انتخاب تأمین‌کننده با استفاده از تکنیك فرآیند تحلیل شبکه‌اي فازي

جعفر رزمي*[۱], محسن صادق عمل نيك[۲] و مهدي هاشمي[۳]
[۱]دانشيار گروه مهندسي صنايع - پرديس دانشكده‌هاي فني - دانشگاه تهران
[۲]استاديار گروه مهندسي صنايع - پرديس دانشكده‌هاي فني - دانشگاه تهران
[۳]دانش آموخته گروه مهندسي صنايع دانشگاه تهران و مدرس دانشگاه آزاد اسلامي - واحد پارس آباد
(تاریخ دریافت ۸۶/۶/۱۷ , تاریخ دریافت روایت اصلاح شده ۸۷/۴/۸ , تاریخ تصویب ۸۷/۶/۹)

چکیده

رشد و توسعه ابزارهای ارتباطی و اطلاعاتی در سال های اخیر باعث شده است تا شرکت ها و سازمان های جهانی بازارهای خود را در تمامی جهان گسترش دهند. به تبع آن بازارهای انحصاری محلی گذشته جای خود را به بازارهای کاملاً رقابتی جهانی داده است. بر این اساس سازمانها برای ادامه حضور موفق نیاز دارند تا برای افزایش سهم بازار خود تمرکز بیشتری بر روی فعالیت های اصلی خود داشته باشند. برای این منظور تصمیم گیران ارشد سازمانها تمایل پیدا کرده اند تا فعالیت های غیر اصلی خود را به منابع بیرونی سرویس دهنده برون سپاری نمایند. در این مقاله تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای برای انتخاب تأمین کننده ارائه شده و برای پوشش حالات مبهم تصمیم گیری به وسیله تئوری مجموعه های فازی یک مدل بهینه سازی غیر خطی جهت استخراج مقادیر ویژه از ماتریس های قضاوت های فازی برای اولین بار توسط مؤلفین ارائه و معرفی گردیده است. ترکیب این دو روش مدلی را ارائه می کند که به واسطه آن تصمیم گیرنده می‌تواند تمامی حالات انتخاب تأمین کننده را حتی در حالات مبهم تصمیم‌گیری مدل سازی نموده و بهینه‌ترین نتیجه‌گیری را حاصل نماید.

واژه هاي كليدي: برون‌سپاري - تأمين كننده - فرآيند تحليل شبكه‌اي - تئوري مجموعه‌هاي فازي

مقدمه

سازمان ها و شرکت های زمان حاضر مدت زیادی است که به این مسئله و اهمیت آن پی برده‌اند که برای اینکه بتوانند در صحنه های رقابت جهانی دوام بیاورند و با چهره‌ای موفق ظاهر شوند نیاز دارند عوامل خاصی از قبیل کیفیت محصولات و کیفیت روندهای اجرایی و تولیدی سازمانی را در ساختار و محصولات خود به حد مطلوب و مورد قبولی برسانند. حال آن که رمز موفقیت در رسیدن به این اهداف این ست که بتوانند بر روی فعالیت های اصلی خود و اهداف اصلی سازمان تمرکز بیشتری داشته باشند. لذا در راستای حل این مشکل اساسی بسیاری از مدیران سازمان های بزرگ تصمیم گرفتند فعالیت هایی را که اهمیت استراتژیک چندانی برای سازمان ندارند به منابع بیرون از سازمان واگذار گردد با چنین اقدام مدیریت و در راستای اقدام آنها کارکنان می‌توانند بر روی فعالیت هایی در سازمان که بر روی عوامل مذکور تأثیر مستقیم دارند، تمرکز بیشتری داشته و به نحو مطلوب به انجام برسانند. اما در جریان یک فرآیند برون سپاری مسائل مختلفی که می تواند در برگیرنده دامنه وسیعی باشد مد نظر قرار گیرد که از جمله؛ آنها انتخاب سرویس‌دهندگان و نوع الگوریتم انتخاب و بسیاری از عوامل و رویه ها است که از جمله مسائل و دغدغه های فکری مدیران می‌باشد. افزایش تعداد شرکتهای عرضه-کننده سرویس‌های بیرونی در سال های اخیر باعث شده است تا سازمان ها و شرکت های برون‌سپار در هنگام انتخاب منبع بیرونی با موقعیت های انتخابی متنوعی رو به رو باشند. در کنار این مسائل افزایش رقابت های تجاری و گسترش بازارهای جهانی موجب شده است تا سازمان ها به بهینه سازی تمامی امور و فرآیند های خود از لحاظ تمامی مشخصه ها و عوامل رقابتی توجه بیشتری نمایند که این توجه شامل انتخاب تأمین کنندگان نیز شده است. تصمیم‌گیران برون‌سپاری در هنگام انتخاب تأمین کننده سعی می نمایند از میان منابع داوطلب گزینه ای را انتخاب کنند که بتواند به بهترین وجه ممکن تمامی نیازهای فرآیندهای برون سپاری شونده را به بهینه ترین حالت تأمین نمایند. برای انتخاب تأمین کننده روش های مختلفی تاکنون ارائه شده است. مرحله انتخاب تأمین-کننده اساساً مسئله ای پیچیده بوده زیرا در اکثر حالات با تصمیم‌گیری‌هایی مواجه است که عوامل مختلفی در آن دخیل می‌باشند. این عوامل نیز به نوبه خود دارای حالات مختلف هستند و به صورت عوامل کاملاً مستقل و عوامل

* نویسنده مسئول : تلفن : ۶۱۱۱۴۱۶۰ , فاکس : ۸۸۰۲۱۰۶۷ , Email: jrazmi@ut.ac.ir

به هم بسته نمایان شده‌اند. البته اکثر این تصمیم گیری‌ها با عوامل هم بسته مواجه شده است. در بسیاری از موارد نیز تخصیص مقادیر دقیق به این ملاک ها یا عوامل ممکن نبوده و با حالت- های غیر دقیق مواجه بوده لذا در کل این عوامل و گستردگی ملاک ها باعث گردیده است اکثر مدل های ارائه شده نتوانند فرآیند سیستم را به دقت مدل سازی نمایند. در این مقاله مدل های انتخاب تأمین کننده که تاکنون ارائه شده اند مورد بررسی قرار گرفته است. در نهایت مدل پیشنهادی بر پایه بحث ریاضی ماتریس ها و خواص دنباله سیسرو[1] توسعه داده شده است (که اولین مرتبه توسط ساعتی ارائه گردیده است [۱])، به عنوان مدل پایه ای برای انتخاب تأمین کننده انتخاب و برای پوشش حالات غیر قطعی تصمیم گیری با استفاده از تئوری مجموعه های فازی[2] توسعه داده شده است. در نهایت مدل ارائه شده با ارائه یک مثال عددی تعیین اعتبار گردیده است.

بررسي مدل هاي موجود انتخاب تأمين كننده

در بعضی از تحقیقات اولیه در مورد روش انتخاب تأمین‌کننده به ارائه الگوریتم صوری اکتفا شده است. ولی با گسترش برون‌سپاری در سازمان ها و پیدایش منابع داوطلب بیرونی بسیار زیاد این روش های صوری خیلی زود از اعتبار ساقط گردیده اند. با این حال روش های متنوعی در این باره تاکنون مطرح شده اند که در ادامه مهم ترین آن ها مورد بررسی قرار می گیرد.

