

ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان در زنجیره تأمین در حالت منبع‌یابی منفرد با رویکرد فازی

احمد جعفر نژاد^{۱*}، مجید اسماعیلیان^۲، مسعود ربیعه^۳

۱- دانشیار گروه مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲- دانشجوی دکتری مدیریت - تحقیق، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۳- دانشجوی دکتری مدیریت - تحقیق، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

پذیرش: ۸۶/۸/۱۲

دریافت: ۸۶/۲/۹

چکیده

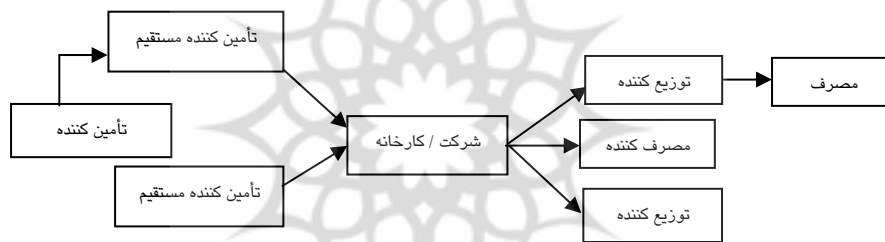
از عوامل مهم بقا در محیط پر رقابت امروزی، کاهش هزینه‌های تولید محصول می‌باشد. انتخاب تأمین‌کنندگان مناسب می‌تواند به شکل قابل ملاحظه‌ای هزینه‌های خرید را کاهش و قابلیت رقابت‌پذیری سازمان را افزایش دهد، چرا که در بیشتر صنایع، هزینه مواد خام و اجزای تشکیل‌دهنده محصول، قسمت عمده‌ای از بهای تمام شده محصول را در بر می‌گیرد. هدف از این مقاله ارائه یک روش تصمیم‌گیری فازی برای مسائل انتخاب تأمین‌کنندگان در زنجیره تأمین است. در دهه اخیر چگونگی تعیین مناسبترین تأمین‌کننده به‌عنوان یک عامل استراتژیک در زنجیره تأمین مورد توجه قرار گرفته است.

ماهیت این نوع تصمیم‌ها معمولاً پیچیده و فاقد ساختار مشخصی است و بسیاری از معیارهای عملکرد کمی و کیفی از قبیل، کیفیت، قیمت، انعطاف‌پذیری و زمان تحویل باید برای تعیین مناسبترین تأمین‌کننده مورد توجه قرارگیرد. در این مقاله از عبارتهای کلامی که به‌وسیله خبرگان ارائه می‌شود برای ارزیابی و تعیین عملکرد هر تأمین‌کننده نسبت به هر معیار و تعیین وزن معیارها استفاده شده است. رتبه‌بندیهای کلامی به‌وسیله اعداد فازی مثلثی و نوزنقه‌ای بیان شده‌اند و در نهایت از روش تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) در محیط فازی برای انتخاب تأمین‌کنندگان استفاده شده و یک روش برای محاسبه وزن و رتبه‌بندی گزینه‌ها در تکنیک TOPSIS فازی ارائه شده است. در نهایت یک مثال برای نشان‌دادن فرایند حل ارائه شده است.

کلید واژه‌ها: زنجیره تأمین، انتخاب تأمین‌کنندگان، تصمیم‌گیری چند معیاره فازی، TOPSIS فازی، منبع‌یابی منفرد.

۱- مقدمه

اخیراً مدیریت زنجیره تأمین و فرایند انتخاب تأمین‌کنندگان در متون مدیریت مورد توجه خاصی قرار گرفته است. در دهه ۱۹۹۰م. بسیاری از کارخانه‌ها در جستجوی راهی برای مشارکت با تأمین‌کنندگان بودند تا از این طریق عملکرد مدیریت و رقابت‌پذیری آنها را ارتقا دهند. جریان مواد در زنجیره در شکل ۱ نشان داده شده است. روابط بین تأمین‌کننده و مصرف‌کننده در شرکتهای تولیدی مورد توجه جدی قرار گرفته است. زمانی‌که روابط بلندمدت بین این دو وجود داشته باشد، زنجیره تأمین شرکت مانعی جدی و قوی بر سر راه رقبا خواهد بود.



شکل ۱ جریان کالا و مواد در طول زنجیره تأمین

با افزایش اهمیت فعالیت خرید و تدارکات تصمیمهای خرید مهمتر شده و از آنجا که امروزه سازمانها بیشتر به تأمین‌کنندگان وابسته شده‌اند، پیامدهای مستقیم و غیرمستقیم تصمیم‌گیری ضعیف، وخیم‌تر جلوه می‌کند [۱، صص ۷۵-۸۶]. در بیشتر صنایع، هزینه مواد خام و اجزای تشکیل‌دهنده محصول، قسمت عمده‌ای از بهای تمام شده محصول را در برمی‌گیرد [۲، صص ۱۹۹-۲۱۲]. در چنین شرایطی بخش تدارکات می‌تواند نقشی کلیدی در کارایی و اثربخشی سازمان ایفا کند و تأثیر مستقیمی روی کاهش هزینه‌ها، سودآوری و انعطاف‌پذیری یک شرکت داشته باشد [۳، صص ۱۵-۲۷]. در حقیقت انتخاب مجموعه مناسبی از تأمین‌کنندگان برای کار با آنها در جهت موفقیت یک شرکت امری بسیار مهم و حیاتی

می‌باشد و در طی سالیان طولانی بر انتخاب تأمین‌کننده تأکید شده است [۴، صص ۱-۱۹]. اخیراً با حضور مفهوم مدیریت زنجیره تأمین^۱ بیشتر محققان، دانشمندان و مدیران پی برده‌اند که انتخاب تأمین‌کننده مناسب و مدیریت آن وسیله‌ای است که از آن می‌توان برای افزایش رقابت‌پذیری زنجیره تأمین استفاده نمود [۵، صص ۳۰۷-۳۱۸]. به‌طور اساسی مسائل انتخاب تأمین‌کننده دو نوع است:

۱- انتخاب تأمین‌کننده هنگامی که هیچ محدودیتی ندارد؛ به عبارتی هر کدام از تأمین‌کنندگان بتهایی قادرند که نیازهای (احتیاجات) خریدار را از جمله میزان تقاضا، کیفیت، زمان تحویل و ... را برآورده سازند؛

۲- انتخاب تأمین‌کننده در حالتی که محدودیتهایی در ظرفیت تأمین‌کننده، کیفیت محصول تأمین‌کننده و ... وجود دارد. به عبارتی یک تأمین‌کننده بتهایی قادر به برآورد احتیاجات خریدار نمی‌باشد و خریدار به اجبار باید بخشی از تقاضای خود را از یک تأمین‌کننده و بخش دیگر تقاضایش را از تأمین‌کننده دیگر به منظور جبران کمبود ظرفیت یا کیفیت پایین تأمین‌کننده اول برآورده سازد.

