Archive of SID

مرور نظام‌مند کاربردهای شبکه عصبی مصنوعی در مدیریت زنجیره تأمین

سید مجتبی حسینی بامکان
استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد
smshosseini@yazd.ac.ir

عارف طغرالجردی
دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مدیریت صنعتی، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد

پوریا مالکی نژاد
دانشجوی دکتری رشته مدیریت صنعتی، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد

چکیده

معیار موفقیت شرکت‌ها و سازمان‌ها در بازار رقابتی امروز عملکرد زنجیره تأمین شرکت هاست. به منظور بهبود عملکرد زنجیره تأمین شرکت‌ها و موفقیت آنها تاکنون از روش‌ها و تکنیک‌های مختلفی استفاده شده است. یکی از روش‌های پرکاربرد در زمنیه حل این معضلات، شبکه عصبی مصنوعی است. هدف از این پژوهش مرور نظام‌مند کاربردهای مختلف شبکه‌های عصبی مصنوعی در حل معظلات و مشکلات بخش‌های مختلف زنجیره تأمین است. بدین منظور در ابتدا با استفاده از مرور ادبیات، واژگان کلیدی ارتباطی میان این دو حوزه شناسایی گردید. با استفاده از کلمات کلیدی استخراج شده از ادبیات پژوهش اقدام به جستجو در میان دو پایگاه داده اسکوپوس و وب آف ساینس گردید. با جستجو در این پایگاه داده‌ها مقالات مرتبط به کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در حوزه‌های مختلف زنجیره تإمین استخراج گردید. در نهایت مقالات با استفاده از ابزارهای متعدد فیلتر و سپس مقالات دارای اهمیت بالا شناسایی گردید. با استفاده از مقالات مهم شناسایی شده، دسته‌بندی‌های مختلفی از کاربردهای شبکه عصبی مصنوعی در مدیریت زنجیره تأمین صورت پذیرفت. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد شبکه‌های عصبی مصنوعی در حل مسائل مربوط به مهندسی، علوم کامپیوتر و کسب و کار و مدیریت بیشترین کاربرد را داشته است.

کلید واژه:
شبکه های عصبی، زنجیره تامین، انتخاب تامین کننده، طراحی لجستیک

مقدمه

امروزه معیار موفقیت شرکت‌ها و سازمان‌ها را در این بازار رقابتی عواملی همچون هزینه پایین‌تر، زمان تولید کمتر، موجودی کمتر، زمان تحویل قابل اعتمادتر، ارائه خدمات بهتر به مشتریان، کیفیت بالاتر محصول، ایجاد هماهنگی کارآمد بین تقاضا و عرضه تشکیل می‌دهد. از طرفی، به جهت بهبود عملیات، برون‌سپاری بهتر، افزایش سود، افزایش رضایت مشتری، تولید محصولات با کیفیت، مقابله با فشارهای رقابتی، افزایش جهانی شدن، افزایش اهمیت تجارت الکترونیک و افزایش پیچیدگی زنجیره‌های عرضه نیز مدیریت زنجیره تامین به عنوان یک ضرورت در نظر گرفته می‌شود (Mohanty, Sahoo, & Dasgupta, 2012). تعریف مدیریت زنجیره تامین توسط انجمن زنجیره تامین جهانی بدین صورت توسعه یافته است: «مدیریت زنجیره تامین یکپارچه سازی فرآیندهای کلیدی کسب و کار کاربر نهایی از طریق تامین کنندگان اصلی است که محصولات، خدمات و اطلاعاتی را که ارزش افزوده برای مشتریان و سایر ذینفعان ایجاد می‌کند، فراهم می‌کنند» (Naslund & Williamson, 2010). به عبارتی، مدیریت زنجیره تامین مدیریت تمام فرایندهای تامین و تولید است که از ماده اولیه تا زمانی که کالا به دست مشتری می‌رسد را شامل می‌شود.

زنجیره تامین، شامل تعیین مکان و نحوه استقرار دارایی‌ها (کارخانجات، انبارها و مراکز توزیع) و نحوه جریان مواد (مواد اولیه، قطعات، محصولات نهایی) در کنار شبکه‌ای از اشخاص (تامین کنندگان، تولیدکنندگان، توزیع کنندگان، خرده فروشان و مشتریان) به منظور افزایش عملکرد کلی است. از این‌رو، پیچیدگی و شاخص‌های این سیستم از جنبه‌های مختلفی مورد بررسی قرار گرفته است، از جمله این موارد

www.SID.ir

Archive of SID

می‌توان ه مواردی از قبیل انبارها و محل کارخانه، مراکز توزیع و فروش و ظرفیت آنها، برنامه‌ریزی تولید و انبار، برنامه‌ریزی مواد، انتخاب تامین کننده، پیش بینی تقاضا، برنامه‌ریزی حمل و نقل و جریان اطلاعاتی تصمیم‌گیری اشاره نمود (Nurjanni, Carvalho, & Costa, 2017) (Azadeh, Sheikhalishahi, Neghab, & Asadzadeh, 2010). وجود چنین پیچیدگی در زنجیره تامین به جهت ایجاد پاسخگویی موثری در ارتباط با نیازهای مشتری همچون هزینه کمتر، محصول با کیفیت‌تر و زمان تولید کمتر اجتناب ناپذیر است. (Alev Taskin Gumus, Guneri, & Keles, 2009). به منظور رویارویی به این پیچیدگی‌ها و حل معضلات و مشکلات ناشی از این پیچیدگی ها ، از روش‌های مختلفی همچون مدلسازی ریاضی[۱] (Bruzzone & Orsoni, 2003)، برنامه‌ریزی خطی[۲] (Sodhi, 2005)، الگوریتم‌های فراابتکاری[۳] (Altiparmak, Gen, Lin, & Karaoglan, 2009) و برنامه‌ریزی چند هدفه[۴] (Wang, Lai, & Shi, 2011) استفاده گردیده است که یکی از حوزه‌های خاص آن شبکه عصبی مصنوعی[۵] است.

شبکه‌های عصبی، مدل‌های کامپیوتری ساخته شده برای تقلید از عملکرد تشخیص الگوی انسان هستند و مدل‌های موازی فراوانی شناخته شده اند که عملکرد بسیار خوبی در بسیاری از مسائل مانند هوش مصنوعی، مهندسی و انتخاب تامین کنندگان نشان داده‌اند(Kuo, Wang, & Tien, 2010). این پژوهش سعی دارد، ضمن آشنایی با زنجیره تامین و بخش‌های مختلف آن و نیز اهمیت مدیریت زنجیره تامین، به یک مطالعه مروری از کاربرد روش‌های مبتنی بر شبکه‌های عصبی در این حوزه بپردازد.

بدین منظور در ابتدا و در بخش ادبیات تحقیق به بیان مطالبی جهت شناخت بهتر زنجیره تامین و شبکه عصبی پرداخته می‌شود. سپس، بهم منظور شناخت بهتر کاربردهای شبکه عصبی در مدیریت زنجیره تامین با روش مرور نظامند اقدام به شناسایی روش های استفاده شده و موارد خاص کاربرد شبکه عصبی در مدیریت زنجیره تأمین پرداخته شود.

۱. پیشینه تحقیق

مرور کوتاهی بر تاریخ توسعه مدیریت زنجیره تامین نشان می‌دهد که اهمیت تابع خرید در سال ۱۸۳۲ در کتاب چارلز بابیگ تحت عنوان اقتصاد ماشین آلات و تولید اشاره گردیده است (Keane, Herbohn, & Slaughter, 2003). توجه به مدیریت زنجیره تامین از دهه ۱۹۸۰ زمانی که شرکت‌ها شروع به درک منافع یکپارچگی و هماهنگی با تامین کنندگان کردند، افزایش یافته است (Sweeney, 2009). در همین راستا، موضوع مدیریت زنجیره تامین علاقه بسیاری از محققان و متخصصین را به خود جلب نموده و موضوعی مهم در این بازار پیچیده و در حال تغییر است.

در ابتدا، تمرکز زنجیره تامین بر روی چگونگی کاراتر نمودن عوامل مرکزی درون یک سازمان زنجیره تامین بود؛ سپس تمرکز بر روی کارا نمودن درون یک شرکت زنجیره تامین به تمرکز بر روی کارایی کل زنجیره تامین شامل تامین کننده، مشتری و سایر ذینعان تغییر کرده است (Du Toit & Vlok, 2014). در زنجیره تامین، هر محصول یا خدمت از طریق یکسری گردش پیچیده بین سازمان‌هایی که یک زنجیره کامل را شکل داده‌اند به مشتری نهایی تحویل داده می‌شود. ناکارآمدی در هر یک از قسمت‌های زنجیره باعث عدم توانایی کل زنجیره در ایجاد مزیت رقابتی می‌گردد (Sweeney, 2009). به عبارت بهتر، مدیریت زنجیره تامین فعالیت‌های یکپارچه‌ای است که روابط درون زنجیره تامین را بهبود بخشیده و مزیت رقابتی ایجاد می‌نماید. بنابراین می‌توان زنجیره تامین را به عنوان یک عامل استراتژی در افزایش بهره‌وری و سوددهی سازمان‌ها در نظر گرفت. از این‌رو، سازمان‌ها برای موفقیت در این بازار پیچیده و در حال تغییر به دنبال بهبود زنجیره تامین و کسب مزیت رقابتی در مقابل رقبا هستند که در این راستا، برای بهبود و حل مسائل موجود در زنجیره تامین می‌توان به روش‌های مختلفی ازجمله برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌ریزی عدد صحیح[۶]، برنامه‌ریزی غیر خطی، برنامه‌ریزی چند هدفه، شبیه‌سازی[۷] و غیره اشاره نمود.

۱.۱. زنجیره تامین

عملکرد مناسب زنجیره تامین هر سازمانی موجب اثربخشی و کارایی آن سازمان می‌گردد. یکی از دلایل اهمیت زنجیره تامین آن است که در زنجیره تامین مدیران علاوه بر تمرکز بر فعالیت‌های داخلی شرکت باید به ارتباطات و تعاملات مناسب با تامین کنندگان و مشتریان خود توجه خاصی نمایند و باید زنجیره تامین مربوط به سازمان را بطور کارا مدیریت نمایند. مدیریت زنجیره تأمین بر پایه دو اصل هماهنگی و همکاری، سازمان‌های یک زنجیره را از طریق به اشتراک‌گذاری و شفاف‌سازی اطلاعاتی با یکدیگر هماهنگ‌تر نموده و به همکاری برای کسب مزایای رقابتی بیشتر دعوت می‌نماید. مدیریت زنجیره تامین یک مجموعه از روش‌هایی است که برای یکپارچه نمودن موثر عرضه کنندگان، تولید کنندگان، انبارها و فروشگاه‌ها به کار می‌رود، تا محصولات مورد نیاز به

