پژوهش در مدیریت و مهندسی صنایع، شماره ۲۱، بهار ۱۳۹۹، ص ۱۷- ۱

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

فصلنامه علمی پژوهش در مدیریت و مهندسی صنایع (سال ششم)
شماره ۲۱ / بهار ۱۳۹۹ / ص ۱۷- ۱

کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای با تأکید بر روش AHP فازی

علیرضا عباسیان[۱]، علیرضا شهرکی[۲]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی شهید نیکبخت، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

[۲] دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی شهید نیکبخت، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

نام نویسنده مسئول:
علیرضا شهرکی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱/۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۳/۱۱

چکیده

امروزه پیشرفت سیستم‌های اقتصادی و اجتماعی سبب پیچیدگی در بحث تصمیم‌گیری شده و می‌توان گفت تصمیم‌گیری چندمعیاره یکی از مهم‌ترین حوزه‌های کاربردی در تحقیق در عملیات می‌باشد که در دهه اخیر پیشرفت چشمگیری داشته و باتوجه به اینکه به جای یک معیار از چند معیار جهت سنجش بهینگی استفاده می‌کند، می‌تواند تحلیل مناسبی جهت انتخاب یک گزینه بر روی شاخص‌ها یا معیارهای ناسازگار ارائه دهد. باتوجه به اهمیت برنامه‌ریزی که تلاش می‌کند چارچوبی مناسب جهت رسیدن به راه‌حل بهینه برای برنامه‌ریز فراهم آورد و اینکه ارزیابی در تمام این فرآیندها به عنوان یکی از ارکان مهم فرآیند برنامه‌ریزی مورد تأکید می‌باشد. هدف از پژوهش حاضر مکان‌یابی برای سکونت با استفاده از معیارهایی همچون شیب زمین، دسترسی به زیرساخت‌ها، خطر سیل، خطر زلزله و غیره که براساس آن‌ها برتری اراضی مختلف نسبت به هم تصمیم‌گیری کرده و به مقایسه روش تحلیل سلسله مراتبی فازی با روش تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس پرداخته‌ایم. روش تحقیق مطالعه حاضر از نظر هدف، تحقیق و توسعه می‌باشد و از نظر تجزیه و تحلیل اطلاعات از نوع تحلیلی – توصیفی پیمایشی است. نتایج مقایسه بدست آمده از روش AHP فازی با نتایجی که از مقاله‌ای که با استفاده از روش‌های AHP و TOPSIS، رتبه‌بندی گزینه‌ها را انجام داده بود، نشان می‌دهد که رتبه بندی که با استفاده از این روش بدست آمده است با روش‌های پیشین مطابقت دارد و نتایج یکسان می‌باشند. یعنی روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره با توجه به خصوصیات ویژه آنها می‌توانند در بررسی موضوعات مربوط به برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای کاربرد مطلوبی داشته باشند.

واژگان کلیدی: ارزیابی، تصمیم‌گیری چندمعیاره، برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، AHP فازی.

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

مقدمه

پیچیدگی‌های در حال افزایش سیستم‌های اقتصادی و اجتماعی منجر به افزایش پیچیدگی پرونده‌های مربوط به تصمیم‌گیری می‌شود (زیمبا و همکاران،۲۰۱۸). یکی از حوزه‌های شناخته‌شده در تحقیق در عملیات که در طول دهه اخیر با توجه به نیازمندی‌های کاربردی گوناگون به‌سرعت توسعه‌یافته است و مسائل تصمیم‌گیری را به‌عنوان تعدادی از معیارهای تصمیم بررسی می‌کند، تصمیم‌گیری چندمعیاره است (ساعتی و همکاران، ۱۳۸۶). تصمیم‌گیری چندمعیاره رویه‌ای است که بر روی شاخص‌ها یا معیارهای ناسازگار، تحلیلی مناسب برای انتخاب یک گزینه انجام دهد. در این تصمیم‌گیری‌ها به‌جای یک معیار سنجش بهینگی، از چند معیار برای سنجش استفاده می‌شود و به دوشاخه مسائل تصمیم‌گیری کلاسیک و مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی تقسیم می‌شود. در مسائل تصمیم‌گیری کلاسیک، وزن معیارها به‌صورت قطعی اندازه‌گیری می‌شود و در مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی، وزن معیارها به‌صورت غیرقطعی و مبهم ارزیابی می‌شوند و به‌صورت متغیرهای گفتاری و به دنبال آن اعداد فازی بیان می‌شوند (امیری و همکاران، ۱۳۹۱). یکی از مسائل مهم که با توجه به مسئله تصمیم‌گیری در پیش روی تصمیم گیران و مدیران کشورهای درحال‌توسعه می‌باشد، ارزیابی صحیح روش‌ها و انتخاب مناسب‌ترین پروژه‌ها برای اجرا، با توجه به شرایط مختلف حفاظتی، اقتصادی، محیطی، اجتماعی و فرهنگی به‌منظور سازگار نمودن آن‌ها با شرایط حال حاضر است (مرادی و اخترکاوان، ۱۳۸۸). در مسائل تصمیم‌گیری پس از مشخص کردن اهداف کلی، بیان اهداف عملیاتی، برنامه‌ریزی و تهیه گزینه‌های مختلف برای رسیدن به اهداف، ارزیابی صورت می‌گیرد تا بر اساس شایستگی هر یک از گزینه‌ها، گزینه بهینه انتخاب شود (نوجوان و همکاران، ۱۳۹۰). یکی از مسائل تصمیم گیری چندمعیاره مسئله مکان یابی می باشد. روش های ارزیابی چندمعیاره با بیان راه و روش های تصمیم گیری و ساده سازی پردازش های مکانی، در مسائل مختلف تصمیم گیری مکانی به روش های مختلف استفاده می‌شوند (رجبی و طالعی، ۲۰۱۱). تصمیم‌گیرندگان باید مکان‌هایی را انتخاب کنند که نه تنها با وضعیت سیستم جاری به خوبی مطابقت دارد، بلکه همچنین برای مکانی مادام العمر، پیوسته مناسب باشد، حتی اگر عوامل محیطی، جمعیت‌ها و تمایلات بازار تغییر کنند (زنجیرانی فراهانی، حکمت‌فر[1]، ۲۰۰۹). با این همه، همزمان با پیچیده‌تر شدن محیط‌های شهری، کار برنامه‌ریزی نیز روز به روز دشوارتر می‌گردد (جمالی و همکاران، ۱۳۹۳).

هدف، انتخاب مکان مناسب برای اسکان، یا به عبارتی مکان‌یابی برای سکونت با استفاده از معیارهایی همچون شیب زمین، دسترسی به زیرساخت‌ها، خطر سیل، خطر زلزله و غیره می‌باشد تا بر اساس آن‌ها نسبت به برتری اراضی مختلف تصمیم‌گیری به عمل آید.

پیشینه پژوهش

نوجوان و همکاران (۱۳۹۰) در مقاله‌ای تحت عنوان "کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای با تأکید بر روش‌های *TOPSIS* و *SAW* " به بررسی کاربرد مشخصی از این روش‌ها در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای جهت انتخاب مکان مناسب اسکان پرداختند. آنها در ابتدا معیارهای لازم جهت مکان‌یابی را شناسایی کرده و با استفاده از نظر خبرگان وزن معیارها را محاسبه کردند. نتایج پژوهش بیانگر آن است که با استفاده از این روش‌ها می‌توان مسائلی را که با گزینه‌ها یا راهکارهای متعددی سروکار دارند اولویت‌بندی کرده و مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. همچنین نتایج پژوهش نشان می‌دهد که روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره با بکارگیری همزمان معیارهای کیفی و کمی در بررسی موضوعات مربوط به برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای کاربرد مطلوبی دارند. همچنین به کارگیری روش پیشنهادی در پژوهش منجر به انتخاب و رتبه‌بندی سیستماتیک مکان‌های اسکان شد.

زبردست (۱۳۸۰) در پژوهشی به بررسی کاربرد فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای پرداخت. او در این مقاله به بررسی کاربرد مشخصی از این روش در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، یعنی در انتخاب مکان مناسب برای اسکان پرداخت. نتایج پژوهش بیانگر آن است که روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با توجه به سادگی، انعطاف‌پذیری، به کارگیری

[1] Zanjirani Farahani & Hekmatfar

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

معیارهای کیفی و کمی به طور همزمان و نیز قابلیت بررسی سازگاری در قضاوت‌ها می‌تواند در بررسی موضوعات مربوط به برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای کاربرد مطلوبی داشته باشد.

نسترن و میرزایی (۱۳۹۳) در مقاله‌ای با هدف شناخت اهمیت شاخص‌های مؤثر بر سلامت و تحلیل وضعیت شهرستان‌های استان اصفهان از نظر این شاخص‌ها، به بررسی و تحلیل کمی عوامل مؤثر بر سلامتی به منظور تحقق اهداف برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای با استفاده از روش‌های تحلیل عاملی، تاکسونومی عددی و تحلیل سلسله مراتبی (*AHP*) پرداختند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که شاخص‌های چون رشد جمعیت، تعداد پزشک عمومی به ازای هر ده هزار نفر، تعداد مراکز بهداشتی - درمانی به ازای هر صد هزار نفر، میزان باسوادی بزرگسالان و ... بیشترین تأثیر را در شاخص سلامت داشته است. همچنین شهرستان‌های لنجان، اردستان و نطنز از وضعیت بهتری نسبت به دیگر شهرستان‌ها برخوردارند.

