

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 می تواند تمامی حالات انتخاب تأمین کننده را حتی در حالات مبهم تصمیم گیری مدل سازی نموده و بهینه ترین نتیجه گیری را حاصل نماید.

:

از عوامل و رویه ها است که از جمله مسائل و دغدغه های فکری مدیران می باشد. افزایش تعداد شرکتهای عرضه کننده سرویس های بیرونی در سال های اخیر باعث شده است تا سازمان ها و شرکت های برون سپار 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. تصمیم گیران برون سپاری 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 تصمیم گیری هایی مواجه است که عوامل مختلفی در آن دخیل می باشند. این عوامل نیز به نوبه خود دارای حالات مختلف هستند و به صورت عوامل کاملاً مستقل و عوامل

سازمان ها و شرکت های زمان حاضر مدت زیادی است که به این مسئله و اهمیت آن پی برده اند که برای اینکه بتوانند در صحنه های رقابت جهانی دوام بیاورند و با چهره های 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 است 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 می توانند 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 سرویس دهنندگان و نوع الگوریتم انتخاب و بسیاری

به هم بسته نمایان شده‌اند. البته اکثر این تصمیم‌گیری‌ها با عوامل هم بسته مواجه شده است. در بسیاری از موارد نیز تخصیص مقادیر دقیق به این ملاک‌ها یا عوامل ممکن نبوده و با حالت-های غیر دقیق مواجه بوده لذا در کل این عوامل و گستردگی ملاک‌ها باعث گردیده است اکثر مدل‌های ارائه شده نتوانند فرآیند سیستم را به دقت مدل‌سازی نمایند. در این مقاله مدل‌های انتخاب تأمین‌کننده که تاکنون ارائه شده اند مورد بررسی قرار گرفته است. در نهایت مدل پیشنهادی بر پایه بحث ریاضی ماتریس‌ها و خواص دنباله سیسرو<sup>۱</sup> توسعه داده شده است (که اولین مرتبه توسط ساعتی ارائه گردیده است [۱])، به عنوان مدل پایه ای برای انتخاب تأمین‌کننده انتخاب و برای پوشش حالات غیر قطعی تصمیم‌گیری با استفاده از تئوری مجموعه‌های فازی<sup>۲</sup> توسعه داده شده است. در نهایت مدل ارائه شده با ارائه یک مثال عددی تعیین اعتبار گردیده است.

در بعضی از تحقیقات اولیه در مورد روش انتخاب تأمین‌کننده به ارائه الگوریتم صوری اکتفا شده است. ولی با گسترش برون‌سپاری در سازمان‌ها و پیدایش منابع داوطلب بیرونی بسیار زیاد این روش‌های صوری خیلی زود از اعتبار ساقط گردیده‌اند. با این حال روش‌های متنوعی در این باره تاکنون مطرح شده‌اند که در ادامه مهم‌ترین آن‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

روش‌های قیاسی ابزاری هستند که در بعضی از تحقیقات به عمل آمده برای انتخاب تأمین‌کننده استفاده شده است. روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA<sup>۳</sup>) و روش تحلیل خوشه‌ای (CA<sup>۴</sup>) از جمله این روش‌ها می‌باشند که عموماً در تعیین صلاحیت کلی داوطلبین سرویس دهی استفاده شده است. DEA یک روش معروف در تحلیل‌های بهره‌وری می‌باشد و ابزاری برای تحلیل چند معیاره است که عموماً برای تعیین ارتباط بین راندمان‌های مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری، به کار می‌رود. وبر و دزایی نشان داده‌اند که چگونه می‌توان از روش تحلیل پوششی داده‌ها برای تعیین تأمین‌کنندگان ناکارا استفاده کرد [۲]. مشکل عمده این روش‌ها در انتخاب بهترین گزینه است که این مورد از اهداف اصلی مسئله انتخاب تأمین‌کننده می‌باشد.