روش های قیاسی ابزاری هستند که در بعضی از تحقیقات به عمل آمده برای انتخاب تأمین کننده استفاده شده است. روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA[3]) و روش تحلیل خوشه‌ای (CA[4]) از جمله این روش ها می باشند که عموماً در تعیین صلاحیت کلی داوطلبین سرویس دهی استفاده شده است. DEA یک روش معروف در تحلیل های بهره وری می باشد و ابزاری برای تحلیل چند معیاره است که عموماً برای تعیین ارتباط بین راندمان های مجموعه ای از واحدهای تصمیم گیری، به‌کار می رود. وِبر و دزایی نشان داده اند که چگونه می توان از روش تحلیل پوششی داده ها برای تعیین تأمین کنندگان ناکارا استفاده کرد [۲]. مشکل عمده این روش ها در انتخاب بهترین گزینه است که این مورد از اهداف اصلی مسئله انتخاب تأمین‌کننده می‌باشد.

مدل های ریاضی که عمده‌ترین صورت این مدل- ها به صورت مدل های خطی وزن داده شده است، به منظور ایجاد تمایز بین ملاک ها به هر یک از آنها وزنی اختصاص داده می شود و یک تابع کلی به صورت حاصل جمع مضارب ملاک ها در اوزان آنها، شاخص نهایی رتبه داوطلب می باشد. بعضی از مدل های ریاضی از نوع بهینه سازی خطی ارائه شده اند که اساس آنها عمدتاً بر پایه کمینه کردن هزینه نهایی تولید و برون سپاری می باشد و با حل مدل بهینه سازی خطی بهترین حالت تولید و برون سپاری را در دوره های تولید به دست می آورد؛ زیااو و همکاران[5] در تحقیق خود [۳] به ارائه چنین مدلی پرداخته اند؛ در این مدل با یک دید فرآیندی مسئله برون‌سپاری در دوره‌های مختلف بررسی شده است و با حل یک مدل برنامه ریزی خطی به پیدا کردن بهینه‌ترین میزان خرید و برون‌سپاری در دوره های متوالی تولید می- پردازند. زیمرمن[6] در مقاله خود [۴] ترکیبی از روش برنامه ریزی خطی با برنامه ریزی فازی را ارائه کرده است؛ در مدل پیشنهادی وی برای جبران کسر متغیر های کیفی که به صورت زبانی بیان می‌شوند از الگوهای متغیر فازی استفاده شده است. در کل می توان گفت که مدل‌های ریاضی که در ارزیابی تأمین‌کنندگان استفاده شده‌اند عمدتاً عبارتند از: برنامه ریزی عدد صحیح مختلط، برنامه- ریزی‌آرمانی و چند هدفه و برنامه ریزی خطی درجه اول. در همین راستا حسن‌زاده و رزمی [۵] یک مدل نوآورانه فازی بر مبنای مفهوم GFD جهت انتخاب ISP ارائه داده- اند. آنها چهار پارامتر سرعت دسترسی، پایداری سیستم، ایمنی و سرعت انتقال داده‌ها را در غالب صدای مشتری مورد تحلیل قرا داده‌اند.

اخیراً بعضی از تکنیک های هوش مصنوعی[7] نیز برای انتخاب سرویس‌دهنده بیرونی به کار رفته است. روش هایی مانند سیستم های خبره، استدلال مبتنی بر مورد[8] و شبکه های عصبی برای انتخاب هوشمندانه تأمین کننده استفاده شده است. فائز و همکاران در تحقیق خود [۶] استفاده از روش CBR را برای انتخاب تأمین کننده توسعه داده اند؛ در این متدولوژی تصمیم‌گیری بر پایه تجربیات سازمان مبدأ از تأمین‌کنندگان قبلی توأم با ارزیابی تأمین- کنندگان جدید با استفاده از روش TOPSIS، می‌باشد. هم چنین چویی نیز یک سیستم ارزیابی و انتخاب تأمین- کننده را بر پایه دانش با استفاده از متدولوژی CBR

توسعه داده است [۷]. برخی نیز مانند رزمی و همکاران از روشهای فراابتکاری (در این تحقیق روش الگوریتم ژنتیک) برای حل مسایل بزرگ انتخاب و برنامه ریزی استفاده نموده‌اند [۸].

در کل روش بیشترین مدل های پیشنهادی به صورت ترکیبی از مدل های تصمیم‌گیری چند معیاره و الگوهای فازی و تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، می باشد. رزمی و همکاران یک روش یک پارچه ترکیبی از روش های تحلیل سلسله مراتبی و برنامه ریزی آرمانی ارائه داده اند که در آن ملاک های کیفی و کمی به نحوی مؤثر در مسئله انتخاب تأمین کننده وارد شده‌اند [۹]. مشکل اساسی که بر همه روش های تصمیم‌گیری چند معیاره که تاکنون ارائه شده‌اند وارد است، عدم در نظر گرفتن روابط بین ملاک‌ها و بازخورهای موجود بین عناصر موجود در یک فرآیند تصمیم گیری برای انتخاب تأمین کننده، می‌باشد. مدلی که در این مقاله ارائه می شود قادر است همه این روابط را شامل و همه وابستگی ها و باز خور های موجود بین عنصر تصمیم گیری را وارد مدل نموده و تأثیر هر یک از این روابط را در نتیجه نهایی محاسبه نماید.

منطق تحقیق

ساعتی در سال ۱۹۹۶ روشی را برای تصمیم‌گیری چند معیاره ارائه کرده است که این روش فرآیند تحلیل شبکه یا به اختصارANP نامیده شده و هدف از ارائه آن ساختن مدلی می باشد که از طریق آن بتوان مسائل پیچیده تصمیم گیری چند معیاره را به صورت اجزاء کوچک تر تجزیه نمود و به واسطه مقدار دهی معقولانه به اجزاء ساده تر و سپس ادغام این مقادیر تصمیم گیری نهایی را انجام داد [۱]. روش ANP شکل توسعه یافته‌ای از روش AHP است که قادر است همبستگی‌ها و بازخور[۹] های موجود بین عناصر مؤثر در یک تصمیم گیری را مدل سازی نموده و تمامی تأثیرات درونی اجزای مؤثر در تصمیم‌گیری را منظور و وارد محاسبات نماید، لذا به واسطه این ویژگی این تکنیک متمایز و برتر از مدل های قبلی مربوطه می باشد. در واقع می توان گفت که AHP شکل خاصی از روش ANP می باشد. روش ANP دارای دو قسمت اصلی است که این دو قسمت را در یک فرآیند ادغام می نماید. قسمت اول شامل دسته- هایی مرکب از ملاک های کنترلی و زیر ملاک ها و نیز دستهٔ جای گزین های داوطلب می باشد و قسمت دوم شبکه ای از بردارها و کمان‌ها که نشان دهنده وابستگی‌ها و همبستگی‌ها و نیز بازخورهای موجود در سیستم تصمیم‌گیری است، می باشد. این روش در نهایت بر پایه انجام مقایسات زوجی که مشابه با مقایسه های زوجی انجام گرفته در روش AHP است، می‌باشد. فرآیند تحلیل شبکه ای را می توان کامل ترین روش تصمیم گیری چند معیاره نامید که تاکنون ارائه شده است. اما مشکل اساسی که در این مدل وجود دارد قسمت انجام مقایسات زوجی می باشد، این مشکل که در روش AHP نیز وجود دارد از آن جهت است که یک تصمیم‌گیرنده همواره با حالت های دقیق نظر دهی مواجه نبوده و در بسیاری از تصمیم‌گیری‌های دنیای واقعی، تصمیم‌گیرندگان نمی توانند با قطعیت در مورد مقایسات زوجی تصمیم‌گیری نمایند. بر این اساس در این تحقیق برای حل این مشکل و در نظر گرفتن حالات غیر قطعی روش ANP توسعه داده شده است.

