

ارزیابی و بهبود مدیریت زنجیره تامین مبتنی بر فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی

دکتر محمدرضا مہیاری‌نیا^۱

چکیده

یکی از مهم‌ترین مباحثی که امروزه سازمان‌ها با آن روبرو هستند، چگونگی مدیریت زنجیره تامین به صورتی کارا و اثربخش است. هدف اصلی این پژوهش، رتبه‌بندی پیمانکاران با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی است. ابتدا، چارچوب‌های موجود برای تدوین راهبرد زنجیره تامین، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. سپس، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی برای انتخاب تأمین‌کننده مناسب بر روی یک مطالعه موردی پیاده‌سازی می‌شود. در این مطالعه، اطلاعات چهار مورد از معیارهای مهم برای ارزیابی پیمانکاران و همچنین اطلاعات سه شرکت پیمانکار از طریق مصاحبه با کارشناسان خبره، جمع‌آوری می‌شود. روش ارزیابی پیمانکاران در این تحقیق، بر اساس مقایسه دو به دو پیمانکاران با در نظر گرفتن هر یک از معیارها و وزن آنها انجام می‌شود. با استفاده از الگوریتم فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی، محاسبات مربوط انجام می‌شود و شرکت‌های پیمانکار رتبه‌بندی می‌شوند. در نتیجه، بهترین پیمانکار به شرکت معرفی می‌گردد. از این روش تحلیل سلسله مراتبی فازی می‌توان در بهبود مدیریت زنجیره تامین و ارتقای کیفیت و کارآیی فرآیندهای انتخاب تأمین‌کننده استفاده کرد. همچنین، این روش به سازمان‌ها کمک می‌کند تا در فرآیند انتخاب پیمانکاران، تصمیمات بهتری اتخاذ نمایند و بهبود قابل توجهی در عملکرد زنجیره تامین خود دست‌یابند.

واژگان کلیدی: زنجیره تامین، تامین‌کننده، تصمیم‌گیری چند معیاره، تحلیل سلسله مراتبی فازی.

طبقه بندی JEL: C۱۵، C۴۱، C۵۳، C۶۷.

^۱ - استادیار گروه ریاضی، دانشکده فنی و مهندسی، واحد خمینی شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، خمینی شهر، اصفهان، ایران (نویسنده مسئول)

۱- مقدمه

مدیریت زنجیره تامین به عنوان یکی از موضوعات اساسی در حوزه اقتصاد، تجارت و صنعت، نقش بسیار مهمی را در بهبود عملکرد سازمان‌ها و افزایش رقابت‌پذیری آنها ایفا می‌کند. با مدیریت صحیح زنجیره تامین، سازمان‌ها قادر خواهند بود تا فرآیندهای تولید و توزیع را بهبود بخشند، هزینه‌ها را کاهش دهند و کیفیت محصولات و خدمات را افزایش دهند. در این راستا، استفاده از روش‌های پیشرفته و کارآمد در مدیریت زنجیره تامین امری ضروری است. در این مقاله، هدف ارزیابی و بهبود مدیریت زنجیره تامین با تمرکز بر فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی است. بررسی ادبیات و پیشینه تحقیق در زمینه مدیریت زنجیره تامین نشان می‌دهد که روش‌های مختلفی برای ارزیابی و بهبود زنجیره تامین استفاده شده است، اما هرکدام از این روش‌ها محدودیت‌ها و مشکلات خاص خود را دارند. در اینجا، ما به دنبال یک روش کارآمد و قابل اعتماد هستیم که بتواند بهبود عملکرد زنجیره تامین را با در نظر گرفتن عوامل چندگانه و پیچیدگی‌های موجود، ممکن سازد. در این راستا مقاله حاضر در پنج بخش تدوین شده است. در بخش دوم به بررسی ادبیات موضوع و تحقیقات پیشین در حوزه مدیریت زنجیره تامین پرداخته می‌شود. مفاهیم اساسی مدیریت زنجیره تامین، روش‌های قبلی استفاده شده و مشکلات موجود در آنها بررسی می‌شود. در بخش سوم روش تحلیل سلسله مراتبی فازی به تفصیل مورد بررسی قرار می‌گیرد. اجزا و مراحل این روش شرح و نحوه استفاده آن در مدیریت زنجیره تامین بررسی می‌شود. همچنین، کاربردها و مزایای استفاده از تحلیل سلسله مراتبی فازی اشاره می‌شود. در بخش چهارم یک مطالعه موردی واقعی در حوزه مدیریت زنجیره تامین با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی فازی ارائه می‌شود. نتایج حاصل از این مطالعه موردی و تأثیرات بهبودهای انجام شده بر زنجیره تامین نشان داده می‌شود. در بخش پایانی این مقاله، به نتایج کلی مقاله و نتیجه‌گیری از مطالعه انجام شده پرداخته می‌شود. همچنین، پیشنهادهایی برای تحقیقات آینده در زمینه مدیریت زنجیره تامین با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی فازی ارائه می‌شود.

۲- ادبیات موضوع و پیشینه تحقیق

در این قسمت، مفاهیم اولیه مدیریت زنجیره تامین و تصمیم‌گیری چند معیاره بررسی می‌شود و پس از آن مطالعات مرتبط در حوزه تصمیم‌گیری چند معیاره، و به طور خاص تحلیل سلسله مراتبی فازی مرور می‌شود.

۲-۱- مجموعه‌های فازی

مجموعه‌های فازی، به عنوان یکی از اصول و ابزارهای مورد استفاده در تحلیل سلسله مراتبی فازی، نقش مهمی در ارزیابی و بهبود زنجیره تامین دارد. این مجموعه‌ها، ابزاری قدرتمند برای مدل‌سازی و تعیین پارامترهای مبهم در فرایندهای ارزیابی می‌باشند. لطفی‌زاده، در دهه ۱۹۸۰، مجموعه‌های فازی را معرفی کرد. مجموعه فازی، یک مجموعه است که برای هر عضو، درجه عضویتی بین صفر تا یک تعیین می‌کند. این درجه عضویت نشان دهنده میزان تعلق یا ارتباط عضو با مجموعه فازی است. با استفاده از مجموعه‌های فازی، می‌توان مفاهیمی همچون کیفیت بالا، عملکرد متوسط و ریسک پایین را توصیف نمود. این روش به ارزیابی مبهم و نیازهایی که به توصیف دقیق نمی‌پردازند، امکان می‌دهد تا اطلاعات بیشتری را در مدل‌سازی و تحلیل سلسله مراتبی فازی در نظر بگیرد. عدد فازی مثلثی، یکی از انواع توابع عضویت در منطق فازی است. این تابع، بر اساس یک مقدار ورودی، درجه عضویت آن مقدار را در مجموعه فازی مشخص می‌کند. تابع عضویت عدد فازی مثلثی، به شکل یک مثلث سه ضلعی است که دارای سه پارامتر است: مقدار کمینه، مقدار میانگین و مقدار بیشینه. این تابع معمولاً برای مدل‌سازی مفاهیمی همچون کم، متوسط و زیاد، به کار می‌رود. مجموعه‌های فازی و استفاده از عدد فازی مثلثی و تابع عضویت آن، ابزارهای مهمی هستند که در ارزیابی و بهبود زنجیره تامین مبتنی بر تحلیل سلسله مراتبی فازی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این روش‌ها، امکان مدل‌سازی و تحلیل مفاهیم بر اساس درجه عضویت و ارزیابی مبهم را فراهم می‌کنند و به سازمان‌ها کمک می‌کنند تا تصمیمات بهتری در مورد انتخاب و