مدل‌های ریاضی که عمده‌ترین صورت این مدل-ها به صورت مدل‌های خطی وزن داده شده است، به منظور ایجاد تمایز بین ملاک‌ها به هر یک از آنها وزنی اختصاص داده می‌شود و یک تابع کلی به صورت حاصل جمع مضارب ملاک‌ها در اوزان آنها، شاخص نهایی رتبه داوطلب می‌باشد. بعضی از مدل‌های ریاضی از نوع بهینه‌سازی خطی ارائه شده‌اند که اساس آنها عمدتاً بر پایه کمینه کردن هزینه نهایی تولید و برون‌سپاری می‌باشد و با حل مدل بهینه‌سازی خطی بهترین حالت تولید و برون‌سپاری را در دوره‌های تولید به دست می‌آورد؛ زیرا او و همکاران<sup>۵</sup> در تحقیق خود [۳] به ارائه چنین مدلی پرداخته‌اند؛ در این مدل با یک دید فرآیندی مسئله برون‌سپاری در دوره‌های مختلف بررسی شده است و با حل یک مدل برنامه‌ریزی خطی به پیدا کردن بهینه‌ترین میزان خرید و برون‌سپاری در دوره‌های متوالی تولید می‌پردازند. زیمرمن<sup>۶</sup> در مقاله خود [۴] ترکیبی از روش برنامه‌ریزی خطی با برنامه‌ریزی فازی را ارائه کرده است؛ در مدل پیشنهادی وی برای جبران کسر متغیرهای کیفی که به صورت زبانی بیان می‌شوند از الگوهای متغیر فازی استفاده شده است. در کل می‌توان گفت که مدل‌های ریاضی که در ارزیابی تأمین‌کنندگان استفاده شده‌اند عمدتاً عبارتند از: برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط، برنامه‌ریزی آرمانی و چند هدفه و برنامه‌ریزی خطی درجه اول. در همین راستا حسن‌زاده و رزمی [۵] یک مدل نوآورانه فازی بر مبنای مفهوم GFD جهت انتخاب ISP ارائه داده‌اند. آنها چهار پارامتر سرعت دسترسی، پایداری سیستم، ایمنی و سرعت انتقال داده‌ها را در غالب صدای مشتری مورد تحلیل قرار داده‌اند. اخیراً بعضی از تکنیک‌های هوش مصنوعی<sup>۷</sup> نیز برای انتخاب سرویس‌دهنده بیرونی به کار رفته است. روش‌هایی مانند سیستم‌های خبره، استدلال مبتنی بر مورد<sup>۸</sup> و شبکه‌های عصبی برای انتخاب هوشمندانه تأمین‌کننده استفاده شده است. فائز و همکاران در تحقیق خود [۶] استفاده از روش CBR را برای انتخاب تأمین‌کننده توسعه داده‌اند؛ در این متدولوژی تصمیم‌گیری بر پایه تجربیات سازمان مبدأ از تأمین‌کنندگان قبلی توأم با ارزیابی تأمین‌کنندگان جدید با استفاده از روش TOPSIS، می‌باشد. هم چنین چویی نیز یک سیستم ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده را بر پایه دانش با استفاده از متدولوژی CBR

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 مقایسه‌های زوجی انجام گرفته در روش AHP است، می‌باشد. فرآیند تحلیل شبکه ای را می‌توان کامل ترین روش تصمیم‌گیری چند معیاره نامید که تاکنون ارائه شده است. اما مشکل اساسی که در این مدل وجود دارد قسمت انجام مقایسات زوجی می‌باشد، این مشکل که در روش AHP نیز وجود دارد از آن جهت است که یک تصمیم‌گیرنده همواره با حالت‌های دقیق نظر دهی مواجه نبوده و در بسیاری از تصمیم‌گیری‌های دنیای واقعی، تصمیم‌گیرندگان نمی‌توانند 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 مجموعه‌های فازی یکی از رویکردهای نوین برای مواجه با حالات غیر دقیق می‌باشد. با استفاده از این روش می‌توان 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 وزن‌های 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 می‌شود و سپس روش فازی شده ANP ارائه می‌گردد.

### ANP

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

در این مرحله همان طور که از عنوانش معلوم است ملاک‌هایی که در تصمیم‌گیری نهایی مؤثر می‌باشند تعیین می‌شوند. این ملاکها می‌تواند توسط مدیران ارشد و تصمیم‌گیران اصلی و یا کادر متخصص که بر کل سیستم آگاهی کافی دارند تعیین گردد.

