مطالعات پایداری و توسعه سکونتگاه‌های همساز با اقلیم/ دوره دوم، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۲، (پیاپی ۱).
صص ۳۴-۲۲

استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری در پروژه‌های شهری

حسین ملاشاهی [۱*]، محمد سلحشوری [۲]، محمدامیر براهویی [۳]

۱. استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان، ایران.
۲. دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان، ایران.
۳. دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۱۰ DOI: 10.22034/mpsh.2025.406364.1040

چکیده

مدیریت شهری(Urban management) شامل سیاست‌ها، برنامه و فعالیت‌هایی است که تضمین می‌کند جمعیت در حال رشد شهر از زیرساخت‌ها، مسکن و اشتغال برخوردار خواهد بود. شالوده مدیریت شهری عبارت است از بر عهده گرفتن نقشی فعال در توسعه، مدیریت و هماهنگ‌سازی منابع برای دستیابی به اهداف توسعه شهری. مدیریت شهری علاوه بر هموار کردن راه برای چشم‌انداز مشترک توسعه، می‌تواند برای شهرها و شهروندان بسیار سودمند باشد. درحالی‌که برخی از افراد بیشتر تصویر کشورهای پیشرفته را با فضاهای کاملاً برنامه‌ریزی‌شده و منابع فراوان در ذهن دارند، اما مهم است که بدانیم مدیریت شهری، چیزی فراتر از آن است. مدیریت شهری موجب تغییر در زندگی در کشورهای درحال‌توسعه می‌شود و امکان مداخلات در مقیاس متفاوت را با توجه به نیازها و منابع هر مکان خاص فراهم می‌کند. بهبود وضع موجود در تمامی فعالیت‌ها مستلزم شناسایی عوامل مؤثر در ارتقای این وضعیت خواهد بود. به‌علاوه با توجه به محدودیت منابع، لازم است تا امتیازدهی این موارد انجام گیرد تا در زمان مقتضی اقدامات متناسب با آن انجام شود. هدف این پژوهش امتیازدهی پروژه‌های عمرانی در شهر زاهدان می‌باشد. بر اساس این نتایج پروژه‌های اجرای آسفالت، بهبود علائم شهری و خط‌کشی معابر و احداث پارکینگ طبقاتی در اولویت‌های بالای انتخاب برای اجرا قرار گرفتند.

واژگان کلیدی: طرح‌های عمرانی، امتیازدهی، روش‌های تصمیم‌گیری، تصمیم‌گیری چند معیاره، زاهدان.

* نویسنده مسئول: حسین ملاشاهی

مقدمه

تصمیم‌گیری شامل بیان درست اهداف، تعیین راه‌حل‌های مختلف و ممکن، ارزیابی امکان‌پذیری آنان، ارزیابی عواقب و نتایج ناشی از اجرای هر یک از راه‌حل‌ها و بالاخره انتخاب و اجرای آن می‌باشد. کیفیت مدیریت اساساً تابع کیفیت تصمیم‌گیری است زیرا کیفیت طرح و برنامه‌ها، اثربخشی و کارآمدی راهبردها و کیفیت نتایجی که از اعمال آن‌ها به دست می‌آید همگی تابع کیفیت تصمیماتی است که مدیر اتخاذ می‌نماید. در اکثر موارد تصمیم گیری‌ها وقتی مطلوب و مورد رضایت تصمیم‌گیرنده است که تصمیم‌گیری بر اساس چندین معیار موردبررسی قرارگرفته باشد. معیارها ممکن است کمی یا کیفی باشند. در روش های تصمیم گیری چندمعیاره که در دهه‌های اخیر موردتوجه محقق قرارگرفته است بجای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی از چند معیار سنجش استفاده می‌شود. تصمیم‌گیری، یک حوزه وسیع موردمطالعه در بسیاری از رشته‌ها است. می‌توان آن را به‌سادگی به‌عنوان فرآیند انتخاب یک گزینه از مجموعه گزینه‌های ممکن بیان کرد. درست است که برخی تصمیمات بسیار ساده هستند. اما در دنیای واقعی چنین تصمیماتی بسیار کم می‌باشند. به همین دلیل نیازمند روشی هستیم که بتواند هر گزینه را بر اساس

معیارهای مختلف اندازه‌گیری کند. همچنین باید اهمیت نسبی همه معیارها را نیز در نظر بگیرد. یک روش معمول، که در چنین موقعیت‌هایی به کار گرفته می‌شود تصمیم‌گیری چند معیاره یا MCDM می‌باشد. مدیران ارشد در سراسر دنیا به‌طور پیوسته با مسائلی از این قبیل مواجهند که چگونه مناسب‌ترین پروژه‌ها را از بین پروژه‌های مختلف در دست بررسی انتخاب کنند و چگونه از علم و دانش‌های موجود جهت پیش‌بینی شکست یا عدم شکست پروژه‌های تحت بررسی استفاده کنند و یا به عبارتی بهتر پروژه‌های تحت بررسی خود را چگونه انتخاب کنند تا مانع از سو مصرف منابع گردد. پروژه‌های تحت بررسی همگی از اولویت یکسان برخوردار نیستند جهت مشخص شدن اولویت و وزن پروژه‌ها می‌توان از مقایسه پروژه‌ها با استفاده از چند معیار بهره برد و پروژه‌ها را با استفاده از آن‌ها وزن دهی کرد بنابراین می‌توان گفت انتخاب پروژه از نوع مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره است. یکی از بزرگ‌ترین تصمیم‌گیری‌های هر سازمان به‌احتمال‌زیاد مربوط به پروژه‌هایی است که آن‌ها را به عهده می‌گیرد باوجود پروژه‌های متعدد و معیارهای متعدد که بر آن‌ها تأثیر دارد روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره می‌توانند به تصمیم گیران برای انتخاب و امتیازدهی پروژه‌ها کمک کنند. به‌طورکلی می‌توان گفت انتخاب پروژه فرآیند ارزیابی و تجزیه‌وتحلیل پروژه‌های مستقل است تا بهترین پروژه انتخاب گردد بطوریکه اهداف سازمان برآورده شود. انتخاب پروژه برای پروژه‌های عمرانی به معنی مشخص کردن برخی گزینه‌ها در جهت حداکثر کردن منافع سازمان و تخصیص منابع محدود سازمان فقط در بین همان پروژه‌ها است انتخاب بهترین ترکیب پروژه‌ها کار دشواری است چراکه عوامل مختلفی همچون ریسک پروژه، اهداف سازمان، محدودیت منابع سازمان و ... در آن دخیل هستند.[۸]

اهمیت پژوهش

ضرورت امتیازدهی طرح‌ها

بند ۱۰ ماده یک قانون برنامه‌وبودجه طرح عمرانی را چنین تعریف می‌کند: «مجموعه عملیات و خدمات مشخصی است که بر اساس مطالعات توجیهی فنی و اقتصادی یا اجتماعی که توسط دستگاه اجرایی انجام می‌شود، طی مدت معین و با اعتبار معین برای تحقق بخشیدن به هدف‌های برنامه پنج‌ساله به‌صورت سرمایه‌گذاری ثابت شامل هزینه‌های غیرثابت وابسته در دوره مطالعه و اجرا و یا مطالعات اجرا می‌گردد و تمام یا قسمتی از هزینه‌های اجرای آن از محل اعتبارات عمرانی تأمین می‌شود و به سه نوع انتفاعی و غیرانتفاعی و مطالعاتی تقسیم می‌گردد.»

ضرورت استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری

مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره انتخاب‌گر بوده و به‌منظور انتخاب مناسب‌ترین گزینه از بین m گزینه موجود به کار می‌روند شاخص‌های انتخاب می‌تواند هم از نوع کمی و کیفی باشد شاخص‌ها اغلب در مدل‌های MADM از مقیاس‌های مختلف بوده و غالباً در تعارض با یکدیگرند در نتیجه گزینه‌ای که بتواند بهینه بوده و ایده آل از هر نظر را تأمین نماید در اغلب موارد غیرممکن خواهد بود اما انتخاب مناسب‌ترین گزینه به‌طور نسبی امکان‌پذیر است به‌راحتی نمی‌توان گفت که رویکرد MADM برای یک مساله تصمیم‌گیری قابل‌قبول است. یک روش قابل‌قبول و معتبر برای امتیازدهی گزینه‌ها کاربرد چندین روش MADM برای یک مساله و مقایسه نتایج آن‌ها و سپس تصمیم‌گیری نهایی می‌باشد.

سؤالات و فرضیات پژوهش

همواره پروژه‌های متعددی در سازمان شهرداری در دست مطالعه و اجرا می‌باشد. که هر یک دارای شرایط و منافع خاص خود هستند، چگونه می‌توان تشخیص داد که کدام‌یک از پروژه‌ها از اولویت بیشتری برای احداث برخوردار هستند در این تحقیق سعی بر این است تا به سؤالات زیر پاسخ روشن و منطقی داده شود:

سؤالات:

معیارهای امتیازدهی پروژه‌های عمرانی شهر زاهدان کدامند؟

وزن هر یک از معیارها چیست؟

در نهایت رتبه نهایی هر کدام از پروژه‌ها کدام است؟

فرضیه‌ها:

امکان تعیین معیار و انجام امتیازدهی بر اساس آن به‌منظور تعیین پروژه‌های مهم شهر زاهدان وجود دارد.

