Science	۵	۱/۳
Applied Soft Computing	۵	۱/۳
Journal of Manufacturing Technology Management	۴	۵/۲
Others	۴۸	۴/۲۹
کل	**۱۶۳**	**۰/۱۰۰**

پیوست (۱) **زیر فرآیندهای چارچوب FCSG**

فرآیند	زیرفرآیندهای استراتژیک	زیرفرآیندهای عملیات
مدیریت روابط با مشتریان	۱- مرور استراتژی شرکت و استراتژی بازاریابی ۲- تعیین معیارهایی برای طبقه‌بندی مشتریان ۳- ارائه خطوط راهنما برای درجه تمایز توافقنامه‌های محصول/ خدمات ۴- تعیین چارچوب استانداردها ۵- تعیین خطوط راهنما برای به اشتراک گذاشتن منافع بهبود فرآیندها با مشتریان	۱- تفکیک مشتریان ۲- آماده‌سازی تیم مدیریت قسمت‌ها/ مشتریان ۳- مرور داخلی مشتریان ۴- شناسایی فرصتهای مرتبط با مشتریان ۵- تعیین توافقنامه محصول/ خدمات ۶- اجرای توافقنامه محصول/ خدمات ۷- ارزیابی عملکرد و تدوین گزارش سودآوری
مدیریت خدمات به مشتریان	۱- تدوین استراتژی خدمات به مشتریان ۲- تدوین رویه‌های پاسخگویی ۳- توسعه زیرساخت‌های اجرای رویه‌های پاسخگویی ۴- تعیین چارچوب استانداردها	۱- ثبت وقایع ۲- ارزیابی موقعیت و گزینه‌ها ۳- اجرای راه‌حل‌ها ۴- کنترل و گزارش‌دهی
مدیریت تقاضا	۱- تعیین اهداف و استراتژیهای مدیریت تقاضا ۲- تعیین رویه‌های پیشبینی ۳- برنامه‌ریزی جریان اطلاعات ۴- تعیین رویه‌های هماهنگ‌سازی ۵- توسعه سیستم مدیریت بحران ۶- تعیین چارچوب استانداردها	۱- گردآوری داده‌ها/ اطلاعات ۲- پیش‌بینی ۳- هماهنگ‌سازی ۴- کاهش تغییرپذیری و افزایش انعطاف‌پذیری ۵- ارزیابی عملکرد
تأمین سفارش	۱- مرور استراتژی بازاریابی، ساختار زنجیره تأمین و اهداف خدمات به مشتریان ۲- تعیین نیازمندی‌های تأمین سفارشات ۳- ارزیابی شبکه لجستیک ۴- تدوین برنامه برای تأمین سفارشات ۵- تعیین چارچوب استانداردها	۱- ایجاد سفارش ۲- ورود سفارش ۳- تحلیل سفارش ۴- مستندسازی ۵- تأمین سفارش ۶- تحویل سفارش ۷- انجام فعالیت‌های پس از تحویل و ارزیابی عملکرد
مدیریت جریان تولید	۱- مرور استراتژی‌های تولید، منبع‌یابی، بازاریابی و لجستیک ۲- تعیین نیازمندی‌های انعطاف‌پذیری تولید ۳- تعیین محدوده Push/ pull ۴- شناسایی محدودیت‌های تولید و تعیین قابلیت‌ها ۵- تعیین چارچوب استانداردها	۱- تعیین مسیر و سرعت تولید ۲- تولید و برنامه‌ریزی مواد ۳- موازنه ظرفیت تولید و تقاضا ۴- ارزیابی عملکرد
توسعه و تجاری‌سازی محصول	۱- مرور استراتژی‌های شرکت، بازاریابی، تولید و منبع‌یابی ۲- تعیین فرآیندهای تولید ایده و گزینش آنها ۳- تدوین خطوط راهنما برای عضویت در سیستم توسعه محصول ۴- شناسایی محصولات جدید و محدودیت‌ها ۵- تدوین راهبردهای پروژه‌های محصولات جدید ۶- تعیین چارچوب استانداردها	۱- معرفی محصولات جدید ۲- تعیین سیستم توسعه محصولات ۳- تعیین پروژه توسعه محصولات جدید ۴- طراحی و تولید نمونه‌های اولیه ۵- تصمیم برای ساخت/ خرید ۶- تعیین خط مشی‌ها ۷- محصولات جدید ۸- ارزیابی عملکرد فرآیندها
مدیریت روابط با تأمین کنندگان	۱- مرور استراتژی‌های شرکت، بازاریابی، تولید و منبع‌یابی ۲- شناسایی معیارها برای طبقه‌بندی تأمین‌کنندگان ۳- تعیین خطوط راهنما برای میزان سفارشی‌سازی در توافقنامه محصول/ خدمات ۴- تعیین چارچوب استانداردها ۵- تعیین خطوط راهنما برای به اشتراک گذاشتن منابع بهبود فرآیندها با تأمین کنندگان	۱- تمایز تأمین کنندگان ۲- آماده‌سازی تیم مدیریت قسمت‌ها/ تأمین کنندگان ۳- مرور داخلی تأمین کنندگان ۴- شناسایی فرصت‌های مرتبط با تأمین کنندگان ۵- تدوین توافقنامه محصول/ خدمات ۶- اجرای توافقنامه محصول/ خدمات ۷- ارزیابی عملکرد و تدوین گزارش سودآوری/ زیان‌دهی تأمین کنندگان
مدیریت بازگشتی‌ها	۱- تعیین اهداف و استراتژی‌های مدیریت بازگشتی‌ها	۱- دریافت درخواست بازگشتی ۲- تعیین مسیر ۳- دریافت بازگشتی‌ها ۴- تعیین وضعیت ۵- تعیین اعتبار مصرف کننده/ تأمین کننده ۶- تحلیل بازگشتی‌ها و ارزیابی عملکرد

