● وصول مقاله: ۹۸/۹/۳
● اصلاح نهایی: ۹۸/۹/۲۰
● پذیرش نهایی: ۹۸/۹/۲۵

ارائه مدلی جهت ارزیابی پایداری زنجیره تامین صنایع دارویی با استفاده از سیستم استنتاج فازی مبتنی بر شبکه عصبی(ANFIS)

مهسا الهیاری[۱]/ نازنین پیله‌وری[۲]/ رضا رادفر[۳]

چکیده

مقدمه: نظام سلامت به جهت سروکار داشتن با انسان‌ها و سلامتی آنها، یکی از پیچیده‌ترین زنجیره‌های تامین کالا در دنیا را داراست، زنجیره تامین صنعت دارویی بخشی از این نظام است. به همین دلیل هدف این پژوهش بدست آوردن مدلی جهت ارزیابی پایداری زنجیره تامین در این صنعت می‌باشد.

روش پژوهش: ابتدا با مرور مطالعات پیشین، شاخص‌های مربوط به پایداری زنجیره تامین در ابعاد اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و حکمرانی استخراج گردید و پس از اجرای تکنیک دلفی فازی و اجماع نظر خبرگان مدل مفهومی‌ارائه شد. سپس با استفاده از روش پیمایشی به منظور پیاده‌سازی مدل طراحی شده در ANFIS با کمک پرسشنامه‌ای جهت ارزیابی عوامل پایداری در مطالعه موردی مورد نظر بهره گرفته شد.

یافته‌ها: ANFISهای طراحی شده با ۵۰ دوره آموزش به میزان قابل قبول خطا دست یافتند. در بعد اقتصادی و اجتماعی روند تغییرات پایداری ابتدا به صورت کاهشی و سپس افزایشی بود. در بعد زیست محیطی که شاخص‌های منفی در نظر گرفته شده بودند روند کاملا کاهشی است. در بعد حکمرانی روند تغییرات پایداری افزایشی است .در پژوهش حاضر جذر ریشه میانگین خطا (RMSE) به عنوان معیاری جهت اعتبارسنجی مدل، مد نظر قرار گرفته شده است.

نتیجه‌گیری: برای بهبود در وضعیت ابتدا باید پایداری ارزیابی و اندازه گیری شود تا پس از اقدامات بهبود بتوان نتایج حاصله را با اندازه‌گیری مشخص کرد. با توجه به یافته ها می‌توان نتیجه گرفت که مدل طراحی شده در ANFIS ابزار مناسبی برای ارزیابی پایداری است.

کلید واژه‌ها: ارزیابی زنجیره تامین پایدار، سیستم استنتاج فازی مبتنی بر شبکه عصبی، صنعت دارویی.

۱- دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲- دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، (نویسنده مسئول)، پست الکترونیک: mahsa.alahyari@srbiau.ac.ir
۳- استاد، گروه مدیریت صنعتی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

مقدمه

صنعت دارویی به عنوان یک سیستم متشکل از فرآیندها، عملیات و سازمان‌های درگیر در کشف، توسعه و تولید داروها تعریف شده است. زنجیره تأمین دارو به معنای مسیری است که از طریق آن محصولات دارویی با کیفیت مناسب در مکان و زمان مناسب در بین مصرف کنندگان نهایی توزیع می‌شوند .در گذشته شرکت‌های داروسازی مفهوم مدیریت زنجیره تأمین دارو را نادیده می‌گرفتند اما در حال حاضر عوامل متعددی شرکت‌های داروسازی را به تغییر روش‌های مرسوم کسب وکار خود سوق می‌دهد که یکی از این عوامل زنجیره تأمین است که در حال تبدیل شدن به یک مزیت رقابتی است. به باور بسیاری از صاحب‌نظران در دنیای رقابتی امروز، رقابت از سطح شرکت‌ها به رقابت میان زنجیرهٔ تأمین آنها کشیده شده است. مدیریت زنجیره تامین به یک مسئله استراتژیک برای هر سازمان به دنبال رسیدن به اهداف سازمان در شرایط رقابت اقتصادی،زمان و کیفیت خدمات، بویژه در محیط اقتصادی امروز که تحت تاثیر جهانی شدن تجارت است، تبدیل شده است[۱]. جهانی شدن مطالبات، مدیریت زنجیره تامین را فراتر از مسائل اقتصادی و در برابر موضوعاتی مانند رسیدن به شرایط کار عادلانه، تولید سازگار با محیط زیست، قرار داده است. این امر را در تقاطع با توسعه پایدار که معمولا در ابعاد اقتصادی،اجتماعی و محیط زیست است، باید در نظر گرفت[۲]. برای افزایش عملکرد کسب و کار و مزیت رقابتی، انتخاب تامین‌کنندگان پایدار یک تصمیم مهم در زنجیره تامین صنعتی است. زنجیره تامین متمرکز بر پایداری، گسترش زنجیره تامین سبز است که در آن معیارهای اجتماعی را همراه با معیارهای اقتصادی و سبز از زمینه زنجیره تامین بررسی می‌کند. پیوستن به جنبه های زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی برای اطمینان از توسعه پایدار، مهم‌ترین وظیفه استراتژیک سازمان های تجاری در سال های اخیر است. تامین کنندگان می‌توانند نقش مهمی‌در اجرای طرح های زنجیره تامین تأمین و دست‌یابی به دستاوردهای اجتماعی، زیست محیطی و اقتصادی ایفا کنند[۳]. شرکت‌ها مجبور شده‌اند عملکرد خود را از پاسخگویی اقتصادی برای سهامداران به عملکرد پایدار برای تمام سهامداران تسهیل کنند. پایداری به یک موضوع از طراحی محصول تا مدیریت محصولات حتی پس از مصرف توسط مصرف‌کننده، در سراسر جهان تبدیل شده است. با این حال، مهم است که بهبود نه تنها در عملیات خود شرکت، بلکه در عملکرد زنجیره تامین نیز باشد[۴]. زنجیره تامین مفهومی است که تنها چند دهه از عمر آن می‌گذرد. در این مدت محققین و دست اندرکاران تلاش نموده‌اند با شناسایی و تبیین ابعاد مختلف زنجیره‌های تامین، این پدیده را هر چه بیشتر شناخته و با استفاده از آن صنعت و تجارت را در سطح جهانی گسترش دهند. مفهوم مدیریت زنجیره تامین پایدار در سال‌های اخیر مطرح شده است. مدیریت زنجیره تامین پایدار SSCM نیازهای اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی که در مواد و جریان‌های خدمات بین تامین‌کنندگان، تولیدکنندگان و مشتریان اتفاق می‌افتد را فراهم می‌کند[۵]. پایداری عبارت است از توسعه‌ای که نیاز نسل فعلی را بدون محدود کردن توانایی نسل‌های بعدی در توسعه نیاز هایشان ارضا کند. با مطرح شدن مفهوم پایداری، شرکت‌ها تمایل زیادی به ارائه گزارشات پایداری داشته‌اند. گزارشات پایداری، یک فعالیت اختیاری است که دارای دو هدف اصلی می‌باشد: ۱- ارزیابی وضعیت فعلی سازمان از نظر ابعاد اجتماعی،محیطی، اقتصادی و حکمرانی ۲- ابلاغ تلاش‌های شرکت و پیشرفت‌ها در زمینه پایداری به سهامداران، کارکنان و همتایان خود. در نتیجه، پایداری در زنجیره تامین و اندازه گیری پایداری، مورد توجه بسیار زیادی قرار گرفته است. مفهوم پایداری هنوز در ایران عمومیت پیدا نکرده است[۶]. زنجیره ی تأمین پایدار، مدیریت جریان مواد، اطلاعات وسرمایه و هم‌چنین همکاری بین شرکت‌ها درطول زنجیرهٔ تأمین همراه با یکپارچه‌سازی اهداف از تمام ابعاد سه گانهٔ توسعهٔپایدار (اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی) راکه برگرفته ازنیازهای مشتریان و ذینفعان است، مد