پیشینه پژوهش

افرازه و ناصریان[۲]، به امتیازدهی پروژه‌های توسعه راه‌آهن پرداخته‌اند همواره پروژه‌های متعددی برای توسعه راه‌آهن در دست مطالعه و اجرا می‌باشد که هر یک دارای شرایط و منافع خود هستند هدف این پژوهش ارائه روشی منظم و علمی برای امتیازدهی طرح‌های پیشنهاد شده برای توسعه راه‌آهن از دیدگاه ملی است. در این مقاله ضمن بررسی اجمالی سوابق موضوع، یک الگوریتم مناسب تصمیم‌گیری چند معیاره برای سنجش گزینه‌ها در معیارهای کمی و کیفی شده با ترکیبی از سه روش (وزن دهی ساده، تاپسیس، تحلیل سلسله مراتبی) پیشنهاد شده است. و در نهایت یک مدل برای ۱۴ پروژه به‌صورت آزمایشی اجرا و امتیازدهی بین آن‌ها معین‌شده است. به‌منظور کسب اطلاعات لازم در خصوص تعیین معیارها، تعیین وزن معیارها، مقایسه زوجی متغیرها و استفاده از سایر نظرات مدیران و مسئولان مربوط چهار پرسشنامه طراحی و استفاده شد. روش پیشنهادی به‌عنوان یک ابزار تفاهم در مواقع ذیل قابل‌استفاده است. (هنگام برنامه‌ریزی بلندمدت طرح‌های توسعه راه‌آهن، هنگام داشتن بودجه و تسهیم آن، هنگام کاهش بودجه، هنگام تصمیم به شروع طرحی جدید). عمرانی و ادبی باویل علیایی [۶]، در تحقیق خود به کاربرد مدیریت سبد پروژه و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فازی در صنعت راه‌سازی پرداخته‌اند و با ارائه مطالعه موردی از یک شرکت راه‌سازی که در حال اجرای پروژه دولتی است با استفاده از تلفیق نظرات سه خبره به بررسی اهم مشکلات اجرایی پروژه ساخت آزادراه پرداخته است. در این مطالعه پروژه مادر به پروژه‌های کوچک‌تر تقسیم شد و سبدی از زیر پروژه‌ها تشکیل داد این مقاله روشی جهت محاسبه اوزان فازی با اعداد ذوزنقه‌ای زیر معیارها و معیارها ارائه نمود برای اینکار ابتدا اوزان فازی معیارهای اصلی را محاسبه کرده سپس آن‌ها را قطعی سازی کرد و بعد اوزان فازی ریز معیارها را محاسبه نمود حاصل‌ضرب اوزان قطعی معیارهای اصلی در زیر معیارها برابر است با اوزان فازی با اعداد ذوزنقه‌ای و از این اوزان برای انجام محاسبات تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس استفاده شد. نتایج خروجی نشان می‌دهد که در شرکت راه‌سازی موردمطالعه نتایج حاصل از روش‌های تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس فازی با اولویت‌های ذهنی خبرگان متفاوت است و شرکت بهتر است برای افزایش سود و بازدهی و کاهش ریسک تغییر رویه داده و از روش‌های مختلف برای امتیازدهی استفاده نماید. فضلی و مدنی [۸]، امتیازدهی و انتخاب پروژه جهت پروژه‌های عمرانی در واقع به معنی امتیازدهی تعدادی پروژه و تخصیص منابع سازمان فقط در بین آن پروژه‌ها می‌باشد تا به‌واسطه این انتخاب و تخصیص سود سازمان حداکثر گردد در انتخاب بهترین ترکیب پروژه برای سازمان عوامل مختلفی دخیل هستند که می‌توان به ریسک پروژه، اهداف شرکت، در دسترس بودن منابع و... اشاره کرد. به‌طورکلی می‌توان گفت انتخاب پروژه برای پروژه‌های ساخت‌وساز از جمله مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد در این تحقیق محقق یک متدلوژی را معرفی می‌کند که رابطه میان معیارها و گزینه‌ها را با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای و برنامه‌ریزی آرمانی در نظر می‌گیرد برای رسیدن به یک رویکرد سیستماتیک جهت در نظر گرفتن اولویت‌ها و نسبت‌ها در معیارهای چندگانه پیشنهاد می‌شود که فرآیند تحلیل شبکه‌ای قبل از برنامه‌ریزی آرمانی بکار رود.

ANP - GP این امکان را فراهم می‌کند تا علاوه بر در نظر گرفتن همزمان معیارهای کمی و کیفی روابط درونی میان این معیارها را نیز در نظر گرفت مدل‌هایی که تاکنون جهت انتخاب پروژه مورداستفاده قرار می‌گرفتند مدل‌های خوبی بودند ولی امکان اجرای بررسی جامع را نداشتند هنگامی‌که در مسئله موردبررسی نیاز به امکان‌سنجی منابع احساس گردد برنامه‌ریزی آرمانی توانایی اجرای این امکان‌سنجی را نداشته و به‌ناچار باید از برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک استفاده کرد همچنین بهترین روش ممکن برای جمع‌آوری داده‌ها روش دلفی است که در اینجا به‌کاررفته است.

قلمرو موضوعی و مکانی پژوهش

دامنه موضوع این پژوهش داده‌های پروژه‌های عمرانی شهر زاهدان می‌باشد و هدف این پژوهش امتیازدهی این پروژه‌های عمرانی است که در نهایت مشخص شود که اجرای کدام‌یک از پروژه‌ها از اهمیت بیشتری برخوردارست.

مطالعه موردی

این پژوهش بر روی پروژه‌های عمرانی سازمان شهر زاهدان صورت گرفته است. شهر زاهدان از چهار منطقه تشکیل گردیده است. پس از مرور مطالعات پیشین و مصاحبه‌های بدون ساختار پرسشنامه تهیه گردید و در بین افراد مطلع در زمینه امتیازدهی در سازمان شهرداری توزیع گردید.

پرسشنامه و روش تحقیق

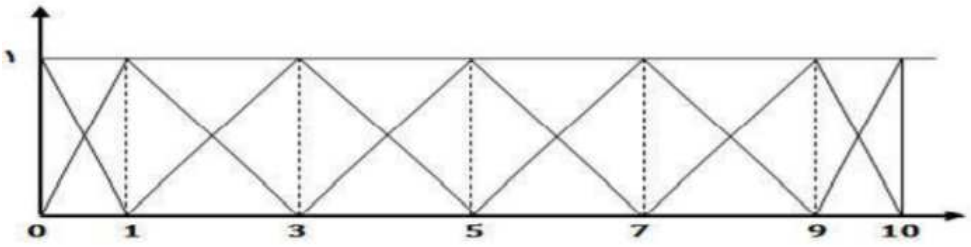
در این تحقیق ابتدا با مرور مطالعات گذشته و مصاحبه با کارشناسان سازمان شهرداری در خصوص امتیازدهی پروژه‌های عمرانی فاکتورهایی برای سنجش اولویت پروژه‌ها جمع‌آوری گردید و با بررسی بیشتر و همچنین نظر استاد راهنما تعدادی از فاکتورها حذف و تعدادی فاکتور جدید اضافه گردید و در نهایت ۱۵ معیار برای سنجش اولویت پروژه‌ها انتخاب گردید.

پرسشنامه تهیه گردید که در پیوست موجود است که در این پرسشنامه هر معیار بر اساس زبانی ذیل سنجیده گردید. برای ارزیابی معیارها در این پرسشنامه از طیف فازی ذیل استفاده می‌شود.

جدول (۱)، طیف فازی

اعداد فازی مثلثی معادل طیف ۷ درجه جهت ارزیابی گزینه‌ها (حبیبی و همکاران، ۱۳۹۳ : ۱۲۵)

متغیر زبانی	معادل فازی
خیلی ضعیف (Very poor)	(0, 0, 1)
ضعیف (Poor)	(0, 1, 3)
ضعیف تا متوسط (Medium poor)	(1, 3, 5)
متوسط (Fair)	(3, 5, 7)
تقریباً خوب (Medium good)	(5, 7, 9)
خوب (Good)	(7, 9, 10)
خیلی خوب (Very good)	(9, 10, 10)



شکل (۱) اعداد فازی مثلثی

جامعه آماری به مجموعه افراد، اشیاء و یا به‌طورکلی پدیده‌هایی اطلاق می‌شود که محقق می‌تواند نتیجه مطالعه خود را به کلیه آن‌ها تعمیم دهد. جامعه آماری تحقیق با یک یا چند صفت مشترک شناسایی می‌شود. در این پژوهش جامعه کارشناسان سازمان شهرداری می‌باشد که در زمینه پروژه‌های عمرانی آگاهی دارند که تعداد آن‌ها در سازمان شهر زاهدان ۴۰ نفر می‌باشد. در بیشتر موارد به سبب حجم گسترده جامعه آماری، مراجعه به کلیه آحاد جامعه و مطالعه تک‌تک آن‌ها امکان‌پذیر نیست. در

این صورت محقق ناگزیر است که بخشی از جامعه آماری را موردمطالعه قرار داده و نتیجه بررسی را به‌تمامی جامعه آماری تعمیم دهد. مراجعه به بخشی از جامعه آماری جهت شناسایی همه آن را روش نمونه‌گیری می‌نامند.