بهبود تأمین کنندگان خود بگیرند. عدد فازی مثلثی، به صورت $f=(l, m, u)$ ، نمایش داده می‌شود. l و u به ترتیب، بیشینه و کمینه مقادیری است که عدد فازی f می‌تواند اختیار کند. مقدار m محتمل‌ترین مقدار یک عدد فازی است. درجه عضویت فازی یا تابع عضویت یک عدد فازی مثلثی به صورت زیر است:

$$\mu_f(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l} & l < x < m \\ \frac{u-x}{u-m} & m < x < u \\ 0 & \text{در غیر اینصورت} \end{cases} \quad (1)$$

۲-۲- تصمیم‌گیری چندمعیاره

تصمیم‌گیری چند معیاره را می‌توان مجموعه‌ای از روش‌ها و رویه‌هایی است که سعی دارند بر روی چندین شاخص یا معیار اغلب ناسازگار، تحلیلی مناسب جهت انتخاب یک گزینه انجام دهند. تصمیم‌گیری چند معیاره شامل دو شاخه بهینه‌سازی چند معیاره و تحلیل تصمیم چندمعیاره است. در حالی که تمرکز تصمیم چندمعیاره بر مسائل چند معیاره‌ای با تعداد کمی گزینه و تحت شرایط عدم اطمینان است، بهینه‌سازی چند معیاره، مسائلی را پوشش می‌دهد که در یک ساختار برنامه نویسی ریاضی قابل حل بوده و تعداد اهداف آن‌ها بیش از یکی است. تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه دارای مراحل مختلفی می‌باشد. شناسایی مسائل، تعیین اولویتها، ارزیابی گزینه‌ها و انتخاب بهترین گزینه به منظور تصمیم‌گیری توسط تکنیک‌های تصمیم‌گیری‌های چند معیاره اولین مرحله تعیین تعداد شاخص‌ها و معیارهای مساله می‌باشد. مرحله بعدی جمع‌آوری اطلاعات و داده‌های مورد نیاز است، به‌طوری که این داده‌ها نظرات تصمیم‌گیرنده را منعکس کند. سپس بر اساس آنها گزینه‌ها و آلترناتیوهای مختلف مشخص خواهد شد. این گزینه‌ها می‌تواند تصمیم‌گیرنده را به اهدافش برسانند. در نهایت، انتخاب بهترین روش برای ارزیابی و اولویت‌بندی گزینه‌ها می‌باشد.

۲-۳- زنجیره تأمین و تحلیل سلسله مراتب فازی

زنجیره تأمین به مجموعه فرایندها، سازمان‌ها، افراد و منابعی اطلاق می‌شود که در تولید و توزیع کالاها و خدمات در یک صنعت خاص شرکت می‌کنند. این اجزای زنجیره تأمین به صورت پیوسته با یکدیگر در ارتباط هستند و هدف نهایی آن بهبود عملکرد کلی و رضایت مشتری است. ارزیابی زنجیره تأمین شامل اندازه‌گیری و ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین به منظور شناسایی نقاط قوت و ضعف، شناسایی ریسک‌ها و مشکلات محتمل و ارائه توصیه‌ها برای بهبود است. ارزیابی معمولاً شامل شاخص‌های کلیدی عملکرد، مانند کیفیت، هزینه، سرعت و انعطاف‌پذیری است. تحلیل سلسله مراتبی فازی یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره است که بر اساس مبانی نظری تئوری فازی ارائه شده است. در این روش، معیارهای مختلف ارزیابی به صورت سلسله مراتبی سازماندهی می‌شوند و ارزش نسبی آن‌ها با استفاده از توابع عضویت فازی مشخص می‌شود. سپس با استفاده از تکنیک‌های مناسب، اولویت‌بندی و تصمیم‌گیری نهایی صورت می‌پذیرد. تحلیل سلسله مراتبی فازی می‌تواند در ارزیابی و بهبود زنجیره تأمین مورد استفاده قرار گیرد. با تحلیل سلسله مراتبی فازی، اولویت‌بندی معیارها و تصمیم‌گیری بهبودهای لازم در زنجیره تأمین انجام می‌شود. با توجه به نتایج به دست آمده، می‌توان تأمین‌کنندگان مناسب‌تر را انتخاب کرده، مدیریت موجودی بهبود یافته، ریسک‌ها بهبود یافته و فرآیندهای بهینه‌تری برای تحویل و تولید در نظر گرفت. همچنین، می‌توان با بهبود ارتباطات و هماهنگی بین اعضای زنجیره تأمین، عملکرد کلی را بهبود بخشید. در بخش سوم روش تحلیل سلسله مراتبی فازی به تفصیل خواهد آمد.

۴-۲- پیشینه تحقیق

از میان پژوهش‌های داخلی مرتبط با موضوع مقاله حاضر می‌توان به مطالعه انجام شده توسط طالقانی و همکاران (۱۳۹۱)، اشاره کرد که به بررسی موضوع مقایسه تطبیقی AHP^۱ و FAHP^۲ در رتبه‌بندی ترجیحات خرید پرداخته‌اند. این تحقیق با هدف مقایسه تطبیقی این دو روش، در ارزیابی باورهای مصرف‌کنندگان و اولویت‌بندی معیارهای مؤثر بر انتخاب یک برند یخچال خانگی پیشنهاد و اجرا شده است. در این پژوهش داده‌های خام با سه روش AHP کلاسیک دوسطحی و AHP فازی دوسطحی و سه‌سطحی توسط نرم افزار اکسپرت چویس^۳ تحلیل و در هر حالت، رتبه‌های متفاوتی برای برندها حاصل شده است. در نهایت رتبه‌های حاصل از این سه روش با فراوانی واقعی فروش مقایسه شده است. مهاجری (۱۳۹۴)، به موضوع شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر بهبود مدیریت زنجیره تامین با استفاده از فنون تصمیم‌گیری چند شاخصه فازی در صنایع خودروسازی می‌پردازد. این تحقیق بر مبنای روش پژوهشی توصیفی پیمایشی طراحی شده و به رتبه‌بندی این عوامل بر اساس نظر خبرگان آشنا به موضوع در صنایع خودروسازی کشور می‌پردازد. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده از نرم افزار اکسل استفاده شده است. نتایج حاصله از تجزیه و تحلیل اطلاعات به وسیله روش تحلیل شبکه‌ای فازی گویای آن است که از میان مهم‌ترین عوامل مؤثر بر بهبود زنجیره تامین صنایع خودروسازی کشور، عامل مدیریتی و منابع انسانی در بین عوامل بهبود مدیریت زنجیره تامین نسبت به سایر عوامل در بالاترین اولویت و عامل عوامل محیطی در پایین‌ترین اولویت قرار دارد. غلامی و همکاران (۱۳۹۵)، به بررسی موضوع به‌کارگیری روش دلفی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی برای اولویت‌بندی عوامل منفی مؤثر بر جنگل‌های مانگرو پرداخته‌اند. در این مطالعه نیز از این دو روش برای اولویت‌بندی تنش‌ها و آشفته‌گی‌های مؤثر در آسیب‌پذیری جنگل‌های مانگرو ایران استفاده شده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که تنش‌ها و آشفته‌گی‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی در مجموع از اهمیت بالاتری نسبت به سایر عوامل منفی اثرگذار محیطی برخوردار است. در نهایت می‌توان گفت که نتایج حاصل از این تحقیق از طریق اولویت‌بندی و تعیین درجه اهمیت تنش‌ها و آشفته‌گی‌های محیطی چندگانه وارد آمده بر مانگروها می‌تواند به عنوان یک ابزار پشتیبان تصمیم‌گیری نقش قابل ملاحظه‌ای را در کارایی و موفقیت برنامه‌های حفاظت و مدیریت جنگل‌های مانگرو ایران داشته باشد. قاسمی و همکاران (۱۳۹۷)، به بررسی موضوع رتبه‌بندی تامین‌کنندگان در زنجیره تامین پایدار و تاثیر آن در جهت‌گیری تصمیمات آتی سازمان پرداخته‌اند. هدف آنها، شناسایی معیارهای ارزیابی و رتبه‌بندی تامین‌کنندگان در شرکت محصولات کاغذی لطیف است. این پژوهش از نوع کاربردی-توصیفی است و به صورت مقطعی انجام شده است. به منظور شناسایی معیارهای ارزیابی تامین‌کنندگان به بررسی تحقیقات پیشین پرداخته و در نهایت به منظور جمع‌بندی از تکنیک دلفی استفاده شده است که پس از چهار دور اجرای این تکنیک، به مرحله اشباع رسیده است.