نظر قرار می‌دهد. در زنجیره های تأمین پایدار، این اعضا هستند که معیارهای اجتماعی و زیست محیطی را به کار می‌گیرند تا بتوانند درطول زنجیرۀ تأمین باقی بمانند[۱]. (جدول ۱). حال با توجه به اهمیت زنجیره تامین پایدار در صنایع دارویی در کشور ما این تحقیق به دنبال پاسخگوئی به سوالات زیر است:

سوال ۱: چگونه می‌توان مدلی جهت ارزیابی پایدار زنجیره تامین بدست آورد؟

سوال ۲: شاخص‌های اصلی پایداری زنجیره تامین کدام است؟

سوال ۳: چگونه می‌توان مدلی جهت ارزیابی پایداری زنجیره تامین با استفاده از سیستم استنتاج فازی مبتنی بر شبکه عصبی (ANFIS) در صنایع دارویی ارائه داد؟

در دهه‌های گذشته انواع ذینفعان در فرآیند توسعه پایدار دخیل بودند با توجه به این که بعد حکمرانی و نقش ذینفعان در پایداری زنجیره تامین در پژوهش‌های پیشین کمتر دیده شده است، ما در این تحقیق پایداری زنجیره تامین را در چهار بعد اقتصادی،زیست محیطی، اجتماعی و حکمرانی بررسی می‌کنیم. در نظر گرفتن ابعاد ۴ گانه پایداری نسبت به مدل‌های قبلی که اغلب در ۳ بعد اقتصادی،زیست محیطی و اجتماعی بررسی شده است، و در مدل طراحی شده می‌توان شاخص‌های هر بعد را نیز بررسی کرد شمولیت بیشتری دارد. در جدول ۲ ابعاد و شاخص ها آورده شده است، برای بعد اقتصادی کد ECO برای بعد زیست محیطی کد ENV برای بعد اجتماعی کد SOC و برای بعد حکمرانی کد GOV در نظر گرفته شده است. (شکل ۱)

روش پژوهش

در این تحقیق از سه روش اسنادی، دلفی و پیمایشی استفاده شده است. به منظور گردآوری اطلاعات مورد نیاز جهت مبانی نظری تحقیق و در راستای تشکیل مدل مفهومی از روش اسناد کتابخانه‌ای و بررسی جدیدترین مقالات علمی و کتب اصلی مربوط به زنجیره تامین و پایداری استفاده شده هم‌چنین جهت پالایش و تائید شاخص‌های استخراج شده جهت طراحی مدل مفهومی از تکنیک دلفی فازی استفاده گردید (به دلیل زیاد بودن حجم محاسبات دلفی فازی و این که روش اصلی مقاله طراحی مدل درANFIS می‌باشد، به خواننده محترم توصیه می‌شود به منبع منتشر شده توسط نویسندگان همین مقاله[۲۲] مراجعه نماید). نهایتاً در آخرین مرحله از روش پیمایشی به منظور پیاده‌سازی مدل طراحی شده در ANFIS با کمک پرسشنامه‌ای جهت ارزیابی عوامل پایداری(ابعاد و شاخص ها مطابق شکل ۱ و جدول ۲ در مطالعه موردی مورد نظر بهره گرفته شد، و اعتبار سنجی مدل با استفاده از محاسبه خطا انجام شد. از آنجا که این تحقیق نگرش سنجی نبوده لذا نیازی به تعمیم نتایج حاصل از پژوهش به کل جامعه (N) ندارد. در حقیقت محدودیت دسترسی به خبرگان و امکان پاسخ‌دهی آنها جامعه آماری را مشخص می‌کند. جامعه آماری این تحقیق در فرآیند استخراج مدل مفهومی، اعتبارسنجی آن و هم‌چنین طراحی سیستم استنتاج فازی انطباق‌پذیر مبتنی بر شبکه شامل ۲۰ نفر از خبرگان دانشگاهی و کارشناس خبره می‌باشد که دارای همه این ویژگی‌ها یا حداقل یکی از آنها باشند:

– دارای مدرک دکتری با گرایش تولید

– دارای سابقه کار مدیریتی و اجرایی در حوزه زنجیره تامین.