در خصوص مورد اول یک تأمین‌کننده می‌تواند تمام نیاز خریدار را برآورده سازد، (منبع‌یابی منفرد) که در این حالت مدیریت تنها یک تصمیم اتخاذ می‌کند و اینکه کدام تأمین‌کننده، بهترین است. در حالی‌که در مورد دوم، هیچ کدام از تأمین‌کنندگان بتهایی قادر نیستند که تمامی احتیاجات خریدار را برآورده سازند. بنابراین در این حالت بیشتر از یک تأمین‌کننده باید انتخاب شود (منبع‌یابی چند گانه). در این حالت مدیریت باید دو تصمیم اخذ کند: اول اینکه کدام تأمین‌کنندگان، بهترین هستند؟ و دوم، از هر یک از تأمین‌کنندگان انتخابی چه مقدار باید خریداری کرد؟ [۲، صص ۱۹۹-۲۱۲]

در این تحقیق بحث ما منبع‌یابی منفرد است ولی باید توجه داشت که برای منبع‌یابی چندگانه به دلیل داشتن محدودیت باید از مدلهای سخت و برای منبع‌یابی منفرد به دلیل نداشتن محدودیت می‌توان از مدلهای نرم استفاده کرد. انتخاب تأمین‌کنندگان در مدیریت زنجیره تأمین یک مسأله تصمیم‌گیری چند معیاره گروهی است که درجه عدم اطمینان داده‌ها تعداد تصمیم‌گیرندگان و ماهیت معیارها از جمله موضوعاتی است که باید در این مسائل مورد توجه قرار گیرد. در

1. SCM: Supply Chain Management



روشهای MCDM کلاسیک، وزن معیارها و عملکرد هر گزینه نسبت به هر معیار با اعداد قطعی نشان داده می‌شود. با مرور ادبیات تحقیق انتخاب تأمین‌کننده این نتیجه حاصل شده است که مقالاتی که از روشهای MCDM استفاده کرده‌اند، بیشتر از تکنیک متداول AHP استفاده کرده و تنها موارد اندکی از روش TOPSIS^۱ فازی برای مسائل انتخاب تأمین‌کننده (مسأله منبع‌یابی منفرد) استفاده کرده‌اند، در این صورت تحقیق در این خصوص بیشتر احساس می‌شود. تکنیک TOPSIS یکی از رایجترین تکنیکهای استفاده شده در مسائل MCDM است که نقش اصلی را در مدل‌های توسعه یافته برای انتخاب تأمین‌کنندگان دارد. بهترین گزینه در روش TOPSIS گزینه‌ای است که کمترین فاصله را از جواب ایدئال مثبت^۲ و بیشترین فاصله را از جواب ایدئال منفی^۳ داشته باشد. در بسیاری از شرایط، داده‌های قطعی برای مدلسازی شرایط واقعی، ناکافی به نظر می‌رسند. قضاوت‌های انسانی دارای ماهیت ابهام بوده و نمی‌توان آنها را با داده‌های عددی مشخص بیان کرد.

بنابراین استفاده از متغیرهای کلامی به جای مقادیر عددی مناسبتر به نظر می‌رسد. به عبارت دیگر وزن معیارها و رتبه‌بندی گزینه‌ها به وسیله متغیرهای کلامی بیان می‌شود. [۶، صص ۲۸۹-۳۰۱] در پژوهش حاضر روشی برای حل مسأله انتخاب تأمین‌کنندگان در محیط فازی ارائه شده است. در ادامه به مرور ادبیات تحقیق پرداخته می‌شود.

اولین تحقیق در زمینه انتخاب تأمین‌کنندگان به وسیله دیکسون در سال ۱۹۶۶م. انجام شد. در این تحقیق یک پرسشنامه، مشتمل بر ۲۳ معیار برای ۲۷۳ نفر از مدیران و عوامل خرید از آمریکا و کانادا ارسال و از آنها خواست معیارهای مشخص شده را در مقیاس صفر (غیر مهم)، تا چهار (بسیار مهم) رتبه‌بندی کنند [۷، صص ۷-۱۲].

همچنین در سال ۱۹۹۱م. وبر و همکاران در یک مرور جامع در این زمینه، ۷۴ مقاله را بررسی کردند که برخی از آنها فقط یک معیار (فقط هزینه) و برخی دو معیار (هزینه و کیفیت) و گروهی، چندین معیار را ذکر کردند. در این تحقیق وبر و همکاران تعداد مقالات را برحسب معیارهای دیکسون دسته‌بندی کردند [۸، صص ۲-۱۸].

-
1. Technique for Order Similarity to Ideal Solution
 2. PIS: Positive ideal solution
 3. NIS: Negative Ideal Solution
 4. Purchasing Agents

هانگ و هایا به تجزیه و تحلیل خرید و تدارکات در سیستم تولید JIT پرداختند. آنها تقسیم یک مقدار سفارش بزرگ را بین تحویل دهندگان چندگانه یا تأمین‌کنندگان چندگانه به منظور کاهش اندازه دسته سفارش مورد بحث قرار دادند. [۹، صص ۱۷۵-۱۸۱].

قدسی‌پور و اُبرین یک سیستم پشتیبانی تصمیم (DSS) را به منظور کاهش تعداد تأمین‌کنندگان ارائه کردند، آنها از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط در سیستم پشتیبانی تصمیمشان استفاده کردند [۱۰].

قدسی‌پور و اُبرین همچنین در مقاله دیگری، یک مدل برنامه‌ریزی خطی مختلط با AHP را توسعه دادند که می‌تواند به مدیران به منظور لحاظ کردن ویژگی‌های کیفی و فاکتورهای کمی در فعالیت خرید و تدارکات، در قالب یک روش سیستماتیک کمک کند [۲، صص ۱۹۹-۲۱۲].

قدسی‌پور و اُبرین در مقاله دیگر، یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی عدد صحیح مختلط را برای حل مسأله انتخاب تأمین‌کننده در حالت منبع‌یابی چندگانه ارائه کردند که کل هزینه لجستیک را در نظر می‌گیرد [۳، صص ۱۵-۲۷].

کومار و دیگران از برنامه‌ریزی آرمانی فازی برای حل مسأله انتخاب فروشنده (تأمین‌کننده) با اهداف چندگانه و پارامترهای فازی استفاده کردند. آنها از داده‌های دنیای واقعی برای نشان دادن اثربخشی مدل پیشنهادی استفاده کردند [۱۱، صص ۵۸-۶۹].

زعیم و همکاران^۱ در تحقیقی به منظور حل مسأله تصمیم‌گیری چند معیاره برای انتخاب تأمین‌کنندگان، روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی^۲ را پیشنهاد کردند. مطالعه موردی آنها، تأمین‌کنندگان محصولات تلویزیونی در ترکیه بود. در این تحقیق، روش FAHP با روش غیر فازی قیاس شد و نتایج نشان داد که این روش، روش بهتری برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده است [۱۲].

هانگ هونگ و همکاران^۳، یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی که تغییر در قابلیت‌های^۴ تأمین تأمین‌کنندگان و نیازهای مشتری در طی دوره زمانی را لحاظ می‌کند، ارائه کردند. مدل ارائه‌شده برای انتخاب تأمین‌کننده در صنعت کشاورزی کشور کره به‌کار گرفته شد [۱۳، صص ۲-۱۱].

1. Zaim & et al,2005
2. FHAP: Fuzzy Analytic Hierarchy
3. Hang Hong & et a,2005.
4. Capabilities



چن و همکاران^۱ یک روش تصمیم‌گیری فازی را برای مسأله انتخاب تأمین‌کننده در سیستم زنجیره تأمین (تأمین) ارائه کردند. آنها بیان داشتند که در طی سالهای اخیر تعیین تأمین‌کنندگان مناسب در زنجیره تأمین به‌عنوان مسأله قابل توجه استراتژیک تبدیل شده است [۱۴].

باسنت و لونگ^۲ مسأله انتخاب تأمین‌کننده را با لحاظ اندازه دسته سفارش^۳ برای موجودی‌ها بررسی کردند. در این تحقیق تقاضای کالاها در افق برنامه‌ریزی^۴ مشخص است و هر کدام از کالاها را می‌توان از مجموعه‌ای از تأمین‌کنندگان مورد تأیید خریداری کرد [۱۵، صص ۱-۱۴].

فرانکلین و های^۵ در مقاله تحقیقی خود یک روش جدید به‌نام فرایند تحلیل سلسله مراتبی رأی‌گیری^۶ را برای انتخاب تأمین‌کننده ارائه دادند. این روش یک روش وزن‌دهی جدید به‌جای مقایسه‌های زوجی AHP برای انتخاب تأمین‌کننده بود. شایان ذکر است که این روش علاوه‌براینکه روش ساده‌تری نسبت به AHP است، اما رویکرد منظم اقتباس اوزان استفاده شده و نمردهی به عملکرد تأمین‌کنندگان را از دست نمی‌دهد [۱۶].

جستجو برای تحقیقات داخلی انجام شده در حوزه انتخاب تأمین‌کننده حاکی از وجود اندکی کار مکتوب در این زمینه بوده است که در ادامه عنوان می‌شود.