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 مدل‌های پیشنهادی به صورت ترکیبی از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و الگوهای فازی و تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، می‌باشد. رزمی و همکاران یک روش یک پارچه ترکیبی از روش‌های تحلیل سلسله مراتبی و برنامه ریزی آرمانی ارائه داده‌اند که در آن ملاک‌های کیفی و کمی به نحوی مؤثر در مسئله انتخاب تأمین کننده وارد شده‌اند [۹]. مشکل اساسی که بر همه روش‌های 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 تصمیم‌گیری برای انتخاب تأمین کننده، می‌باشد. مدلی که در این مقاله ارائه می‌شود قادر است همه این روابط را شامل و همه وابستگی‌ها و بازخورهای موجود بین عنصر تصمیم‌گیری را وارد مدل نموده و تأثیر هر یک از این روابط را در نتیجه نهایی محاسبه نماید.

ساعتی در سال ۱۹۹۶ روشی را برای تصمیم‌گیری چند معیاره ارائه کرده است که این روش فرآیند تحلیل شبکه یا به اختصار ANP نامیده شده و هدف از ارائه آن ساختن مدلی می‌باشد که از طریق آن بتوان مسائل پیچیده تصمیم‌گیری 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 تصمیم‌گیری نهایی را انجام داد [۱]. روش ANP شکل توسعه یافته‌ای از روش AHP است که قادر است همبستگی‌ها و بازخور<sup>۹</sup>های موجود بین عناصر مؤثر در یک تصمیم‌گیری 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 مدل‌های قبلی مربوطه می‌باشد. در واقع می‌توان گفت که AHP شکل خاصی از روش ANP می‌باشد. روش ANP دارای دو قسمت اصلی است که این دو قسمت را در یک فرآیند ادغام می‌نماید. قسمت اول شامل دسته-هایی مرکب از ملاک‌های کنترلی و زیر ملاک‌ها و نیز دسته جای‌گزين

مقیاسات شامل دو قسمت اصلی است که به ترتیب

عبارتند از: مقیاسات دسته‌ها و مقیاسات عناصر دسته‌ها.

۱- **مقیاسات دسته‌ها:** مقایسه دسته‌ها برای به دست آوردن اثرات متقابل دسته‌ها یا اولویت آن‌ها 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 آن‌ها اختصاص دهیم. دلیل این وزن دهی آن است که در مرحله بعد در محاسبات به کار می‌رود. سؤالی که هنگام مقیاسات پرسیده می‌شود 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 تأثیرپذیری C از A.

۲- میزان تأثیرگذاری B بر A در مقابل میزان تأثیرگذاری 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.

$$A = \left[ \frac{a_{ij}}{\sum_j a_{ij}} \right] \quad (1)$$

۲- **مقایسه عناصر:** در این مرحله با در نظر گرفتن هر ملاک کنترلی عناصر متأثر 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 مقایسه‌های زوجی به دست آمد باید بردار ویژه<sup>۱۰</sup> 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 می‌گردد:

بعضی از ملاک‌های تعیین شده دارای جنبه کنترلی می‌باشند به طوری که در مرحله کنترل فرآیند برون‌سپاری، فرآیند کنترل با تحت نظر گرفتن چنین ملاک‌هایی صورت می‌پذیرد. در این مرحله از فرآیند چنین ملاک‌هایی مشخص شده و به هر یک دسته‌ای نسبت داده می‌شود.

**تعیین دسته‌ها:** سایر ملاک‌های به دست آمده را در درون مرتبط‌ترین دسته ملاک‌های کنترلی قرار می‌گیرند. در ادامه جای‌گزین‌ها را در کنار منابع خود سازمان در کنار یک دیگر قرار داده و تشکیل یک دسته جای‌گزین‌ها را می‌دهند.

