

انتخاب تأمین کننده با استفاده از سیستم استنتاج فازی

حمیدرضا کدخدازاده^{۱*}، علی مروتی شریف آبادی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی جهاددانشگاهی یزد

۲- استادیار دانشکده اقتصاد مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد

چکیده

تأمین کنندگان یکی از اساسی ترین قسمت های زنجیره تأمین هستند که عملکرد آنها به صورت غیرمستقیم بر رضایت مشتریان تأثیر بسزایی دارد. از آنجا که خواسته های مشتریان با سازمان ها متفاوت است، سازمان ها برای انتخاب تأمین کنندگان خود ناگزیرند معیارهای گوناگونی را در نظر بگیرند. در سال های اخیر، مطالعات زیادی در این زمینه و با به کار بردن معیارها و روش های گوناگون انجام پذیرفته است. هدف از این تحقیق، انتخاب تأمین کننده در یک شرکت تولیدی مواد غذایی با در نظر گرفتن معیارهای هزینه، کیفیت، سرویس، نوع روابط، و ساختار سازمان تأمین کننده است. برای ارزیابی تأمین کننده ها بر اساس معیارهای ذکر شده از سیستم استنتاج فازی استفاده شده است. ورودی این سیستم، امتیاز هر تأمین کننده در هر معیار است که با روش AHP به دست آمده و خروجی آن امتیاز نهایی هر تأمین کننده است. در نهایت، تأمین کننده ای انتخاب شد که با اینکه در قیمت و کیفیت بهترین نبود، ولی به علت عملکرد مناسب در تمامی معیارها بالاترین امتیاز را کسب کرد.

واژه های کلیدی: زنجیره تأمین، انتخاب تأمین کننده، صنایع غذایی، سیستم استنتاج فازی، AHP.

مقدمه

تقاضای مشتریان، چرخه کوتاه حیات محصولات، افزایش رقابت و جهانی شدن، از جمله پدیده‌هایی هستند که باعث تغییر سریع در محیط کسب و کار می‌شوند. مشتریان پیوسته ارزش‌های بیشتری را بر حسب مطلوبیت‌های مکان، زمان، شکل و حالت و دارایی از سازمان درخواست می‌کنند و سازمان برای باقی ماندن در عرصه رقابت، ناچار به پاسخگویی به این تغییرات است (حسن زاده و جعفریان، ۱۳۸۹).

فشارهای محیطی در سال‌های اخیر باعث شده است زنجیره تأمین و مدیریت مناسب آن، عامل مهمی برای حضور موفق در بازارهای رقابتی مطرح شود و این عامل یک مزیت رقابتی برای شرکت‌ها به شمار می‌رود (چوی، گینس و رامیجین^۱، ۲۰۰۷). زنجیره‌های تأمین شبکه‌ای متشکل از مؤسساتی هستند که توانایی‌ها و منابع خود را به منظور ارائه ارزش به مشتری نهایی به کار می‌گیرند (حسن زاده و جعفریان، ۱۳۸۹). مدیریت زنجیره تأمین به دنبال کاهش ریسک در زنجیره تأمین بوده، از این طریق، اهدافی چون بهبود سطح رضایت مشتریان، بهینه‌سازی و مدیریت موجودی‌ها و سوددهی بیشتر را دنبال می‌کند. در راستای این اهداف، تأمین‌کنندگان و مدیریت آنها نقش مهمی را بر عهده دارند (اسمیچی و کامینشکی^۲، ۲۰۰۳). جستجوی ساده برای تأمین‌کنندگان که پایین‌ترین قیمت را ارائه می‌دهند، روش کارآمدی نیست و برای انتخاب تأمین‌کنندگان باید معیارهای گوناگونی به کار گرفته شود (لانگ^۳، ۲۰۰۷). انتخاب تأمین‌کننده یا تأمین‌کنندگان کار ساده‌ای نیست و پیچیدگی این انتخاب، به این علت است که هر کدام از تأمین‌کنندگان قسمتی از معیارهای خریدار را برآورده می‌کنند و انتخاب از میان آنها در واقع نیاز به یک

رویکرد ساختار یافته و سیستمی دارد و بدون آن، چنین تصمیم‌گیری مهمی احتمالاً با شکست روبه‌رو می‌شود (مختار و اکبری جوکار، ۱۳۸۴).

تاکنون تحقیقات زیادی در رابطه با انتخاب تأمین‌کننده صورت گرفته و معیارها و روش‌های متفاوتی ارائه شده است. در اکثر تحقیقاتی که در سال‌های اخیر صورت گرفته، کیفیت، تحویل بموقع، قیمت، ظرفیت تولید، مدیریت، تکنولوژی و انعطاف به عنوان معیار انتخاب شده‌اند؛ اما باید به این نکته توجه داشت که اهمیت عوامل انتخاب تأمین‌کننده بر اساس نوع خرید و نوع محصول می‌تواند تغییر کند. روش‌ها و تکنیک‌های متفاوتی در رابطه با انتخاب تأمین‌کننده به کار برده شده است که می‌توان از AHP^۴، DEA^۵، الگوریتم ژنتیک و شبکه‌های عصبی به عنوان روش‌های تکی نام برد. از روش‌های ترکیبی هم می‌توان به روش‌های ساخته شده از ترکیب DEA و AHP، روش‌های ترکیبی فازی، DEA و برنامه‌ریزی چند هدفه و روش‌های ترکیبی چند معیاره اشاره کرد (هو و همکاران^۶، ۲۰۱۰). البته، رویکرد بیشتر مقالات ارائه شده در سال‌های اخیر، استفاده از روش‌های ترکیبی بوده است.

بر خلاف مقالات متعدد صورت گرفته درباره انتخاب تأمین‌کننده در صنایع بزرگ، مانند خودرو سازی، راه‌سازی و ساخت ماشین‌آلات کشاورزی؛ در زمینه صنایع غذایی کار شاخصی صورت نگرفته است.

بیشتر روش‌های اشاره شده به مقایسه و رتبه‌بندی گزینه‌های یکدیگر می‌پردازند، در حالی که امروزه با توجه به تعدد تأمین‌کنندگان، نیاز به مدلی که

خود را در بازارهایشان حفظ کرده بهبود بخشند. چنین فشارهایی شرکت‌ها را به سرمایه‌گذاری در راستای پیاده‌سازی مفاهیمی، چون مدیریت جامع کیفیت و عملکرد بموقع مجبور کرده است. در چنین شرایطی نقش تامین کنندگان و مباحث مرتبط با آنها در مدیریت زنجیره تامین کنندگان از اهمیت بسزایی برخوردار گشته است (ورما و پولمن^۷، ۱۹۹۸). ارزیابی یا انتخاب تامین کننده مسأله‌ای متداول در کسب ملزومات مورد نیاز برای پشتیبانی از خروجی‌های سازمان‌هاست. مشکل سازمان‌ها، یافتن و ارزیابی دوره‌ای بهترین یا مناسب‌ترین تامین کننده یا تامین کنندگان بر اساس قابلیت‌های گوناگون آنهاست (عالم تبریز و باقرزاده، ۱۳۸۹). نظر به اینکه در انتخاب تامین کننده معیار به کار رفته و روش مورد استفاده از اهمیت زیادی برخوردار است؛ این تحقیق، مقالات نوشته شده در این زمینه را از دو دیدگاه معیار مورد استفاده و روش به کار رفته بررسی کرده است.

۲-۱. انتخاب معیار

در دیدگاه کلاسیکی که در رابطه با ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان ارائه شده، معیارهای متفاوتی بیان شده که بیشتر بر اساس تجارب خریداران در ارتباط با تامین کنندگان بوده است (مُنزکا و گینپیرو^۸، ۱۹۸۱). نخستین تحقیق در زمینه انتخاب تامین کنندگان به وسیله دیکسون^۹ (۱۹۹۶) انجام شد. در این تحقیق یک پرسشنامه، مشتمل بر ۲۳ معیار برای ۲۷۳ نفر از مدیران و عوامل خرید از آمریکا و کانادا ارسال شد و از آنها خواست معیارهای مشخص شده را در مقیاس صفر (غیر مهم)، تا ۴ (بسیار مهم) رتبه بندی کنند. از دیگر پژوهش‌ها می‌توان به تحقیق لانگ (۲۰۰۷) در یک شرکت کشاورزی اشاره کرد که از پنج معیار تنوع تولید،

تامین کنندگان را ارزیابی کند، احساس می‌شود که سیستم استنتاج فازی پاسخی به این نیاز است.