تیموری (۱۳۷۸) به تحقیقی تحت عنوان «توسعه مدل انتخاب تأمین‌کنندگان و توزیع با نگرش مدیریت زنجیره تأمین» پرداخت. در این تحقیق مجموعه‌ای از مدل‌های ریاضی در راستای بهینه‌سازی مدیریت زنجیره تأمین ارائه شد. محقق در این تحقیق، دو فعالیت عمده در مدیریت تأمین را بررسی کرد و با توجه به شکافهای تحقیقاتی موجود به ارائه مدل ریاضی برای بهینه‌کردن آنها پرداخت. این دو فعالیت عمده عبارت بودند از انتخاب و ارتقای تأمین‌کنندگان به عنوان عضوی در زنجیره تأمین و توزیع اقلام موجود در یک انبار مرکزی از طریق انبارهای فرعی. در این تحقیق مدل‌های ریاضی یکپارچه‌ای برای انتخاب تأمین‌کنندگان ارجح و ارتقای همزمان آنها، در صورت نیاز، ارائه شد. از سوی دیگر مدل

1. Chen & et al, 2005
2. Basnet and Leang, 2005
3. Lot- Sizing
4. Planning Horizon
5. Franklin & Hai, 2005
6. VHP: Voting Analytic Hierarchy Process

ارائه شده به وسیله محقق مسأله توزیع بهینه اقلام را نیز در نظر گرفت [۱۷]. ریاضی (۱۳۷۹) به تحقیقی تحت عنوان "طراحی یک رویه تصمیم‌گیری برای ارزیابی، انتخاب و توسعه تأمین‌کنندگان در مدیریت زنجیره تأمین" پرداخت. محقق ضمن تأکید بر اهمیت استراتژیک خرید در موفقیت یک شرکت، رویه‌ای گام به گام برای انتخاب تأمین‌کننده ارائه داد. در این رویه، ارتباط انتخاب تأمین‌کنندگان با استراتژیهای کلان شرکت نیز مد نظر قرار گرفت. از نقاط قوت این تحقیق می‌توان به دید فرایندی و یکپارچگی آن اشاره کرد. محقق فرایند انتخاب تأمین‌کننده را از شناسایی تأمین‌کنندگان بررسی کرد؛ سپس با توجه به معیارهای انتخاب‌شده، اقدام به دسته‌بندی آنها به تأمین‌کنندگان مناسب، قابل توسعه و نامناسب نمود. در هر گام، در صورت نیاز به مدل‌های ریاضی، مدل موردنظر طراحی و به‌کار گرفته شده است [۱۸].

گودرزی (۱۳۸۲) در تحقیقی تحت عنوان «طراحی مدل تصمیم‌گیری استراتژیک صنعتی زنجیره تأمین قطعات در ابعاد تولید در مقیاس جهانی» به بحث در خصوص انتخاب تأمین‌کننده استراتژیک جهانی در شرکت ایران خودرو پرداخت [۱۹].

ربیع (۱۳۸۴) در تحقیقی تحت عنوان «مدلسازی کنترل موجودی و برنامه‌ریزی سفارشات در حالت وجود چندین تأمین‌کننده» مطالعه موردی: شرکت سهامی ذوب آهن اصفهان» به بحث انتخاب تأمین‌کننده مواد اولیه با لحاظ مباحثی از مدیریت موجودی و ترکیب بهینه مصرف این مواد برای مطالعه موردی خاص (واحد آگلومراسیون شرکت سهامی ذوب آهن اصفهان) پرداخت. در این تحقیق، ابتدا موجودی‌ها (مواد اولیه) با استفاده از روشهای طبقه‌بندی موجودیها (ABC و VED) طبقه‌بندی شد و دو نوع مواد اولیه به‌عنوان مهمترین مواد شناسایی و سپس مدل تأمین این مواد با لحاظ هزینه‌های کل لجستیک، ویژگیهای تأمین‌کنندگان و خریدار، همچنین لحاظ ترکیب بهینه مصرف طراحی گردید. ایشان یک مدل مبنا (مدل قدسی پور و اُبرین (۲۰۰۱) را لحاظ و ۵ مدل دیگر ارائه داد. او که از بین این مدلها، دو مدل (از نوع برنامه‌ریزی غیرخطی عدد صحیح مختلط) را مناسب تشخیص داد و با داده‌های واقعی دو سال متوالی آزمون کرد، سپس مشخص شد که مدلها نسبت به هزینه واقعی عملکرد مطلوبی را نشان می‌دهند [۲۰].

افسر، ربیع و صادقی مقدم (۱۳۸۵)، به تحقیقی تحت عنوان «بسط مدل کنترل موجودی ترکیبی با استراتژی انتخاب تأمین‌کننده و رویکرد الگوریتم ژنتیک» پرداختند. آنها در این



تحقیق به بسط مدل قدسی پور و ابرین (۲۰۰۱) با لحاظ محدودیت فضای انبار اجاره‌ای و استراتژی کاهش تعداد تأمین‌کنندگان پرداخته و سپس مدل پیشنهادی به کمک رویکرد الگوریتم ژنتیک و یک روش جستجوی الگو حل و نتایج تحقیق نشان می‌دهد که الگوریتم ژنتیک نسبت به روش جستجوی الگو از توانایی بالاتری در حل مدل برخوردار است [۲۱].

ربیع و آرمان (۱۳۸۵) در تحقیقی تحت عنوان «طراحی مدل انتخاب تأمین‌کننده در حالت دریافت آبی دریافت همزمان از تأمین‌کنندگان و رویکرد کاهش تعداد تأمین‌کنندگان» به بسط مدل قدسی پور و ابرین (۲۰۰۱) (مدل مبنا) پرداختند، با فرض اینکه محموله‌های دریافتی از تأمین‌کنندگان به دلایل شرایطی خاص به اجبار باید در ابتدای پیوند سفارش دریافت شده و برای حالت‌های خاصی که مدل قدسی پور و ابرین قابل کاربرد نباشد، به کار آید. همچنین در این تحقیق به ایجاد تغییراتی در مدل مبنا در قالب کاهش محدودیت پرداخته شد [۲۲].

هوشمندی ماهر (۱۳۸۵)، در تحقیقی تحت عنوان «طراحی مدل ریاضی انتخاب تأمین‌کننده با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، مطالعه موردی: فروشگاه زنجیره‌ای شهروند» پرداخت. محقق رویکردی یکپارچه را برای انتخاب تأمین‌کننده و سهمیه‌بندی تقاضا بین آنان ارائه داد. محقق به منظور دستیابی به اهداف تحقیق، به طراحی مدلی می‌پردازد که همزمان از توانمندی‌های دو تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره، یعنی فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) و برنامه‌ریزی خطی چند هدفه صحیح مختلط سود برده است. خروجی این مدل، انتخاب مناسبترین تأمین‌کنندگان برای برآوردن تقاضای اقلام انتخاب‌شده، به همراه میزان سهمیه آنان، با توجه به اهداف مورد نظر می‌باشد [۲۳].

با مرور ادبیات تحقیق مشخص شد که در منبع‌یابی منفرد، مدل‌های MCDM (مدل‌های نرم) قابل کاربرد بوده و در این خصوص از تکنیک AHP بیشتر و از سایر مدل‌های MCDM استفاده کمتری شده است. در ادامه مختصری از تعاریف مرتبط با بحث فازی که در این مقاله استفاده دارد، ارائه می‌شود.

۲- اعداد فازی و متغیرهای کلامی

در این بخش برخی از تعاریف اصلی مجموعه‌های فازی، اعداد فازی و متغیرهای کلامی ارائه می‌شود. تعاریف و نمادهای ارائه شده در این قسمت در بخش‌های بعدی استفاده خواهند شد.

تعریف ۱-۲: مجموعه فازی \tilde{A} در مجموعه مرجع U با تابع عضویت $\tilde{A}(x)$ نشان داده

می‌شود، به طوری که $\tilde{A}: U \rightarrow [0, 1]$. مقدار تابع $\tilde{A}(x)$ را درجه عضویت x در مجموعه فازی \tilde{A} می‌گویند.