و وبر [۱۶۵] دقت پیش‌بینی سیستم بازپرسازی سفارشات یک سوپر مارکت را بهبود بخشیدند. لی و اویانگ [۱۶۶] مدلی را مبتنی بر شبکه عصبی بنا نهادند که قیمت پیشنهادی تأمین کنندگان را به منظور کاهش زمان انتخاب آنها پیش‌بینی می‌نمود.

۵-۴- مدیریت روابط تأمین کنندگان (SRM) [۲۸]

مقالات متعددی کنترل و اندازه‌گیری عملکرد تأمین‌کنندگان را براساس معیارهای مختلف و با استفاده از منطق فازی مطالعه و بررسی نموده‌اند[۱۶۸ و ۱۶۷]. برای مثال، لئو و همکاران [۱۶۹] کیفیت محصولات و زمان تحویل تأمین-کنندگان را ارزیابی کردند و ونکاتاچالام [۱۷۰] بر قابلیت به اشتراک‌گذاری اطلاعات توسط شرکای بالقوه تمرکز نمود. دشپاند و همکارانش [۱۷۱] در تخصیص وظایف و فعالیت‌ها به تأمین کنندگان به نتایج قابل توجهی رسیدند.

علاوه بر این، مدل‌های پشتیبان از تصمیم برای انتخاب مؤثرتر تأمین‌کنندگان [۱۷۲] ، خریداران[۱۷۳] و تأمین‌کنندگان خدمات لجستیکی [۱۷۶-۱۷۴] پیشنهاد شدند. چوی و همکاران [۱۷۸ و ۱۷۷] با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی، یک سیستم مدیریت روابط تأمین‌کنندگان هوشمند را طراحی نمودند تا بتوان به کمک آن عملکرد تأمین-کنندگان را الگوبرداری و ارزیابی کرده و سیکل زمان برون‌سپاری را کاهش داد. چیادامرونگ و راسرتواتانا [۱۷۹] از الگوریتم ژنتیک به منظور بهینه‌سازی طرحی انگیزشی برای مدیریت عملکرد شرکای زنجیره تأمین استفاده کردند تا بدین ترتیب از روابط استراتژیک بلند مدت خود اطمینان حاصل نمایند.

۵-۵- توسعه و تجاری‌سازی محصول [۲۹]

آن دسته از تکنیک‌های محاسبات نرم که در حوزه توسعه محصول به‌کار گرفته شده‌اند موضوعاتی نظیر بهبود کیفیت محصول و کاهش هزینه‌ها [۱۸۰]، تحلیل و بررسی سهم بازار [۱۸۱]، انتخاب متغیرهای بهینه تحقیق و توسعه (R & D) و طراحی کیفیت [۱۸۲] و ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین محصول جدید[۱۸۳] را شامل می‌شود.