www.SID.ir

Archive of SID

مقدار مشخص و در زمان معین و در مکان معین تولید شده و به مشتریان عرضه شود تا هزینه‌های کل زنجیره حداقل شود و در ضمن نیاز مشتریان با سطح سرویس بالا برآورده گردد (Simchi.Levi & Kaminsky, 2000). به عبارت بهتر، استراتژی‌های مدیریت زنجیره تامین تمرکز بیشتری بر روی بهبود خدمات پشتیبانی مشتریان و همچنین کاهش هزینه عملیاتی برای حاشیه سود خود دارند (Holimchayachoutikul et al., 2010). مدیریت زنجیره تامین بدین معنی است که از طریق طراحی، برنامه‌ریزی و کنترل زنجیره تامین، تدارکات، جریان اطلاعات و جریان سرمایه و تعادل بین عرضه و تقاضا رضایت مشتری بهبود و بطور کلی هزینه‌های زنجیره تامین کاهش یابد (Liu, 2015). تعاریف مختلفی از زنجیره تامین بیان گردیده است که در همین راستا، مدیریت زنجیره تأمین توسط انجمن زنجیره تأمین جهانی[۸] بدین صورت توسعه یافته است: «مدیریت زنجیره تأمین، محصولات، خدمات و اطلاعاتی را که همواره برای مشتریان و سایر ذینفعان ارزش افزوده ایجاد می‌کنند را از طریق یکپارچه‌سازی فرآیندهای کلیدی کسب‌وکار برای کاربر نهایی از طریق تأمین‌کنندگان اصلی فراهم می‌نماید» (Naslund & Williamson, 2010). به عبارتی می‌توان بیان نمود که فلسفه وجودی مدیریت زنجیره تامین، مدیریت یکپارچه سازی جریان مواد، اطلاعات و محصولات، از تامین کنندگان اولیه تا مشتری نهایی است. زنجیره تامین شامل تامین کنندگان، فروشندگان، تولید کنندگان و خرده‌فروشان است که توسط زیرساخت مالی، حمل و نقل و اطلاعات تعامل دارند و همه فعالیت‌ها به واسطه‌ی حمل‌ونقل کالاها از مرحله مواد اولیه تا مصرف‌کننده نهایی به هم مرتبط می‌گردند (Handfield & Nichols Jr, 1999). زنجیره‌های تامین حلقه‌های کلیدی هستند که وروردی‌های سازمان را به خروجی‌های آن متصل می‌کنند. در واقع تمام فرایندهای زنجیره تامین می‌تواند در یکی از سه دسته فرایندهای کلان قرار گیرد: مدیریت ارتباط با مشتری[۹]: تمام فرایندهایی که بر مواجهه میان مشتری و شرکت تمرکز دارد. فرایندهای ارتباط با مشتری به دنبال افزایش هر چه بیشتر تقاضای مشتریان و تسهیل وقوع و دریافت یا پیگیری سفارش مشتریان می‌باشد. مدیریت روابط مشتریان فرایندهایی مانند بازاریابی، فروش و مدیریت سفارشات را در بر می‌گیرد؛ مدیریت زنجیره تامین داخلی: فرایندهای مدیریت زنجیره تامین داخلی به دنبال تامین سفارشات ایجاد شده در فرایندهای CRM با کمترین هزینه و در زمان مقرر می‌باشند. فرایندهایی مانند برنامه‌ریزی تولید، برنامه‌ریزی ظرفیت تولید و انبارها، آماده سازی برنامه‌های سفارش مواد اولیه، مدیریت موجودی و غیره از جمله این فرایندها هستند؛ مدیریت روابط با تامین کنندگان: تمام فرایندهایی که بر مواجهه میان شرکت و تامین کنندگانش تمرکز دارد. فرایندهای روابط با تامین کنندگان به دنبال سازمان‌دهی و مدیریت منابع تامین قطعات و مواد اولیه و یا خدمات مورد نیاز شرکت می‌باشد. فرایندهایی مانند ارزیابی و انتخاب تامین کننده مناسب، مدیریت قراردادهای تامین و مدیریت تدارکات و خرید نیز از جمله این فرایندها هستند (Melnyk, Narasimhan, & DeCampos, 2014).

۲.۱. شبکه عصبی

شبکه‌های عصبی یکی از تکنیک‌های هوش مصنوعی است که نقش مهمی در حل مسائل بسیار دشوار دارد (Hachicha, 2011). این تکنیک مدل ریاضی از نظریه شبکه عصبی مغز انسان است که توانایی حل مسائل غیرخطی، عملیات منطقی پیچیده و سیستم ارتباط غیرخطی پیچیده را دارد. تحقیقات شبکه عصبی در دهه ۱۹۴۰ اولین قدم فعالیت خود را تجربه کرد و انواع مختلفی از شبکه‌های عصبی از دهه ۱۹۵۰ گسترش یافتند و پس از آن فعالیت‌های گسترده‌ای در دهه ۱۹۶۰ به وقوع پیوست (Mohanty et al., 2012). شبکه عصبی سیستمی تطبیقی است که ساختارش بر مبنای اطلاعات داخلی و خارجی که در طول یادگیری در شبکه جریان دارد، تغییر می‌نماید. قدرت شبکه‌های عصبی به عنوان سیستم‌های فرامدلی هستند که توانایی ایجاد همبستگی معقولانه‌ای در میان مجموعه متغیرها دارند که پدیده‌ها یا فرایند را توصیف می‌کنند. به عبارتی، شبکه عصبی داده‌ها را برای توسعه روابط بین متغیرها بکار می‌گیرد و فرضیاتی را در رابطه با نحوه توزیع داده‌ها نمی‌سازد (Co & Boosarawongse, 2007). شبکه‌های عصبی می‌توانند بر مبنای معماری، جریان اطلاعاتی و الگوریتم‌های یادگیری طبقه‌بندی گردند (Chen, Wee, Wang, & Hsieh, 2007).

طبق تحقیقات صورت گرفته، شبکه‌های عصبی برای مسائل پیش بینی عملکرد بهتری نسبت به رگرسیون خطی چندگانه دارند (Benkachcha, Benhra, & El Hassani, 2008). شبکه‌های عصبی شامل سه مزیت نسبی نسبت به روش‌های سنتی از جمله قابلیت تقریبی جامع، شناخت وابستگی‌های ضمنی و ارتباط در یادگیری داده‌ها برای سازگاری با رفتار آن‌ها هستند (Tsai & Huang, 2017). از طرفی، شبکه عصبی تقریبا برای کاربردی‌های غیر خطی به طور گسترده‌ای استفاده می‌شود (Tavana,

www.SID.ir

Archive of SID

Fallahpour, Di Caprio, & Santos-Arteaga, 2016). از جمله کاربردهای آن‌ها می‌توان به طبقه‌بندی[۱۰]، خوشه‌بندی[۱۱] و دسته‌بندی[۱۲]، تقریب تابع[۱۳]، پیش بینی[۱۴]، بهینه سازی[۱۵]، حافظه قابل آدرس[۱۶] و کنترل سیستم‌های پویا اشاره نمود (Co & Boosarawongse, 2007). در حقیقت شبکه عصبی مانند یک گراف وزن‌دار متشکل از گره‌هایی است که به یکدیگر اتصال یافته‌اند و هر یال اتصالی بین گره‌ها، دارای وزن می‌باشد. بطوریکه، وزن اتصال‌ها به عنوان ضریب نفوذ کننده‌ها که شباهت قدرت بین نورون‌ها را شبیه سازی می‌نماید، عمل می‌کند (Chen et al., 2007). در یک شبکه عصبی چند لایه، مجموعه گره‌ها در یک لایه ورودی، یک یا چند لایه پنهان و یک لایه خروجی قرار گرفته‌اند.

لایه ورودی: برای نشان دادن گره‌های ورودی متغیرها است. لایه ورودی ویژگی‌های داده‌های ورودی را دریافت می‌کند و آن‌ها را به لایه پنهان توزیع می‌نماید.

لایه پنهان: روابط بین لایه ورودی و لایه خروجی را نشان می‌دهد. بعد از آنکه هر یک از نورون‌ها در لایه پنهان، ورودی از تمام نورون‌ها از لایه ورودی دریافت کردند، ارزش‌ها به وزن‌های در نظر گرفته شده اضافه گردیده و توسط یک تابع فعال به خروجی تبدیل می‌گردند. سپس خروجی به نورون‌های لایه بعد انتشار می‌یابد و بازخوردی رو به جلو به لایه خروجی ارائه می‌نماید.

لایه خروجی: برای نشان دادن گره‌های خروجی متغیرها است.

ساده‌ترین نوع شبکه‌های عصبی مصنوعی، شبکه‌ای با یک لایه پرسپترون است، بطوریکه شامل یک لایه گره خروجی است و لایه ورودی به واسطه‌ی گراف‌های وزن‌دار بطور مستقیم به گره‌های لایه خروجی نیز اتصال یافته است.

۳.۱. یادگیری شبکه عصبی

فلسفه وجودی شبکه‌های عصبی مصنوعی، یادگیری یک وظیفه مانند تشخیص الگو، دسته‌بندی یا پیش بینی است. آموزش در این شبکه‌ها، فرایند تنظیم ماتریس وزن اتصال است تا به حالتی دست یابد که الگوی خروجی صحیحی بتواند به دست آید (Chiu & Lin, 2004). به همین دلیل الگوریتم‌ها و روش‌های بسیاری ابداع گردیده تا شبکه‌ها بتوانند یاد بگیرند، که این الگوریتم‌ها می‌توانند در سه طبقه جای گیرند: یادگیری با ناظر که معلمی بیرونی وجود دارد، بطوریکه به هریک از واحدهای خروجی اطلاع داده می‌شود که جواب مطلوب به سیگنال‌های ورودی چه باید باشد؛ یادگیری نیمه نظارتی، این نوع یادگیری، بین یادگیری با ناظر و بدون ناظر قرار می‌گیرد؛ یادگیری بدون ناظر، از معلمی بیرونی استفاده نمی‌نماید و بر مبنای اطلاعات محلی نیز می‌باشد.

یکی از مشهورترین الگوریتم‌های یادگیری که براساس کاهش خطا و به صورت نظارتی شکل گرفته است، الگوریتم پس انتشار خطا است. در واقع براساس وزن‌های تصادفی یک پاسخ توسط شبکه تولید می‌شود و در یک فرآیند تکراری میزان خطای میان خروجی شبکه با مقادیر واقعی براساس تغییر وزن‌ها کاهش پیدا می‌یابد. در حقیقت شبکه توسط داده‌ها آموزش داده شده و می‌تواند برای داده‌های جدید همان الگوی قبلی را ارائه دهد.

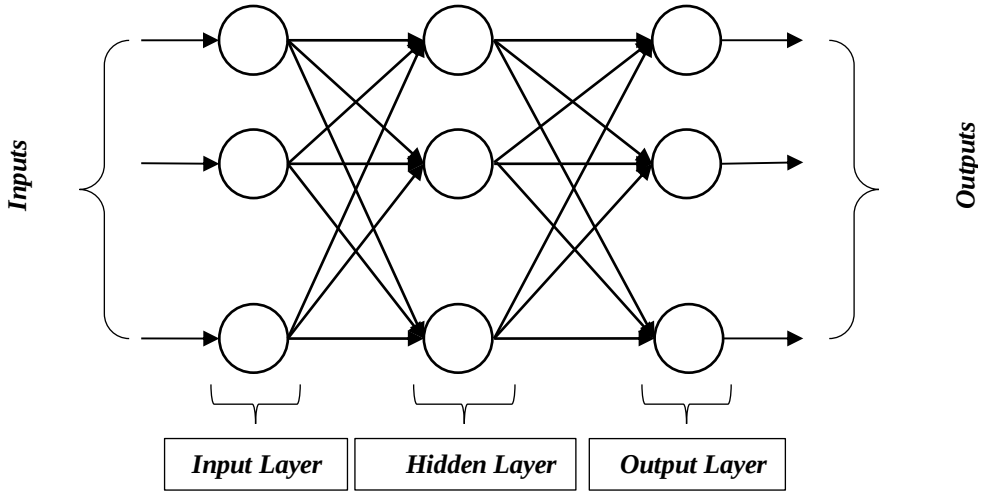
۴.۱. انواع شبکه عصبی

۱.۴.۱. شبکه عصبی چند لایه[۱۷]

MLP یکی از انواع شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه است که یک معماری مبتنی بر پیش بینی دارد که معمولا با الگوریتم یادگیری رو به عقب آموزش داده می‌شود. از طرفی، الگوریتم یادگیری برای این نوع شبکه‌ها می‌تواند با استفاده از قانون دلتا[۱۸] و گرادیان کاهشی[۱۹] صورت گیرد؛ زیرا آنها دارای توابع فعال سازی غیر خطی هستند (Alev Taskın Gumus & Guneri). در یک شبکه پرسپترون چند لایه حداقل سه لایه ازجمله یک لایه ورودی، حداقل یک لایه پنهان و یک لایه خروجی وجود دارد. هر لایه دارای چند واحد پردازش است که هر واحد به طور کامل از طریق اتصالات وزنی به واحدها در لایه بعدی پیوند دارد. ساختار این نوع از شبکه‌ها در شکل (۱) نشان داده شده است (Pablo, Piedad, & Santiago, 2016).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۱): شبکه عصبی چند لایه

مدل این شبکه را می‌توان به فرم معادله (۱،۱) فرمول‌بندی نمود:

$$y_t = a_0 + \sum_{j=1}^{n} w_2 f\left(\sum_{i=1}^{m} \beta_{ij} y_{t-i} + \beta_{0j}\right) + \varepsilon_t \quad (۱،۱)$$

m تعداد گره‌های ورودی، n تعداد گره‌های پنهان و f به عنوان تابع سیگموئید عمل می‌نماید، که این تابع به صورت معادله (۱،۲) بیان می‌گردد:

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad (۱،۲)$$

$\{\boldsymbol{\beta_{ij}, i = 1, 2, \dots, m; j = 0, 1, \dots, n}\}$ وزن برداری از لایه گره‌های پنهان خروجی و $\boldsymbol{a_j (j = 0, 1, \dots, n)}$ وزن‌ها از گره‌های ورودی به گره‌های پنهان هستند. $\boldsymbol{a_0}$ و $\boldsymbol{\beta_{0j}}$ به ترتیب بردار بایاس در لایه پنهان و لایه ورودی می‌باشند (Azadeh et al., 2010).

