مجله علمی تخصصی برنامه‌ریزی فضایی
سال اول، شماره اول، تابستان ۱۳۹۰
تاریخ وصول: ۱۳۸۹/۹/۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۰/۷
صص: ۱۶-۱

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*[1]، علیرضا عرب عامری**

* استاد گروه جغرافیای دانشگاه اصفهان

** دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیای دانشگاه اصفهان

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

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 تاسیس 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 تصمیم گیری 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

۱- نویسنده مسؤول: mramesht@ltr.ui.ac.ir

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 می دهد که در روش TOPSIS بین ۵ ناحیه فوق الذکر ناحیه ۳ با (۰/٤۷) امتیاز در رتبه اول و ناحیه ٤ با (۰/٤۲) در رتبه آخر قرار گرفته است و نواحی (۲،۵،۱) به ترتیب با (۰/٤٦، ۰/٤۵، ۰/٤٤) در رتبه‌های بعدی جای گرفته اند و نتایج حاصل از روش تخصیص خطی نشان می‌دهد که در ۵ ناحیه شهری ناحیه ۳ در رتبه اول و ناحیه ٤ 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 کاملا 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 راحت تر 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 عمده ترین 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 شهر نشینی 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، ۱۳۸٤). طبق برآورد سازمان ملل متحد جمعیت شهر نشینان جهان از ۲/۳ میلیارد

در سال ۱۹۹۰ به ٤/۷ میلیارد در ۲۰۲۰ افزایش خواهد یافت که ۹۰ درصد این رشد در کشورهای در حال توسعه اتفاق خواهد افتاد(UN,1993). متاسفانه 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 شهر نشینی 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 خصوصا شهرها طرح‌هایی را به مورد اجرا گذاشته اند (زبر دست،۱۳۸٤). 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 نظرتعریف کرد(پرهیزکار، ۱۳۷٦) برتیون هریس[1](۱۹٦۷) مدل را "طرحی تجربی بر اساس نظریه" تعریف کرده است.(پوراسکندری، ۱۳۸۰). لاری مدل‌ها را بر اساس خواستهای 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، ۱۳۸٤).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 مکان گزینی کاربری شهرها با استفاده از نرم افزار GIS پرداخته است. شکوهی در سال ۲۰۰۷ به بررسی نقش GIS فازی در مکان یابی بهینه کاربری‌های شهری پرداخته است(شکوهی،۲۰۰۷،۲۱).متکان در سال ۱۳۷۹ با استفاده از تصمیم گیری قطعی و فازی به مکان یابی پارکینگ‌های عمومی طبقاتی پرداخته است (متکان،۱۳۷۹). طبسی در سال ۱۳۸۰ به بررسی مدیریت و مکان یابی پارکینگ‌های داخل شهری با