از میان مطالعات خارجی می‌توان به رادیوجویک^۴ و همکاران (۲۰۱۳)، اشاره کرد که در حوزه مدل‌سازی ریسک زنجیره تامین توسط روش‌های AHP و FAHP، به تحقیق و مطالعه پرداخته‌اند. هدف اصلی تحقیق ارائه شده پیشنهاد روش مبتنی بر کاربرد روش‌های AHP و FAHP است، که به عنوان ابزار برای رتبه‌بندی دسته‌بندی‌های زنجیره تامین، تعیین سهم آن در کل ریسک و به عنوان یک روش برای خطر زنجیره تامین استفاده می‌شود. ارزیابی رویکرد پیشنهادی مبتنی بر تجربه و دانش کارشناسان

^۱ - Analytic Hierarchy Process

^۲ - Fuzzy Analytic Hierarchy Process

^۳ - Expert Choice

^۴ - Radivojevic

شرکت‌های بیمه است که به صورت حرفه‌ای در فرآیند ارزیابی ریسک مشغول هستند. زانگ^۱ و همکاران (۲۰۱۵)، در مطالعه‌ای به موضوع توسعه و وضعیت فعلی صنعت لجستیک با مفهوم محیط زیست می‌پردازند. این مطالعه با تجزیه و تحلیل منابع خطر سیستم زیست محیطی لجستیک سیستم شاخص ارزیابی ریسک برای محیط زیست محیطی لجستیک را ساخته و عوامل خطر را از سیستم لجستیک محیط زیست محیطی به عوامل کمی و فازی تقسیم می‌کند. عوامل براساس این ذهنیت، به تجزیه و تحلیل و ارزیابی سیستم محیط زیست لجستیک به روش FAHP می‌پردازند و ارزیابی جامع را انجام می‌دهند. لی^۲ و همکاران (۲۰۱۵)، یک رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره یک‌پارچه را پیشنهاد می‌کنند، که از چند معیار به عنوان ارزیابی گزینه‌های بهینه و راه حل‌ها در دنیای واقعی با نظریه فازی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی تشکیل شده است. فناوری ساختمان برترین فناوری در بخش فن‌آوری‌های انرژی در برابر قیمت بالای نفت است و فناوری ذغال سنگ و حمل و نقل با استفاده از روش FAHP، مقام دوم و سوم را کسب می‌کنند. یاقین^۳ و همکاران (۲۰۱۶)، به ارائه یک مدل کمی از درجه بندی وضعیت اضطراری در هنگام تصادف پرداخته‌اند. با توجه به ضمانت راهنمایی و رانندگی نجات در مواقع اضطراری، عوامل تأثیرگذاری درجه بندی اضطراری از سه جنبه از جمله ویژگی‌های اضطراری، تأثیر بر جامعه و توان تضمین ترافیک توصیه می‌شود. از آنجا که برخی از عوامل کیفی و اندازه‌گیری دقیق و عینی دشوار است، فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی برای تعیین وزن محلی عوامل و عوامل فرعی معرفی می‌شود. کومار^۴ و همکاران (۲۰۱۷)، سعی در انتخاب بهترین روش تولید بیودیزل بر اساس پارامترهای مقدار چربی، ویسکوزیته، جداسازی گلیسرول، محتوای گوگرد، ویژگی‌های انتشار و هزینه داشته‌اند. روش‌های تولید در نظر گرفته شده عبارتند از: کاتالیزور اسید، قلیایی و آنزیمی، روش مایکروویو و سونوگرافی، روش میکرو امولسیون و فوق بحرانی. روش تحلیل سلسله مراتب در پاسخ‌ها ابهام دارد. به منظور غلبه بر مشکل، روش FAHP استفاده می‌شود. چن^۵ و همکاران (۲۰۱۸)، در پژوهشی سطح خدمات رفاهی و ارزیابی آن بر اساس روش تحلیل سلسله مراتب فازی را اعمال می‌کنند. در مرحله اول، در مورد ضرورت خدمات کتابخانه بحث شده است. در مرحله دوم، عوامل مؤثر اصلی خدمات شخصی مدیریت اطلاعات کتابخانه مورد بررسی قرار گرفته و سیستم شاخص ارزیابی ساخته می‌شود. سوم، تئوری اساسی فرآیند تحلیل سلسله مراتب فازی مورد مطالعه قرار می‌گیرد و روش تجزیه و تحلیل طراحی شده است. سرانجام، از شش کتابخانه به عنوان نمونه برای انجام ارزیابی استفاده می‌شود و نتایج نشان می‌دهد که تحلیل سلسله مراتب فازی روشی مؤثر در ارزیابی سطح خدمات کتابخانه است. هالداری^۶ و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی چارچوب ارزیابی و بهبود زنجیره تامین تامین مبتنی بر FAHP پرداخته‌اند. هدف از این تحقیق کشف عوامل مهم زنجیره تامین یک سوپرمارکت است و ساختاری را ایجاد می‌کند که می‌تواند معیارهای ارزیابی را با توجه به هر بخش از زنجیره تامین از بهترین و بدترین رتبه‌بندی کند. تراماریکو^۷ و همکاران (۲۰۱۸)، به بررسی روند پیاده‌سازی تحلیل سلسله مراتبی در مدیریت زنجیره تامین پرداخته‌اند. هدف از این مقاله ارائه یک مطالعه کتاب شناختی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که بیشتر در نشریات سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۴ استفاده می‌شود. این تحقیق نشان می‌دهد که فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، روشی است که بیشترین کاربرد را دارد. بالوسا^۸ و همکاران (۲۰۱۸)، مطالعه‌ای را با هدف تجزیه و تحلیل حساسیت در تصمیم‌گیری انجام می‌دهند که منجر به انتخاب روش مناسب استخراج

^۱ - Zhang^۲ - Lee^۳ - Yaqin^۴ - Kumar^۵ - Chen^۶ - Haldar^۷ - Tramarico^۸ - Balusa

فلز زیرزمینی با استفاده از الگوی تحلیل سلسله مراتبی فازی می‌شود. ونگ^۱ و همکاران (۲۰۱۹)، در پژوهش خود، شناسایی و رتبه‌بندی معیارهای انتخاب فرودگاه‌های کم هزینه را مورد بررسی قرار داده‌اند.

