

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

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 با توجه 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. با توجه به اهمیت برنامه‌ریزی که تلاش می‌کند چارچوبی مناسب جهت رسیدن به راه حل 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 شبی 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 سلسه مراتبی فازی با روش تحلیل سلسه 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 بدست 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.

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

مقدمه

پیچیدگی‌های در حال افزایش سیستم‌های اقتصادی و اجتماعی منجر به افزایش پیچیدگی پرونده‌های مربوط به تصمیم‌گیری می‌شود (زمبایا و همکاران، ۲۰۱۸). یکی از حوزه‌های شناخته شده در تحقیق در عملیات که در طول دهه اخیر با توجه به نیازمندی‌های کاربردی گوناگون به سرعت توسعه یافته است و مسائل تصمیم‌گیری را به عنوان 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 به جای 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 به صورت قطعی اندازه‌گیری می‌شود و در مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی، وزن معیارها به صورت غیرقطعی و مبهم ارزیابی می‌شوند و به صورت 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 تصمیم‌گیران و مدیران کشورهای در حال توسعه می‌باشد، ارزیابی صحیح روش‌ها و انتخاب مناسب‌ترین پروژه‌ها برای اجرا، با توجه به شرایط مختلف حفاظتی، اقتصادی، محیطی، اجتماعی و فرهنگی به منظور 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 تصمیم‌گیری چندمعیاره مسئله مکان یابی می‌باشد. روش‌های ارزیابی چندمعیاره با بیان راه و روش‌های تصمیم‌گیری و ساده سازی پردازش‌های مکانی، در مسائل مختلف تصمیم‌گیری مکانی به روش‌های مختلف استفاده می‌شوند (رجی و طالعی، ۱۳۹۱). تصمیم‌گیرندگان باید مکان‌هایی را انتخاب کنند که نه تنها با وضعیت سیستم جاری به خوبی مطابقت دارد، بلکه همچنین برای مکانی مادام‌العمر، پیوسته مناسب باشد، حتی اگر عوامل محیطی، جمعیت‌ها و تمایلات بازار تغییر کنند (زنگیرانی فراهانی، حکمت‌فر، ۱۳۹۰). 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 SAW و TOPSIS" 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

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 ۵ هزار نفر، تعداد مراکز بهداشتی - درمانی به ازای هر صد هزار نفر، میزان باسوسادی 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 پسمندی‌های جامد شهری با استفاده از فناوری‌های 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 مقاله‌ای 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 همکاران (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 شبیب، 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 ارتقایی، از جنوب غرب به شمال شرق افزایش یافته است، عامل ارتفاع تاثیری بر ایجاد امکانات رفاهی شهری در شهر جیمو گذاشت. بخش‌های قدیمی شهر دارای امکانات مناسب شهری نسبت به بخش‌های محیطی هستند. بنابراین بخش‌های محیطی به طور کلی سطح مناسب برای ایجاد امکانات رفاهی شهری را نشان می‌دهند.

ژانگ و همکاران (۲۰۱۸) در مقاله‌ای به ارزیابی عملکرد اولویت حمل و نقل عمومی شهری بر اساس روش TOPSIS 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 زیرساخت‌ها، 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 سیستم‌ها 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

هوانگ و همکاران^۴ (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 زیرشاخص 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 می‌دهد 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 همکاران^۵ (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 خوش بندی سفید هر شاخص و ضریب خوش بندی یکپارچه استفاده کردند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که مثال ارزیابی برنامه ریزی حمل و نقل سبز در پارک صنعتی سوزو ثابت می‌کند که روش ترکیبی نه تنها می‌تواند نتایج ارزیابی رضایت‌بخش را بدست آورد، بلکه نقاط ضعف و کاستی در برنامه ریزی و راهنمایی برای تصمیم‌گیری‌های بعدی و اقدامات بهبود دولت را پیدا می‌کند.