دهقانی و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی به مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری با استفاده از فن‌آوری‌های اطلاعات مکانی و منطق فازی تحلیل سلسله مراتبی رامهرمز پرداختند. آن‌ها در این پژوهش به انتخاب محل دفن زباله از طریق سیستم اطلاعات جغرافیایی (*GIS*)، منطق فازی- تحلیل سلسله مراتبی پرداختند. برای این کار دوازده لایه ورودی به *GIS* از ۴ منطقه انتخاب شده مورد بررسی قرار گرفت و منطقه ۴ به عنوان بهترین مکان برای محل دفن زباله انتخاب گردید.

قادری و همکاران(۱۳۹۰) در مقاله ای تحت عنوان" استراتژی‌های برنامه‌ریزی منطقه‌ای گردشگری با استفاده از تکنیک *SWOT* شهرستان پیرانشهر" به تدوین استراتژی‌ها و راهبردهای ممکن برای توسعه گردشگری در شهرستان پیرانشهر با استفاده از تکنیک *SWOT* به صورت توصیفی-تحلیلی پرداختند. هدف از این پژوهش شناسایی قابلیت‌های گردشگری پیرانشهر و ارائه راهبردهای مناسب برای توسعه آن، توسعه کاربرد مدل‌ها در برنامه‌ریزی گردشگری کشور و معرفی شهرستان پیرانشهر به عنوان یکی از شهرهای جاذب گردشگر در سطح داخلی و بین‌المللی می‌باشد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که با توجه به استراتژی‌های ارائه شده جهت توسعه گردشگری در شهرستان پیرانشهر می‌توان با برنامه‌ریزی صحیح در جهت توسعه گردشگری برای ساکنان آن اشتغال ایجاد کرد

پاری و همکاران۲ (۲۰۱۸) در مقاله‌ای تحت عنوان "تجزیه و تحلیل مناسب بودن زمین براساس *GIS* با استفاده از مدل *AHP* برای برنامه ریزی خدمات شهری در مراکز شهری سرینگر و جیمو، هند" با هدف شناسایی زمین‌های مناسب جهت ارائه امکانات رفاهی شهری پرداختند. آنها در این پژوهش از متغیرهای شیب، ارتفاع، کاربری زمین / پوشش زمین و وضعیت نرمی موجود زمین استفاده کردند. نتایج پژوهش نشان داد که از آنجا که بخش‌های اصلی شهر سرینگر دارای امکانات مناسب شهری نسبت به بخش‌های محیطی هستند، بخش‌های محیطی به طور کلی سطح مناسب برای ایجاد امکانات شهری را نشان می‌دهند. در مرکز شهری جیمو نشان داده شده است که از آنجا که شهر جیمو به شکل ارتفاعی، از جنوب غرب به شمال شرق افزایش یافته است، عامل ارتفاع تاثیری بر ایجاد امکانات رفاهی شهری در شهر جیمو گذاشت. بخش های قدیمی شهر دارای امکانات مناسب شهری نسبت به بخش های محیطی هستند. بنابراین بخش های محیطی به طور کلی سطح مناسب برای ایجاد امکانات رفاهی شهری را نشان می دهند.

ژانگ و همکاران۳ (۲۰۱۸) در مقاله‌ای به ارزیابی عملکرد اولویت حمل و نقل عمومی شهری بر اساس روش *TOPSIS* بهبود یافته (مطالعه موردی ووهان) در بازه زمانی ۲۰۱۵ – ۲۰۰۶ پرداختند. نتایج ارزیابی نشان داد که: عملکرد جامع اولویت حمل و نقل عمومی ووهان از فقیر به متوسط، پس از آن به خوب و در نهایت، به عالی بودن بهبود یافته است. سطح عملکرد چهار زیر سیستم نشان داد روند افزایش سال به سال. در آینده، معیارهای عملکرد برای ساخت و ساز زیرساخت ها، سطح خدمات خدمات حمل و نقل عمومی و حمایت از سیاست هنوز هم قابل توجهی برای بهبود است. در حالی که بهبود عملکرد عمومی حمل و نقل عمومی، ووهان نیز باید توجه به توسعه هماهنگ زیر سیستم ها و تمرکز بر بهبود ساختار زیربنایی اولویت حمل و نقل عمومی، گسترش سطح خدمات عمومی و ارائه پشتیبانی از سیاست.

[2] Parry and et al
[3] Zhang and et al

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

هوانگ و همکاران۴ (۲۰۱۸) در مقاله‌ای تحت عنوان "استفاده از روش آنتروپی – *TOPSIS* برای ارزیابی عملکرد سیستم حمل و نقل ریلی شهری (مطالعه موردی چین)" پرداختند. آنها در این مقاله، یک روش جدید برای ارزیابی عملکرد عملیات سیستم حمل و نقل شهری از دیدگاه اپراتور، مسافر و دولت آماده کردند. در ابتدا ۸ شاخص و ۴۱ زیرشاخص ایجاد کرده و داده‌های مربوط به این ۴۱ زیرشاخص را به عنوان ورودی روش استفاده کردند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که تعداد حوادث عملیاتی شبکه و همچنین فرکانس حوادث عملیاتی مهم ترین زیر شاخص در سیستم ارزیابی هستند، زیرا این دو زیرشاخص دارای ارزش یکسان و حداکثر وزن هستند. پایین ترین وزن مربوط به نرخ رشد طول شبکه عملکرد می‌باشد که نشان می دهد این زیرشاخص دارای کم‌ترین اهمیت برای ارزیابی عملکرد سیستم حمل و نقل ریلی شهری است. آنها درنهایت نتایج حاصل از دیدگاه‌های دولت، اپراتور و مسافر را ارائه دادند.

فانگ ما و همکاران۵ (۲۰۱۶) در مقاله‌ای به ارزیابی برنامه‌ریزی حمل و نقل شهری سبز براساس تابع وزن سفید مثلث مرکزی و آنتروپی – *AHP* پرداختند. آنها برای اولین بار از ترکیب مزایای روش ارزیابی سفید و آنتروپی – *AHP* جهت تعیین وزن هر شاخص به عنوان یک مدل مرکزی استفاده کردند. سپس از تابع وزن سفید مثلثی مرکزی برای محاسبه ضریب خوشه بندی سفید هر شاخص و ضریب خوشه بندی یکپارچه استفاده کردند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که مثال ارزیابی برنامه ریزی حمل و نقل سبز در پارک صنعتی سوژو ثابت می کند که روش ترکیبی نه تنها می تواند نتایج ارزیابی رضایت بخش را بدست آورد، بلکه نقاط ضعف و کاستی در برنامه ریزی و راهنمایی برای تصمیم گیری های بعدی و اقدامات بهبود دولت را پیدا می کند.

مبانی نظری

در عصر کنونی تحولات اقتصادی ناشی از تغییرات در ماهیت و تکنولوژی تولید، ارتباطات الکترونیکی و تغییرات آگاهی بخش به حقوق فردی و اجتماعی و شکل گیری ساخت اجتماعی در جهان نوین و فرانوین آینده را موجب گردیده است. سازمان فضایی جامعه، جای خود را به سازمان اجتماعی فضا که در آن عوامل متعددی اهمیتی بیشتر از عوامل گذشته نظریه نظام فضایی همچون «هندسه و فضا»، «هندسه و فاصله» دارند، می دهند. در واقع شبکه اجتماعی جدید و فضای جریان ها، سهم مهمی در شکل دهی به نظام های شهری، جهانی، ملی و منطقه ای در دنیای امروز دارند. دهه جاری شاهد ایجاد رابطه بی سابقه ای بین فرآیندهای نوآوری تکنولوژی و سازماندهی اقتصادی و اجتماعی می باشد. نوآوری های بی شماری با هم درآمیخته اند تا در ساماندهی فعالیت ها و روابط داخلی جامعه، تغییرات عظیم پدید آوردند. وضعیت پیش آمده یک فرصت بی نظیر برای جبران عقب ماندگی های عصر صنعت برای کشورهای در حال توسعه به صورت تحقق یک جهش اساسی در ورود به دوران فراصنعتی می باشد (جمالی و همکاران، ۱۳۹۰).