۲.۴.۱. شبکه‌های تابع شعاع مدار[۲۰]

از آماره‌ها در شبکه‌های پیش‌خور و بازخور استفاده می‌شود و یکی از مهمترین گونه از شبکه‌های پیش‌خور که از آماره‌ها استفاده می‌کند، تابع شعاع مدار است. این شبکه‌ها به طور سنتی برای جداسازی فضایی در فضای چند بعدی مورد استفاده قرار می‌گیرند و دارای قابلیت‌های مشابه با شبکه عصبی MLP هستند که هر گونه تقریب تابع را حل می‌نماید (Yilmaz, Erik, & Kaynar, 2010). معماری اصلی RBF متشکل از یک شبکه سه لایه می‌باشد که در شکل (۲) نشان داده شده است (Mosavi, Khishe, Hatam Khani, & Shabani, 2017). لایه ورودی فقط یک لایه کشنده است و در آن هیچ پردازشی صورت نمی‌گیرد. لایه دوم یا لایه پنهان، یک انطباق غیر خطی مابین فضای ورودی و یک فضا با بعد بزرگ‌تر برقرار می‌کند که در آن الگوها به صورت خطی تفکیک پذیر در می‌آیند، باید توجه داشت که در شبکه‌های RBF تنها یک لایه میانی وجود دارد. سرانجام لایه سوم، جمع وزنی را به همراه یک خروجی خطی تولید می‌کند (Zhu, Xie, Sun, Wang, & Yan, 2016).خصوصیت منحصر به فرد RBF، پردازشی است در لایه پنهان صورت می‌گیرد. ایده اصلی آن است که الگوهای فضای ورودی، تشکیل خوشه دهند. در صورتی که مراکز این خوشه‌ها مشخص باشد، می‌توان فاصله از مرکز خوشه را اندازه‌گیری نمود. به علاوه این اندازه‌گیری فاصله، به صورت غیر خطی انجام می‌شود و لذا در صورتی که الگویی در ناحیه‌ای مجاور مرکز یک خوشه قرار داشته باشد، مقداری نزدیک به یک تولید می‌شود. در

www.SID.ir

Archive of SID

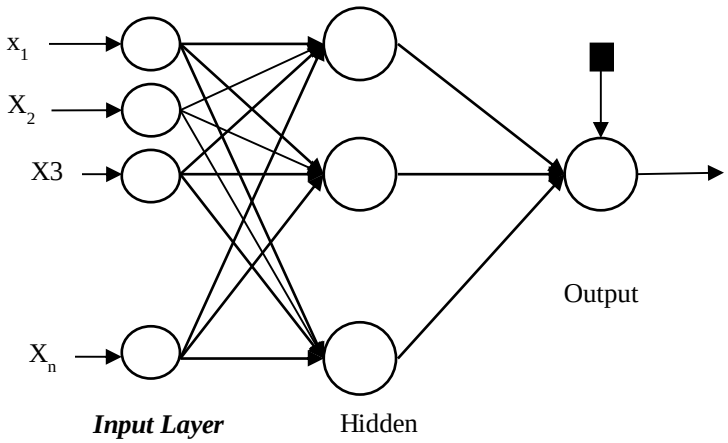
خارج از این ناحیه، مقدار به دست آمده به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. نکته مهم آن است که این ناحیه به صورت شعاعی در اطراف مرکز خوشه متقارن است، بنابراین تابع غیر خطی به صورت تابع شناخته شده شعاع مدار در می‌آید.

برای مدلسازی این شبکه عصبی، یکی از مشهورترین روش‌ها استفاده از هسته گاوس است، که به صورت ذیل تعریف می‌گردد:

$$k(x, z_i) = \exp(-\| x - z_i \|) \quad (۰,۳)$$

که در آن $x, y \epsilon R^n$ ، اگر $z_1, z_2, \dots, z_k$ مجموعه‌ای از k مرکز در شبکه عصبی RBF باشند، آنگاه مدل این شبکه با استفاد از رابطه (۱,٤) بیان می‌گردد (Que & Belkin, 2016):

$$f(x) = \sum_{i=1}^{k} w_i k(x, z_i) \quad (۰,٤)$$



شکل (۲): شبکه عصبی تابع شعاع مدار

نکته قابل ذکر در رابطه با شبکه‌های عصبی MLP و RBF آن است که اول، ضعف اصلی شبکه MLP این است که حداقل ضرایب محلی آن محدود است و راندمان آن آهسته است و دوم اینکه، شبکه RBF از نظر قابلیت تقریبی، ظرفیت طبقه بندی و میزان یادگیری بهتر از شبکه MLP است (Zhu et al., 2016). همچنین، زمان یادگیری شبکه‌های عصبی RBF نسبت به MLP در زمان کوتاه‌تری صورت می‌پذیرد و دیگر اینکه، بهترین راه‌حل را بدون درگیر شدن در حداقل‌های محلی می‌یابند (Yilmaz et al., 2010).

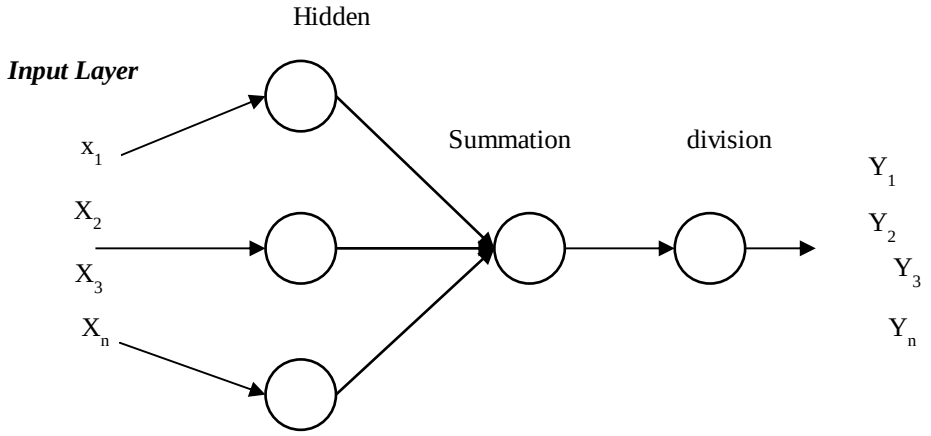
۳.٤.۱. شبکه عصبی رگرسیون عمومی[۲۱]

شبکه عصبی رگرسیون عمومی توسط دونالد اسپچت (۱۹۹۱) برای شناسایی و مدلسازی سیستم‌ها توسعه داده شده و می‌توان گفت این نوع شبکه، تعمیمی از شبکه‌های عصبی احتمالی[۲۲] می‌باشد. PNN به طور تخصصی فقط برای طبقه‌بندی الگوها بکار می‌روند و حال آنکه GRNN دارای کاربردهای وسیع‌تری است.

ایده اصلی که در ورای GRNN وجود دارد این است که می‌توان هر تابعی را با در اختیار داشتن مجموعه‌ای از زوج داده‌های ورودی و خروجی تخمین زد. این شبکه‌های عصبی همانطور که در شکل (۳) نشان داده شده است از لایه ورودی، لایه پنهان، جمع، لایه تقسیم و لایه خروجی تشکیل شده است (Al-Mahasneh, Anavatti, & Garratt, 2018).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳: شبکه عصبی رگرسیون عمومی

زمانی که شبکه‌های عصبی احتمالی آموزش داده می‌شوند، آن‌ها الگوی واحد را در حافظه خود ذخیره می‌نمایند و بعد از آموزش این شبکه‌ها آن‌ها توانایی پیش بینی وروردی‌های جدید را خواهند داشت که خروجی این شبکه به واسطه‌ی معادله (۱،۵) و (۱،٦) محاسبه می‌گردد.

$$D_i = (x - x_i)^T (x - x_i) \quad (۰،۵)$$

$$\hat{y} = \frac{\sum_{i=1}^{N} y e^{\left(-D_i/2\sigma^2\right)}}{\sum_{i=1}^{N} e^{\left(-D_i/2\sigma^2\right)}} \quad (۰،٦)$$

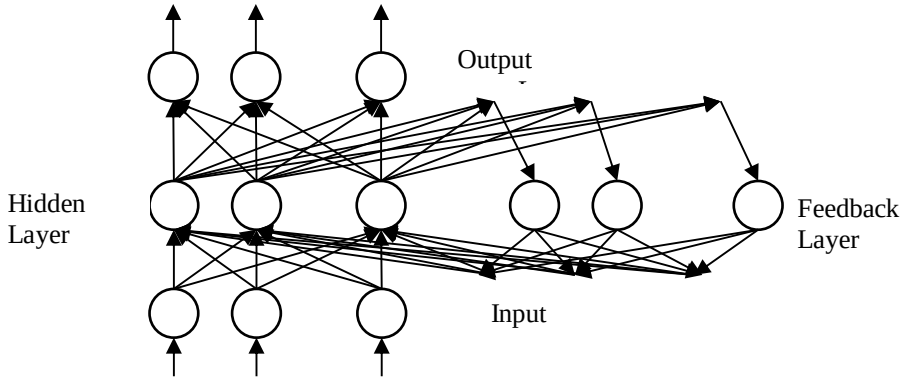
$\boldsymbol{D_i}$ فاصله‌ی اقلیدسی بین ورودی $\boldsymbol{x_i}$ و ورودی نمونه آموزش $\boldsymbol{x}$، $\boldsymbol{Y}$ خروجی نمونه آموزش و $\boldsymbol{\sigma}$ پارامتر هموارسازی GRNN می‌باشد. مزیت GRNN دقت و سریع بودن آن در آموزش است و از طرفی یکی از معایب آن رشد اندازه لایه پنهان می‌باشد (Al-Mahasneh et al., 2018).

۵.٤.۱. شبکه عصبی المان[۳۳]

شبکه عصبی المان یکی از انواع شبکه‌های عصبی چند سطحی و پیش‌رو است، ساختار این شبکه در شکل (٤) نشان داده شده است. همانطور که در شکل قابل مشاهده است، چهار نوع لایه در شبکه وجود دارد (یک لایه ورودی، چند لایه پنهان، چند لایه بازخورد و یک لایه پنهان) و در هر لایه نرون‌ها با دیگر نرون‌ها در لایه‌های دیگر به واسطه‌ی وزن‌هایی با یکدیگر اتصال برقرار کرده‌اند. این شبکه‌های عصبی دارای حافظه داخلی خاصی هستند که سیر تکاملی

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۴): شبکه عصبی المان

گذشته را بازخوانی می‌نمایند. فرآیند یادگیری شبکه عصبی المان به صورت روابط (۱،۷) فرمول‌بندی می‌گردد (Huang, 2009). شبکه عصبی المان، نه تنها از نرون‌های کلاسیک بلکه از نرون‌های متنی استفاده می‌نمایند که در لایه متنی قرار می‌گیرند. در این نوع شبکه‌های عصبی بین نرون‌ها ارتباطاتی پیش‌رو و پس‌رو وجود دارد (Clupek & Dzurenda, 2014). هر یک از گره‌ها، ورودی را از گره‌های متصل دریافت کرده و با استفاده از وزن‌هایی که مشخص گردیده است و تابعی ساده خروجی را محاسبه می‌نمایند. مزیت اصلی آن‌ها گره‌هایی هستند که می‌توانند داده گره‌های لایه پنهان را بازخوانی نمایند که این ویژگی باعث قابلت آن‌ها در پیش بینی سیستم‌های پویا می‌گردد (Liouane, Lemlouma, Roose, Weis, & Messaoud, 2016).

$$y(k) = g(w^3 x(k))$$
$$x(k) = f(w^1 x_c(k) + w^2 u_c(k-1))$$
$$x_c(k) = x(k-1) \qquad (۱،۷)$$

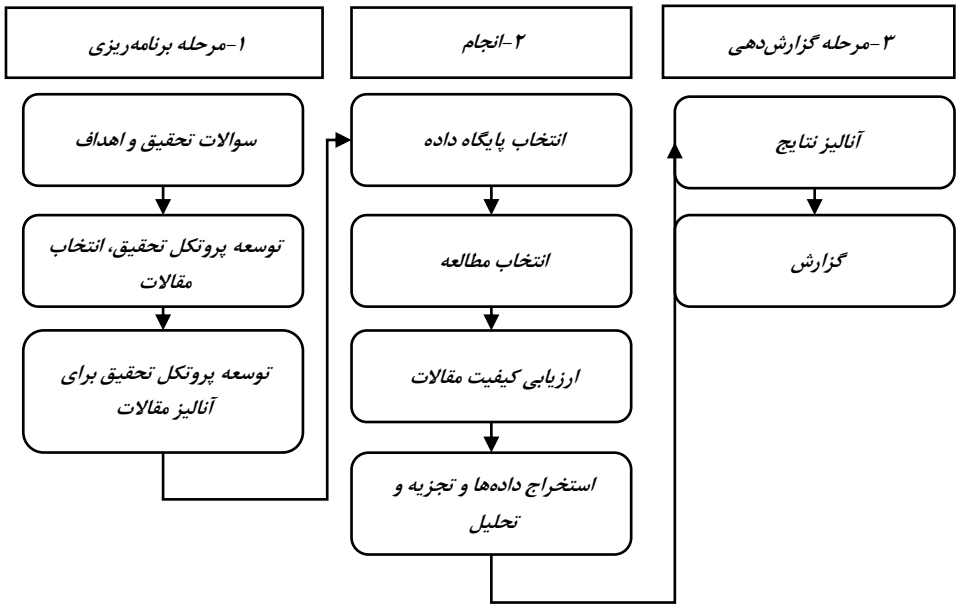
y، x، u و x_c به ترتیب پایه‌هایی برای بردار m بعدی گره‌های خروجی، بردار n بعدی گره‌های میانی، بردار r بعدی گره‌های ورودی و بردار n بعدی گره‌های لایه بازخورد می‌باشند. w1، w2، w3 به ترتیب پایه‌هایی برای وزن بین لایه میانی و لایه خروجی، وزن بین لایه میانی و لایه ورودی و وزن بین لایه میانی و لایه بازخورد می‌باشند (Huang, 2009).