۳- روش اجرای پژوهش

در این قسمت، روش تحلیل سلسله مراتبی فازی به تفصیل مورد بررسی قرار می‌گیرد. اجزا و مراحل این روش شرح و نحوه استفاده آن در مدیریت زنجیره تامین بررسی می‌شود.

۳-۱- روش تحلیل سلسله مراتبی

روش تحلیل سلسله مراتبی، یک روش تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره است. این روش یکی از تکنیک‌های قدرتمند تصمیم‌گیری می‌باشد که توسط ساتاتی^۲ در دهه ۱۹۷۰، معرفی شد. از مزایای ممتاز آن، میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم می‌باشد. در این روش مساله به سطوح مختلف هدف، معیارها، زیر معیارها و گزینه‌ها تقسیم می‌شود تا تصمیم‌گیرنده بتواند به راحتی در کوچکترین تصمیم‌گیری دقت کند. همان‌طور که از نام این روش پیداست به صورت سلسله مراتبی بررسی می‌شود. این تکنیک، روشی توانمند و منعطف در دسته روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که به وسیله آن می‌توان مسائل پیچیده را در سطوح مختلف حل کرد. این روش هر دو ارزیابی عینی و ذهنی را در یک ساختار یک‌پارچه بر مبنای مقیاس‌هایی با زوج مقایسه ترکیب نموده و به تحلیل‌گران کمک می‌کند تا جوانب اساسی یک مساله را در یک قالب سلسله مراتبی سازماندهی کنند. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی روشی برای کمک به تصمیم‌گیری است و بر اهمیت داوری‌های شهودی یک تصمیم‌گیرنده و همچنین ثبات مقایسه گزینه‌های جایگزین در فرآیند تصمیم‌گیری تاکید دارد. از آنجا که یک تصمیم‌گیرنده قضاوت‌های خود را بر دانش و تجربه انجام می‌دهد، بنابراین تصمیم‌گیری را بر این اساس اتخاذ می‌کند. رویکرد فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با رفتار یک تصمیم‌گیرنده مطابقت دارد. نقطه قوت این رویکرد این است که به طور منظم عوامل ملموس و نامشهود را سازمان می‌دهد و یک راه حل ساختاری اما نسبتاً ساده برای مسائل تصمیم‌گیری ارائه می‌دهد. علاوه بر این، با شکستن یک مسئله منطقی بزرگ و سپس پایین آمدن در مراحل تدریجی، به کوچکتر، فرد قادر است از طریق داوری‌های مقایسه زوجی ساده، کوچک را به بزرگ وصل کند. در این فرایند گزینه‌های مختلفی در تصمیم‌گیری دخالت داده می‌شود و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیرمعیارها وجود دارد. تحلیل حساسیت به معنی این می‌باشد که با تغییر وزن معیارها در رتبه گزینه‌ها چه تغییری ایجاد می‌شود. در نمودار حساسیت کارایی، معمولاً وزن‌های مربوط به معیارها و زیرمعیارها در محور افقی و تاثیر آن‌ها بر نتایج نهایی در محور عمودی نمایش داده می‌شود. هر نقطه در نمودار نشان دهنده نتیجه نهایی در جایگاهی است که وزن‌ها در آن مقدار خاصی دارند. ارزیابی اهمیت نسبی معیارهای تصمیم‌گیری و مقایسه گزینه‌های تصمیم‌گیری با توجه به هر معیار با مقایسه‌های زوجی انجام می‌شود که شامل موارد زیر است:

الف) ایجاد یک ماتریس مقایسه در هر سطح از سلسله مراتب، با شروع از سطح دوم و پایین آمدن.

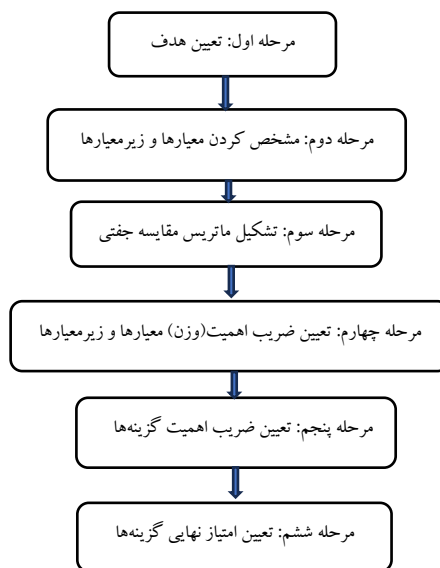
ب) محاسبه وزن‌های نسبی برای هر عنصر سلسله مراتب.

ج) تخمین نرخ سازگاری برای بررسی سازگاری داوری.

مراحل اجرا و پیاده‌سازی روش تحلیل سلسله مراتبی در شکل ۱، آمده است:

^۱ - Wang

^۲ - Saaty



شکل ۱- مراحل اجرا و پیاده سازی روش تحلیل سلسله مراتبی

۲-۳- روش تحلیل سلسله مراتبی فازی

منطق فازی تکنیک جدیدی است که شیوه‌هایی را که برای طراحی و مدل‌سازی یک سیستم، نیازمند ریاضیات پیچیده و پیشرفته است، با استفاده از مقادیر زبانی و دانش فرد خبره جایگزین می‌سازد و تا حدود زیادی آن را تکمیل می‌کند. در واقع، در منطق فازی می‌توان نتایج دقیق را با استفاده از مجموعه‌ای از معلومات نادقیق که با الفاظ و مقادیر کلامی تعریف شده‌اند، استخراج کرد. متداول‌ترین روش تحلیل سلسله مراتبی فازی، به شرح زیر است:

الف) تعریف سلسله مراتب: در این مرحله، ابتدا سلسله مراتبی از معیارها و گزینه‌ها برای مسئله خاصی تعریف می‌شود. معیارها می‌توانند شامل عوامل مختلفی باشند که برای انتخاب گزینه‌ها اهمیت دارند. گزینه‌ها نیز می‌توانند گزینه‌های مختلفی باشند که قابلیت انتخاب دارند.

ب) تعیین ماتریس ارزش دهی: در این مرحله، از خبرگان، تصمیم‌گیرندگان یا کارشناسان موضوع مورد بررسی سوالاتی در مورد روابط نسبی بین معیارها و گزینه‌ها پرسیده می‌شود. پاسخ‌ها به این سوالات به صورت اعداد فازی بیان می‌شوند. با استفاده از این پاسخ‌ها، ماتریس ارزش دهی برای هر سطح سلسله مراتب تعیین می‌شود.

ج) محاسبه مقادیر فازی: در این مرحله، با استفاده از تئوری مجموعه‌های فازی، مقادیر فازی برای معیارها و گزینه‌ها محاسبه می‌شوند. این مقادیر فازی نشان می‌دهند که هر معیار و گزینه چقدر به شرایط مورد نظر ارتباط دارد.

د) مقایسه وزن‌ها: در این مرحله، با استفاده از مقادیر فازی محاسبه شده، معیارها و گزینه‌ها با هم مقایسه می‌شوند. ارتباط نسبی بین معیارها و گزینه‌ها تعیین می‌شود و وزن‌های نسبی برای معیارها و گزینه‌ها محاسبه می‌شوند.

ه) تعیین ماتریس وزن: در این مرحله، با استفاده از وزن‌های نسبی محاسبه شده، ماتریس وزنی برای هر سطح سلسله مراتب تعیین می‌شود. این ماتریس‌ها نشان می‌دهند که هر عنصر از سطح قبل چقدر در تصمیم‌گیری مؤثر است.

