

اولویت بندی نواحی شهری به منظور تأسیس ایستگاه‌های آتش نشانی با استفاده از دو روش تخصیص خطی و TOPSIS و با کمک تکنیک GIS (مطالعه موردی: شهر ماکو)

محمد حسین رامشت^{۱*}، علیرضا عرب عامری^{**}

* استاد گروه جغرافیای دانشگاه اصفهان

** دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیای دانشگاه اصفهان

چکیده

مکان یابی، از جمله تحلیل‌های مکانی است که تأثیر فراوان در کاهش هزینه‌های ایجاد و راه اندازی فعالیت‌های مختلف دارد. به همین دلیل یکی از مراحل مهم و اثر گذار پروژه‌های اجرایی به شمار می‌رود. یکی از دلمشغولی‌های برنامه ریزان شهری در فضاهای شهری طراحی و مکان یابی فضاهای خدماتی مناسب و مطلوب می‌باشد. هدف اصلی تأسیس ایستگاه‌های آتش نشانی تأمین بخشی از امنیت شهر در راستای برنامه‌های از قبل تعریف شده آنها می‌باشد. لازمه رسیدن به این هدف اعمال دید سیستماتیک و یکپارچه به عناصر شهری به صورت میکرو و جهت‌دهی ساختار شهر به صورت ماکرو می‌باشد که این مهم در قالب استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره تا حد زیادی دست یافتنی است. این پژوهش قصد دارد با استفاده از دو روش TOPSIS و تخصیص خطی به رتبه‌بندی نواحی شهری شهر ماکو پرداخته و نتایج آن را با یکدیگر مقایسه کند. این دو مدل از روش‌های

تصمیم‌گیری چند معیاره بوده و در مدل‌های جبرانی قرار می‌گیرند و روش TOPSIS در زیر گروه سازشی و روش تخصیص خطی در زیر گروه هماهنگ قرار دارد. یافته‌ها و نتایج تحقیق نشان می‌دهد که در روش TOPSIS بین ۵ ناحیه فوق‌الذکر ناحیه ۳ با (۰/۴۷) امتیاز در رتبه اول و ناحیه ۴ با (۰/۴۲) در رتبه آخر قرار گرفته است و نواحی (۲، ۵، ۱) به ترتیب با (۰/۴۶، ۰/۴۵، ۰/۴۴) در رتبه‌های بعدی جای گرفته‌اند و نتایج حاصل از روش تخصیص خطی نشان می‌دهد که در ۵ ناحیه شهری ناحیه ۳ در رتبه اول و ناحیه ۴ در رتبه آخر قرار گرفته است و نواحی (۲، ۵، ۱) به ترتیب در رده‌های بعدی جای گرفته است. باید گفت که نتایج حاصل از این دو روش کاملاً شبیه یکدیگر می‌باشد با این تفاوت که در روش TOPSIS مناطق با امتیاز رتبه بندی شده است که در روش تخصیص خطی این امتیاز را ندارد.

واژه‌های کلیدی: تکنیک TOPSIS، تخصیص خطی، مکان یابی، ایستگاه آتش نشانی، ماکو

مقدمه

تجهیزات و تاسیسات پایه و اساس سکونتگاه‌های شهری را تشکیل داده و کمبود و نقص آنها مشکلاتی را برای شهروندان به وجود می‌آورد. اعتبار و اهمیت هر شهر بسته به این خدمات و تاسیسات دارد. هرچه ارائه این خدمات بهتر باشد زندگی در آن راحت‌تر و هزینه زندگی در آن برای شهروندان کمتر خواهد بود. اگر این خدمات در مکان‌های مناسب و به اندازه کافی باشد از هزینه‌های اقتصادی و زمانی ساکنین به نحو محسوسی کاسته خواهد شد و لازمه این امر تحقیق و کنکاش علمی و کارشناسی است که باید از سوی سازمان‌ها و ارگان‌های مختلف حمایت شود (سعیدی خواه، ۱۳۸۳). امروزه یافتن مکان یا مکان‌های مناسب برای ایجاد یک فعالیت در حوضه جغرافیایی معین، جزء مراحل مهم پروژه‌های اجرایی بویژه در سطح کلان و ملی به شمار می‌آید. مکان‌های نهایی باید همه شرایط و قیود مورد نیاز را ارضاء نماید و عدم بررسی این شرایط و قیود قبل از اجرای

چنین پروژه‌هایی نتایج نامطلوب فراوان به دنبال خواهد داشت (مهدی پور، ۱۳۸۵). یکی از وظایف اساسی مدیریت شهری یا به عبارت بسیار روشن شهرداری‌ها، سازماندهی نظام مدیریت همه جانبه خدمات رسانی می‌باشد. از این رو عمده‌ترین وظایف شهرداری‌ها به موضوع خدمات اختصاص می‌یابد. به منظور دستیابی به این مدیریت کارآمد همواره مقوله کاربری‌ها و چگونگی تخصیص فضای شهری به کاربری‌های متفاوت مطرح می‌گردد (طالشی، ۲۰۰۷). تا اواخر دوره رنسانس و آغاز انقلاب صنعتی رشد جمعیت جهان و به طبع آن جمعیت شهرها و روند شهرنشینی کند بوده است و در نتیجه حل مسائل شهرها و برنامه ریزی برای آنها آسان بوده است. با آغاز انقلاب صنعتی و مهاجرت روستائیان به شهرها، رشد جمعیت شهرها سریع‌تر شده است و به طبع آن مشکلات شهرها افزایش یافته است (تقی پور، ۱۳۸۴). طبق برآورد سازمان ملل متحد جمعیت شهرنشینان جهان از ۲/۳ میلیارد

در سال ۱۹۹۰ به ۴/۷ میلیارد در ۲۰۲۰ افزایش خواهد یافت که ۹۰ درصد این رشد در کشورهای در حال توسعه اتفاق خواهد افتاد (UN, 1993). متأسفانه کشورهای کم درآمد و جهان سومی که از رشد و توسعه برخوردار نیستند و آمادگی لازم برای برخورد با مسائل ناشی از آهنگ رشد شتابان شهری را ندارند مدیران و دست اندرکاران شهرها را در رابطه با تأمین نیازمندیها و خدمات رسانی به شهروندان با مشکل جدی روبه رو کرده و خواهند کرد. (طبسی، ۱۳۸۳).