تئوری مجموعه های فازی یکی از رویکردهای نوین برای مواجه با حالات غیر دقیق می‌باشد. با استفاده از این روش می توان حالات غیر قطعی را به راحتی وارد مسئله کرده و بهترین تصمیم را اخذ نمود. در این پروژه روش تحلیل شبکه‌ای با استفاده از تئوری فازی توسعه داده شده است تا بتواند حالات غیر قطعی را مدل سازی نماید. در قسمت استخراج وزن های مقایسات فازی، مدل بهینه سازی غیر خطی ریاضی توسعه داده شده است. در این بخش ابتدا الگوریتم پایه ای روش ANP که توسط ساعتی ارائه شده بیان می شود و سپس روش فازی شده ANP ارائه می گردد.

الگوریتم روش ANP

روش تحلیل شبکه‌ای را می‌توان به پنج مرحله تقسیم کرد [۱۰] که این مراحل در ادامه به طور خلاصه ارائه می‌شود.

تعیین ملاك هاي مؤثر در تصمیم گیري

در این مرحله همان طور که از عنوانش معلوم است ملاک هایی که در تصمیم گیری نهایی مؤثر می‌باشند تعیین می‌شوند. این ملاکها می تواند توسط مدیران ارشد و تصمیم گیران اصلی و یا کادر متخصص که بر کل سیستم آگاهی کافی دارند تعیین گردد.

ساخت شبکه

بعضی از ملاک های تعیین شده دارای جنبه کنترلی می‌باشند به طوری که در مرحله کنترل فرآیند برون‌سپاری، فرآیند کنترل با تحت نظر گرفتن چنین ملاک هایی صورت می پذیرد. در این مرحله از فرآیند چنین ملاک هایی مشخص شده و به هر یک دسته ای نسبت داده می شود.

تعیین دسته‌ها: سایر ملاک های به دست آمده را در درون مرتبط‌ترین دسته ملاک های کنترلی قرار می‌گیرند. در ادامه جای گزین ها را در کنار منابع خود سازمان در کنار یک دیگر قرار داده و تشکیل یک دسته جای گزین‌ها را می‌دهند.

تعیین اتصالات همبستگی: این مرحله مهمترین قسمت یک تصمیم‌گیری تحلیل شبکه‌ای را تشکیل می‌دهد. بعد از این که دسته های شبکه مشخص شدند، آنها باید به یک دیگر متصل شوند. که این اتصال بر اساس نوع ارتباط عناصر داخلی آنها انجام می‌پذیرد. اساس منطق ANP بر این پایه استوار است که بتوانیم روابط و اثرات ملاکها و دسته ها را بر یک دیگر وارد مسئله نمائیم در این هنگام باید هر عنصر درون یک گروه را به عناصر دیگری که چه در داخل همان گروه و چه در داخل گروه های دیگر مؤثر است را مشخص کرده و عنصر مبدأ را به آن عناصر متصل کنیم. که این اتصال توسط کمانی نشان داده می شود که از دسته مبدأ به دسته هدف کشیده می شود و چنان چه دسته هدف خود آن دسته باشد این کمان به صورت یک کمان برگشتی حلقه وار خواهد بود. توجه به این نکته ضروری است که در نمودار یک شبکه بردارهای اتصال بین عناصر دسته ها نشان داده نمی‌شوند و وجود یک اتصال از یک عنصر به عنصر دیگری کافی است که بردار اتصال بین دسته های آنها رسم شود حال آن که این اتصال می‌تواند به صورت حلقه بازگشتی به خود آن دسته باشد.

مرحله سوم: انجام مقایسات زوجي و بدست آوردن بردار اولویتها

مقایساتی که در این مرحله انجام می شود بر اساس همان قالب تصمیم‌گیری ۹ واحد ساعتی [۱] است. در این روش به ترتیب برای ارزش های اهمیت یکسان، نسبتاً مرجح، اهمیت شدید، اهمیت فوق العاده زیاد، مقادیر عددی ۱ تا ۹ داده می‌شود.

مقایسات شامل دو قسمت اصلی است که به ترتیب عبارتند از: مقایسات دسته‌ها و مقایسات عناصر دسته‌ها.

۱- مقایسات دسته‌ها: مقایسه دسته‌ها برای به دست آوردن اثرات متقابل دسته ها یا اولویت آن ها نسبت به هم انجام می‌پذیرد. مقایسه دسته‌ها زمانی انجام می‌شود که تعداد آنها حداقل سه باشد. چنانچه نخواهیم مقایسه‌ای بین دسته‌ها انجام دهیم بایستی وزنی مساوی به هر یک از آن ها اختصاص دهیم. دلیل این وزن دهی آن است که در مرحله بعد در محاسبات به کار می رود. سؤالی که هنگام مقایسات پرسیده می شود بسیار مهم است. در هنگام مقایسه B نسبت به C و C به نسبت دسته A دو حالت را می‌توان در نظر گرفت:

۱- میزان تأثیرپذیری B از A در مقابل میزان تأثیر پذیری C از A .

۲- میزان تأثیرگذاری B بر A در مقابل میزان تأثیر گذاری C بر A .

بعد از مقایسه دسته‌ها ماتریس مقایسه آنها به دست می‌آید که باید این ماتریس نرمال شود. اگر $A=[a_{ij}]$ ماتریس مقایسات زوجی دسته‌ها باشد آنگاه ماتریس نرمال شده به صورت زیر خواهد بود.

$$A = [\frac{a_{ij}}{\sum_j a_{ij}}] \qquad (۱)$$

۲- مقایسه عناصر: در این مرحله با در نظر گرفتن هرملاک کنترلی عناصر متاثر از آنها با یک دیگر مقایسه می‌شوند. در یک ماتریس مقایسه با n ملاک کافی است به تعداد $n(n-1)/2$ مقایسه انجام گیرد و بقیه مقایسات به صورت معکوس وارد ماتریس می‌شوند. بعد از این که ماتریس مقایسه های زوجی به دست آمد باید بردار ویژه[۱۰] ماتریس مورد نظر را محاسبه نمود.