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، می‌دهند. در واقع شبکه اجتماعی جدید و فضای جریان‌ها، سهم مهمی در شکل دهنی به نظام‌های شهری، جهانی، ملی و منطقه‌ای در دنیای امروز دارند. دهه جاری شاهد ایجاد رابطه بی سابقه‌ای بین فرآیندهای نوآوری تکنولوژی و سازماندهی اقتصادی و اجتماعی می‌باشد. نوآوری‌های بی شماری با هم درآمیخته اند تا در سازماندهی فعالیت‌ها و روابط داخلی جامعه، تغییرات عظیم پدید آورند. وضعیت پیش آمده یک فرصت بی نظیر برای جبران عقب ماندگی‌های عصر صنعت برای کشورهای در حال توسعه به صورت تحقق یک جهش اساسی در ورود به دوران فراصنعتی می‌باشد (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 مجموعه‌ای از سیاست‌ها کنترل شود، حتی اگر این سیاست‌ها حاصل مشارکت عمومی نباشد. با وجود این، برنامه ریزی توسعه محلی و منطقه‌ای بهتر است بخشی از رهیافت‌های پایدار، منسجم و متعادل تر و درنهایت جامع تر باشد. این یک رهیافت جامع، تفسیری از پیوندهای عوامل فوق است. این مؤلفه‌ها برنامه ریزی را برای نیل به توسعه متأثر می‌کنند و به طور مسلم معنای خود را در مکان و زمان پیدا می‌کنند و بسترها متفاوتی برای برنامه ریزی فراهم می‌کنند. تهیه برنامه مستلزم تغییر و ارتباط علی و معلولی بین پدیده‌های ناهمسان است. برنامه ریزی دانش بشر را آگاهانه برای رسیدن به تصمیم‌های بهبود بخشی که منجر به نتایج مطلوب می‌شود، به کار می‌گیرد و در این فرایند تلاش می‌شود تا روابط میان عناصر ناهمسان به بهترین شکل تغییر یابد. در همه نظام‌های سیاسی و فکری نوعی از برنامه ریزی را با وجود تفاوت در نحوه انجام این فرایند، می‌توان مشاهده کرد. درواقع در انتخاب چگونگی فرایند برنامه ریزی این پرسش مطرح می‌شود که برنامه ریزی برای دسترسی به

⁴ Huang and et al

⁵ Fang Ma and et al

چه چیزی، از سوی چه افرادی، برای چه کسانی و در چه زمان و مکانی طراحی می‌شود 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 راه حل 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 اركان مهم فرآیند برنامه‌ریزی مورد تأکید بوده است. به این ترتیب که بعد از تعیین اهداف کلی و مقاصد برنامه‌ریزی و تهییه گزینه‌های مختلف، ارزیابی صورت می‌گیرد تا با مقایسه گزینه‌های مختلف، بر اساس شایستگی نسبی آنها گزینه مناسب انتخاب شود. در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، روش‌های ارزیابی متعددی مورد استفاده قرار گرفته است. «لیجفلد» روش‌های ارزیابی با اهمیتی که بیشتر مورد توجه بوده اند را به شرح زیر معرفی می‌کند: «روش ارزیابی سرمایه گذاری مالی؛ روش فهرست معیارها؛ روش ماتریس دستیابی به اهداف؛ روش ارزیابی هزینه‌های منابع؛ روش تحلیل هزینه - فایده اجتماعی؛ روش تحلیل جدول ترازنامه برنامه ریزی و روش‌های ارزیابی بهینه‌یابی» (نوجوان و همکاران، ۱۳۹۰).

رابرتن^۶ روش‌های ارزیابی به کار برده شده در زمینه برنامه ریزی را به دو گروه «روش‌های ارزیابی جزئی» و «روش‌های ارزیابی جامع» طبقه‌بندی کرده است. ووگد^۷ روش‌های ارزیابی به کار گرفته شده در برنامه ریزی شهری و منطقه‌ای را در سه گروه زیر طبقه‌بندی می‌شوند (نوجوان و همکاران، ۱۳۹۰):

الف - روش‌های ارزیابی پولی که در آن‌ها چارچوب ارزیابی بر اساس مقادیر پولی صورت می‌گیرد؛ مانند روش تحلیل تأثیر هزینه، روش هزینه- فایده و روش تحلیل آستانه‌ای.

ب - روش‌های ارزیابی جامع که نه تنها پیامدهای مالی و پولی بلکه اثرات و پیامدهای غیر پولی گزینه‌ها نیز مورد تحلیل قرار گرفته است؛ مانند جدول ترازنامه برنامه ریزی و تحلیل تأثیر بر جامعه.