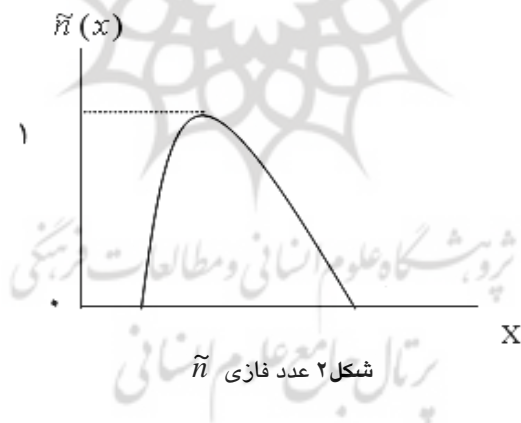
تعریف ۲-۲: مجموعه فازی \tilde{A} در مجموعه مرجع X محدب است اگر و فقط اگر به ازای همه $x_1, x_2 \in U$ و $\lambda \in [0, 1]$ ، $\tilde{A}(\lambda x_1 + (1-\lambda)x_2) \geq \min(\tilde{A}(x_1), \tilde{A}(x_2))$ باشد.

تعریف ۲-۳: ارتفاع مجموعه فازی \tilde{A} ، بزرگترین مقدار عضویت می‌باشد:

$$hgt(\tilde{A}) = \sup_{x \in U} \tilde{A}(x) \quad 2-1$$

مجموعه فازی \tilde{A} را نرمال گویند اگر و فقط اگر ارتفاع \tilde{A} برابر با یک باشد. در غیر این صورت مجموعه فازی را زیر-نرمال گویند.

تعریف ۲-۴: هر مجموعه فازی در U که نرمال و محدب باشد، عدد فازی است. شکل ۲ نشان‌دهنده عدد فازی \tilde{n} در مجموعه مرجع U است که با این تعریف مطابقت دارد.



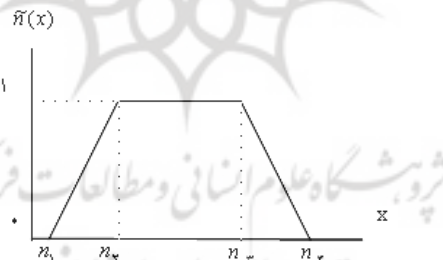
تعریف ۲-۵: برش α عدد فازی \tilde{A} به ازای $\alpha \in [0, 1]$ به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$A_\alpha = \{x \in U / \tilde{A}(x) \geq \alpha\} \quad 2-2$$

نماد \tilde{A}_α ، یک مجموعه غیرتهی محدود در U می‌باشد که به صورت $\tilde{A}_\alpha = [a_\alpha^l, a_\alpha^u]$ نشان داده می‌شود.

حد پایین و a_α^u حد بالای برش α را نشان می‌دهند. اگر به ازای $\alpha \in [0, 1]$ ، $a_\alpha^l \geq 0$ و $a_\alpha^u \leq 1$ باشد، در این صورت \tilde{A} را یک عدد فازی نرمالایز شده مثبت می‌گویند. تعریف ۶-۲: عدد فازی ذوزنقه‌ای مثبت (\tilde{n}) را می‌توان به فرم زیر نشان داد $\tilde{n} = (n_1, n_\gamma, n_\tau, n_\xi)$ شکل تابع عضویت عدد فازی ذوزنقه‌ای (\tilde{n}) در شکل ۳ نشان داده شده است. تابع عضویت $\tilde{n}(x)$ معادل است با:

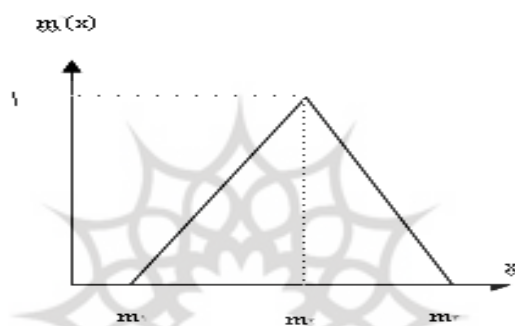
$$\tilde{n}(x) = \begin{cases} 0 & x < n_1 \\ \frac{x - n_1}{n_\gamma - n_1} & n_1 \leq x \leq n_\gamma \\ 1 & n_\gamma \leq x \leq n_\tau \\ \frac{n_\xi - x}{n_\xi - n_\tau} & n_\tau \leq x \leq n_\xi \\ 0 & x > n_\xi \end{cases} \quad ۲-۳$$



شکل ۳ عدد فازی ذوزنقه‌ای $\tilde{n}(x)$

تعریف ۷-۲: عدد فازی مثلثی مثبت (\tilde{m}) را می‌توان به فرم $\tilde{m} = (m_1, m_\gamma, m_\tau)$ نشان داد. شکل تابع عضویت عدد فازی مثلثی (\tilde{m}) در شکل ۴ نشان داده شده است. تابع عضویت $\tilde{m}(x)$ معادل است با:

$$\tilde{m}(x) = \begin{cases} 0 & x < m_1 \\ \frac{x - m_1}{m_2 - m_1} & m_1 \leq x \leq m_2 \\ \frac{m_3 - x}{m_3 - m_2} & m_2 \leq x \leq m_3 \\ 0 & x > m_3 \end{cases} \quad ۲-۴$$



شکل ۴ عدد فازی مثلثی $\tilde{m}(x)$

تعریف ۲-۸- ماتریس \tilde{D} ، ماتریس فازی نامیده می‌شود اگر حداقل یک عنصر آن عدد فازی باشد.

تعریف ۲-۹- متغیرهای کلامی، متغیرهایی هستند که مقادیر آنها به وسیله عبارتهای کلامی بیان می‌شود. استفاده از متغیرهای کلامی در وضعیتهای پیچیده و نامشخصی که تنها با استفاده از عبارتهای کلامی قابل بیان هستند، بسیار مفید خواهد بود. به عنوان مثال، وزن، یک متغیر کلامی است که با عبارتهای کلامی چون، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد بیان می‌شود.

تعریف ۲-۱۰- اگر \tilde{m} و \tilde{n} دو عدد فازی نوزنقه‌ای باشند، فاصله بین آنها با استفاده از رابطه ۲-۵ تعریف می‌گردد:



$$d(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{\xi} \left((m_{\gamma} - n_{\gamma})^2 + (m_{\psi} - n_{\psi})^2 + (m_{\tau} - n_{\tau})^2 + (m_{\xi} - n_{\xi})^2 \right)} \quad 2-5$$

تعریف ۲-۱۱-۲- اگر \tilde{m} و \tilde{n} دو عدد فازی مثلثی باشند، فاصله بین آنها با استفاده از رابطه ۲-۶ به دست می‌آید:

$$d(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{\psi} \left((l_m - l_n)^2 + (m_m - m_n)^2 + (u_m - u_n)^2 \right)} \quad 2-6$$

۳- روش استفاده شده در رتبه‌بندی و انتخاب تأمین‌کنندگان

در این بخش یک روش برای توسعه تکنیک TOPSIS جهت رتبه‌بندی و انتخاب تأمین‌کنندگان در زنجیره تأمین ارائه شده است. در روش TOPSIS قطعی، وزن معیارها و عملکرد هر گزینه نسبت به معیارها به وسیله مقادیر عددی و قطعی بیان می‌شود. در بسیاری از مسائل، استفاده از اعداد قطعی برای مدلسازی مسائل واقعی ناکافی به نظر می‌رسد. در این مقاله از عبارتهای کلامی به جای اعداد قطعی برای تعیین وزن معیارها و رتبه‌بندی گزینه‌ها نسبت به هر معیار استفاده شده است. در جداول ۱ و ۲ عبارتهای کلامی استفاده شده توضیح داده شده است [۶، صص ۲۸۹-۳۰۱]