بردار ویژه ماتریس مقایسات زوجی عناصر دسته A نسبت به ملاک کنترلی C در واقع اهمیت نسبی عناصر دسته A نسبت به ملاک کنترلی C می‌باشد. برای محاسبه بردار ویژه ابتدا به روشی که در محاسبه ماتریس مقایسه دسته‌ها توضیح داده شد، ماتریس مقایسات نرمال می‌شود و سپس مقدار میانگین هر سطر ماتریس به عنوان وزن ملاک مورد نظر در بردار ویژه منظور می گردد:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \qquad (۲)$$

$$\Rightarrow \begin{bmatrix} a_{11}/\sum_{i=1}^{n} a_{i1} & a_{12}/\sum_{i=1}^{n} a_{i2} & \dots & a_{1n}/\sum_{i=1}^{n} a_{in} \\ a_{21}/\sum_{i=1}^{n} a_{i1} & a_{22}/\sum_{i=1}^{n} a_{i2} & \dots & a_{2n}/\sum_{i=1}^{n} a_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1}/\sum_{i=1}^{n} a_{i1} & a_{n2}/\sum_{i=1}^{n} a_{i2} & \dots & a_{nn}/\sum_{i=1}^{n} a_{in} \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow \begin{bmatrix} \dfrac{\sum_{j=1}^{n} \left(a_{1j}/\sum_{i=1}^{n} a_{ij} \right)}{n} \\ \dfrac{\sum_{j=1}^{n} \left(a_{2j}/\sum_{i=1}^{n} a_{ij} \right)}{n} \\ \vdots \\ \dfrac{\sum_{j=1}^{n} \left(a_{nj}/\sum_{i=1}^{n} a_{ij} \right)}{n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}$$

مرحله چهارم: محاسبه ماتریسهاي ویژه

۱- محاسبه ماتریس ویژه[۱۱] ناموزون[۱۲]

با اجتماع بردارهای ویژه به دست آمده از مقایسات عناصردر یک ماتریس، ماتریس ویژه ناموزون به دست می‌آید. ماتریس$n \times n$ در قسمت ستونی سمت چپ خود و هم چنین در قسمت افقی فوقانی خود تمامی عناصر دسته‌های کنترلی و دسته جایگزین ها قرار می‌گیرد. ماتریس ویژه شامل بلوک های افقی تمامی دسته‌ها بر حسب ملاکهای کنترلی یا غیر کنترلی می‌باشد که به صورت ماتریس (۳) نمایش داده می‌شود. در این ماتریس هر ستون متشکل از اعضای چند دسته می باشد که در هر ستون عناصر دسته نشان دهنده بردار ویژه مقایسات زوجی آن دسته به نسبت ملاک کنترلی بالایی آن ستون می‌باشد.

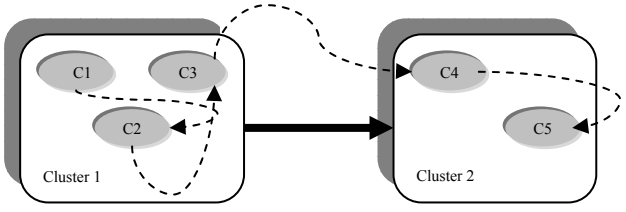
$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ w_{n1} & w_{n2} & \dots & w_{nn} \end{bmatrix} \qquad (۳)$$

۲- ماتریس ویژه موزون[۱۳]

بعد از این که ماتریس ویژه ناموزون به دست آمد در ماتریس به دست آمده ممکن است بعضی از ستون‌ها به صورت ستون‌های احتمالی نبوده یا به عبارت ساده تر حاصل جمع عناصر ستون ها برابر یک نباشد. در این حالت نمی‌توان گفت که تأثیر نهایی ملاک کنترلی مورد نظر بر تمامی عناصر به درستی نشان داده شده‌اند. برای جلوگیری از این حالت با استفاده از نتایج به دست آمده در قسمت مقایسه دسته‌ها عمل کرده که با ضرب مقادیر نرمال شده متناظر هر ملاک به نسبت تأثیر خود و نرمال سازی نهایی ستون ها ماتریس ویژه موزون به دست می‌آید.

۳- ماتریس ویژه محدود شده[۱۴]

در هنگام رسم شبکه‌ای از عناصر و دسته‌ها بعضی از تأثیرات به صورت مستقیم و وآشکارا بوده و به صورت مستقیم رسم می‌شوند. ولی بسیاری از تأثیرات پنهان، در شبکه ای از وابستگی ها وجود دارد که به خاطر عدم وجود ارتباط مستقیم رسم نمی گردند. اما از قابلیت های بسیار مهم یک روش تحلیل شبکه‌ای این است که از این تأثیرات شبکه‌ای چشم پوشی نمی نماید. همان طور که قبلا نیز ذکر شده است بعضی از تأثیر گذاری‌ها یا تأثیر پذیری‌ها در شبکه‌ای از عناصر و ملاک ها به صورت مستقیم نبوده و به دو حالت نمودار درختی از تأثیرات و نمودار حلقه‌ای از تأثیرات نمایان می شوند. به عنوان مثال یک شاخه از نمودار تأثیرگذاری به صورت شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱: تأثیرات غیر مستقیم عناصر.

تأثیر C1 بر C5 را نمی‌توان نادیده گرفت. از طرفی دیگر در یک نمودار ارتباطی حلقه‌ای این ارتباطات به صورت مکرر می‌باشند. لذا بایستی بر روی ماتریس ویژه موزون تغییراتی داد تا بتوان همه این تأثیرات را آشکار ساخت و به عبارت دیگر تعدیل نمود. زمانی که یک ارتباط مستقیم بین دو ملاک به نسبت یک ملاک کنترلی وجود دارد آنگاه این تأثیر مستقیماً در ماتریس ویژه موزون ارائه می‌شود. ولی در حالتی که ملاک a مستقیماً b را تحت تأثیر قرار می‌دهد و b نیز به نوبه خود ملاک c را تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ تأثیر a به c در ماتریس ویژه موزون موجود نیست برای به دست آوردن یک چنین تأثیر غیر مستقیمی با واسطه‌گری یک ملاک کافی است ماتریس ویژه موزون را به توان دوم برسانیم. در حالتی که دو ملاک به واسطه دو ملاک دیگر به یک دیگر متصل شده باشند برای به دست آوردن این تأثیر سه مرتبه‌ای کافی است ماتریس ویژه موزون را به توان سه برسانیم و به همین ترتیب برای مراتب بالاتر ارتباطات غیر مستقیم توان های بالاتری از ماتریس ویژه موزون لازم می باشد. لذا در این حالت دنباله ای از توان های ماتریس ویژه موزون را خواهیم داشت که هر یک مبین اوزان درجه ای از ارتباطات بین ملاک ها خواهند بود. مسلم است که هر چه ماتریس ویژه موزون را به توان بزرگ تری برسانیم اختلاف بین عناصر ستون ها کم تر می‌شود. در این قسمت تصمیم‌گیرنده است که تعیین می‌کند چه توانی کفایت می‌کند. از آن جا که در نهایت برای تصمیم‌گیرنده وزن های متعلق به جای گزین‌ها لازم است پس مرتبه‌ای از توان که در آن بتوان وزن های متعلق به جای گزین‌ها را مرتب کرد، کفایت خواهد کرد.

مرحله پنجم: انتخاب

بعد از این که ماتریس ویژه محدود شده به دست آمد بر اساس وزن‌های به دست آمده در سطرهای جای گزین ها آن را مرتب کرده و جای گزینی که بیشترین وزن را کسب کرده به عنوان جای گزین مطلوب انتخاب می‌شود.