در مقاله حاضر، برای ارزیابی و انتخاب تامین کننده یک شرکت تولیدی مواد غذایی، از سیستم استنتاج فازی استفاده شده است. علت استفاده از منطق فازی در این مقاله، قضاوت‌های ذهنی و به کار بردن متغیرهای زبانی در اکثر معیارهای ارزیابی تامین کننده است. علت استفاده از سیستم استنتاج فازی در میان انواع مختلف روش‌های فازی ارائه شده، هوشمند بودن این روش است. منظور از هوشمند بودن، این است که رفتاری مشابه انسان دارد و همه قواعد تعریف شده برای آن را به طور همزمان در نظر می‌گیرد و این، همان کاری است که انسان در فعالیت‌های روزمره بارها آن را به کار می‌گیرد. ورودی‌های سیستم استنتاج فازی امتیاز هر تامین کننده در هر معیار است که با استفاده از تکنیک AHP به دست آمده است. این سیستم ورودی‌ها را می‌گیرد و پس از یک سری اعمال که بر روی آنها و قواعد نوشته شده انجام می‌دهد، خروجی - که همان امتیاز تامین کننده است - را تحویل می‌دهد.

این مقاله از چهار بخش اصلی تشکیل شده است. در بخش دوم - که همان ادبیات تحقیق است - درباره پیشینه انتخاب تامین کننده و مقالات ارائه شده در این رابطه بحث شده است. در بخش سوم، سیستم استنتاج فازی و مراحل آن توضیح داده شده، در بخش چهارم مدل پیشنهادی و در بخش پنجم مطالعه موردی ارائه شده است.

۱- ادبیات تحقیق

بازارهای به شدت رقابتی کنونی، شرکت‌ها را به پاسخ‌گویی سریع و دقیق به نیازهای مشتریان و ادار می‌کند تا از این طریق با جلب رضایت آنها موقعیت

در تحقیق خود نشان دادند که اهمیت عوامل انتخاب تأمین‌کننده بر اساس نوع خرید و محصول می‌تواند تغییر کند و هیچ فهرست مشترکی از معیارهای مورد استفاده در مطالعات وجود ندارد. به طور کلی، برای انتخاب تأمین‌کننده نباید فقط قیمت را در نظر گرفت، بلکه طیف گسترده‌ای از عوامل وجود دارد که با توجه به ظرفیت‌های تأمین‌کننده می‌توان آنها را برای همکاری بلند مدت و راهبردی در نظر گرفت.

۲-۲. روش‌ها

برای کاهش تعداد تأمین‌کنندگان با توجه به معیارهای متفاوت، باید روشی به کار بست تا بهترین نتیجه حاصل شود. تاکنون روش‌ها و تکنیک‌های گوناگونی درباره انتخاب تأمین‌کننده به کار گرفته شده است. در این تحقیق، به روش‌های به کار گرفته شده در مطالعات گذشته از دو منظر نگاه شده است: ۱- روش‌های تکی^{۱۸}؛ ۲- روش‌های ترکیبی^{۱۹} (هو، ژو و دی، ۲۰۱۰).

۲-۲-۱. روش‌های تکی

روش‌های تکی، راهکارهایی هستند که از یک روش برای انتخاب تأمین‌کننده استفاده می‌کنند. از پرکاربردترین این روش‌ها می‌توان از تکنیک DEA، برنامه‌ریزی ریاضی، AHP، تئوری فازی و الگوریتم ژنتیک نام برد. لیا، دینگ و لال^{۲۰} (۲۰۰۰) مدل DEA ساده‌ای را ارائه دادند تا بتوان به ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده‌ها پرداخت که این انتخاب با احتساب سه معیار ورودی و دو معیار خروجی انجام گرفت. مدل اجرا شده این امکان را می‌دهد تا تأمین‌کننده‌ای با قدرت تأمین بالا انتخاب شود. بنابراین، تعداد تأمین‌کننده‌ها کاهش می‌یابد. سهرابی و نالچگیر^(۱۳۸۹) در تحقیق خود از هجده واحد تصمیم‌گیری^{۲۱} با داده‌های غیردقیق استفاده و کاراترین تأمین‌کننده را انتخاب کردند. تالوری و

کیفیت، فاصله جغرافیایی، تحویل بموقع و قیمت برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان استفاده کرد. واگنر، اتنسون و پریش^{۱۱} (۱۹۸۹) در مطالعاتشان دریافتند که سابقه فروش،^{۱۱} markup و تحویل متغیرهای اساسی هستند و کیفیت کالا و عامه پسند بودن در درجه دوم اهمیت و شهرت، سرویس و کشور مبدا در درجه بعدی اهمیت قرار دارند. قدسی پور و اُبرایان^{۱۲} (۱۹۹۸) هزینه، کیفیت و سرویس را سه معیار اصلی در انتخاب تأمین‌کننده قرار دادند و هزینه و کیفیت عامل اصلی تشخیص داده شد. تریسی و تن^{۱۳} (۲۰۰۱) نشان دادند که انتخاب و ارزیابی تأمین‌کنندگان بر اساس معیارهای کیفیت، تحویل، قابلیت اطمینان و عملکرد محصول، چهاربعد رضایت مشتری (قیمت، کیفیت، تنوع و تحویل) و عملکرد شرکت را افزایش می‌دهند. پیرسون و ال‌رام^{۱۴} (۱۹۹۵) در مطالعه‌ای که انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که کیفیت، هزینه، فناوری روز و قابلیت اطمینان مهمترین معیارهای انتخاب هستند و تمرکز بر روی این معیارها می‌تواند منجر به انتخاب یک تأمین‌کننده راهبردی با انعطاف بالا منجر شود. کُتابه^{۱۵} (۲۰۰۱) در مطالعه خود دریافت که صلاحیت تأمین‌کننده، خدمات کنترل کیفیت، محرک‌های هزینه معامله^{۱۶} و نام تجاری^{۱۷} تولیدکننده و ویژگی‌های کشور تولیدکننده، از سایر عوامل مهمتر هستند. مطالعه‌ای که هو، ژو و دی (۲۰۱۰) در مقالات معتبر ارائه شده بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۸ درباره انتخاب تأمین‌کننده انجام دادند، نشان داد که معیارهای کیفیت، نحوه تحویل مناسب، قیمت‌ها و هزینه‌ها، توانایی تولید، خدمات، مدیریت، تکنولوژی، تحقیق و پیشرفت، مسائل مالی، انعطاف‌پذیری، شهرت و اعتبار، قدرت ریسک‌پذیری، امنیت و محیط پیرامون به ترتیب از اهمیت بیشتری برخوردارند. پیرسون و ال‌رام (۱۹۹۵)

AHP به منظور محاسبه وزن معیارهایی که توسط کارشناس مقایسه زوجی استفاده شده است. سپس این وزن ها در هر واحد تصمیم گیری به کار برده و در نهایت تأمین کننده بهینه انتخاب شده است. عالم تبریز و باقرزاده (۱۳۸۹) از ترکیب روش فرآیند تحلیل شبکه ای و تئوری فازی برای ارزیابی و انتخاب تأمین کننده در یکی از شرکت های خودرو سازی استفاده کرده اند. شرفی ماسوله (۱۳۸۸) با در نظر گرفتن نظر مشتریان از ترکیب روش گسترش عملکرد کیفیت^{۲۶} و منطق فازی برای انتخاب تأمین کننده راهبردی یک شرکت خودرو سازی استفاده کرد. لا^{۲۷} و همکارانش (۲۰۰۶) مدل ترکیبی از شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک را ابداع کردند. در این شیوه، شبکه عصبی با استفاده از چهار معیار اصلی تأمین کننده های بالقوه را شناسایی می کند. سپس از الگوریتم ژنتیک برای گزینش بهترین گروه تأمین کننده ها استفاده می شود. مطالعه ای هو، ژو و دی (۲۰۱۰) که در زمینه مقالات ارائه شده درباره انتخاب تأمین کننده انجام دادند، نشان می دهد که ۵۸/۹۷٪ مقالات از روش های تکی و ۴۱/۰۳٪ از مقالات از روش های ترکیبی برای انتخاب تأمین کننده استفاده کرده اند.