تکنیک دلفی فازی

تکنیک دلفی بر اساس دیدگاه پاسخ‌دهندگان صورت می‌گیرد. در این تکنیک برای سنجش دیدگاه از عبارات کلامی استفاده می‌شود. عبارات کلامی در انعکاس کامل مکنونات ذهنی پاسخ‌دهنده محدودیت‌هایی دارد. برای نمونه عبارت «زیاد» برای فرد A که فرد سخت‌گیری است با عبارت «زیاد» برای فرد B متفاوت است. اگر برای کمی کردن دیدگاه هر دو فرد از یک عدد قطعی استفاده شود، نتایج دارای اریب خواهد شد. بنابراین با توسعه طیف فازی مناسب می‌توان بر این مشکل غلبه کرد. روش سنتی دلفی، همیشه از همگرایی پایین نظرات متخصصان، هزینه اجرای بالا و احتمال حذف نظرات برخی از افراد رنج‌برده است. موری و همکاران برای بهبود روش دلفی سنتی، مفهوم یکپارچه‌سازی روش دلفی سنتی با تئوری فازی را در سال ۱۹۸۵ ارائه دادند. ایشیکاوا و همکاران کاربرد تئوری فازی را در روش دلفی بیش‌تر معرفی کردند و الگوریتم یکپارچه‌سازی فازی را برای پیش‌بینی ضریب نفوذ آتی کامپیوترها در سازمان‌ها توسعه دادند. برای تشریح الگوریتم اجرای تکنیک دلفی فازی باید بین دو کاربرد تکنیک دلفی تفاوت قائل شد.

کاربرد تکنیک دلفی برای «غربال شاخص‌ها»

کاربرد تکنیک دلفی برای «پیش‌بینی»

بنابراین در استفاده از تکنیک دلفی باید بین دو نوع پژوهش کیفی تمایز قائل شد. برخی پژوهش‌ها جنبه اکتشافی دارد. در این دسته پژوهشگران به دنبال شناسایی مهم‌ترین عناصر زیربنایی یک پدیده هستند. برخی از پژوهش‌ها نیز با هدف پیش‌بینی صورت می‌گیرد. در این مطالعه الگوریتم اجرای تکنیک دلفی فازی در هر مورد بر اساس مطالعات انجام‌شده پیشین ارائه‌شده است.

الگوریتم اجرای تکنیک دلفی فازی جهت غربالگری

- شناسایی طیف مناسب برای فازی سازی عبارات کلامی
- تجمیع فازی مقادیر فازی شده
- فازی زدایی مقادیر
- انتخاب شدت آستانه و غربال معیارها

در الگوریتم اجرای تکنیک دلفی فازی برای غربالگری نخست باید طیف فازی مناسبی برای فازی سازی عبارات کلامی پاسخ‌دهندگان توسعه داد. برای این منظور می‌توان از روش‌های توسعه طیف فازی استفاده کرد یا از طیف‌های فازی متداول برای این منظور استفاده کرد.

- الگوریتم اجرای تکنیک دلفی فازی جهت پیش‌بینی
- ابتدا پیش‌بینی هر کارشناس به‌صورت یک عدد فازی مثلثی ارائه می‌شود
- برای تجمیع پیش‌بینی‌ها از روش میانگین فازی استفاده می‌شود.

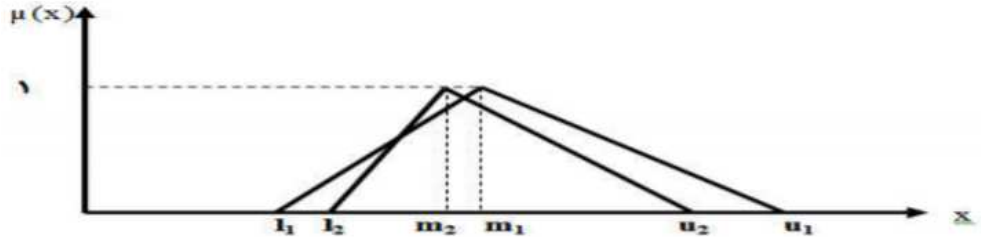
سپس از روش زیر برای شناسایی اختلاف دیدگاه هر کارشناس با میانگین دیدگاه‌ها محاسبه‌شده و مجدد در اختیار کارشناس مربوطه قرار می‌گیرد.

تکنیک ویکور

نخستین بار سرافیم اپریکویک (۲۰۰۰) [۱] در مقاله‌ای با عنوان روش ویکور فازی و کاربرد آن در برنامه‌ریزی منابع آب از تکنیک ویکور با رویکرد فازی استفاده کرده است. روش ویکور فازی برای تعیین راه‌حل توافقی مسئله چند معیاره فازی توسعه‌یافته است. که در آن کی تعداد گزینه‌های ممکن؟ Aj ={x_1,x_۲,...} ، زامین گزینه به‌دست‌آمده با مقادیر معین متغیرهای سیستم X؛ fij ارزش i امین تابع معیار برای گزینه Aj ؛n تعداد معیارها و mco نشان‌دهنده عملگر یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره برای انتخاب بهترین گزینه (توافقی) می‌باشد. گزینه‌ها را می‌توان ایجاد نمود و با مدل‌های ریاضیاتی، مدل‌های فیزیکی و یا به‌وسیله آزمایشات بر روی سیستم موجود یا دیگر سیستم‌های مشابه، مورد آزمون قرار داد. محدودیت‌ها به‌عنوان اهداف با اولویت بالا تلقی می‌شوند که باید در فرایند ارزیابی گزینه‌ها لحاظ شوند. در این بحث، اعداد فازی مثلثی با نماد (f_ij = (l _ ij , m _ ij , u _ ij نمایش داده می‌شوند. مجموعه معیارهایی که بار مثبت دارند (سودمندی) با lb و مجموعه معیارهایی که بار منفی دارند (هزینه) با lc نشان داده می‌شوند.

تشکیل ماتریس تصمیم فازی برای تکنیک ویکور

ماتریس تصمیم یا همان ماتریس امتیازدهی گزینه‌ها بر اساس معیارها تشکیل می‌شود. ماتریس تصمیم با X و هر درایه آن با Xl] نشان داده‌شده است. دقت کنید تکنیک ویکور بر خلاف تکنیک تاپسیس بر آمار و ارقام واقعی متکی است و کمتر برای ارزیابی از طیف لیکرت استفاده می‌شود. حال اینجا پارادوکسی مطرح است. اگر اعداد و ارقام واقعی وجود دارد جایگاه فازی کجاست؟ بله، پرسش صحیح و کلیدی است. اگر ارقام واقعی وجود داشته باشد همه‌چیز قطعی خواهد بود و فازی بودن مصداق ندارد اما در مورد بسیاری از ارزیابی‌های کمی می‌توان کمترین مقدار ممکن، بیشترین مقدار ممکن و محتمل‌ترین مقدار ممکن را شناسایی کرد. مثلاً در ارزیابی یک نفر بر اساس نرخ دستمزد می‌توان از طیف فازی (۱۵۰ , ۱۰۰ , ۲۰۰) استفاده کرد. به این معنا که حداقل دستمزد درخواستی این فرد ۱۰۰ واحد پول، بیشترین دستمزد درخواستی ۲۰۰ واحد پول و محتمل‌ترین دستمزد درخواستی ۱۵۰ واحد پول است. دستمزد درخواستی نفر دوم (۱۲۰, ۱۶۰, ۱۸۰) است. نمایش این دو مقدار به‌صورت زیر است:



شکل(۲) نمودار فازی

این روش ارزیابی برای m گزینه بر اساس n معیار قابل‌تعمیم است. به‌این‌ترتیب می‌توان یک ماتریس ارزیابی فازی تشکیل داد. در غیر این صورت اگر بخواهید از همان روش طیف لیکرت برای ارزیابی استفاده کنید از طیف زیر بهره بگیرید:

جدول (۲) طیف فازی

اعداد فازی مثلثی معادل طیف ۷ درجه جهت ارزیابی گزینه‌ها (حبیبی و همکاران، ۱۳۹۳ : ۱۲۵)

متغیر زبانی	معادل فازی
خیلی ضعیف (Very poor)	(0, 0, 1)
ضعیف (Poor)	(0, 1, 3)
ضعیف تا متوسط (Medium poor)	(1, 3, 5)
متوسط (Fair)	(3, 5, 7)
تقریباً خوب (Medium good)	(5, 7, 9)
خوب (Good)	(7, 9, 10)
خیلی خوب (Very good)	(9, 10, 10)

فازی زدایی مقادیر در تکنیک و یکور

در روش‌های مختلف که با رویکرد فازی صورت می‌گیرد پژوهشگر در نهایت به دنبال آن است که مقادیر فازی نهایی را به یک عدد قطعی و قابل‌درک تبدیل کند. روش‌های متعددی برای فازی زدایی وجود دارند. برای نمونه روش مرکز ثقل، روش مرکز سطح و میانگین ماکسیمم از این دسته هستند. زنگ و تنگ (۱۹۹۳) روش ساده‌ای را برای فازی زدایی اعداد فازی مثلثی بر اساس روش مرکز سطح (COA) ارائه کرده‌اند. اپریکویک و زنگ (۲۰۰۳) مقاله‌ای با عنوان «فازی زدایی در مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره» ارائه کرده‌اند. در این مقاله به‌طورکلی روش‌های متعدد فازی زدایی بررسی‌شده است و در نهایت تکنیک CFCS به‌عنوان یک روش مناسب فازی دایی در تکنیک‌های MCDM پیشنهادشده است. با وجود همه انتقاداتی که اپریکویک (۲۰۰۳) برای روش‌های ساده و مرسوم فازی زدایی مطرح کرده است وی در الگوریتم پیشنهادی خود برای فازی زدایی $j=1\ldots J$,Q_j, R_j, S_jاز روش ساده زیر استفاده کرده است:

$$Crisp(N)=(l+4m+u)/2$$ **رابطه (۱)**

معیارهای استفاده‌شده در پرسشنامه برای اولویت‌بندی پروژه‌های عمرانی شهرداری زاهدان به شرح ذیل می‌باشند:

جدول(۳) معیارهای مورداستفاده

ردیف	معیار	نماد معیار
۱	برآورد اولیه پروژه	معیار۱
۲	هم راستایی با چشم اندازها و ماموریتهای شهرداری	معیار۲
۳	هم راستایی با دستورات و تصمیمات شورای شهر	معیار۳
٤	هم راستایی با دستورات و تصمیمات مدیران داخلی و شهردار	معیار٤
٥	اهمیت پروژه از دید شهروندان	معیار٥
٦	میزان درصد پیشرفت فیزیکی پروژه (پروژه‌های باقی مانده از سال قبل)	معیار٦
۷	ریسک اجرایی (مسائل فنی و بازخوردهای شهروندان در انجام یا عدم انجام پروژه)	معیار۷
۸	میزان هم راستایی پروژه با اسناد بالادستی و قوانین	معیار۸
۹	بازده اجتماعی پروژه	معیار۹
۱۰	بازده فرهنگی و بهداشتی پروژه	معیار۱۰
۱۱	بازده اقتصادی و مالی پروژه	معیار۱۱
۱۲	کاهش معضلات ترافیکی و حمل و نقل	معیار۱۲
۱۳	ایجاد اشتغال در زمان بهره برداری	معیار۱۳
۱٤	میزان مشارکت سرمایه گذار در پروژه	معیار۱٤
۱٥	ریسک‌های زیست محیطی	معیار۱٥

در پرسشنامه از عبارات زبانی جدول ذیل استفاده شد که داده‌های ماتریس تصمیم‌گیری را تشکیل می‌دهند

جدول (٤) طیف فازی

عبارات زبانی	معادل فازی	Crisp(N)=(l+۲m+u)/٤ معادل قطعی
خیلی ضعیف	(۰,۰,۱)	۰.۲٥
ضعیف	(۰,۱,۳)	۱.۲٥
ضعیف تا متوسط	(۱,۳,٥)	۳
متوسط	(۳,٥,۷)	٥
تقریبا خوب	(٥,۷,۹)	۷
خوب	(۷,۹,۱۰)	۸.۷٥
خیلی خوب	(۹,۱۰,۱۰)	۹.۷٥

مراحل امتیازدهی

مرحله اول: تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری برای ارزیابی پروژه‌ها بر اساس معیارها در معیارهای کمی از اعداد استفاده گردید و در معیارهای کیفی از طیف فازی که در بخش وزن دهی توضیح داده شد استفاده گردید. و درنهایت بعد از ارزیابی ۲۰ پروژه بر اساس ۱۳ معیار یک ماتریس ۲۰ در ۱۳ تشکیل گردید که داده‌های آن به شرح جدول شماره (۵) می‌باشد.

جدول (۵) داده‌های ماتریس تصمیم‌گیری برای امتیازدهی

وزن ها	۰.۰۷۳۷۵٤	۰.۰٥٦٤۹۷	۰.۰۸۷٦۸۸	۰.۰۸۹۸٤۲	۰.۰۷۳۹٦	۰.۰٦۱۹	۰.۰٦٥۱۰٦	۰.۰٦۸۸٥۳	۰.۰۷٥۹٤٤	۰.۰٦۹۱۸	۰.۰٥۸۰۹۷	۰.۰۷۳۹۲۸	۰.۰٥٤۹۱۷
معیار منفی؟	بله	خیر	خیر	خیر	خیر	خیر	بله	خیر	خیر	خیر	خیر	خیر	خیر
	معیار یک	معیار دو	معیار سه	معیار چهار	معیار پنج	معیار شش	معیار هفت	معیار هشت	معیار نه	معیار ده	معیار یازده	معیار دوازده	معیار سیزده
پروژه یک	۲۸۰۰۰۰۰۰	۷	٥	۷	۸.۷٥	۰.٥	۳	۷	۸.۷٥	۸.۷٥	۹.۷٥	۳	۹.۷٥
پروژه دو	٤۰۰۰۰۰۰۰	۸.۷٥	۷	۸.۷٥	۹.۷٥	۰.٤	۷	۸.۷٥	۷	۱.۲٥	۳	۹.۷٥	۰.۲٥
پروژه سه	۲٥۰۰۰۰۰۰	۸.۷٥	۷	۸.۷٥	۹.۷٥	۰.٥	۷	۸.۷٥	۸.۷٥	٥	۸.۷٥	۸.۷٥	۷
پروژه چهار	۱.۱٥E+۰۸	۸.۷٥	۷	۸.۷٥	۹.۷٥	۰.٤٥	۷	۷	۷	۱.۲٥	۳	۹.۷٥	۰.۲٥
پروژه پنج	۷٤۰۰۰۰۰	۷	٥	۷	۸.۷٥	۰.٤	۳	۷	۹.۷٥	۹.۷٥	۷	۰.۲٥	۸.۷٥
پروژه شش	۲٥۰۰۰۰۰	۹.۷٥	۸.۷٥	۹.۷٥	۹.۷٥	۰.٤٥	۰.۲٥	٥	۸.۷٥	۷	٥	۰.۲٥	۷
پروژه هفت	۳٤۰۰۰۰۰	۹.۷٥	۸.۷٥	۹.۷٥	۹.۷٥	۰.۲٥	۰.۲٥	۳	۷	۷	۳	۰.۲٥	٥
پروژه هشت	۷۰۰۰۰۰۰	۹.۷٥	۸.۷٥	۹.۷٥	۷	۰.۱	۰.۲٥	٥	٥	۸.۷٥	۰.۲٥	۰.۲٥	۰.۲٥
پروژه نه	۲٥۰۰۰۰۰	۹.۷٥	۸.۷٥	۹.۷٥	۷	۰.٥	۰.۲٥	۷	۷	۸.۷٥	۰.۲٥	۱.۲٥	۰.۲٥
پروژه ده	۱٥۰۰۰۰۰۰	۸.۷٥	۷	۸.۷٥	۹.۷٥	۰.٤	٥	۸.۷٥	۸.۷٥	۱.۲٥	٥	۰.۲٥	۸.۷٥
پروژه یازده	۳۸۰۰۰۰۰	۹.۷٥	۸.۷٥	۹.۷٥	۷	۰	۰.۲٥	۷	٥	۸.۷٥	۰.۲٥	۱.۲٥	۰.۲٥
پروژه دوازده	۷۰۰۰۰۰	۹.۷٥	۸.۷٥	۹.۷٥	۸.۷٥	۰.٥	۱.۲٥	۷	۷	۱.۲٥	۳	۷	۰.۲٥
پروژه سیزده	٤۰۰۰۰۰	۸.۷٥	۸.۷٥	۸.۷٥	۹.۷٥	۰.۲	۰.۲٥	٥	۳	٥	٥	۰.۲٥	۰.۲٥
پروژه چهارده	۲٥۰۰۰۰	۸.۷٥	۷	۸.۷٥	۹.۷٥	۰	۰.۲٥	۷	۹.۷٥	۹.۷٥	٥	۱.۲٥	۳
پروژه پانزده	۱۳٦۰۰۰۰	۸.۷٥	۷	۸.۷٥	۹.۷٥	۰.۱٥	۰.۲٥	۷	۸.۷٥	۷	۰.۲٥	۱.۲٥	۰.۲٥
پروژه شانزده	٥٦۲۰۰۰۰۰	۹.۷٥	۸.۷٥	۷	۹.۷٥	۰.۲	۱.۲٥	٥	۸.۷٥	۸.۷٥	۳	۰.۲٥	۷
پروژه هفده	۲٥۰۰۰۰۰	۸.۷٥	۷	۸.۷٥	۸.۷٥	۰.۱٥	۰.۲٥	۷	۹.۷٥	۸.۷٥	۰.۲٥	۹.۷٥	۰.۲٥
پروژه هجده	۳۰۰۰۰۰۰	۷	٥	۷	۸.۷٥	۰	۰.۲٥	۷	۸.۷٥	۸.۷٥	٥	۰.۲٥	۷
پروژه نوزده	۲٤۰۰۰۰۰	۹.۷٥	۷	۸.۷٥	۹.۷٥	۰.۳	۱.۲٥	۷	۸.۷٥	۹.۷٥	۱.۲٥	٥	۰.۲٥
پروژه بیست	۲۲۲۰۰۰۰	۹.۷٥	۸.۷٥	۹.۷٥	۷	۰.۳٥	۱.۲٥	۷	٥	۷	٥	۰.۲٥	۰.۲٥

مرحله دوم: نرمال کردن ماتریس تصمیم‌گیری

ابتدا همه مقادیر ماتریس تصمیم را به توان ۲ رسانده و مجموع هر ستون جمع می‌گردد و سپس جذر مجموع هر ستون گرفته‌شده و در نهایت هر یک از مقادیر بر جذر به‌دست‌آمده تقسیم می‌گردد. جدول شماره (۶) داده‌های ماتریس نرمال شده را نشان می‌دهد.