**تعیین اتصالات همبستگی:** این مرحله مهمترین قسمت یک تصمیم‌گیری تحلیل شبکه‌ای را تشکیل می‌دهد. بعد از این که دسته‌های 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 دسته‌ها 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 گروه‌های دیگر مؤثر است را مشخص کرده و عنصر مبدأ را به آن عناصر متصل کنیم. که این اتصال توسط کمائی نشان داده می‌شود که از دسته مبدأ به دسته هدف کشیده می‌شود 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 دسته‌ها نشان داده نمی‌شوند و وجود یک اتصال از یک عنصر به عنصر دیگری کافی است که بردار اتصال بین دسته‌های آنها رسم شود حال آن که این اتصال می‌تواند به صورت حلقه بازگشتی به خود آن دسته باشد.

:

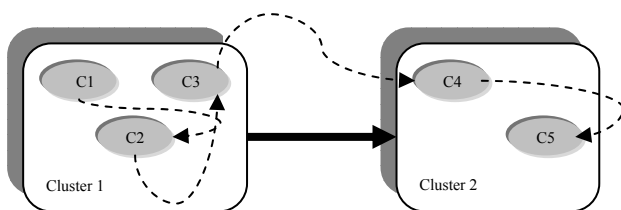
مقیاساتی که در این مرحله انجام می‌شود بر اساس همان قالب تصمیم‌گیری ۹ واحد ساعتی [۱] است. در این روش به ترتیب برای ارزش‌های اهمیت یکسان، نسبتاً مرجح، اهمیت شدید، اهمیت فوق‌العاده زیاد، مقادیر عددی ۱ تا ۹ داده می‌شود.

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ w_{n1} & w_{n2} & \dots & w_{nn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

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

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 ستون‌ها 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 ستون‌ها ماتریس ویژه موزون به دست می‌آید.

در هنگام رسم شبکه‌ای از عناصر و دسته‌ها بعضی از تأثیرات به صورت مستقیم و آشکارا بوده و به صورت مستقیم رسم می‌شوند. ولی بسیاری از تأثیرات پنهان، در شبکه‌ای از وابستگی‌ها وجود دارد که به خاطر عدم وجود ارتباط مستقیم رسم نمی‌گردند. اما از قابلیت‌های بسیار مهم یک روش تحلیل شبکه‌ای این است که از این تأثیرات شبکه‌ای چشم پوشی نمی‌نماید. همان طور که قبلاً نیز ذکر شده است بعضی از تأثیر گذاری‌ها یا تأثیر پذیری‌ها در شبکه‌ای از عناصر و ملاک‌ها به صورت مستقیم نبوده و به دو حالت نمودار درختی از تأثیرات و نمودار حلقه‌ای از تأثیرات نمایان می‌شوند. به عنوان مثال یک شاخه از نمودار تأثیرگذاری به صورت شکل (۱) نشان داده شده است.



$$\Rightarrow \begin{bmatrix} \frac{a_{11}}{\sum_{i=1}^n a_{i1}} & \frac{a_{12}}{\sum_{i=1}^n a_{i2}} & \dots & \frac{a_{1n}}{\sum_{i=1}^n a_{in}} \\ \frac{a_{21}}{\sum_{i=1}^n a_{i1}} & \frac{a_{22}}{\sum_{i=1}^n a_{i2}} & \dots & \frac{a_{2n}}{\sum_{i=1}^n a_{in}} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{a_{n1}}{\sum_{i=1}^n a_{i1}} & \frac{a_{n2}}{\sum_{i=1}^n a_{i2}} & \dots & \frac{a_{nn}}{\sum_{i=1}^n a_{in}} \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} \frac{\sum_{j=1}^n (a_{1j} / \sum_{i=1}^n a_{ij})}{n} \\ \frac{\sum_{j=1}^n (a_{2j} / \sum_{i=1}^n a_{ij})}{n} \\ \vdots \\ \frac{\sum_{j=1}^n (a_{nj} / \sum_{i=1}^n a_{ij})}{n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}$$

### ۱- محاسبه ماتریس ویژه ناموزون

با اجتماع بردارهای ویژه به دست آمده از مقایسات عناصر در 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 جایگزین‌ها قرار می‌گیرد. ماتریس ویژه شامل بلوک‌های 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 می‌باشد که در هر ستون عناصر دسته نشان دهنده بردار ویژه مقایسات زوجی آن دسته به نسبت ملاک کنترلی بالایی آن ستون می‌باشد.