نگرش‌های نوین در ادبیات برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای

هیچ کسی با ضرورت برنامه ریزی مشکلی ندارد. پیش شرط این ضرورت ناشی از این مورد است که نظام کاربری زمین باید از طریق مجموعه ای از سیاست ها کنترل شود، حتّی اگر این سیاست ها حاصل مشارکت عمومی نباشد. با وجود این، برنامه ریزی توسعه محلّی و منطقه ای بهتر است بخشی از رهیافت های پایدار، منسجم و متعادل تر و درنهایت جامع تر باشد. این یک رهیافت جامع، تفسیری از پیوندهای عوامل فوق است. این مؤلّفه ها برنامه ریزی را برای نیل به توسعه متأثّر می کنند و به طور مسلّم معنای خود را در مکان و زمان پیدا می کنند و بسترهای متفاوتی برای برنامه ریزی فراهم می کنند. تهیه برنامه مستلزم تغییر و ارتباط علّی و معلولی بین پدیده های ناهمسان است. برنامه ریزی دانش بشر را آگاهانه برای رسیدن به تصمیم های بهبود بخشی که منجر به نتایج مطلوب می شود، به کار می گیرد و در این فرایند تلاش می شود تا روابط میان عناصر ناهمسان به بهترین شکل تغییر یابد. در همه نظام های سیاسی و فکری نوعی از برنامه ریزی را با وجود تفاوت در نحوه انجام این فرایند، می توان مشاهده کرد. درواقع در انتخاب چگونگی فرایند برنامه ریزی این پرسش مطرح می شود که برنامه ریزی برای دسترسی به

[4] Huang and et al
[5] Fang Ma and et al

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

چه چیزی، از سوی چه افرادی، برای چه کسانی و در چه زمان و مکانی طراحی می شود و در نهایت، در رسیدن به هدف، چه امکاناتی وجود دارد (مشکینی و رحیمی، ۱۳۹۱).

مرور مختصری بر روش‌های ارزیابی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای

برای تدوین مفهوم ارزیابی ابتدا لازم است بر روی فرآیند برنامه‌ریزی، مروری مختصر داشته باشیم. فرآیند برنامه‌ریزی سعی می‌کند تا چارچوبی خوب را فراهم آورد که طی آن شخص برنامه‌ریز بتواند برای رسیدن به راه‌حل بهینه اقدام مقتضی را بنماید. این فرآیند ابتدا به وسیله «پاتریک گدس» در سه مرحله برداشت، تحلیل و طرح (برنامه) تبیین گردید. در سال ۱۹۴۷ با تصویب قانون برنامه‌ریزی شهر و روستا در انگلستان مورد تأکید بیشتری قرار گرفت. در دهه ۱۹۶۰، با پیدایش نگرش سیستمی، تلاش‌هایی برای تعریف مجدد فرآیند برنامه‌ریزی صورت گرفت. برخی از محققین این فرآیند را در ۷ مرحله و برخی دیگر در ۱۱ مرحله قابل انجام دانسته‌اند. در کلیه این مراحل، ارزیابی به عنوان یکی از ارکان مهم فرآیند برنامه‌ریزی مورد تأکید بوده است. به این ترتیب که بعد از تعیین اهداف کلی و مقاصد برنامه‌ریزی و تهیه گزینه‌های مختلف، ارزیابی صورت می گیرد تا با مقایسه گزینه های مختلف، بر اساس شایستگی نسبی آنها گزینه مناسب انتخاب شود. در برنامه ریزی شهری و منطقه ای، روش های ارزیابی متعددی مورد استفاده قرار گرفته است. «لیجفلد» روش های ارزیابی با اهمیتی که بیشتر مورد توجه بوده اند را به شرح زیر معرفی می کند: «روش ارزیابی سرمایه گذاری مالی؛ روش فهرست معیارها؛ روش ماتریس دستیابی به اهداف؛ روش ارزیابی هزینه های منابع؛ روش تحلیل هزینه - فایده اجتماعی؛ روش تحلیل جدول ترازنامه برنامه ریزی و روش های ارزیابی بهینه یابی» (نوجوان و همکاران، ۱۳۹۰).

رابرتز[6] روش های ارزیابی به کار برده شده در زمینه برنامه ریزی را به دو گروه «روش های ارزیابی جزئی» و «روش های ارزیابی جامع» طبقه بندی کرده است. ووگد[7] روش های ارزیابی به کار گرفته شده در برنامه ریزی شهری و منطقه ای را در سه گروه زیر طبقه بندی می شوند (نوجوان و همکاران، ۱۳۹۰):

الف - روش های ارزیابی پولی که در آن ها چارچوب ارزیابی بر اساس مقادیر پولی صورت می گیرد؛ مانند روش تحلیل تأثیر هزینه، روش هزینه- فایده و روش تحلیل آستانه ای.

ب – روش های ارزیابی جامع که نه تنها پیامدهای مالی و پولی بلکه اثرات و پیامدهای غیر پولی گزینه ها نیز مورد تحلیل قرار گرفته است؛ مانند جدول ترازنامه برنامه ریزی و تحلیل تأثیر بر جامعه.

ج- روش های ارزیابی چند معیاره که در آنها امکان تحلیل و ارائه کلیه اطلاعات موجود در مورد گزینه ها بر مبنای معیارهای متفاوت و چند بعدی وجود دارند. این روش های ارزیابی ممکن است کاملا کمی باشند (مثل روش ماتریس دستیابی به اهداف)، یا که کیفی باشند (مثل روش تحلیل نظام) و یا ترکیبی از اطلاعات کیفی و کمی (مثل روش های تحلیل اثرات زیست محیطی).

روش‌شناسی پژوهش

روش تحقیق به عنوان یک فرآیند نظام مند برای یافتن پاسخ یک پرسش یا راه حل یک مسئله است. روش های تحقیق را با معیارهای مختلف دسته بندی می کنند: (خاکی، ۱۳۸۷)

طبقه بندی تحقیق بر مبنای هدف (بنیادی – کاربردی – ارزیابی – تحقیق و توسعه – علمی)

طبقه بندی تحقیق بر مبنای روش (تاریخی – توصیفی – پیمایشی – تحلیل محتوا – میدانی – همبستگی و ...)

روش تحقیق مطالعه حاضر از نظر هدف تحقیق و توسعه می باشد چرا که این تحقیق براساس مقاله پیش فرضی می باشد که مقاله خوانده توسعه داده خواهد شد و از نظر روش تجزیه و تحلیل اطلاعات، روش تحقیق از نوع تحلیلی – توصیفی - پیمایشی است.

[6] Roberts
[7] Vogd

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

برای جمع‌آوری اطلاعات در کارهای پژوهشی چهار روش عمده مورداستفاده قرار می‌گیرد که عبارتند از: ۱) اسناد و مدارک ۲) مشاهده ۳) مصاحبه ۴) پرسشنامه. که در یک تقسیم‌بندی به اطلاعات اولیه و ثانویه معروف هستند. داده‌های ثانویه از اسناد و داده‌های اولیه را به صورت دست اول و بیشتر از طریق مشاهده، مصاحبه و پرسشنامه به دست می‌آورند (خاکی، ۱۳۸۷).

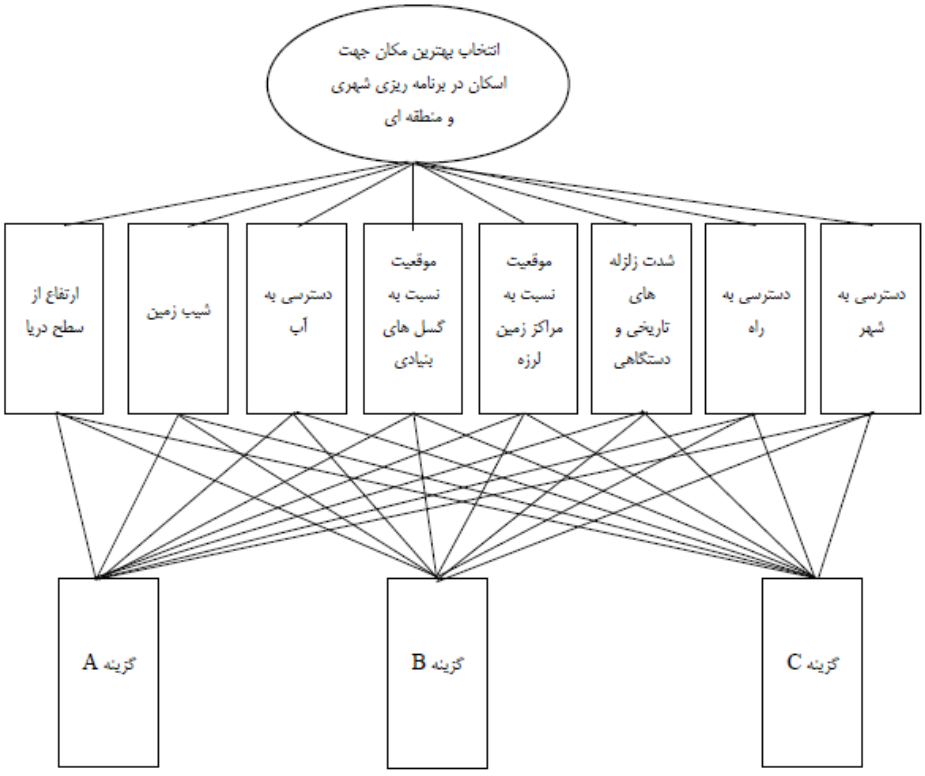
برای گردآوری اطلاعات از روش‌های کتابخانه‌ای و توصیفی استفاده شده است. بدین ترتیب که علاوه بر مطالعه کتب و مقالات فارسی و لاتین در این زمینه، به منظور کسب اطلاعات بیشتر در این پژوهش، از تحقیقات مشابه داخلی و خارجی و نظرات خبرگان استفاده می‌شود. همچنین از سایت‌های علمی و خبرگزاری‌ها استفاده شده است.