1 -Britton Harris

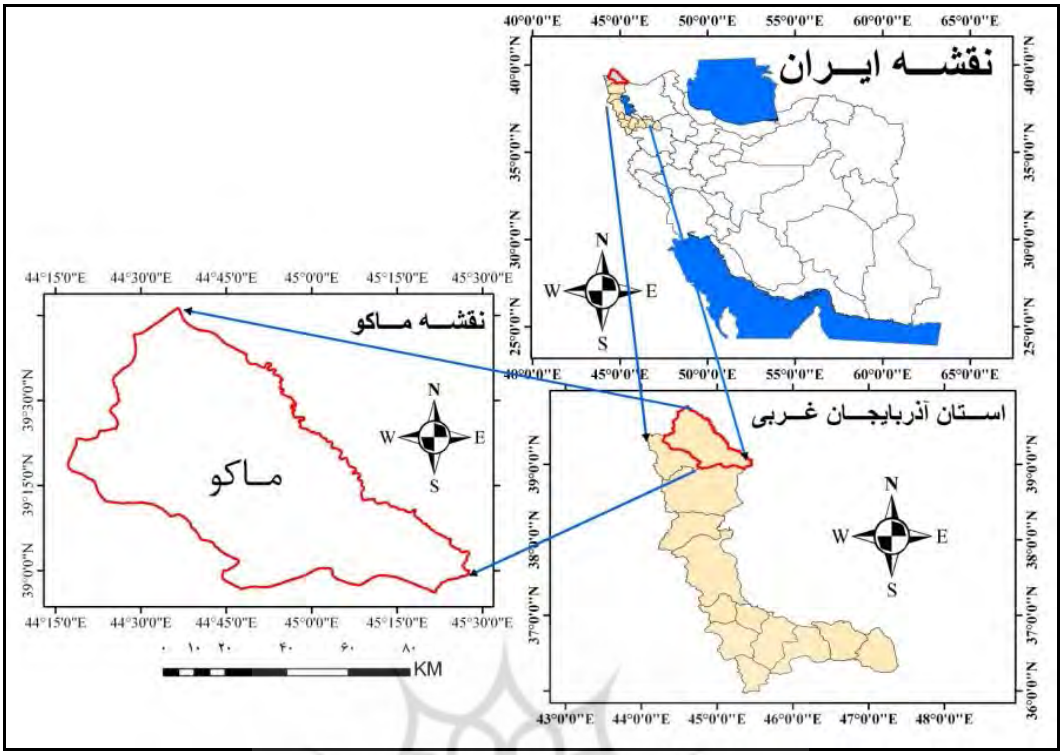
کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداخته است (طبسی،۱۳۸۰). سرور در سال ۱۳۸۳ به مکان یابی جغرافیایی جهت توسعه آتی شهر میاندوآب پرداخته است (سرور، ۱۳۸۳).زبر دست در سال ۱۳۸۳ به مکان یابی مراکز امداد رسانی با استفاده از GIS و روش ارزیابی چند معیاره AHP پرداخته است. نوریان ۱۳۸۳ به مکان یابی کاربری اراضی شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی فازی در پارک‌های شهری زنجان پرداخته است. پرهیزکار (۱۳۷٦) ضمن مطالعه روش‌ها و الگوهای مکان گزینی در مکان یابی مراکز آتش نشانی 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 آتش نشانی در شهر کرج به مکان یابی ایستگاه‌های آتش نشانی در این شهر اقدام کرد. میان آبادی و افشار(۲۰۰۸) از سه روش: میانگین گیری وزنی مرتب شده استقرائی (IOWA)[1]، تخصیص خطی و TOPSIS برای بررسی و رتبه بندی طرح‌های تامین آب شهری زاهدان استفاده نموده و نتایج حاصل از روش‌های مختلف را با نتایج روش برنامه ریزی سازشی مقایسه نمودند(Mianabadi،2008:٤٥-٣٤).لمون و مارتیز[2](۲۰۰٦) از روش تئوری مطلوبیت چند شاخصه (MAUT)[3]برای تخصیص بهینه آب کشاورزی در شمال اسپانیا بهره جست(Limon: ۲۰۰٦،۳۳٦-۳۱۳). احمدی و همکاران (۲۰۰۲) رتبه بندی طرح‌های مختلف تصفیه آب کشاورزی جهت استفاده مجدد را با استفاده از روش‌های تصمیم گیری چند معیاره انجام داده اند(Ahmad:۲۰۰۲، ۳۵۲-۳۳۹). آناند و کومار[4](۱۹۹٦) نیز در رتبه بندی گزینه‌های مدیریت حوضه رودخانه از روش ELECTER استفاده نموده اند(Anand: ۱۹۹٦، ۳۳۵-۳۲٦). هدف از این پژوهش اولویت بندی 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 پهنه ای حدود ۷ کیلومتر مربع در مسیر راه تبریز- بازرگان در ۳۹ درجه و ۱۸ دقیقه عرض شمالی و ٤٤ 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 بین المللی کشور قرار گرفته است. این شهر با مرکز استان ۲۸۰ کیلومتر و با پایتخت ۸۵۰ کیلومتر فاصله دارد(طرح جامع شهر ماکو،٦:۱۳۸٤).