جدول ۱ عبارتهای کلامی مرتبط با اهمیت معیارها

(۰, ۰, ۰/۱)	خیلی کم VL
(۰, ۰/۱, ۰/۳)	کم L
(۰/۱, ۰/۳, ۰/۵)	نسبتاً کم ML
(۰/۳, ۰/۵, ۰/۷)	متوسط M
(۰/۵, ۰/۷, ۰/۹)	نسبتاً زیاد MH
(۰/۷, ۰/۹, ۱)	زیاد H
(۰/۹, ۱, ۱)	خیلی زیاد VH

جدول ۲ متغیرهای کلامی مرتبط با عملکرد گزینه ها نسبت به معیارها

(۰, ۰, ۱)	خیلی ضعیف VP
(۰, ۱, ۳)	ضعیف P
(۱, ۳, ۵)	نسبتاً ضعیف MP
(۳, ۵, ۷)	متوسط F
(۵, ۷, ۹)	نسبتاً خوب MG
(۷, ۹, ۱۰)	خوب G
(۹, ۱۰, ۱۰)	خیلی خوب VG

انتخاب تأمین کنندگان در زنجیره تأمین، یک مسأله تصمیم‌گیری چند معیاره است که مجموعه‌های استفاده شده در آن عبارتند از:

الف: $E = \{d_1, d_2, \dots, d_k\}$. مجموعه نشاندهنده k تصمیم‌گیرنده.

ب: $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$. مجموعه نشاندهنده تعداد m تأمین کننده که باید رتبه‌بندی

شوند.

ج: $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$. مجموعه نشاندهنده تعداد n معیار تصمیم‌گیری است که

تأمین کنندگان با توجه به آنها با یکدیگر مقایسه می‌گردند

یک مسأله تصمیم‌گیری چند معیاره را می‌توان به فرم ماتریسی زیر نشان داد:

$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

$$W = [w_1, w_2, \dots, w_n]$$

گزینه‌های تصمیم‌گیری هستند که تصمیم‌گیرنده می‌خواهد بهترین آنها

را انتخاب و یا رتبه‌بندی کند. C_1, C_2, \dots, C_n معیارهای تصمیم‌گیری بوده که عملکرد هر گزینه نسبت به آنها سنجش می‌شود. x_{ij} ، رتبه گزینه، A_i ، نسبت به معیار C_j و w_j نیز وزن معیار C_j می‌باشد. در روش TOPSIS، گزینه‌ها براساس میزان نزدیکی به جواب ایدئال مثبت (PIS) و دوری از جواب ایدئال منفی (NIS) رتبه‌بندی می‌شوند.

اگر گروه تصمیم‌گیری شامل K تصمیم‌گیرنده باشد و قضاوت تصمیم‌گیرنده k ام در مورد اهمیت معیار j ام و عملکرد گزینه i ام نسبت به معیار j ام به ترتیب با متغیرهای \tilde{x}_{ij}^k و \tilde{w}_j^k نشان داده شود، برای تلفیق قضاوت تصمیم‌گیرندگان در مورد اهمیت معیار j و عملکرد گزینه i نسبت به معیار j از روابط زیر استفاده می‌شود:

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{K} \otimes (\tilde{x}_{ij}^1 (+) \tilde{x}_{ij}^2 (+) \tilde{x}_{ij}^3 (+) \dots (+) \tilde{x}_{ij}^K) \quad 3-1$$

$$\tilde{w}_j = \frac{1}{K} \otimes (\tilde{w}_j^1 (+) \tilde{w}_j^2 (+) \tilde{w}_j^3 (+) \dots (+) \tilde{w}_j^K) \quad 3-2$$

بنابراین مسأله تصمیم‌گیری چند معیاره گروهی فازی را می‌توان به وسیله ماتریس زیر نشان داد:

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}$$

$$\tilde{W} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_n]$$

که $\forall i, j, \tilde{x}_{ij}$ و $\tilde{w}_j, j = 1, 2, \dots, n$ ، متغیرهای کلامی هستند که به وسیله اعداد فازی

مثالی (جدولهای ۱ و ۲) بیان می‌شوند. $\tilde{x}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ ، $\tilde{w}_j = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3})$

$$\tilde{x}_{ij}(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l}, & x \in [l, m] \\ \frac{u-x}{m-u}, & x \in [m, u] \\ \cdot, & \text{otherwise} \end{cases} \quad ۳-۳$$

$\forall i, j, \tilde{x}_{ij}$ عدد فازی مثلثی خواهد بود. در این فرمول u و l به ترتیب حد بالا و حد پایین و m مقدار حد وسط عدد فازی \tilde{x}_{ij} می باشد. برای نرمالایز کردن عناصر ماتریس تصمیم از روابط زیر استفاده می شود. [۲۴].

$$\tilde{r}_{ij} = \left[\frac{l_{ij}^-}{u_j^+}, \frac{m_{ij}^-}{u_j^+}, \frac{u_{ij}^-}{u_j^+} \right] \quad ۳-۴$$

$i = 1, 2, \dots, n$

$$j \in \Omega_B$$

$$u_j^+ = \max_i u_{ij}, j \in \Omega_B$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left[\frac{l_j^-}{u_{ij}^-}, \frac{l_j^-}{m_{ij}^-}, \frac{l_j^-}{l_{ij}^-} \right]$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

$$j \in \Omega_C$$

$$l_j^- = \min_i l_{ij}, j \in \Omega_C$$

Ω_C مجموعه معیارهای هزینه و Ω_B ، مجموعه معیارهای سود بوده و بعد از نرمالایز کردن، ماتریس تصمیم فازی نرمالایز شده، $\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}$ ، به دست می آید، ولی با توجه به تفاوت در ضریب اهمیت معیارها، ماتریس فازی نرمالایز شده وزنی، $\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}$ ، به دست می آید که $\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \cdot \tilde{w}_j$ می باشد. با استفاده از ماتریس $\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}$ ، جواب ایدئال مثبت فازی ($FPIS.A^*$) و جواب ایدئال منفی فازی ($FNIS.A^-$) به صورت زیر تعیین می شود:



$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \tilde{v}_3^*, \dots, \tilde{v}_n^*) \quad 3-6$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \tilde{v}_3^-, \dots, \tilde{v}_n^-) \quad 3-7$$

که $\tilde{v}_j^* = (1, 1, 1)$ ، $\tilde{v}_j^- = (0, 0, 0)$ و $j = 1, 2, \dots, n$ است. اگر \tilde{m}, \tilde{n} دو عدد فازی مثلثی باشند فاصله بین آنها، $d(\tilde{m}, \tilde{n})$ ، به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$d(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3} \left((l_m - l_n)^2 + (m_m - m_n)^2 + (u_m - u_n)^2 \right)} \quad 3-8$$

بنابراین فاصله هر گزینه از $(FPIS.A^*)$ و $(FNIS.A^-)$ به صورت زیر تعیین می‌شود [15]:

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*), i = 1, 2, \dots, m \quad 3-9$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), i = 1, 2, \dots, m \quad 3-10$$

در نهایت شاخص نزدیکی نسبی برای هر گزینه به صورت زیر به دست می‌آید:

$$CC_i = \frac{d_i^*}{d_i^* + d_i^-}, i = 1, 2, \dots, m \quad 3-11$$

واضح است که هر چه گزینه A_i به $(FPIS.A^*)$ نزدیکتر و از $(FNIS.A^-)$ دورتر باشد، شاخص نزدیکی نسبی CC_i ، به یک نزدیکتر خواهد بود.