۲. روش شناسی پژوهش

برخی تکنیک‌ها می‌توانند برای ارزیابی ادبیات موضوع مورد استفاده قرار گیرند. در این راستا، روش تجزیه و تحلیل استناد و هم استنادی و فنون کتاب سنجی سنتی بارها برای انجام این امر در حوزه‌های مختلف مدیریت استفاده شده‌اند. بنابراین، با توجه به روند تعیین شده در شکل (۵)، این پژوهش به بررسی موضوع مورد مطالعه می‌پردازد. بر اساس شکل (۵) و روند مشخص شده، در ابتدای امر با استفاده از دو پایگاه داده اسکوپوس[۲۴] و وب آف ساینس[۲۵] و براساس کلید واژگان زنجیره تامین و شبکه عصبی مصنوعی که در جدول (۱) نشان داده شده است، مهم‌ترین چالش‌های قابل حل در این حوزه با استفاده از روش‌های شبکه عصبی مصنوعی شامل طراحی شبکه لجستیک، کنترل موجودی، طراحی زنجیره تامین، پیش بینی تقاضا، انتخاب تامین کننده و مدیریت ریسک مشخص گردید.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل(۴): فرآیند مرور سیستماتیک ادبیات (Tranfield, Denyer, & Smart, 2003)

همانطور که در جدول (۱) قابل مشاهده است، تعداد ۲۱۵ مقاله به حوزه حل مسائل زنجیره تامین با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی پرداخته‌اند. سپس در این دو پایگاه داده با استفاده از ترکیب هر دو کلید واژه "شبکه عصبی مصنوعی" و "طراحی شبکه لجستیک" و "زنجیره تامین"؛ "شبکه عصبی مصنوعی" و "کنترل موجودی" و "زنجیره تامین"؛ "شبکه عصبی مصنوعی" و "طراحی زنجیره تامین"؛ "شبکه عصبی مصنوعی" و "پیش بینی تقاضا" و "زنجیره تامین"؛ "شبکه عصبی مصنوعی" و "انتخاب تامین کننده" و "زنجیره تامین"، "شبکه عصبی مصنوعی" و "ریسک" و " زنجیره تامین؛ مطابق جدول (۱) تعداد مقالات در هر یک از این حوزه‌های چالش زنجیره تامین مشخص گردید. در آخر، با بررسی و ارزیابی مقالات، مناسب‌ترین مقالات به جهت تشریح نحوه حل هریک از چالش‌ها به واسطه‌ی شبکه عصبی مصنوعی انتخاب گردید. برای تشریح حل هر یک از چالش‌های موجود در زنجیره تامین به واسطه‌ی شبکه‌های عصبی سه مقاله انتخاب گردیده است که در دو مقاله اول به تشریح کلی نحوه حل چالش و در مقاله آخر به‌طور خاص به نحوه حل چالش به وسیله‌ی شبکه‌های عصبی مصنوعی پرداخته می‌شود.

جدول (۱): کلید واژه‌های استفاده شده

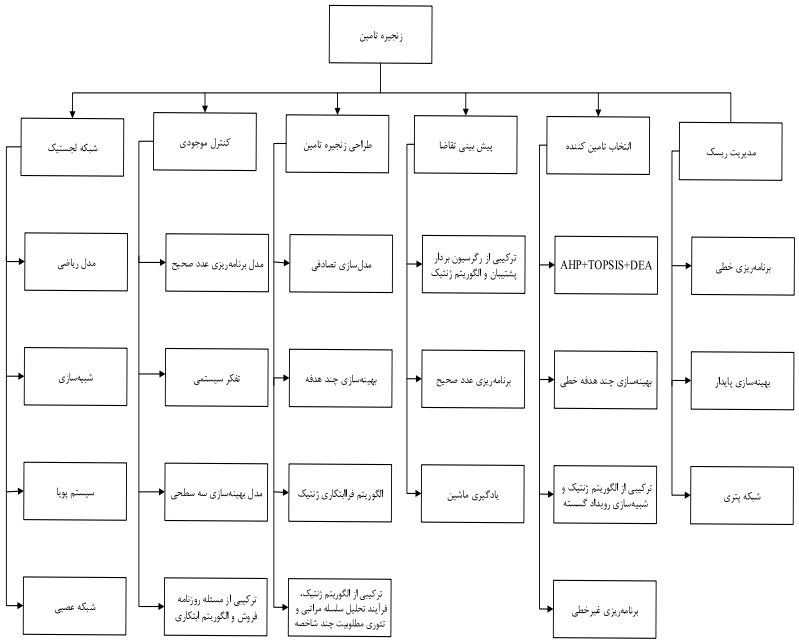
ردیف	کلید واژه	تعداد مقالات
1	“Artificial neural network” AND “Supply chain”	215
2	“Artificial neural network” AND “Logistic network” AND “Supply chain”	52
3	“Artificial neural network” AND “Inventory control” AND “Supply chain”	18
4	“Artificial neural network” AND “Supply chain network design”	16
5	“Artificial neural network” AND “Demand forecasting” AND “Supply chain”	74
6	“Artificial neural network” AND “Supplier selection” AND “Supply chain”	35
7	“Artificial neural network” AND “risk” AND “Supply chain”	9

www.SID.ir

Archive of SID

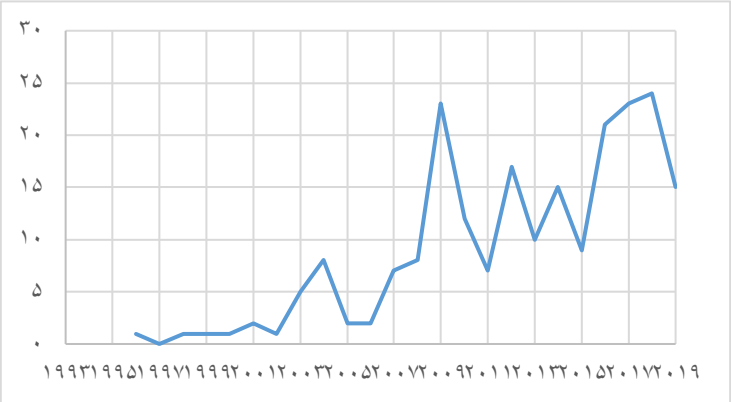
۱.۲. روند توسعه تحقیقات گذشته

در ابتدا، با مطالعه سیستماتیک پژوهش‌های صورت گرفته در حوزه چالش‌های زنجیره تامین، مهم‌ترین روش‌های موجود برای حل هر یک از چالش‌ها یافت شده در بخش قبل در شکل (٦) نشان داده شده است.



شکل (۶) مرور اجمالی بر مطالعات صورت گرفته

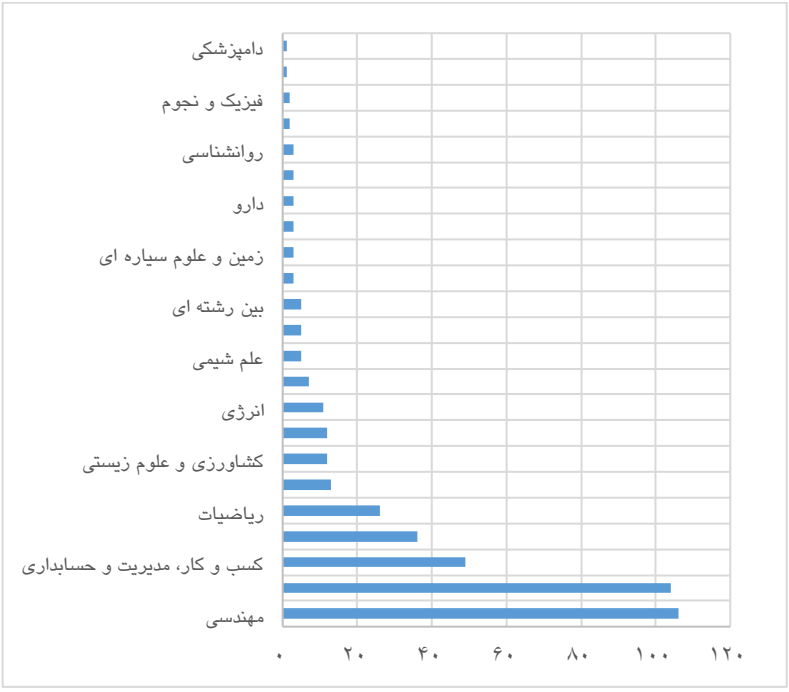
پس از بررسی مقالات در حوزه کابرد شبکه عصبی در زنجیره تامین با استفاده از پایگاه داده اسکوپوس و وب آف ساینس، تعداد مقالات انتشار یافته در حوزه شبکه‌های عصبی مصنوعی در زنجیره تامین در سال‌های مختلف در شکل (۷) نشان داده شده است. همانطور که مشخص است، تولید علم در حوزه زنجیره تامین و شبکه‌های عصبی مصنوعی از سال‌های ابتدایی تا به الان از روند صعودی برخوردار بوده است.



شکل (۷): تعداد مقالات چاپ شده در سال‌های مختلف

www.SID.ir

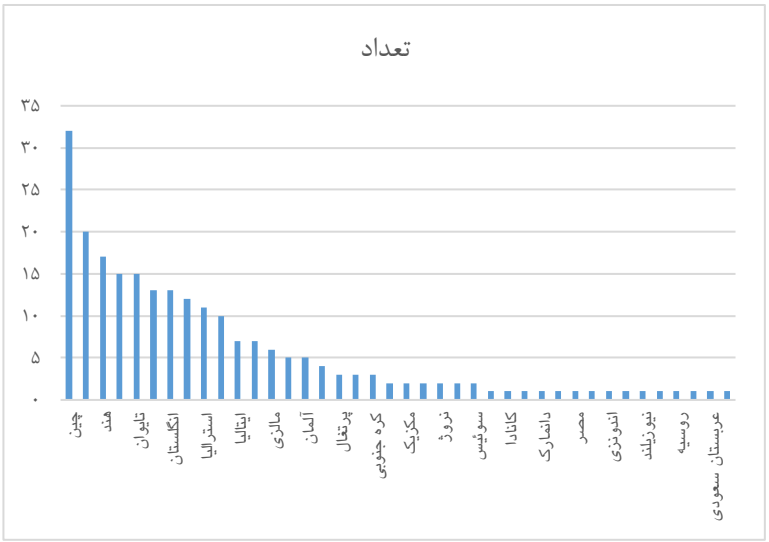
Archive of SID



شکل (۸): تعداد مقالات چاپ شده در حوزه‌های مختلف

از طرفی، شبکه‌های عصبی مصنوعی در زنجیره تامین حوزه‌های مختلفی مورد استفاده قرار گرفته است. همانطور که در شکل (۸) قابل مشاهده است کاربرد شبکه‌های عصبی در حوزه‌هایی همچون مهندسی، علوم کامپیوتر، علوم تصمیم‌گیری و ... استفاده گردیده است.

همچین با بررسی‌هایی که در این حوزه و کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در حل مسائل آن صورت گرفته است، کشورهایی که در این حوزه به فعالیت پرداخته‌اند در شکل (۹) قابل ملاحظه است.