1- Induce ordered weighted Averaging
2-Limon and Martinez
3-Multi Attribute utility theory
4-Anand Raj and Kumar



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.

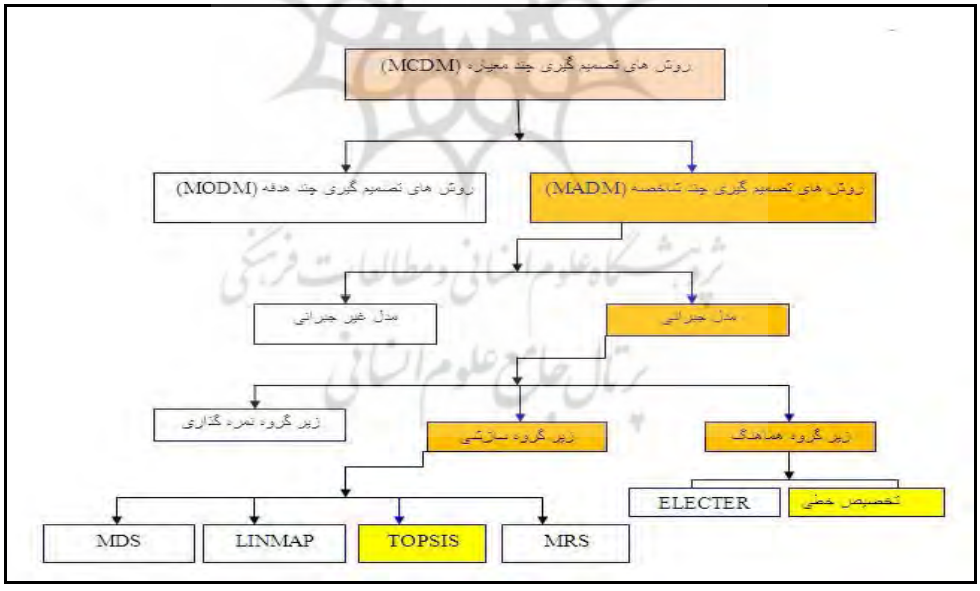
– مبانی نظری روش TOPSIS[1] و تخصیص خطی[2]

در دهه‌های اخیر مدل‌های تصمیم گیری چند معیاره (MCDM)[3] توجه محققین زیادی را جهت تصمیم گیری‌های پیچیده به خود جلب کرده است. این مدل‌های تصمیم گیری به دو دسته عمده تقسیم می‌شوند: مدل‌های چند هدفه (MODM)[4] و مدل‌های چند شاخصه (MADM)[5]، 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 تصمیم گیری 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 می توان استفاده کرد، مشروط بر اینکه معیارهای کیفی قابلیت تبدیل به معیارهای کمی را داشته باشند

روش تخصیص خطی[1] یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که ضمن ترکیب شاخص‌های کمی و کیفی و نیز وزن دهی متناسب با اهمیت هر معیار، می تواند در انتخاب بهترین گزینه به تصمیم گیران 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[2] مشخص خواهد شد. جایگاه این دو مدل در میان روش‌های تصمیم گیری چند معیاره در شکل (۲) نشان داده شده است. فرایند حل به گونه ای است که نیاز به بی مقیاس نمودن شاخص‌های کمی و کیفی نخواهد بود.



شکل (۲): جایگاه روش تخصیص خطی , TOPSIS در میان روش‌های تصمیم گیری چند معیاره

1 - Linear- Assignment
1 - Linear Compensatory Process

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 (اُلسون[1]، ۲۰۰۳، ۲):

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

به طور کلی در مدل TOPSIS، ماتریس n×m که دارای m گزینه و n معیار می‌باشد، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در این الگوریتم، فرض می شود هر شاخص و معیار در ماتریس تصمیم گیری دارای مطلوبیت افزایشی و یا کاهشی یکنواخت است.