ج - روش‌های ارزیابی چند معیاره که در آنها امكان تحلیل و ارائه کلیه اطلاعات موجود در مورد گزینه‌ها بر مبنای معیارهای متفاوت و چند بعدی وجود دارند. این روش‌های ارزیابی ممکن است کاملاً 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 روش‌های 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. روش‌های تحقیق را با معیارهای مختلف دسته بندی می‌کنند: (خاکی، ۱۳۸۷)

طبقه‌بندی تحقیق بر مبنای هدف (بنیادی - کاربردی - ارزیابی - تحقیق و توسعه - علمی)

طبقه‌بندی تحقیق بر مبنای روش (تاریخی - توصیفی - پیمایشی - تحلیل محتوا - میدانی - همبستگی و ...)

روش تحقیق مطالعه حاضر از نظر هدف تحقیق و توسعه می‌باشد چرا که این تحقیق براساس مقاله پیش فرضی می‌باشد 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

برای جمع‌آوری اطلاعات در کارهای پژوهشی چهار روش عمدۀ 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).

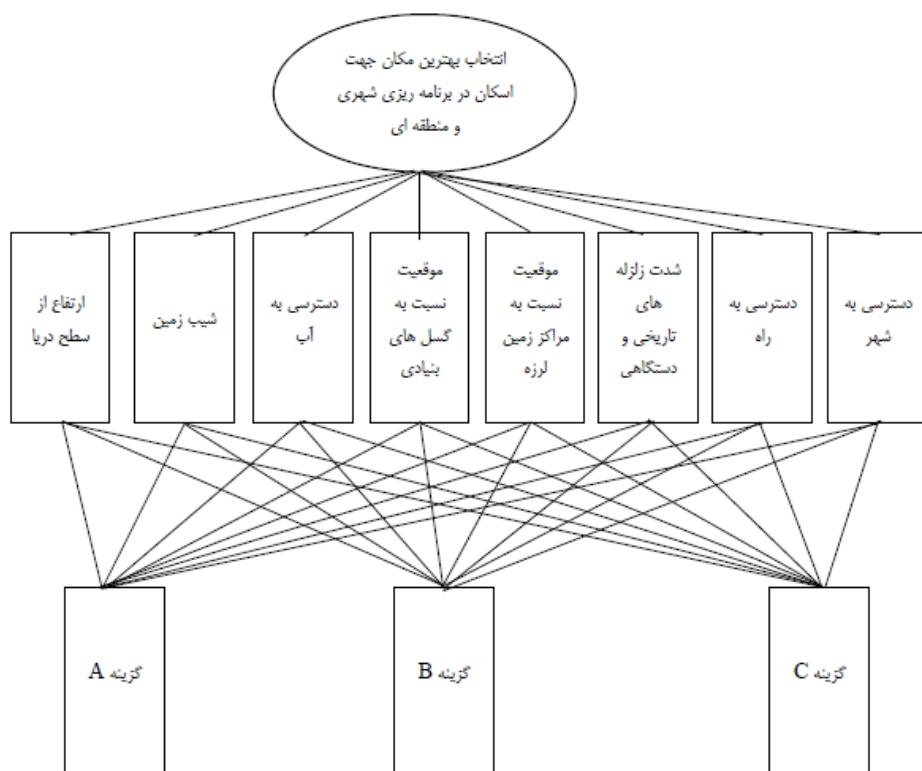
برای گردآوری اطلاعات از روش‌های کتابخانه‌ای و توصیفی استفاده شده است. بدین ترتیب که علاوه بر مطالعه کتب و مقالات فارسی و لاتین در این زمینه، به منظور کسب اطلاعات بیشتر در این پژوهش، از تحقیقات مشابه داخلی و خارجی و نظرات خبرگان استفاده می‌شود. همچنین از سایت‌های علمی و خبرگزاری‌ها استفاده شده است.

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 C, B, A 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 شبیه زمین، معیار خطر زمین‌لرزه به سه زیرمعیار موقعیت سایت نسبت به گسل‌های بنیادی، موقعیت نسبت به رو مرکز زمین‌لرزه و شدت زلزله‌های تاریخی و دستگاهی و معیار دسترسی به شهر و راه به دو زیرمعیار دسترسی به شهر و دسترسی به راه تقسیم شده‌اند.