شکل (۹): تعداد مقالات کشورهای فعال در این حوزه

www.SID.ir

Archive of SID

۲.۲. کاربرد شبکه عصبی در زنجیره تامین

در ادامه، به برخی از مسائل موجود در زنجیره تامین پرداخته می‌شود و نیز شبکه‌های عصبی که برای حل این مسائل استفاده گردیده و نتایج و دستاوردهایی را که به دنبال داشته است، بیان می‌گردد

۳.۲. طراحی شبکه لجستیک

با توجه به افزایش پیچیدگی فرایندهای تولیدی، طراحی و مدیریت، زیرساخت‌های لجستیک برای بهبود عملکرد مدیریت زنجیره تامین اهمیت می‌یابند. اثربخشی طراحی و مدیریت شبکه لجستیک برای سیستم‌های توزیع پیچیده می‌تواند به واسطه‌ی هزینه‌های مستقیم لجستیک و از لحاظ عملکرد تولید زنجیره تامین اندازه‌گیری گردد (Bruzzone & Orsoni, 2003). هدف اصلی طراحی زیرساخت حمل و نقل، اطمینان از تحویل به موقع مواد خام و محصولات میانجی به بخش‌های تولید به منظور به حداقل رساندن ضایعات تولید می‌باشد. بنابراین؛ نیاز است تا تصمیم‌گیرندگان شیوه‌های مختلف حل مسائل لجستیک را مورد مقایسه قرار دهند، نه فقط به جهت مقایسه هزینه و منفعتی که به دنبال دارند بلکه از آن جهت مهم است که که بر روی عملکرد تولید نیز تاثیر گذارند. به عنوان مثال؛ مدیریت تدارکات حمل و نقل، تصمیم‌گیری درباره استفاده از ظرفیت، هزینه‌های حمل و نقل و تغییرپذیری تولید اغلب منجر به شناسایی راه‌حل‌های منطقی چندگانه می‌شود (Li & Cheng, 2007). با توجه به تحقیقات صورت گرفته پیرامون طراحی شبکه لجستیک، برزون و اورسنی به طراحی شبکه لجستیک در بین بنادر از طریق سه مدل ریاضی، شبیه سازی و شبکه‌های عصبی پرداختند. نتایج این تحقیق نشان دهنده آن است که مدل ریاضی برای ساده‌ترین حالت جابجایی که حمل یک محصول بین دو بندر است، کاملا پیچیده بوده و قطعا برای برآورد هزینه در موارد پیچیده‌تر که شامل چندین محصول و چندین بندر است، مناسب نیست. از طرفی، مقایسه دو مدل دیگر نشان می‌دهد که شبکه‌های عصبی به لطف ساختار مودلار[۲۶] به طور موثرتری برآورد منطقی از هزینه خواهند داشت و تمام برآورد هزینه برای یک شبکه لجستیک پیچیده را در مدت چند ثانیه فراهم می‌کنند (Bruzzone & Orsoni, 2003).کاگلیانو و رافل با هدف انتخاب بهترین رویکرد شبیه سازی پنج متدولوژی شبکه عصبی، شبکه پتری، مدلسازی مبتنی بر عامل، شبیه سازی رویداد گسسته و سیستم‌های پویا را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج تحقیق حاکی از آن است که شبکه‌های عصبی و شبکه‌های پتری نیز ویژگی‌هایی دارند که آن‌ها را برای مدلسازی یک شبکه شبکه لجستیک مناسب نمی‌سازد اما از طرفی، سه رویکرد دیگر به تنهایی قادر به ارزیابی عملکرد نیستند (Cagliano & Rafele, 2008).

وی لی و لیمینی چنگ در پژوهشی با استفاده از شبکه عصبی به ارزیابی قابلیت لجستیک زنجیره تامین پرداختند. در این مطالعه محققین ابتدا ادبیات گذشته درباره قابلیت لجستیک زنجیره تامین را مورد بررسی قرار دادند. جنبه‌ها و شاخص‌های قابلیت لجستیک زنجیره تامین که از مطالعات گذشته استنتاج گردیدند در جدول (۲) قابل مشاهده است.

جدول (۲): شاخص‌های لجستیک زنجیره تامین

متغیر	شاخص	جنبه
۱X	نرخ هزینه و ارزش انبار	هزینه و ارزش لجستیک
۲X	نرخ هزینه و ارزش حمل‌ونقل	
۳X	نرخ هزینه و ازش فرآیند توزیع	
۴X	اشتراک اطلاعات داخلی	یکپارچگی
۵X	تبادل اطلاعات خارجی	
۶X	سفارش بهینه	
۷X	نرخ فروش و تولید	
۸X	نرخ تقاضا و تولید	
۹X	کل زمان اجرای چرخه سفارش	چابکی
۱۰X	زمان پاسخ زنجیره تامین	
۱۱X	درجه تکامل سیستم اطلاعاتی	
۱۲X	زمان چرخه پول نقد-پول نقد	
۱۳X	زمان نگه‌داری موجودی	

سپس شبکه عصبی برای ارزیابی قابلیت لجستیک زنجیره تامین شکل گرفت که مطابق با جدول (۲) شاخص‌ها به عنوان ورودی‌های شبکه عصبی در نظر گرفته شده‌اند. همچنین براساس معادله $\boldsymbol{M = 2N}$ تعداد نورون‌های لایه پنهان مشخص گردید، که M و N به ترتیب تعداد نورون‌های لایه پنهان و لایه ورودی هستند. برای ارزیابی شبکه عصبی، پرسشنامه‌ای درباره قابلیت لجستیک بین ۱۲٤

www.SID.ir

Archive of SID

شرکت تولید کننده نوشیدنی در چین توزیع گردید. براساس پاسخ ۸۰ شرکت به این پرسشنامه، نمونه داده‌ها برای ارزیابی شبکه عصبی آماده گردید. در این راستا، ٦٠ نمونه اول داده‌ها به عنوان داده‌های آموزش و سایر داده‌ها برای آزمایش شبکه در نظر گرفته شدند و در آخر، نتایج به واسطه‌ی روش ارزیابی جامع فازی مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج حاکی از آن است که این شبکه لجستیک به‌طور موثری مورد ارزیابی قرار گرفته است (Li & Cheng, 2007).

٤.٢. کنترل موجودی

پاسخگویی مناسب به تقاضای مشتری یکی از مهم‌ترین مسائل مدیریت زنجیره تامین است. هدف سازمان تامین مقدار مناسب محصول برای مشتری در زمان و مکان مناسب است. بنابراین، کنترل موجودی یکی از مفاهیم کلیدی در زنجیره تامین است که باید مورد توجه سازمان‌های تولیدی قرار گیرد. موجودی انبار شامل مواد اولیه، محصولات نیمه تمام و محصولات تکمیل شده در طول زنجیره تامین می‌باشد. مدیریت موجودی در یک زنجیره تامین پیچیده سخت بوده و تاثیرات بسزایی را بر روی سطح خدمت و هزینه کل سیستم خواهد داشت. در رابطه با مسئله کنترل موجودی در زنجیره تامین تحقیقات بسیاری صورت پذیرفته است. در این میان، شبکه‌های عصبی در مقایسه با روش‌های پیش بینی سنتی مزایای منحصر به فردی از جمله تحمل خطای بالا، سرعت پیش بینی سریع، اجتناب از توصیف روابط پیچیده انطباق قوی دارند. از سوی دیگر، پژوهشی به وسیله‌ی چن و همکاران صورت گرفته است که به طراحی زنجیره تامین با توجه به کنترل موجودی براساس شبکه عصبی چند لایه پرداخته‌اند. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که تکنیک‌های شبکه عصبی قابلیت تصمیم‌گیری مناسب در رابطه با موجودی را دارند و می‌توان به واسطه آن رفتار زنجیره را پیش بینی نمود. (Chen et al., 2007).

هی طی پژوهشی به طراحی شبکه عصبی برای پیش بینی سطح موجودی شرکت قطعات خودرو پرداخته است. در این پژوهش برای پیش بینی موجودی از الگوریتم پس انتشار استفاده گردیده است. در جدول (۳) معیارهای طراحی سیستم کنترل؛ به عبارتی متغیرهای ورودی شبکه عصبی نشان داده شده است.

جدول (۳): معیار طراحی سیستم کنترل

نماد	معیار
X۱	هزینه سفارش
X۲	هزینه نگه‌داری
X۳	هزینه حمل و نقل
X۴	هزینه کمبود
X۵	سطح تقاضا
X۶	سطح تامین
X۷	تعداد ذخیره
X۸	زمان بین شروع و اتمام فرآیند تولید
X۹	سطح خدمات مشتری

هزینه‌های متغیر: این هزینه‌ها یکی از شاخص‌های اصلی برای ارزیابی استراتژی کنترل موجودی هستند. در یک سازمان آنالیز مناسبی از هزینه کنترل موجودی به طور موثری هزینه‌های شرکت را کاهش می‌دهد. اگرچه، هزینه‌های کنترل موجودی جنبه‌های مختلفی را در بر می‌گیرد و نیز این جنبه‌های بر یکدیگر تاثیر گذارند. بنابراین تقسیم هزینه‌های کنترل موجودی به بخش‌های جزءتری و تجزیه و تحلیل آن‌ها برای یافتن عوامل اصلی به سازمان‌ها برای تطابق تصمیم‌ها و انواع هزینه‌ها کمک خواهد کرد. هزینه‌های اصلی شامل : هزینه سفارش، هزینه نگهداری، هزینه حمل و نقل و هزینه کمبود می‌باشد.

سطح تقاضا: هدف کنترل موجودی رضایت مشتری برای تامین تقاضاست. بنابراین، تقاضا یکی دیگر از عوامل تاثیرگذار مهم در کنترل موجودی است. سطح تقاضا تناسب نسبی با سطح موجودی دارد.

سطح تامین: این به سطح تمام شدن محصولات تولید کننده اشاره دارد و همواره با سطح موجودی رابطه مثبتی برقرار می‌نماید.

تعداد ذخیره: این به انواع دیگر قسمت‌هایی که می‌توانند جانشینی برای قسمت‌ها به کار برده شوند اشاره دارد و همواره با سطح موجودی رابطه منفی برقرار می‌نماید.

www.SID.ir

Archive of SID

زمان بین شروع و اتمام فرایند تولید: آن شامل زمان سفارش، زمان انتظار، زمان آماده سازی تامین کننده برای دریافت کالا، مدت زمان حمل و نقل، زمان بررسی و تحویل کالا به انبار و زمان آماده سازی برای استفاده می‌باشد و همواره با سطح موجودی رابطه مثبت دارد.

سطح خدمات مشتری: به امکان رضایت مشتریان بعد بیان نیازهای خود اشاره دارد و همواره با سطح موجودی رابطه منفی برقرار می‌نماید.

براساس معادله $\boldsymbol{h = log_2 I}$ تعداد گره‌های لایه پنهان نیز مشخص گردید. که h تعداد گره‌های لایه پنهان و I تعداد گره‌های لایه ورودی نیز می‌باشد. نتایج بیان کننده آن است که مدل طراحی شده برای کنترل موجودی به خوبی طراحی گردیده است (He, 2013).

۵.۲ طراحی زنجیره تامین

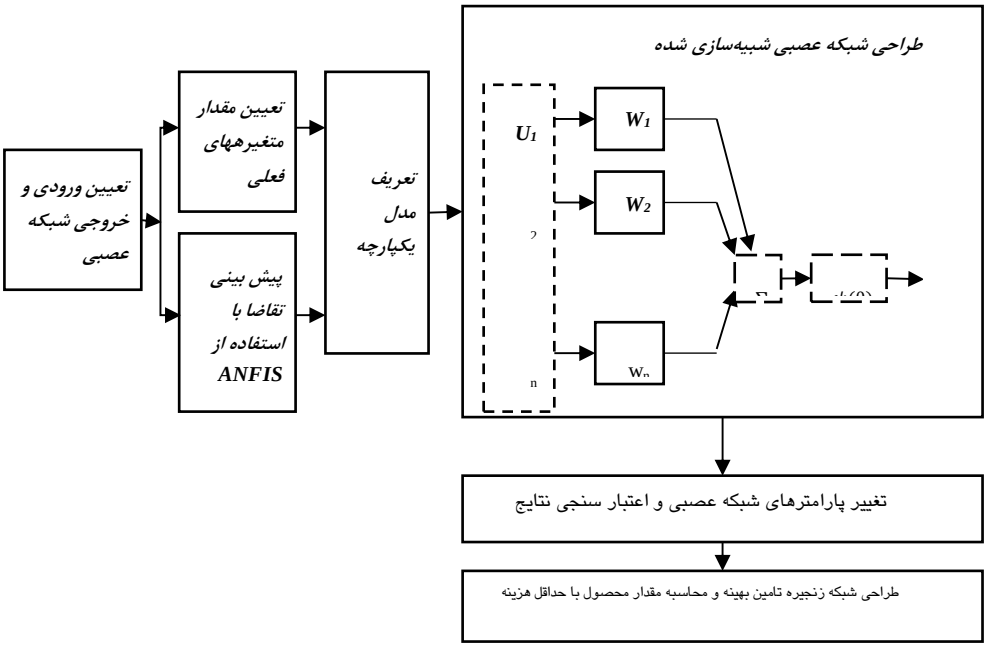
یک زنجیره تامین سیستم یکپارچه‌ای از جایجایی مواد اولیه، بخش‌های تولیدی و مونتاژ و مراکز توزیع برای رفع نیاز مشتریان با هزینه کم، کیفیت بالای محصولات مختلف و زمان تحویل کمتر می‌باشد. در یک زنجیره تامین نیاز است تا تمام عوامل در تمامی بخش ها بطور کارا فعالیت نموده تا بتوانند در مقابل تغییرات با انعطاف پذیری کافی در مدیریت زنجیره تامین موفق باشند. طراحی زنجیره تامین یکی از تصمیمات استراتژی است که برای کارایی عملیات در طولانی مدت و یکپارچه سازی عوامل مختلف زنجیره و بهینه سازی این روابط صورت می‌گیرد. از این‌رو، طراحی شبکه زنجیره تامین کار دشواری است چراکه زیرسیستم‌های اصلی این سیستم و روابط متقابلی که بین این زیرسیستم‌ها وجود دارد، از پیچیدگی ذاتی برخوردار هستند و از طرفی، به دلیل وجود عوامل بیرونی چون مشخص نبودن تقاضا مشتریان طراحی این سیستم دشوارتر می‌گردد. در همین راستا، گوموس و همکاران در تحقیقی به طراحی زنجیره تامین شرکت و توسعه آن به واسطه شبکه عصبی نیز پرداختند. هسته اصلی فعالیت شرکت تولید، فروش و توزیع محصولات در ۱۴ منطقه کشور ترکیه است. این ۱۴ منطقه فعالیت شرکت شامل ٤٤ مدیر فروش منطقه می‌باشد که تقاضای توزیع‌کنندگان به واسطه‌ی این مدیران فروش به مدیران زنجیره تامین اطلاع داده می‌شود. سپس بر اساس اطلاعات که مدیران زنجیره تامین دریافت نموده‌اند ارزیابی‌های لازم را در رابطه با میزان تولید و همچنین برنامه‌ریزی تولید می‌نمایند. روند حل مسئله در این تحقیق مطابق شکل (۱۰) و (۱۱) صورت گرفته است.