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

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

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 تصمیم گیری، بایستی بر اساس فرمول زیر به مقادیر بی‌بعد تبدیل شود.

رابطه (۱):

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

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

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 Wj از مدل AHP استفاده شده است (جدول ۳).

رابطه (۲):

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

رابطه (۳):

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

٤– 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

1 - Olson (2003)

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

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

رابطه (٤):

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

رابطه (٥):

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

٦- محاسبه اندازه جدایی گزینه iام با ایده‌آل‌ها، با استفاده از روش اقلیدسی، از طریق روابط (٦) و (٧):

رابطه (٦):

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

رابطه (٧):

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

٧- محاسبه نزدیکی نسبی گزینه i (A_i) به راه‌حل ایده‌آل با استفاده ار رابطه (٨):

رابطه (٨):

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

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.

٥- مشخص نمودن ایده‌آل مثبت (A^{+}) و ایده‌آل منفی (A^{-}) به ترتیب از طریق رابطه‌های (٤) و (٥):

٨- 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:

١- تشکیل ماتریس تصمیم گیری

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

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):

$$q_{/it} = \sum_{j=1}^{n} \pi itj.\, wj$$

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

٤- مسأله تخصیص زیر را با متغیرهای صفر- یک hit به منظور مشخص نمودن اولویت بندی نهایی گزینه‌ها حل می‌کنیم

رابطه (۱۰):

$$\max : \sum_{i=1}^{m}\sum_{k=1}^{m} \gamma_{ik} . h_{ik}$$

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

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

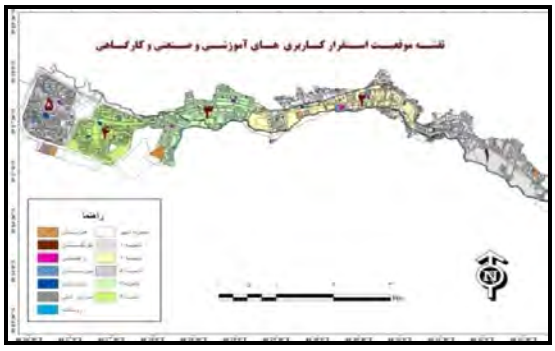
در مرحله آخر به رتبه بندی گزینه‌ها پرداخته شده است.

یافته‌های تحقیق

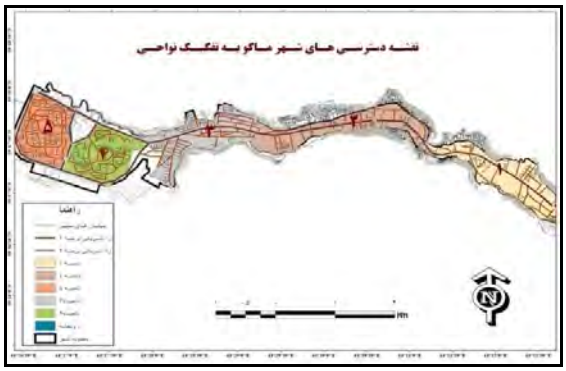
نتایج حاصل از بررسی مدل تخصیص خطی و TOPSISجهت اولویت بندی نواحی شهری به منظور تأسیس ایستگاه‌های آتش نشانی به شرح اشکال (۳) تا (٦) و جداول (۱) تا (١٤) می باشد. به طوری که ماتریسی با مرتبه ٤٩ برای ماتریس داده‌ها، با ۵ آلترناتیو (نواحی شهری) و ۷ شاخص مربوطه (راه‌های دسترسی، کاربری تجاری، کاربری مسکونی، مساحت، کاربری آموزشی، کاربری اداری، کاربری مذهبی و کاربری حمل و نقل) تشکیل می شود (جداول۹،۱).