جدول (۶) داده‌های ماتریس نرمال : ابتدا همه مقادیر ماتریس به توان ۲ رسانده و مجموع هر ستون جمع می‌گردد و سپس جذر مجموع هر ستون گرفته‌شده و درنهایت هر یک مقادیر بر جذر به‌دست‌آمده تقسیم می‌گردد

جدول (٦) داده‌های ماتریس نرمال وزنی :ضرب وزن معیار بر عدد هر بخش

وزن ها	۰,۰۷۳۷۵٤	۰,۰۵٦٤۹۷	۰,۰۸۷٦۸۸	۰,۰۸۹۸٤۲	۰,۰۷۳۹٦	۰,۰٦۱۹	۰,۰٦۵۱۰٦	۰,۰٦۸۸۵۳	۰,۰۷۵۹٤٤	۰,۰٦۹۱۸	۰,۰۵۸۰۹۷	۰,۰۷۳۹۲۸	۰,۰۵٤۹۱۷
معیار منفی؟	بله	خیر	خیر	خیر	خیر	خیر	بله	خیر	خیر	خیر	خیر	خیر	خیر
	معیار یک	معیار دو	معیار سه	معیار چهار	معیار پنج	معیار شش	معیار هفت	معیار هشت	معیار نه	معیار ده	معیار یازده	معیار دوازده	معیار سیزده
پروژه یک	۰,۰۷۳۷۵٤	۰,۱۷٤۱۸۲	۰,۱٤۷۰۵۵	۰,۱۷۷۷۷۲	۰,۲۱۷۰۹٤	۰,۳۳۰۰٤۹	۰,۲۱۳۸۰۹	۰,۲۲۹۹٤۹	۰,۲٤۹۸۲۸	۰,۲٦۷۰۷٤	۰,٤۷۷۱۷٤	۰,۱٤۱۱۷٦	۰,٤٤۵۵٤۷
پروژه دو	۰,۲۹۰٤٦۹	۰,۲۱۷۷۲۸	۰,۲۰۵۸۷۷	۰,۲۲۲۲۱٤	۰,۲٤۱۹۰۵	۰,۲٦٤۰۳۹	۰,٤۹۸۸۸۸	۰,۲۸۷٤۳٦	۰,۱۹۹۸٦۲	۰,۰۳۸۱۰۳	۰,۱٤٦۸۲۳	۰,٤۵۸۸۲٤	۰,۰۱۱٤۲٤
پروژه سه	۰,۱۸۱۰٤۳	۰,۲۱۷۷۲۸	۰,۲۰۵۸۷۷	۰,۲۲۲۲۱٤	۰,۲٤۱۹۰۵	۰,۳۳۰۰٤۹	۰,٤۹۸۸۸۸	۰,۲۸۷٤۳٦	۰,۲٤۹۸۲۸	۰,۱۵۲٦۱٤	۰,٤۲۸۲۳۳	۰,٤۱۱۷٦۵	۰,۳۱۹۸۸
پروژه چهار	۰,۸۳۵۱	۰,۲۱۷۷۲۸	۰,۲۰۵۸۷۷	۰,۲۲۲۲۱٤	۰,۲٤۱۹۰۵	۰,۲۹۷۰٤٤	۰,۲۲۹۹٤۹	۰,٤۹۸۸۸۸	۰,۱۹۹۸٦۲	۰,۰۳۸۱۰۳	۰,۱٤٦۸۲۳	۰,٤۵۸۸۲٤	۰,۰۱۱٤۲٤
پروژه پنج	۰,۰۵۳۷۳۷	۰,۱۷٤۱۸۲	۰,۱٤۷۰۵۵	۰,۱۷۷۷۷۲	۰,۲۱۷۰۹٤	۰,۲٦٤۰۳۹	۰,۲۱۳۸۰۹	۰,۲۲۹۹٤۹	۰,۲۷۸۳۸	۰,۲۹۷۵۹۷	۰,۳٤۲۵۸٦	۰,۰۱۱۷٦۵	۰,۳۹۹۸۵
پروژه شش	۰,۰۱۸۱۵٤	۰,۲٤۲٦۱۱	۰,۲۵۷۳٤٦	۰,۲٤۷٦۱	۰,۲٤۱۹۰۵	۰,۲۹۷۰٤٤	۰,۰۱۷۸۱۷	۰,۱٦٤۲٤۹	۰,۲۱۳٦٦	۰,۲٤٤۷۰٤	۰,۰۱۱۷٦۵	۰,۳۱۹۸۸	
پروژه هفت	۰,۰۲٤٦۹	۰,۲٤۲٦۱۱	۰,۲۵۷۳٤٦	۰,۲٤۷٦۱	۰,۲٤۱۹۰۵	۰,۱٦۵۰۲۵	۰,۰۱۷۸۱۷	۰,۰۹۸۵۵	۰,۱۹۹۸٦۲	۰,۲۱۳٦٦	۰,۱٤٦۸۲۳	۰,۰۱۱۷٦۵	۰,۲۲۸٤۸٦
پروژه هشت	۰,۰۰۵۰۸۲	۰,۲٤۲٦۱۱	۰,۲۵۷۳٤٦	۰,۲٤۷٦۱	۰,۱۷۲٦۷۵	۰,۰٦٦۰۱	۰,۰۱۷۸۱۷	۰,۱٦۲٤۲٦	۰,۱٤۲۷۵٦	۰,٦٦۷۰۷٤	۰,۰۱۲۲۲۵	۰,۰۱۱۷٦۵	۰,۰۱۱٤۲٤
پروژه نه	۰,۰۱۸۱۵٤	۰,۲٤۲٦۱۱	۰,۲۵۷۳٤٦	۰,۲٤۷٦۱	۰,۱۷۳٦۷۵	۰,۳۳۰۰٤۹	۰,۰۱۷۸۱۷	۰,۲۲۹۹٤۹	۰,۱۹۹۸٦۲	۰,۲٦۷۰۷٤	۰,۰۱۲۲۳۵	۰,۰۵۸۸۲٤	۰,۰۱۱٤۲٤
پروژه ده	۰,۱۰۸۹۲٦	۰,۲۱۷۷۲۸	۰,۲۰۵۸۷۷	۰,۲۲۲۲۱٤	۰,۲٤۱۹۰۵	۰,۲٦٤۰۳۹	۰,۳۵٦۳٤۸	۰,۲۸۷٤۳٦	۰,۲٤۹۸۲۸	۰,۰۳۸۱۰۳	۰,۲٤٤۷۰٤	۰,۰۱۱۷٦۵	۰,۳۹۹۸۵
پروژه یازده	۰,۰۲۷۵۹۵	۰,۲٤۲٦۱۱	۰,۲۵۷۳٤٦	۰,۲٤۷٦۱	۰,۱۷۳٦۷۵	۰	۰,۰۱۷۸۱۷	۰,۲۲۹۹٤۹	۰,۱٤۲۷۵۹	۰,۲٦۷۰۷٤	۰,۰۱۲۲۳۵	۰,۰۵۸۸۲٤	۰,۰۱۱٤۲٤
پروژه دوازده	۰,۰۰۵۰۸۳	۰,۲٤۲٦۱۱	۰,۲۵۷۳٤٦	۰,۲٤۷٦۱	۰,۲۱۷۰۹٤	۰,۳۳۰۰٤۹	۰,۰۸۹۰۸۷	۰,۲۲۹۹٤۹	۰,۱۹۹۸٦۲	۰,۰۳۸۱۰۳	۰,۱٤٦۸۲۳	۰,۳۲۹٤۱۲	۰,۰۱۱٤۲٤
پروژه سیزده	۰,۰۰۲۹۰۵	۰,۲۱۷۷۲۸	۰,۲۵۷۳٤٦	۰,۲۲۲۲۱٤	۰,۲٤۱۹۰۵	۰,۱۳۲۰۲	۰,۰۱۷۸۱۷	۰,۱٦٤۲٤۹	۰,۰۸۵٦۵۵	۰,۱۵۲٦۱٤	۰,۲٤٤۷۰٤	۰,۰۱۱۷٦۵	۰,۰۱۱٤۲٤
پروژه چهارده	۰,۰۰۱۸۱۵	۰,۲۱۷۷۲۸	۰,۲۰۵۸۷۷	۰,۲۲۲۲۱٤	۰,۲٤۱۹۰۵	۰	۰,۰۱۷۸۱۷	۰,۲۲۹۹٤۹	۰,۲۷۸۳۸	۰,۲۹۷۵۹۷	۰,۲٤٤۷۰٤	۰,۰۵۸۸۲٤	۰,۱۳۷۰۹۱
پروژه پانزده	۰,۰۰۹۸۷٦	۰,۲۱۷۷۲۸	۰,۲۰۵۸۷۷	۰,۲۲۲۲۱٤	۰,۲٤۱۹۰۵	۰,۰۹۹۰۱۵	۰,۰۱۷۸۱۷	۰,۲۲۹۹٤۹	۰,۲٤۹۸۲۸	۰,۲۱۳٦٦	۰,۱۲۲۳۵	۰,۰۵۸۸۲٤	۰,۰۱۱٤۲٤
پروژه شانزده	۰,٤۰۸۱۱	۰,۲٤۲٦۱۱	۰,۲۵۷۳٤٦	۰,۱۷۷۷۷۲	۰,۱۳۲۰۲	۰,۲٤۱۹۰۵	۰,۰۸۹۰۸۷	۰,۱٦٤۲٤۹	۰,۲٤۹۸۲۸	۰,۲٦۷۰۷٤	۰,۱٤٦۸۲۳	۰,۰۱۱۷٦۵	۰,۳۱۹۸۸
پروژه هفده	۰,۰۱۸۱۵٤	۰,۲۱۷۷۲۸	۰,۲۰۵۸۷۷	۰,۲۲۲۲۱٤	۰,۲۱۷۰۹٤	۰,۰۹۹۰۱۵	۰,۰۱۷۸۱۷	۰,۲۲۹۹٤۹	۰,۲۷۸۳۸	۰,۲٦۷۰۷٤	۰,۱۲۲۳۵	۰,۰۵۸۸۲٤	۰,۰۱۱٤۲٤
پروژه هجده	۰,۰۲۱۷۸۵	۰,۱۷٤۱۸۲	۰,۱٤۷۰۵۵	۰,۱۷۷۷۷۲	۰,۲۱۷۰۹٤	۰	۰,۰۱۷۸۱۷	۰,۲۲۹۹٤۹	۰,۲٤۹۸۲۸	۰,۲٦۷۰۷٤	۰,۲٤٤۷۰٤	۰,۰۱۱۷٦۵	۰,۳۱۹۸۸
پروژه نوزده	۰,۰۱۷٤۲۸	۰,۲٤۲٦۱۱	۰,۲۰۵۸۷۷	۰,۲۲۲۲۱٤	۰,۲٤۱۹۰۵	۰,۱۹۸۰۳	۰,۰۸۹۰۸۷	۰,۲۲۹۹٤۹	۰,۲٤۹۸۲۸	۰,۲۹۷۵۹۷	۰,۰٦۱۱۷٦	۰,۲۳۵۲۹٤	۰,۰۱۱٤۲٤
پروژه بیست	۰,۰۱٦۱۲۱	۰,۲٤۲٦۱۱	۰,۲۵۷۳٤٦	۰,۲٤۷٦۱	۰,۱۷۳٦۷۵	۰,۲۳۱۰۳٤	۰,۰۸۹۰۸۷	۰,۲۲۹۹٤۹	۰,۱٤۲۷۵۹	۰,۲۱۳٦٦	۰,۲٤٤۷۰٤	۰,۰۱۱۷٦۵	۰,۰۱۱٤۲٤