– آشنایی کامل با مباحث ابعاد پایداری و شاخص‌های آن .

جهت پیاده‌سازی عملی مدل در سازمان مورد مطالعه و تکمیل پرسشنامه نهایی از خبرگان گروه صنعتی روناک دارو استفاده شده است.

سیستم استنتاج مبتنی بر شبکه:ANFIS

سیستم استنتاج مبتنی بر شبکه نوعی شبکه عصبی مصنوعی است که بر اساس سیستم فازی تاکاگی–سوگینو است. این شیوه اولین بار در سال ۱۹۹۳ توسط جانگ مطرح شد. از آنجایی که این سیستم، شبکه های عصبی و مفاهیم منطق فازی را یکی می‌کند، می‌تواند از امکانات هر دو آنها در یک قاب بهره برد. با فرض

آن که سیستم فازی دارای دو ورودی X,Y و خروجی Z باشد. شکل ۲ ساختار معادل یک ANFIS را نشان می‌دهد که حاوی ۵ لایه می‌باشد[۲۳].

$$Rule1: if\ x\ is\ A_1\ and\ y\ is\ B_1\ then\ f_1 = p_1x + q_1y + r_1$$
$$Rule2: if\ x\ is\ A_2\ and\ y\ is\ B_2\ then\ f_2 = p_2x + q_2y + r_2$$

ساختار معادل ANFIS به صورت زیر خواهد بود. (شکل ۲)

لایه ۱: در این لایه ورودی ها از توابع عضویت عبور(membership functions) می‌کنند.

$$O_{1,i} = \mu A_i(x), \qquad for\ i = 1,2$$
$$O_{1,i} = \mu B_i(x), \qquad for\ i = 3,4$$

لایه ۲: خروجی این لایه ضرب سیگنال های ورودی است که در واقع معادل قسمت اگر قوانین هستند.

$$O_{2,i} = w_i = \mu A_i(x)\mu B_i(y), \quad i = 1,2$$

لایه ۳: خروجی این لایه نرمالیزه شده لایه قبلی است:

$$O_{3,i} = \overline{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2}, \quad i = 1,2$$

لایه ۴: p_i و q_i و r_i مجموعه پارامترهای این گره می‌باشند. هم‌چنین پارامترهای این لایه به پارامترهای استنتاجی موسومند.

$$O_{4,i} = \overline{w}_i f_i = \overline{w}_i(p_i x + q_i y + r_i)$$

لایه ۵: خروجی این لایه خروجی کلی سیستم است:

$$O_{5,i} = \sum_i \overline{w}_i f_i = \frac{\sum_i w_i f_i}{\sum_i w_i}$$

آموزش ANFIS

دو روشی که به منظور تعدیل پارامترهای درجه عضویت به آموزش سیستم استنتاج فازی در دسترس هستند روش پس انتشار و روش ترکیبی (Hybrid) هستند. در روش پس انتشار با استفاده از الگوریتم شیب نزولی خطا، مقدار خطا به سمت ورودی‌ها بخش می‌گردد و پارامترها تصحیح می‌شوند. این روش آموزش دقیقاً همانند روش پس انتشار خطای مورد استفاده در شبکه‌های عصبی است. از ساختار شبکه ANFIS مشخص است که می‌توان خروج کلی را به صورت ترکیب خطی پارامترهای نتیجه نوشت.

$$f = W_1^n f_1 + W_2^n f_2$$
$$= (W_1^n x)P_1 + (W_1^n y)q_1 + (W_1^n)r_1$$
$$= (W_2^n x)P_2 + (W_2^n y)q_2 + (W_2^n)r_2$$

بنابراین قادر خواهیم بود که مقادیر پارامترهای نتیجه را با استفاده ار روش کمترین مجموع مربعات خطا به دست آوریم. با ترکیب این روش و روش پس انتشار به یک روش آموزشی ترکیبی دست می‌یابیم که بدین صورت عمل می‌کند؛ در هر دوره آموزش، هنگام رو به جلو خروجی‌های گره‌ها به صورت عادی تا لایه چهارم محاسبه می‌شوند در ادامه پس از محاسبه خطا در بازگشت رو به عقب نسبت به خطا بر روی پارامترها پخش شده و با استفاده از روش شیب نزولی خطا مقدار آنها تصحیح می‌گردد.

یافته‌ها

در طراحی سیستم ANFIS طراحی شده در این پژوهش از روش آموزش بهینه، یعنی همان روش ترکیبی (Hybrid) استفاده شده است. دامنه تغییرات خطا (Error Tolerance) به منظور تعیین یک ملاک برای توقف آموزش استفاده می‌شود که با اندازه خطا رابطه مستقیم دارد. ANFISهای طراحی شده با ۵۰ دوره آموزش (EPOCH) به میزان قابل قبول خطا دست یافتند. جدول ۳ میزان خطا را در ANFISها و Sub-ANFISها (مدل طراحی شده برای هر بعد زنجیره تامین پایدار و شاخص های مربوط به آن نیز آموزش و آزمایش شد) بعد از ۵۰ دوره آموزشی نشان می‌دهد. هم‌چنین در نمودار ۱ روند کاهش خطا مشاهده می‌شود. (جدول (۳) و نمودار (۱)

در نمودار ۲ تأثیر تغییرات ابعاد اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و حکمرانی (ورودی اول تا چهارم) به عنوان ورودی‌های سیستم استنتاج طراحی شده جهت ارزیابی پایداری زنجیره تأمین را نشان داده شده است. در بعد اقتصادی به عنوان ورودی اول در فاصله ۰ تا ۰,۴ روند کاهشی و از ۰,۵ تا ۱ روند افزایشی نشان