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 توان‌های بالاتری از ماتریس ویژه موزون لازم می‌باشد. لذا در این حالت دنباله‌ای از توان‌های ماتریس ویژه موزون را خواهیم داشت که هر یک مبین اوزان درجه‌ای از ارتباطات بین ملاک‌ها خواهند بود. مسلم است که هر چه ماتریس ویژه موزون را به توان بزرگ‌تری برسانیم اختلاف بین عناصر ستون‌ها کم‌تر می‌شود. در این قسمت تصمیم‌گیرنده است که تعیین می‌کند چه توانی کفایت می‌کند. از آن جا که در نهایت برای تصمیم‌گیرنده وزن‌های متعلق به جای‌گزین‌ها لازم است پس مرتبه‌ای از توان که در آن بتوان وزن‌های متعلق به جای‌گزین‌ها را مرتب کرد، کفایت خواهد کرد.

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

لازمه استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای داشتن شناخت کافی از هدف تصمیم‌گیری و محیط تصمیم و تمامی عناصر تصمیم‌گیری توسط تصمیم‌گیرنده می‌باشد.

این شناخت از آن جا لازم است که تصمیم‌گیرنده بتواند همه ملاک‌های مؤثر در تصمیم را تعیین کرده و نیز تأثیر آنها بر یک دیگر را مشخص نماید و بتواند واقعی‌ترین 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 نمی‌باشد 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 حالت‌های عدم قطعیت استفاده از مقایسات فاصله‌ای یا فازی است که حالت‌های ابهام در مقایسه را مدل‌سازی می‌نماید. اعداد فازی رویکردی نوین به تئوری مجموعه‌ها است که اولین بار توسط پروفیسور لطفی زاده ارائه شده و قادر است در حالت‌هایی که برای بیان موضوع خاصی قطعیت وجود ندارد آن را با استفاده از مجموعه‌ای پیوسته و محدود از اعداد بیان کند. هنگام مقایسه دو ملاک برای بیان مقدار غیر دقیق  $a_{ij}$  می‌توان از دو مقدار به عنوان مقادیر کمینه و بیشینه ممکن به صورت فازی استفاده کرد، که به شکل زوج مرتب  $(l_{ij}, u_{ij})$  نشان داده می‌شود. در این مرحله نمی‌توان از روشی که ساعتی برای استخراج وزن‌های اولویت ارائه کرده، برای استخراج وزن‌ها استفاده نمود برای حل این مشکل مدل خطی بهینه‌سازی ریاضی ارائه داده می‌شود که بتواند بهترین اوزان را از جواب‌های فازی استخراج نماید. لذا مدل تحلیل شبکه توسعه داده می‌شود تا بتواند به صورت جامع حالت‌های غیر دقیق قضاوت‌ها را نیز مدل‌سازی کند. از آن جا که تمامی مراحل روش تحلیل شبکه‌ای فازی به جز مرحله انجام مقایسات زوجی و استخراج بردارهای ویژه، مشابه مراحل روش تحلیل شبکه‌ای می‌باشد لذا در این مرحله تنها به تشریح مرحله استخراج بردارهای ویژه از ماتریس‌های فازی می‌پردازیم.

همان طور که قبلاً توضیح داده شد برای حالات غیر قطعی مقایسه زوج مرتب‌هایی از حالات حداکثر و حداقل ممکن مقایسه تشکیل می‌شود. لذا ماتریس مقایسات در هر حالت چه برای مقایسه دسته‌ها و چه

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

$$\int_{-\infty}^{\infty} \mu_{\tilde{N}}(x) dx = 1 \quad (11)$$

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 می شود 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 می باشد. بر اساس ویژگی یک عدد فازی مثلثی محتمل ترین 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 معمولاً 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 می شود. فرض کنیم:

$$\varphi_{ij} = \frac{w_i}{w_j}, \quad m_{ij} = \frac{l_{ij} + u_{ij}}{2} \quad (12)$$