۴- توسعه روش TOPSIS فازی برای انتخاب تأمین کنندگان

در روش قبل علی‌رغم اینکه عناصر ماتریس تصمیم (\tilde{x}_{ij}) و (\tilde{w}_j) مقادیر فازی بودند ولی با محاسبه فاصله هر گزینه از جواب ایدئال مثبت و جواب ایدئال منفی، شاخص نزدیکی نسبی CC_i به صورت مقادیر قطعی به دست می‌آید، در حالی که بهتر است CC_i نیز به صورت مقادیر فازی و غیرقطعی باشد [24، صص 1-11]. در این بخش با استفاده از برشهای α و به

کمک اصل گسترش، شاخص نزدیکی نسبی CC_i به صورت مقادیر فاصله‌ای محاسبه می‌شود. باتوجه به اصل گسترش، هر عدد فازی مانند \tilde{B} را می‌توان به صورت زیر نشان داد:

$$\tilde{B} = \bigcup_{\alpha} \alpha B_{\alpha}, 0 \leq \alpha \leq 1 \quad \text{۴-۱۱}$$

که :

$$B_{\alpha} = \{x \in U / \tilde{B}(x) \geq \alpha\} = [\min\{x \in U / \tilde{B}(x) \geq \alpha\}; \max\{x \in U / \tilde{B}(x) \geq \alpha\}]$$

همان‌طور که ذکر شد، با استفاده از ماتریس $\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}$ ، جواب ایدئال مثبت فازی ($FPIS.A^*$) و جواب ایدئال منفی فازی ($FNIS.A^-$) به صورت زیر به دست می‌آید:

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*)$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-)$$

که $\tilde{v}_j^* = (1, 1, 1)$ ، $\tilde{v}_j^- = (0, 0, 0)$ و $j = 1, 2, \dots, n$ است. با استفاده از برشهای α خواهیم داشت: $r_{ij\alpha} = \{r_{ij}^l, r_{ij}^u\}$ و $w_{j\alpha} = \{w_j^l, w_j^u\}$. بنابراین رابطه ۱۱-۳ را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$CC_i = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^n (w_j r_{ij})^2}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (w_j r_{ij})^2 + \sum_{j=1}^n (w_j (1 - r_{ij}))^2}}$$

$i = 1, 2, \dots, m$

s.t

$(w_j)_{\alpha}^l \leq w_j \leq (w_j)_{\alpha}^u \quad j = 1, 2, \dots, n$

$(r_{ij})_{\alpha}^l \leq r_{ij} \leq (r_{ij})_{\alpha}^u \quad j = 1, 2, \dots, n$

۴-۱۲

واضح است که CC_i نیز به صورت مقدار بازه‌ای خواهد بود که حد بالا و حد پایین آن به ازای هر سطح از α با حل دو مسأله برنامه‌ریزی کسری زیر به دست می‌آید.



$$(CC_i)_\alpha^L = \min \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^n (w_j r_{ij})^\gamma}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (w_j r_{ij})^\gamma + \sum_{j=1}^n (w_j (1-r_{ij}))^\gamma}}$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

s.t

۴-۱۳

$$(w_j)_\alpha^l \leq w_j \leq (w_j)_\alpha^u \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$(r_{ij})_\alpha^l \leq r_{ij} \leq (r_{ij})_\alpha^u \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$(CC_i)_\alpha^u = \max \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^n (w_j r_{ij})^\gamma}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (w_j r_{ij})^\gamma + \sum_{j=1}^n (w_j (1-r_{ij}))^\gamma}}$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

s.t

۴-۱۴

$$(w_j)_\alpha^l \leq w_j \leq (w_j)_\alpha^u \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$(r_{ij})_\alpha^l \leq r_{ij} \leq (r_{ij})_\alpha^u \quad j = 1, 2, \dots, n$$

با توجه به اینکه $\frac{\partial CC_i}{\partial r_{ij}} > 0$ است، پس CC_i یک تابع صعودی نسبت به r_{ij} می‌باشد.

بنابراین CC_i به ازای $r_{ij} = (r_{ij})_\alpha^l$ مینیمم و به ازای $r_{ij} = (r_{ij})_\alpha^u$ ماکزیمم می‌شود. بنابراین مسائل برنامه‌ریزی کسری فوق را می‌توان به شکل ساده‌تر زیر تبدیل کرد:

$$(CC_i)_\alpha^l = \min \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^n (w_j (r_{ij})_\alpha^l)^\gamma}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (w_j (r_{ij})_\alpha^l)^\gamma + \sum_{j=1}^n (w_j (1-(r_{ij})_\alpha^l))^\gamma}}$$

$$\begin{aligned}
 & i = 1, 2, \dots, m \\
 & s.t \\
 & (w_j)_\alpha^l \leq w_j \leq (w_j)_\alpha^u \quad j = 1, 2, \dots, n
 \end{aligned}
 \tag{15-}$$

$$(CC_i)_\alpha^u = \max \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^n (w_j (r_{ij})_\alpha^u)^2}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (w_j (r_{ij})_\alpha^u)^2 + \sum_{j=1}^n (w_j (1 - (r_{ij})_\alpha^u))^2}}
 \tag{16-}$$

$$\begin{aligned}
 & i = 1, 2, \dots, m \\
 & s.t \\
 & (w_j)_\alpha^l \leq w_j \leq (w_j)_\alpha^u \quad j = 1, 2, \dots, n
 \end{aligned}$$

برای m گزینه، m شاخص نزدیکی نسبی (CC_i) به ازای هر سطح از α به دست می‌آید. مسائل برنامه‌ریزی کسری فوق را میتوان به وسیله برنامه SOLVER در نرم افزار EXCEL (اکسل) و یا نرم افزار LINGO به راحتی حل کرد. در این پژوهش از نرم افزار EXCEL (اکسل) برای مدل سازی و حل مدل استفاده شده است [۲۵].

برای انتخاب بهترین گزینه و رتبه‌بندی گزینه‌ها باید شاخص نزدیکی نسبی را به مقادیر غیرفازی تبدیل کرد. برای این منظور از میانگین سطوح برش (ALC) استفاده می‌شود. به‌ازای $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_N$ که $0 = \alpha_1 < \alpha_2 < \alpha_3 \dots < \alpha_N = 1$ است، مقدار قطعی CC_i به صورت زیر به دست می‌آید.

$$(CC_i)_{ALC}^* = \frac{1}{N} \sum_{p=1}^N \left(\frac{(CC_i)_{ap}^L + (CC_i)_{ap}^U}{2} \right)
 \tag{17-}$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

۵- مثال عددی

برای تبیین روش ارائه شده مثال عددی زیر ارائه می‌شود. فرض شود در بخش خرید و تدارکات یک شرکت تولیدی سه تصمیم‌گیرنده وجود داشته باشد (D_1, D_2, D_3) و می‌خواهیم، سه تأمین‌کننده (A_1, A_2, A_3) را نسبت به پنج معیار زیر رتبه‌بندی نمایم تا حداکثر ارزش برای

1. ALC: Average level cuts



شرکت حاصل شود:

$$C_1 = \text{سودآوری تأمین‌کننده؛}$$

$$C_2 = \text{انعطاف‌پذیری؛}$$

$$C_3 = \text{امکانات و قابلیت‌های تکنولوژیکی؛}$$

$$C_4 = \text{کیفیت؛}$$

$$C_5 = \text{زمان تحویل؛}$$

هر تصمیم‌گیرنده ضریب اهمیت معیارها را به صورت جدول ۳ برآورد کرده است.