می‌دهد و در ۱ به حداکثر پایداری می‌رسد.در بعد اجتماعی به عنوان ورودی دوم در فاصله ۰ تا ۰,۳ روند کاهشی و از ۰,۴ تا ۱ روند افزایشی نشان می‌دهد. در بعد زیست محیطی به عنوان ورودی سوم روند کاملا کاهشی است. در واقع شاخص‌های زیست محیطی که منفی در نظر گرفته شده بودند نقش خود را در کاهش پایداری نمایان می‌کنند. در بعد حکمرانی به عنوان ورودی چهارم روند تغییرات پایداری افزایشی است. (نمودار (۲)

در پژوهش حاضر جذر ریشه میانگین خطا (RMSE) به عنوان معیاری جهت اعتبارسنجی مدل مد نظر قرار گرفته است. اعتبارسنجی به کمک داده‌های امتحانی صورت گرفته تا توانایی تعمیم سیستم استنتاج فازی به دست آمده را محک بزند. داده‌های امتحانی، مجموعه‌ای از داده‌ها هستند که در فرآیند آموزش مدل دخالت نداشته‌اند. این کار بدین منظور انجام می‌گیرد که صحت کارکرد ANFIS طراحی شده را بررسی می‌نماید. به عنوان نمونه در ANFIS طراحی شده جهت ارزیابی پایداری زنجیره تأمین، مقایسه بین خروجی و داده های امتحانی صورت گرفته و خطاهای RMSEو MSE محاسبه شده است که مقادیر قابل قبولی هستند. هم‌چنین میانگین خطا بین نظرات خبرگان و خروجی سیستم طراحی شده $\mu=0.0015179$ و انحراف معیار استاندارد$\sigma=0.12838$ محاسبه شده است (نمودار (۳) اینجا وارد شود).

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به آگاهی رو به رشد در سراسر جهان از پایداری، سازمان‌ها نمی‌توانند نگرانی‌های پایداری در کسب و کار را نادیده بگیرند. برای افزایش عملکرد کسب و کار و مزیت رقابتی، انتخاب تامین‌کنندگان پایدار یک تصمیم مهم در زنجیره تامین است. زنجیره تامین پایدار، متمرکز بر ابعاد اقتصادی، اجتماعی،زیست محیطی و حکمرانی می‌باشد. هدف این پژوهش ارائه مدلی جهت ارزیابی پایداری زنجیره تامین صنایع دارویی با استفاده از سیستم استنتاج فازی مبتنی بر شبکه عصبی (ANFIS) بوده است. در تحقیقات پیشین غالبا ۳ بعد اقتصادی،اجتماعی و زیست محیطی بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. خاتمی‌و همکاران[۲۴] در مسئله انتخاب تامین کنندگان و در نظر گرفتن ۳ بعد مذکور، تاثیر بعد اقتصادی را به عنوان مهم‌ترین بعد تائید کرده‌اند. در مقاله صادقی مقدم و همکاران[۲۵] بعد حکمرانی نیز در نظر گرفته شده است، و پایداری با استفاده از سیستم استنتاج فازی اندازه‌گیری شده است. امین دوست و همکاران[۱۹] نیز با در نظر گرفتن ۳ بعد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی شاخص‌ها را رتبه‌بندی کرده‌اند تا در انتخاب تامین‌کنندگان از آن بهره جست. قدیمی‌و همکاران[۱۲] در پژوهش خود با ارائه چک لیستی در ۳ بعد مذکور اقدام به اندازه‌گیری پایداری قبل و بعد از اجرای سیستم استنتاج فازی کرده‌اند و اولویت ابعاد مشخص نشده است. اما در این تحقیق ۴ بعد با هم بررسی شده‌اند و اثرگذاری هر بعد نیز بررسی شده است. (شکل (۳). در هیچ کدام از پژوهش‌های بررسی شده، اثر منفی رعایت نکردن شاخص‌های زیست محیطی بیان نشده است. در واقع در این مدل این مسئله که با کاهش اثر مخرب زیست محیطی پایداری افزایش می‌یابد تائید شده است. این نکته حائز اهمیت است که توجه به ابعاد زیست محیطی و اجتماعی در پژوهش های علمی و اهداف سازمان‌ها اگرچه نسبت به گذشته بهبود داشته است اما هنوز جایگاه اصلی خود را پیدا نکرده است. به بعد حکمرانی نیز بسیار کم در پژوهش‌ها پرداخته شده است. با توجه به بحث رونق و توسعه تولید، توجه به مباحث پایداری می‌تواند موقعیت شرکت‌ها را بهبود بخشد. بنابراین شرکت‌ها می‌توانند برنامه‌ای مدون برای مدیریت زنجیره تامین خود داشته باشند و این ابعاد را در رسالت سازمان خود مورد توجه قرار دهند. برای بهبود در وضعیت ابتدا باید پایداری ارزیابی و اندازه‌گیری شود تا پس از اقدامات بهبود بتوان نتایج حاصله را با اندازه‌گیری مشخص کرد. با توجه به یافته‌ها می‌توان نتیجه گرفت که مدل طراحی شده در ANFIS ابزار مناسبی برای ارزیابی پایداری است. با توجه به این که نوع صنعت در شاخص‌ها تاثیرگذار است پیشنهاد می‌شود این پژوهش برای صنایع دیگر نیز انجام شود. ضمنا اقداماتی که در هر شاخص و

بعد می‌توان جهت بهبود، انجام داد نیز می‌تواند مفصل مورد بحث قرار گیرد.