در طی چند دهه اخیر شهرنشینی در ایران رشد سریعی داشته است و بالطبع با توجه به افزایش سریع شهر و رشد غیر منطقی شهرها سیستم ایمنی شهر نیز باید در همین راستا بهبود پیدا کند تا بتواند پوشش کافی را بر کل شهر داشته باشد (عادلی، ۲۰۰۷).

تمامی دوران زندگی بشر بی نیاز از برنامه ریزی نبوده است و از زمان آغازین زندگی بشر در سکونتگاه‌ها، اندیشمندان و سیاستمداران برای فراهم کردن امکان زیست بهتر در مراکز جمعیتی خصوصاً شهرها طرح‌هایی را به مورد اجرا گذاشته اند (زبر دست، ۱۳۸۴). به دلیل تنوع و پیچیدگی مسائل شهری، توصیف، تحلیل و پیش بینی رفتار آنها امری بس دشوار است. به همین جهت در قرن اخیر خصوصاً در دهه‌های نیمه دوم قرن حاضر برنامه ریزان به منظور کاستن از پیچیدگی سیستم و قابل کنترل کردن آن به استفاده از مدل‌های کمی و ریاضی توسل جسته اند (شکویی، ۲۰۰۷). مدل‌ها را می‌توان به روش‌های مختلفی طبقه بندی کرد، اما اساساً مدل‌ها

به دو دسته فیزیکی و انتزاعی تقسیم می‌شوند مهدی پور، ۱۳۸۳). مدل را می‌توان نمایش نظریه ای از یک سیستم مورد نظر تعریف کرد (پرهیزکار، ۱۳۷۶) برتیون هریس^۱ (۱۹۶۷) مدل را "طرحی تجربی بر اساس نظریه" تعریف کرده است. (پوراسکندری، ۱۳۸۰).

لاری مدل‌ها را بر اساس خواسته‌های استفاده کنندگان به سه دسته تقسیم کرده است: مدل‌های توصیفی، مدل‌های پیش بینی کننده و مدل‌های برنامه ریزی (سعیدی خواه، ۱۳۸۳). برنامه ریزی جریانی است آگاهانه که هر سازمان یا جامعه بر مبنای امکانات و منابع محدود، سعی در ایجاد تغییر و تحول در وضع موجود، جهت نیل به مطلوب ترین وضعیت ممکن در مقطع زمانی مشخص دارد (زبر دست، ۱۳۸۴). در تعریفی دیگر سیستم تصمیم گیری جهت تعیین مناسب ترین خط مشی در مقطع زمانی معین به منظور دستیابی به هدف‌هایی که در رابطه با امکانات و نیازهای آینده تعیین می‌شوند (طالشی، ۲۰۰۷). طالشی در سال ۲۰۰۷ به مکان‌گزینی کاربری شهرها با استفاده از نرم افزار GIS پرداخته است. شکوهی در سال ۲۰۰۷ به بررسی نقش GIS فازی در مکان‌یابی بهینه کاربری‌های شهری پرداخته است (شکوهی، ۲۰۰۷، ۲۱). متکان در سال ۱۳۷۹ با استفاده از تصمیم‌گیری قطعی و فازی به مکان‌یابی پارکینگ‌های عمومی طبقاتی پرداخته است (متکان، ۱۳۷۹). طبسی در سال ۱۳۸۰ به بررسی مدیریت و مکان‌یابی پارکینگ‌های داخل شهری با

کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداخته است (طیسی، ۱۳۸۰). سرور در سال ۱۳۸۳ به مکان یابی جغرافیایی جهت توسعه آتی شهر میاندوآب پرداخته است (سرور، ۱۳۸۳). زیر دست در سال ۱۳۸۳ به مکان یابی مراکز امداد رسانی با استفاده از GIS و روش ارزیابی چند معیاره AHP پرداخته است. نوریان ۱۳۸۳ به مکان یابی کاربری اراضی شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی فازی در پارک‌های شهری زنجان پرداخته است. پرهیزکار (۱۳۷۶) ضمن مطالعه روش‌ها و الگوهای مکان‌گزینی در مکان‌یابی مراکز آتش‌نشانی شهر تبریز توانایی GIS را نسبت به سایر مدل‌ها اثبات کرد. پور اسکندری، با استفاده از روش شعاعی، چند ضلعی‌های تیسن و تحلیل شبکه ضمن بررسی نحوه توزیع سوانح آتش‌نشانی در شهر کرج به مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در این شهر اقدام کرد. میان‌آبادی و افشار (۲۰۰۸) از سه روش: میانگین‌گیری وزنی مرتب شده استقرائی (IOWA)^۱، تخصیص خطی و TOPSIS برای بررسی و رتبه‌بندی طرح‌های تامین آب شهری زاهدان استفاده نموده و نتایج حاصل از روش‌های مختلف را با نتایج روش برنامه‌ریزی سازشی مقایسه نمودند (Mianabadi, 2008: ۴۵-۳۴). لمون و مارتیز^۲ (۲۰۰۶) از روش تئوری مطلوبیت چند شاخصه (MAUT)^۳ برای تخصیص بهینه آب کشاورزی در شمال اسپانیا بهره‌جست (Limon:

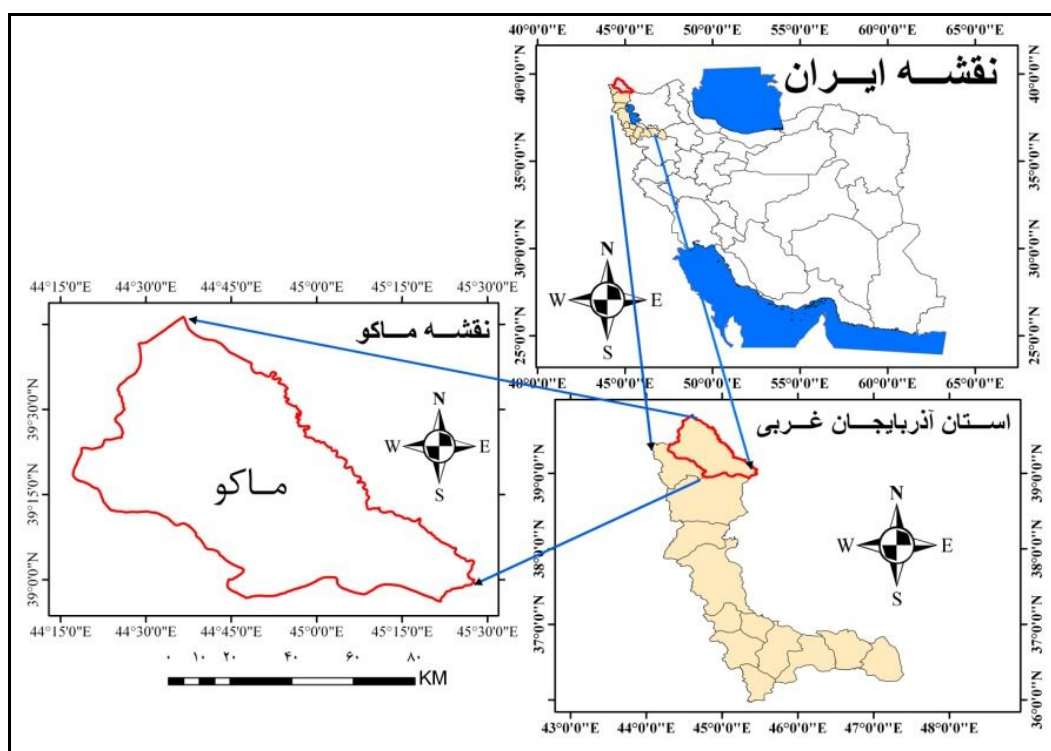
۳۳۶، ۲۰۰۶-۳۱۳). احمدی و همکاران (۲۰۰۲) رتبه‌بندی طرح‌های مختلف تصفیه آب کشاورزی جهت استفاده مجدد را با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره انجام داده‌اند (Ahmad, 2002: ۳۵۲-۳۳۹). آناند و کومار^۴ (۱۹۹۶) نیز در رتبه‌بندی گزینه‌های مدیریت حوضه رودخانه از روش ELECTER استفاده نموده‌اند (Anand, 1996: ۳۳۵-۳۲۶). هدف از این پژوهش اولویت‌بندی نواحی شهری شهر ماکو با استفاده از دو روش TOPSIS و تخصیص خطی و مقایسه نتایج حاصل از این روش است.

مواد و روش‌ها

موقعیت ریاضی منطقه مورد مطالعه

شهر ماکو، مرکز شهرستان ماکو در شمال استان آذربایجان غربی با پهنه‌ای حدود ۷ کیلومتر مربع در مسیر راه تبریز-بازرگان در ۳۹ درجه و ۱۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۴ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است (Http://www.dashmaku.ir). شهر ماکو در شمال استان آذربایجان غربی در ۲۰ کیلومتری مرز بازرگان در مسیر محور بین‌المللی کشور قرار گرفته است. این شهر با مرکز استان ۲۸۰ کیلومتر و با پایتخت ۸۵۰ کیلومتر فاصله دارد (طرح جامع شهر ماکو، ۱۳۸۴: ۶).

1- Induce ordered weighted Averaging
2-Limon and Martinez
3-Multi Attribute utility theory



شکل (۱). موقعیت ریاضی منطقه مورد مطالعه

روش تحقیق

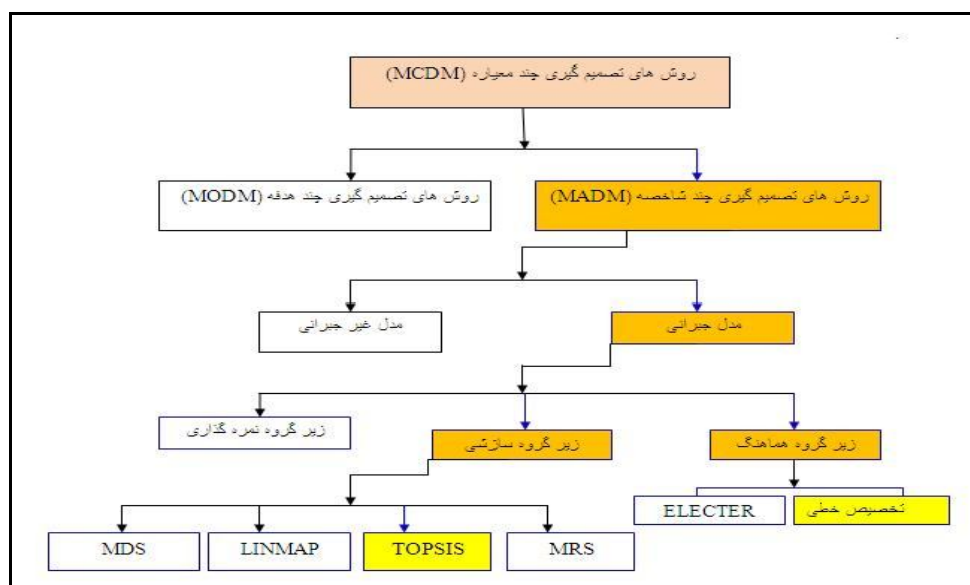
در این پژوهش ابتدا از طریق تصاویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه را جدا کرده و سپس به جمع آوری آمار مربوطه به صورت کتابخانه ای و میدانی پرداخته و پس از جمع آوری اطلاعات به تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از دو روش تخصیص خطی و الگوریتم TOPSIS نموده و در مرحله آخر در محیط GIS به ترسیم لایه‌های مورد نظر اقدام شد و بهترین محل برای ایجاد ایستگاه آتش نشانی مشخص گردید. و نتایج حاصل از این دو روش با یکدیگر مقایسه گردید.

– مبانی نظری روش TOPSIS^۱ و تخصیص خطی^۲
در دهه‌های اخیر مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)^۳ توجه محققین زیادی را جهت تصمیم‌گیری‌های پیچیده به خود جلب کرده است. این مدل‌های تصمیم‌گیری به دو دسته عمده تقسیم می‌شوند: مدل‌های چند هدفه (MODM)^۴ و مدل‌های چند شاخصه (MADM)^۵، به طوری که مدل‌های چند شاخصه به منظور انتخاب گزینه‌های برتر استفاده می‌گردد. مدل‌های ارزیابی برای یک MADM به دو مدل جبرانی و غیر جبرانی تقسیم می‌شوند. مدل غیر

- 1- Technique for order – preference by Similarity To ideal Solution
- 2 - Linear- Assignment
- 3 - Multi Criteria Decision Making
- 4 - Multi Objective Decision Making
- 5 - Multi attribute Decision Making

جبرانی شامل روش‌هایی می‌گردد که اغلب نیاز به کسب اطلاعات از DM نداشته و منجر به یک جواب عینی می‌گردد. در مدل جبرانی تبادل بین شاخص‌ها مجاز است، یعنی به طور مثال ضعف یک شاخص ممکن است توسط امتیاز شاخص دیگر جبران گردد. الگوریتم TOPSIS جزو مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه و از نوع جبرانی و زیرگروه سازشی است که به دلیل همپوشانی شاخص‌ها در نقاط قوت و ضعف خود، توانایی بالایی در حل مسائل چندگزینه‌ای دارد (کهنسال و رفیعی، ۱۳۸۷، ۹۳). در این مدل علاوه بر معیارهای کمی از معیارهای کیفی نیز می‌توان استفاده کرد، مشروط بر اینکه معیارهای کیفی قابلیت تبدیل به معیارهای کمی را داشته باشند

روش تخصیص خطی^۱ یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که ضمن ترکیب شاخص‌های کمی و کیفی و نیز وزن دهی متناسب با اهمیت هر معیار، می‌تواند در انتخاب بهترین گزینه به تصمیم‌گیران کمک کند. در این روش گزینه‌های مفروض یک مسأله، بر حسب امتیاز آنها از هر شاخص موجود رتبه بندی شده و سپس رتبه نهایی گزینه‌ها از طریق یک فرایند جبران خطی^۲ مشخص خواهد شد. جایگاه این دو مدل در میان روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در شکل (۲) نشان داده شده است. فرایند حل به گونه ای است که نیاز به بی‌مقیاس نمودن شاخص‌های کمی و کیفی نخواهد بود.



شکل (۲): جایگاه روش تخصیص خطی، TOPSIS در میان روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره

1 - Linear- Assignment

1 - Linear Compensatory Process

رابطه (۱):

$$R_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}}$$

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

۳- تعیین وزن هر یک از شاخص‌ها (w_j) بر اساس رابطه (۲) و تعدیل w_j محاسبه شده از طریق رابطه (۳): در این مرحله، وزن هر یک از شاخص‌ها را بر اساس رویکردها و نظریات کارشناسانه، روش Linmap، مدل AHP، مدل Antropi و نیز بر اساس اهمیت هر معیار، محاسبه می‌گردد. باید در نظر داشت که مجموع وزن معیارها بایستی برابر با یک باشد. در این پژوهش برای محاسبه مقادیر w_j از مدل AHP استفاده شده است (جدول ۳).

رابطه (۲):

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1$$

رابطه (۳):

$$w'_j = \frac{\lambda_j \cdot w_j}{\sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot w_j} = \text{وزن تعدیل شده}$$

۴- ایجاد ماتریس بی بعد وزین (V) با اعمال بردار W به عنوان ورودی به الگوریتم:

جهت هم ارزش کردن مقادیر درایه‌های ماتریس R ، مجموع اوزان پارامتر W_j را به صورت نظیر به نظیر در ستون‌های این ماتریس ضرب شده، ماتریس به دست آمده از این فرایند ماتریس نرمالیزه و وزن

مراحل حل مسأله توسط روش‌های TOPSIS و تخصیص خطی:

- مراحل حل مسأله توسط الگوریتم TOPSIS:

مدل TOPSIS شامل ۸ مرحله است و جهت بهره‌گیری از این مدل، مراحل زیر باید طی گردد (آلسون^۱، ۲۰۰۳، ۲):

۱- تشکیل ماتریس داده‌ها بر اساس n آلترناتیو و k شاخص:

به طور کلی در مدل TOPSIS، ماتریس $n \times m$ که دارای m گزینه و n معیار می‌باشد، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در این الگوریتم، فرض می‌شود هر شاخص و معیار در ماتریس تصمیم‌گیری دارای مطلوبیت افزایشی و یا کاهش‌ی‌کنوخت است.

۲- استاندارد کردن داده‌ها و تهیه ماتریس نرمالیزه (ماتریس R) از طریق رابطه زیر:

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

به دلیل آنکه احتمال قوی وجود دارد که مقادیر کمی تعلق گرفته به معیارها و شاخص‌ها دارای یک واحد نباشد بایستی ابعاد واحد آنها را از بین برده و این مقادیر کمی را به ارقام بدون بعد تبدیل نمود، به همین جهت تمامی مقادیر تعلق گرفته به درایه‌های ماتریس تصمیم‌گیری، بایستی بر اساس فرمول زیر به مقادیر بی‌بعد تبدیل شود.

دهی شده می باشد که آن را با علامت V نشان می‌دهند.

۵- مشخص نمودن ایده‌آل مثبت (A^+) و ایده‌آل منفی (A^-) به ترتیب از طریق رابطه‌های (۴) و (۵):

$$V_{ij} = R_{ij} W_{n \times n} = \begin{bmatrix} V_{11} & V_{1j} & \dots & V_{1n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ V_{m1} & V_{mj} & \dots & V_{mn} \end{bmatrix}$$

رابطه (۴):

$$A^+ = \left\{ (\max V_{ij} | j \in J), (\min V_{ij} | j \in J') \mid i = 1, 2, \dots, m \right\} = \{V_1^+, V_2^+, \dots, V_j^+, \dots, V_n^+\}$$

رابطه (۵):

$$A^- = \left\{ (\min V_{ij} | j \in J), (\max V_{ij} | j \in J') \mid i = 1, 2, \dots, m \right\} = \{V_1^-, V_2^-, \dots, V_j^-, \dots, V_n^-\}$$

۶- محاسبه اندازه جدایی گزینه نام با ایده‌آل‌ها، با استفاده از روش اقلیدسی، از طریق روابط (۶) و (۷):

رابطه (۶):

$$d_{i+} = \text{فاصله گزینه نام از ایده‌آل مثبت} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^+)^2}; i = 1, 2, \dots, m$$

رابطه (۷):

$$d_{i-} = \text{فاصله گزینه نام از ایده‌آل منفی} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2}; i = 1, 2, \dots, m$$

۷- محاسبه نزدیکی نسبی گزینه i (A_i) به راه‌حل ایده‌آل با استفاده از رابطه (۸):

رابطه (۸):

$$cl_{i+} = \frac{d_{i-}}{d_{i+} + d_{i-}}; 0 \leq cl_{i+} \leq 1; i = 1, 2, \dots, m$$

ملاحظه می‌شود چنانچه $A_i = A^+$ گردد، آنگاه

$d_{i+} = 1$ بوده و $cl_{i-} = 0$ و در صورتی که $A_i = A^-$ شود،

آنگاه $d_{i+} = 1$ بوده و $cl_{i-} = 0$ خواهد شد. بنابراین هر

اندازه گزینه A_i به راه‌حل ایده‌آل نزدیکتر باشد، ارزش

cl_{i+} به واحد نزدیکتر خواهد بود.

۸- رتبه بندی گزینه‌ها بر اساس ترتیب نزولی cl_{i+} :

این میزان بین صفر و یک در نوسان است. در این

راستا $cl_{i+} = 1$ نشان‌دهنده بالاترین رتبه و $cl_{i+} = 0$ نیز

نشان‌دهنده کمترین رتبه است.

مراحل حل مسأله توسط روش تخصیص خطی:

۱- تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری

$$s.t : \sum_{k=1}^m h_{ik} = 1 ; \quad i = 1, 2, \dots, m$$

رابطه (۱۱):

$$\sum_{i=1}^m h_{ik} = 1 ; \quad k = 1, 2, \dots, m$$

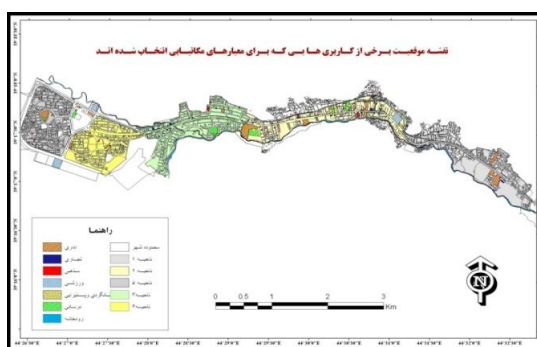
$$h_{ik} \begin{cases} = 1 \\ = 0 \end{cases}$$

۵- رتبه بندی گزینه‌ها

در مرحله آخر به رتبه بندی گزینه‌ها پرداخته شده است.

یافته‌های تحقیق

نتایج حاصل از بررسی مدل تخصیص خطی و TOPSIS جهت اولویت بندی نواحی شهری به منظور تأسیس ایستگاه‌های آتش نشانی به شرح اشکال (۳) تا (۶) و جداول (۱) تا (۱۴) می باشد. به طوری که ماتریسی با مرتبه ۴۹ برای ماتریس داده‌ها، با ۵ آلترناتیو (نواحی شهری) و ۷ شاخص مربوطه (راه‌های دسترسی، کاربری تجاری، کاربری مسکونی، مساحت، کاربری آموزشی، کاربری اداری، کاربری مذهبی و کاربری حمل و نقل) تشکیل می شود (جدول ۹، ۱).



شکل (۴): نقشه کاربری مذهبی، تجاری، ورزشی، بیمارستانی

ابتدا به تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری با توجه به اطلاعات کمی به دست آمده از شاخص‌ها در هر منطقه پرداخته می‌شود.

۲- رتبه بندی گزینه‌ها بر اساس شاخص‌های موجود

در این مرحله مناطق خود را، منطبق بر رتبه ای که بر اساس شاخص‌ها می‌گیرند رتبه بندی می‌کنیم. ۳- در مرحله سوم با مشخص بودن اوزان شاخص‌ها (W)، ماتریس Q_G را به دست می‌آوریم. هر عنصر ماتریس Q_G برابر است با:

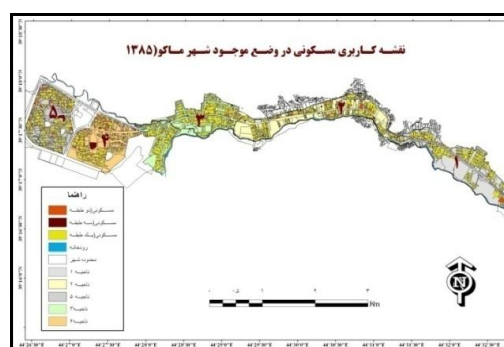
رابطه (۹):

$$q_{it} = \sum_{j=1}^n \pi_{itj} \cdot w_j$$

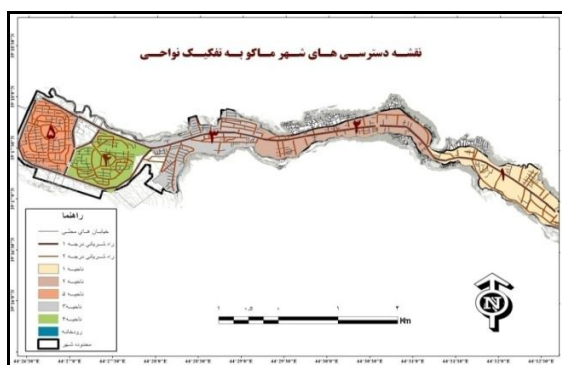
که اگر گزینه i در شاخص j در رتبه t قرار داشته باشد آنگاه $\pi_{itj}=1$ در غیر این صورت π_{itj} خواهد بود.

۴- مسأله تخصیص زیر را با متغیرهای صفر-یک hit به منظور مشخص نمودن اولویت بندی نهایی گزینه‌ها حل می‌کنیم
رابطه (۱۰):

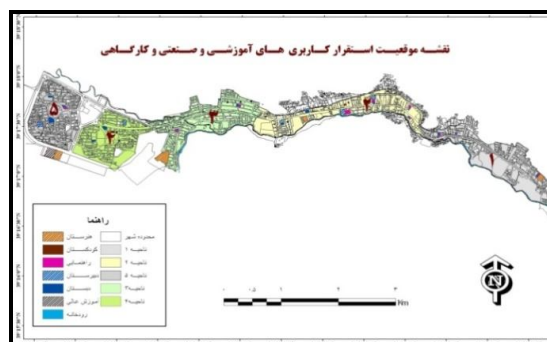
$$\max : \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m y_{ik} \cdot h_{ik}$$



شکل (۳): نقشه کاربری مسکونی



شکل (۶): نقشه دسترسی شهر ماکو



شکل (۵): نقشه موقعیت کاربری آموزشی، صنعتی و کارگاهی

جدول (۱): ماتریس داده‌های جمع آوری شده (ماتریس A)

حمل و نقل	مذهبی	اداری	آموزشی	مساحت	مسکونی	صنعتی	تجاری	دسترسی	نواحی
290000	3296	31800	23610	1221221	438418	6150	15889	9	ناحیه ۱
284116	6255	43708	47976	962319	297315	1800	37600	5	ناحیه ۲
489218	3919	4900	47974	1475081	565835	3890	20340	13	ناحیه ۳
197811	1577	9470	19865	762035	345449	950	6227	23	ناحیه ۴
207650	1854	21432	257214	804172	414707	126	2951	26	ناحیه ۵

مأخذ: اطلاعات طرح تفصیلی (۱۳۸۵)، طرح جامع شهر (۱۳۸۴) و شهرداری ماکو

جدول (۲): ماتریس بی بعد (ماتریس R)

حمل و نقل	مذهبی	اداری	آموزشی	مساحت	مسکونی	صنعتی	تجاری	دسترسی	نواحی
0.415814	0.390418	0.537929	0.088164	0.506182	0.464177	0.813781	0.344485	0.233944	ناحیه ۱
0.407378	0.740917	0.739365	0.179152	0.39887	0.314783	0.23818	0.815195	0.129969	ناحیه ۲
0.701462	0.464213	0.082888	0.179144	0.611404	0.59908	0.514733	0.440986	0.337919	ناحیه ۳
0.28363	0.186799	0.160195	0.07418	0.315855	0.365745	0.125706	0.135006	0.597857	ناحیه ۴
0.297737	0.21961	0.362544	0.960488	0.33332	0.439073	0.016673	0.06398	0.675838	ناحیه ۵

جدول (۳): ماتریس مقایسه زوجی معیارهای مختلف (S)

بردار وزن	حمل و نقل	مذهبی	اداری	آموزشی	مساحت	مسکونی	صنعتی	تجاری	دسترسی	پارامترها
0.307009	9	8	7	6	5	4	3	2	1	دسترسی
0.218239	8	7	6	5	4	3	2	1	0.5	تجاری
0.154217	7	6	5	4	3	2	1	0.5	0.33	صنعتی
0.108821	6	5	4	3	2	1	0.5	0.33	0.25	مسکونی
0.076406	5	4	3	2	1	0.5	0.33	0.25	0.2	مساحت
0.053286	4	3	2	1	0.5	0.33	0.25	0.2	0.17	آموزشی
0.037091	3	2	1	0.5	0.33	0.25	0.2	0.17	0.14	اداری
0.025917	2	1	0.5	0.33	0.25	0.2	0.17	0.14	0.13	مذهبی
0.019015	1	0.5	0.33	0.25	0.2	0.17	0.14	0.13	0.11	حمل و نقل
نرخ ناسازگاری: ۰/۰۲۵۲ (به علت کمتر بودن از ۰/۱ سازگاری ماتریس شاخص‌ها قابل قبول است)										

جدول (۴): ماتریس بی بعد وزین (ماتریس V)

حمل و نقل	مذهبی	اداری	آموزشی	مساحت	مسکونی	صنعتی	تجاری	دسترسی	نواحی
0.007907	0.010118	0.019952	0.004698	0.038675	0.050512	0.125499	0.07518	0.071823	ناحیه ۱
0.007746	0.019202	0.027424	0.009546	0.030476	0.034255	0.036731	0.177907	0.039902	ناحیه ۲
0.013338	0.012031	0.003074	0.009546	0.046715	0.065192	0.07938	0.09624	0.103744	ناحیه ۳
0.005393	0.004841	0.005942	0.003953	0.024133	0.039801	0.019386	0.029464	0.183547	ناحیه ۴
0.005661	0.005692	0.013447	0.05118	0.025468	0.04778	0.002571	0.013963	0.207488	ناحیه ۵

جدول (۵): مقادیر ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی (بالاترین و پایین‌ترین عملکرد هر شاخص)

حمل و نقل	مذهبی	اداری	آموزشی	مساحت	مسکونی	صنعتی	تجاری	دسترسی	ایده‌آل
0.0133	0.0192	0.0274	0.0512	0.0467	0.0652	0.1255	0.1779	0.2075	A+
0.0054	0.0048	0.0031	0.0040	0.0241	0.0343	0.0026	0.0140	0.0399	A-

جدول (۶): فاصله گزینه i ام با ایده‌آل‌ها با استفاده از روش اقلیدسی

مناطق فاصله	۱	۲	۳	۴	۵
D_i^+	۰/۳۱۶	۰/۰۳۹۰	۰/۰۲۱۹	۰/۰۳۸۰	۰/۰۴۳۲
D_i^-	۰/۰۲۰۷	۰/۰۲۸۹	۰/۰۱۸۴	۰/۰۲۱۲	۰/۰۳۰۶

جدول (۷): فاصله نسبی گزینه i (A_i) به راه‌حل ایده‌آل

Cl_i	C1	C2	C3	C4	C5
مقدار	۰/۴۴	۰/۴۶	۰/۴۷	۰/۴۲	۰/۴۵

جدول (۸): امتیاز و رتبه بندی پهنه‌ها

منطقه	۱	۲	۳	۴	۵
امتیاز	۰/۴۴	۰/۴۶	۰/۴۷	۰/۴۲	۰/۴۵
رتبه	چهارم	دوم	اول	پنجم	سوم

- ماتریس‌های حل مسأله در روش تخصیص خطی:

جدول (۹): ماتریس تصمیم

مناطق	دسترسی	تجاری	صنعتی	مسکونی	مساحت	آموزشی	اداری	مذهبی	حمل و نقل
۱	9	15889	6150	438418	1221221	23610	31800	3296	290000
۲	5	37600	1800	297315	962319	47976	43708	6255	284116
۳	13	20340	3890	565835	1475081	47974	4900	3919	489218
۴	23	6227	950	345449	762035	19865	9470	1577	197811
۵	26	2951	126	414707	804172	257214	21432	1854	207650

جدول (۱۰): ماتریس رتبه بندی گزینه‌ها بر اساس شاخص‌ها

رتبه	دسترسی	تجاری	صنعتی	مسکونی	مساحت	آموزشی	اداری	مذهبی	حمل و نقل
اول	5	2	1	3	3	5	2	2	3
دوم	4	3	3	1	1	2	1	3	1
سوم	3	1	2	5	2	3	5	1	2
چهارم	1	4	4	4	5	1	4	5	5
پنجم	2	5	5	2	4	4	3	4	4

جدول (۱۱): ماتریس تعداد دفعات کسب رتبه در گزینه‌ها

مناطق	اولین رتبه	دومین رتبه	سومین رتبه	چهارمین رتبه	پنجمین رتبه
1	1	4	2	2	0
2	3	1	3	0	2
3	3	3	2	0	1
4	0	1	0	4	4
5	2	0	2	3	2

جدول (۱۲): ماتریس وزن تعداد دفعات رتبه‌گزینی گزینه‌ها

مناطق	اولین رتبه	دومین رتبه	سومین رتبه	چهارمین رتبه	پنجمین رتبه
1	0.1542	0.2413	0.2441	0.3603	0
2	0.2812	0.0533	0.2496	0	0.4158
3	0.2042	0.3983	0.3603	0	0.0371
4	0	0.307	0	0.5183	0.1746
5	0.3603	0	0.1459	0.1213	0.3724

جدول (۱۳): جدول امتیاز دهی گزینه‌ها

وزن‌ها نواحی					
۱	۰	۰	۰	۱	۰
۲	۰	۱	۰	۰	۰
۳	۱	۰	۰	۰	۰
۴	۰	۰	۰	۰	۱
۵	۰	۰	۱	۰	۰

جدول (۱۴): رتبه‌بندی گزینه‌ها

مناطق	۱	۲	۳	۴	۵
رتبه‌ها	چهارم	دوم	اول	پنجم	سوم

بحث و نتیجه‌گیری

طراحی و مدل‌های چند شاخصه به منظور ارزیابی گزینه‌ها و انتخاب گزینه‌های برتر مورد استفاده قرار می‌گیرد (توکلی و علی احمدی، ۱۳۸۴: ۴). به منظور دست‌یابی به نتایج بهتر، بهره‌گیری از روش‌های

مدل‌های تصمیم‌گیری نیز، به‌طور کلی به دو دسته چند هدفه و چند شاخصه تقسیم می‌شوند. مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه، غالباً به منظور

مناسبتی که توانایی ترکیب شاخص‌های متعدد را داشته باشد تا مکانیابی مناسبی جهت استقرار واحدهای صنعتی، آموزشی و... صورت پذیرد، ضروری به نظر می‌رسد. در دهه‌های اخیر توجه محققین به مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره برای تصمیم‌گیری‌های پیچیده، معطوف شده است. در این تصمیم‌گیری‌ها به جای استفاده از یک معیار سنجش، از چندین معیار استفاده می‌شود (طاهرخانی، ۱۳۸۶: ۶۲). روش تصمیم‌گیری با اهداف چندگانه در مواقعی کاربرد دارد که برای یک مسأله بهینه‌سازی تعداد اهداف متفاوت (و در بعضی مواقع متناقض) وجود دارد. یعنی هدف طراحی بهترین گزینه است. از بین روش‌های متعددی که در حوزه تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه وجود دارد، روش رتبه‌بندی بر اساس تشابه به پاسخ ایده آل، به دلیل مزیت‌هایی که نسبت به روش‌های دیگر داراست، حائز اهمیت فراوان می‌باشد (ملک زاده، ۱۳۸۷: ۱۳۸). باید در نظر داشت که هر مدل کاربرد و کارکرد جداگانه‌ای دارد و بسته به این که هدف چه باشد، نتیجه‌ای جداگانه به دست می‌آید. این پژوهش قصد دارد با استفاده از دو روش TOPSIS و تخصیص خطی به رتبه‌بندی نواحی شهری شهر ماکو پرداخته و نتایج آن را با یکدیگر مقایسه کند. این دو مدل از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره بوده و در مدل‌های جبرانی قرار می‌گیرند و روش TOPSIS در زیر گروه سازشی و روش تخصیص خطی در زیر گروه هماهنگ قرار دارد. یافته‌ها و نتایج تحقیق نشان می‌دهد که در بین

۵ ناحیه فوق‌الذکر ناحیه ۳ با (۰/۴۷) امتیاز در رتبه اول و ناحیه ۴ با (۰/۴۲) در رتبه آخر قرار گرفته است و نواحی (۲،۵،۱) به ترتیب با (۰/۴۶)، (۰/۴۵)، (۰/۴۴) در رتبه‌های بعدی جای گرفته‌اند. نتایج حاصل از روش تخصیص خطی نشان می‌دهد که در ۵ ناحیه شهری ناحیه ۳ در رتبه اول و ناحیه ۴ در رتبه آخر قرار گرفته است و نواحی (۲،۵،۱) به ترتیب در رده‌های بعدی جای گرفته است. باید گفت که نتایج حاصل از این دو روش کاملاً شبیه یکدیگر می‌باشد با این تفاوت که در روش TOPSIS مناطق با امتیاز رتبه‌بندی شده است که در روش تخصیص خطی این امتیاز را ندارد.

منابع

- ۱- آسایش، حسین و علیرضا استعلاجی (۱۳۸۲). اصول و روشهای برنامه‌ریزی ناحیه‌ای (مدل‌ها، روش‌ها و فنون)، دانشگاه آزاد شهر ری، تهران.
- ۲- تقی پور جاوی، علی (۱۳۸۴) مدل‌ها و تکنیک‌های کاربردی در جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، در دست چاپ.
- ۳- توکلی، علیرضا و علیرضا علی احمدی (۱۳۷۹). مدل انتخاب و اولویت‌بندی روش‌های انتقال تکنولوژی، دانشگاه علم و صنعت، تهران.
- ۴- طاهرخانی، مهدی، (۱۳۸۶)، کاربرد تکنیک TOPSIS در اولویت‌بندی استقرار صنایع تبدیلی کشاورزی در مناطق روستایی، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی، سال ششم، شماره سوم،

- ۵- حکمت نیا، حسن و میرنجف موسوی (۱۳۸۵). کاربرد مدل در جغرافیا با تأکید بر برنامه ریزی شهری و ناحیه ای، علم نوین، یزد.
- ۶- دلیر، اسماعیل (۱۳۸۴). خلاصه مباحث کارشناسی ارشد جغرافیا، پردازش، تهران.
- ۷- شکویی، حسین (۱۳۷۴). دیدگاه‌های نو در جغرافیای شهری، سمت، تهران.
- ۸- شکویی، حسین (۱۳۷۹). جغرافیای کاربردی و مکتب‌های جغرافیایی، آستان قدس رضوی، مشهد.
- ۹- طاهرخانی، مهدی (۱۳۸۶). کاربرد تکنیک TOPSIS در اولویت بندی مکانی استقرار صنایع تبدیلی کشاورزی در مناطق روستایی، پژوهش‌های اقتصادی، شماره ۳، تهران.
- ۱۰- ملک زاده، غلامرضا (۱۳۸۷). ارزیابی و رتبه‌بندی سطح فناوری شش شاخصه صنعتی منتخب استان خراسان با استفاده از روش TOPSIS، مجله دانش و توسعه، شماره ۲۲، تهران.
- ۱۱- مومنی، منصور و افشین جهانبازی، (۱۳۸۶)، طراحی مدل تصمیم گیری چند شاخصه انتخاب مدیران، دو ماهنامه علمی، پژوهشی دانشور رفتار، شماره ۲۶، ۱۶.
- ۱۲- طالشی، مصطفی، مصطفی امیر فخریان، کاربرد GIS در مکان‌گزینی کاربری‌های شهری، ۲۰۰۷، دانشگاه تهران
- ۱۳- شکوهی، علی، نقش Fuzzy GIS در مکان‌یابی بهترین کاربری‌های شهری، ۲۰۰۷، دانشگاه تهران
- ۱۴- طبسی، سعیدیان، کیان احمد آذری، مکان‌یابی و مدیریت پارکینگ به کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی، مجموعه مقالات کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت شهر، ۸۲۲.
- ۱۵- سرور، رحیم، استفاده از روش AHP در مکان‌یابی جغرافیایی (مطالعه موردی مکان‌یابی جهت توسعه آتشی شهر میان‌دوآب)، پاییز ۱۳۸۳ پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۹،
- ۱۶- زبر دست، اسفندیار، عسل محمدی، مکان‌یابی مراکز امداد رسانی (در شرایط وقوع زلزله) با استفاده از GIS و روش ارزیابی چند معیاره AHP، ۱۳۸۳، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۲۱، بهار ۱۳۸۴
- ۱۷- مهدی پور، فاطمه، محمد سعدی مسکری، الگویی برای مکان‌یابی بر اساس متدهای تصمیم‌گیری چند معیاره در GIS، ۱۳۸۳
- ۱۸- نوریان، فرشاد، علی شکوهی، مکان‌یابی کاربری اراضی شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی فازی، ۱۳۸۳
- ۱۹- عادل، محسن، علی اکبر متکان، مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر گرگان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، ۲۰۰۷
- ۲۰- پرهیز کار، اکبر، ۱۳۷۶، ارائه الگوی مناسب مکان‌گزینی مراکز خدمات شهری با تحقیق در مدل‌ها و GIS شهری، پایان‌نامه دکتری دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس
- ۲۱- پور اسکندری، عباس، ۱۳۸۰، سنجش توزیع فضایی سوانح آتش‌سوزی در شهر با استفاده از GIS، مطالعه موردی شهر کرج، دانشگاه تربیت مدرس، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری
- ۲۲- سعیدی خواه، عبدالصمد، بررسی تأسیسات و تجهیزات شهری (پست، مخابرات، آتش‌نشانی)

- 33- Despic, O, Simonovic, SP,(2006), "Aggration Operation For Soft Decicion Making In Water Resource" Fuzzy Sets and System ,V15,PP11-33
- 34- Mianabadi,H,Afshar,A,(2007), "Fuzzy group Decision Making and its Application hn water Resource Planning and Managmant" Oral Presantation Iran Water Resource ManagmantConferense, January 12-13,Isfahan.Iran
- 35- [Http://www.dashmaku.ir](http://www.dashmaku.ir) –
- و مکان یابی آنها در بافت قدیم و جدید شهر مشهد. (۱۳۸۳). تیرماه، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه سیستان و بلوچستان
- ۲۳- طرح جامع شهر ماکو. (۱۳۸۴). مطالعات طرح توسعه و عمران شهر ماکو.
- 24- Mianabadi, H, Afshar,A,(2008). "multi attribute Decisiom Making to rank urban water supply Scheme" water and watershed journak ,v19,n66, pp 34 - 45
- 25- Dey, P.K., Ramcharan, E.K., (2000), Analytic hierarchy process helps select site for limestone quarry expansion in Barbados. Journal of Environmental Management.
- 26- Roy,B,The outranking Approach and the founation of ELECTRE Methods,Theory and Decision ,31,1991,pp49-73
- 27- Vami,"Proiect opportunity Study on Integrated use of the RazgahNepheline ores", Iran by metallurgical processing into Alumina Cement, sodium Carbonate and potash, final report , Volume,general explanatory note,1992
- 28- Saaty, T.L., " Decision making for leader" RWS Publication , 315P, 2001
- 29- TiLLe,M, Dumont, A.G., "Methods of Multicriteria Decision Analys Within the Road Project like an Element of the Sustainability ", 3 rd Swiss Transport ReserchConferense ,March 19-21,2003
- 30- Limon,G.A,Martinez, Y, (2006), Multi0criteria modeling of irrigation water Marked at basin level:aspsnish Case Study, Eropiangeornal of operational of Reserch , V173,PP 313-336
- 31- Ahmad, S.A,Tewfik,S.R,Talaa,H.A,(2002) Development and Verification if a Decision Support System For The Selection if optimum water reuae Scheme, Desalination ,V152,PP 339 -352
- 32- Anand,Raj,P.A., Kumar, D.N. (1996), "Ranking of niver basin alternative using ELECTER, HidrologicalScience, V41,PP326-335