ابزارهای گردآوری در ابتدا منابع علمی و تحقیقاتی موجود (شامل مقالات، کتب و پایان‌نامه‌ها) هست. ابزار گردآوری داده‌ها در این تحقیق شامل مطالعات کتابخانه‌ای و مقالات و استفاده از نرم‌افزارهای مرتبط است. اطلاعات مربوط به بخش ادبیات موضوع از طریق جستجو در مقاله‌های مرتبط با موضوع و پایان‌نامه‌ها استفاده شده است.

در این تحقیق، برای توضیح روش سلسله مراتبی فازی از مثال زیر استفاده می‌شود. فرض کنید از سه سایت A،B،C که به عنوان گزینه‌های مورد نظر برای مکان‌یابی مشخص شده اند، قرار است سایت مناسب برای اسکان براساس چهار معیار پستی و بلندی، دسترسی به آب، خطر زمین‌لرزه و دسترسی به شهر و راه انتخاب شود. معیار پستی و بلندی به دو زیرمعیار ارتفاع از سطح دریا و شیب زمین، معیار خطر زمین‌لرزه به سه زیرمعیار موقعیت سایت نسبت به گسل‌های بنیادی، موقعیت نسبت به رو مراکز زمین‌لرزه و شدت زلزله‌های تاریخی و دستگاهی و معیار دسترسی به شهر و راه به دو زیر معیار دسترسی به شهر و دسترسی به راه تقسیم شده‌اند.

روش AHP فازی

مرحله اول: تشکیل درخت سلسله مراتبی



شکل ۱ – درخت سلسله مراتبی

پژوهش در مدیریت و مهندسی صنایع، شماره ۲۱، بهار ۱۳۹۹، ص ۱۷- ۱

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

مرحله دوم: تعریف اعداد فازی به منظور انجام مقایسه های زوجی

در این مرحله لازم است اعداد فازی خود را که برای انجام مقایسه های زوجی نیاز است تعریف نمایید تا خبرگان طبق آن نسبت به ارائه پاسخ های خود اقدام نمایند. آنچه معمول است اعداد فازی زیر است :

جدول ۱- اعداد فازی به‌منظور انجام مقایسه‌های زوجی

ردیف	عبارات کلامی	عدد فازی	معادل فازی معکوس
۱	ترجیح برابر	(۱/۱/۱)	(۱/۱/۱)
۲	ترجیح کم تا متوسط	(۱/۲/۳)	(۰,۳۳۳/۰,۵/۱)
۳	ترجیح متوسط	(۲/۳/۴)	(۰,۲۵/۰,۳۳۳/۰,۵)
۴	ترجیح متوسط تا زیاد	(۳/۴/۵)	(۰,۲/۰,۲۵/۰,۳۳۳)
۵	ترجیح زیاد	(۴/۵/۶)	(۰,۱۶۶/۰,۲/۰,۲۵)
۶	ترجیح زیاد تا خیلی زیاد	(۵/۶/۷)	(۰,۱۴۲/۰,۱۶۶/۰,۲)
۷	ترجیح خیلی زیاد	(۶/۷/۸)	(۰,۱۲۵/۰,۱۴۲/۰,۱۶۶)
۸	ترجیح خیلی‌زیاد تا کاملاًزیاد	(۷/۸/۹)	(۰,۱۱۱/۰,۱۲۵/۰,۱۴۲)
۹	ترجیح کاملا زیاد	(۹/۹/۹)	(۰,۱۱۱/۰,۱۱۱/۰,۱۱۱)

مرحله سوم: تشکیل ماتریس مقایسه زوجی با به کارگیری اعداد فازی

در این مرحله، پرسشنامه ها در اختیار خبرگان قرار گرفته است و آنها به آن پاسخ داده اند. بنابراین ما هم اکنون ماتریس مقایسات زوجی که حاوی اعداد فازی هستند را در اختیار داریم.

جدول ۲- مقایسات زوجی معیارها نسبت به هم از دیدگاه خبرگان

	ارتفاع از سطح دریا	شیب زمین	دسترسی به آب	موقعیت نسبت به گسل های بنیادی	موقعیت نسبت به مراکز زمین لرزه	شدت زلزله های تاریخی و دستگاهی	دسترسی به راه	دسترسی به شهر
ارتفاع از سطح دریا		(۰,۱۶۶/۰,۲/۰,۲۵)	(۰,۱۶۶/۰,۲/۰,۲۵)	(۰,۱۱۱/۰,۱۱۱/۰,۱۱۱)	(۰,۱۱۱/۰,۱۱۱/۰,۱۱۱)	(۰,۱۲۵/۰,۱۴۲/۰,۱۶۶)	(۰,۲۵/۰,۳۳۳/۰,۵)	(۰,۲۵/۰,۳۳۳/۰,۵)
شیب زمین	(۴/۵/۶)		(۰,۱۲۵/۰,۱۴۲/۰,۱۶۶)	(۰,۱۱۱/۰,۱۲۵/۰,۱۴۲)	(۰,۱۱۱/۰,۱۲۵/۰,۱۴۲)	(۰,۱۱۱/۰,۱۲۵/۰,۱۴۲)	(۰,۱۶۶/۰,۲/۰,۲۵)	(۰,۱۶۶/۰,۲/۰,۲۵)
دسترسی به آب	(۴/۵/۶)	(۶/۷/۸)		(۰,۲/۰,۲۵/۰,۳۳۳)	(۰,۲/۰,۲۵/۰,۳۳۳)	(۰,۲/۰,۲۵/۰,۳۳۳)	(۶/۷/۸)	(۶/۷/۸)
موقعیت نسبت به گسل های بنیادی	(۹/۹/۹)	(۷/۸/۹)	(۳/۴/۵)		(۴/۵/۶)	(۵/۶/۷)	(۷/۸/۹)	(۷/۸/۹)
موقعیت نسبت به مراکز زمین لرزه	(۹/۹/۹)	(۷/۸/۹)	(۳/۴/۵)	(۰,۱۶۶/۰,۲/۰,۲۵)		(۶/۷/۸)	(۷/۸/۹)	(۷/۸/۹)
شدت زلزله های تاریخی و دستگاهی	(۶/۷/۸)	(۷/۸/۹)	(۳/۴/۵)	(۰,۱۴۲/۰,۱۶۶/۰,۲)	(۰,۱۲۵/۰,۱۴۲/۰,۱۶۶)		(۵/۶/۷)	(۵/۶/۷)
دسترسی به راه	(۲/۳/۴)	(۴/۵/۶)	(۰,۱۲۵/۰,۱۴۲/۰,۱۶۶)	(۰,۱۱۱/۰,۱۲۵/۰,۱۴۲)	(۰,۱۱۱/۰,۱۲۵/۰,۱۴۲)	(۰,۱۴۲/۰,۱۶۶/۰,۲)		(۳/۴/۵)
دسترسی به شهر	(۲/۳/۴)	(۴/۵/۶)	(۰,۱۲۵/۰,۱۴۲/۰,۱۶۶)	(۰,۱۱۱/۰,۱۲۵/۰,۱۴۲)	(۰,۱۱۱/۰,۱۲۵/۰,۱۴۲)	(۰,۱۴۲/۰,۱۶۶/۰,۲)	(۰,۲/۰,۲۵/۰,۳۳۳)	

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

جدول ۳- مقایسات زوجی گزینه ها براساس معیار ارتفاع از سطح دریا

ارتفاع از سطح دریا	گزینه A	گزینه B	گزینه C
گزینه A		(۴/۵/۶)	(۶/۷/۸)
گزینه B	(۰,۱۶۶/۰,۲/۰,۲۵)		(۴/۵/۶)
گزینه C	(۰,۱۲۵/۰,۱۴۲/۰,۱۶۶)	(۰,۱۶۶/۰,۲/۰,۲۵)	

جدول ۴- مقایسات زوجی گزینه ها براساس معیار شیب زمین

شیب زمین	گزینه A	گزینه B	گزینه C
گزینه A		(۴/۵/۶)	(۰,۱۲۵/۰,۱۴۲/۰,۱۶۶)
گزینه B	(۰,۱۶۶/۰,۲/۰,۲۵)		(۰,۱۲۵/۰,۱۴۲/۰,۱۶۶)
گزینه C	(۶/۷/۸)	(۶/۷/۸)	

جدول ۵- مقایسات زوجی گزینه ها براساس معیار دسترسی به آب

دسترسی به آب	گزینه A	گزینه B	گزینه C
گزینه A		(۴/۵/۶)	(۶/۷/۸)
گزینه B	(۰,۱۶۶/۰,۲/۰,۲۵)		(۴/۵/۶)
گزینه C	(۰,۱۲۵/۰,۱۴۲/۰,۱۶۶)	(۰,۱۶۶/۰,۲/۰,۲۵)	