جدول ۳ ضریب اهمیت معیارها از نظر پنج تصمیم‌گیرنده

	D_1	D_2	D_3
C_1	H	VH	MH
C_2	VH	VH	VH
C_3	VH	H	H
C_4	VH	VH	VH
C_5	M	MH	MH

عملکرد سه گزینه نسبت به پنج شاخص از نظر تصمیم‌گیرندگان به صورت جدول ۴ است:

جدول ۴ عملکرد گزینه‌ها نسبت به شاخصها از نظر تصمیم‌گیرندگان

تصمیم‌گیرندگان			گزینه‌ها	معیارها
D_2	D_3	D_1		
MG	G	MG	A_1	C_1
MG	G	G	A_2	
F	G	VG	A_3	
F	MG	G	A_1	C_2

ادامه جدول ۴

تصمیم‌گیرندگان			گزینه‌ها	معیارها
D_3	D_2	D_1		
VG	VG	VG	A_3	C_3
VG	G	MG	A_3	
G	G	F	A_1	
G	VG	VG	A_3	C_5
VG	MG	G	A_3	
VG	G	VG	A_1	
VG	VG	VG	A_3	C_6
MG	VG	G	A_3	
F	F	F	A_1	
G	MG	VG	A_3	
MG	G	G	A_3	

جدول ۵ داده‌های به دست آمده از ترکیب قضاوت‌های تصمیم‌گیرندگان

w_j	۰.۷	۰.۸۷	۰.۸۷	۰.۸	۱	۱	۰.۷۷	۰.۸۳	۱	۱	۱	۰.۹	۱	۱	۱	۰.۴۳	۰.۸۳	۰.۸۳
	C_1			C_2			C_3			C_4			C_5			C_6		
A_1	۵/۶۷	۴/۶۷	۹/۳۳	۵	۷	۸/۶۷	۵/۶۷	۸/۶۷	۱۰	۱۰	۹	۸/۳۳	۹/۶۷	۱۰	۱۰	۳	۵	۷
A_2	۶/۳۳	۸/۳۳	۹/۶۷	۹	۱۰	۹/۶۷	۸/۳۳	۱۰	۱۰	۹/۶۷	۱۰	۹/۶۷	۱۰	۱۰	۷	۷	۸/۶۷	۹/۶۷
A_3	۶/۳۳	۸	۹	۷	۷	۸/۶۷	۷	۹/۶۷	۸/۶۷	۷	۹/۶۷	۸/۶۷	۷	۹	۸	۸/۳۳	۸/۶۷	۹/۶۷

جدول ۶ ماتریس تصمیم نرمالایز شده

-/۸۳۳	-/۷۳۳	-/۴۳۳	۱	۱	-/۸	۱	-/۸۳۳	-/۷۶۷	۱	۱	-/۸	-/۹۶۷	-/۸۶۷	-/۷	w_j
C_0			C_4			C_3			C_2			C_1			
-/۷۲۴	-/۵۱۷	-/۳۶	۱	-/۹۶۷	-/۸۳۳	-/۸	-/۷۶۷	-/۵۶۷	-/۸۶۷	-/۷	-/۵	-/۹۶۶	-/۸۳۳	-/۵۸۶	A_1
۱	-/۸۸۷	-/۷۲۴	۱	۱	-/۸	۱	-/۹۶۷	-/۸۳۳	۱	۱	-/۸	۱	-/۸۶۳	-/۶۵۵	A_2
۱	-/۸۶۳	-/۶۵۵	-/۹۶۷	-/۸۶۷	-/۷	-/۹۶۷	-/۸۶۷	-/۷	-/۹۶۷	-/۸۶۷	-/۷	-/۹۶۶	-/۸۳۳	-/۶۵۵	A_3

جدول ۷ ماتریس تصمیم نرمالایز شده وزنی

C_0			C_4			C_3			C_2			C_1			
-/۸۰	-/۳۳	-/۱۳	۱/۰۰	-/۹۷	-/۷۵	-/۹۰	-/۷۲	-/۴۳	-/۷۷	-/۷۰	-/۴۵	-/۹۲	-/۶۹	-/۴۱	A_1
-/۸۳	-/۵۷	-/۳۶	۱/۰۰	۱/۰۰	-/۸۱	۱/۰۰	-/۸۰	-/۶۴	۱/۰۰	۱/۰۰	-/۸۱	-/۹۷	-/۷۵	-/۴۶	A_2
-/۸۳	-/۵۵	-/۲۸	-/۹۷	-/۷۷	-/۷۳	-/۹۷	-/۸۱	-/۵۴	-/۹۷	-/۷۷	-/۷۳	-/۹۰	-/۷۲	-/۴۶	A_3

جواب ایدئال مثبت و جواب ایدئال منفی عبارتند از :

$$A^* = [(1,1,1), (1,1,1), (1,1,1), (1,1,1), (1,1,1)]$$

$$A^- = [(0,0,0), (0,0,0), (0,0,0), (0,0,0), (0,0,0)]$$

در نهایت به ازای سطوح مختلف α ، نتایج زیر به دست آمده است (جدول ۸):

جدول ۸ حد بالا و پایین شاخص نزدیکی نسبی و اولویت تأمین کنندگان به ازای سطوح مختلف α

A_2		A_2		A_1		α
$(CC_{A_2})^u_\alpha$	$(CC_{A_2})^l_\alpha$	$(CC_{A_2})^u_\alpha$	$(CC_{A_2})^l_\alpha$	$(CC_{A_1})^u_\alpha$	$(CC_{A_1})^l_\alpha$	
-/۹۶۳	-/۶۸۰۶	۱	-/۷۸۱	-/۹۰۳	-/۵۵۵	۰
-/۹۵۴	-/۶۹۸۷	-/۹۹۴	-/۷۹۷	-/۸۸۹	-/۵۷۵	۰/۱
-/۹۴۴	-/۷۱۶۸	-/۹۸۸	-/۸۱۳	-/۸۷۵	-/۵۹۵	۰/۲

ادامه جدول ۸

A_2		A_2		A_1		α
$(CC_{A_2})_{\alpha}^u$	$(CC_{A_2})_{\alpha}^l$	$(CC_{A_2})_{\alpha}^u$	$(CC_{A_2})_{\alpha}^l$	$(CC_{A_1})_{\alpha}^u$	$(CC_{A_1})_{\alpha}^l$	
-/۹۳۳	-/۷۳۴۷	-/۹۸۲	-/۸۲۹	-/۸۶	-/۶۱۶	۰/۳
-/۹۲۳	-/۷۵۳۶	-/۹۷۵	-/۸۴۵	-/۶۳۶	-/۸۴۵	۰/۴
-/۹۱۲	-/۷۷۰۴	-/۹۶۸	-/۸۶۱	-/۸۳۱	-/۶۵۶	۰/۵
-/۹۰۱	-/۷۸۸۲	-/۹۶۱	-/۸۷۶	-/۸۱۶	-/۶۷۶	۰/۶
-/۸۹	-/۸۰۵۸	-/۹۵۴	-/۸۹۱	-/۸۰۱	-/۶۹۶	۰/۷
-/۸۸	-/۸۲۳۴	-/۹۴۷	-/۹۰۵	-/۷۸۶	-/۷۱۶	۰/۸
-/۸۶۹	-/۸۴۰۸	-/۹۴	-/۹۱۹	-/۷۷۱	-/۷۳۶	۰/۹
-/۸۵۸	-/۸۵۸۲	-/۹۳۲	-/۹۳۲	-/۷۵۵	-/۷۵۵	۱
$\frac{-/۸۴۱}{\underline{2}}$	$(CC_{A_2})_{ALC}^*$	$\frac{۰/۹۱۳}{\underline{1}}$	$(CC_{A_2})_{ALC}^*$	$\frac{۰/۷۴۳}{\underline{3}}$	$(CC_{A_1})_{ALC}^*$	$(CC_i)_{ALC}^*$
						Rank

به منظور تشریح و ارزیابی وضعیت هر تأمین‌کننده با توجه به شاخص نزدیکی نسبی (CC_i) ، فاصله (۱۰) را به پنج فاصله تقسیم کرده و برای هر فاصله یک متغیر کلامی به منظور تشریح وضعیت تأمین‌کنندگان و تخصیص هریک از آنها به یک طبقه تعریف شده است. این پنج طبقه در جدول شماره ۹ ارائه شده است.

جدول ۹ وضعیت ارزیابی تأمین‌کنندگان

شاخص نزدیکی نسبی (CC_i)	وضعیت ارزیابی
$CC_i \in [۰, ۰/۲)$	عدم پذیرش تأمین‌کننده
$CC_i \in [۰/۲, ۰/۴)$	پذیرش تأمین‌کننده با ریسک بالا
$CC_i \in [۰/۴, ۰/۶)$	پذیرش تأمین‌کننده با ریسک پایین
$CC_i \in [۰/۶, ۰/۸)$	تأیید تأمین‌کننده
$CC_i \in [۰/۸, ۱]$	تأیید تأمین‌کننده با ارجحیت بالا

بر اساس مقادیر به دست آمده برای شاخص نزدیکی نسبی در جدول ۹، وضعیت ارزیابی تأمین‌کنندگان به صورت جدول ۱۰ خواهد بود.