در زمینه استفاده از سیستم استنتاج فازی در تصمیم گیری هم پژوهش های زیادی در حوزه های گوناگون انجام گرفته است؛ برای مثال، پاپاجورجیو^{۲۸} (۲۰۰۹) مقاله ای ارائه داده است که در آن با استفاده از سیستم استنتاج فازی نوع روش درمان را انتخاب می کند. ورودی های این سیستم، اندازه تومور، حجم تومور، سن بیمار و غیره بود و خروجی های آن هم درمان با استفاده از شیمی درمانی یا پرتودرمانی یا عدم درمان بود. در زمینه صنعت هم می توان به مقاله آتروک و کراس^{۲۹} (۱۹۹۴) که در

ناراسیمهان^{۲۲} (۲۰۰۳) جزو نخستین گروه از محققان به شمار می آیند که معیارهای متغیر عملکردی را برای ارزیابی تأمین کننده های جدید و جایگزین به کار گرفته اند. این محققان دو مدل برنامه ریزی خطی را به وجود آوردند تا به این وسیله بتوانند فعالیت های تأمین کننده ها را به حداکثر یا حداقل ممکن برسانند. قدسی پور و ابرین (۲۰۰۱)، یک مدل برنامه ریزی غیرخطی ترکیبی فرمول بندی کردند تا بتوانند معضل ارزش گذاری چند معیاری را حل و فصل کنند. همچنین، می توان از این مدل برای تعیین توزیع مطلوب محصولات استفاده کرد و هزینه های خرید کلی سالانه را کاهش داد. قدوسی، اشتهاوردیان و بیژن پور (۱۳۸۸) برای ارزیابی تأمین کنندگان یک شرکت ساختمانی با در نظر گرفتن هجده معیار از روش AHP استفاده و آن را با ANP^{۲۳} مقایسه کردند. فلورز-لوپز^{۲۴} (۲۰۰۷) از تئوری فازی برای ارزیابی تأمین کننده ها استفاده کردند؛ بدین صورت که ۱۴ عدد از پر اهمیت ترین فاکتورهای ارزشیابی را از میان ۸۴ مشخصه بالقوه انتخاب و به منظور ارائه هرچه بهتر توانمندی تأمین کننده ها، از مدل زبان شناسی فازی استفاده کردند تا بتواند اطلاعات عددی و زبان شناسی را مورد بحث و بررسی قرار دهد.

۲-۲-۲ روش های ترکیبی

روش های ترکیبی، روش هایی هستند که از ترکیب دو یا چند روش به وجود می آیند. بیشتر تکنیک های به کار رفته در تحقیقاتی که در این زمینه صورت گرفته، از ترکیب روش های DEA و AHP، روش های ترکیبی فازی، DEA و برنامه ریزی چند هدفه، تکنیک های تصمیم گیری چند معیاره، ترکیب الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی به وجود آمده اند. سیوکیل^{۲۵} و همکارانش (۲۰۰۷) شیوه ای ترکیبی از AHP و DEA ارائه داده اند. در این شیوه، از مدل

زمینه انتخاب فرآیند طراحی قطعات کامیون در صنعت خودروسازی آلمان با استفاده از سیستم استنتاج فازی انجام دادند، اشاره کرد. در زمینه مدیریت از سیستم استنتاج فازی برای تصمیم‌گیری استفاده شده است که از جمله می‌توان به مقاله آریاس آرندا^{۳۰} و همکارانش (۲۰۱۰) اشاره کرد که از سیستم استنتاج فازی برای انتخاب استراتژی بازرگانی استفاده کرده‌اند، ورودی‌های این سیستم، نوع مکان، میزان استاندارد بودن، استفاده از فناوری اطلاعات، مدیریت منابع انسانی و گسترش خدمات جدید و خروجی‌های آن کارایی عملیاتی و رضایت مشتری است. حنفی‌زاده و همکارانش (۱۳۸۵) هم برای تدوین استراتژی از ترکیب دو ابزار مقابله با قطعیت یعنی برنامه‌ریزی سناریو و سیستم استنتاج فازی استفاده کردند. آنها با استفاده از اطلاعات فازی بیان شده به وسیله خبرگان در سیستم استنتاج فازی، به انتخاب استوارترین استراتژی سازمان در مواجهه با سناریوهای طراحی شده اقدام کردند.

مطالعات صورت گرفته در زمینه انتخاب تأمین‌کننده در صنعت غذا بسیار کم بوده است. ریدر و فیرن^{۳۱} (۲۰۰۳) برای انتخاب تأمین‌کننده یک شرکت تولید کننده مواد غذایی آماده در انگلستان و ایرلند مطالعاتی انجام دادند. آنها در تحقیقی که در این شرکت انجام دادند، دریافتند که این شرکت باید برخی از فعالیت‌هایش را به بیرون و برخی دیگر از فعالیت‌هایش، مانند صنعت بسته‌بندی را به تأمین‌کنندگان جدید بسپارد. آنها برای انتخاب تأمین‌کننده جدید، علاوه بر معیارهای هزینه، کیفیت و سرویس، از معیارهای انعطاف در تولید و اعتماد نیز در چارچوب استراتژی‌های کلیدی سازمان استفاده کردند. ویلانی و پاکورار^{۳۲} (۲۰۰۷) مطالعه خود را درباره انتخاب تأمین‌کننده بر روی یک شرکت توزیع

کننده میوه و سبزی در شمال مجارستان انجام دادند. آنها برای ارزیابی تأمین‌کنندگان از پنج روش صفحات گسترده، ارزیابی شخصی، درجه بندی فروشنده، ممیزی تأمین‌کننده و مدل کردن هزینه استفاده کردند. سپس با ارزیابی ذهنی در مورد روش‌های کیفی و داده‌های کمی به دست آمده از روش‌های کمی، تأمین‌کننده نهایی را انتخاب کردند. مظنه^{۳۳} از هر تأمین‌کننده، از روش ارزیابی شخصی برای به دست آوردن نظر متخصصان (کنترل کیفیت، تولید، خرید) درباره تأمین‌کنندگان، از روش درجه بندی فروشنده‌گان که روشی کمی است برای درجه بندی فروشنده‌گان با توجه به معیارهای کیفیت محصول، قیمت، تعداد تحویل، زمان بندی تحویل، حمل و نقل بدون آسیب به محصول، انعطاف، مدیریت شکایات و طول زمان دریافت سفارش تا تحویل، از روش ممیزی تأمین‌کننده برای ارزیابی تأمین‌کننده با توجه به ملاقات‌های دوره‌ای خریدار و تأمین‌کننده و از روش مدل کردن هزینه که روشی کمی است، برای مدل کردن هزینه‌های تأمین‌کننده استفاده کردند. در تحقیقات داخلی، تاکنون مطالعه‌ای برای انتخاب تأمین‌کننده در صنعت غذا که در نشریات معتبر چاپ شده باشد، انجام نشده است.

در مقاله حاضر، برای انتخاب تأمین‌کننده یک کارخانه تولیدی مواد غذایی (ادویه و خشکبار) از یک روش جدید فازی به نام سیستم استنتاج فازی استفاده شده است. در این روش، امتیاز هر تأمین‌کننده در هر معیار که همان ورودی‌های سیستم هستند به سیستم داده شده، امتیاز نهایی هر تأمین‌کننده به دست می‌آید و بر اساس آن می‌توان تصمیم‌گیری کرد.

۳- سیستم استنتاج فازی

بسیاری از دستگاه‌ها و فرآیندهای صنعتی مانند مترو و روباتیک و بسیاری از مسائلی که به تصمیم‌گیری نیاز داشت، به کار برده شد.

یک سیستم فازی دارای اجزای زیر است:

(۱) یک فازی ساز در ورودی که مقدار عددی متغیرها را به یک مجموعه فازی تبدیل می‌کند.

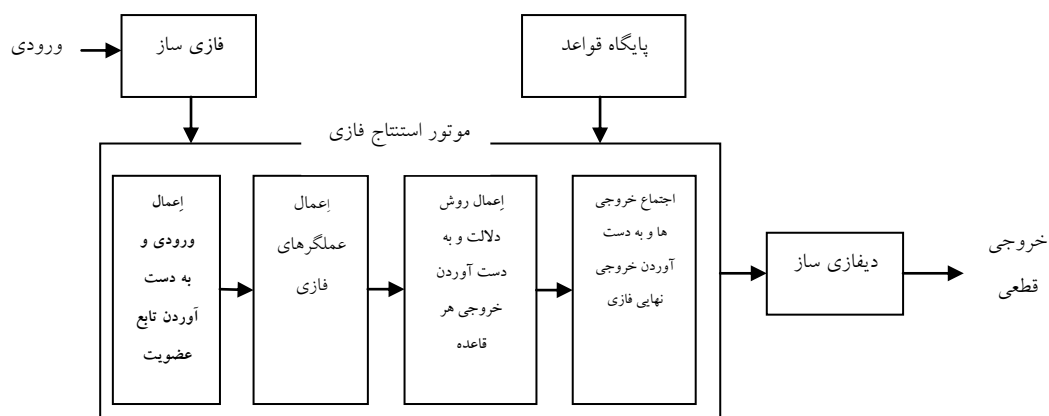
(۲) پایگاه قواعد فازی که مجموعه ای از قواعد اگر-آنگاه است.

(۳) موتور استنتاج فازی که ورودی‌ها را با یک سری اعمال به خروجی تبدیل می‌کند.

(۴) دیفازی ساز که خروجی فازی را به یک عدد قطعی تبدیل می‌کند.

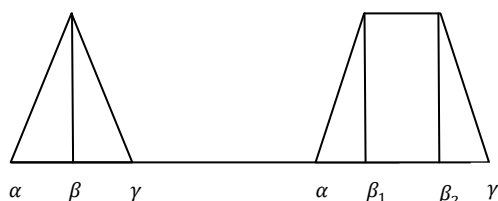
شکل ۱ مراحل یک سیستم استنتاج فازی را نشان می‌دهد.