جدول ۶- مقایسات زوجی گزینه ها براساس معیار موقعیت نسبت به گسل های بنیادی

موقعیت نسبت به گسل های بنیادی	گزینه A	گزینه B	گزینه C
گزینه A		(۴/۵/۶)	(۴/۵/۶)
گزینه B	(۰,۱۶۶/۰,۲/۰,۲۵)		(۱/۱/۱)
گزینه C	(۰,۱۶۶/۰,۲/۰,۲۵)	(۱/۱/۱)	

جدول ۷- مقایسات زوجی گزینه ها براساس معیار موقعیت نسبت به مراکز زمین لرزه

موقعیت نسبت به مراکز زمین لرزه	گزینه A	گزینه B	گزینه C
گزینه A		(۰,۱۶۶/۰,۲/۰,۲۵)	(۰,۱۲۵/۰,۱۴۲/۰,۱۶۶)
گزینه B	(۴/۵/۶)		(۰,۱۶۶/۰,۲/۰,۲۵)
گزینه C	(۶/۷/۸)	(۴/۵/۶)	

جدول ۸- مقایسات زوجی گزینه ها براساس معیار شدت زلزله های تاریخی و دستگاهی

شدت زلزله های تاریخی و دستگاهی	گزینه A	گزینه B	گزینه C
گزینه A		(۴/۵/۶)	(۴/۵/۶)
گزینه B	(۰,۱۶۶/۰,۲/۰,۲۵)		(۱/۱/۱)
گزینه C	(۰,۱۶۶/۰,۲/۰,۲۵)	(۱/۱/۱)	

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

جدول ۹- مقایسات زوجی گزینه ها براساس معیار دسترسی به راه

دسترسی به راه	گزینه A	گزینه B	گزینه C
گزینه A		(۴/۵/۶)	(۴/۵/۶)
گزینه B	(۰,۱۶۶/۰,۲/۰,۲۵)		(۱/۱/۱)
گزینه C	(۰,۱۶۶/۰,۲/۰,۲۵)	(۱/۱/۱)	

جدول ۱۰- مقایسات زوجی گزینه ها براساس معیار دسترسی به شهر

دسترسی به شهر	گزینه A	گزینه B	گزینه C
گزینه A		(۶/۷/۸)	(۴/۵/۶)
گزینه B	(۰,۱۲۵/۰,۱۴۲/۰,۱۶۶)		(۰,۱۶۶/۰,۲/۰,۲۵)
گزینه C	(۰,۱۶۶/۰,۲/۰,۲۵)	(۴/۵/۶)	

مرحله چهارم: محاسبه اوزان برای هر یک از سطرهای ماتریس مقایسه زوجی با استفاده از ماتریس S

S ها اعداد فازی مثلثی هستند که از رابطه زیر محاسبه می شوند:

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \otimes \left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1} \quad (۱)$$

که در رابطه فوق، M اعداد فازی مثلثی داخل ماتریس مقایسه های زوجی هستند. در حقیقت هنگام محاسبه ماتریسS ، هر یک از اجزاء اعداد فازی را نظیر به نظیر جمع می‌زنیم و در معکوس فازی مجموع کل ضرب می‌کنیم.

مرحله پنجم: محاسبه وزن قطعی

در این مرحله اوزان بدست آمده از مرحله قبلی که به صورت فازی می‌باشند، فازی زدایی کرده و وزن قطعی هر سطر ماتریس مقایسه زوجی را بدست می‌آوریم.

مرحله ششم: نرمال سازی اوزان قطعی

در این مرحله وزن های قطعی بدست آمده از مرحله قبل را با استفاده از روش نرمال سازی خطی نرمالیزه می کنیم.

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

جدول ۱۱- مقایسات زوجی معیارها نسبت به هم از دیدگاه خبرگان

	ارتفاع از سطح دریا	شیب زمین	دسترسی به آب	موقعیت نسبت به گسل‌های بنیادی	موقعیت نسبت به مراکز زمین‌لرزه	شدت زلزله‌های تاریخی و دستگاهی	دسترسی به راه	دسترسی به شهر	جمع هر سطر	ماتریس S	وزن قطعی	نرمال‌سازی وزن قطعی
ارتفاع از سطح دریا	(۱/۱/۱)	(۰,۱۶۶/۰,۲/۰,۲۵)	(۰,۱۶۶/۰,۲/۰,۲۵)	(۰,۱۱۱/۰,۱۱۱/۰,۱۱۱)	(۰,۱۱۱/۰,۱۱۱/۰,۱۱۱)	(۰,۱۲۵/۰,۱۴۲/۰,۱۶۶)	(۰,۲۵/۰,۳۳۳/۰,۵)	(۰,۲۵/۰,۳۳۳/۰,۵)	(۲,۱۷۹/۲,۴۳/۲,۸۸۸)	(۰,۰۱۰۱/۰,۰۱۳۰/۰,۰۱۸۰)	۰,۰۱۳۷	۰,۰۱۲۰
شیب زمین	(۴/۵/۶)	(۱/۱/۱)	(۰,۱۲۵/۰,۱۴۲/۰,۱۶۶)	(۰,۱۱۱/۰,۱۲۵/۰,۱۴۲)	(۰,۱۱۱/۰,۱۲۵/۰,۱۴۲)	(۰,۱۱۱/۰,۱۲۵/۰,۱۴۲)	(۰,۱۶۶/۰,۲/۰,۲۵)	(۰,۱۶۶/۰,۲/۰,۲۵)	(۵,۷۹/۶,۹۱۷/۸,۰۹۲)	(۰,۰۲۶۹/۰,۰۳۷۰/۰,۰۵۰۵)	۰,۰۳۸۱	۰,۰۳۳۵
دسترسی به آب	(۴/۵/۶)	(۶/۷/۸)	(۱/۱/۱)	(۰,۲/۰,۲۵/۰,۳۳۳)	(۰,۲/۰,۲۵/۰,۳۳۳)	(۰,۲/۰,۲۵/۰,۳۳۳)	(۶/۷/۸)	(۶/۷/۸)	(۲۳,۶/۲۷,۷۵/۳۱,۹۹۹)	(۰,۱۰۹۷/۰,۱۴۸۵/۰,۱۹۹۶)	۰,۱۵۲۶	۰,۱۳۴۱
موقعیت نسبت به گسل‌های بنیادی	(۹/۹/۹)	(۷/۸/۹)	(۳/۴/۵)	(۱/۱/۱)	(۴/۵/۶)	(۵/۶/۷)	(۷/۸/۹)	(۷/۸/۹)	(۴۳/۴۹/۵۵)	(۰,۱۹۹۹۵/۰,۲۶۲۱۵/۰,۳۴۳۲)	۰,۲۶۸۴	۰,۲۳۵۹
موقعیت نسبت به مراکز زمین‌لرزه	(۹/۹/۹)	(۷/۸/۹)	(۳/۴/۵)	(۰,۱۶۶/۰,۲/۰,۲۵)	(۱/۱/۱)	(۶/۷/۸)	(۷/۸/۹)	(۷/۸/۹)	(۴۰,۱۶۶/۴۵,۲/۵۰,۲۵)	(۰,۱۸۶۸/۰,۲۴۱۸۲/۰,۳۱۳۵۶)	۰,۲۴۷۴	۰,۲۱۷۴
شدت زلزله‌های تاریخی و دستگاهی	(۶/۷/۸)	(۷/۸/۹)	(۳/۴/۵)	(۰,۱۴۲/۰,۱۶۶/۰,۲)	(۰,۱۲۵/۰,۱۴۲/۰,۱۶۶)	(۱/۱/۱)	(۵/۶/۷)	(۵/۶/۷)	(۲۷,۲۶۷/۳۲,۳۰۸/۳۸,۳۶۶) (۰,۰۰۴۶۵/۰,۰۰۵۳۵/۰,۰۰۶۲۴)	(۰,۱۲۶۷/۰,۱۷۳۸/۰,۲۳۹۴)	۰,۱۷۹۶	۰,۱۵۷۹
دسترسی به راه	(۲/۳/۴)	(۴/۵/۶)	(۰,۱۲۵/۰,۱۴۲/۰,۱۶۶)	(۰,۱۱۱/۰,۱۲۵/۰,۱۴۲)	(۰,۱۱۱/۰,۱۲۵/۰,۱۴۲)	(۰,۱۴۲/۰,۱۶۶/۰,۲)	(۱/۱/۱)	(۳/۴/۵)	(۱۰,۴۸۹/۱۳,۵۵۸/۱۶,۶۵)	(۰,۰۴۸۸/۰,۰۷۳۵/۰,۱۰۳۹)	۰,۰۷۵۰	۰,۰۶۵۹
دسترسی به شهر	(۲/۳/۴)	(۴/۵/۶)	(۰,۱۲۵/۰,۱۴۲/۰,۱۶۶)	(۰,۱۱۱/۰,۱۲۵/۰,۱۴۲)	(۰,۱۱۱/۰,۱۲۵/۰,۱۴۲)	(۰,۱۴۲/۰,۱۶۶/۰,۲)	(۰,۲/۰,۲۵/۰,۳۳۳)	(۱/۱/۱)	(۷,۶۸۹/۹,۸۰۸/۱۱,۹۸۳)	(۰,۰۳۵۷/۰,۰۵۲۴/۰,۰۷۴۸)	۰,۱۶۲۹	۰,۱۴۳۳
								جمع کل	(۱۶۰,۱۸/۱۸۶,۹۷۱/۲۱۵,۲۲۸)	جمع کل اوزان قطعی : ۱,۱۳۷۷		
								معکوس جمع کل	(۰,۰۰۴۶۵/۰,۰۰۵۳۵/۰,۰۰۶۲۴)			