جدول ۱۰ وضعیت ارزیابی تأمین کنندگان در مثال عددی

گزینه	شاخص نزدیکی نسبی (CC_i)	وضعیت ارزیابی
A_1	$0.743 \in [0.6, 0.8]$	تأیید تأمین کننده
A_2	$0.913 \in [0.8, 1]$	تأیید تأمین کننده با ارجحیت بالا
A_3	$0.841 \in [0.8, 1]$	تأیید تأمین کننده با ارجحیت بالا

۶- نتیجه گیری

بسیاری از محققان و اندیشمندان مزایای مدیریت زنجیره تأمین را نشان داده‌اند. به منظور افزایش مزیت رقابتی، بسیاری از شرکتها طراحی و اجرای یک مدیریت زنجیره تأمین مناسب را به عنوان ابزاری مهم و اصلی مدنظر قرار می‌دهند. در این شرایط ایجاد رابطه‌ای نزدیک و بلند مدت بین تأمین‌کننده و خریدار به عنوان یکی از عوامل کلیدی موفقیت در ایجاد زنجیره تأمین مدنظر قرار می‌گیرد. بنابراین مسأله انتخاب تأمین‌کنندگان مهمترین مسأله در اجرای موفقیت‌آمیز زنجیره تأمین می‌باشد.

به طور کلی مسأله انتخاب تأمین‌کنندگان به‌طور ذاتی با داده‌های غیردقیق و مبهم مواجه بوده و استفاده از تئوری مجموعه‌های فازی برای بررسی این نوع عدم اطمینان مناسب به نظر می‌رسد. به عبارت دیگر زمانی که شاخصهای عملکرد را نمی‌توان با استفاده از مقادیر عددی بیان کرد، استفاده از متغیرها و عبارتهای کلامی برای بیان مقادیر شاخصها بسیار مناسب می‌باشد. همان‌طور که نشان داده شد، استفاده از تکنیک TOPSIS در ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان در محیط فازی بسیار مناسب و انعطاف‌پذیر است. تکنیک TOPSIS، هم‌زمان هر دو معیار کمی و کیفی را می‌تواند در فرایند انتخاب تأمین‌کنندگان با هم در نظر گرفت. با محاسبه شاخص نزدیکی نسبی نه تنها می‌توان تأمین‌کنندگان را رتبه‌بندی کرده و بهترین آنها را تعیین کرد بلکه می‌توان وضعیت ارزیابی تأمین‌کنندگان مختلف را با استفاده از متغیرها و عبارتهای کلامی نیز بیان کرد. به هر حال بهبود این روش برای حل مسأله انتخاب تأمین‌کنندگان با کارایی، صحت بیشتر و توسعه یک سیستم پشتیبانی از تصمیم‌گروهی در محیط فازی می‌تواند در تحقیقات آینده مورد توجه قرار گیرد.

۷- منابع

- [1] DeBoer, L. Labro E; Morlacchi P., "A review of methods supporting supplier selection", *European Journal of Purchasing & Supply Management*; Vol.7, 2001.
- [2] Ghodsypour S. H., O'Brien C.; "A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming"; *International Journal of Production Economics*, Vol.56-57, 1998.
- [3] Ghodsypour S.H., O'Brien C. 1998; The total cost of Logistics in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint; *International Journal of Production Economics*, Vol. 73, 2001.
- [4] Zhang Zho., Lei J., Cao N., To K., Ng. K.; 2001. "Evolution of supplier selection criteria and methods"; www.google.com,des2004.
- [5] Lee E.K., Ha S., Kim S.K.; "Supplier selection and management system considering relationships in supply chain management"; *IEEE transactions on Engineering Management*, Vol. 48, No. 39, 2001.
- [6] Chen C.T, Lin C.T., Huang S.F.; "A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management"; *International Journal of Production Economics*, Vol. 102, 2006.
- [7] A. Dickson G.W.; "An analysis of vendor selection systems and management"; *Journal of Purchasing*, Vol. 2, 1, No 1996.
- [8] Weber C.A., Current J.R., Benton W.E.; "Vendor selection criteria and methods"; *European Journal of Operation Research*, Vol.50, 1991.
- [9] Hong, J.D., Hayya Jc.; Just- in time purchasing single or multiple sourcing?; *International Journal of Production Economics*, Vol. 27, 1992.
- [10] Chodsypour S.H., O'Brien C. "A decision support system for reducing the



number of suppliers and managing the supplier partnership in A JIT/ TQM environment"; The proceeding of 3rd international symposium on logistics, University of Padua, Italy, 1997.

- [11] Kumar M., Vrat P., Shankar R; A fuzzy goal programming approach for vendor selection problem in a supply chain; *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 46, 2004.
- [12] Zaim S., Sevki M., Tarim M.; "Fuzzy analytic hierarchy based approach for supplier selection"; www.Fatih-edu.tr/~msevki/Fahp.pdf, Jun 2005.
- [13] Hang Hong G., Chanpark S., Sikjang D., Min Rho H. "An effective supplier selection method For constructing a competitive supply-relationship"; Expert system with applications, Article in Press, 2005.
- [14] Chen C-T., Lin C-T., Muang S-F. "A fuzzy approach For supplier evaluation and selection in supply chain management"; *International Journal of Production Economics*, Article in Press, 2005.
- [15] Basnet C., Leung J.M.Y; Inventory lot- sizing with supplier selection; *Computers & Operations Research*, Vol. 32, 2005.
- [16] Franklin L. F-H H. H-L.; "The voting analytic hierarchy process method for selecting supplier"; *International Journal of Production Economics*, (Article in press), 2005.

[17] تیموری ا.؛ «توسعه مدل انتخاب تأمین‌کنندگان و توزیع با نگرش مدیریت زنجیره

تأمین»؛ پایان‌نامه دکتری مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۷۸.

[18] ریاضی ا.؛ «طراحی یک رویه تصمیم‌گیری جهت ارزیابی، انتخاب و توسعه تأمین‌کنندگان در

مدیریت زنجیره تأمین»؛ پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت

ایران، ۱۳۷۹.

[19] گودرزی غ.؛ «طراحی مدل تصمیم‌گیری استراتژیک صنعتی زنجیره تأمین قطعات در

- ابعاد تولید در مقیاس جهانی» پایان نامه دکتری مدیریت، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۲.
- [۲۰] ربیعه م.؛ «مدلسازی کنترل موجودی و برنامه ریزی سفارشات در حالت وجود چندین تأمین کننده (مطالعه موردی: شرکت سهامی نوب آهن اصفهان)»، پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی دانشگاه شیراز، ۱۳۸۴.
- [۲۱] افسر ا. ربیعه م. صادقی مقدم م.ر.؛ «بسط مدل کنترل موجودی ترکیبی با استراتژی انتخاب تأمین کننده و رویکرد الگوریتم ژنتیک»؛ دومین کنفرانس ملی لجستیک و زنجیره تأمین، ۱۳۸۵.
- [۲۲] ربیعه م. آرمان م.ح.؛ «طراحی مدل انتخاب تأمین کننده در حالت دریافت آتی، دریافت همزمان از تأمین کنندگان و رویکرد کاهش تعداد تأمین کنندگان»؛ دومین کنفرانس ملی لجستیک و زنجیره تأمین، ۱۳۸۵.
- [۲۳] هوشمندی م.؛ «طراحی مدل ریاضی انتخاب تأمین کننده با استفاده از روشهای تصمیم گیری چند معیاره، مطالعه موردی: فروشگاه زنجیره ای شهروند» پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه علامه طباطبائی، ۱۳۸۵.
- [24] Ying-Ming W. Taha M.S. E.; "Fuzzy Topsis method based on alpha level sets with an application to bridge risk assessment"; *Expert Systems with Applications* xx,2005.
- [25] Ragsdale C.T; "Spreadsheet modeling and decision analysis"; *International Thompson Publishing*, Second Edition, USA, 1997.