شکل (۱۰) : ترکیب سیستم استنتاج عصبی فازی با MILP

www.SID.ir

Archive of SID

زمانی که شبکه زنجیره تامین شرکت طراحی گردید، بخش مدیریت زنجیره تامین بر روی هزینه حمل‌ونقل، تقاضای توزیع‌کنندگان، سهم نواحی و تصمیم‌گیری درباره انتخاب کارخانه و محصولی که تولید می‌گردد، تمرکز خواهد کرد. شبکه موجود جریان محصول مطابق شکل (۱۱) صورت می‌پذیرد که محصول از ۲ کارخانه به ۳ انبار و از انبارها به ٦ توزیع‌کننده جریان دارد.



شکل (۱۱): مراحل ساختاری مدل شبیه سازی مدل ارائه شده

در این راستا، ابتدا هزینه حمل‌ونقل و ظرفیت‌های موجود اعضاء شبکه زنجیره تامین مشخص گردید. شبکه با استفاده از ۸٤ داده تقاضا آموزش داده شد و سپس مقدار تقاضا توزیع کنندگان زنجیره تامین به واسطه‌ی روش‌های ANFIS و ARIMA تعیین گردید سپس بر اساس مقدار خطای محاسبه شده برای هر یک از روش‌ها، روش ANFIS از دقت بالاتری برخوردار بود. در ادامه، داده‌های خروجی ANFIS در MILP معادله (۱،۸) به عنوان ورودی به همراه سایر داده‌های ورودی استفاده گردید.

متغیرهای $a_i, c_k, b_j, c_{ij}, c_{jk}, D, F, X_{ij}, y_{jk}, \delta_j, \phi_i$ به ترتیب هزینه ثابت کارخانه، هزینه ثابت انبار، تعداد محصول که از انبار به توزیع کننده انتقال می‌یابد، تعداد محصول که از کارخانه به انبار انتقال می‌یابد، حداکثر تعداد کارخانه، حداکثر تعداد انبار، هزینه حمل و نقل از انبار به توزیع کننده، هزینه حمل و نقل از کارخانه به انبار، ظرفیت انبار و تقاضای توزیع کننده هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

$$Min\left[\sum_i\sum_j c_{ij}x_{ij}+\sum_j\sum_k c_{jk}y_{jk}\right]+\left[\sum_i \phi_i\Phi_i+\sum_j \delta_j\Delta_j\right]$$

$$\sum_j x_{ij}\le a_i\Phi_i,\forall_i$$

$$\sum_k y_{jk}\le b_j\Delta_j,\forall_j$$

$$\sum_i \Phi_i\le F$$

$$\sum_j \Delta_j\le D$$

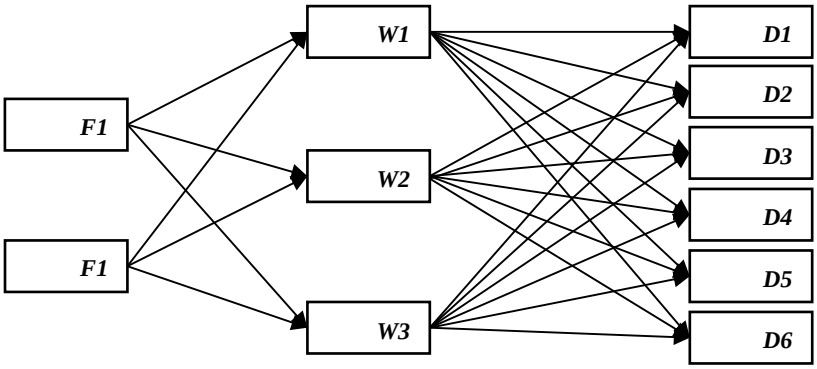
$$\sum_i x_{ij}-\sum_k y_{jk}=0,\forall_j$$

$$\sum_j y_{jk}\ge c_k,\forall_k$$

$$\Phi_i,\Delta_j=\{0,1\},\forall_{i,j}$$

$$x_{ij},y_{jk}\ge 0,\forall_{i,j,k}$$

(۰,۸)



شکل(۱۲). تأمین شبکه زنجیره

سپس مدل به دو روش تحلیلی و شبیه سازی شبکه عصبی برای بررسی قابلیت و کارایی شبکه‌های عصبی در حل این نوع مسائل حل گردید. به واسطه‌ی حل این مدل تصمیم‌گیری درباره استفاده یا عدم استفاده کارخانه‌ها و انبارها و تعیین مقدار محصولی که از کارخانه‌ها به انبارها و از انبار به توزیع‌کنندگان با حداقل هزینه، صورت می‌گیرد. نتایج حاکی از آن بود، شبکه زنجیره تامین طراحی شده به صورت بهینه جریان بین کارخانه‌ها، انبارها و توزیع کنندگان را محاسبه می‌نماید و همچنین موجب صرفه جویی در زمان و کارایی این تکنیک، در حل این نوع مسائل است (Alev Taskin Gumus et al., 2009).

۶.۲. پیش بینی تقاضا

در هر محیط تولیدی، پیش بینی تقاضا نقش مهمی را در یکپارچه‌سازی سیستم لجستیک ایفا می‌نماید و اطلاعات ارزشمندی را برای چندین بخش لجستیک شامل خرید، مدیریت انبار و حمل و نقل ارائه می‌دهد. به عبارت بهتر، پیش بینی تقاضای بازار پایه و اساس تمام تصمیم‌گیری‌های استراتژی و برنامه‌ریزی‌های زنجیره تامین می‌باشد (Ying & Hanbin, 2010). مدل‌های کمی پیش بینی را می‌توان در دو دسته مدل‌های سری زمانی و مدل‌های علی طبقه‌بندی نمود، در هر دو مدل اجرا و توسعه به سادگی صورت می‌پذیرد ولی قادر به حل داده‌ها با الگوی غیر خطی نمی‌باشند. در همین راستا، شبکه‌های عصبی مصنوعی جایگزین مناسبی نسبت به این موضوع هستند (Benkachcha et al., 2008). گوموس و همکاران براساس شبکه عصبی چند لایه به پیش بینی تقاضا

www.SID.ir

Archive of SID

پرداختند. براساس نتایج پژوهش و مقایسه‌ای که بین مقدار پیش بینی شده با مقدار واقعی صورت گرفته است، نشان می‌دهد که شبکه عصبی به خوبی توانسته مقدار تقاضا را پیش بینی نماید (Alev Taskın Gumus & Guneri). در پژوهش دیگری ئینگ و هانبین مدل پیش بینی تقاضا با استفاده از شبکه نرون پس انتشار[۲۷] صورت دادند که نتایج حاکی از آن است، دقت مدل پیش بینی افزایش یافته و به راحتی می‌توان تغییرات بازار را در مدل اعمال نمود (Ying & Hanbin, 2010) . سید و همکاران در پژوهشی به مقایسه پیش بینی تقاضا به دو صورت رگرسیون خطی چندگانه و شبکه عصبی چند لایه پرداختند. از این‌رو، در این مطالعه ویژگی‌های هزینه تبلیغات، هزینه ترویج و فروش سه ماهه عوامل رقابت‌پذیر هستند. این سه عامل به عنوان ورودی‌های شبکه عصبی، یک گره خروجی و تعداد مناسبی گره پنهان در نظر گرفته شده است. در این راستا، علاوه بر طراحی مناسب شبکه عصبی تابع فعال سازی، الگوریتم یادگیری و معیارهای یادگیری نیز تعیین گردید. برای مسئله پیش بینی غیر خطی یک تابع سیگموید در لایه پنهان و تابع خطی در لایه خروجی به کار برده شده است. سپس، مسئله نیز به واسطه‌ی رگرسیون خطی چندگانه طراحی گردید و نتایج حاصل از حل مدل‌ها نیز با یکدیگر مقایسه گردید. نتایج تحقیق حاکی از آن است، شبکه‌های عصبی برای حل مسائل پیش بینی نسبت به رگرسیون خطی چندگانه کاراتر هستند (Benkachcha et al., 2008). پیش بینی تقاضای بازار براساس شبکه عصبی پس انتشار می‌تواند از عوامل بیشتری تاثیر بپذیرد که این عوامل می‌توانند کمی، کیفی یا غیر قطعی باشند (Ying & Hanbin, 2010).

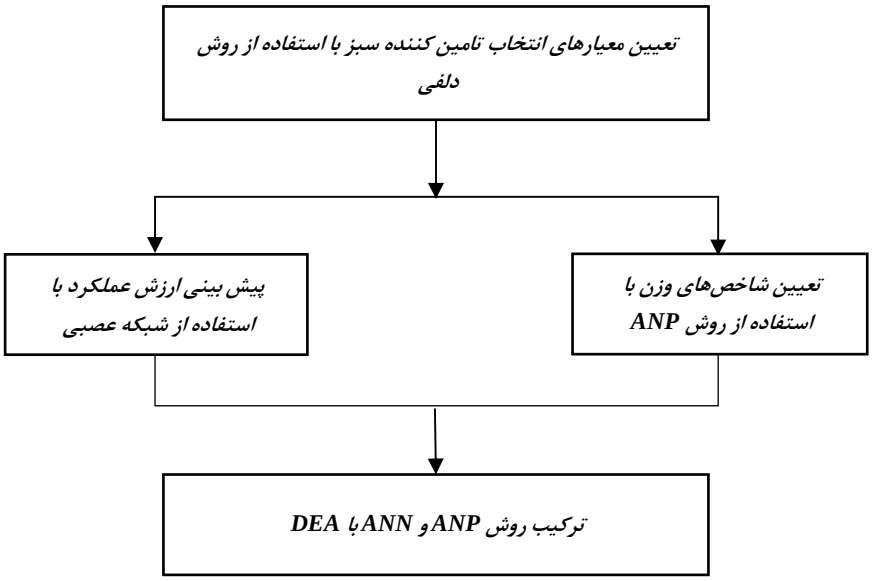
۷.۲. انتخاب تامین کننده

تامین کنندگان، فروشندگانی هستند که مواد اولیه، کالا یا خدماتی را که یک سازمان خود نمی‌تواند تولید کند، ارائه می‌نمایند. در محیط تولیدی فعلی برای زنجیره‌های تامین، تامین کننده قسمتی ضروری برای یک سازمان است و یک تامین کننده مناسب می‌تواند کالا با کیفیت مناسب، مقدار مناسب، قیمت مناسب و در زمان مناسب به شرکت ارائه نماید. همانطور که سازمان‌ها به تامین کنندگان وابستگی بیشتر پیدا می‌نمایند، سازمان‌ها باید رویکرد مناسبی را برای ارزیابی و انتخاب تامین کننده بیابند. وانگ و همکاران با ترکیب ANN و ANP با DEA سیستمی را برای انتخاب تامین کننده سبز ایجاد نمودند. چارچوب انتخاب تامین‌کننده در شکل (۱۲) نشان داده شده است.