روش AHP فازی

مرحله اول: تشکیل درخت سلسله مراتبی



شکل ۱ - درخت سلسله مراتبی

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 به منظور انجام مقایسه های 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 خیلی زیاد تا کاملاً زیاد	(۷/۸/۹)	(۰,۱۱۱/۰,۱۲۵/۰,۱۴۲)
۹	ترجیح کاملاً 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

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

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

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

جدول ۴- مقایسات زوجی گزینه ها براساس معیار شب زمین

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

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

دسترسی به آب	A گزینه	B گزینه	C گزینه
A گزینه		(۴/۵/۶)	(۶/۷/۸)
B گزینه	(۰, ۱۶۶/۰, ۲/۰, ۲۵)		(۴/۵/۶)
C گزینه	(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	A گزینه	B گزینه	C گزینه
A گزینه		(۴/۵/۶)	(۴/۵/۶)
B گزینه	(۰, ۱۶۶/۰, ۲/۰, ۲۵)		(۱/۱/۱)
C گزینه	(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	A گزینه	B گزینه	C گزینه
A گزینه		(۰, ۱۶۶/۰, ۲/۰, ۲۵)	(۰, ۱۲۵/۰, ۱۴۲/۰, ۱۶۶)
B گزینه	(۴/۵/۶)		(۰, ۱۶۶/۰, ۲/۰, ۲۵)
C گزینه	(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	A گزینه	B گزینه	C گزینه
A گزینه		(۴/۵/۶)	(۴/۵/۶)
B گزینه	(۰, ۱۶۶/۰, ۲/۰, ۲۵)		(۱/۱/۱)
C گزینه	(۰, ۱۶۶/۰, ۲/۰, ۲۵)	(۱/۱/۱)	

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

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

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

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

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

که در رابطه فوق، M اعداد فازی مثلثی داخل ماتریس مقایسه های زوجی هستند. در حقیقت هنگام محاسبه ماتریس S ، هر یک از اجزاء اعداد فازی را نظیر جمع می زنیم و در معکوس فازی مجموع کل ضرب می کنیم.

مرحله پنجم: محاسبه وزن قطعی

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

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.