و) محاسبه ارزش نهایی: در این مرحله، با استفاده از ماتریس‌های وزنی، ارزش نهایی برای هر گزینه محاسبه می‌شود. این ارزش نهایی نشان می‌دهد که هر گزینه چقدر بهترین گزینه است.

ز) تحلیل حساسیت: در این مرحله، حساسیت نتایج نسبت به تغییرات در وزن‌ها و مقادیر فازی مورد بررسی قرار می‌گیرد. با تحلیل حساسیت، می‌توان مشخص کرد که تغییرات در وزن‌ها و مقادیر فازی چقدر تأثیرگذار هستند و به کدام عوامل بیشترین تأثیر را دارند.

ح) انتخاب بهترین گزینه: پس از محاسبه ارزش نهایی برای هر گزینه، می‌توان بهترین گزینه را با توجه به ارزش نهایی حاصل برای آن انتخاب کرد. همچنین، با توجه به تحلیل حساسیت، می‌توان درک کرد که تغییرات در وزن‌ها و مقادیر فازی چگونه تأثیری در انتخاب نهایی دارند.

۳-۳- مقایسه روش تحلیل سلسله مراتبی با تحلیل سلسله مراتبی فازی

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از جامع‌ترین سامانه‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است، چرا که این روش امکان فرموله کردن مسئله را به صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند. برای ارزیابی تعداد زیادی از معیارها و حل مسائل چند متغیره، AHP به صورت گسترده به کار می‌رود و این مدل به گروه تصمیم‌گیرندگان اجازه می‌دهد عضو هر گروهی که باشند، از آزمون‌پذیری این مدل استفاده کنند و مسئله را به کمک آن حل کنند. بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده قضاوت و محاسبات آسان می‌گردد و همچنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم‌نشان داده می‌شود. تمامی مقایسه‌ها در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، به صورت زوجی انجام می‌شود، که در این مقایسه‌ها تصمیم‌گیرندگان از قضاوت‌های شفاهی استفاده خواهند کرد. به رغم محبوبیت عام، AHP به دلیل ناتوانی در ترکیب ابهام ذاتی و نبود صراحت مربوط به نگاهت ادراک‌های تصمیم‌گیرندگان با اعداد دقیق، مورد نقد است. منطق فازی که در برابر منطق کلاسیک مطرح شد، ابزاری توانمند برای حل مسائل مربوط به سامانه‌های پیچیده‌ای به شمار می‌آید که در آن‌ها مشکل و یا مسائلی وابسته به استدلال، تصمیم‌گیری و استنباط بشری است. پدیده‌های واقعی تنها سیاه یا تنها سفید نیستند، بلکه تا اندازه‌ای خاکستری هستند. پدیده‌های واقعی همواره فازی، مبهم و غیردقیق هستند. روش تحلیل سلسله مراتبی معمولی روشی خوب برای کسب نظر خبرگان و متخصصان می‌باشد، اما به درستی نحوه تفکر انسانی را منعکس نمی‌کند. زیرا خبره‌ای که در حال پاسخگویی است، می‌بایست نظر خود را با اعداد دقیق بیان کند. در حالی که طبیعت مقایسه‌های زوجی، فازی است و خبره قاعدتا مایل است، در قضاوت‌های خود یک بازه را اعلام کند نه اینکه یک عدد ثابت و قطعی را بیان کند. در روش تحلیل سلسله مراتبی فازی اکثر اصول همانند تحلیل سلسله مراتبی معمولی است، منتها با این تفاوت که به جای اعداد ثابت برای قضاوت، از اعداد فازی استفاده می‌شود. در واقع مغز انسان با در نظر گرفتن فاکتورهای مختلف و بر اساس تفکر استنتاجی، جمله‌هایی را تعریف و ارزش‌گذاری می‌کند، که مدل‌سازی آنها به زبان و فرمول‌های ریاضی اگر غیر ممکن نباشد، کار پیچیده‌ای خواهد بود. منطق فازی تکنیک جدیدی است که شیوه‌هایی را که برای طراحی و مدل‌سازی یک سیستم نیازمند ریاضیات پیچیده و پیشرفته است، با استفاده از مقادیر زبانی و دانش فرد خبره جایگزین می‌سازد و یا تا حدود زیادی آن را تکمیل می‌کند. در واقع، در منطق فازی می‌توان نتایج دقیق را با استفاده از مجموعه‌ای از معلومات نادقیق که با الفاظ و مقادیر کلامی تعریف شده‌اند، استخراج کرد. در مواردی که عدم قطعیت و پیچیدگی بیشتری در تصمیم‌گیری وجود داشته باشد، استفاده از تحلیل سلسله مراتبی فازی می‌تواند مزایای بیشتری را فراهم کند. تحلیل سلسله مراتبی فازی با استفاده از ماتریس‌های فازی و روش‌های مرتبه‌بندی فازی، مدل‌سازی بهتری از پیچیدگی و عدم قطعیت در تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره ارائه می‌دهد.

۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این قسمت، توصیف و اجرای روش تحقیق در شرکت صایران به عنوان مطالعه موردی بررسی می‌شود.

۴-۱- پیاده سازی روش تحلیل سلسله مراتبی فازی در نرم افزار

در این پژوهش با توجه به اطلاعات اخذ شده از مرکز فنی شرکت، به سه مورد از تامین کنندگان اساسی شرکت اشاره می‌شود:

الف) شرکت پویا تکنیک

ب) شرکت نوین کاران پارسیان

ج) شرکت روان کوشا

معیارهای ارزیابی تامین کنندگان مطابق با نیازهای شرکت با توجه به اهمیت تامین مواد خام و اولیه، واحد بازرگانی شرکت

معیارهایی برای انتخاب تامین کنندگان اصلی شرکت در نظر می‌گیرد که به شرح زیر می‌باشد:

الف) کیفیت محصول تحویل داده شده

ب) زمان تحویل دهی

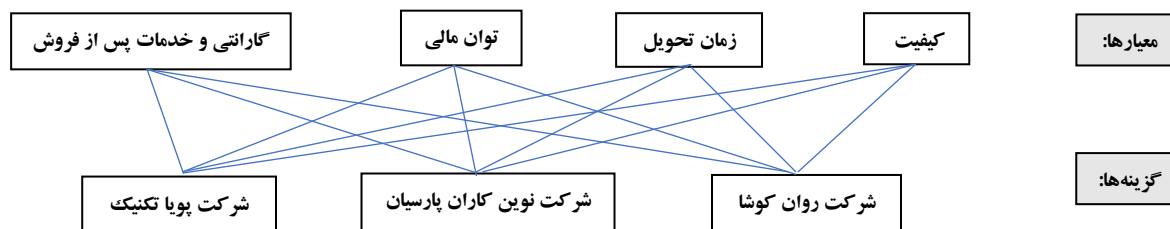
ج) توان مالی

د) گارانتی و خدمات پس از فروش

در ادامه قصد بر این است که با توجه به نوع تامین کنندگان و همچنین معیارهای ارزیابی در نظر گرفته برای آنها، با استفاده