روش تحلیل شبکه اي فازي

لازمه استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای داشتن شناخت کافی از هدف تصمیم‌گیری و محیط تصمیم و تمامی عناصر تصمیم‌گیری توسط تصمیم‌گیرنده می باشد. این شناخت از آن جا لازم است که تصمیم‌گیرنده بتواند همه ملاک های مؤثر در تصمیم را تعیین کرده و نیز تأثیر آنها بر یک دیگر را مشخص نماید و بتواند واقعی ترین حالتی از شبکه را رسم نماید. و مقایسات زوجی بایستی اولویت واقعی عناصر نسبت به یک دیگر را نشان دهند. اما از آن جا که همیشه این شناخت کافی از سیستم موجود نمی باشد و تصمیم‌گیرنده نمی‌تواند در حالت کلی با اطمینان کامل در مقایسات زوجی قضاوت نماید، لذا برای رفع این مشکل مدل تحلیل شبکه‌ای توسعه داده می‌شود. یک راه حل طبیعی برای انجام مقایسات در حالت های عدم قطعیت استفاده از مقایسات فاصله ای یا فازی است که حالت‌های ابهام در مقایسه را مدل‌سازی می نماید. اعداد فازی رویکردی نوین به تئوری مجموعه‌ها است که اولین بار توسط پروفسور لطفی زاده ارائه شده و قادر است در حالت هایی که برای بیان موضوع خاصی قطعیت وجود ندارد آن را با استفاده از مجموعه ای پیوسته و محدود از اعداد بیان کند. هنگام مقایسه دو ملاک برای بیان مقدار غیر دقیق a_{ij} می توان از دو مقدار به عنوان مقادر کمینه و بیشینه ممکن به صورت فازی استفاده کرد، که به شکل زوج مرتب (l_{ij}, u_{ij}) نشان داده می شود. در این مرحله نمی توان از روشی که ساعتی برای استخراج وزن های اولویت ارائه کرده، برای استخراج وزن ها استفاده نمود برای حل این مشکل مدل خطی بهینه سازی ریاضی ارائه داده می شود که بتواند بهترین اوزان را از جواب های فازی استخراج نماید. لذا مدل تحلیل شبکه توسعه داده می‌شود تا بتواند به صورت جامع حالت های غیر دقیق قضاوت ها را نیز مدل سازی کند. از آن جا که تمامی مراحل روش تحلیل شبکه ای فازی به جز مرحله انجام مقایسات زوجی و استخراج بردار های ویژه، مشابه مراحل روش تحلیل شبکه‌ای می‌باشد لذا در این مرحله تنها به تشریح مرحله استخراج بردارهای ویژه از ماتریس های فازی می‌پردازیم.

روش به دست آوردن بردارهاي ويژه از ماتريس هاي فازي

همان طور که قبلا توضیح داده شد برای حالات غیر قطعی مقایسه زوج مرتب هایی از حالات حداکثر و حداقل ممکن مقایسه تشکیل می شود. لذا ماتریس مقایسات در هر حالت چه برای مقایسه دسته ها و چه

برای مقایسه ملاک ها به صورت ماتریس(۴) خواهد بود.

$$\begin{bmatrix} 1 & (l_{12},u_{12}) & \dots & (l_{1n},u_{1n}) \\ (l_{21},u_{21}) & 1 & \dots & (l_{2n},u_{2n}) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ (l_{n1},u_{n1}) & (l_{n2},u_{n2}) & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (۴)$$

بدیهی است که در این ماتریس رابطه

$$(l_{ij},u_{ij}) = (\frac{1}{u_{ij}},\frac{1}{l_{ij}}) \quad (۵)$$

برقرار می‌باشد. اگر

$$W = (w_1 \quad w_2 \quad \dots \quad w_n)^T \quad (۶)$$

بردار ویژه ماتریس فوق باشد بایستی شرط های زیر را تأمین کند:

$$1.\ w_1 + w_2 + \cdots + w_n = 1 \quad (۷)$$

$$\& \quad \forall\, i,j \ s.t\ i \in \{1,2,3,\dots,n-1\}\ ,$$

$$2.\quad j \in \{2,3,4,\dots,n\} \ \Rightarrow\ l_{ij} \le \frac{w_i}{w_j} \le u_{ij} \quad (۸)$$

$$\&$$

$$3.\ \forall\ i \in \{1,2,3,\dots,n\} \quad w_i > 0 \quad (۹)$$

لذا بایستی بردار w چنان تعیین شود که علاوه بر تأمین شروط بالا به بهترین شکل ممکن تصمیم‌گیرنده را راضی نماید. یک مجموعه نرمال فازی $\widetilde{N}$ به صورت یک مجموعه ای از اعداد فازی مثلثی می باشد و توسط سه مقدار معلوم $a \le b \le c$ مشخش می شود و یک تابع عضویت به صورت دقیق برای هر مقدار در این بازه تعریف می شود. این تابع عضویت دارای مشخصه‌های زیر است:

۱. تابعی پیوسته است از مجموعه اعداد حقیقی $\Re$ به بازه بسته [0,1].

۲. تابع چند ضابطه ای مقابل برقرار است:

$$\mu_{\widetilde{N}}(x) = \begin{cases} \dfrac{c-x}{c-b} & b \le x \le c \\ \dfrac{x-a}{b-a} & a \le x < b \\ 0 & other \end{cases} \quad (۱۰)$$

از تابع تعریف شده معلوم است که یکی از شروط اساسی اعداد فازی به صورت زیر برقرار است:

$$\int_{-\infty}^{\infty} \mu_{\widetilde{N}}(x)dx = 1 \quad (۱۱)$$

در این نوع از اعداد فازی مقدار b محتمل ترین مقدار برای این عدد فازی و مقادیر a و c دارای کمترین شانس انتخاب می باشند. توجه شود که مقدار تابع عضویت که در این عدد فازی به آنها نسبت داده می‌شود به معنای احتمال انتخاب آن ها نمی باشد. با توجه به این ویژگی های عدد فازی با فرض بر این که مقادیر واقعی w_i ها مقادیری منحصر به فرد هستند لذا بهترین الگوی عدد فازی برای نشان دادن وزن های ملاک ها همین الگوی مثلثی تشریح شده می‌باشد. بر اساس ویژگی یک عدد فازی مثلثی محتمل‌ترین مقدار برای انتخاب مقدار b است. مقدار b الزاماً مقدار میانگین a,c نبوده و تنها شرط a<b<c برقرار می باشد. ولی در حالت های طبیعی و معمولا b مقدار میانگین a ,c بوده و یا مقداری بسیار نزدیک به آن است. با توجه به این مقدار قضاوت های فاصله ای که به صورت (l_{ij},u_{ij}) است با فرض این که این مقادیر آستانه مقادیر بیشینه و کمینه فازی باشند لذا بهترین حالت برای نسبت w_i / w_j زمانی است که کمترین فاصله را با $\frac{l_{ij}+u_{ij}}{2}$ داشته باشد. با این نگاه فرآیند استخراج وزن های ملاک ها را از قضاوت های فاصله ای یا فازی توسعه داده می‌شود.