جدول ۱۲- مقایسات زوجی گزینه‌ها براساس معیار ارتفاع از سطح دریا

ارتفاع از سطح دریا	گزینه A	گزینه B	گزینه C	جمع هر سطر	ماتریس S	وزن قطعی	نرمال‌سازی وزن قطعی
گزینه A	(۱/۱/۱)	(۴/۵/۶)	(۶/۷/۸)	(۱۱/۱۳/۱۵)	۰,۶۳۳۱/۰,۸۵۹۵) (۰,۴۶۴۲	۰,۶۵۲۳	۰,۶۳۲۶
گزینه B	۰,/۰,۲/۰,۲۵) (۱۶۶	(۱/۱/۱)	(۴/۵/۶)	(۵,۱۶۶/۶,۲/۷,۲۵)	۰,۳۰۱۹۴/۰,۴۱۵۴) (۰,۲۱۸۰/	۰,۳۱۱۷ ۸	۰,۳۰۲۴
گزینه C	۰,۱۴/۰,۱۶۶) (۰,۱۲۵/۲	۰,/۰,۲/۰,۲۵) (۱۶۶	(۱/۱/۱)	(۱,۲۹۱/۱,۳۴۲/۱,۴۱۶)	۰,۰۶۵۳/۰,۰۸۱۱) (۰,۰۵۴۵	۰,۰۶۷۰	۰,۰۶۵۰
				جمع کل	۱/۲۰,۵۴۲/۲۳,۶۶۶) (۷,۴۵۷	جمع اوزان قطعی	۱,۰۳۱۰۸
				معکوس جمع کل	۰,۰۴۸۷/۰,۰۵۷۳) (۰,۰۴۲۲		

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

جدول ۱۳- مقایسات زوجی گزینه‌ها براساس معیار شیب زمین

نرمال‌سازی وزن قطعی	وزن قطعی	ماتریس S	جمع هر سطر	گزینه C	گزینه B	گزینه A	شیب زمین
۰,۲۷۳۹	۰,۲۸۰۹	۰,۲۷/۰,۳۶۹۰) (۰,۲۰۰۴/۳۳	۵,۶,۱۴۲/۷,۱۶۶) (۱۲۵	۰,/۰,۱۴۲/۰,۱۶۶) (۱۲۵	(۴/۵/۶)	(۱/۱/۱)	گزینه A
۰,۰۵۹۵	۰,۰۶۱	۰,۰۵/۰,۰۷۲۹) (۰,۰۵۰۴/۹۷	۱/۱,۳۴۲/۱,۴۱۶) (,۲۹۱	۰,/۰,۱۴۲/۰,۱۶۶) (۱۲۵	(۱/۱/۱)	/۰,۲/۰,۲۵) (۰,۱۶۶	گزینه B
۰,۶۶۷	۰,۶۸۳۸	۰,۶۶/۰,۸۷۵۵) (۰,۵۰۸۳/۷۵	(۱۳/۱۵/۱۷)	(۱/۱/۱)	(۶/۷/۸)	(۶/۷/۸)	گزینه C
۱,۰۲۵۷	جمع اوزان قطعی	۲۲,۴/۲۵,۵۸۲) (۱۹,۴۱۶/۸۴	جمع کل				
		۰,۰۴/۰,۰۵۱۵) (۰,۰۳۹۱/۴۵	معکوس جمع کل				

جدول ۱۴- مقایسات زوجی گزینه‌ها براساس معیار دسترسی به آب

نرمال-سازی وزن قطعی	وزن قطعی	ماتریس S	جمع هر سطر	گزینه C	گزینه B	گزینه A	دسترسی به آب
۰,۶۳۲۶	۰,۶۵۲۳	۰,۶۳۳/۰,۸۵۹۵) (۰,۴۶۴۲/۱	(۱۱/۱۳/۱۵)	(۶/۷/۸)	(۴/۵/۶)	(۱/۱/۱)	گزینه A
۰,۳۰۲۴	۰,۳۱۱۷۸	۰,۳۰۱/۰,۴۱۵۴) (۰,۲۱۸۰/۹۴	۵,۱/۶,۲/۷,۲۵) (۶۶	(۴/۵/۶)	(۱/۱/۱)	۰,/۰,۲/۰,۲۵) (۱۶۶	گزینه B
۰,۰۶۵۰	۰,۰۶۷۰	۰,۰۶۵/۰,۰۸۱۱) (۰,۰۵۴۵/۳	۱,۳۴۲/۱,۴۱۶) (۱,۲۹۱/	(۱/۱/۱)	۰,/۰,۲/۰,۲۵) (۱۶۶	۰,۱۴/۰,۱۶۶) (۰,۱۲۵/۲	گزینه C
۱,۰۳۱۰۸	جمع اوزان قطعی	۲۰,۵۴/۲۳,۶۶۶) (۱۷,۴۵۷/۲	جمع کل				
		۰,۰۴۸/۰,۰۵۷۳) (۰,۰۴۲۲/۷	معکوس جمع-کل				

جدول ۱۵- مقایسات زوجی گزینه‌ها براساس معیار موقعیت نسبت به گسل‌های بنیادی

نرمال‌سازی وزن قطعی	وزن قطعی	ماتریس S	جمع هر سطر	گزینه C	گزینه B	گزینه A	موقعیت نسبت به گسل‌های بنیادی
۰,۷۱۷	۰,۷۳۴۳	۰,۷۱۳/۰,۹۷۵) (۰,۵۱۳۹/۹	(۹/۱۱/۱۳)	(۴/۵/۶)	(۴/۵/۶)	(۱/۱/۱)	گزینه A
۰,۱۴۱۶	۰,۱۴۵۱	۰,۱/۰,۱۶۸۷۵) (۰,۱۲۳۷/۴۲۷۸	۲,۱/۲,۲/۲,۲۵) (۶۶	(۱/۱/۱)	(۱/۱/۱)	/۰,۲/۰,۲۵) (۰,۱۶۶	گزینه B

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

۰,۱۴۱۶	۰,۱۴۵۱	۰,۱/۰,۱۶۸۷۵) (۰,۱۲۳۷/۴۲۷۸	۲,۱/۲,۲/۲,۲۵) (۶۶	(۱/۱/۱)	(۱/۱/۱)	/۰,۲/۰,۲۵) (۰,۱۶۶	گزینه C
۱,۰۲۴۵	جمع اوزان قطعی	۱۳/۱۵,۴/۱۷,۵) (,۳۳۲	جمع کل				
		۰,۰۶/۰,۰۷۵۰) (۰,۰۵۷۱/۴۹	معکوس جمع کل				

جدول ۱۶- مقایسات زوجی گزینه‌ها براساس معیار موقعیت نسبت به مراکز زمین لرزه

نرمال‌سازی وزن قطعی	وزن قطعی	ماتریس S	جمع هر سطر	گزینه C	گزینه B	گزینه A	موقعیت نسبت به مراکز زمین‌لرزه
۰,۰۶۵۰	۰,۰۶۷۰	.۰/ ۰,۰۸۱۱) (۰,۰۵۴۵/ ۰۶۵۳	.۱/۱,۴۱۶) (۱,۲۹۱/۳۴۲	.۰/۰,۱۶۶) (۰,۱۲۵/۱۴۲	.۰/۰,۲۵) (۰,۱۶۶/۲	(۱/۱/۱)	گزینه A
۰,۳۰۲۴	۰,۳۱۱۷۸	.۰/۰,۴۱۵۴) (۰,۲۱۸۰/۳۰۱۹۴	.۶/۷,۲۵) (۵,۱۶۶/۲	.۰/۰,۲۵) (۰,۱۶۶/۲	(۱/۱/۱)	(۴/۵/۶)	گزینه B
۰,۶۳۲۶	۰,۶۵۲۳	.۰/۰,۸۵۹۵) (۰,۴۶۴۲/۶۳۳۱	(۱۱/۱۳/۱۵)	(۱/۱/۱)	(۴/۵/۶)	(۶/۷/۸)	گزینه C
۱,۰۳۱۰۸	جمع اوزان قطعی	.۲۰/۲۳,۶۶۶) (۱۷,۴۵۷/۵۴۲	جمع کل				
		.۰/۰,۰۵۷۳) (۰,۰۴۲۲/۰۴۸۷	معکوس جمع کل				