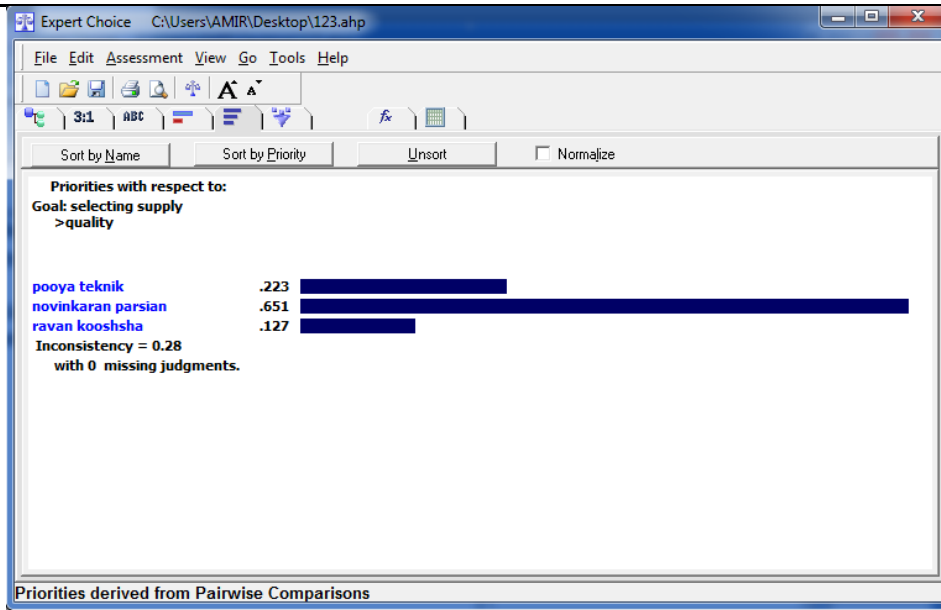
از روش FAHP، تامین کنندگان این شرکت رتبه‌بندی شوند. ابتدا تمامی معیارها و گزینه‌ها باید با هم به صورت دو به دو ارتباط

داشته باشند.

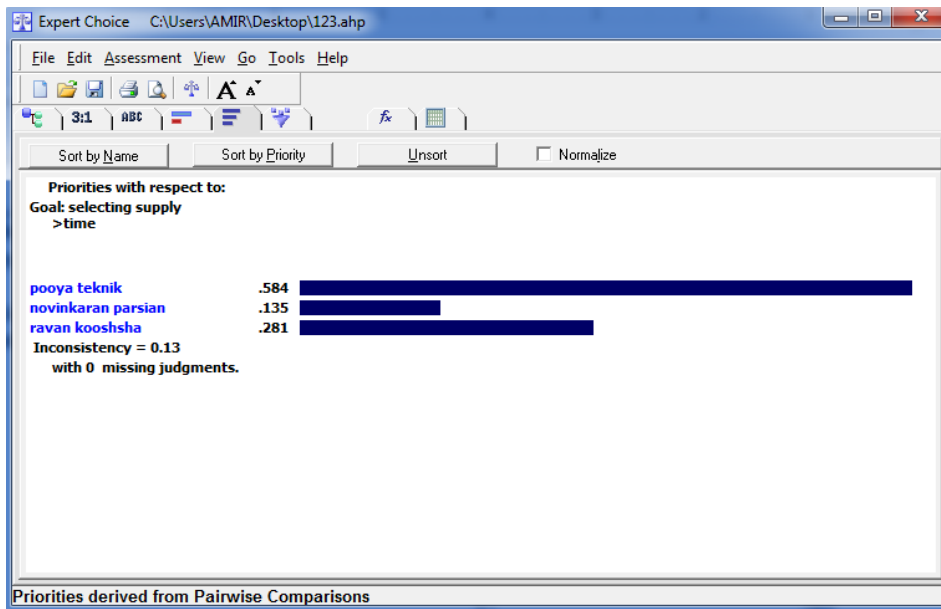


شکل ۲- نمودار سلسله مراتبی

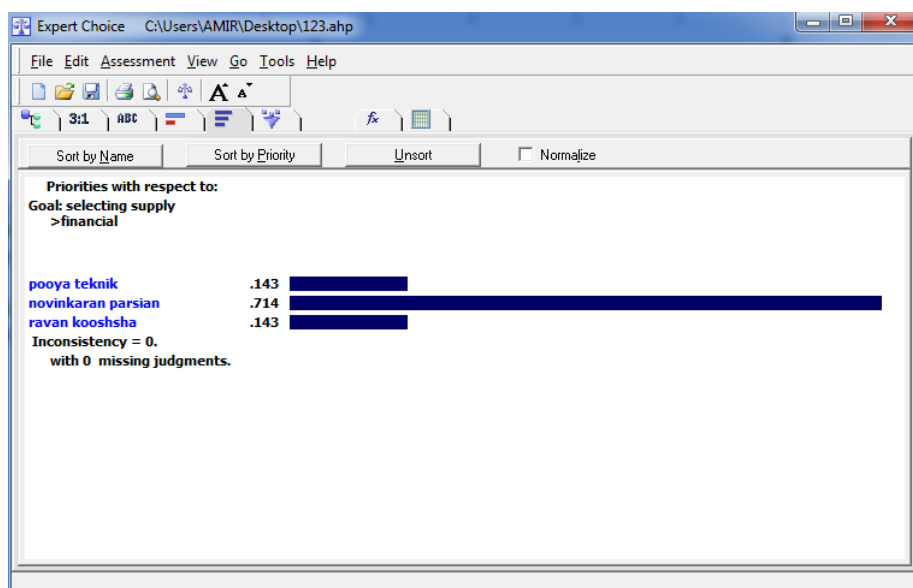
اکنون با توجه به داده‌های شرکت و مراحل الگوریتم تحلیل سلسله مراتبی فازی، معیارها (کیفیت، زمان تحویل دهی، توان مالی و خدمات پس از فروش) همچنین گزینه‌ها (شرکت‌های روان کوشا، نوین کاران پارسیان و پویا تکنیک) وارد نرم افزار انتخاب خبره ۱ می‌شوند، که یک نرم‌افزار تحلیل تصمیم‌گیری است و برای ارزیابی تصمیمات چندمعیاره استفاده می‌شود. وزن هر معیار نسبت به معیارهای دیگر سنجیده می‌شود و مشخص می‌گردد، هر گزینه در کدام یک از معیارهای مربوطه، برتری دارد.



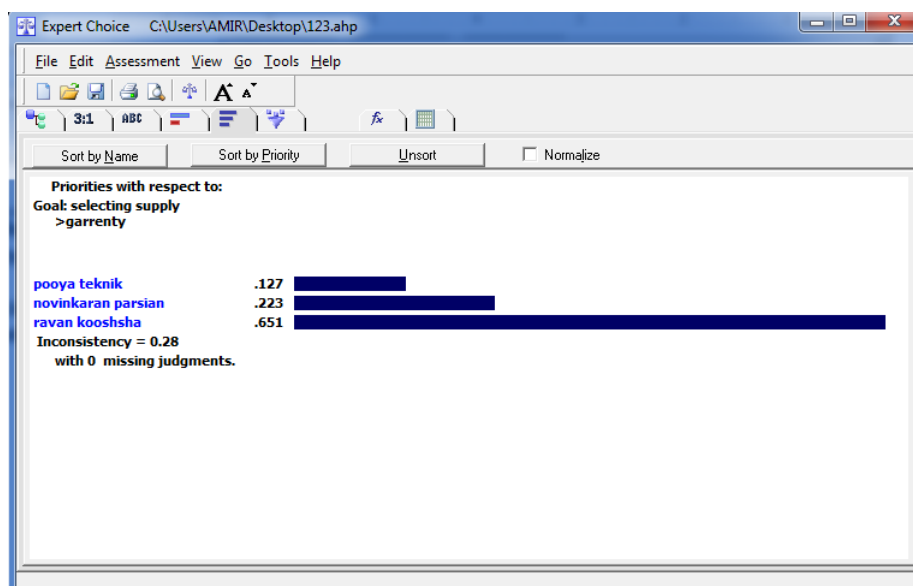
شکل ۳- مقایسه معیارها و گزینه‌ها (کیفیت)