فرض کنیم :

$$\varphi_{ij} = \frac{w_i}{w_j} \quad , \quad m_{ij} = \frac{l_{ij}+u_{ij}}{2} \quad (۱۲)$$

تابع عضویت φ_{ij} در مجموعه (l_{ij},u_{ij}) به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$M(\varphi_{ij}) = \begin{cases} \dfrac{\varphi_{ij}-m_{ij}}{u_{ij}-m_{ij}} & ;\ \varphi_{ij} > m_{ij} \\ \dfrac{m_{ij}-\varphi_{ij}}{m_{ij}-l_{ij}} & ;\ \varphi_{ij} \le m_{ij} \\ 0 & ;\ \varphi_{ij} > u_{ij} \text{ or } \varphi_{ij} < l_{ij} \end{cases} \quad (۱۳)$$

باید توجه شود که این تابع عضویت بر عکس تابع عضویت مثلثی عمل می نماید و یا به بیان دیگر یک تابع مثلثی با قاعده به بالا می‌باشد. بر اساس این تابع عضویت

محتمل‌ترین هدف انتخابی در نقاط ابتدایی و انتهایی اتفاق می‌افتد. این تابع شاخص میـزان فاصـله نسـبت w_i/w_j از مقدار میانگین m_{ij} می باشد. بر ایـن اسـاس نتیجـه زیـر حاصل می شود:

بردار وزنی ملاک های مورد نظر

$$W = (w_1 \quad w_2 \quad \dots \quad w_n)^T \qquad (۱۴)$$

زمانی نشان گر بهترین قضـاوت خواهـد بـود کـه در کنـار تأمین شرایط زیر:

$$w_1 + w_2 + \cdots + w_n = 1$$

و

$$\forall\ i, j\ \ s.t\ i \in \{1,2,3,\dots,n-1\}\ ,$$

$$j \in \{2,3,4,\dots,n\}\ \Rightarrow\ l_{ij} \le \frac{w_i}{w_j} \le u_{ij}$$

$$\forall\ i \in \{1,2,3,\dots,n\}\quad w_i > 0$$

(۱۵)

حاصل جمع زیر را نیز کمینه کند:

$$\sum_{i<j} M(\varphi_{ij})\ ;$$

$$i \in \{1,2,3,\dots,n-1\}\ ,j \in \{2,3,4,\dots,n\} \qquad (۱۶)$$

لذا تابع حداقل سازی زیر را خواهیم داشت:

$$Min\ \ \sum_{i<j} M(\varphi_{ij}) \qquad (۱۷)$$

s.t

$$-w_i + l_{ij} w_j \le 0\ \ ;\quad i \in \{1,2,3,\dots,n-1\}\ ,j \in \{2,3,4,\dots,n\}$$

$$w_i - u_{ij} w_j \le 0\ \ ;\quad i \in \{1,2,3,\dots,n-1\}\ ,j \in \{2,3,4,\dots,n\}$$

$$w_1 + w_2 + \cdots + w_n = 1$$

$$w_i > 0 \qquad ;\ \forall i \in \{1,2,3,\dots,n\}$$

(۱۸)

چنان چه این حداقل سـازی جـواب شـدنی نداشـته باشد نشان گر ناسازگار بودن قضاوت‌ها می‌باشد و نیـاز بـه تجدیدنظر در قضاوت ها می باشد. مسئله مـورد توجـه در این مدل سازی این است که از آن جا که تابع عضـویت M بـه صـورت چنـد ضـابطه ای تعریـف شـده اسـت لـذا در عمـل حـداقل سـازی آن در حالـت کلـی بـا اسـتفاده از الگوریتم‌های بهینه سازی ریاضی، مشکل سـاز مـی باشـد. نکته مهم در این کمینه سازی این اسـت کـه بایـد فاصـله φ_{ij} ها را با m_{ij} ها کمینه ساخته ضـمن ایـن کـه سـایر شروط مذکور برقرار باشد. بر این اساس می‌تـوانیم بـا ایـن دیدگاه تابع M را توسعه داده تا هدف مذکور تأمین گردد. از آن جا که در این مرحله کمینـه سـازی مقـادیر، هـدف می باشد لذا کمینه سازی این مقـادیر در درجـه دوم نیـز می‌تواند حالت بهینه را تأمین نماید. بر ایـن اسـاس مـدل کمینه‌سازی به صورت زیر توسعه داده می‌شود:

$$Min \sum_{i<j} \left(\frac{\varphi_{ij} - m_{ij}}{\left(\frac{u_{ij} - l_{ij}}{2}\right)}\right)^2 \qquad (۱۹)$$

s.t

$$-w_i + l_{ij} w_j \le 0\ \ ;\quad i \in \{1,2,3,\dots,n-1\}\ ,j \in \{2,3,4,\dots,n\}$$

$$w_i - u_{ij} w_j \le 0\ \ ;\quad i \in \{1,2,3,\dots,n-1\}\ ,j \in \{2,3,4,\dots,n\}$$

$$w_1 + w_2 + \cdots + w_n = 1$$

$$w_i > 0 \qquad ;\ \forall i \in \{1,2,3,\dots,n\}$$

(۲۰)

همان طور که مشخص است قید سوم تـابع عضـویت M وارد مدل بالا نشده که این بدان علت اسـت کـه مـدل سـازی بـالا بتوانـد محـدوده کـل اعـداد حقیقـی را بـرای جستجو در نظر بگیرد. ذات مدل چنان است که به خـاطر قیود اول و دوم ایـن خـروج از محـدوده در حالـت شـدنی اتفاق نمی افتد و در واقع قیـود اول و دوم ایـن مـدل ایـن نیاز را رفع خواهد نمود. در نهایت با به دست آوردن مقادیر بهینه این مدل غیر خطی بردار ویژه ماتریس فازی اولیه به دست می‌آید که می توان از آن در بقیه مراحل روش ANP استفاده کرد.

مثال عددي

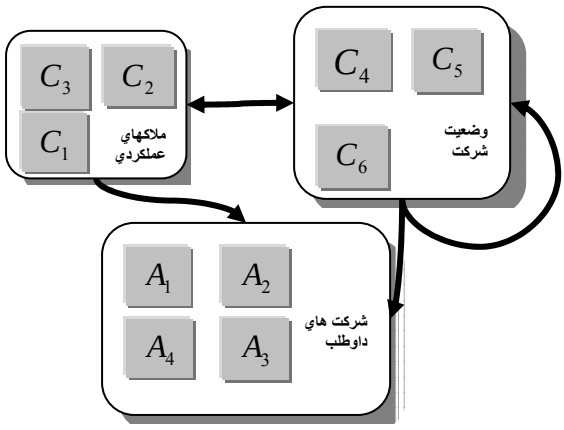
فرض بر ایـن اسـت کـه سـازمانی پـروژه سـاخت ساختمان دوم خود را می خواهد برون‌سپاری کنـد. چهـار منبع بیرونی به عنوان شرکت‌های ساختمان سـازی اعـلام آمادگی کرده اند. از این رو سازمان برای بررسی و ارزیـابی منابع بیرونی از ملاک های زیر استفاده می‌کند:

- قیمت پیشنهادی ..... C_1
- کیفیت انجام پروژه ..... C_2
- زمان تحویل پروژه ..... C_3
- رتبه شرکت ..... C_4
- سابقه اجرایی ..... C_5
- وضعیت اقتصادی شرکت ..... C_6

در مرحله بعد برای اجرای مدل تحلیل شبکه بایستی ملاک‌ها دسته‌بندی شوند. با توجه به ملاک‌ها دو دسته پیشنهاد شده است: دسته شاخص وضعیت شرکت و دسته ملاک‌های کارکردی. با توجه نوع ملاک ها وابستگی های زیر بین آنها وجود دارد:

- ملاک های قیمت، کیفیت و زمان تحویل وابستگی مستقیم به ملاک وضعیت اقتصادی دارد.
- ملاک های کیفیت و زمان تحویل به طور مستقیم متأثر از ملاک سابقه می باشد.
- رتبه شرکت بر هر سه ملاک قیمت، کیفیت و زمان تحویل و نیز به ملاک وضعیت اقتصادی تأثیر مستقیم دارد.
- وضعیت اقتصادی نیز وابسته به قیمت ارائه شده می‌باشد.
- رتبه شرکت و وضعیت اقتصادی شرکت تحت تأثیر کیفیت اجرای پروژه ها توسط شرکت می‌باشد.