در این مطالعه ابتدا شاخص‌های انتخاب تامین‌کننده سبز به وسیله‌ی روش دلفی تعیین گردیدند که در آخر انتخاب تامین‌کننده سبز شامل شش بعد "کیفیت"، "هزینه"، "تحویل"، "خدمات"، "محیط" و "مسئولیت اجتماعی سازمان"می‌باشد. معیارهای هریک از ابعاد در جدول (٤) قابل مشاهده است. سپس، با استفاده از شبکه عصبی ارزش عملکرد تامین‌کننده سبز برای هر یک از ابعاد محاسبه گردید.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۵): چارچوب انتخاب تامین کننده

به عبارتی، شش شبکه عصبی مختلف به واسطه‌ی داده‌های گذشته معیارها و ارزش عملکرد گذشته تامین‌کنندگان آموزش داده شده است و تعداد گره‌ها در لایه ورودی برابر با تعداد معیارها است و نیز مدل دارای یک گره خروجی که بیان کننده ارزش عملکر هر یک از ابعاد نیز می‌باشد. در ادامه، با استفاده از روش ANP وزن هریک از ابعاد مشخص گردید و با استفاده از خروجی شبکه عصبی و وزن‌ها، تحلیل پوششی بر روی هر یک از تامین کنندگان صورت پذیرفت و نیز مناسب‌ترین تامین‌کننده انتخاب گردید (Kuo et al., 2010).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۴): شاخص تامین کننده سبز

متغیر	شاخص	جنبه
R1	حقوق و علایق کارکنان	مسئولیت اجتماعی
R2	حقوق ذینفعان	
R3	افشاء اطلاعات	
R4	احترام به خطی مشی	
S1	پاسخ‌دهی	خدمات
S2	رضایت	
S3	مدیریت ذخایر	
S4	قابلیت طراحی	
D1	نرخ تامین سفارش	تحویل
D2	زمان تدارکات	
D3	تعداد سفارشات	
C1	هزینه ارزش عملکرد	هزینه
C2	اتخاذ رفتار قیمت	
C3	هزینه حمل‌ونقل	
Q1	فرآیند بهبود	کیفیت
Q2	نرخ برگشت	
Q3	تعهد مدیریت به کیفیت	
Q4	ضمانت‌نامه‌ها	
Q5	تضمین کیفیت	
E1	EUP	محیط زیست
E2	ODC	
E3	RoHS	
E4	ISO14001	
E5	WEEE	

۸.۲. مدیریت ریسک

در چنین محیط رقابتی سازمان‌ها باید به توسعه و تطبیق استراتژی‌ها برای کاهش هزینه و ایجاد یک سیستم کارآمد تمرکز نمایند. در نهایت، استراتژی‌هایی مانند برون‌سپاری، منابع انحصاری و مشارکت‌های جهانی به سازمان‌ها در کارآمدتر بودن کمک می‌نماید اما از طرفی، افزایش وابستگی بین شرکاء و سازمان باعث آسیب‌پذیری شرکت‌ها می‌گردد و با خطرات بازار و عدم اطمینان آن مواجه می‌شوند. در همین راستا، می‌توان به نمونه‌هایی از ریسک‌های زنجیره تامین مانند عرضه، تقاضا، مبادلات و اختلالات اشاره نمود (Goh, Lim, & Meng, 2007; Hahn & Kuhn, 2012). مدل‌های ریاضی برای حل پیچیدگی‌های این مشکل چندان موثر نیستند. مدل‌های شبیه سازی مکانیزم و ابزار بهتری برای تحلیل خطرات زنجیره تامین و عدم قطعیت برای بهبود عملکرد سیستم و توانایی‌های تصمیم‌گیری ارائه می‌دهد. سینگال و همکاران مدل شبکه عصبی را برمبنای تقاضا و ریسک شکل دادند که این مدل برپایه داده‌های گذشته روند آینده را پیش بینی می‌نماید. با بررسی نتایج مدل، درباره پیش بینی‌های مختلف در سطوح مختلف ریسک زنجیره تامین، نشان می‌دهد که مدل توانایی تصمیم‌گیری را بهبود می‌بخشد. همچنین می‌تواند به عنوان فراهم کننده امکانات برای هماهنگی و پردازش اطلاعات برای بهبود عملکرد زنجیره تامین مورد استفاده قرار گیرد (Singhal, Agarwal, & Mittal, 2012). مهیدی و همکاران شبکه عصبی برای ارزیابی ریسک به واسطه اطلاعاتی که از کارخانه سیمان بنگلادش جمع آوری گردیده بود، شکل دادند سپس شبکه عصبی به وسیله برنامه متلب اجرا گردیده و نتایج خوبی را به دنبال داشت.

چگونگی فرآیند به کارگیری شبکه عصبی در صنعت سیمان در شکل (۱۳) قابل مشاهده است. ابتدا به واسطه‌ی نظر متخصصان و فعالیت‌های صورت پذیرفته در رابطه با این موضوع، عوامل مختلف ریسک (جدول ۵) در صنعت سیمان بنگلادش تعیین گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵: عوامل ریسک

نماد	عامل ریسک
X1	شکست ماشین (شکست باربری، خرابی پروانه فن)
X2	قطع برق (منبع تغذیه)
X3	عدم اطمینان از خطر
X4	فقدان روش عملیاتی استاندارد
X5	ترکیب شیمیایی نامناسب
X6	انتخاب فروشنده نامناسب
X7	مسدود کردن
X8	نشت
X9	ذخیره سازی نامناسب
X10	عدم دانش کار با ماشین

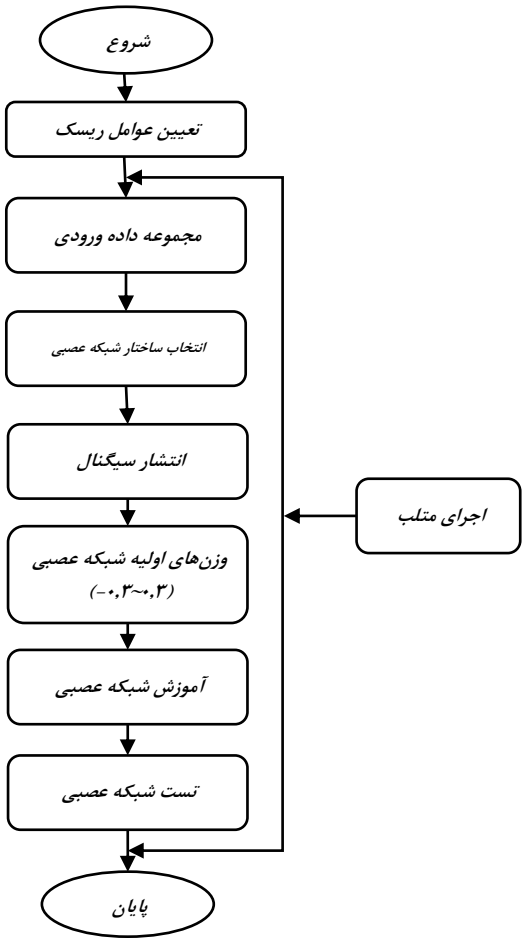
سپس، با در نظر گرفتن بازه‌ای ده ساله، میزان تاثیر هر یک از عوامل ریسک در هر سال و کل میزان ریسک در آن سال در بازه‌ای بین (۰-۹) مشخص گردید. به عبارتی، زمانی که میزان تاثیر ریسک ۰ در نظر گرفته می‌شود، عامل ریسک در آن سال نیز تاثیری نداشته است و بالعکس زمانی که میزان ریسک ۹ در نظر گرفته می‌شود، عامل ریسک در آن سال نیز بیشترین تاثیر را در ریسک داشته است. در ادامه، جدول حاصل از تاثیر هریک از عوامل بر ریسک در هر سال و میزان ریسک هر سال نرمال‌سازی گردیده و با در نظر گرفتن عوامل ریسک به عنوان ورودی شبکه عصبی و میزان ریسک در آن سال به عنوان خروجی، وزن‌های شبکه عصبی نیز محاسبه گردید. شبکه طراحی شده نتایج خوبی را به دنبال داشته است و این نتایج کسب شده حاکی از آن است که شبکه عصبی ابزار مفیدتر و دارای انعطاف‌پذیری بیشتر برای پیش بینی ریسک در هر صنعتی است. پس با توجه به اینکه سازمان‌ها در محیط رقابتی امروزه با انواع ریسک مواجه هستند، می‌توان به بررسی این ریسک‌ها به واسطه‌ی شبکه‌های عصبی نیز پرداخت (Mehidi, Chakrabarty, & Mohiuddin, 2014).

نتیجه‌گیری

امروزه مفهوم زنجیره تامین ایستا به شبکه‌ای پیچیده از روابط پویا تبدیل شده است و در این شبکه باید تمام حوزه‌های زنجیره تامین دربرگیرنده همه فرایندهای کسب‌وکاری باشد که موجب سرعت و دقت در انجام انتظارات مشتری می‌گردد. بسیاری از محققان بر اهمیت بازیگران مختلف زنجیره تامین تمرکز نموده‌اند و مشتری را به عنوان بخش اصلی زنجیره در نظر گرفته‌اند (Keane et al., 2003). در تحقیقات شواهد بسیاری وجود دارد که اجرای موثر مدیریت زنجیره تامین منجر به بهبود عملکرد شرکت‌ها می‌گردد، به همین ترتیب بر اساس پژوهش فریلیچ و وستبروک به شدت از فرضیه "شرکت‌ها با حداکثر میزان تامین کننده و مشتری یکپارچه سازی شده، بیشترین میزان بهبود عملکرد را دارند"، حمایت کردند (Sweeney, Grant, & Mangan, 2015). زنجیره تامین به عنوان یک شایستگی اصلی، مزایایی همچون کاهش یا بهبود هزینه، بهبود تحویل مواد اولیه، زمان چرخه کوتاه‌تر، دسترسی به محصول و فرآیند و بهبود کیفیت به دنبال دارد. به عبارت بهتر، مدیریت زنجیره تامین فعالیت‌های یکپارچه‌ای است که روابط در درون زنجیره تامین را بهبود بخشیده و مزیت رقابتی ایجاد می‌نماید (Keane et al., 2003).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۶): فرآیند طراحی شبکه عصبی

شبکه‌های عصبی کاربرد وسیعی در حوزه‌های مختلف و بخصوص در حوزه‌ی مدیریت دارد. زنجیره تامین متشکل از بخش‌های مختلفی می‌باشد. هدف از مدیریت زنجیره تامین، مدیریت هر یک از این بخش‌ها است. در همین راستا، شبکه‌های عصبی در حل مسائل زنجیره تامین کمک شایانی نموده‌اند.

بر اساس مطالعات صورت گرفته، تعداد مقالاتی که شبکه‌های عصبی مصنوعی را در حل چالش‌های مختلف زنجیره تامین مورد استفاده قرار داده‌اند در شکل (٦) نشان داده شده است. با توجه به شکل (٦) قابل مشاهده است که بیشترین تعداد مقالات در این حوزه در سال‌های ۲۰۰۹، ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸ به ترتیب ۲۳، ۲۳ و ٢٤ مقاله به چاپ رسیده است. از طرفی در سال ۱۹۹۷ هیچ مقاله‌ای به این حوزه نپرداخته است. در سال ۲۰۱۹ تعداد ۱۵ مقاله به چاپ رسیده است که با توجه به کاربرد شبکه‌های عصبی پیش بینی می‌شود که تعداد تولیدات علم در حوزه زنجیره تامین افزایش چشمگیری خواهد داشت.

از یک سو، با توجه به وجود زنجیره تامین در حوزه‌های مختلف و به‌کارگیری شبکه‌های عصبی مصنوعی برای حل چالش‌های این زنجیره‌های تامین، می‌توان کاربرد آن را در حوزه‌های مختلف که در شکل (۷) نشان داده شده است، تقسیم‌بندی نمود. همانطور که در شکل (۷) قابل مشاهده است، در حوزه‌هایی مانند مهندسی، کسب‌وکار، مدیریت و حسابداری، علوم تصمیم‌گیری، علم محیط زیست، علوم اجتماعی و شیمی به این موضوع پرداخته‌اند و حوزه‌های مهندسی؛ علوم کامپیوتر؛ کسب‌وکار، مدیریت و حسابداری دارای بیشترین تعداد مقاله در این حوزه به ترتیب ۱۰٦، ۱۰٤ و ٤۹ هستند. از طرفی، کم‌ترین تعداد مقالات در حوزه دامپزشکی است که تا سال ۲۰۱۹ تنها یک مقاله در رابطه با شبکه‌های عصبی مصنوعی و زنجیره تامین به چاپ رسیده است.