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

	ارتفاع از سطح دریا	ثبیت زمین	آب	دسترسی به آب	موقعیت نسبت به گللهای بنیادی	موقعیت نسبت به مرکز زمین لرده	شدت زلزله‌ای تاریخی و مستکاهی	راه	دسترسی به شهر	جمع هر سطر	ماتریس S	وزن قطعی	وزنم‌سازی قطعی	
ارتفاع از سطح دریا	(۱/۱/۱)	(۱,۱۶۶/۰,۰۷/۰,۲۵)	(۰,۱۶۶/۰,۰۷/۰,۲۵)	(۰,۱۱۱/۰,۱۱۱/۰,۱۱۱)	(۰,۱۱۱/۰,۱۱۱/۰,۱۱۱)	(۰,۱۲۵/۰,۱۴۲/۰,۱۶۶)	(۰,۰۲۵/۰,۰۳۳/۰,۰۵)	(۰,۰۲۵/۰,۰۳۳/۰,۰۵)	(۰,۰۱۰/۰,۰۱۳۰/۰,۰۱۸۰)	(۰,۱۷۹/۰,۰۴۳/۰,۰۸۸۸)	(۰,۰۱۰/۰,۰۱۳۰/۰,۰۱۸۰)	۰,۰۱۳۷	۰,۰۱۲۰	
ثبیت زمین	(۴/۰/۵)	(۱/۱/۱)	(۰,۰۲۵/۰,۱۴۷/۰,۱۶۶)	(۰,۱۱۱/۰,۱۲۵/۰,۰۱۲۳)	(۰,۱۱۱/۰,۱۲۵/۰,۰۱۴۲)	(۰,۱۱۱/۰,۱۲۵/۰,۰۱۴۲)	(۰,۰۱۵/۰,۰۷/۰,۰۲۵)	(۰,۰۱۵/۰,۰۷/۰,۰۲۵)	(۰,۰۲۹/۰,۰۳۷/۰,۰۰۵/۰)	(۰,۰۲۹/۰,۰۳۷/۰,۰۰۵/۰)	(۰,۰۲۹/۰,۰۳۷/۰,۰۰۵/۰)	۰,۰۰۳۸	۰,۰۰۳۷۵	
دسترسی به آب	(۴/۰/۵)	(۰/۱/۱)	(۰,۰۷/۰,۰۳۵/۰,۰۳۳)	(۰,۰۷/۰,۰۳۵/۰,۰۳۳)	(۰,۰۷/۰,۰۳۵/۰,۰۳۳)	(۰,۰۷/۰,۰۳۵/۰,۰۳۳)	(۰/۰/۱)	(۰/۰/۱)	(۰/۰/۱)	(۰/۰/۱)	(۰/۰/۱)	(۰,۰۱۹/۰,۰۱۴۸۵/۰,۰۱۹۶۵)	۰,۰۱۹/۰,۰۱۴۸۵/۰,۰۱۹۶۵	۰,۰۱۴۱
موقعیت نسبت به گللهای بنیادی	(۳/۰/۶)	(۰/۰/۱)	(۰/۰/۱)	(۰/۰/۱)	(۰/۰/۱)	(۰/۰/۱)	(۰/۰/۱)	(۰/۰/۱)	(۰/۰/۱)	(۰/۰/۱)	(۰/۰/۱)	(۰,۰۹۹۹۵/۰,۰۶۲۱۵/۰,۰۳۴۳۳)	۰,۰۶۸۴	۰,۰۲۵۹
موقعیت نسبت به مرکز زمین لرده	(۳/۰/۶)	(۰/۰/۱)	(۰/۰/۱)	(۰,۱۶۶/۰,۰۷/۰,۰۲۵)	(۰/۰/۱)	(۰/۰/۱)	(۰/۰/۱)	(۰/۰/۱)	(۰/۰/۱)	(۰,۰۱۶۸/۰,۰۴۱۸۲/۰,۰۳۱۴۵)	(۰,۰۱۶۸/۰,۰۴۱۸۲/۰,۰۳۱۴۵)	۰,۰۲۴۷	۰,۰۲۱۷۴	
شدت زلزله‌ای تاریخی و مستکاهی	(۰/۰/۷/۸)	(۰/۰/۱)	(۰/۰/۱)	(۰,۱۴۲/۰,۰۱۶۶/۰,۰۱۳)	(۰,۱۲۵/۰,۰۱۴۲/۰,۰۱۶۶)	(۰/۰/۱)	(۰/۰/۱)	(۰/۰/۱)	(۰/۰/۱)	(۰,۰۷۶۷/۰,۰۲۲۵/۰,۰۸۷۸,۰۳۶)	(۰,۰۷۶۷/۰,۰۲۲۵/۰,۰۸۷۸,۰۳۶)	(۰,۰۱۲۸۷/۰,۰۱۷۲۸/۰,۰۲۹۴)	۰,۰۱۷۶	۰,۰۱۵۷۹
دسترسی به راه	(۰/۰/۴)	(۰/۰/۶)	(۰,۰۲۵/۰,۰۱۴۷/۰,۰۱۶۶)	(۰,۰۱۱/۰,۰۱۲۵/۰,۰۱۴۲)	(۰,۰۱۱/۰,۰۱۲۵/۰,۰۱۴۲)	(۰,۰۱۴۲/۰,۰۱۶۶/۰,۰۱۳)	(۰/۰/۱)	(۰/۰/۱)	(۰/۰/۱)	(۰,۰۴۸۹/۰,۰۳۵۵۸/۰,۰۱۶۵)	(۰,۰۴۸۹/۰,۰۳۵۵۸/۰,۰۱۶۵)	(۰,۰۴۸۷/۰,۰۷۲۵/۰,۰۱۳۶)	۰,۰۰۷۵	۰,۰۰۵۸۹
دسترسی به شهر	(۰/۰/۴)	(۰/۰/۶)	(۰,۰۱۲۵/۰,۰۱۴۷/۰,۰۱۶۶)	(۰,۰۱۱/۰,۰۱۲۵/۰,۰۱۴۲)	(۰,۰۱۱/۰,۰۱۲۵/۰,۰۱۴۲)	(۰,۰۱۴۲/۰,۰۱۶۶/۰,۰۱۳)	(۰/۰/۱)	(۰/۰/۱)	(۰/۰/۱)	(۰,۰۳۵۷/۰,۰۵۲۴/۰,۰۰۷۴۸)	(۰,۰۳۵۷/۰,۰۵۲۴/۰,۰۰۷۴۸)	(۰,۰۱۶۹/۰,۰۱۱۸۳)	۰,۰۱۶۹	۰,۰۱۴۳۳
										جمع کل	(۰,۰۱۰/۰,۰۱۳۰/۰,۰۱۸۰)			
										معکوس جمع کل	(۰,۰۰۰/۰,۰۰۰/۰,۰۰۰)	۱,۰۳۷	۱,۰۳۷	۱,۰۳۷