۵-۶- مدیریت بازگشتی‌ها (مرجوعی‌ها) [۳۰]

مین و همکاران [۱۸۵ و ۱۸۴] رویکردی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک را برای حل مسائل لجستیک معکوس و مدیریت محصولات بازگشتی پیشنهاد کردند. علاوه بر این لیکنز و وندله [۱۸۶] برای حل مشکلات موجود در حوزه طراحی شبکه لجستیک معکوس راه‌حلی بهینه ارائه دادند و مین و کو [۱۸۷] نیز بر مسأله‌ای مشابه زمینه تأمین‌کنندگان خدمات لجستیکی (۳PL) تمرکز نمودند.

۵-۷- مدیریت خدمات به مشتریان [۳۱]

بوتانی و ریزی [۱۸۸] در حوزه‌هایی نظیر نیازمندی‌های مشتریان، بهبود عملکرد لجستیک و حصول اطمینان از رضایت مشتریان از رویکردی مبتنی بر توابع کیفی فازی بهره جستند.

۵-۸- مدیریت روابط با مشتریان [۳۲]

با توجه به مطالعات و بررسی‌های انجام شده به نظر می‌رسد تحقیقات و مقالات کمتری به موضوعات مرتبط با این حوزه پرداخته‌اند.

۶- توزیع (پراکندگی) موضوعی مقالات

در این بخش، توزیع و روند رو به رشد تمام مقالات مطالعه شده و هم‌چنین به‌کارگیری روش‌های محاسبات نرم، مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته و نتایج براساس معیارهای مختلف نشان داده خواهند شد.

۶-۱- پراکندگی مقالات در موضوعات مختلف

همانطور که در جدول (۱) مشاهده می‌شود، مقالات پژوهشی بررسی شده به هفت موضوع اصلی در مدیریت

زنجیره تأمین پرداخته‌اند. مدیریت جریان تولید بیشترین توجه را از لحاظ کاربرد روش‌های محاسبات نرم به خود جلب نموده است. مقالات پژوهشی مرتبط با تأمین سفارشات نسبت به مقالات حوزه مدیریت تقاضا دارای برتری نسبی کمی هستند. بنابراین پرواضح است که مقالات در سه حوزه مورد بحث، به طور قابل ملاحظه‌ای بیش از دیگر فرآیندهای ذکر شده برای مدیریت زنجیره تأمین در کانون توجه قرار دارند.

علاوه بر این، نسبت مقالاتی که بر حوزه‌های مختلف تمرکز داشته‌اند، در شکل (۸) نمایش داده شده است. این مطلب بیانگر آن است که مدیریت جریان تولید که ۳۸٪ مقالات را به خود تخصیص داده، جذاب‌ترین حوزه‌ای است که توجه محققان و پژوهشگران در حوزه مدیریت زنجیره تأمین را به خود جلب نموده است. درصد تمرکز به تأمین سفارشات و مدیریت تقاضا به ترتیب ۳۰/۱٪ و ۱۸/۴٪ از مقالات می‌باشد.

جدول (۲) جزئیاتی را درباره رابطه پژوهشگران و حوزه‌های موضوعی مربوطه به صورت سالیانه نشان می‌دهد. تعداد مقالات و پژوهشگران و تحقیقاتی که در حوزه‌های مرتبط تمرکز داشته‌اند از سال ۲۰۰۲ به طور پیوسته افزایش یافته است.

۶-۲- روند رو به رشد تحقیقات در مدیریت زنجیره تأمین

همانگونه که در شکل (۹) نشان داده شده است، در اوایل دهه ۹۰ مطالعات معدودی در زمینه استفاده از تکنیک‌های محاسبات نرم در حوزه مدیریت زنجیره تأمین انجام شده است. سپس این روند در سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۰ دچار نوسان کمی شده است. در طول ۲ سال بعد از آن افزایش چشم‌گیری در تعداد پژوهش‌ها و مقالات منتشر شده به چشم می‌خورد. علیرغم کاهش تعداد مقالات از ۱۵ مقاله در سال ۲۰۰۲، به ۷ مقاله در سال ۲۰۰۴، تعداد مقالات افزایش قابل توجهی داشته است و به بیشترین مقدار خود یعنی ۲۸ مقاله در سال ۲۰۰۸ رسیده است. نگاهی به روند کلی تعداد مقالات ارائه شده در سال‌های مختلف، نوید افزایش آن را در آینده می‌دهد.