جدول ۱۷- مقایسات زوجی گزینه‌ها براساس معیار شدت زلزله‌های تاریخی و دستگاهی

نرمال‌سازی وزن قطعی	وزن قطعی	ماتریس S	جمع هر سطر	گزینه C	گزینه B	گزینه A	شدت زلزله-های تاریخی و دستگاهی
۰,۷۱۷	۰,۷۳۴۳	۰,۷۱۳/۰,۹۷۵) (۰,۵۱۳۹/۹	(۹/۱۱/۱۳)	(۴/۵/۶)	(۴/۵/۶)	(۱/۱/۱)	گزینه A
۰,۱۴۱۶	۰,۱۴۵۱	۰,۱/۰,۱۶۸۷۵) (۰,۱۲۳۷/۴۲۷۸	۲,۱۶۶/۲,۲/۲,۲۵) (	(۱/۱/۱)	(۱/۱/۱)	/۰,۲/۰,۲۵) (۰,۱۶۶	گزینه B
۰,۱۴۱۶	۰,۱۴۵۱	۰,۱/۰,۱۶۸۷۵) (۰,۱۲۳۷/۴۲۷۸	۲,۱۶۶/۲,۲/۲,۲۵) (	(۱/۱/۱)	(۱/۱/۱)	/۰,۲/۰,۲۵) (۰,۱۶۶	گزینه C
۱,۰۲۴۵	جمع اوزان قطعی	۱۳/۱۵,۴/۱۷,۵) (,۳۳۲	جمع کل				
		۰,۰۶/۰,۰۷۵۰) (۰,۰۵۷۱/۴۹	معکوس جمع‌کل				

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

جدول ۱۸- مقایسات زوجی گزینه‌ها براساس معیار دسترسی به راه

نرمال‌سازی وزن قطعی	وزن قطعی	ماتریس S	جمع هر سطر	گزینه C	گزینه B	گزینه A	دسترسی به راه
۰,۷۱۷	۰,۷۳۴۳	۰,۷۱۳/۰,۹۷۵) (۰,۵۱۳۹/۹	(۹/۱۱/۱۳)	(۴/۵/۶)	(۴/۵/۶)	(۱/۱/۱)	گزینه A
۰,۱۴۱۶	۰,۱۴۵۱	۰,۱/۰,۱۶۸۷۵) (۰,۱۲۳۷/۴۲۷۸	(۲,۱۶۶/۲,۲/۲,۲۵)	(۱/۱/۱)	(۱/۱/۱)	/۰,۲/۰,۲۵) (۰,۱۶۶	گزینه B
۰,۱۴۱۶	۰,۱۴۵۱	۰,۱/۰,۱۶۸۷۵) (۰,۱۲۳۷/۴۲۷۸	(۲,۱۶۶/۲,۲/۲,۲۵)	(۱/۱/۱)	(۱/۱/۱)	/۰,۲/۰,۲۵) (۰,۱۶۶	گزینه C
۱,۰۲۴۵	جمع اوزان قطعی	۱۳/۱۵,۴/۱۷,۵) (,۳۳۲	جمع کل				
		۰,۰۶/۰,۰۷۵۰) (۰,۰۵۷۱/۴۹	معکوس جمع کل				

جدول ۱۹- مقایسات زوجی گزینه‌ها براساس معیار دسترسی به شهر

نرمال‌سازی وزن قطعی	وزن قطعی	ماتریس S	جمع هر سطر	گزینه C	گزینه B	گزینه A	دسترسی به شهر
۰,۶۳۲۶	۰,۶۵۲۳	۰,۶۳/۰,۸۵۹۵) (۰,۴۶۴۲/۳۱	(۱۱/۱۳/۱۵)	(۴/۵/۶)	(۶/۷/۸)	(۱/۱/۱)	گزینه A
۰,۰۶۵۰	۰,۰۶۷۰	۰,۰۶/۰,۰۸۱۱) (۰,۰۵۴۵/۵۳	۱,۲/۱,۳۴۲/۱,۴۱۶) (۹۱	۰,/۰,۲۵) (۰,۱۶۶/۲	(۱/۱/۱)	۰,۱/۰,۱۶۶) (۰,۱۲۵/۴۲	گزینه B
۰,۳۰۲۴	۰,۳۱۱۷۸	۰,۳۰/۰,۴۱۵۴) (۰,۲۱۸۰/۱۹۴	(۵,۱۶۶/۶,۲/۷,۲۵)	(۱/۱/۱)	(۴/۵/۶)	/۰,۲/۰,۲۵) (۰,۱۶۶	گزینه C
۱,۰۳۱۰۸	جمع اوزان قطعی	۲۰,۵/۲۳,۶۶۶) (۱۷,۴۵۷/۴۲	جمع کل				
		۰,۰۴/۰,۰۵۷۳) (۰,۰۴۲۲/۸۷	معکوس جمع کل				

مرحله هفتم: رتبه‌بندی گزینه‌ها:

در این مرحله با استفاده از حاصل ضرب ماتریس‌های اوزان شاخص‌ها و اوزان هر یک از گزینه‌ها نسبت به شاخص‌ها، رتبه‌بندی گزینه‌ها را انجام می‌دهیم.

جدول ۲۰ - رتبه‌بندی گروه‌ها

۰,۰۱۲۰	وزن معیار ارتفاع از دریا	۰,۰۱۲۰	وزن معیار ارتفاع از دریا	۰,۰۱۲۰	وزن معیار ارتفاع از دریا
۰,۰۶۵۰	وزن گزینه C براساس ارتفاع از دریا	۰,۳۰۲۴	وزن گزینه B براساس ارتفاع از دریا	۰,۶۳۲۶	وزن گزینه A براساس ارتفاع از دریا
۰,۰۰۰۷۸	حاصل ضرب	۰,۰۰۳۶۳	حاصل ضرب	۰,۰۰۷۵۹	حاصل ضرب
۰,۰۳۳۵	وزن معیار شیب زمین	۰,۰۳۳۵	وزن معیار شیب زمین	۰,۰۳۳۵	وزن معیار شیب زمین

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

۰,۶۶۷	وزن گزینه C براساس شیب زمین	۰,۰۵۹۵	وزن گزینه B براساس شیب زمین	۰,۲۷۳۹	وزن گزینه A براساس شیب زمین
۰,۰۲۲۳۴	حاصل ضرب	۰,۰۰۱۹۹	حاصل ضرب	۰,۰۰۹۱۷	حاصل ضرب
۰,۱۳۴۱	وزن معیار دسترسی به آب	۰,۱۳۴۱	وزن معیار دسترسی به آب	۰,۱۳۴۱	وزن معیار دسترسی به آب
۰,۰۶۵۰	وزن گزینه C براساس دسترسی به آب	۰,۳۰۲۴	وزن گزینه B براساس دسترسی به آب	۰,۶۳۲۶	وزن گزینه A براساس دسترسی به آب
۰,۰۰۸۷	حاصل ضرب	۰,۰۴۰۵	حاصل ضرب	۰,۰۸۴۸	حاصل ضرب
۰,۲۳۵۹	وزن معیار موقعیت نسبت به گسل‌های بنیادی	۰,۲۳۵۹	وزن معیار موقعیت نسبت به گسل‌های بنیادی	۰,۲۳۵۹	وزن معیار موقعیت نسبت به گسل‌های بنیادی
۰,۱۴۱۶	وزن گزینه C براساس موقعیت نسبت به گسل-های بنیادی	۰,۱۴۱۶	وزن گزینه B براساس موقعیت نسبت به گسل های بنیادی	۰,۷۱۷	وزن گزینه A براساس موقعیت نسبت به گسل های بنیادی
۰,۰۳۳۴	حاصل ضرب	۰,۰۳۳۴	حاصل ضرب	۰,۱۶۹۱	حاصل ضرب
۰,۲۱۷۴	وزن معیار موقعیت نسبت به مراکز زمین‌لرزه	۰,۲۱۷۴	وزن معیار موقعیت نسبت به مراکز زمین لرزه	۰,۲۱۷۴	وزن معیار موقعیت نسبت به مراکز زمین لرزه
۰,۶۳۲۶	وزن گزینه C براساس موقعیت نسبت به مراکز زمین‌لرزه	۰,۳۰۲۴	وزن گزینه B براساس موقعیت نسبت به مراکز زمین لرزه	۰,۰۶۵۰	وزن گزینه A براساس موقعیت نسبت به مراکز زمین لرزه
۰,۱۳۷۵	حاصل ضرب	۰,۰۶۵۷	حاصل ضرب	۰,۰۱۴۱	حاصل ضرب
۰,۱۵۷۹	وزن معیار شدت زلزله‌های تاریخی و دستگاهی	۰,۱۵۷۹	وزن معیار شدت زلزله‌های تاریخی و دستگاهی	۰,۱۵۷۹	وزن معیار شدت زلزله های تاریخی و دستگاهی
۰,۱۴۱۶	وزن گزینه C براساس موقعیت نسبت به گسل-های بنیادی	۰,۱۴۱۶	وزن گزینه B براساس موقعیت نسبت به گسل‌های بنیادی	۰,۷۱۷	وزن گزینه A براساس شدت زلزله های تاریخی و دستگاهی
۰,۰۲۲۳	حاصل ضرب	۰,۰۲۲۳	حاصل ضرب	۰,۱۱۳۲	حاصل ضرب
۰,۰۶۵۹	وزن معیار دسترسی به راه	۰,۰۶۵۹	وزن معیار دسترسی به راه	۰,۰۶۵۹	وزن معیار دسترسی به راه
۰,۱۴۱۶	وزن گزینه C براساس موقعیت نسبت به گسل-های بنیادی	۰,۱۴۱۶	وزن گزینه B براساس موقعیت نسبت به گسل‌های بنیادی	۰,۷۱۷	وزن گزینه A براساس دسترسی به راه
۰,۰۰۹۳	حاصل ضرب	۰,۰۰۹۳	حاصل ضرب	۰,۰۴۷۲	حاصل ضرب
۰,۱۴۳۲	وزن معیار دسترسی به شهر	۰,۱۴۳۲	وزن معیار دسترسی به شهر	۰,۱۴۳۲	وزن معیار دسترسی به شهر
۰,۳۰۲۴	وزن گزینه C براساس دسترسی به شهر	۰,۰۶۵۰	وزن گزینه B براساس دسترسی به شهر	۰,۶۳۲۶	وزن گزینه A براساس دسترسی به شهر
۰,۰۴۳۳	حاصل ضرب	۰,۰۰۹۳	حاصل ضرب	۰,۰۹۰۶	حاصل ضرب