تابع عضویت  $\varphi_{ij}$  در مجموعه  $(l_{ij}, u_{ij})$  به صورت زیر تعریف می شود:

$$M(\varphi_{ij}) = \begin{cases} \frac{\varphi_{ij} - m_{ij}}{u_{ij} - m_{ij}} & ; \varphi_{ij} > m_{ij} \\ \frac{m_{ij} - \varphi_{ij}}{m_{ij} - l_{ij}} & ; \varphi_{ij} \leq m_{ij} \\ 0 & ; \varphi_{ij} > u_{ij} \text{ or } \varphi_{ij} < l_{ij} \end{cases} \quad (13)$$

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 می باشد. بر اساس این تابع عضویت

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

$$\begin{bmatrix} 1 & (l_{12}, u_{12}) & \dots & (l_{1n}, u_{1n}) \\ (l_{21}, u_{21}) & 1 & \dots & (l_{2n}, u_{2n}) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (l_{n1}, u_{n1}) & (l_{n2}, u_{n2}) & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

بدیهی است که در این ماتریس رابطه

$$(l_{ij}, u_{ij}) = \left( \frac{1}{u_{ij}}, \frac{1}{l_{ij}} \right) \quad (5)$$

برقرار می باشد. اگر

$$W = (w_1 \quad w_2 \quad \dots \quad w_n)^T \quad (6)$$

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

$$1. w_1 + w_2 + \dots + w_n = 1 \quad (7)$$

$$\& \quad \forall i, j \text{ st } i \in \{1, 2, 3, \dots, n-1\},$$

$$2. j \in \{2, 3, 4, \dots, n\} \Rightarrow l_{ij} \leq \frac{w_i}{w_j} \leq u_{ij} \quad (8)$$

$$\& \quad 3. \forall i \in \{1, 2, 3, \dots, n\} \quad w_i > 0 \quad (9)$$

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

۱. تابعی پیوسته است از مجموعه اعداد حقیقی  $\mathbb{R}$  به بازه بسته  $[0, 1]$ .

۲. تابع چند ضابطه ای مقابل برقرار است:

$$\mu_{\tilde{N}}(x) = \begin{cases} \frac{c-x}{c-b} & b \leq x \leq c \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x < b \\ 0 & \text{other} \end{cases} \quad (10)$$

شرط مذکور برقرار باشد. بر این اساس می‌توانیم با این دیدگاه تابع  $M$  را توسعه داده تا هدف مذکور تأمین گردد. از آن جا که در این مرحله کمینه سازی مقادیر، هدف می باشد لذا کمینه سازی این مقادیر در درجه دوم نیز می‌تواند حالت بهینه را تأمین نماید. بر این اساس مدل کمینه‌سازی به صورت زیر توسعه داده می‌شود:

$$\text{Min} \sum_{i < j} \left( \frac{\varphi_{ij} - m_{ij}}{\frac{u_{ij} - l_{ij}}{2}} \right)^2 \quad (19)$$

$$\begin{aligned} \text{s.t} \\ -w_i + l_{ij} w_j \leq 0 \quad ; \quad i \in \{1, 2, 3, \dots, n-1\}, j \in \{2, 3, 4, \dots, n\} \\ w_i - u_{ij} w_j \leq 0 \quad ; \quad i \in \{1, 2, 3, \dots, n-1\}, j \in \{2, 3, 4, \dots, n\} \\ \\ w_1 + w_2 + \dots + w_n = 1 \\ w_i > 0 \quad ; \quad \forall i \in \{1, 2, 3, \dots, n\} \end{aligned} \quad (20)$$

همان طور که مشخص است قید سوم تابع عضویت  $M$  وارد مدل بالا نشده که این بدان علت است که مدل سازی بالا بتواند محدوده کل اعداد حقیقی را برای جستجو در نظر بگیرد. ذات مدل چنان است که به خاطر قیود اول و دوم این خروج از محدوده در حالت شدنی اتفاق نمی‌افتد و در واقع قیود اول و دوم این مدل این 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 می‌توان از آن در بقیه مراحل روش ANP استفاده کرد.