مرحله سوم: وزن‌دار کردن ماتریس نرمال

جهت وزن‌دار کردن، مقادیر ماتریس نرمال هر یک از پروژه‌ها بر وزن معیارها (که قبلاً از روش‌های دیگر به‌دست‌آمده بود) ضرب می‌گردد. جدول شماره (۷) داده‌های ماتریس نرمال موزون را نشان می‌دهد.

جدول (۷) داده‌های ماتریس نرمال وزنی :ضرب وزن معیار بر عدد هر بخش

وزن ها	۰,۰۷۳۷۵٤	۰,۰۵٦٤۹۷	۰,۰۸۷٦۸۸	۰,۰۸۹۸٤۲	۰,۰۷۳۹٦	۰,۰٦۱۹	۰,۰٦۵۱۰٦	۰,۰٦۸۸۵۳	۰,۰۷۵۹٤٤	۰,۰٦۹۱۸	۰,۰۵۸۰۹۷	۰,۰۷۳۹۲۸	۰,۰۵٤۹۱۷
معیار منفی؟	بله	خیر	خیر	خیر	خیر	خیر	بله	خیر	خیر	خیر	خیر	خیر	خیر
	معیار یک	معیار دو	معیار سه	معیار چهار	معیار پنج	معیار شش	معیار هفت	معیار هشت	معیار نه	معیار ده	معیار یازده	معیار دوازده	معیار سیزده
پروژه یک	۰,۰۰۱۵	۰,۰۰۹۸٤۱	۰,۰۱۲۸۹۵	۰,۰۱۵۹۷۱	۰,۰۱٦۰۵٦	۰,۰۲۰٤۳	۰,۰۱۳۹۲	۰,۰۱۵۸۳۳	۰,۰۱۸۹۷۳	۰,۰۱۸٤۷٦	۰,۰۲۷۷۲۲	۰,۰۱۰٤۳۷	۰,۰۲٤٤٦۸
پروژه دو	۰,۰۲۱٤۲۳	۰,۰۱۲۳۰۱	۰,۰۱۸۰۵۳	۰,۰۱۹۹٦٤	۰,۰۱۷۸۹۱	۰,۰۱٦۳٤٤	۰,۰۳۲٤۸۱	۰,۰۱۹۷۹۱	۰,۰۱۸۹۷۳	۰,۰۲۶۳۹	۰,۰۰۸۵۳	۰,۰۳۳۹۲	۰,۰۰۰٦۲۷
پروژه سه	۰,۰۱۳۳۹	۰,۰۱۲۳۰۱	۰,۰۱۸۰۵۳	۰,۰۱۹۹٦٤	۰,۰۱۷۸۹۱	۰,۰۲۰٤۳	۰,۰۳۲٤۸۱	۰,۰۱۹۷۹۱	۰,۰۱۸۹۷۳	۰,۰۱۰۵۵۸	۰,۰۲٤۸۷۹	۰,۰۳۰٤٤۱	۰,۰۱۷۵٦۷
پروژه چهار	۰,۰۲٦۱۵۲	۰,۰۱۲۳۰۱	۰,۰۱۸۰۵۳	۰,۰۱۹۹٦٤	۰,۰۱۷۸۹۱	۰,۰۱۸۳۸۷	۰,۰۳۲٤۸۱	۰,۰۱۵۵۳۳	۰,۰۱۵۱۷۸	۰,۰۲۶۳۹	۰,۰۰۸۵۳	۰,۰۳۳۹۲	۰,۰۰۰٦۲۷
پروژه پنج	۰,۰۰۳۹٦۳	۰,۰۰۹۸٤۱	۰,۰۱۲۸۹۵	۰,۰۱۵۹۷۱	۰,۰۱٦۰۵٦	۰,۰۱٦۳٤٤	۰,۰۱۳۹۲	۰,۰۱۵۵۳۳	۰,۰۲۱۱٤۱	۰,۰۲۰۵۸۸	۰,۰۱۹۹۰۳	۰,۰۰۰۸۷	۰,۰۲۱۹۵۹
پروژه شش	۰,۰۰۱۳۳۹	۰,۰۱۳۷۰۷	۰,۰۲۲۵٦٦	۰,۰۲۲۲٤٦	۰,۰۱۷۸۹۱	۰,۰۱۸۳۸۷	۰,۰۰۱۱٦	۰,۰۱۱۳۰۹	۰,۰۱۸۹۷۳	۰,۰۱٤۷۸۱	۰,۰۱٤۲۱۷	۰,۰۰۰۸۷	۰,۰۱۷۵٦۷
پروژه هفت	۰,۰۰۱۸۲۱	۰,۰۱۳۷۰۷	۰,۰۲۲۵٦٦	۰,۰۲۲۲٤٦	۰,۰۱۷۸۹۱	۰,۰۱۰۲۱۵	۰,۰۰۱۱٦	۰,۰۰٦۷۸۵	۰,۰۱۵۱۷۸	۰,۰۱٤۷۸۱	۰,۰۰۸۵۳	۰,۰۰۰۸۷	۰,۰۱۲۵٤۸
پروژه هشت	۰,۰۰۰۳۷۵	۰,۰۱۳۷۰۷	۰,۰۲۲۵٦٦	۰,۰۲۲۲٤٦	۰,۰۱۲۸٤۵	۰,۰۰٤۰۸٦	۰,۰۰۱۱٦	۰,۰۱۱۳۰۹	۰,۰۱۰۸٤۲	۰,۰۱۸٤۷٦	۰,۰۰۰۷۱۱	۰,۰۰۰۸۷	۰,۰۰۰٦۲۷
پروژه نه	۰,۰۰۱۳۳۹	۰,۰۱۳۷۰۷	۰,۰۲۲۵٦٦	۰,۰۲۲۲٤٦	۰,۰۱۲۸٤۵	۰,۰۲۰٤۳	۰,۰۱۵۸۳۳	۰,۰۱۵۱۷۸	۰,۰۱۸٤۷٦	۰,۰۲۶۳۹	۰,۰۰۸۵۳	۰,۰۰٤۳٤۹	۰,۰۰۰٦۲۷
پروژه ده	۰,۰۰۸۰۳٤	۰,۰۱۲۳۰۱	۰,۰۱۸۰۵۳	۰,۰۱۹۹٦٤	۰,۰۱۷۸۹۱	۰,۰۱٦۳٤٤	۰,۰۲۳۲	۰,۰۱۹۷۹۱	۰,۰۱۸۹۷۳	۰,۰۲۶۳۹	۰,۰۱٤۲۱۷	۰,۰۰۰۸۷	۰,۰۲۱۹۵۹
پروژه یازده	۰,۰۰۲۰۳۵	۰,۰۱۳۷۰۷	۰,۰۲۲۵٦٦	۰,۰۲۲۲٤٦	۰,۰۱۲۸٤۵	۰	۰,۰۰۱۱٦	۰,۰۱۱۵۳۳	۰,۰۱۰۸٤۲	۰,۰۱۸٤۷٦	۰,۰۰۰۷۱۱	۰,۰۰٤۳٤۹	۰,۰۰۰٦۲۷
پروژه دوازده	۰,۰۰۰۳۷۵	۰,۰۱۳۷۰۷	۰,۰۲۲۵٦٦	۰,۰۲۲۲٤٦	۰,۰۱٦۰۵٦	۰,۰۲۰٤۳	۰,۰۰۵۸	۰,۰۱۵۵۳۳	۰,۰۱۵۱۷۸	۰,۰۲۶۳۹	۰,۰۰۸۵۳	۰,۰۲٤۳۵	۰,۰۰۰٦۲۷
پروژه سیزده	۰,۰۰۰۲۱٤	۰,۰۱۲۳۰۱	۰,۰۱۸۰۵۳	۰,۰۱۹۹٦٤	۰,۰۰۸۱۷۲	۰,۰۰۱۱٦	۰,۰۱۱۳۰۹	۰,۰۰٦۵۰۵	۰,۰۱۰۵۵۸	۰,۰۱٤۲۱۷	۰,۰۰۰۸۷	۰,۰۰۰٦۲۷	
پروژه چهارده	۰,۰۰۰۱۳٤	۰,۰۱۲۳۰۱	۰,۰۱۸۰۵۳	۰,۰۱۹۹٦٤	۰,۰۱۷۸۹۱	۰	۰,۰۰۱۱٦	۰,۰۱۵۸۳۳	۰,۰۲۰۵۸۸	۰,۰۱٤۲۱۷	۰,۰۰٤۳٤۹	۰,۰۰۷۵۲۹	
پروژه پانزده	۰,۰۰۰۷۲۸	۰,۰۱۲۳۰۱	۰,۰۱۸۰۵۳	۰,۰۱۹۹٦٤	۰,۰۱۷۸۹۱	۰,۰۰٦۱۲۹	۰,۰۰۱۱٦	۰,۰۱۵۸۳۳	۰,۰۱۸۹۷۳	۰,۰۱٤۷۸۱	۰,۰۰۰۷۱۱	۰,۰۰٤۳٤۹	۰,۰۰۰٦۲۷
پروژه شانزده	۰,۰۳۰۱	۰,۰۱۳۷۰۷	۰,۰۲۲۵٦٦	۰,۰۱۵۹۷۱	۰,۰۰۸۱۷۲	۰,۰۰۵۸	۰,۰۱۱۳۰۹	۰,۰۱۸۹۷۳	۰,۰۱۸٤۷٦	۰,۰۰۸۵۳	۰,۰۰۰۸۷	۰,۰۱۷۵٦۷	
پروژه هفده	۰,۰۰۱۳۳۹	۰,۰۱۲۳۰۱	۰,۰۱۸۰۵۳	۰,۰۱۹۹٦٤	۰,۰۱٦۰۵٦	۰,۰۰٦۱۲۹	۰,۰۰۱۱٦	۰,۰۱۵۸۳۳	۰,۰۲۱۱٤۱	۰,۰۱۸٤۷٦	۰,۰۰۰۷۱۱	۰,۰۳۳۹۲	۰,۰۰۰٦۲۷
پروژه هجده	۰,۰۰۱٦۰۷	۰,۰۰۹۸٤۱	۰,۰۱۲۸۹۵	۰,۰۱۵۹۷۱	۰,۰۱٦۰۵٦	۰	۰,۰۰۱۱٦	۰,۰۱۵۸۳۳	۰,۰۱۸۹۷۳	۰,۰۱۸٤۷٦	۰,۰۱٤۲۱۷	۰,۰۰۰۸۷	۰,۰۱۷۵٦۷
پروژه نوزده	۰,۰۰۱۲۸۵	۰,۰۱۳۷۰۷	۰,۰۲۲۵٦٦	۰,۰۲۲۲٤٦	۰,۰۱۲۸٤۵	۰,۰۱٤۳۰۱	۰,۰۰۵۸	۰,۰۱۵۸۳۳	۰,۰۱۸۹۷۳	۰,۰۲۰۵۸۸	۰,۰۰۳۵۵٤	۰,۰۱۷۳۹۵	۰,۰۰۰٦۲۷
پروژه بیست	۰,۰۰۱۱۸۹	۰,۰۱۳۷۰۷	۰,۰۲۲۵٦٦	۰,۰۲۲۲٤٦	۰,۰۱۲۸٤۵	۰,۰۱٤۳۰۱	۰,۰۰۵۸	۰,۰۱۵۸۳۳	۰,۰۱۰۸٤۲	۰,۰۱٤۷۸۱	۰,۰۱٤۲۱۷	۰,۰۰۰۸۷	۰,۰۰۰٦۲۷