شکل (۳): نقشه کاربری مسکونی

شکل (٤): نقشه کاربری مذهبی،تجاری، ورزشی، بیمارستانی



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



شکل (٦): نقشه دسترسی شهر ماکو

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

نواحی	دسترسی	تجاری	صنعتی	مسکونی	مساحت	آموزشی	اداری	مذهبی	حمل و نقل
ناحیه ۱	9	15889	6150	438418	1221221	23610	31800	3296	290000
ناحیه ۲	5	37600	1800	297315	962319	47976	43708	6255	284116
ناحیه ۳	13	20340	3890	565835	1475081	47974	4900	3919	489218
ناحیه ٤	23	6227	950	345449	762035	19865	9470	1577	197811
ناحیه ٥	26	2951	126	414707	804172	257214	21432	1854	207650

مأخذ: اطلاعات طرح تفصیلی(۱۳۸۵)، طرح جامع شهر(۱۳۸٤) و شهرداری ماکو

جدول (۲): ماتریس بی بعد (ماتریس R)

نواحی	دسترسی	تجاری	صنعتی	مسکونی	مساحت	آموزشی	اداری	مذهبی	حمل و نقل
ناحیه ۱	0.233944	0.344485	0.813781	0.464177	0.506182	0.088164	0.537929	0.390418	0.415814
ناحیه ۲	0.129969	0.815195	0.23818	0.314783	0.39887	0.179152	0.739365	0.740917	0.407378
ناحیه ۳	0.337919	0.440986	0.514733	0.59908	0.611404	0.179144	0.082888	0.464213	0.701462
ناحیه ٤	0.597857	0.135006	0.125706	0.365745	0.315855	0.07418	0.160195	0.186799	0.28363
ناحیه ٥	0.675838	0.06398	0.016673	0.439073	0.33332	0.960488	0.362544	0.21961	0.297737

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

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

جدول (٤): ماتریس بی بعد وزین (ماتریس V)

نواحی	دسترسی	تجاری	صنعتی	مسکونی	مساحت	آموزشی	اداری	مذهبی	حمل و نقل
ناحیه ۱	0.071823	0.07518	0.125499	0.050512	0.038675	0.004698	0.019952	0.010118	0.007907
ناحیه ۲	0.039902	0.177907	0.036731	0.034255	0.030476	0.009546	0.027424	0.019202	0.007746
ناحیه ۳	0.103744	0.09624	0.07938	0.065192	0.046715	0.009546	0.003074	0.012031	0.013338
ناحیه ٤	0.183547	0.029464	0.019386	0.039801	0.024133	0.003953	0.005942	0.004841	0.005393
ناحیه ٥	0.207488	0.013963	0.002571	0.04778	0.025468	0.05118	0.013447	0.005692	0.005661

جدول (٥): مقادیر ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی (بالاترین و پایین‌ترین عملکرد هر شاخص)

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

جدول (٦): فاصله گزینه iام با ایده‌آل‌ها با استفاده از روش اقلیدسی

مناطق / فاصله	۱	۲	۳	٤	٥
D_i^+	۰/۳۱٦	۰/۰۳۹۰	۰/۰۲۱۹	۰/۰۳۸۰	۰/۰٤۳۲
D_i^-	۰/۰۲۰۷	۰/۰۲۸۹	۰/۰۱۸٤	۰/۰۲۱۲	۰/۰۳۰٦

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

Cl_i	C1	C2	C3	C4	C5
مقدار	۰/٤٤	۰/٤٦	۰/٤۷	۰/٤۲	۰/٤٥

جدول (۸): امتیاز و رتبه بندی پهنه‌ها

منطقه	۱	۲	۳	٤	٥
امتیاز	۰/٤٤	۰/٤٦	۰/٤۷	۰/٤۲	۰/٤٥
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
٤	23	6227	950	345449	762035	19865	9470	1577	197811
٥	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 رتبه گزینی 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
٤	۰	۰	۰	۰	۱
۵	۰	۰	۱	۰	۰