۶-۳- به‌کارگیری روش‌ها و تکنیک‌های محاسبات نرم

با ملاحظه جدول (۳) به وضوح مشاهده می‌شود که الگوریتم ژنتیک پر کاربردترین روش محاسبات نرم است که در زمینه مدیریت جریان تولید و تأمین سفارشات استفاده شده است. در شبکه عصبی اغلب در زمینه مدیریت تقاضا استفاده شده است. به طور کلی، در مقایسه با دیگر روش‌های محاسبات نرم، الگوریتم ژنتیک از محبوبیت و همچنین کاربرد بیشتری نزد محققان و پژوهشگران برخوردار است. نکته قابل توجه اینکه مطالعاتی نیز وجود دارند که در آنها از بیش از یک روش محاسبات نرم برای دستیابی به نتیجه بهتر و یا مقایسه عملکرد در زمینه مربوطه استفاده شده است.

روش‌های مورد استفاده در هر یک از مقالات برای مطالعه و تحلیل بیشتر ثبت گردید و این نتیجه حاصل شد که تعداد روش‌های استفاده شده بیش از تعداد مقالات بررسی شده بود.

۶-۴- مقالات منتشر شده در مجلات و نشریات معتبر

همانطور که در جدول (۴) نشان داده شده است، ۱۴/۱ درصد از مقالات پژوهشی بررسی شده توسط European Journal of Operational Research انتشار یافته‌اند، در حالیکه ۱۱ درصد از کل مقالات توسط دو نشریه International Journal of Production Economics و Computers & Industrial Engineering منتشر شده-اند. از دیگر نشریات معتبر که مورد توجه محققان و پژوهشگران بوده‌اند می‌توان: Expert Systems with Applications ، Computers & Operational Research ، Fuzzy sets and systems و Decision support Systems را نام برد.

۷- نتیجه‌گیری و تحقیقات آتی

برخی از مقالات پژوهشی بر بیش از یک حوزه تمرکز داشتند. هم‌چنین دسته‌بندی هر یک از تحقیقات و مطالعات صورت گرفته در یک طبقه، کار مشکلی بوده. لذا سعی شد هر یک از مقالات در نزدیک‌ترین طبقه موضوعی خود قرار داده شوند. طبقه‌بندی طراحی شده جهت ارائه تصویری کلی از توزیع مقالات مرتبط با حوزه مورد بررسی می‌باشد و صرفاً به دنبال کشف فرصت‌های موجود برای تحقیقات آتی است.

دو روش الگوریتم ژنتیک و منطق فازی، جز محبوب‌ترین و پر کاربردترین روش‌ها برای حل مشکلات موجود در زمینه مدیریت زنجیره تأمین، مخصوصاً در حوزه‌های مدیریت تولید و تأمین سفارشات، تلقی می‌شوند. از شبکه‌های عصبی نیز به طور گسترده برای بهبود عملکرد پیش‌بینی فروش استفاده می‌شود.

همواره برای حل اکثر مشکلات مدیریت زنجیره تأمین، منابع اطلاعاتی پیچیده و متعددی مورد نیاز است. روش‌های محاسبات نرم، به عنوان ابزارهای مفید و قابل اعتمادی برای تحلیل و ارزیابی این اطلاعات و پشتیبانی از تصمیم‌گیری مدیران در چنین محیط پیچیده‌ای شناخته شده‌اند. با بررسی تعدادی از مقالات ارائه شده در زمینه مدیریت جریان تولید، تأمین سفارشات و مدیریت تقاضا، شواهد مستدلی مبنی بر توجه رو به رشد به این حوزه‌ها به چشم می‌خورد. می‌توان اذعان داشت از سال ۲۰۰۲ روندی رو به رشد و قابل توجه در زمینه به‌کارگیری روش‌های محاسبات نرم در حل مسائل

مدیریت زنجیره تأمین به وجود آمده است. از سال ۲۰۰۲ علاوه بر حوزه‌های سنتی و کلاسیک زنجیره تأمین، حوزه‌های جدید نظیر مدیریت روابط با تأمین کنندگان و توسعه و تجاری‌سازی محصول نیز مورد توجه واقع شده است. علاوه بر این، ظهور ابزارهای کاربرپسند (نظیر **Matlab**) حتی کاربران غیرمتخصص را نیز قادر به استفاده از روش‌های محاسبات نرم می‌سازد.