مرحله چهارم: تعیین مقادیر بالاترین و پایین‌ترین ارزش ماتریس نرمال وزنی بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین عدد هر ستون تعیین می‌گردد. . در اینجا منظور از بزرگ‌ترین عدد، یعنی عددی که بیشترین ارزش مثبت را داراست و کوچک‌ترین یعنی بیشترین ارزش منفی . پس اگر معیار ما از نوع منفی باشد، بزرگ‌ترین عدد برعکس می‌شود. کمترین مقدار و کوچک‌ترین می‌شود بیشترین مقدار و بالعکس جدول شماره (۸): بالاترین و پایین‌ترین ارزش ماتریس نرمال وزنی را نشان می‌دهد.

جدول(۸) بالاترین و پایین‌ترین ارزش ماتریس نرمال وزنی

جدول (٤-١٠)	بیش ترین مقدار	کمترین مقدار	بیشترین -کمترین
معیار یک	۰.۰۰۰۱۳٤	۰.۰٦۱۵۹۲	-۰.۰٦۱٤٦
معیار دو	۰.۰۱۳۷۰۷	۰.۰۰۹۸٤۱	۰.۰۰۳۸٦٦
معیار سه	۰.۰۲۲۵٦٦	۰.۰۱۲۸۹۵	۰.۰۰۹٦۷۱
معیار چهار	۰.۰۲۲۲٤٦	۰.۰۱۵۹۷۱	۰.۰۰٦۲۷۵
معیار پنج	۰.۰۱۷۸۹۱	۰.۰۱۲۸٤۵	۰.۰۰۵۰٤٦
معیار شش	۰.۰۲۰٤۳	۰	۰.۰۲۰٤۳
معیار هفت	۰.۰۰۱۱٦	۰.۰۳۲٤۸۱	-۰.۰۳۱۳۲
معیار هشت	۰.۰۱۹۷۹۱	۰.۰۰٦۷۸۵	۰.۰۱۳۰۰٦
معیار نه	۰.۰۲۱۱٤۱	۰.۰۰٦۵۰۵	۰.۰۲۱۱٤۱
معیار ده	۰.۰۲۰۵۸۸	۰.۰۰۲٦۳۹	۰.۰۱۷۹٤۹
معیار یازده	۰.۰۲۷۷۲۲	۰.۰۰۰۷۱۱	۰.۰۲۷۰۱۱
معیار دوازده	۰.۰۳۳۹۲	۰.۰۰۰۸۷	۰.۰۳۳۰۵
معیار سیزده	۰.۰۲٤٤٦۸	۰.۰۰۰٦۲۷	۰.۰۲۳۸٤۱

مرحله پنجم: تعیین شاخص مطلوبیت (S) و شاخص نارضایتی (R)

در این مرحله سودمندی و نارضایتی از روابط (۲) و (۳) به دست آمد

رابطه (۲)

$$S_j = \sum_{i=1}^{n} w_i \cdot \frac{f_i^* - f_{ij}}{f_i^* - f_i^-};$$

رابطه (۳)

$$R_j = \max_i \left[w_i \cdot \frac{f_i^* - f_{ij}}{f_i^* - f_i^-} \right]$$

طبیعتاً برای گزینه به ازای هر معیار یک شاخص مطلوبیت به دست می‌آید که مجموع آن‌ها شاخص نهایی Sj گزینه را مشخص می‌کند.

بزرگ‌ترین Sj هر گزینه به ازای هر معیار، شاخص نارضایتی (R) آن گزینه می‌باشد. جدول شماره (۹) مقدار سودمندی و تأسف را نشان می‌دهد.

جدول(۹) مقدار سودمندی و تأسف

جدول (٤-١١)	تاسف R	سودمندی S
پروژه یک	۰.۳۸۱۹۵۳	۰.۰۸۹۸۳۷
پروژه دو	۰.۳۹۳٤۸٦	۰.۰٦۹۱۷۸
پروژه سه	۰.۲٥٤۸٥٤	۰.۰٦٥۱.٥
پروژه چهار	۰.٤٥٦٤٥٥	۰.۰۷۳۷٥٤
پروژه پنج	۰.٤۲۱۸۹۹	۰.۰۸۹۸۳۷
پروژه شش	۰.۲۰٥۰٥	۰.۰۷۳۹۲۹
پروژه هفت	۰.۲۹۷۸۱۸	۰.۰۷۳۹۲۹
پروژه هشت	۰.٤۱۷۲۰۱	۰.۰۷۳۹٦
پروژه نه	۰.۳۱٤٦۰٦	۰.۰۷۳۹٦
پروژه ده	۰.۳٥۰۹۹۹	۰.۰۷۳۹۲۹
پروژه یازده	۰.۳۹۹۸٤٤	۰.۰۷۳۹٦
پروژه دوازده	۰.۲۷٥٥۰۱	۰.۰٦۹۱۷۸
پروژه سیزده	۰.٤۰۷۸٥۲	۰.۰۷٥۹٤٤
پروژه چهارده	۰.۳۱۱۲۰۸	۰.۰٦٦۱٤۷
پروژه پانزده	۰.۳۷۱۹۲۸	۰.۰٦٦۱٤۷
پروژه شانزده	۰.۳٦۷۹۸۳	۰.۰۸۹۸۳۷
پروژه هفده	۰.۳۰۷۹۱٤	۰.۰٥۸۰۹۷
پروژه هجده	۰.٤۸۳۸۰۳	۰.۰۸۹۸۳۷
پروژه نوزده	۰.۲۸٥٤٤۹	۰.۰٥٤۹۱٦
پروژه بیست	۰.۳٥۸۱۱۸	۰.۰۷۳۹٦

مرحله ششم: محاسبه مقدار Q و رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها

پس از به دست آوردن سودمندی و تأسف مقدار Q از رابطه (۴) به دست می‌آید که جدول شماره (۱۰) و نمودار شماره (۱) این مقدار را به تصویر می‌کشد.