سیستم استنتاج فازی، فرایندی سیماتیک برای تبدیل یک پایگاه دانش به یک نگاشت غیر خطی را فراهم می‌آورد. به همین علت، از سیستم‌های مبتنی بر دانش (سیستم‌های فازی) در کاربردهای مهندسی و تصمیم‌گیری استفاده می‌شود (غفار زاده دیزجی، ۱۳۸۸). ممدانی و اصیلان در سال ۱۹۷۵ برای کنترل ترکیب یک موتور بخار و بویلر با استفاده از ترکیب قواعد کنترل زبانی در تجربیات عملگرهای انسانی، از وجود سیستم استنتاج فازی استفاده کردند (ممدانی و اصیلان، ۱۹۷۵). در سال ۱۹۷۸ هولمبلاد^{۳۴} و اوسترگارد^{۳۵} نخستین کنترل کننده فازی را برای کنترل یک فرآیند صنعتی کامل یعنی کوره سیمان به کار بردند. از آن پس بود که کنترل کننده های فازی در



شکل ۱: مراحل سیستم استنتاج فازی (فونگ^{۳۶}، ۲۰۱۰)

و دوزنقه‌ای به ترتیب به صورت (α, β, γ) و $(\alpha, \beta_1, \beta_2, \gamma)$ نشان داده می‌شوند.



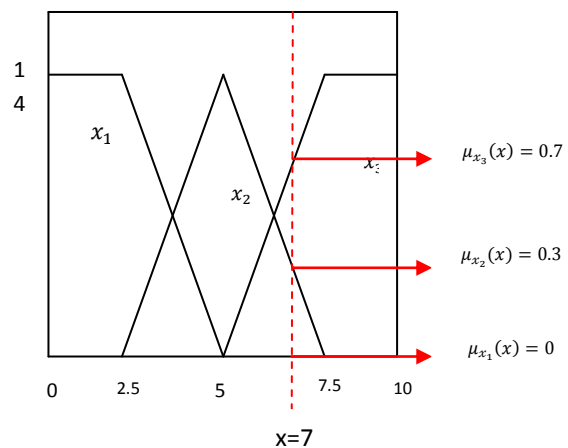
شکل ۲: توابع عضویت مثلثی و دوزنقه‌ای

۳-۱ فازی سازی

در این مرحله برای هر متغیر ورودی، توابع عضویت در نظر می‌گیریم تا ورودی های قطعی تبدیل به فازی شوند و در سیستم استنتاج فازی قرار بگیرند. توابع عضویت انواع مختلفی دارند، مانند مثلثی، دوزنقه ای، گوسی و غیره که در این تحقیق از دو نوع مثلثی و دوزنقه‌ای استفاده شده است. تابع مثلثی

استفاده از آموزش های خود سازمانده، مانند الگوریتم های نوین و شبکه عصبی است که در این تحقیق از روش اول برای تعیین قواعد فازی استفاده شده است. یک قانون اگر-آنگاه به صورت "اگر X برابر A باشد، آنگاه Y برابر B است" تعریف می شود که X و Y متغیرهای ورودی و خروجی و A و B مقادیر زبانی (توابع عضویت) نوشته شده برای این متغیرهاست. ذکر این نکته ضروری است که در روش ممدانی، خروجی به شکل فازی تعریف می شود. قسمت "اگر X برابر A باشد"، قسمت "مقدم یا فرض" و قسمت "آنگاه Y برابر B است" را قسمت "نتیجه یا برآیند" گویند. شکل ۴ چند قاعده را نشان می دهد. همان طور که در شکل ۴ دیده می شود، قاعده های ۱ و ۲ دارای سه مقدم هستند، ولی قاعده ۳ دارای دو مقدم است. تعداد مقدم ها و نتیجه ها (برآیندها) با توجه به نظر خبره تعیین می شود. جدول ۱ شکل نوشتاری پایگاه قواعد شکل ۴ را نشان می دهد. درباره چگونگی به کار بردن عملگرها در ادامه بحث خواهد شد

برای درک بهتر فازی سازی متغیر x را فرض کنید که سه تابع عضویت x_1 ، x_2 و x_3 برای آن در نظر گرفته شده است. اگر مقدار x برابر ۷ باشد، می توان گفت که متغیر x با درجه عضویت ۰ متعلق به x_1 ، با درجه عضویت ۰/۳ متعلق به x_2 و با درجه عضویت ۰/۷ متعلق به x_3 است، که این همان فازی شده $x=7$ است. شکل ۳ این مثال را نشان می دهد.



شکل ۳: فازی سازی عدد قطعی

۳-۲ پایگاه قواعد^{۳۷}

پایگاه قواعد به مجموعه "اگر-آنگاه" فازی گفته می شود که قلب سیستم استنتاج فازی را تشکیل می دهد. دو روش عمده برای تعیین قواعد فازی وجود دارد: یکی استفاده از دانش خبره و دیگری

شکل ۴: سه قاعده فازی

	مقدم ها			نتیجه
	A	B	C	O
قاعده ۱				
قاعده ۲				
قاعده ۳				

جدول ۱: شکل نوشتاری شکل ۴

			عملگر		عملگر			
قاعده ۱	if	A is A2	and	B is B1	and	C is C2	then	O is O2
قاعده ۲	if	A is A3	and	B is B2	and	C is C3	then	O is O3
قاعده ۳	if	A is A1	and	B is B2			then	O is O1

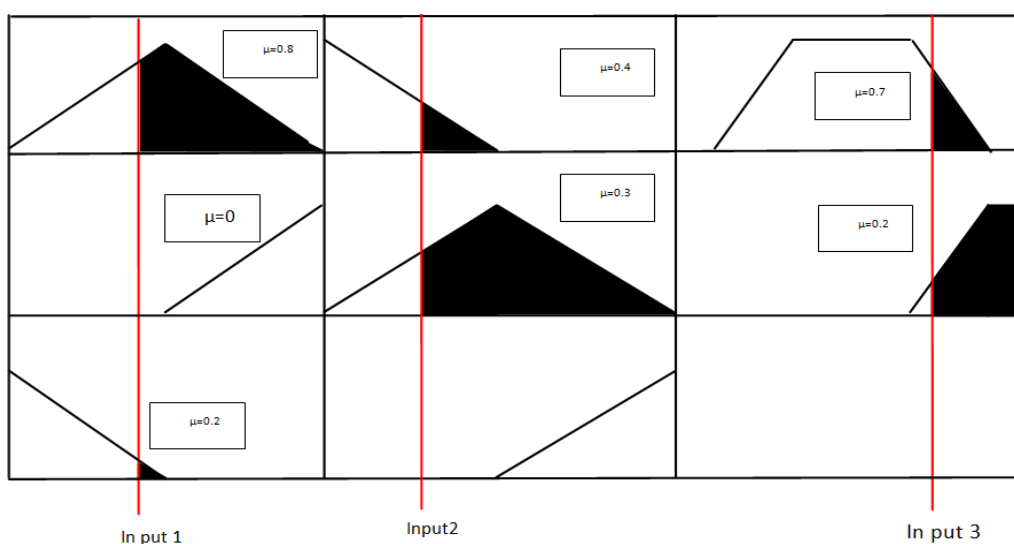
ورودی‌ها و قواعد، خروجی مشخص می‌شود و این همان کاری است که انسان در بسیاری از قضاوت-های خود به کار می‌گیرد. عملکرد موتور استنتاج فازی را می‌توان به چهار قسمت تقسیم کرد:

تحقیق حاضر شامل ۴۱ قاعده است که در همه قواعد سه مقدم و یک نتیجه به کار رفته است.

۳-۳ موتور استنتاج فازی

عملکرد موتور استنتاج فازی شبیه فرآیند استدلال آدمی است، به طوری که با اعمال آن بر روی

شکل ۵: درجه عضویت هر یک از توابع



۳-۳-۲ اعمال عملگرهای فازی

هنگامی که تعداد مقدم‌ها از یک بیشتر شود، باید عملگرهای فازی به کار گرفته شوند تا عددی به دست آید که نمایانگر حاصل مقدم‌ها بر آن قانون است، سپس این عدد در تابع خروجی به کار گرفته شود. این عدد، "عدد درستی" آن قانون نامیده می‌شود. از مهمترین روابطی که در این قسمت وجود دارد، رابطه استلزام ممدانی و لارسن است. رابطه استلزام ممدانی و لارسن به ترتیب از عملگرهای

۳-۳-۱ اعمال ورودی به مقدم‌ها و به دست آوردن

درجه عضویت آن‌ها

این قسمت را می‌توان جزو وظایف موتور استنتاج فازی در نظر نگرفت، ولی برای درک بهتر عملکرد موتور استنتاج فازی این قسمت جزو عملیات موتور استنتاج فازی آورده شده است. شکل ۵ اعمال ورودی به مقدم‌ها و به دست آوردن درجه عضویت هر ورودی را نشان می‌دهد.