فرض بر این است که سازمانی پروژه ساخت ساختمان دوم خود را می‌خواهد برون‌سپاری کند. چهار منبع بیرونی به عنوان شرکت‌های ساختمان سازی اعلام آمادگی کرده‌اند. از این رو سازمان برای بررسی و ارزیابی منابع بیرونی از ملاک‌های زیر استفاده می‌کند:

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

محتمل‌ترین هدف انتخابی در نقاط ابتدایی و انتهایی اتفاق می‌افتد. این تابع شاخص میزان فاصله نسبت  $w_i/w_j$  از مقدار میانگین  $m_{ij}$  می‌باشد. بر این اساس نتیجه زیر حاصل می‌شود:

بردار وزنی ملاک‌های مورد نظر

$$W = (w_1 \ w_2 \ \dots \ w_n)^T \quad (14)$$

زمانی نشان‌گر بهترین قضاوت خواهد بود که در کنار تأمین شرایط زیر:

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

و

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

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

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

$$(15)$$

حاصل جمع زیر را نیز کمینه کند:

$$\sum_{i < j} M(\varphi_{ij}); \quad i \in \{1, 2, 3, \dots, n-1\}, j \in \{2, 3, 4, \dots, n\} \quad (16)$$

لذا تابع حداقل سازی زیر را خواهیم داشت:

$$\text{Min} \sum_{i < j} M(\varphi_{ij}) \quad (17)$$

$$\begin{aligned} \text{s.t} \\ -w_i + l_{ij} w_j \leq 0 \quad ; \quad i \in \{1, 2, 3, \dots, n-1\}, j \in \{2, 3, 4, \dots, n\} \\ w_i - u_{ij} w_j \leq 0 \quad ; \quad i \in \{1, 2, 3, \dots, n-1\}, j \in \{2, 3, 4, \dots, n\} \\ \\ w_1 + w_2 + \dots + w_n = 1 \\ w_i > 0 \quad ; \quad \forall i \in \{1, 2, 3, \dots, n\} \end{aligned} \quad (18)$$

چنان چه این حداقل سازی جواب شدنی نداشته باشد نشان‌گر ناسازگار بودن قضاوت‌ها می‌باشد و نیاز به تجدیدنظر در قضاوت‌ها می‌باشد. مسئله مورد توجه در این مدل سازی این است که از آن جا که تابع عضویت  $M$  به صورت چند ضابطه‌ای تعریف شده است لذا در عمل حداقل سازی آن در حالت کلی با استفاده از الگوریتم‌های بهینه سازی ریاضی، مشکل ساز می‌باشد. نکته مهم در این کمینه سازی این است که باید فاصله  $\varphi_{ij}$ ‌ها را با  $m_{ij}$ ‌ها کمینه ساخته ضمن این که سایر



اقتصادی شرکت مقایسه می‌شود. نسبت به ملاک رتبه شرکت تمامی عناصر دسته عملکرد مقایسه می‌گردد. نسبت به ملاک سابقه، ملاک‌های کیفیت و زمان تحویل مقایسه می‌شود. نسبت به ملاک وضعیت اقتصادی تمامی عناصر دسته عملکرد مقایسه می‌گردد. ماتریس مقایسه دسته‌های جای‌گزین‌ها و وضعیت شرکت نسبت به دسته عملکرد غیر فازی بوده و به صورت زیر حاصل شده است:

	1	$\frac{1}{8}$
	8	1

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

	1	$(\frac{1}{4}, \frac{1}{2})$	$(\frac{1}{3}, 1)$
(2,4)	1	(1,2)	
(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:

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

$$s.t$$

$$-w_1 + \frac{1}{4}w_2 \leq 0$$

$$w_1 - \frac{1}{2}w_2 \leq 0$$

$$-w_1 + \frac{1}{3}w_3 \leq 0$$

$$w_1 - w_3 \leq 0$$

$$-w_2 + w_3 \leq 0$$

$$w_2 - 2w_3 \leq 0$$

$$w_1 + w_2 + w_3 = 1$$

$$w_1, w_2, w_3 > 0$$

(۲۱)

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

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 ملاک‌ها وابستگی‌های زیر بین آنها وجود دارد:

- ملاک‌های قیمت، کیفیت و زمان تحویل وابستگی مستقیم به ملاک وضعیت اقتصادی دارد.