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

ارتفاع از سطح دریا	A گزینه	B گزینه	C گزینه	جمع هر سطر	S ماتریس	وزن قطعی	وزنم‌سازی قطعی
A گزینه	(۱/۱/۱)	(۴/۰/۶)	(۶/۰/۸)	(۱۱/۱۳/۱۵)	/۰,۶۳۳۱/۰,۸۵۹۵) (۰,۰۴۶۴۲	۰,۶۵۲۳	۰,۶۳۲۶
B گزینه	۰,۰/۰,۲/۰,۲۵) (۱۶۶	(۱/۱/۱)	(۴/۰/۶)	(۵,۱۶۶/۶,۲/۷,۲۵)	۰,۰۳۰۱۹۴/۰,۴۱۵۴) (۰,۰۲۱۸۰/	۰,۳۱۱۷	۰,۳۰۲۴
C گزینه	۰,۱۴/۰,۱۶۶) (۰,۱۲۵/۲	۰,۰/۰,۲/۰,۲۵) (۱۶۶	(۱/۱/۱)	(۱,۲۹۱/۱,۳۴۲/۱,۴۱۶)	/۰,۰۶۵۳/۰,۰۸۱۱) (۰,۰۰۵۴۵	۰,۰۶۷۰	۰,۰۰۶۵۰
				جمع کل	۱/۰۰,۵۴۲/۲۳,۶۶۶) (۷,۴۵۷	جمع اوزان قطعی	۱,۰۳۱۰۸
				معکوس جمع کل	/۰,۰۴۸۷/۰,۰۵۷۳) (۰,۰۰۴۲۲		

جدول ۱۳- مقایسات زوجی گزینه‌ها براساس معیار شیب زمین

نرمال سازی وزن قطعی	وزن قطعی	ماتریس S	جمع هر سطر	C گزینه	B گزینه	A گزینه	شیب زمین
۰,۲۷۳۹	۰,۲۸۰۹	۰,۲۷/۰,۳۶۹۰ (۰,۲۰۰۴/۳۳)	۰,۶/۱۴۲/۷,۱۶۶ (۱۲۵)	۰,۰/۰,۱۴۲/۰,۱۶۶ (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)	۰,۰/۰,۱۴۲/۰,۱۶۶ (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)	(۸/۷/۸)	(۶/۷/۸)	گزینه C
۱,۰۲۵۷	جمع اوزان قطعی	۲۲,۴/۲۵,۵۸۲ (۱۹,۴۱۶/۸۴)	جمع کل				
	معکوس جمع کل	۰,۰۴/۰,۰۵۱۵ (۰,۰۳۹۱/۴۵)					

جدول ۱۴- مقایسات زوجی گزینه‌ها براساس معیار دسترسی به آب

نرمال سازی وزن قطعی	وزن قطعی	ماتریس S	جمع هر سطر	C گزینه	B گزینه	A گزینه	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)	(/۰,۲/۰,۲۵) (۱۶۶)	گزینه B
۰,۰۶۵۰	۰,۰۶۷۰	۰,۰۶۵/۰,۰۸۱۱ (۰,۰۵۴۵/۳)	۱,۳۴۲/۱,۴۱۶ (۱,۲۹۱/)	(۱/۱/۱)	(۸/۷/۸)	(۴/۵/۶)	گزینه C
۱,۰۳۱۰۸	جمع اوزان قطعی	۲۰,۵۴/۲۳,۶۶۹ (۱۷,۴۵۷/۲)	جمع کل				
	معکوس جمع کل	۰,۰۴۸/۰,۰۵۷۳ (۰,۰۴۲۲/۷)					