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

اکنون با جمع حاصل ضرب‌های مربوط به هر یک از گزینه‌ها و رتبه‌بندی آنها، رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها مشخص می‌شوند.

جدول ۲۱– رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها

جمع حاصل ضرب های مربوط به گزینه A	۰,۵۳۵۷۶
جمع حاصل ضرب های مربوط به گزینه B	۰,۱۸۶۱۲
جمع حاصل ضرب های مربوط به گزینه C	۰,۲۷۷۶۲

بدین ترتیب مشاهده می‌گردد که رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها برای انتخاب بهترین مکان جهت اسکان در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای به ترتیب برابر گزینه A و گزینه C و گزینه B می‌باشد.

نتیجه‌گیری

با مقایسه نتایج بدست آمده از روش AHP فازی با نتایج بدست آمده از مقاله ای که با استفاده از روش های AHP و تاپسیس، رتبه بندی گزینه ها را انجام داده بود، درمی یابیم که رتبه بندی که با استفاده از این روش بدست آمده است با روش های پیشین مطابقت دارد و نتایج یکسان می باشند یعنی روش های تصمیم گیری چندمعیاره با توجه به خصوصیات ویژه آنها می توانند در بررسی موضوعات مربوط به برنامه ریزی شهری و منطقه‌ای کاربرد مطلوبی داشته باشند.

روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره از این نظر مفید هستند که زمینه ای را برای تحلیل و تبدیل مسائل مشکل و پیچیده به سلسله مراتبی منطقی و ساده تر فراهم می آورند که در چارچوب آن برنامه ریز بتواند ارزیابی گزینه ها را با کمک معیارها و زیرمعیارها به راحتی انجام دهد..

باتوجه به اینکه اغلب مسائل و موضوعات مربوط به شهرسازی از طریق شاخص های کیفی و کمّی قابل بررسی هستند،امکان به کارگیری همزمان معیارهای کمّی و کیفی در روش های تصمیم گیری چندمعیاره، آن ها را به ابزاری قوی برای تحلیل مسائل شهرسازی تبدیل می کند.انعطاف پذیری،سادگی محاسبات امکان رتبه بندی نهایی گزینه ها نیز از مزیت های دیگر این روش ها هستند که می توانند کمک موثری در بررسی های مربوط به مسائل شهری و برنامه ریزی های شهری و منطقه ای باشند.

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

منابع و مراجع

[1] Huang, W., Shuai, B., Sun, Y., Wang, Y., & Antwi, E. (2018). Using entropy-TOPSIS method to evaluate urban rail transit system operation performance: The China case. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 111, 292-303.

[2] Ma, F., He, J., Ma, J., & Xia, S. (2017). Evaluation of urban green transportation planning based on central point triangle whiten weight function and entropy-AHP. Transportation research procedia, 25, 3634-3644.

[3] Parry, J. A., Ganaie, S. A., & Bhat, M. S. (2018). GIS based land suitability analysis using AHP model for urban services planning in Srinagar and Jammu urban centers of J&K, India. Journal of Urban Management, 7(2), 46-56.

[4] Rajabi, M. R., Mansourian, A., & Talei, M. (2011). A comparing study between AHP, AHP-OWA and Fuzzy AHP-OWA multi-criteria decision making methods for site selection of residential complexes in Tabriz-Iran. Journal of Environmental Studies, 37(57), 77-92.

[5] Wątróbski, J., Jankowski, J., Ziemba, P., Karczmarczyk, A., & Zioło, M. (2018). Generalised framework for multi-criteria method selection. Omega.

[6] Zhang, X., Zhang, Q., Sun, T., Zou, Y., & Chen, H. (2018). Evaluation of urban public transport priority performance based on the improved TOPSIS method: A case study of Wuhan. Sustainable cities and society, 43, 357-365.

[۷] احمدآبادی، ع، قاسمی، ک.(۱۳۹۵). کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در ارزیابی آسیب‌پذیری مساکن شهری در برابر زلزله با تأکید بر روش E-VIKOR مطالعه موردی: منطقه‌ی ۹ شهرداری تهران، دو فصلنامه علمی و پژوهشی مدیریت بحران، شماره نهم، ۱۰۳-۱۱۱

[۸] امیری، م، رحیمی مزرعه شاهی، م، تابلی، ح.(۱۳۹۱). روشی جدید برای حل مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره، فصلنامه علمی- پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی، سال نهم، شماره ۲۴،۴۵-۶۵

[۹] برزگر، ن، موسی زاده، ح، بدراق نژاد، ا، خداداد، م.(۱۳۹۵). بررسی وضعیت زیست محیطی سکونتگاه های شهری استان مازندران با استفاده از مدل های تصمیم گیری چندمعیاره VIKOR، فصلنامه علمی- پژوهشی نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، سال هشتم، شماره چهارم، ۱۱۲-۱۲۳.

[۱۰]جمالی، ف، حسین زاده، ک، حاتمی علمداری، ا.(۱۳۹۰). بررسی میزان تأثیرپذیری رویکرد برنامه ریزی فضایی شهری و منطقه‌ای کلان شهرهای ایران براساس تغییرات ساختارهای اقتصادی عصر جدید(مطالعه موردی: کلان شهر تبریز)، فصلنامه علمی پژوهشی فضای جغرافیایی، ۲۹۷-۳۲۲

[۱۱]جمالی،ف. صدرموسوی، م. اشلقی، م. (۱۳۹۳)، ارزیابی الگوهای مکان‌یابی بیمارستان‌ها در شهر تبریز، نشریه علمی پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۱۸، شماره ۴۷، صص ۵۳ – ۲۳.

[۱۲]خاتمی فیروزآبادی، ع. اللهی رودپشتی، س. تقوی فرد، م ت. (۱۳۹۱)، الگویی برای مکان‌یابی شعب مؤسسه مالی و اعتباری قوامین، فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات بازاریابی نوین، سال دوم، شماره اول، شماره پیاپی (۴)، ۲۲ ۱۴۸ - ۱۲۹.

[۱۳]خاکی، غلامرضا، (۱۳۸۷)، روش تحقیق با رویکرد پایان‌نامه نویسی، تهران، انتشارات درایت.

[۱۴]ساعتی، ص، حاتمی ماربینی، ع، ماکوئی، ا.(۱۳۸۶). تصمیم‌گیری گروهی به کمک TOPSIS فازی، مجله ریاضیات کاربردی، سال چهارم، شماره ۱۳،۲۱-۳۴

[۱۵]زبردست، ا.(۱۳۸۰). کاربرد فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در برنامه ریزی شهری و منطقه ای، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۱۰، دانشگاه تهران، تهران.

[۱۶]مرادی، ا، اختر کاوان، م.(۱۳۸۸). روش‌شناسی مدل‌های تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره، شماره ۲،۱۱۳-۱۲۵

[۱۷]مشکینی، ا، رحیمی، ح.(۱۳۹۱). جایگاه و رسالت دانش جغرافیا در ادبیات نوین برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای با تأکید بر ایران، پژوهش‌های انسانی، ۱-۲۰

[۱۸]نسترن، م، میرزایی، ع.(۱۳۹۳). تحلیل کمی عوامل موثر بر سلامتی به منظور تحقق اهداف برنامهریزی شهری و منطقه ای مطالعه‌ی موردی : شهرستانهای استان اصفهان، شماره ۳۰،۴۰-۶۱

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

[۱۹]نظم فر، ح، علی بخشی، آ، باختر، س.(۱۳۹۴). تحلیل فضایی توسعه منطقه‌ای استان کرمانشاه با استفاده از مدل‌های تصمیم گیری چندمعیاره، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال پانزدهم، شماره ۳۶، ۲۳۰-۲۵۱

[۲۰]نوجوان، م، محمدی، ع، صالحی، ا.(۱۳۹۰). کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، فصلنامه مدیریت شهری، شماره ۲۸، ۲۸۵-۲۹۶