از جمله نکات جالب توجه این است که دو یا چند روش از روش‌های محاسبات نرم به منظور ایجاد انعطاف‌پذیری در حل مسأله با یکدیگر ترکیب می‌گردد. همان‌طور که در جدول (۳) نیز مشاهده می‌شود، تعداد روش‌های محاسبات نرم استفاده شده در مقالات از تعداد کل مقالات بیشتر است. این مسأله بیانگر ارائه راه‌حل‌هایی با استفاده از ترکیب روش-های مختلف جهت رسیدن به نتایج بهتر در رابطه با مشکل مورد نظر است. بنابراین، زمینه تحقیقات بیشتر هم در زمینه بهبود کارآیی و اثربخشی مطالعات موجود و هم ایجاد الگوهای جدید برای یکپارچه‌سازی الگوریتم‌های مختلف وجود دارد.

از دیگر زمینه‌های تحقیقاتی آتی، بهره‌گیری از قدرت پاسخگویی بالا و سرعت و دقت روش‌های محاسبات نرم، در حوزه‌هایی نظیر تجارت الکترونیک است تا پاسخگوی تقاضای روز افزون در عصر حاضر باشد.

تصمیم برای خرید یا ساخت همیشه از دغدغه‌های مورد توجه مدیران بوده است. شرکت‌های خدمات لجستیکی (۳PL) همیشه گزینه‌های مناسبی برای تأمین برخی از نیازمندی‌های کسب و کار بوده‌اند. این شرکت‌ها با به‌کارگیری سیستم‌های اطلاعاتی پیچیده و ابزار و تجهیزات تخصصی، می‌توانند خدماتی با قابلیت اطمینان بالا جهت تأمین سفارش مشتریان ارائه نمایند. لذا به عنوان یکی دیگر از حوزه‌های پژوهشی قابل توجه در آینده می‌توان به خدمات دارای ارزش افزوده شرکت‌های خدمات لجستیکی و تأثیر آنها در توسعه استراتژی‌های یکپارچه و منعطف برای زنجیره تأمین اشاره نمود. در این تحقیق، مقالات پژوهشی در زمینه مدیریت زنجیره تأمین مورد بررسی قرار گرفتند، پراکندگی و توزیع موضوعی آنها در حوزه‌های اصلی مورد نظر تجزیه و تحلیل شد و پیشنهاداتی برای تحقیقات آتی ارائه گشت. در حالی که برخی از مشکلات اصلی در مدیریت زنجیره تأمین توسط تکنیک‌های محاسبات نرم قابل حل هستند، هنوز حوزه‌های کاربردی دیگری نیز وجود دارند که مورد مطالعه و بررسی قرار نگرفته است. مدیریت خدمات به مشتری از جمله این حوزه‌ها محسوب می‌شود. تحقیقات و پژوهش‌های صورت گرفته در حوزه مدیریت خدمات مشتری به مطالعات کیفی محدود شده است و ماهیت کیفی مسائل این حوزه، راه را بر استفاده از روش‌های محاسبات نرم دشوار نموده است. همین امر منجر به محدود بودن مطالعات و تحقیقات صورت گرفته در این حوزه شده است. از این رو انتظار می‌رود این مقاله انگیزه و علاقه بیشتری را برای انجام تحقیقات بیشتر در زمینه مدیریت زنجیره تأمین ایجاد نماید.

پی‌نوشت‌ها

۱- کارشناسی ارشد مهندسی صنایع- Ghaffari1582@Gmail.com.

2- Soft Computing
3- Logistics
4- Supply Chain Management (SCM)
5- Expert System (ES)
6- Fuzzy Logic (FL)
7- Nenral Network (NN)
8- Evolutionary Algorithms (EA)
9-Defuzzification
10- neurons
11- Genetic Algorithms (GA)
12- Third-Party Logistics
13- Global Supply Chain Forum
14- Council of Logistic Management
15- Council of Supply Chain Management Professionals
16- Materials Planning/Inventory Management
17- Vendor Managed Inventory
18- Supply Chain Planning
19- Production Planning
20- Radio Frequency Identification
21- Enterprise Resource Planning
22- Order Fulfilment
23- Logistics Network Design/Planning
24- Vehicle Routing/Assignment
25- Demand Management
26- Sales Forecasting
27- Bullwhip Effect
28- Supplier Relationship Management
29- Product Development And Commercialisation
30- Returns Management
31- Customer Service Management
32- Customer Relationship Management

منبع

1-Mark Ko, Ashutosh Tiwari, Jorn Mehnen," A review of soft computing applications in supply chain management", Applied Soft Computing 10 (2010) 661–674.