لذا با توجه به این ارتباطات شبکه ارزیابی منابع بیرونی به صورت شکل(۲) می‌باشد.



شکل ۲: شبکه به دست آمده براي انتخاب منبع.

با توجه به شبکه بایستی مقایسات زیر انجام شود:

به نسبت دسته وضعیت شرکت با توجه به روش تشریح شده در مدل تحلیل شبکه بایستی سه مقایسه به ترتیب برای دسته منابع و دسته عمل کرد، دسته منابع و دسته وضعیت شرکت، دسته عمل کرد و دسته وضعیت شرکت ، انجام شود. به نسبت دسته وضعیت شرکت بایستی یک مقایسه برای دسته جای گزین ها و دسته وضعیت شرکت انجام گیرد. تمامی عناصر دسته منابع داوطلب نسبت به همه ملاک ها مقایسه می گردد. نسبت به ملاک کیفیت ملاک های رتبه شرکت و وضعیت اقتصادی شرکت مقایسه می‌شود. نسبت به ملاک رتبه شرکت تمامی عناصر دسته عملکرد مقایسه می گردد. نسبت به ملاک سابقه، ملاک‌های کیفیت و زمان تحویل مقایسه می‌شود. نسبت به ملاک وضعیت اقتصادی تمامی عناصر دسته عملکرد مقایسه می گردد. ماتریس مقایسه دسته‌های جای گزین‌ها و وضعیت شرکت نسبت به دسته عملکرد غیر فازی بوده و به صورت زیر حاصل شده است:

عملکرد	جایگزین ها	وضعیت
جاي گزين ها	1	$\frac{1}{8}$
وضعيت	8	1

ماتریس دوم مقایسه دسته‌ها به نسبت دسته وضعیت، به صورت فازی حاصل شده است:

وضعيت	جايگزين ها	عملكرد	وضعيت
جاي گزين ها	1	$(\frac{1}{4},\frac{1}{2})$	$(\frac{1}{3},1)$
عملكرد	(2,4)	1	(1,2)
وضعيت	(1,3)	$(\frac{1}{2},1)$	1

با توجه به ماتریس فازی فوق بر اساس روش مذکور برای استخراج بردار ویژه، مدل ریاضی زیر به دست می‌آید:

$$\min \frac{64w_1^2}{w_2^2} - \frac{48w_1}{w_2} + \frac{9w_1^2}{w_3^2} + \frac{4w_2^2}{w_3^2} - \frac{12w_1}{w_3} - \frac{12w_2}{w_3} + 22$$

$$s.t$$

$$-w_1 + \frac{1}{4}w_2 \le 0$$
$$w_1 - \frac{1}{2}w_2 \le 0$$
$$-w_1 + \frac{1}{3}w_3 \le 0$$
$$w_1 - w_3 \le 0$$
$$-w_2 + w_3 \le 0$$
$$w_2 - 2w_3 \le 0$$
$$w_1 + w_2 + w_3 = 1$$
$$w_1, w_2, w_3 > 0$$

(۲۱)

در انتهای مرحله مقایسه دسته‌ها ماتریس مقایسه به صورت زیر به دست آمده است:

	جایگزین ها	عملکرد	وضعیت
جایگزین ها	0.0	0.1111	0.1910
عملکرد	0.0	0.0	0.4925
وضعیت	0.0	0.8888	0.316

در این مرحله به مقایسه عناصر یا ملاک ها می‌پردازیم.

با توجه به ارائه پیشنهاد و اطلاعات اولیه از منابع، اطلاعات به صورت جدول (۱) حاصل شده است. با توجه به جداول فوق ماتریس‌های مقایسات منابع داوطلب به نسبت ملاک ها به دست می‌آید که در ادامه بعضی از آنها ارائه می‌شوند.

به عنوان مثال مقایسه دسته منابع داوطلب نسبت به ملاک قیمت به صورت زیر به دست می‌آید:

	A1	A2	A3	A4
A1	1.00000	0.97475	0.98922	0.98561
A2	1.02590	1.00000	1.01480	1.01110
A3	1.01090	0.98542	1.00000	0.99960
A4	1.01460	0.98902	1.00040	1.00000

قسمت مقایسه ملاک ها نسبت به هم با حالت‌های مقایسه فازی مواجه شده است. ماتریس مقایسه ملاک های دسته عمل کرد نسبت به ملاک رتبه شرکت به صورت زیر حاصل شده است:

رتبه شرکت	C_1	C_2	C_3
C_1	1	(2,4)	(4,6)
C_2	$(\frac{1}{4},\frac{1}{2})$	1	(2,3)
C_3	$(\frac{1}{6},\frac{1}{4})$	$(\frac{1}{3},\frac{1}{2})$	1

بر اساس این ماتریس مدل غیر خطی زیر برای به دست آوردن اوزان حل می گردد:

$$Min\ \frac{w_1^2}{w_2^2}-\frac{6w_1}{w_2}+\frac{w_1^2}{w_3^2}+\frac{4w_2^2}{w_3^2}-\frac{10w_1}{w_3}-\frac{20w_2}{w_3}+59$$

$$s.t$$

$$-w_1+2w_2\le 0$$
$$w_1-4w_2\le 0$$
$$-w_1+4w_3\le 0$$
$$w_1-6w_3\le 0$$
$$-w_2+2w_3\le 0$$
$$w_2-3w_3\le 0$$
$$w_1+w_2+w_3=1$$
$$w_1,w_2,w_3>0$$

(۲۲)

با حل این مدل غیر خطی بردار ویژه اولویت ماتریس مقایسه ملاک های دسته عملکرد نسبت به ملاک رتبه شرکت به دست می‌آید. و در نهایت با اجتماع اوزان بدست آمده در کلیه ماتریس‌های مقایسه که برحسب نوع ارتباطات به دست می‌آیند؛ ماتریس ناموزون با توجه به روش ارائه شده در منطق روش ANP ، در جدول (۲) نشان داده شده است. برای محاسبه ماتریس ویژه موزون با استفاده از روش ارائه شده در منطق ANP، وزن های ماتریس مقایسه دسته ها که در قسمت قبل به دست آمده است در بلوک های مرتبط ماتریس ویژه ناموزون، ضرب می گردد. ماتریس ویژه موزون در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول ۱: اطلاعات اولیه از منابع.

منابع داوطلب	قیمت میلیون ریال	کیفیت	زمان تحویل بر حسب ماه	رتبه شرکت	سابقه (سال)	وضعیت اقتصادی
شرکت اول A_1	556	5	9	1	12	5
شرکت دوم A_2	542	6	10	3	6	3
شرکت سوم A_3	550	5	10	2	5	4
شرکت چهارم A_4	548	4	9	3	8	4

جدول ۲: ماتریس ویژه ناموزون.