۳-۳-۳ اعمال روش دلالت

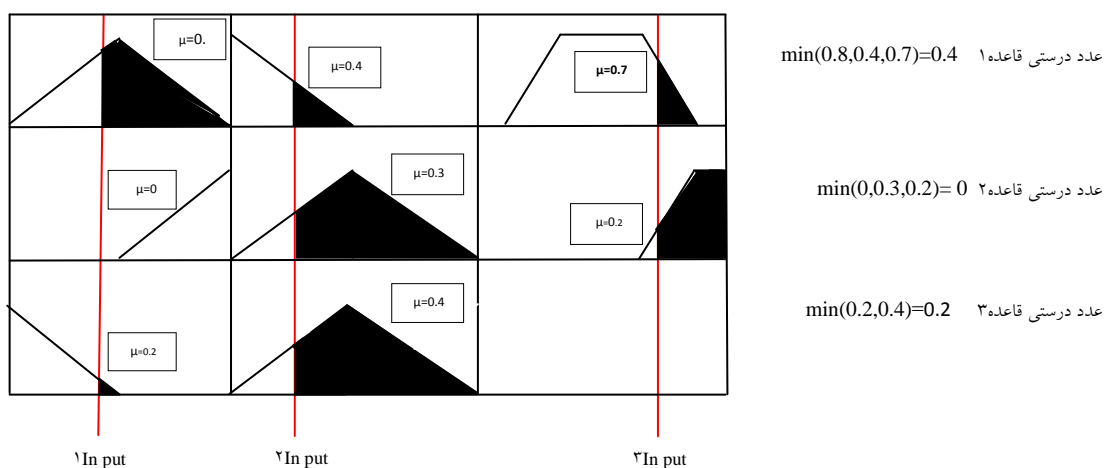
روش دلالت یعنی اعمال عدد درستی بر تابع خروجی (نتیجه). ورودی روش دلالت عدد درستی و خروجی آن یک مجموعه فازی خروجی است. قبل از اعمال روش دلالت، ذکر این نکته ضروری است که وزن هر قاعده، که توسط خبره یا هر روشی تعیین می شود، باید در عدد درستی ضرب شده، سپس به تابع خروجی اعمال شود. اعمال آن عدد؛ یعنی برش دادن تابع خروجی در آن عدد. شکل ۷ برش خوردن تابع خروجی هر قاعده را نشان می دهد.

min و ضرب برای به دست آوردن عدد درستی هر قاعده استفاده می کنند. فرمول ۱ و ۲ به ترتیب رابطه استلزام ممدانی و لارسن را نشان می دهد.

$$R(u, v) = \min [\mu_{\bar{A}}(u), \mu_{\bar{B}}(v)] \quad (1)$$

$$R(u, v) = \mu_{\bar{A}}(u) \cdot \mu_{\bar{B}}(v) \quad (2)$$

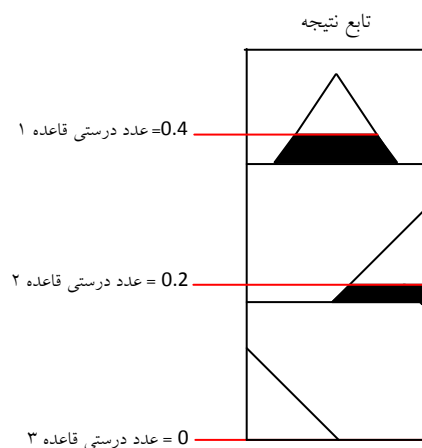
در این تحقیق، برای به دست آوردن عدد درستی هر قانون از رابطه استلزام ممدانی استفاده شده است. شکل ۶ نحوه به دست آوردن عدد درستی را نشان می دهد.



شکل ۶: به دست آوردن عدد درستی هر قاعده

۳-۳-۴ اجتماع خروجی ها

از آنجایی که تصمیم گیری بر اساس تمام قواعد در سیستم های استنتاج فازی صورت می گیرد، لذا برای تصمیم گیری باید قواعد را به روشی به توان ترکیب کرد. اجتماع روشی است که به واسطه آن تمام مجموعه های خروجی هر قاعده به یک مجموعه فازی واحد ترکیب می شود. ورودی فرآیند اجتماع، فهرستی از توابع خروجی است که به وسیله فرآیند دلالت برای هر قاعده بریده شده و خروجی آن یک مجموعه فازی برای خروجی است. روش های

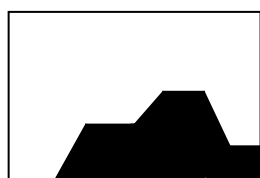


شکل ۷: برش تابع خروجی

ماکزیمم و کوچکترین ماکزیمم برای دیفازی کردن وجود دارد، اما روش مرکز ثقل رایجترین روش است (رویچودهاری و پدریس^{۳۹}، ۲۰۰۷). در این تحقیق از روش مرکز ثقل برای دیفازی کردن استفاده شده است فرمول^۳، رابطه دیفازی کردن بر اساس مرکز ثقل است.

$$COG = \frac{\int_a^b \mu_A(x).x \, dx}{\int_a^b \mu_A(x) \, dx} \quad (3)$$

شکل ۹ خروجی نهایی قطعی به دست آمده از خروجی فازی را نشان می دهد.



عدد قطعی

شکل ۹: دیفازی کردن

۳- مدل پیشنهادی

مدل پیشنهادی در این پژوهش از سه مرحله و هفت گام تشکیل شده است (شکل ۱۰).

• مرحله اول

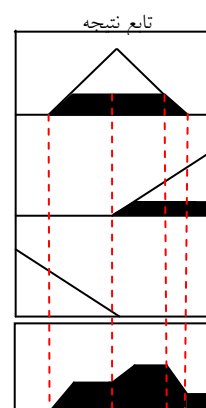
گام اول) تعیین معیارها و زیر معیارها برای ارزیابی تأمین کننده.

گام دوم) تعیین وزن برای هر زیر معیار با استفاده از تکنیک AHP.

• مرحله دوم

گام سوم) تعیین تابع عضویت برای هر معیار.

متفاوتی برای اجتماع گیری وجود دارد که مهمترین آنها ماکزیمم گیری و جمع است که در این تحقیق از روش جمع استفاده شده است. علت استفاده از روش جمع، این است که روش جمع مجموع قوانین را در نظر می گیرد، در صورتی که در روش ماکزیمم، آن قاعده ای که مقدار ماکزیمم را دارد، را در نظر گرفته و بقیه قوانین را نادیده می گیرد. شکل ۸ استفاده از روش جمع برای به دست آوردن خروجی نهایی را نشان می دهد.

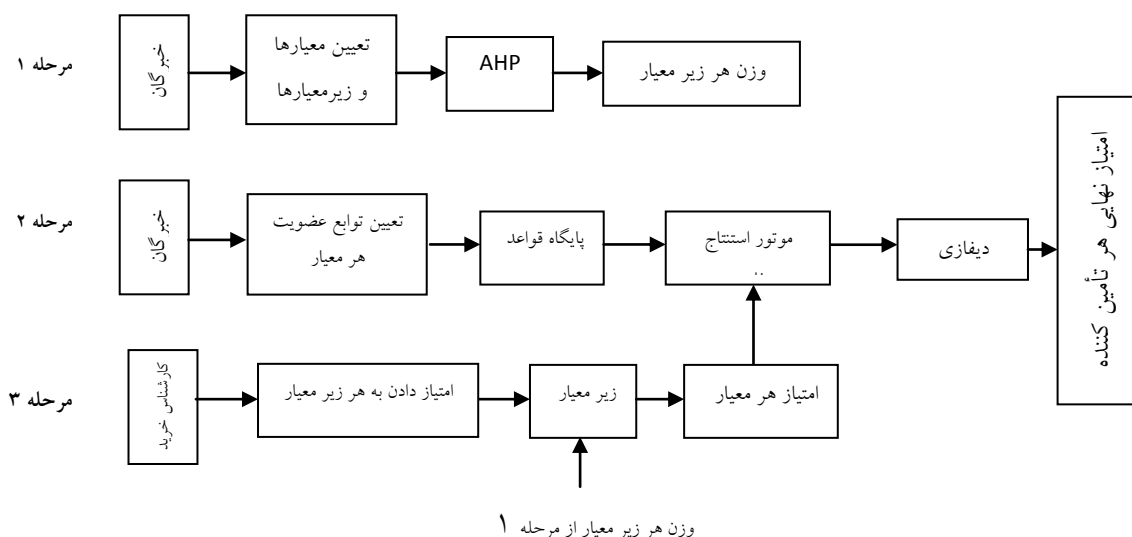


خروجی فازی نهایی

شکل ۸: اجتماع خروجی ها

۳-۴ دیفازی کردن

دیفازی کردن، فرآیندی است که یک مجموعه فازی را به یک عدد قطعی تبدیل می کند. بنابراین، ورودی فرآیند دیفازی یک مجموعه فازی (حاصل اجتماع مجموعه های فازی خروجی) و خروجی آن یک عدد است. اینکه فازی سازی به ارزش گذاری در مراحل میانی کمک می کند، خروجی نهایی مورد علاقه برای هر متغیر تنها یک عدد است. روش های مختلفی، مانند مرکز ثقل^{۳۸}، نیمساز، نصف ماکزیمم (میانگین مقدار ماکزیمم مجموعه فازی)، بزرگترین



شکل ۱۰- مدل پیشنهادی

کنندگان خود و انتخاب تأمین کننده راهبردی خود از این تحقیق استفاده کرده است. منظور از خبرگان در این تحقیق، مدیرعامل کارخانه، کارشناس مواد غذایی سازمان صنایع، کارشناس استاندارد و یکی از تأمین کنندگان عمده در این حوزه است. در این تحقیق برای انجام محاسبات از نرم افزار Matlab استفاده شده است.