جدول ۱ - خلاصه ای از مقالات بررسی شده

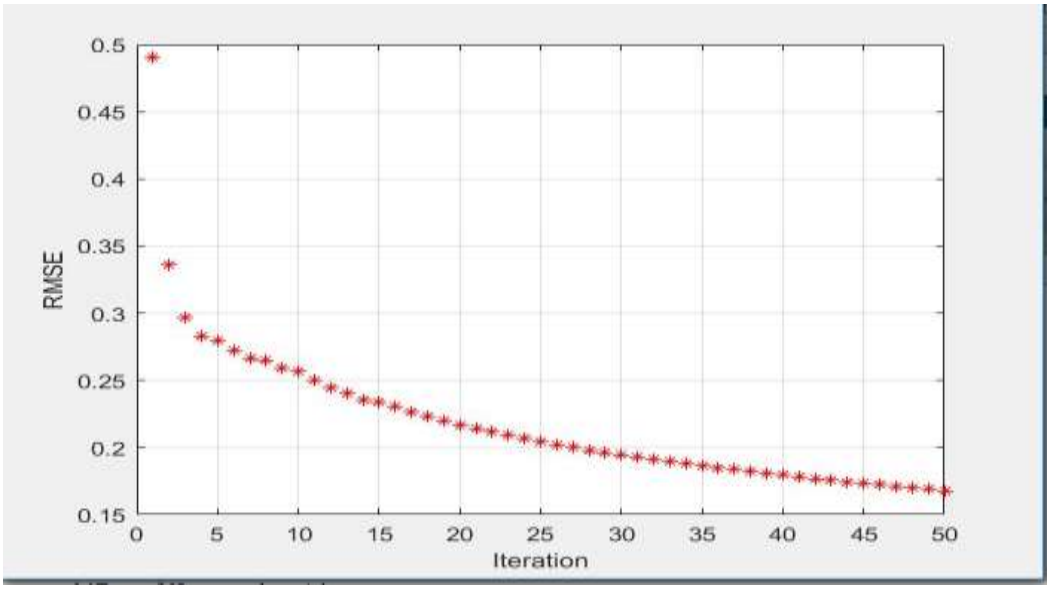
نکات مهم مقالات بررسی شده	نویسنده
نقش آگاهی مشتریان (به عنوان یکی از ذینفعان) بر عملکرد پایداری	et al ,2019 Mengfeng Gong
شناسایی عوامل پایداری زنجیره تامین و تقسیم آن به دو گروه علی و تحت تاثیر	et al Md Abdul Moktadir ,2018
بررسی ابعاد جدیدی از پایداری و بومی‌سازی آن با صنعت خودروسازی هند(از منظر چند ذینفعی)	Deepak Mathivathanan et al ,2018
بررسی محرک ها، موانع، مکانیزم ها و نتایج در SSCM در مقالات از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶	Fu Jia et al ,2018
این تحقیق به طور انحصاری بر مفهوم سازی عوامل SSCM و ایجاد یک مدل جامع برای تکمیل SSCM تمرکز دارد.	Minhao Zhang et al ,2018
بررسی مقالات از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ و پیشنهاد تحقیق برای صنایع آلاینده و در معیارهای اجتماعی و زیست محیطی	A. Rajeev et al ,2017
ارائه رویکرد تصمیم‌گیری عملی به منظور ارزیابی و انتخاب پایدارترین تأمین کننده ها	Pezhman Ghadimi et al ,2017
ضرورت تعیین دقیق جنبه های پایداری در ابعاد مختلف و اهمیت بعد حکمرانی در تحقیقات پایداری را نشان می‌دهد.	Morgane M.C. Fritz et al ,2017
ارزیابی خطرات محیطی و اجتماعی در پایداری	Yevgeniya Arushanyan et al ,2017
ارائه روشی جدید برای شناسایی معیارهای پایداری و انتخاب تامین کننده با استفاده از این معیار ها	Chun-Mei Su et al ,2016
هدف این مطالعه بررسی نحوه استفاده از معیارهای اقتصادی و اجتماعی در ارزیابی تأمین کنندگان بوده است.	Stefan Winter, Rainer Lasch,2016
پیشنهاد یک چارچوب برای ارزیابی انتخاب تامین کننده پایدار در سه بعد (اقتصادی، محیطی و اجتماعی)	Sunil Luthra et al ,2016
ارائه مدل برای مسئولیت پاسخگویی در مورد مسائل پایداری در زنجیره تأمین	Jury Gualandris, et al ,2015
در این مقاله، معیارهای انتخاب تامین کننده پایدار و معیارهای زیر تعیین می‌شود و براساس آن معیارها و معیارهای زیر، روش شناسی برای ارزیابی و رتبه بندی یک مجموعه داده شده از تامین کنندگان پیشنهاد می‌شود. یک روش رتبه بندی جدید بر اساس سیستم استنتاج فازی (FIS)برای مشکل انتخاب تامین کننده پیشنهاد شده است.	Atefeh Amindoust et al ,2012
ارائه اقداماتی که با توجه به سه بعد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی در زنجیره تامین میتوان انجام داد و نتایج آن	Suhaiza Zailani et al ,2012
نقش آگاهی مشتریان (به عنوان یکی از ذینفعان) بر عملکرد پایداری	et al ,2019 Mengfeng Gong
شناسایی عوامل پایداری زنجیره تامین و تقسیم آن به دو گروه علی و تحت تاثیر	et al Md Abdul Moktadir ,2018
بررسی ابعاد جدیدی از پایداری و بومی‌سازی آن با صنعت خودروسازی هند(از منظر چند ذینفعی)	Deepak Mathivathanan et al ,2018