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین با مطالعاتی که در این زمینه صورت پذیرفته است، کشورهایی که تا سال ۲۰۱۹ به این حوزه از علم پرداخته‌اند، در شکل (۸) بیان گردیده‌اند. همانطور که در شکل (۸) قابل مشاهده است، از جمله کشورهایی که به این حوزه پرداخته‌اند می‌توان به چین، آمریکا، هند، ایران، تایوان، ترکیه، استرالیا، مراکش، اسپانیا و روسیه اشاره نمود. کشور های چین، آمریکا و هند در بین کشورهای فعال در این حوزه بیشترین تعداد مقالات را به ترتیب ۳۰، ۲۰ و ۱۷ به چاپ رسانده‌اند. نکته قابل ذکر آن است که در این بین ایران با منتشر نمودن ۱۵ مقاله در این حوزه به عنوان چهارمین کشور فعال در این حوزه قرار گرفته است و کشورهایی مانند اتریش، دانمارک، کانادا و پاکستان تنها یک مقاله در این حوزه منتشر نموده‌اند که کم‌ترین فعالیت را در روند این بخش از تولید علم داشته‌اند.

در ادامه، با مرور سیستماتیک حل چالش‌های زنجیره تامین به واسطه‌ی شبکه‌های عصبی مصنوعی، مهم‌ترین چالش‌ها در شش گروه شامل طراحی شبکه لجستیک، کنترل موجوی، طراحی زنجیره تامین، پیش بینی تقاضا، انتخاب تامین کننده و مدیریت ریسک دسته‌بندی گردیدند. در این بین، با مطالعات بر روی هر یک از این چالش‌های زنجیره تامین، تعدادی از سایر روش‌های مورد استفاده برای حل آن‌ها در نمودار (۱) نشان داده شده است. نمودار به شش دسته چالش تقسیم گردیده است، که در هر دسته روش های مورد استفاده برای حل آن چالش نیز بیان شده است. به عنوان مثال در انتخاب تامین کننده روش‌هایی همچون AHP+TOPSIS+DEA، بهینه‌سازی چند هدفه خطی، ترکیبی از الگوریتم ژنتیک و شبیه‌سازی رویداد گسسته و برنامه‌ریزی غیرخطی و در کنترل موجودی روش‌هایی مانند مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح، تفکر سیستمی، مدل بهینه‌سازی سه سطحی و ترکیبی از مسئله روزنامه فروش و الگوریتم ابتکاری و در سایر چالش‌ها نیز به همین ترتیب روش‌های گوناگونی برای حل آن مورد استفاده قرار گرفته است.

در این پژوهش براساس دسته‌بندی که در حوزه چالش‌های زنجیره تامین صورت پذیرفت، کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی در هر یک از چالش‌ها و نحوه حل آن‌ها به واسطه شبکه عصبی مصنوعی نیز بیان گردید. با توجه به جدول (۱)، بیشترین تعداد مقالات منتشر شده در حل چالش‌های زنجیره تامین با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی به ترتیب در حوزه‌های پیش بینی تقاضا، طراحی شبکه لجستیک و انتخاب تامین کننده به تعداد ۷۴، ۵۲ و ۳۵ بوده است. همچین در جدول (۱) قابل مشاهده است که کم‌ترین تعداد مقالات منتشر شده (۹ و ۱۸) به ترتیب در حوزه ریسک و کنترل موجودی است. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که حل چالش مدیریت ریسک و کنترل موجودی در زنجیره تامین به واسطه‌ی شبکه‌های عصبی مصنوعی کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است و می‌توان به عنوان موضوعی پیشنهادی برای تحقیقات آتی در نظر گرفته شود.

منابع

Al-Mahasneh, A. J., Anavatti, S. G., & Garratt, M. A. (2018). Review of Applications of Generalized Regression Neural Networks in Identification and Control of Dynamic Systems. *arXiv preprint arXiv:1805.11236* .

Altiparmak, F., Gen, M., Lin, L., & Karaoglan, I. (2009). A steady-state genetic algorithm for multi-product supply chain network design. *Computers & industrial engineering, 56*(2), 521-537 .

Azadeh, A., Sheikhalishahi, M., Neghab, A. P., & Asadzadeh, S. M. (2010). *Modeling and Optimization of a Supply Chain Loop's Performance by an Integrated Neural Network-Fuzzy Regression-Ridge Regression Approach.* Paper presented at the 2010 Fourth UKSim European Symposium on Computer Modeling and Simulation.

Benkachcha, S., Benhra, J., & El Hassani, H .(۲۰۰۸) .Demand Forecasting in Supply Chain: Comparing Multiple Linear Regression and Artificial Neural Networks Approaches .

Bruzzone, A., & Orsoni, A. (2003). *AI and simulation-based techniques for the assessment of supply chain logistic performance.* Paper presented at the Proceedings of the 36th annual symposium on Simulation.

Cagliano, A. C., & Rafele, C. (2008). Simulation for Logistics Performance Management: Comparing Different Approaches. *Global Logistics Management. Sustainability, Quality, Risks. Operations and Technology Management, 9*, 423-442 .

Chen, H. C., Wee, H. M., Wang, K.-J., & Hsieh, Y.-H. (2007). *Using artificial neural network in multi-agent supply chain systems.* Paper presented at the Third International Conference on Natural Computation (ICNC 2007.(

Chiu, M., & Lin, G. (2004). Collaborative supply chain planning using the artificial neural network approach. *Journal of Manufacturing Technology Management, 15*(8), 787-796 .

Co, H. C., & Boosarawongse, R. (2007). Forecasting Thailand’s rice export: Statistical techniques vs. artificial neural networks. *Computers & industrial engineering, 53*(4), 610-627 .

www.SID.ir

Archive of SID

Du Toit, D., & Vlok, P.-J. (2014). Supply chain management: A framework of understanding. *South african journal of industrial engineering, 25*(3 .۲۵-۳۸ ,(

Goh, M., Lim, J. Y., & Meng, F. (2007). A stochastic model for risk management in global supply chain networks. *European Journal of Operational Research, 182*(1), 164-173 .

Gumus, A. T., & Guneri, A. F. A NEURAL NETWORK BASED DEMAND FORECASTING SYSTEM FOR TWO-ECHELON SUPPLY CHAINS .

Gumus, A. T., Guneri, A. F., & Keles, S. (2009). Supply chain network design using an integrated neuro-fuzzy and MILP approach: A comparative design study. *Expert Systems with Applications, 36*(10), 12570-12577 .

Hachicha, W. (2011). A simulation metamodelling based neural networks for lot-sizing problem in MTO sector. *International Journal of Simulation Modelling, 10*(4), 191-203 .

Hahn, G. J., & Kuhn, H. (2012). Value-based performance and risk management in supply chains: A robust optimization approach. *International Journal of Production Economics, 139*(1), 135-144 .

Handfield, R., & Nichols Jr, E. (1999). Introduction to. *Supply Chain Management, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ* .

He, W. (2013). An inventory controlled supply chain model based on improved BP neural network. *Discrete Dynamics in Nature and Society, 2013* .

Holimchayachoutikul, P., Payongyam, P., Murino, T., Sopadang, A., Savino, M., & Elpidio, R. (2010). *Application of artificial neural networks for demand forecasting in supply chain of thai frozen chicken products export industry.* Paper presented at the HMS 2010.

Huang, L. (2009). *Modeling to Plan and Evaluate the E-Supply Chain Management Platform.* Paper presented at the 2009 International Conference on Management of e-Commerce and e-Government.

Keane, R. H., Herbohn, J., & Slaughter, G. (2003). *Theoretical background of supply chain management and potential supply chain of north Queensland timber industry.* Paper presented at the Marketing of farm-grown timber in tropical North Queensland: conference proceedings.

Kuo, R. J., Wang, Y. C., & Tien, F. C. (2010). Integration of artificial neural network and MADA methods for green supplier selection. *Journal of Cleaner Production, 18*(12), 1161-1170 .

Liouane, Z., Lemlouma, T., Roose, P., Weis, F., & Messaoud, H. (2016). *An improved elman neural network for daily living activities recognition.* Paper presented at the International Conference on Intelligent Systems Design and Applications.

Liu, H. (2015 .(*Forecasting Model of Supply Chain Management Based on Neural Network.* Paper presented at the 2015 International Conference on Automation, Mechanical Control and Computational Engineering.

Mehidi, S., Chakrabarty, N., & Mohiuddin, H. (2014). An Application of Artificial Neural Network (ANN) Process to Assess Risk in Cement Industries in Bangladesh. *Ind Eng Manage, 3*(4), 1-6 .

Melnyk, S. A., Narasimhan, R., & DeCampos, H. A. (2014). Supply chain design: issues, challenges, frameworks and solutions. In: Taylor & Francis.

Mohanty, R., Sahoo, G., & Dasgupta, J. (2012). Identification of Risk Factors in Globally Outsourced Software Projects using Logistic Regression and ANN. *Int. J Sup. Chain. Mgt, 1*, 2-11 .

Mosavi, M., Khishe, M., Hatam Khani, Y., & Shabani ,M. (2017). Training radial basis function neural network using stochastic fractal search algorithm to classify sonar dataset. *Iran J Electr Electron Eng, 13*(1), 100-111 .

Naslund, D., & Williamson, S. (2010). What is management in supply chain management?-a critical review of definitions, frameworks and terminology. *Journal of Management Policy and Practice, 11*(4), 11-28 .

Nurjanni, K. P., Carvalho, M. S., & Costa, L. (2017). Green supply chain design: A mathematical modeling approach based on a multi-objective optimization model. *International Journal of Production Economics, 183*, 421-432 .

Pablo, B. M. J., Piedad, C. C. H., & Santiago, S. V. (2016). *Neural Networks and Genetic Algorithms Applied for Implementing the Management Model "Triple A" in a Supply Chain. Case: Collection Centers of Raw Milk in the Azuay Province.* Paper presented at the MATEC Web of Conferences.

Que, Q., & Belkin, M. (2016). *Back to the Future: Radial Basis Function Networks Revisited.* Paper presented at the AISTATS.

Singhal, P ,.Agarwal, G., & Mittal, M. (2012). *Modeling of Risk Management Strategies for SMEs Using ANN under Various Levels of Operational Risks.* Paper presented at the Advanced Materials Research.

www.SID.ir

Archive of SID

Sodhi, M. S. (2005). Managing demand risk in tactical supply chain planning for a global consumer electronics company. *Production and Operations management, 14*(1), 69-79 .

Sweeney, E. (2009). Introduction to Supply Chain Management and Logistics in a Volatile Global Environment .

Sweeney, E., Grant, D. B., & Mangan, D J. (2015). The implementation of supply chain management theory in practice: an empirical investigation. *Supply Chain Management: An International Journal, 20*(1), 56-70 .

Tavana, M., Fallahpour, A., Di Caprio, D., & Santos-Arteaga, F. J. (2016). A hybrid intelligent fuzzy predictive model with simulation for supplier evaluation and selection. *Expert Systems with Applications, 61*, 129-144 .

Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British journal of management, 14*(3), 207-222 .

Tsai, F.-M., & Huang, L. J. (2017). Using artificial neural networks to predict container flows between the major ports of Asia. *International Journal of Production Research, 55*(17), 5001-5010 .

Wang, F., Lai, X., & Shi, N. (2011). A multi-objective optimization for green supply chain network design. *Decision Support Systems, 51*(2), 262-269 .

Yilmaz, I., Erik, N. Y., & Kaynar, O. (2010). Different types of learning algorithms of artificial neural network (ANN) models for prediction of gross calorific value (GCV) of coals. *Scientific Research and Essays, 5*(16), 2242-2249 .

Ying, Z., & Hanbin, X. (2010). *Study on the model of demand forecasting based on artificial neural network.* Paper presented at the 2010 Ninth International Symposium on Distributed Computing and Applications to Business, Engineering and Science.

Zhu, Y., Xie, C., Sun, B., Wang, G.-J., & Yan, X.-G. (2016). Predicting China's SME credit risk in supply chain financing by logistic regression, artificial neural network and hybrid models. *Sustainability, 8*(5), 433 .

پی نوشت:

[۱] *Mathematical modeling*
[۲] *Linear programming*
[۳] *Heuristic*
[۴] *Multi-objective programming*
[۵] *Artificial neural network*
[۶] *Integer programming*
[۷] *Simulation*
[۸] *Global supply chain finance*
[۹] *Customer relationship management*
[۱۰] *Classification*
[۱۱] *Clustering*
[۱۲] *Categorization*
[۱۳] *Function approximation*
[۱۴] *Forecasting*
[۱۵] *Optimization*
[۱۶۱۶] *Content-addressable memory*
[۱۷] *Multi layer perceptron (MLP)*
[۱۸] *Delta Rule*
[۱۹] *Gradient descent*
[۲۰] *Radial basis function (RBF)*
[۲۱] *General regression neural network (GRNN)*
[۲۲] *Probabilistic neural network (PNN)*
[۲۳] *Elman neural network*
[۲۴] *Scopus*

www.SID.ir

Archive of SID

[۲۵] *Web of science*
[۲۶] *Web of science*
[۲۷] *Backpropagation*

www.SID.ir