ابتدا با توجه به نظر کارشناسان زیر معیارهای مربوط به هر معیار شناسایی و مقایسه زوجی شده و وزن مربوط به هر معیار با توجه به تکنیک AHP به دست آمده است. برای به تأیید رسیدن پایایی و روایی این مقایسات از AHP با اعداد قطعی استفاده شده است که در تحقیقات بعدی می توان از تحلیل سلسله مراتبی فازی استفاده نمود.

جدول ۲ معیارها، زیرمعیارها و وزن های مربوطه را که در ارزیابی تأمین کنندگان به کار گرفته شده اند، را نشان می دهد

گام چهارم) نوشتن قوانین مربوطه با استفاده از نظر خبرگان.

• مرحله سوم

گام پنجم) به دست آوردن امتیاز هر معیار با توجه به امتیاز داده شده به هر زیر معیار و وزن به دست آمده از گام دوم.

گام ششم) قراردادن امتیازهای به دست آمده از گام پنجم در مدل ساخته شده در گام چهارم و به دست آوردن امتیاز نهایی هر تأمین کننده.

گام هفتم) انتخاب تأمین کننده ای که بالاترین امتیاز را کسب کرده است.

۴- مطالعه موردی

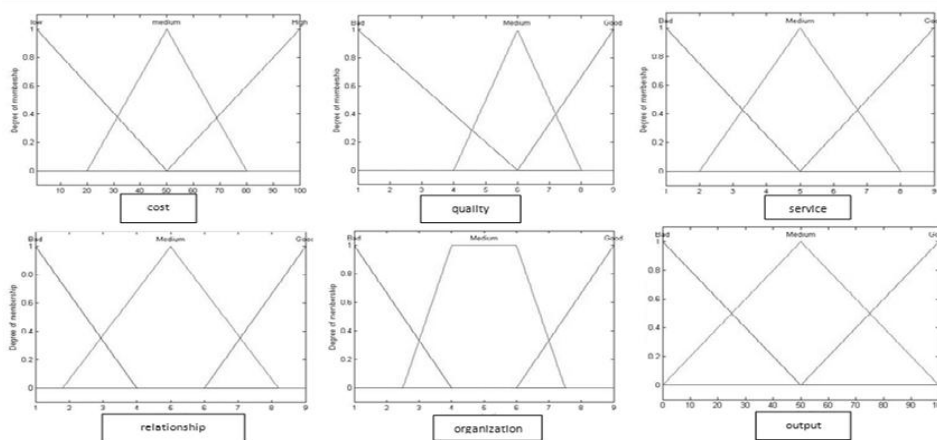
این تحقیق به منظور ارزیابی تأمین کنندگان "شرکت تعاونی صنایع غذایی ایساتیس" که یکی از کارخانه های فراوری ادویه و خشکبار است، انجام پذیرفته است. این کارخانه دارای سه تأمین کننده (A1, A2, A3) است و به منظور رتبه بندی تأمین

جدول ۲: وزن هر زیر معیار مربوط به تامین کنندگان

هزینه (C)			کیفیت (Q)			سرویس (S)				ارتباطات (R)				وضعیت سازمان (O)		
C1	C2	C3	Q1	Q2	Q3	S1	S2	S3	S4	R1	R2	R3	R4	O1	O2	O3
هزینه تدارکات (حمل و نقل، انبار و...)	هزینه عملیاتی	هزینه خدمات پس از فروش	کیفیت عملیات و میزان خلوص	کیفیت ماده اولیه و فرمول ترکیب	آلودگی	تحويل به موقع	واکنش به مقدار تقاضا	تنوع عرضه	انحطاف در خدمت دهی (سرویس های ویژه)	تجربه کاری در گذشته	ثبات مالی	انتظار استمرار	دسترسی به تامین کننده	تکنولوژی مورد استفاده	موقعیت در صنعت و اعتبار	نوآوری
.238	.625	.136	.279	.524	.197	.541	.213	.130	.115	.097	.435	.182	.286	.297	.540	.163
IR ¹ =0.02			IR=0			IR=0.005				IR=0.02				IR=0.01		

معیار ۱ تا ۹ به دست آمده است. معیارها که همان ورودی های سیستم Rule Base هستند، به سه تابع عضویت "خوب"، "متوسط" و "بد" تقسیم شده اند که این تقسیم بندی با توجه به نوع معیار صورت گرفته است. شکل ۱۱ توابع عضویت معیارها را نشان می دهد.

توابع عضویت هر معیار با توجه به نظر کارشناسان به دست آمده است. برخلاف AHP که همه کارشناسان به صورت جداگانه نظر دادند، توابع عضویت طی جلسه ای که با حضور هر چهار خبره برگزار شد، به دست آمد. با توجه به امتیاز دهی ۱ تا ۹ به هر زیر معیار (غیر از هزینه که کمی است) و وزن های جدول ۱، حداقل و حداکثر امتیاز به هر



شکل ۱۱: توابع عضویت ورودی ها و خروجی

کرده، امتیاز هر تأمین کننده را به دست می آوریم. مشخصات هر تأمین کننده با توجه به نمره بین ۱ تا ۹ داده شده توسط مسئول خرید با توجه به فرمول ۴ به دست آمده است. جدول ۴ امتیاز داده شده به هر تأمین کننده را نشان می دهد. در این فرمول CS امتیاز هر معیار، SCS امتیاز داده شده به هر زیر معیار، W وزن هر زیر معیار و n تعداد زیر معیارهای هر معیار است

$$CS = \sum_{i=1}^n SCS_i \times W_i \quad (4)$$

پس از تعیین توابع عضویت، قوانین فازی به طور جداگانه توسط چهار خبره نوشته شده است. پس از نوشته شدن قوانین، آن دسته از قوانینی که توسط هر چهار خبره نوشته شده وزن "۱" می گیرند، به همین صورت قوانینی که توسط سه، دو و یک خبره نوشته شده باشند، به ترتیب اوزان "۰/۷۵"، "۰/۵" و "۰/۲۵" می گیرند. جدول ۳ قوانین نوشته شده و وزن آنها را نشان می دهد. با نوشته شدن قوانین فازی مدل ارزیابی به دست آمده است. اکنون مشخصات سه تأمین کننده را وارد مدل

جدول ۳: قوانین نوشته شده توسط چهار خبره

Rule	c	Q	S	R	O	OUT	weight
1	H	B	B	B	B	B	1
2	M	M	M	M	M	M	1
3	L	G	G	G	G	G	1
4	H	G	G	M	G	G	0.75
5	H	G	M	M	B	M	0.25
6	M	G	G	M	G	G	0.5
7	M	B	M	G	G	B	0.25
8	H	M	G	G	M	M	0.25
9	M	M	M	B	B	B	0.25
10	L	B	M	M	M	B	0.75
11	L	B	G	G	G	M	0.5
12	L	B	M	B	M	B	0.25
13	L	M	B	M	M	B	0.25
14	H	G	G	M	M	G	0.25
15	H	G	B	M	M	M	0.25
16	H	M	G	G	G	M	0.25
17	M	M	G	G	G	M	0.25
18	L	M	G	B	M	B	0.25
19	L	B	M	G	M	B	0.25
20	L	B	M	B	M	B	0.25

Rule	c	Q	S	R	O	OUT	weight
21	L	M	M	G	G	G	0.25
22	H	G	M	M	M	M	0.25
23	H	G	M	M	B	M	0.25
24	M	M	G	G	M	M	0.5
25	M	M	M	B	B	B	0.25
26	L	M	G	M	M	G	0.25
27	M	M	M	G	G	M	0.25
28	M	B	B	M	M	B	0.25
29	H	G	G	G	G	G	0.25
30	H	G	G	M	G	G	0.25
31	M	M	G	G	M	G	0.25
32	L	B	M	M	M	M	0.25
33	L	B	G	G	G	G	0.25
34	H	M	G	G	G	G	0.25
35	M	M	G	G	G	G	0.25
36	M	M	G	G	M	G	0.25
37	H	G	G	M	G	M	0.25
38	H	G	M	M	M	G	0.25
39	M	B	M	G	G	M	0.25
40	M	G	G	M	G	M	0.25
41	H	G	M	B	G	G	0.25

جدول ۴: امتیاز داده شده به هر تأمین کننده

	C			Q			S				R				o		
	C 1	C 2	C 3	Q 1	Q 2	Q 3	S 1	S 2	S 3	S 4	R 1	R 2	R 3	R 4	O 1	O 2	O 3
A1	75	85	30	7	8	7	6	7	4	7	6	7	5	5	6	8	6
A2	40	70	40	5	6	6	8	5	3	3	5	5	6	9	4	4	4
A3	55	75	32	6	7	6	5	5	7	5	5	7	5	4	9	7	7

توجه کنید که امتیاز معیار هزینه بین ۰-۱۰۰ و بقیه معیارها بین ۱-۹ است.