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

نرمال سازی وزن قطعی	وزن قطعی	ماتریس S	جمع هر سطر	C گزینه	B گزینه	A گزینه	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

گزینه C	/۰,۲/۰,۲۵) (۰,۱۶۶	(۱/۱/۱)	(۱/۱/۱)	۲,۱/۲,۲/۲,۲۵) (۶۶	۰,۱/۰,۱۶۸۷۵) (۰,۱۲۳۷/۴۲۷۸	۰,۱۴۵۱	۰,۱۴۱۶
		جمع کل		۱۳/۱۵,۴/۱۷,۵) (,۳۲۲		جمع اوزان قطعی	
		معکوس جمع کل		۰,,۰۶/۰,۰۷۵۰) (۰,,۰۵۷۱/۴۹			۱,۰۲۴۵

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

نرمال سازی وزن قطعی	وزن قطعی	ماتریس S	جمع هر سطر	گزینه C	گزینه B	گزینه A	موقعیت نسبت به مراکز زمین لرزه
۰,۰۶۵۰	۰,۰۶۷۰	۰/۰,۰۸۱۱ (۰,۰۵۴۵/۰,۰۶۵۳)	.۱/۱,۴۱۶ (۱,۲۹۱/۳۴۲)	../۰,۱۶۶ (۰,۱۲۵/۱۴۲)	.۰/۰,۲۵ (۰,۱۶۶/۲)	(۱/۱/۱)	گزینه A
۰,۳۰۲۴	۰,۳۱۱۷۸	۰/۰,۴۱۵۴ (۰,۲۱۸۰/۰,۳۰۱۹۴)	.۶/۷,۲۵ (۵,۱۶۶/۲)	../۰,۲۵ (۰,۱۶۶/۲)	(۱/۱/۱)	(۴/۵/۶)	گزینه B
۰,۶۳۲۶	۰,۶۵۲۳	۰/۰,۸۵۹۵ (۰,۴۶۴۲/۰,۶۳۳۱)	(۱۱/۱۳/۱۵)	(۱/۱/۱)	(۴/۵/۶)	(۶/۷/۸)	گزینه C
۱,۰۳۱۰۸		جمع اوزان قطعی	جمع کل	معکوس جمع کل			

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

جدول ۱۸- مقایسات زوجی گزینه‌ها براساس معیار دسترسی به راه

دسترسی به راه	A گزینه	B گزینه	C گزینه	جمع هر سطر	ماتریس S	وزن قطعی	نرمال‌سازی وزن قطعی
A گزینه	(۱/۱/۱)	(۴/۵/۶)	(۴/۵/۶)	(۹/۱۱/۱۳)	۰,۷۱۳/۰,۹۷۵ (۰,۵۱۳۹/۹)	۰,۷۳۴۳	۰,۷۱۷
B گزینه	/۰,۲/۰,۲۵ (۰,۱۶۶)	(۱/۱/۱)	(۱/۱/۱)	(۲,۱۶۶/۲,۲/۲,۲۵)	۰,۱/۰,۱۶۸۷۵ (۰,۱۲۳۷/۴۲۷۸)	۰,۱۴۵۱	۰,۱۴۱۶
C گزینه	/۰,۲/۰,۲۵ (۰,۱۶۶)	(۱/۱/۱)	(۱/۱/۱)	(۲,۱۶۶/۲,۲/۲,۲۵)	۰,۱/۰,۱۶۸۷۵ (۰,۱۲۳۷/۴۲۷۸)	۰,۱۴۵۱	۰,۱۴۱۶
					جمع کل	۱۳/۱۵,۴/۱۷,۵ (۰,۳۳۲)	جمع اوزان قطعی
					معکوس جمع کل	۰,۰۶۰/۰,۰۷۵۰ (۰,۰۵۷۱/۴۹)	۱,۰۲۴۵

جدول ۱۹- مقایسات زوجی گزینه‌ها براساس معیار دسترسی به شهر

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

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

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

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

اکنون با جمع حاصل ضرب های مربوط به هر یک از گزینه ها و رتبه بندی آنها، رتبه بندی نهایی گزینه ها مشخص می شوند.