	A1	A2	A3	A4	C1	C2	C3	C4	C5	C6
A1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.24683	0.25000	0.26316	0.11111	0.38710	0.31250
A2	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.25321	0.30000	0.23684	0.33334	0.19355	0.18750
A3	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.24972	0.25000	0.23684	0.22222	0.16129	0.25000
A4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.25023	0.20000	0.26316	0.33333	0.25806	0.25000
C1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.59130	0.00000	0.24696
C2	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.25888	0.33333	0.12763
C3	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.14983	0.66667	0.62541
C4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.27273	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
C5	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
C6	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	0.72727	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000

جدول ۳: ماتریس ویژه موزون.

	A1	A2	A3	A4	C1	C2	C3	C4	C5	C6
A1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.02743	0.02778	0.26316	0.02123	0.10820	0.08735
A2	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.02814	0.03333	0.23684	0.06370	0.05410	0.05241
A3	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.02775	0.02778	0.23684	0.04247	0.04509	0.06988
A4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.02780	0.02222	0.26316	0.06370	0.07214	0.06988
C1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.29124	0.00000	0.17793
C2	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.12751	0.24016	0.09195
C3	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.07380	0.48032	0.45059
C4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.24242	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
C5	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
C6	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.88889	0.64646	0.00000	0.31636	0.00000	0.00000

جدول ۴: ماتریس ویژه محدود شده.

	A1	A2	A3	A4	C1	C2	C3	C4	C5	C6
A1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.13143	0.13143	0.00000	0.13143	0.13143	0.13143
A2	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.11097	0.11097	0.00000	0.11097	0.11097	0.11097
A3	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.11646	0.11646	0.00000	0.11646	0.11646	0.11646
A4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.12585	0.12585	0.00000	0.12585	0.12585	0.12585
C1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.07957	0.07957	0.00000	0.07957	0.07957	0.07957
C2	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.04027	0.04027	0.00000	0.04027	0.04027	0.04027
C3	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.17709	0.17709	0.00000	0.17709	0.17709	0.17709
C4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01895	0.01895	0.00000	0.01895	0.01895	0.01895
C5	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
C6	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.19941	0.19941	0.00000	0.19941	0.19941	0.19941

برای محاسبه ماتریس ویژه محدود شده مطابق روشی که تشریح گردید باید ماتریس ویژه موزون را به دفعات در هم ضرب نموده تا به سطحی از ثبات برسد. با این روش ماتریس ویژه محدود شده به صورت جدول (۴) به دست آمده است.

با توجه به اوزان به دست آمده منابع داوطلب به صورت زیر رتبه بندی می شوند:

$$A1 > A4 > A3 > A2 \qquad (۲۳)$$

نتیجه گیری

با افزایش تمایلات به سمت ایجاد شراکت استراتژیک و رابطه همکاری سازمان ها با تعداد کمتر ولی بهتری از سرویس‌دهندگان، ارزیابی سرویس‌دهندگان و انتخاب آن ها تبدیل به موضوع بسیار مهمی از حوزه مدیریت زنجیره تأمین شده است. به ویژه جستجوی تأمین کنندگان و سرویس دهندگان بهتر برای شراکت استراتژیک، کنترل کارایی آنها در طول زمان سرویس‌دهی به طور پیوسته و مساعدت با این شرکت ها برای توسعه کارایی‌های فعالیت های مرتبط برای انجام موفق یک برون‌سپاری کاملاً ضروری می باشد. در این مقاله تکنیک فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) برای انتخاب تأمین‌کننده ارائه شده و برای پوشش حالات مبهم تصمیم‌گیری به وسیله تئوری مجموعه‌های فازی یک مدل بهینه‌سازی غیر خطی جهت استخراج مقادیر ویژه از ماتریس های قضاوت های فازی که برای اولین بار توسط مولفین ارائه شده است. این مدل فازی قادر است تمامی مراحل

تصمیم‌گیری برای انتخاب تأمین کننـده را پوشـش دهـد. نتیجه محاسبات برای مثال عددی ارائه شده در فصل قبل نشان داده است که ایـن مـدل قـادر مـی باشـد عـلاوه بـر استخراج رتبه‌های جای گزین‌هـا، وزن نهـایی هـر یـک از ملاک های وارد شده در تصمیم گیـری را بـه دسـت آورد. این وزن‌ها گویای اهمیت واقعی هـر یـک از مـلاک‌هـا بـه نسبت هدف انتخاب تأمین‌کننده می‌باشد. لذا با توجـه بـه ویژگی‌های این مدل می‌توان کلیه تأثیرات متقابـل عناصـر تصمیم‌گیری را وارد محاسبات نمـوده و فرآینـد تصـمیم-گیری را به بهترین نحو ممکن انجام داد.

مراجع

1 - Saaty T. (1999). “Fundamentals of the analytical network process”, *Proceedings of ISHP 1999*, Kobe, Japan, 12-14 August, PP. 48-63.

2 - Weber C. and Desai, A. (1996). “Determination of paths to vendor market efficiency using parallel coordinates representation: a negotiation tool for buyers.” *European Journal of Operational Research,* Vol., 90, No. 1, PP. 142–155.

3 - Xiao L., Chengen W., Xiaochuan L. and Dingwei W. (2005). “A Model and Algorithm for Out-sourcing Planing.” *International Confrance on E-business Engineering,* PP. 195- 198.

4 - Zimmermann, H. (1987). “Fuzzy programming and linear programming with several objective function.” *Fuzzy Sets and System*, Vol. 1, PP. 45–55.

5 - S. Hasanzadeh and J. Razmi, (2009). "An integrated fuzzy model for supplier management: A case study of ISP selection and evaluation", Expert systems with applications, Vol. 39, No. 4, pp. 8639-8648.

6 - Faezeh F., Ghodsipour S. and Ghazanfari M. (2006). “Introducing a DSS model for vendor selection using fuzzy logic concept.” *Journal of Faculty of Engineering*, Vol. 40, No. 4, PP. 569-583.

7 - Choy K., Lee L., Lau W. B. and Choy L. C. (2005). “A knowledge-based supplier intelligence retrieval system for outsource manufacturing.” *Knowledge- Based Systems Journal*, Vol. 18, PP. 1–17.

8 - J. Razmi, F. Jolai, and M. Shakhse-Niaee, (2007). "A Hybrid Supplier Selection Model using Genetic Algorithm", Iranian Journal of Trade Studies (IJTS), Vol. 43, No. 2, pp. 121-152.

9 - Razmi J., Rabbani M., Rezaie K. and Karbasian S. (2005). “Introducing a decision support system for suppliers evaluation, selection and planning.” *Journal of Faculty of Engineering,* Vol. 38, No. 5, PP. 693-708.

10 - Taslicali A. and ERCAN K. S. (2006). “The analytic hierarchy & the analytic network process in multy criteria decision making: a comparative study.” *Journal of Aeronautics and Space Technologies,* Vol. 2, No. 4, PP. 55-65.

واژه هاي انگليسي به ترتيب استفاده در متن

1 - Cesaro Sum
2 - Fuzzy Set Theory
3 - Data Envelopment Analysis
4 - Cluster Analysis
5 - Xiao & chengen
6 - Zimmermann
7 - Artificial Intelligence
8 - Case-Based Reasoning
9 - Feedback
10 - Eigenvector
11 - Supermatrix
12 - Unweighted
13 - Weighted
14 - Limited matrix