امتیاز هر معیار که با توجه به فرمول ۴ و جدول ۴ به دست آمده، در جدول ۵ نشان داده شده است. این امتیازها همان ورودی های مدل ساخته شده است.

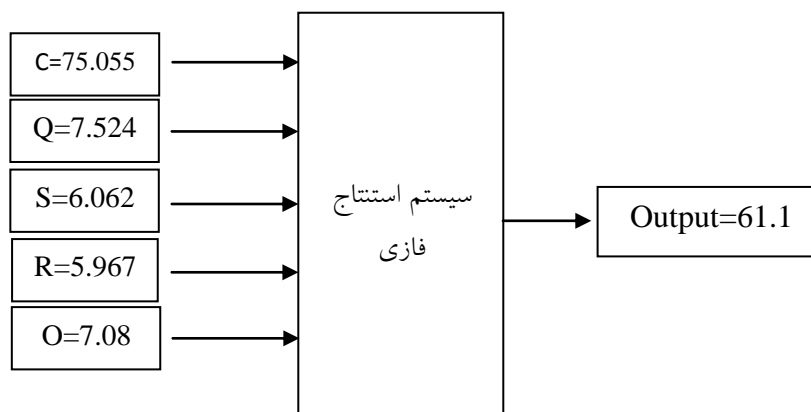
جدول ۵: امتیاز تامین کننده ها در هر معیار

معیار تأمین کننده	C	Q	S	R	O
A1	75.055	7.524	6.062	5.967	7.08
A2	58.71	5.721	6.128	6.326	4
A3	64.317	6.52	5.255	5.584	7.594

همین صورت، امتیاز نهایی A2 و A3 به دست می آید.

جدول ۶ امتیاز نهایی کسب شده توسط هر سه تأمین کننده را نشان می دهد. در نهایت، همان طور که مشخص است تأمین کننده A3 که بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داده است، به عنوان تأمین کننده اصلی انتخاب شده است.

پس از به دست آوردن امتیاز هر تأمین کننده در هر معیار، این مقادیر با توجه به توضیحات داده شده در سیستم استنتاج فازی قرار داده شده و امتیاز نهایی هر تأمین کننده به دست آمده است. امتیاز نهایی همان طور که از تابع عضویت خروجی در شکل ۱۱ هم مشخص است، عددی بین ۰-۱۰۰ است. شکل ۱۲ ورودی ها و امتیاز نهایی A1 را نشان می دهد. به



شکل ۱۲: نحوه به دست آمدن امتیاز نهایی

جدول ۶: امتیازات نهایی تأمین کنندگان

تأمین کننده	A1	A2	A3
امتیاز نهایی	61.1	51.3	65.4

امتیاز نهایی نشان دهنده نمره تامین‌کنندگان بر اساس امتیازی است که در معیارهای هزینه، کیفیت، سرویس، ارتباطات و وضعیت سازمان به دست آورده‌اند. همان‌طور که از جدول ۶ پیداست، امتیاز نهایی A3 از سایر تامین‌کنندگان بالاتر است، در حالی که در اکثر معیارها متوسط بوده است. شاید بتوان گفت این تامین‌کننده به علت توزیع متعادل امتیازات زیر معیارها در هر معیار امتیاز نهایی بالاتری نسبت به سایرین کسب کرده است (چنین نبوده است که در یک زیر معیار امتیاز بالاتر و در زیر معیار دیگر امتیاز پایین‌تر کسب کند). علاوه بر مقایسه تامین‌کنندگان با یکدیگر، می‌توان فاصله هر تامین‌کننده با وضعیت مطلوب (output=100) را تعیین کرد و با تحلیل حساسیت معیارهایی را که باعث افزایش بیشتر امتیاز نهایی می‌شوند، شناسایی کرد؛ در صورتی که اغلب روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره به رتبه‌بندی و مقایسه گزینه‌ها می‌پردازند. با استفاده از این مدل ساخته شده به راحتی می‌توان با تغییر ورودی و مشاهده خروجی میزان اهمیت آنها را تعیین کرد و سعی در برطرف کردن مشکلات برای کسب امتیاز بالاتر نمود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به رشد روزافزون جمعیت و نیاز آنها به غذا در سال‌های اخیر، صنایع غذایی اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است. این تحقیق روشی برای انتخاب تامین‌کننده در این صنعت ارائه کرده است. معیارهای مورد بررسی در این تحقیق با توجه به مطالعات صورت گرفته در این زمینه و نظر کارشناسان به دست آمده است. با توجه به اینکه انتخاب تامین‌کننده به طور ذاتی با داده‌های غیر دقیق و مبهم مواجه

است، در این تحقیق از منطق فازی برای ارزیابی تامین‌کنندگان استفاده شده است. به علت پیچیدگی‌های ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده، از سیستم استنتاج فازی برای انتخاب تامین‌کننده استفاده شده است. از مزایای این روش می‌توان به: ۱- در نظر گرفتن همه قواعد به صورت همزمان؛ ۲- آزادی عمل به کارشناسان و خبرگان برای نوشتن قواعد حتی قواعد متضاد؛ ۳- استفاده از موتور استنتاج فازی که به صورت هوشمندانه ورودی را به خروجی تبدیل می‌کند؛ ۴- امتیاز دادن به هر خروجی به جای رتبه‌بندی صرف اشاره کرد. از عیب‌های این روش می‌توان به این نکته اشاره کرد که اگر تعداد قواعد نوشته شده کم باشد، سیستم دیگر عملکرد منطقی خود را از دست خواهد داد که البته، این به تعداد ورودی‌ها بستگی دارد. در نهایت، امتیاز هر سه تامین‌کننده در هر معیار به سیستم داده شد و امتیاز نهایی تامین‌کنندگان A1، A2 و A3 به ترتیب ۶۱/۱، ۵۱/۳ و ۶۵/۴ به دست آمد. با توجه به امتیازات ورودی و خروجی می‌توان نتیجه گرفت که بر خلاف ذهنیت موجود، هر تامین‌کننده‌ای که بهترین قیمت و کیفیت را دارد، نمی‌تواند بهترین عملکرد را داشته باشد و برای ارزیابی باید به طور همه‌جانبه تمام معیارها بررسی شود.

به عنوان پیشنهاد می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- از این روش می‌توان در حوزه‌های حساس‌تر صنایع غذایی (مانند شیر و لبنیات یا کنسرو سازی و ...) که تامین‌کنندگان از اهمیت بیشتری برخوردارند، استفاده کرد.

۲- برای به دست آوردن وزن معیارها می‌توان از سایر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده کرد.

عالم تبریز، اکبر؛ باقرزاده آذر، محمد. (۱۳۸۹). «مدل تصمیم گیری فرآیند تحلیل شبکه ای فازی برای گزینش تأمین کننده راهبردی»، فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، ۵۴(۱)، ۸۶-۵۷.

غفارزاده دیزجی، هما. (۱۳۸۸). دسته بندی زیر دریایی ها با استفاده از سیستم های فازی، پایان نامه کارشناسی، دانشگاه اراک/دانشکده فنی و مهندسی.

قدوسی، پرویز؛ اشتهاردیان، احسان اله و بیژن پور، آزاده. (۱۳۸۸). ارائه سیستم پشتیبان تصمیم گیری در انتخاب بهترین تأمین کننده با دو رویکرد ANP و AHP، پنجمین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه. مختار، علیرضا؛ اکبری جوکار، محمدرضا. (۱۳۸۴). «کاربرد روش طراحی بدیهه گرا در طراحی زنجیره تامین»،

سومین کنفرانس بین المللی مدیریت، ۱۳۸۴، ایران، تهران، ۸-۱

Altrock, C and Krause, B.(1994). "Multi-criteria decision making in German automotive industry using". *fuzzy logic, Fuzzy Sets and Systems*, 63(3), 375-380.