شکل ۴- مقایسه معیارها و گزینه‌ها (زمان تحویل دهی)

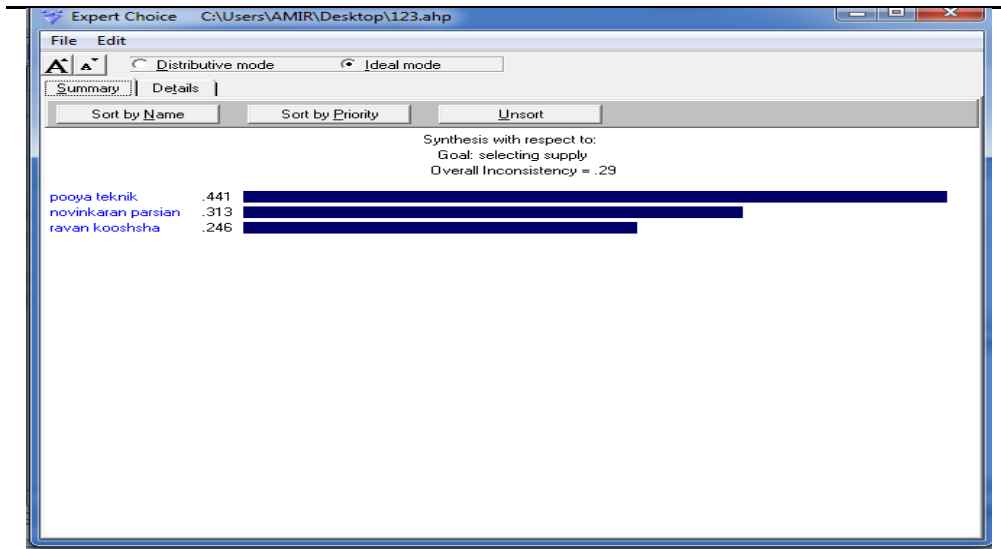


شکل ۵- مقایسه معیارها و گزینه‌ها (توان مالی)

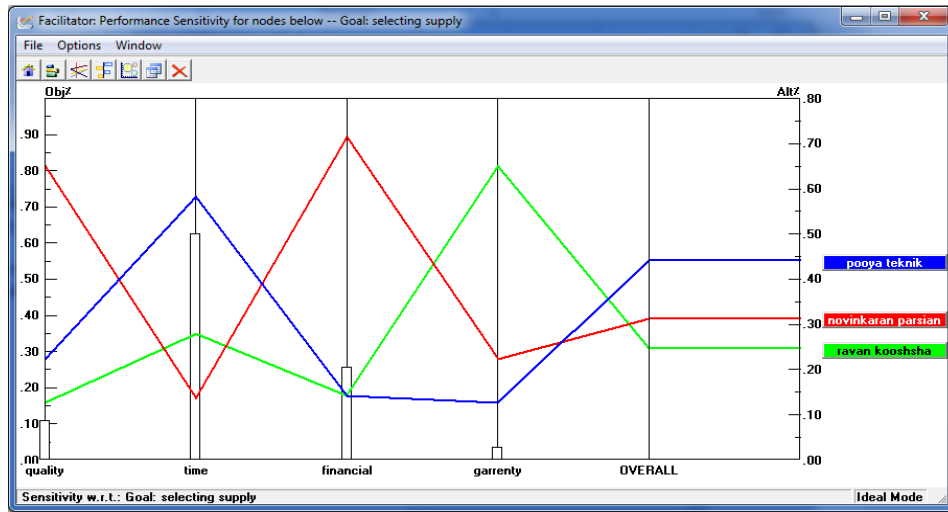


شکل ۶- مقایسه معیارها و گزینه‌ها (خدمات پس از فروش)

در نهایت بردار وزن نهایی و نمودار تحلیل حساسیت کارایی توسط نرم افزار به صورت زیر آمده است:



شکل ۷- محاسبه وزن نهایی



شکل ۸- نمودار حساسیت کارایی

۲-۴- نتایج

در این قسمت، نتایج حاصل از نرم افزار و رتبه نهایی هر کدام از شرکت ها آمده است.

بردار وزن نهایی نرمال شده محصولات در جدول ۱ آورده شده است:

جدول ۱- بردار وزن نهایی نرمال شده شرکت ها و معیارها

معیار	شرکت روان کوشا	شرکت نوین کاران پارسیان	شرکت پویا تکنیک
کیفیت	۰/۲۳	۰/۴۷	۰/۲۸
زمان تحویل دهی	۰/۵	۰	۰/۵
توان مالی	۰	۱	۰
گارانتی و خدمات پس از فروش	۰/۰۶۲	۰	۰/۳۷

منبع: یافته های پژوهش

همچنین وزن نرمال شده معیارها در جدول ۲ آورده شده است:

جدول ۲- وزن نرمال شده معیارها

گاراتنی و خدمات پس از فروش	توان مالی	زمان تحویل دهی	کیفیت
۰	۰/۰۰۳	۰	۰/۱۹

منبع: یافته‌های پژوهش

برای محاسبه رتبه نهایی هر کدام از شرکت‌ها، ماتریس سطری وزن نرمال شده معیارها در ماتریس سطری وزن نرمال شده شرکت‌ها و معیارها ضرب شود. بنابراین رتبه نهایی شرکت‌ها به صورت زیر در جدول ۳ آمده است:

جدول ۳- رتبه نهایی شرکت‌ها

شرکت	شرکت روان کوشا	شرکت نوین کاران پارسیان	شرکت پویا تکنیک
رتبه نهایی	۰/۰۴۳۷	۰/۰۹۲۳	۰/۰۵۳۲

منبع: یافته‌های پژوهش

بنابراین تامین کننده دوم (شرکت نوین کاران پارسیان) رتبه بهتری در ارزیابی تامین کنندگان این شرکت به روش FAHP را کسب کرد. در نتیجه، بهترین پیمانکار به شرکت معرفی می‌گردد. از این روش تحلیل سلسله مراتبی فازی می‌توان در بهبود مدیریت زنجیره تامین و ارتقای کیفیت و کارآیی فرآیندهای انتخاب تامین کننده استفاده کرد. همچنین، این روش به سازمان‌ها کمک می‌کند تا در فرآیند انتخاب پیمانکاران، تصمیمات بهتری اتخاذ نمایند و بهبود قابل توجهی در عملکرد زنجیره تامین خود دست یابند.