جدول ۲۱- رتبه بندی نهایی گزینه ها

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

بدین ترتیب مشاهده می گردد که رتبه بندی نهایی گزینه ها برای انتخاب بهترین مکان جهت اسکان در برنامه ریزی شهری و منطقه ای به ترتیب برابر گزینه A و گزینه C و گزینه B می باشد.

نتیجه گیری

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، در می 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 چند معیاره با توجه به خصوصیات ویژه آنها می توانند در بررسی موضوعات مربوط به برنامه ریزی شهری و منطقه ای کاربرد مطلوبی داشته باشند. روش های تصمیم گیری چند معیاره از این نظر مغاید 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 زیر معیارها به راحتی انجام دهد..

باتوجه به اینکه اغلب مسائل و موضوعات مربوط به شهرسازی از طریق شاخص های کیفی و کمی قابل بررسی هستند، امکان به کارگیری همزمان معیارهای کمی و کیفی در روش های تصمیم گیری چند معیاره، 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.

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] Wątrowski, J., Jankowski, J., Ziembka, 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.
- [7] احمدآبادی، ع، قاسمی، ک.(۱۳۹۵). کاربرد روش های تصمیم گیری چند معیاره در ارزیابی آسیب پذیری مسکن شهری در برابر زلزله با تأکید بر روش E-VIKOR مطالعه موردی: منطقه ۹ شهرداری تهران، دو فصلنامه علمی و پژوهشی مدیریت بحران، شماره نهم، ۱۰۳-۱۱۱
- [8] امیری، م، رحیمی مزرعه شاهی، م، تابلی، ح.(۱۳۹۱). روشی جدید برای حل مسائل تصمیم گیری چند معیاره، فصلنامه علمی- پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی، سال نهم، شماره ۴۵-۲۴، ۴۵-۶۵
- [۹] بزرگر، 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 چند معیاره VIKOR، فصلنامه علمی- پژوهشی نگرش های نو در جغرافیای انسانی، سال هشتم، شماره چهارم، ۱۱۲-۱۲۳
- [۱۰] جمالی، ف، حسین زاده، ک، حاتمی علمداری، ا.(۱۳۹۰). بررسی میزان تأثیر پذیری رویکرد برنامه ریزی فضایی شهری و منطقه ای 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 بیمارستان ها در شهر تبریز، نشریه علمی پژوهشی جغرافیا و برنامه ریزی، سال ۱۸، شماره ۴۷، صص ۵۳-۲۳
- [۱۲] خاتمی فیروزآبادی، ع. اللهی رود پشتی، س. تقوی فرد، م. ت. (۱۳۹۱)، الگویی برای مکانیابی شعب مؤسسه مالی و اعتباری قوامی، فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات بازاریابی نوین، سال دوم، شماره اول، شماره پیاپی (۴)، ۲۲-۱۴۸
- [۱۳] خاکی، غلامرضا، (۱۳۸۷)، روش تحقیق با رویکرد پایان نامه نویسی، تهران، انتشارات درایت.
- [۱۴] ساعتی، ص، حاتمی ماربینی، ع، ماكوئی، ا.(۱۳۸۶). تصمیم گیری گروهی به کمک TOPSIS فازی، مجله ریاضیات کاربردی، سال چهارم، شماره ۲۱-۱۳، 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 کلوان، م.(۱۳۸۸). روش شناسی مدل های تحلیل تصمیم گیری چند معیاره، شماره ۱۱۳، ۱۱۲، ۱۲۵
- [۱۷] مشکینی، ا، رحیمی، ح.(۱۳۹۱). جایگاه و رسالت دانش جغرافیا در ادبیات نوین برنامه ریزی شهری و منطقه ای با تأکید بر ایران، پژوهش های انسانی، ۱-۲۰
- [۱۸] نسترن، م، میرزایی، ع.(۱۳۹۳). تحلیل کمی عوامل موثر بر سلامتی به منظور تحقق اهداف برنامه ریزی شهری و منطقه ای مطالعه موردی : شهرستانهای استان اصفهان، شماره ۴۰، ۳۰-۶۱

- [۱۹] نظم فر، ح، علی بخشی، آ، باختر، س. (۱۳۹۴). تحلیل فضایی توسعه منطقه‌ای استان کرمانشاه با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری 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.