Arias-Aranda, D., Arias-Aranda, J. , Navarro, M., Sánchez, J. and Zurita, J.(2010). "A fuzzy expert system for business management", *Expert Systems with applications*, 37(12), 7570-7580.

Bhutta, K. S. and Huq, F.(2002). "Supplier selection problem: a comparison of the total cost of ownership and analytic hierarchy process approaches". *Supply Chain Management. An International Journal*, 7(3), 126-135.

Choi, J.; Bai, S. X.; Geunes, J. and Romeijn, H. E. (2007). "Manufacturing delivery performance for supply chain management". *Mathematical and Computer Modelling*, 45, 11-20.

Dickson, G.W. (1996). "An analysis of vendor selection systems and management". *Journal of Purchasing*, 2, 1

۳-می توان با فازی سازی ورودی ها و خروجی و جمع آوری اطلاعات درباره عملکرد تأمین کنندگان در دوره های گذشته از شبکه های عصبی فازی برای انتخاب تأمین کننده استفاده نمود.

۴-می توان از سیستم استنتاج فازی در سایر حوزه ها، مانند نگهداری و تعمیرات، سیستم های مشاوره ای انبارداری، پیش بینی بازار و غیره استفاده نمود.

منابع:

امیری، مقصود؛ جهانی، سمانه. (۱۳۸۹). «به کارگیری یک روش IDEA/AHP برای ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان»، فصلنامه مدیریت صنعتی، ۲(۵)، ۵-۱۸. حسن زاده، امیر؛ جعفریان، احمد. (۱۳۸۹). اثر شلاقی در زنجیره های تأمین، تهران: مدیران امروز.

حنفی زاده، پیام؛ اعرابی، سیدمحمد؛ هاشمی، علی (۱۳۸۵). «برنامه ریزی استراتژیک استوار با استفاده از برنامه ریزی سناریو و سیستم استنتاج فازی»، نشریه علمی پژوهشی مدرس علوم انسانی، ۶(۱۰)، ۱۳۷-۱۷۰.

رزمی، جعفر؛ ربانی، مسعود؛ رضایی، کامران و کرباسیان، سعید. (۱۳۸۳). «ارائه یک مدل پشتیبانی تصمیم گیری جهت برنامه ریزی، ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان»، نشریه دانشکده فنی، ۳۸(۵)، ۱۲۷-۱۵۳.

سهرابی، بابک؛ نالچگیر، سروش. (۱۳۸۹). «ارائه یک مدل نوین تحلیل پوششی داده ها برای شناسایی کاراترین واحد تصمیم گیری با داده های غیر دقیق». نشریه مهندسی صنایع، ۴۴(۱)، ۷۲-۸۲.

شرفی ماسوله، آرشن. (۱۳۸۸). «انتخاب و ارزیابی تأمین کنندگان با استفاده از روش تصمیم گیری چند معیاره»، ماهنامه مهندسی خودرو و صنایع وابسته، ۱(۶)، ۵-۱۰.

- fuzzy logic control", *Int. J. Man-Mach. Stud.* 7: 1–13.
- Mohammady Garfamy, R. (2009). "Supplier selection and business process improvement", *International journal of services and operations management.* 5(2), 233-250.
- Monczka, R., Giunipero, L. & Reck, R. (1981). "Perceived importance of supplier information", *International Journal of Purchasing and Materials Management.* 17(1), 21-29.
- Papageorgiou, E. (2009). "A new methodology for Decisions in Medical Informatics using fuzzy cognitive maps based on fuzzy rule-extraction techniques". *Fuzzy Sets and Systems*, 37(12), 7570-7580.
- Pearson, J. N. and Ellram, L. M. (1995). "Supplier selection and evaluation in small versus large electronics firms". *Journal of Small Business Management*, 33(4), 53-65.
- Roychowdhury, K and Pedrycz, W. (2007). "A survey of defuzzification strategies", *International Journal of Intelligent Systems.* 16, 679-695, 2001.
- Ryder, R. and Fearn, A. (2003). "Procurement best practice in the food industry: Supplier clustering as a source of strategic competitive advantage". *Supply chain management: An International journal*, 8(1), 12-16.
- Sevcli, M., Koh, S.C.L., Zaim, S., Demirbag, M. & Tatoglu, E. (2007). "An application of data envelopment analytic hierarchy process for supplier selection: A case study of BEKO in Turkey". *International Journal of Production Research*, 45(9), 1973–2003.
- Simichi-levi, D., Kaminsky, P. & Simichi-levi, E. (2003). "Designing and Managing the Supply Chain Concepts, Strategies and Case Studies". NEW YORK, McGraw-Hill.
- Talluri, S., Narasimhan, R. (2003). "Vendor evaluation with performance variability: A max–min approach". *European Journal of Operational Research*, 146(3), 543–552.
- Tracey, M. and Tan, C. L. (2001). "Empirical analysis of supplier selection and involvement". *customer satisfaction and firm*
- Florez-Lopez, R. (2007). "Strategic supplier selection in the added-value perspective: A CI approach. ". *Information Sciences*, 177(5), 1169–1179.
- Foong Kwong, ch., Chuah, T. and Lee, W. (2010). "Adaptive Network Fuzzy Inference System (ANFIS) Handoff Algorithm". *International Journal of Network and Mobile Technologies*, 1(2), 54-59.
- Ghodsypour, S. H. and O'Brien, C. (1998). "A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming". *International Journal of Production Economics*, 56-57, 199-212.
- Ghodsypour, S.H. and O'Brien, C. (2001). "The total cost of logistics in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint". *International Journal of Production Economics*, 73(1), 15–27.
- Ho, William, Xu, Xiaowei and Dey, Prasanta K. (2010). "Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review". *European Journal of Operational Research*, 202, 16–24.
- Kotabe, M. (2001). "Outsourcing Service Activities". *Journal of Marketing Management*, 10(1), 40-45.
- Lau, H.C.W., Lee, C.K.M., Ho, G.T.S., Pun, K.F., Choy, K.L. (2006). "A performance benchmarking system to support supplier selection. International". *Journal of Business Performance Management* 8, 2-8, 132–151.
- Liu, J., Ding, F.Y., Lall, V. (2000). "Using data envelopment analysis to compare suppliers for supplier selection and performance improvement". *Supply Chain Management*, An International Journal, 5(3), 143–150.
- Lung, W. (2007). "An efficient and simple model for multiple criteria supplier selection problem", *European journal of operational research*, 186, 2008, 1059-1067.
- Mamdani, E.H. and Assilian, S. (1975). "An experimental in linguistic synthesis with a

پی نوشت:

¹ Choi, Geunes and Romeijin

² Smichi & Kaminshky

³ Lung

⁴ فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

⁵ تحلیل پوششی داده‌ها

⁶ Ho, Xu and Dey

⁷ Verma & Pullman

⁸ Monczka & Giunipero

⁹ Dickson

¹⁰ Wagner, Ettenson and Parrish

¹¹ تفاوت بین هزینه و قیمت کالا

¹² Ghodsypour & O'Brien

¹³ Tracy & Tan

¹⁴ Pearson & Ellram

¹⁵ Kotabe

¹⁶ Transaction Cost Drives

¹⁷ Brand

¹⁸ Individual approaches

¹⁹ Integrated approaches

²⁰ Liu, Ding and Lall

²¹ DMU

²² Talluri & Narasimhan

²³ فرآیند تحلیل شبکه‌ای

²⁴ Florez-Lopez

²⁵ Sevkli

²⁶ Quality Function Deployment (QFD)

²⁷ Lau

²⁸ Papageorgiou

²⁹ Altrock and Krause

³⁰ Arias-Aranda

³¹ Ryder & Fearn

³² Villanyi & Pakurar

³³ quotation

³⁴ Holmblad

³⁵ Ostergaard

³⁶ Foong

³⁷ Rule Base

³⁸ Center Of Gravity (COG)

³⁹ Roychowdhury and Pedrycz

⁴⁰ با توجه به ضرورت رعایت حقوق تأمین کنندگان و امانتداری در استفاده از اطلاعات، اسامی تأمین کنندگان به صورت حروف انگلیسی نام گذاری شده است.

⁴¹ Inconsistency Ratio

performance, Supply Chain Management". *An International Journal*, 6(4), 174-188.

Verma, R. and Pullman, M.E. (1998). "An Analysis of the Supplier Selection Process." *OMEGA*, 26(6), 739-750.

Villanyi, Reka and Pakurar, Miklos. (2007). "Evaluation of suppliers in vegetable and fruit processing industry". Green Week Scientific Conference: Modern Agriculture in Central and Eastern Europe, Berlin, Germany, 64-70.

Wagner, J., Ettenson, R. and Parrish, J. (1989). "Vendor Selection Among Retail Buyers: An Analysis by Merchandise Division". *Journal of Retailing*, 65(1), 58-79.