۵- نتیجه گیری و پیشنهادات

در مقاله حاضر، با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)، تلاش شده است تا شرکت‌های تامین کننده در زنجیره تامین ارزیابی شوند و بر اساس اهمیت نسبی عوامل مختلف، رتبه‌بندی شوند. با استفاده از روش FAHP، اعداد فازی برای بیان اهمیت نسبی عناصر هر سطح استفاده شده است. مطالعه موردی در این مقاله شامل چهار مورد از معیارهای مهم برای ارزیابی تامین کنندگان است که از کارشناسان خبره استخراج شده است. همچنین، سه تامین کننده اصلی شرکت مورد بررسی قرار گرفته و اطلاعات مورد نیاز جمع آوری شده است. سپس با استفاده از محاسبات مربوط به FAHP، تامین کنندگان مورد ارزیابی قرار گرفته و بر اساس اهمیت نسبی عوامل، رتبه‌بندی شده‌اند. این روش به عنوان یک روش تحلیلی قدرتمند، امکان مقایسه و ارزیابی جامع تامین کنندگان را فراهم می‌کند. براساس رتبه‌بندی تامین کنندگان، می‌توان بر روی تامین کنندگان با رتبه بالا تمرکز کرده و روابط تجاری مورد نیاز را با آنها تقویت کرد. همچنین، می‌توان نقاط ضعف تامین کنندگان با رتبه پایین را شناسایی کرده و تلاش کرد، بهبودی در عملکرد آنها ایجاد شود. به طور کلی، استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی در ارزیابی و بهبود مدیریت زنجیره تامین، می‌تواند به شرکت‌ها کمک کند تا راهبردها و تصمیمات خود را بر اساس اهمیت نسبی عوامل مختلف و با توجه به رتبه‌بندی تامین کنندگان انتخاب کنند. این روش می‌تواند به بهبود کارآیی و عملکرد زنجیره تامین کمک کرده و منجر به افزایش رقابت پذیری شرکت‌ها در بازار گردد. در نهایت، بررسی بیشتر تعداد معیارهای ارزیابی نقش تامین کنندگان در بهبود عملکرد

شرکت در صنایع مختلف پیشنهاد می‌گردد. همچنین پیشنهاد می‌گردد، برای بهبود زنجیره تامین و اخذ رتبه بهتر پیمانکاران دیگر، معیارهای مربوط به مسائل مالی در کانون توجه قرار گیرد.

منابع

قاسمی، حمید، خانلری، امیر، معصومی، حمیدرضا، (۱۳۹۷). رتبه‌بندی تامین کنندگان در زنجیره تامین پایدار و تاثیر آن در جهت گیری تصمیمات آتی سازمان (مطالعه موردی: شرکت محصولات کاغذی لطیف)، چهارمین کنفرانس ملی توانمندسازی جامعه در حوزه علوم انسانی و مطالعات روان شناسی.

طالقانی، محمد، شاهرودی، کامبیز، صانعی، فرزانه، (۱۳۹۱). مقایسه تطبیقی AHP و AHP فازی در رتبه‌بندی ترجیحات خرید (صنعت لوازم خانگی)، مجله تحقیق در عملیات و کاربردهای آن، ۹، ۸۱-۹۱.

غلامی، داوود، فقهی، جهانگیر، دانه کار، افشین، (۱۳۹۵). به کارگیری روش دلفی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی برای اولویت بندی عوامل منفی موثر بر جنگل‌های مانگرو، فصل‌نامه علمی پژوهشی اکویولوژی تالاب، ۸، ۸۵-۱۰۰.

مهاجری، داوود، (۱۳۹۴). شناسایی و رتبه بندی عوامل موثر بر بهبود مدیریت زنجیره تامین با استفاده از فنون تصمیم گیری چند شاخصه فازی در صنایع خودروسازی، کنفرانس بین المللی پژوهش های نوین در مدیریت و مهندسی صنایع.

Balusa, B. C., Gorai, A.K., (۲۰۱۹). Sensitivity analysis of fuzzy analytic hierarchical process (FAHP) decision making model in selection of underground metal mining method, *Journal of Sustainable Mining*, ۱۸(۱), ۸-۱۷.

Chen, H., (۲۰۱۸). Evaluation of Personalized Service Level for Library Information Management Based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process, *Procedia Computer Science*, ۱۳۱, ۹۵۲-۹۵۸.

Haidara, I., Tahri, M., Maanan, M. Hakdaoui, M., (۲۰۱۹). Efficiency of Fuzzy Analytic Hierarchy Process to detect soil erosion vulnerability, *Geoderma*, ۳۵۴, ۳۸-۵۳.

Haldar, S., Karmaker, C. L., (۲۰۱۸). A Framework to Evaluate and Improve Supply Chain: FAHP Based Case Study on a Super market, *International Journal of Research in Industrial Engineering*, ۷(۴), ۴۲۳-۴۴۰.

Kahraman, C., Öztaysi, B., (۲۰۱۴). *Supply Chain Management Under Fuzziness: Recent Developments and Techniques*, Berlin, Springer-Verlag.

Kumar, K. A., Kumar, P. S., (۲۰۱۷). A simplified model for evaluating best biodiesel production method, *Fuzzy analytic hierarchy process approach Sustainable Materials and Technologies*, ۱۲, ۱۸-۲۲.

Lee, S. K., Mogi, G., Kim, J. W., (۲۰۱۵). Decision support for prioritizing energy technologies against high oil prices: A fuzzy analytic hierarchy process approach, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, ۲۲(۶), ۹۱۵-۹۲۰.

Radivojevic, G., Gajovic, V., (۲۰۱۳). Supply chain risk modeling by AHP and Fuzzy AHP methods, *Journal of Risk Research*, ۱۷(۳), ۳۳۷-۳۵۲.

Shah, S. A., Solangi, Y. A., Ikram, M., (۲۰۱۹). Analysis of barriers to the adoption of cleaner energy technologies in Pakistan using Modified Delphi and Fuzzy Analytical Hierarchy Process, *Journal of Cleaner Production*, ۲۳۵, ۱۰۳۷-۱۰۵۰.

Tramarico, C. L., Mizuno, D., Salomon, V. A., (۲۰۱۸). Fernando Augusto Silva Marins. Analytic Hierarchy Process and Supply Chain Management: a bibliometric study, *Procedia Computer Science*, ۵۵, ۴۴۱-۴۵۰.

Yaqin H., Shengpin D., (۲۰۱۶). Classification of Urban Emergency Based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process, *Procedia Engineering*, ۱۳۷, ۶۳۰-۶۳۸.



- Yaw, O. A., Out, L. S., (۲۰۱۷). An embedded fuzzy analytic hierarchy process for evaluating lecturers conceptions of teaching and learning, *Studies in Educational Evaluation*, ۵۵, ۴۶-۵۷.
- Zhang, J., Zhu, M., Zhang, L., (۲۰۱۵). Risk Evaluation of the Logistics Ecological Environment System Based on FAHP, *Procedia Engineering*, ۱۵, ۳۸۱-۳۸۵.

Evaluation and Improvement of Supply Chain Management Based on the Fuzzy Analytic Hierarchy Process

Mohammad Reza Mahyarinia¹*

Abstract

One of the most important topics that organizations are currently facing is the effective and efficient management of the supply chain. The main objective of this research is to rank contractors using the fuzzy analytic hierarchy process method. Firstly, existing frameworks for developing supply chain strategies are analyzed. Then, this process is implemented to select the appropriate supplier in a case study. In this study, information on four criteria for evaluating contractors and information from three contractor companies is collected through interviews with experienced professionals. The contractor evaluation method in this research is performed by pairwise comparison of contractors considering each criterion and its weight. Using the fuzzy analytic hierarchy process algorithm, relevant calculations are performed, and contractor companies are ranked. As a result, the best contractor is introduced to the company. This method can be used to improve supply chain management and enhance the quality and efficiency of supplier selection processes. Additionally, this method helps organizations make better decisions in the contractor selection process and achieve significant improvements in their supply chain performance.

Keywords: Supply Chain, Supplier, Multi-Criteria Decision Making, Fuzzy Hierarchical Analysis.

JEL Classification: C۱۵, C۴۱, C۵۳, C۶۷.

¹ - Assistant Professor, Department of Mathematics, Faculty of Engineering, KhomeiniShahr Branch, Islamic Azad University, KhomeiniShahr, Isfahan, Iran (Corresponding Author) Email:mahyarinia@iaukhsh.ac.ir