جدول (١٤): رتبه بندی گزینه‌ها

مناطق	۱	۲	۳	٤	۵
رتبه‌ها	چهارم	دوم	اول	پنجم	سوم

بحث و نتیجه گیری

مدل‌های تصمیم گیری نیز، به طور کلی به دو دسته چند هدفه و چند شاخصه تقسیم می شوند. مدل‌های تصمیم گیری چند هدفه، غالباً به منظور طراحی و مدل‌های چند شاخصه به منظور ارزیابی گزینه‌ها و انتخاب گزینه‌های برتر مورد استفاده قرار می گیرد (توکلی و علی احمدی، ١٣٨٤: ٤). به منظور دست یابی به نتایج بهتر، بهره گیری از روش‌های

مناسبی که توانایی ترکیب شاخص‌های متعدد را داشته باشد تا مکانیابی مناسبی جهت استقرار واحدهای صنعتی، آموزشی و. .. صورت پذیرد، ضروری به نظر می رسد. در دهه‌های اخیر توجه محققین به مدل‌های تصمیم گیری چند معیاره برای تصمیم گیری‌های پیچیده، معطوف شده است. در این تصمیم گیری‌ها به جای استفاده از یک معیار سنجش، از چندین معیار استفاده می شود (طاهرخانی، ١٣٨٦: ٦٢). روش تصمیم گیری با اهداف چندگانه در مواقعی کاربرد دارد که برای یک مسأله بهینه سازی تعداد اهداف متفاوت (و در بعضی مواقع متناقض) وجود دارد. یعنی هدف طراحی بهترین گزینه است. از بین روش‌های متعددی که در حوزه تصمیم گیری با شاخص‌های چندگانه وجود دارد، روش رتبه بندی بر اساس تشابه به پاسخ ایده آل، به دلیل مزیت‌هایی که نسبت به روش‌های دیگر داراست، حائز اهمیت فراوان می باشد (ملک زاده، ١٣٨٧: ١٣٨). باید در نظر داشت که هر مدل کاربرد و کارکرد جداگانه ای دارد و بسته به این که هدف چه باشد، نتیجه ای جداگانه به دست می آید. این پژوهش قصد دارد با استفاده از دو روش TOPSIS و تخصیص خطی به رتبه بندی نواحی شهری شهر ماکو پرداخته و نتایج آن را با یکدیگر مقایسه کند. این دو مدل از روش‌های تصمیم گیری چند معیاره بوده و در مدل‌های جبرانی قرار می‌گیرند و روشTOPSIS در زیر گروه سازشی و روش تخصیص خطی در زیر گروه هماهنگ قرار دارد. یافته‌ها و نتایج تحقیق نشان می دهد که در بین ٥ ناحیه فوق الذکر ناحیه ٣ با (٠/٤٧) امتیاز در رتبه اول و ناحیه ٤ با (٠/٤٢) در رتبه آخر قرار گرفته است و نواحی (٢،٥،١) به ترتیب با (٠/٤٦، ٠/٤٥، ٠/٤٤) در رتبه‌های بعدی جای گرفته اند. نتایج حاصل از روش تخصیص خطی نشان می‌دهد که در ٥ ناحیه شهری ناحیه ٣ در رتبه اول و ناحیه ٤ در رتبه آخر قرار گرفته است و نواحی (٢،٥،١) به ترتیب در رده‌های بعدی جای گرفته است. باید گفت که نتایج حاصل از این دو روش کاملا 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.

منابع

١- آسایش، حسین و علیرضا استعلاجی (١٣٨٢). اصول و روشهای برنامه ریزی ناحیه‌ای (مدل‌ها، روش‌ها و فنون)، دانشگاه آزاد شهر ری، تهران.

٢- تقی پور جاوی، علی (١٣٨٤) مدلها و تکنیک‌های کاربردی در جغرافیا و برنامه ریزی روستایی، در دست چاپ.