جدول ۲ - ابعاد پایداری،شاخص ها و کد مربوطه

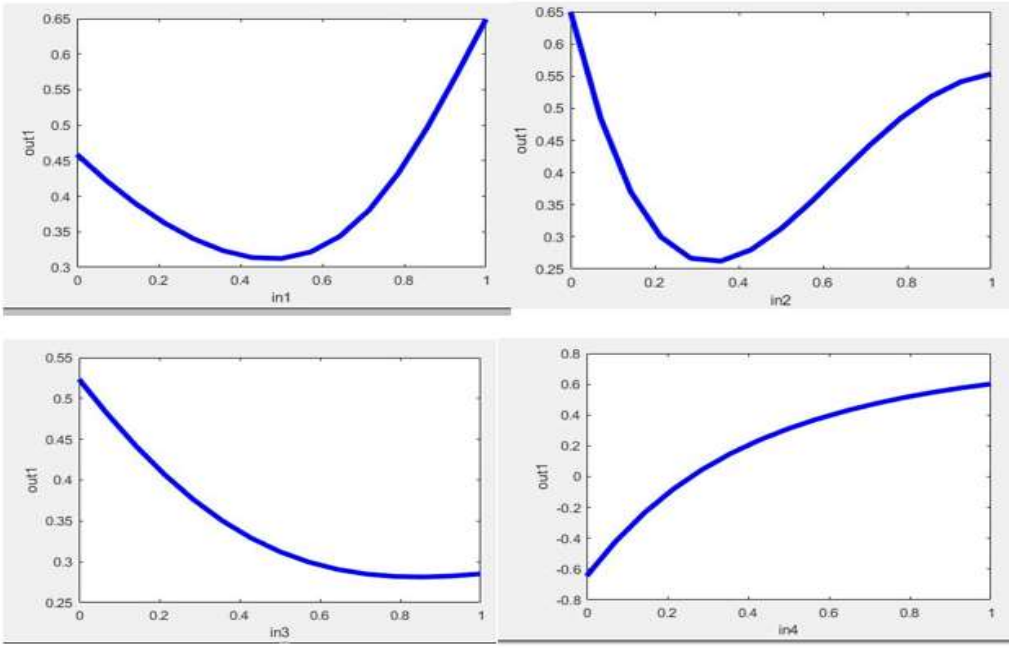
بعد	کد شاخص	شاخص	بعد	کد شاخص	شاخص
اقتصادی (ECO)	ECO 1	عملکرد مالی و سهم بازار	زیست محیطی (ENV)	ENV2	تاثیرات مخرب محصولات سازمان بر محیط زیست
	ECO 2	میزان درآمد ناشی از محصولات سبز		ENV3	در نظر نگرفتن عوامل زیست محیطی در سرمایه گذاریها
	ECO 3	کیفیت و ایمنی محصول		ENV4	سو مدیریت در مصرف آب،کاغذ،انرژی
	ECO 4	تحویل به موقع کالا و خدمات		ENV5	عدم مدیریت پسماند و زباله
	ECO 5	مدیریت برند،شهرت برند		ENV6	عدم مدیریت مصرف انرژی در حمل و نقل
	ECO 6	مدیریت بحران اقصادی		ENV7	میزان ضایعات ایجاد شده
	ECO 7	مبارزه با فساد،پولشویی،رشوه خواری		ENV8	میزان آلودگی صوتی
	ECO 8	درآمد حاصل از بازیافت		ENV9	انتشار گازهای گلخانه ای
	ECO 9	بهره وری منابع مالی		ENV10	استفاده از مواد اولیه مضر برای محیط زیست
اجتماعی (SOC)	SOC 1	میزان کارکنان آموزش دیده		ENV11	استفاده از مواد خطرناک و سمی
	SOC 2	استخدام نیروهای محلی		GOV 1	تعامل و مشارکت با ذینفعان
	SOC 3	به کارگیری تامین کنندگان محلی		GOV 2	ایجاد ارزش برای سهامداران و ذینفعان
	SOC 4	حمایت از فرهنگ کار آفرینی		GOV 3	مشارکت با قانون گذاران و کمک های سیاسی بیطرفانه
	SOC 5	بهبود زیر ساخت ها و سلامت و بهداشت جامعه	حکمرانی (GOV)	GOV 4	اصول حکمرانی شرکتی و انطباق با قوانین
	SOC 6	حمایت از موسسات آموزشی و ...		GOV 5	ارزش‌ها و اصول اخلاقی کسب و کار
	SOC 7	تاکید بر رفاه اجتماعی کارکنان		GOV 6	تنوع تامین کنندگان و داشتن روابط مبتنی بر شفافیت با آنها
	SOC 8	عدم تبعیض در استخدام		GOV 7	ارزیابی عملکرد تامین کنندگان بر اساس اصول و خط مشی
	SOC 9	اخلاق حرفه ای		GOV 8	داشتن سیستم های مدیریتی
	SOC 10	بهداشت حرفه ای و ایمنی		GOV 9	تعیین مسئولیت و قدرت برای دستیابی به اهداف
	SOC 11	رضایت مشتریان		GOV 10	تحقیق و توسعه
	SOC 12	شفافیت اطلاعات		GOV 11	تعهد مدیریت ارشد
	ENV1	میزان استفاده از انرژی های تجدید ناپذیر		GOV 12	داشتن روابط بلند مدت با تامین کنندگان

جدول ۳ - میزان خطا در ANFIS

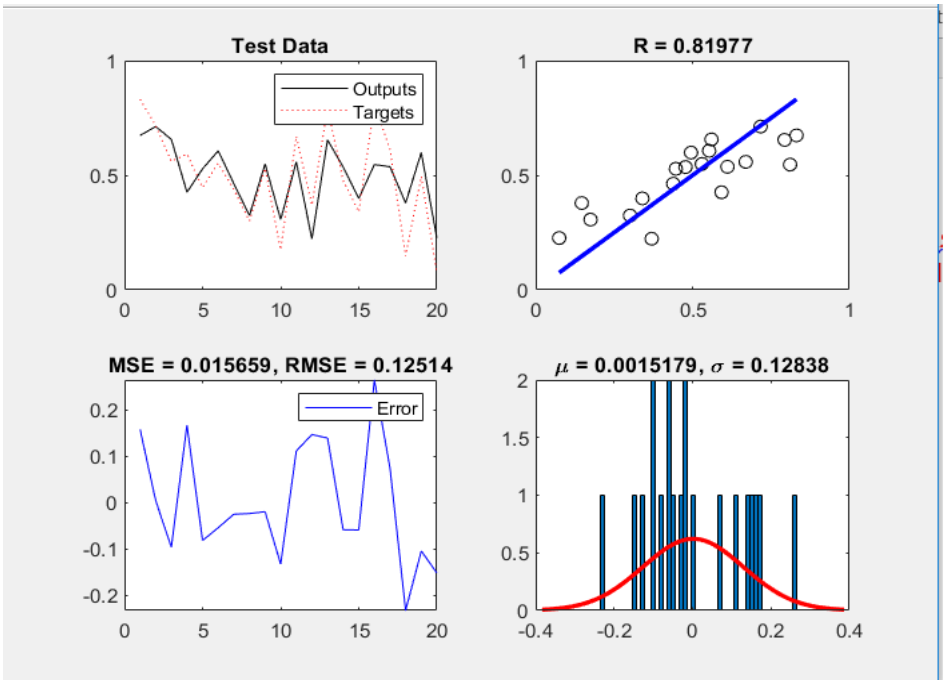
ANFIS	خطا (Error)
بعد اقتصادی	۰/۰۰۴۰۲۹
بعد اجتماعی	۰/۰۰۱۳۷۵
بعد زیست محیطی	./۰۰۰۷۱۳۹۵
بعد حکمرانی	۰/۰۰۱۶۲۳
پایداری	۰/۱۲۵۱۴