رابطه (٤)

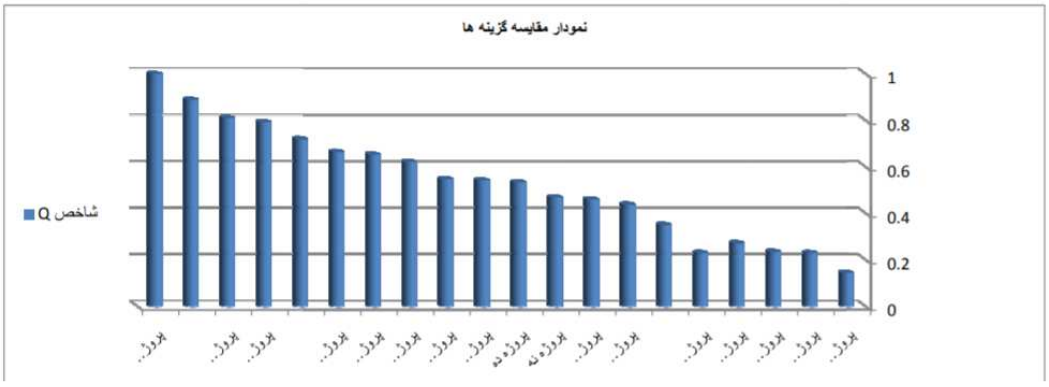
$$Q_i = v\left[\frac{S_i - S^*}{S^- - S^*}\right] + (1-v)\left[\frac{R_i - R^*}{R^- - R^*}\right]$$

$$S^* = MinS_i \;;\; S^- = MaxS_i$$

$$R^* = MinR_i \;;\; R^- = MaxR_i$$

جدول(۱۰) مقدار شاخص Q

پروژه	پروژه نوزده	پروژه هفده	پروژه سه	پروژه شش	پروژه دوازده	پروژه چهارده	پروژه هفت	پروژه پانزده	پروژه نه	پروژه ده
شاخص Q	۰.۱٤٤۲۱	۰.۲۳۰۰٥۳	۰.۲۳٥۲۱۹	۰.۲۷۲۲۳	۰.۲۳۰٥۷۱	۰.۳٥۱۲۲۱	۰.٤۳۸٦۲٦	۰.٤٦۰۱۳٥	۰.٤٦۹۱۸۳	۰.٥۳٤۰۱۷
پروژه	پروژه بیست	پروژه دو	پروژه یازده	پروژه هشت	پروژه سیزده	پروژه چهار	پروژه شانزده	پروژه یک	پروژه پنج	پروژه هجده
شاخص Q	۰.٥٤۲۲۰۱	۰.٥٤۷۲۳۱	۰.٦۲۲۰۷٥	۰.٦٥۳۲۰۸	۰.٦٦٤۸٤٦	۰.۷۲۰٦٦۸	۰.۷۹۲۲٥۳	۰.۸۱۰٦۲٥	۰.۸۸۸۹٦۲	۱



نمودار(۱) نمودار مقایسه پروژه‌ها

مرحله هفتم : دو شرط نهایی تصمیم‌گیری با تکنیک ویکور

در گام پایانی از تکنیک ویکور، گزینه‌ها بر اساس مقادیر Q, S , R در سه گروه از کوچک به بزرگ مرتب می‌شوند. بهترین گزینه آن است که کوچک‌ترین Q را داشته باشد به‌شرط آنکه دو شرط زیر برقرار باشد:

شرط یک: اگر گزینه A و A در میان m گزینه رتبه اول و دوم را داشته باشند، باید رابطه (۵) برقرار باشد: در این پژوهش پروژه‌های ۱۹ و ۱۷ رتبه اول و دوم را دارند.

رابطه (۵)

$$Q(A_2)-Q(A_1)>=1/m-1$$

$$Q(17)-Q(19)>1/20-1$$

$$0.085842>0.05263$$

شرط دو: گزینه A_1 باید حداقل در یکی از گروه‌های R و S به‌عنوان رتبه برتر شناخته شود. اگر شرط نخست برقرار نباشد هر دو گزینه بهترین گزینه خواهند بود. اگر شرط دوم برقرار نباشد گزینه A_1 و A هر دو به‌عنوان گزینه برتر انتخاب می‌شوند. در اینجا پروژه نوزده در گروه S رتبه برتر دارد، در نهایت در این پژوهش هردو شرط صادق است، پس بهترین گزینه آن است که Q کمتر داشته باشد، که در این پژوهش پروژه ۱۹ بهترین گزینه است.

نتیجه‌گیری

وضعیت کنونی طرح‌های عمرانی و همچنین محدودیت‌های منابع مالی موجود، تردیدی باقی نمی‌گذارد که امتیازدهی طرح‌ها در سطوح مختلف بایستی با یک سیستم کارآمد و قابل‌اجرا انجام پذیرد پروژه‌های تحت بررسی همگی از اولویت یکسان برخوردار نیستند جهت مشخص شدن اولویت و وزن پروژه‌ها می‌توان از مقایسه پروژه‌ها با استفاده از چند معیار بهره برد و پروژه‌ها را با استفاده از آن‌ها وزن دهی کرد بنابراین می‌توان گفت انتخاب پروژه از نوع مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره است. یکی از بزرگ‌ترین تصمیم‌گیری‌های هر سازمان به‌احتمال‌زیاد مربوط به پروژه‌هایی است که آن‌ها را به عهده می‌گیرد باوجود پروژه‌های متعدد و معیارهای متعدد که بر آن‌ها تأثیر دارد روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره می توانند به تصمیم گیران برای انتخاب و امتیاز دهی پروژه‌ها کمک کنند. انتخاب پروژه برای پروژه‌های عمرانی به معنی مشخص کردن برخی گزینه‌ها در جهت حداکثر کردن منافع سازمان و تخصیص منابع محدود سازمان فقط در بین همان پروژه‌ها است انتخاب بهترین ترکیب پروژه‌ها کار دشواری است چرا که عوامل مختلفی همچون ریسک پروژه، اهداف سازمان، محدودیت منابع سازمان و... در آن دخیل هستند. در این تحقیق سعی شد با شناسایی معیارهایی، پروژه‌های عمرانی شهر زاهدان امتیازدهی گردد .این امتیازدهی به سازمان کمک می‌کند که با توجه به منابع و منافع خود پروژه‌هایی را اجرا کند که از اهمیت بیش‌تری برخوردارند.

مراجع

۱. افرازه، عباس، ناصریان، سید مرتضی،۱۳۸۶، امتیازدهی پروژه‌های توسعه راه‌آهن بر مبنای یک الگوریتم تصمیم‌گیری چند معیاره. دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه، تهران، ایران.

۲. توکلی مقدم، رضا، نجفی، اسماعیل، یزدانی، مهدی،۱۳۹۱، انتخاب مدیر پروژه با به‌کارگیری یک رویکرد ترکیبی دلفی- ویکور فازی، پژوهش‌های مدیریت در ایران، دوره ۱۶، شماره ۴ ، تهران، ایران.

۳. روانشادنیا، مهدی،۱۳۹۶، ارزیابی امکان تدوین سیستم امتیازدهی طرح‌های عمرانی با استفاده از مهندسی ارزش، تهران، ایران.

۴. شاکری، اقبال،دادپور، محمد حسین، عباسیان جهرمی، حمیدرضا،۱۳۹۱، ارزیابی بخش خصوصی جهت جلب مشارکت در اجرای پروژه‌های عمرانی با استفاده از مدل هیبریدی SWOT - FUZZY VIKOR دومین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت ساخت، بندرعباس، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران.

۵. عمرانی، هاشم، ادبی باویل علیایی، فرزانه، ۱۳۹۱، مدیریت سبد پروژه با تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فازی مطالعه موردی صنعت راه‌سازی. نهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع، تهران، ایران.

۶. غیاثی خسروشاهی، لیلا،۱۳۹۲، استفاده از روش تصمیم‌گیری پرامیتی دو فازی برای رتبه‌بندی و انتخاب پروژه – مطالعه موردی. دومین کنفرانس ملی مهندسی صنایع و سیستم‌ها،، تهران، ایران.

۷. فضلی، صفر، مدنی، سید سینا، ۱۳۹۰، معرفی مدل انتخاب پروژه‌های عمرانی با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره و برنامه‌ریزی آرمانی، کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه، تهران، ایران.

۸ گونیلو، الناز، مسلمان یزدی، حسنعلی،۱۳۹۳، انتخاب سبد پروژه متنی بر تکنیک VIKOR فازی: مطالعه موردی، دومین همایش ملی مصالح ساختمان و فناوری‌های نوین در صنعت ساختمان، میبد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میبد، میبد، ایران.