٣- توکلی، علیرضا و علیرضا علی احمدی (١٣٧٩). مدل انتخاب و اولویت بندی روش‌های انتقال تکنولوژی، دانشگاه علم و صنعت، تهران.

٤- طاهرخانی، مهدی، (١٣٨٦)، کاربرد تکنیک TOPSIS در اولویت بندی استقرار صنایع تبدیلی کشاورزی در مناطق روستایی، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی، سال ششم، شماره سوم، ص٥٩

۵- حکمت نیا، حسن و میرنجف موسوی (۱۳۸۵). کاربرد مدل در جغرافیا با تأکید بر برنامه ریزی شهری و ناحیه ای، علم نوین، یزد.
٦- دلیر، اسماعیل (۱۳۸٤). خلاصه مباحث کارشناسی ارشد جغرافیا، پردازش، تهران.
۷- شکویی، حسین (۱۳۷٤). دیدگاه‌های نو در جغرافیای شهری، سمت، تهران.
۸- شکویی، حسین (۱۳۷۹). جغرافیای کاربردی و مکتب‌های جغرافیایی، آستان قدس رضوی، مشهد.
۹- طاهرخانی، مهدی (۱۳۸٦). 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 شاخصهٔ صنعتی منتخب استان خراسان با استفاده از روش TOPSIS، مجله دانش و توسعه، شماره ۲۲، تهران.
۱۱ -مومنی، منصور و افشین جهانبازی،(۱۳۸٦)، طراحی مدل تصمیم گیری چند شاخصه انتخاب مدیران، دو ماهنامه علمی، پژوهشی دانشور رفتار، شماره ۲٦، ۱٦
۱۲- طالشی،مصطفی، مصطفی امیر فخریان، کاربرد GIS در مکان گزینی کاربری‌های شهری،۲۰۰۷، دانشگاه تهران
۱۳- شکوهی، علی، نقش Fuzzy GIS در مکان یابی بهترین کاربری‌های شهری، ۲۰۰۷، دانشگاه تهران
۱٤- طبسی، سعیدیان، کیان احمد آذری، مکان یابی و مدیریت پارکینگ به کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی، مجموعه مقالات کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت شهر،۸۲۲
۱۵- سرور،رحیم، استفاده از روش AHP در مکان یابی جغرافیایی(مطالعه موردی مکان یابی جهت توسعه آتی شهر میآن دوآب)، پاییز ۱۳۸۳ پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ٤۹،
۱٦- زبر دست، اسفندیار، عسل محمدی، مکان یابی مراکز امداد رسانی (در شرایط وقوع زلزله) با استفاده از GIS و روش ارزیابی چند معیاره AHP، ۱۳۸۳، نشریه هنرهای زیبا،شماره۲۱، بهار ۱۳۸٤
۱۷- مهدی پور، فاطمه، محمد سعدی مسکری، الگویی برای مکان یابی بر اساس متدهای تصمیم گیری چند معیاره در GIS، ۱۳۸۳
۱۸- نوریان، فرشاد، علی شکوهی، مکان یابی کاربری اراضی شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی فازی، ۱۳۸۳
۱۹- عادلی، محسن، علی اکبر متکان، مکان یابی ایستگاه‌های آتش نشانی شهر گرگان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، ۲۰۰۷
۲۰- پرهیز کار، اکبر، ۱۳۷٦، ارائه الگوی مناسب مکان گزینی مراکز خدمات شهری با تحقیق در مدل‌ها و GIS شهری، پایان نامه دکتری دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس
۲۱- پور اسکندری، عباس، ۱۳۸۰، سنجش توزیع فضایی سوانح آتش سوزی در شهر با استفاده از GIS، مطالعه موردی شهر کرج، دانشگاه تربیت مدرس، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری
۲۲- سعیدی خواه، عبدالصمد، بررسی تاسیسات و تجهیزات شهری (پست، مخابرات، آتش نشانی)

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. (۱۳۸٤). 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 founbation 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, HidrologicalSciense, V41,PP326-335

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 –