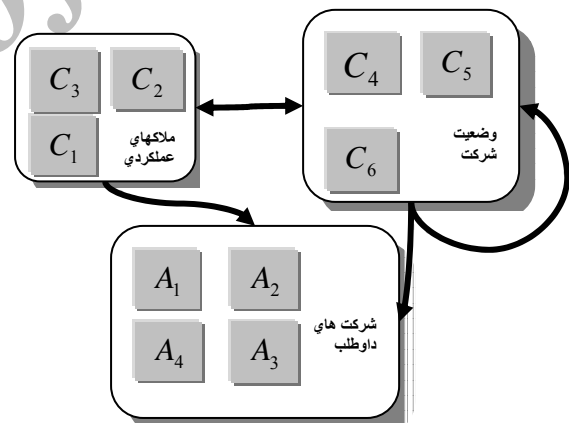
- ملاک‌های کیفیت و زمان تحویل به طور مستقیم متأثر از ملاک سابقه می‌باشد.

- 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 پروژه‌ها توسط شرکت می‌باشد.

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



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 جای‌گزین‌ها و دسته وضعیت شرکت انجام گیرد. تمامی عناصر دسته منابع داوطلب نسبت به همه ملاک‌ها مقایسه می‌گردد. نسبت به ملاک کیفیت ملاک‌های رتبه شرکت و وضعیت

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

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

s.t

$$-w_1 + 2w_2 \leq 0$$

$$w_1 - 4w_2 \leq 0$$

$$-w_1 + 4w_3 \leq 0$$

$$w_1 - 6w_3 \leq 0$$

$$-w_2 + 2w_3 \leq 0$$

$$w_2 - 3w_3 \leq 0$$

$$w_1 + w_2 + w_3 = 1$$

$$w_1, w_2, w_3 > 0$$

(۲۲)

با حل این مدل غیر خطی بردار ویژه اولویت ماتریس مقایسه ملاک های دسته عملکرد نسبت به ملاک رتبه شرکت به دست می آید. و در نهایت با اجتماع اوزان بدست آمده در کلیه ماتریس های مقایسه که برحسب نوع ارتباطات به دست می آیند؛ 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.

	0.0	0.1111	0.1910
	0.0	0.0	0.4925
	0.0	0.8888	0.316

در این مرحله به مقایسه عناصر یا ملاک ها می پردازیم. با توجه به ارائه پیشنهاد و اطلاعات اولیه از منابع، اطلاعات به صورت جدول (۱) حاصل شده است. با توجه به جداول فوق ماتریس های مقایسات منابع داوطلب به نسبت ملاک ها به دست می آید که در ادامه بعضی از آنها ارائه می شوند.

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

	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 حالت های 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

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

	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

	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

	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

انتخاب آن‌ها 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 شرکت‌ها برای توسعه کارایی‌های فعالیت‌های مرتبط برای انجام موفق یک برون‌سپاری کاملاً ضروری می‌باشد. 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 ماتریس‌های قضاوت‌های فازی که برای اولین بار توسط مولفین ارائه شده است. این مدل فازی قادر است تمامی مراحل

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 می‌شوند:

$$A1 > A4 > A3 > A2 \quad (۲۳)$$

با افزایش تمایلات به سمت ایجاد شراکت استراتژیک و رابطه همکاری سازمان‌ها با تعداد کمتر ولی بهتری از سرویس‌دهندگان، ارزیابی سرویس‌دهندگان و

---

نسبت هدف انتخاب تأمین کننده می باشد. لذا با توجه به ویژگی های این مدل می توان کلیه تأثیرات متقابل عناصر تصمیم گیری را وارد محاسبات نموده و فرآیند تصمیم گیری را به بهترین نحو ممکن انجام داد.

تصمیم گیری برای انتخاب تأمین کننده را پوشش دهد. نتیجه محاسبات برای مثال عددی ارائه شده در فصل قبل نشان داده است که این مدل قادر می باشد علاوه بر استخراج رتبه های جایگزین ها، وزن نهایی هر یک از ملاک های وارد شده در تصمیم گیری را به دست آورد. این وزن ها گویای اهمیت واقعی هر یک از ملاک ها به

- 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.

- 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