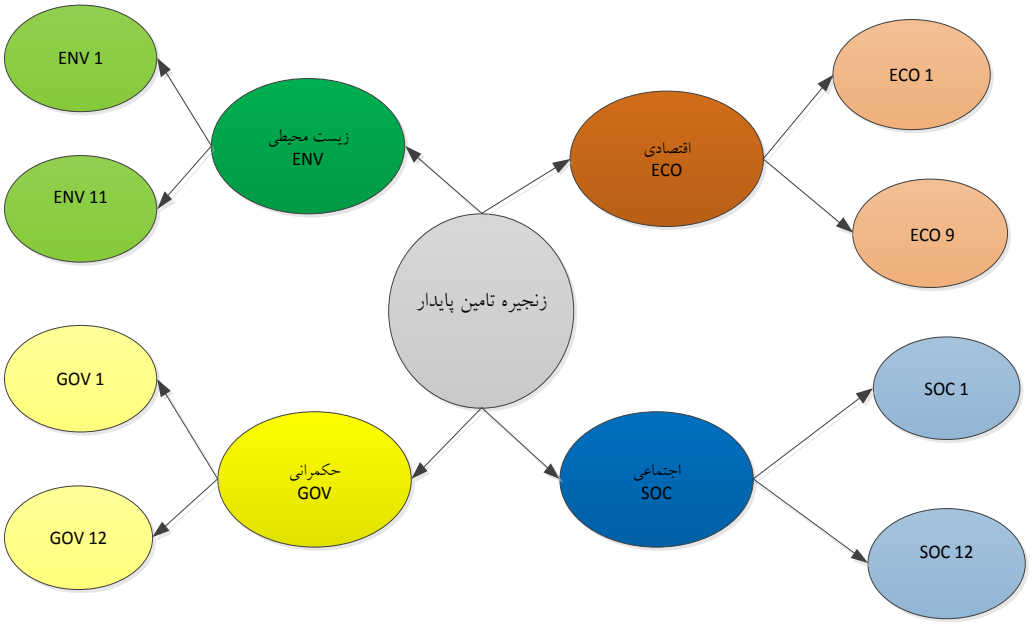
نمودار ۱ - میزان خطای آموزش مدل ANFIS



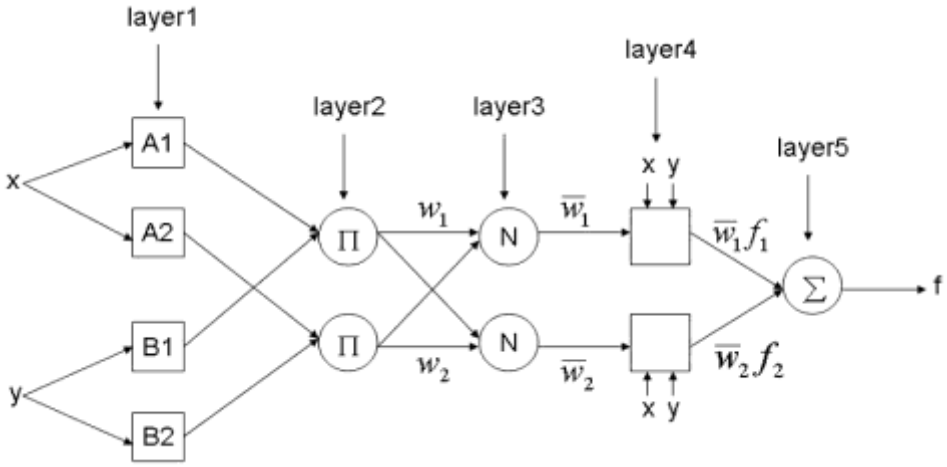
نمودار ۲ – رابطه پایداری با ابعاد اقتصادی،اجتماعی،زیست محیطی و حکمرانی (ورودی های ۱ تا ٤)



نمودار ۳ – خروجی های مدل ANFIS



شکل ۱ - مدل مفهومی تحقیق



شکل ۲ - لایه های پنجگانه ANFIS

Reference:

1- Abdolhamid Safaei Ghadikolaei zGD. Determinants of framework for assessing the sustainability of food supply chains using fuzzy analytic network process (Case study: Selected meat production companies of Mazandaran). Industrial Management Journal; 2014: 535-54.
2- Seuring S. A review of modeling approaches for sustainable supply chain management. Decision Support Systems; 2013: 1513-20.
3- Sunil Luthra KG, Devika Kannan, Sachin Kumar Mangla, Chandra. An integrated framework for sustainable supplier selection and evaluation in supply. Journal of Cleaner Production, 2016.
4- Morgane M.C. Fritz J-PSo, Rupert J. Baumgartner. Selected sustainability aspects for supply chain data exchange: Towards a supply chain-wide sustainability assessment. Journal of Cleaner Production; 2017: 587-607.
5- Duygu Turker CA. Sustainable supply chain management in the fast fashion industry: An analysis of corporate reports. European Management Journal; 2014: 837-49.
6- Laaya Olfat EMNA. A model for measuring sustainability of supply chain, case study: mechain made carpet industry of Iran. Iranian journal of management sciences (IAMS); 2014: 29-46.
6- Md Abdul Moktadir SMA, R. Rajesh, Sanjoy Kumar Paul. Modeling the interrelationships among barriers to sustainable supply. Journal of Cleaner Production; 2018: 631-51.
7- Deepak Mathivathanan DK, A. Noorul Haq. Sustainable supply chain management practices in Indian automotive. Resources, Conservation and Recycling; 2018: 284-305.
8- Fu Jia LZ-C, Adrian Bailey, Ximena Rueda. Sustainable supply chain management in developing countries: An. Journal of Cleaner Production; 2018: 263-78.
9- Minhao Zhang YKT, Bob Doherty, Si Li, Pervaiz Akhtar. Sustainable supply chain management: Confirmation of a. Resources, Conservation and Recycling; 2018: 206-21.
10- A. Rajeev RKP, Sidhartha S. Padhi, Kannan Govindan. Evolution of sustainability in supply chain management: A literature review. Journal of Cleaner Production, 2017.
11- Pezhman Ghadimi AD, Cathal Heavey. Sustainable supplier performance scoring using audition check-list. Computers & Industrial Engineering, 2017: 12-27.
12- Yevgeniya Arushanyan EE, Åsa Moberg. Sustainability assessment framework for scenarios – SAFS. Environmental Impact Assessment Review, 2017: 23-34.
13- Chun-Mei Su D-JH, Ming-Lang Tseng, Anthony S.F. Chiu, Kuo-JuiWu, Improving sustainable supply chain management using a novel. Journal of Cleaner Production; 2016: 469-81.
14- Hendrik Reefke DS. Key Themes and Research Opportunities in. Omega; 2016.
15- Stefan Winter RL. Environmental and social criteria in supplier evaluation e Lessons. Journal of Cleaner Production; 2016: 175-90.
16- Jury Gualandris RK, Stephan Vachon, Matteo Kalchschmidt. Sustainable evaluation and verification in supply chains: Aligning andleveraging accountability to stakeholders. Journal of Operations Management; 2015: 1-13.
17- Ghadikolaei AS, Madhoshi M, Jamalian A. Presenting a Conceptual Model for Sustainable Supplier Selection (A case study in SAIPA

supply chain). Industrial Management Journal (IMJ); 2016: 767-84.
18- Atefeh Amindoust SA, Ali Saghafinia, Ardeshir Bahreininejad. Sustainable supplier selection: A ranking model based on fuzzy inference system. Applied Soft Computing. 2012:1668–77.
19- Suhaiza Zailani KJ, G. Vengadasan, R. Premkumar. Sustainable supply chain management (SSCM) in Malaysia: A survey. Int J Production Economics; 2012: 330-40.
20- Olfat Laaya, AKF, Roohollah Khodaverdi. Green Supply Chain Management within Iranian Automobile Industry. Iranian journal of management sciences (IAMS); 2012: 123-41.
21- Alahyari Mahsa, Pilevari Nazanin. Application of Fuzzy Delphi Approach to Identify Sustainability Factors Based on Social, Economic and Environmental Areas in Automotive Industry (Case Study: Iran Khodro Industrial Company), Iranian journal of supply chain management, 2018; 19(58): 56-73
22- Rahmati Maryam,Radfar Reza, Tolouie Abbas,Pilevari Nazanin. Hybrid Designing and Simulation of dynamic suburban Transport System by the use of ANFIS, Transportation Journal(TJR); 2019: 16,1
23- Khatami Firouz Abadi S M A, Olfat L, Doulabi S. Select suppliers on sustainable supply chain using fuzzy multi-criteria decision-making techniques (Case study: parts manufacturing industry), 2015; 1(3): 7-38.
24- Sadeghimoghadam, M., Safari, H., & Nozari, M. (2015). Measuring sustainability of service supply chain by using a multi-stage/multicast fuzzy inference system (Studied Case: Parsian Bank. Industrial Management Journal (IMJ; 2015: 533-562.

Received: 24/ Nov/ 2019, Modified: 11/ Dec/ 2019, Accepted: 16/ Dec/ 2019

Providing a Model for Assessing Pharmaceutical Industries Supply Chain Sustainability Using Adaptive Neuro- Fuzzy Inference System (ANFIS)

Alahyari M [1], Pilevari N [2], Radfar R [3]

Abstract

Introduction: The health system has one of the most complex supply chains in the world to deal with human health and well-being. The pharmaceutical supply chain is part of this system. For this reason, the purpose of this study is to develop a model to evaluate supply chain sustainability in this industry.

Methods: First, by reviewing previous studies, indicators related to supply chain sustainability in economic, social, environmental and governance dimensions were extracted. Then, using a survey method to implement the model designed in ANFIS, a questionnaire was used to evaluate the sustainability factors in the case study.

Results: The designed ANFISs with 50 training courses achieved acceptable error rates. In the economic and social dimension, the trend of sustainability changes was initially decreasing and then increasing. In the environmental dimension where negative indicators were considered, the trend is quite decreasing. In the governance dimension, the trend of incremental stability changes is. In the present study, the root mean square error (RMSE) is considered as a criterion for model validation.

Conclusion: To improve the condition, sustainability must first be evaluated and measured so that the results can be quantified after the improvement measures. Based on the findings, it can be concluded that the model designed in ANFIS is a good tool for assessing sustainability.

Keywords: Sustainable Supply Chain Evaluation; Adaptive Neuro-fuzzy Inference System; Pharmaceutical Industry.

1- Ph.D Student Department of Industrial Management, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2- Associate professor, Department of Industrial Management, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, (Corresponding Author), masoudi_1352@yahoo.com

3- Assistant Professor, Department of Industrial Management, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran