# الگوهای توسعه مجتمع‌های مسکونی با روش تصمیم‌گیری چند معیاره (Fuzzy AHP_OWA) مبتنی بر GIS

## مطالعه موردی :شهر مشهد

مهدی فتاحی

حسین آقاجانی

تاریخ دریافت:۱۳۹۱/۷/۲۰ تاریخ پذیرش:۱۳۹۱/۸/۲۸

## چکیده

اهمیت تصمیم‌گیری در برنامه‌ریزی شهری با توجه به پیچیده شدن مسایل در اثر رشد شهرها روز به روز افزایش یافته است. توسعه فن آوری‌های نرم‌افزاری زمینه را برای بکارگیری بسیاری از مدل‌ها و روش‌ها در عرصه برنامه‌ریزی تسهیل نموده است. یکی از این فناوری‌ها سیستم اطلاعات جغرافیایی است که رایج‌ترین نرم افزار آن ArcGIS با قابلیت توسعه برنامه‌ای است. در این مقاله سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)[1] مبتنی بر نگرش تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره برای تهیه نقشه‌ی الگوهای شناخت مکان‌های توسعه مسکونی در شهر مشهد معرفی شده است. این روش ادغام دو روش تصمیم-گیری چند معیاره فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[2] و میانگین‌گیری وزن‌دار ترتیبی (OWA)[3] در محیط رستری GIS را شامل می‌شود. AHP-OWA، یک عملگر ترکیبی چند معیاره است که ماهیت آن به چندین پارامتر بستگی دارد و توسط کمیت‌سنج‌های مفهومی فازی نیز می‌تواند بیان شود. هدف از این نوشتار کمک به تصمیم‌گیری و دستیابی به درک بهتر از الگوهای دستیابی به گزینه‌های مناسب در ارتباط با مکان‌های بالقوه توسعه مسکونی در مشهد است. بر اساس روش انجام شده نقشه‌های مختلفی بر اساس قضاوتهای مختلف در ارتباط با پنج معیار(امکانات آموزشی،اورژانسی،تسهیلات رفاهی،آلودگی های صوتی و مراکز با خطرات آتش سوزی) در هفت سناریوی مختلف در طیفی از محدوده های مناسب تا نامناسب و هم‌چنین خوشبینانه و بدبینانه بین دو حالت At least one و All تهیه گردید.

واژگان کلیدی : مشهد، مجتمع‌های مسکونی، GIS

[1].Geographical information system
[2].Analytical Hierarchy Process
[3]. Ordered Weighted Averaging

Archive of SID

www.SID.ir

**مقدمه**

انسان در زندگی خود همواره با مسایلی روبروست که ناگزیر از تصمیم‌گیری است. تصمیم‌ها زندگی بشر را شکل می‌دهند و از طریق انتخاب‌ها و تصمیم‌گیری‌هاست که برنامه‌ریزی ها صورت می‌گیرد. دسترسی به خدمات، تسهیلات و امکانات رفاهی عاملی اساسی و مؤثردر ارزیابی مکان‌های بالقوه برای توسعه کاربری‌های مسکونی است(Knox,1980 & Senecal, 2002). در بسیاری از مناطق، طرح‌های شهری تضمین اینکه افراد حداقل برخی از سطوح دسترسی به امکانات بخش دولتی، از جمله مدارس، خدمات اورژانس و امکانات تفریحی را داشته باشند را فراهم می‌کنند. در آن واحد، یک عنصر اساسی از استراتژی مکان برای توسعه مسکونی، دوری از امکانات مضر ( به عنوان مثال، مکان‌های دفن زباله، مخازن گاز و کارخانه‌های صنایع شیمیایی) است(Meng,. & Malczewski, J 2011) .لازم به ذکر است که نتایج حاصل از ارزیابی دسترسی بستگی به نوع تعریف دسترسی دارد (Nicholls, S. 2001).در این مقاله تمرکز بر روی اندازه‌گیری دسترسی بر اساس توزیع مکانی امکانات مفید (به عنوان مثال، وجود امکاناتی نظیر بیمارستان، ایستگاه‌های آتش‌نشانی و مدارس) و امکانات مضر (مهلک) ( به عنوان مثال، مخازن گاز و نفت) مربوط به مکان‌های بالقوه بمنظور توسعه مسکونی است.

در زمینه توسعه مناطق مسکونی، یک مکان ممکن است دسترسی خوبی به برخی از امکانات (به عنوان مثال، مدارس) داشته باشد اما به سایر امکانات (مانند مراکز خدماتی) یا نزدیک به امکانات مضر نیز باشد. بنابراین، توسعه دهندگان مسکن باید مزایا و هزینه‌های دسترسی داشتن به امکانات مختلف را ارزیابی کنند. در این مطالعه، مناسب بودن زمین شامل ارزیابی، طبقه بندی و اولویت‌بندی مکان‌های بالقوه توسعه مسکونی بر اساس دسترسی آنها به امکانات مختلف است. این نوع از مسائل را می‌توان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) مبتنی بر فرآیند تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره (GIS-MCDA[4]) مورد ارزیابی قرار داد (Malczewski, J, 1999) .مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی معمولاً شامل مجموعه‌ای از موقعیت‌های مکانی است که می‌بایست بر اساس چند معیار مختلف ارزیابی شوند. پردازش‌ها و تجزیه و تحلیل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در GIS را می‌توان به منزله فرآیندی که داده‌های مکانی (نقشه‌ها) و مقادیر ارزیابی‌ها (اولویت‌ها و معیارهای تحلیل‌گران) را با هم ترکیب می‌کنند،

[4].Multicriteria Decision Analysis

Archive of SID

www.SID.ir

در نظر گرفت(Malczewski, 1999, 2006a) .GIS-MCDA به عنوان استدلالی از ترکیب و تبدیل کردن اطلاعات جغرافیایی مربوط به دسترسی به امکانات و مقادیر قضاوت تصمیم گیرنده‌ها برای بدست آوردن الگوی دسترسی به مکان‌های بالقوه توسعه مسکونی مطرح است. طی دهه‌ی اخیر، مسئله‌ی مکان‌یابی کاربری‌های مناسب بر حسب روش‌های ارزیابی چند معیاره در GIS، به طور فزاینده‌ای استفاده شده است. هم‌چنین روش‌های مرسوم تجزیه و تحلیل چند معیاره در GIS مانند عملگرهای همپوشانی بولین و روش‌های ترکیب خطی وزن‌دار(WLC)[5] در بسیاری از مسائل مکانیابی و ارزیابی کاربری‌های اراضی استفاده گردیده است(Malkzewski, 2004, Beedasy & Whyatt, 1999). این روش‌ها هم‌چنین با اصول میانگین‌گیری وزن‌دار ترتیبی (OWA) در کاربردهای مختلفی تلفیق شده است (Metczewski, et al, 2003, Malczewski&Rinner, 2005). نتایج حاصل از کاربرد روش‌های ارزیابی چند معیاره را که شامل عملگرهای همپوشانی بولین و ترکیبات خطی وزن دار می‌شوند را می‌توان با استفاده از روش میانگین‌گیری وزن‌دار ترتیبی (OWA) بهبود بخشید. روش‌های متعارف و سنتی OWA در بسیاری از کاربردهای مکانی در GIS استفاده شده است ( Calijuri, 2004, Makropoulos & butler, 2005).

در این مطالعه، دو قانون تصمیم گیری MCDA، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و میانگین‌گیری وزن‌دار ترتیبی (OWA) استفاده شده است. اهداف اصلی این مقاله عبارتند از: ۱- پیاده کردن روش AHP-OWA برای الگوهای دسترسی مکان‌های بالقوه توسعه مسکونی و تعیین زمین مناسب ۲- تولید چندین سناریو برای کشف چگونگی عدم قطعیت قضاوت تصمیم گیرندگان که بر روی خروجی MCDA می‌تواند تاثیر بگذارد.

این مقاله به شرح زیر سازماندهی شده است. در بخش ۲ مروری بر ادبیات روش‌هایAHP، OWA و AHP-OWA، بخش ۳ بررسی موردی از نقشه‌ی الگوهای دسترسی در زمینه توسعه مسکونی در مشهد و دربخش ۴ پیشنهادات. لازم بذکر است که با توجه به قابلیت‌های روش GIS-MCDA به منظور توسعه مجتمع های مسکونی در شهر مشهد در قالب ۷ سناریو ارایه شده است.به منظور وزن‌دهی شاخص‌ها و معیارها و مقایسه‌ی زوجی بین آنها با بهره‌گیری از نظرات کارشناسان و متخصصین حوزه شهرسازی و برنامه‌ریزی شهری مدلسازی جهت تعیین خروجی های مناسب انجام گرفت.

[5].Weighted Linear Combination

Archive of SID

www.SID.ir

## فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP و میانگین‌گیری وزن‌دارترتیبی OWA

### فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP

طی دهه‌ی گذشته یا پیش‌تر، تعدادی از قوانین تصمیم‌گیری MCDA از جمله ترکیب خطی وزن‌دار (WLC)، (Carver, S. 1991)، روش‌های نقطه ایده‌آل (Pereira & Duckstein. 1993) و AHP (Banai. 1993، عطایی،۱۳۸۹ ) در محیط GIS اجرا شده‌اند. در آغاز AHP به عنوان یک روش ساده، که به مردم در تصمیم‌گیری‌های پیچیده کمک کند، توسعه داده شده بود. اما بعدها، قدرت و سادگی AHP باعث پذیرش و کاربرد گسترده آن شد (Banai, R. 1993,Habibi, K et al, 2008).این فن را توماس.ال.ساعتی محقق عراقی الاصل در دهه ی ۷۰ میلادی بر اساس تحلیل مغز انسان برای مسائل پیچیده و فازی ارائه کرد (Saaty,1996). AHP، به عنوان یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره، از مقایسه دوبه‌دوی معیارها استفاده می‌کند تا به درجه‌بندی اولویت‌های مربوط به گزینه‌های مختلف برسد ( Saaty &Vagas, 1991). از روش AHP در مطالعات محیطی استفاده مختلفی می شود. فورمان (۱۹۸۳) باعث توسعه نرم افزاری این روش شد. از سوی دیگر Dai(2001) مطالعات برنامه ریزی شهری را در محیط GIS به کمک روش AHP انجام داد. رهنما و همکاران نیز از روش AHP به منظور اولویت‌بندی نقاط مسکونی در بافت‌های فرسوده شهری مشهد استفاده کردند (رهنما و همکاران، ۱۳۸۸). اشمولد و همکاران در سال ۲۰۰۱ اصول استفاده از این روش را در مطالعه منابع طبیعی بکار بردند. سرور (۱۳۸۲) با استفاده از روش AHP ، مکان یابی نقاط مختلف را از دیدگاه کاربری اراضی مورد بررسی قرار داد و مارینون (۲۰۰۴) نیز با استفاده‌های قابل توجهی از روش AHP در مطالعات محیطی و به کمک نرم افزار ArcGIS ارائه نمودند. اولین گام در AHP تجزیه یک مسئله خاص به سلسله مراتبی است که متشکل از همه عناصر ضروری مسئله باشد. در ساختن یک سلسله مراتب، هدف نهایی از تجزیه و تحلیل تصمیم-گیری در سطح بالا قرار دارد. سپس سلسله مراتب از هدف کلی به عناصر مشخص‌ترمسئله پایین می‌آید ( به عنوان مثال، اهداف، شاخص ها و گزینه‌ها) . در این مطالعه ۴ سطح ساختار سلسله مراتب توسعه داده شده است. گام دوم در AHP تولید وزن‌های هدف (Objective) و شاخص ها (Attribute) با استفاده از روش مقایسه زوجی ( دو به دو) است. روش مقایسه زوجی یک مقیاس اصولی با مقادیر فرد از ۱ تا ۹ برای اولویت‌دهی نسبی دو عنصر سلسله مراتب به کار می‌گیرد. در صورت نیاز مقادیر میانه (۲، ۴، ۶ و ۸) بین دو شدت مجاور می‌تواند استفاده شود. ماتریس مقایسه زوجی به صورت زیر است: $A = [a_{pq}]_{n*n}$ که $a_{pq}$ درجه (رتبه) مقایسه زوجی بین خصوصیت p و خصوصیت q است. معکوس ماتریس A به صورت $a_{qp} = a_{pq}^{-1}$ و همه عناصر قطر اصلی $a_{pq} = 1$ برای $p = q$ است. با توجه به ویژگی معکوس مفروض، فقط $n(n-1)/2$ حالت مقایسه زوجی برای یک ماتریس n*n نیاز می‌باشد. هنگامی‌که ماتریس مقایسه

Archive of SID

www.SID.ir

زوجی حاصل شد، اولویت‌ها خلاصه می‌شوند به طوری که هر عنصر از ساختار سلسله مراتب می‌تواند یک اهمیت نسبی را تعیین کند. این می‌تواند بوسیله محاسبه یک مجموعه از وزن‌ها حاصل شود $w_j$ = $[w_1, w_2,\ldots, w_n]$ که $j = 1,2,\ldots n$.

محاسبه وزن‌ها شامل دو گام است: ۱) ورودی‌ها در ماتریس A که نرمالیزه شده‌اند ( به عبارت دیگر، هر عنصر از ماتریس بر مجموع ستون آن تقسیم می‌شود )، ۲) مقدار میانگین وزن‌های نرمال شده بوسیله تقسیم مجموع ورودی‌ها در هر سطر از ماتریس نرمال شده بر تعداد عناصر در آن سطر محاسبه می‌شود.

بعد از تعیین اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر نباید نرخ سازگاری معیارها (CR) از ۰/۱ بیشتر باشد، که CR از تقسیم شاخص سازگاری (CI) بر متوسط شاخص سازگاری (RI) محاسبه می‌شود، یعنی $CR = \frac{CI}{RI}$، که RI شاخص تصادفی است. واگنر (۲۰۰۲) شاخص سازگاری به عنوان میانگین استحکام ماتریس‌های مربعی از مرتبه‌های مختلف که با مقادیر کاملاً تصادفی مقدار دهی شده بودند، مقدار دهی کرد. مقدار CI از معادله (۱) قابل محاسبه است.

رابطه شماره ۱ :

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1}$$

که در آن $\lambda_{max}$ بزرگترین مقدار ویژه ماتریس اولویت بندی و n، مرتبه ماتریس است. اگر نسبت استحکام از مقدار "۰/۱" تجاوز کند، نیاز به بازنگری در ماتریس مقایسه است.

آخرین گام AHP بدست آوردن درجه (نمره) اولویت کلی برای هر گزینه (Alternative) است. درجه اولویت کلی $R_i$ برای i امین گزینه با کمک معادله زیر محاسبه می‌شود.

رابطه شماره ۲ :

$$R_i = \sum_{j=1}^{n} w_j x_{ij}$$

که در آن $w_j$ وزن‌های تجمیع شده مرکب از اهداف و وزن‌های شاخص ها است. وزن‌ها بوسیله ضرب ماتریس وزن‌های نسبی در هر سطح از سلسله مراتب محاسبه می‌شوند. $x_{ij}$ مقدار خصوصیت استاندارد شده برای i امین گزینه است.

### میانگین‌گیری وزن‌دار ترتیبی OWA

اگر چه AHP به طور گسترده استفاده می‌شود، اما یکی از مسائل عمده‌ی AHP ناتوانی آن در مقابله با عدم قطعیت در تصمیم گیری قضاوت کننده است (Deng, H. 1999). برای غلبه بر این ضعف AHP،

Archive of SID

www.SID.ir

میانگین‌گیری وزن‌دار ترتیبی (OWA) در ترکیب باAHP برای تعیین بهترین گزینه استفاده می-شود. OWA از خانواده‌ی عملگرهای ترکیبی چند معیاره است (Yager, R. R. 1988). OWA یک افزونه (Extension) و تعمیم است که دو کلاس اساسی از قواعد تصمیم‌گیری در GIS را بهبود می‌دهد: عملگرهای همپوشانی بولین و روش‌های WLC.

OWA مفهوم جدیدی را شامل می‌شود: وزن‌های ترتیبی ($V_j, j = 1,2,\ldots,n$) که از وزن‌های شاخص ها ($w_j, j =1,2,\ldots,n$) متفاوت است. وزن خصوصیت $w_j$برای j امین خصوصیت نقشه برای همه مکان-هاتعیین می‌شود که نشان‌دهنده اهمیت نسبی خصوصیت بر طبق اولویت‌های تصمیم گیرنده است (بخش ۱-۲). وزن‌ها بر اساس موقعیت مکانی سلول‌های لایه‌ها و نقشه‌ها اختصاص‌دهی می‌شوند. بدین معنی که تمامی سلول‌هایی که در یک موقعیت در چند نقشه خصوصیت قرار گرفته‌اند دارای وزن‌های ترتیبی یکسان خواهند بود. بنابراین در یک نقشه، همه‌ی سلول‌ها دارای یک وزن خصوصیت مشترک هستند اما وزن ترتیبی آنها متفاوت خواهد بود. اصل مهم در فرآیند OWA روش بدست آوردن وزن‌های ترتیبی است. چندین روش برای بدست آوردن وزن‌های ترتیبی وجود دارد (Yager, R.R. 1997). در این مطالعه روش کمیت‌سنج مفهومی فازی استفاده گردید (Zadeh, L.A. 1983). مفهوم کمیت سنج فازی به ما اجازه تبدیل زبان گفتاری به شکل فرمول‌های ریاضی را می‌دهد. دو دسته عمده از کمیت‌سنج‌های مفهومی شامل کمیت‌سنج‌های مفهومی مطلق و کمیت‌سنج‌های مفهومی نسبی وجود دارند. کمیت‌سنج‌های مفهومی مطلق به صورت یک زیرمجموعه از بازه $[0, +\infty]$ می‌تواند تعریف شود. آنها می‌توانند برای نشان دادن اصطلاحات مفهومی نظیر "حدود۴" یا "بیشتر از۱۰" استفاده شوند. کمیت‌سنج‌های مفهومی نسبی بدقت نسبت‌ها (شاخص ها) غیردقیق را بازگو می‌کنند، مانند "اغلب"، "تعداد زیادی"، "اندکی"، "تقریباً"، "همگی"، حدود ۶۰ درصد" و غیره هستند (Yager, 1996).کمیت‌سنج مفهومی فازی به صورت زیرمجموعه‌های فازی در سرتاسر بازه واحد متناسب با توصیه فازی، از قبیل: همه معیارها باید صادق باشند( به اختصار، "ALL" )، بیشترین معیارها باید صادق باشند (به اختصار، "Most")، بسیاری از معیارها باید صادق باشند ( به اختصار، "Many")، نیمی از معیارها باید صادق باشند ( به اختصار، "Half")، برخی از معیارها باید صادق باشند ( به اختصار، "Some")، کمی از معیارها باید صادق باشند (به اختصار،"Few") و حداقل یکی از معیارها باید صادق باشد (به اختصار،"At Least one"). در این مقاله، کمیت‌سنج‌های یکنواخت افزایشی منظم استفاده شده است (Yager, R.R. 1997). اگر"Q" را

Archive of SID

www.SID.ir

کمیت‌سنج مفهومی (به طور مثال، "Most") در نظر بگیریم، می‌تواند در یک زیرمجموعه فازی در سرتاسر بازه واحد [0,1] نشان داده شود، که برای هر p در بازه واحد، درجه عضویت $Q_{(p)}$ سازگاری p با مفهوم نشان داده شده بوسیله Q را نمایان می‌سازد. مثلاً اگر عبارت مفهومی Q برابر با "اکثراً" در نظر گرفته شود و Q(0.95) = 1 پس می‌توان گفت که ۹۵٪ کاملاً با عبارت مفهومی "اکثراً" سازگاری دارد و اگر Q(0.60) = 0.75 به این معنی است که ۶۰٪ فقط با مفهوم "اکثراً" سازگاری دارد. به طور دقیق نمی-توان بیان کرد که کدام یک از انواع کمیت‌سنج‌های مفهومی برای ارزیابی چند معیاره مناسب‌ترند (Malczewski, 2006a). برای مشخص کردن کمیت‌سنج، ما یکی از روش‌هایی راکه اغلب مورد استفاده برای تعریف یک زیر مجموعه پارامتر روی بازه واحد قرار می‌گیرد را به کار می‌بریم: $Q_{(p)}= p^{\alpha}$, $\alpha>0$(Yager,. 1996). وزن‌های ترتیبی می‌تواند از وزن‌های خصوصیت با استفاده از معادله (۳) به صورت زیر استنتاج شود: (Yager, 1997 & Malczewski, 2006).

رابطه شماره ۳ :

$$v_j = \left(\sum_{k=1}^{j} u_k\right)^{\alpha} - \left(\sum_{k=1}^{j-1} u_k\right)^{\alpha}$$

که $u_k$ وزن jامین خصوصیت($w_j$)، که دوباره مرتب شده است، $0 \le vj \le 1$ و $\sum_{j=1}^{n} v_j = 1$.

پارامتر α با یک مجموعه از وزن‌های ترتیبی مرتبط می‌شود. با تغییر پارامتر α، شخص می‌تواند انواع مختلفی از کمیت‌سنج‌های مفهومی و وزن‌های ترتیبی همبسته، بین دو حالت حد نهایی از کمیت‌سنج‌های "At Least one" و "All"را تولید کند. با مجموعه‌های مختلف وزن‌های ترتیبی، شخص یک دامنه گسترده از عملگرهای OWA را می‌تواند تولید کند، که اغلب شامل روش‌های ترکیب نقشه بر اساس WLC:GIS، ترکیب هم‌پوشانی بولین OR و AND. عملگرهای AND و OR حالت‌های نهایی از OWA و آنها با عملگرهای MIN (اشتراک) و MAX (اجتماع) به ترتیب متناسب هستند ( جدول ۱). وزن‌های ترتیبی با اندازه‌گیری ORness و trade-off مرتبط می‌شوند ( Jiang, H. & Eastman, J.R. 2000). این اندازه‌ها مقادیری در بازه "صفر" تا "یک"را می‌گیرند. ORness درجه‌ی یک عملگر OWA که شبیه به OR منطقی است را بر حسب رفتار ترکیبی آن نشان می‌دهد. اندازه trade-off می‌تواند به عنوان درجه پراکندگی وزن‌های ترتیبی تفسیر شود، هم‌چنین برای اندازه‌گیری میزان جبران کنندگی

Archive of SID

www.SID.ir

معیارها استفاده می‌شود و نشان‌دهنده میزان جبران شوندگی معیاری ناکارآمد با سایر معیارهای در نظر گرفته شده است. اندازه "صفر" برای trade-off مبین عدم وجود جبران کنندگی میان معیارها و "یک" نشاندهنده جبران کنندگی کامل است ( Malczewki, 2006b).با داشتن وزن‌های خصوصیت ($w_j$)، مقادیر خصوصیت ($x_{ij}$) و پارامتر $\alpha$، کمیت‌سنج مفهومی هدایت شده‌یOWA با استفاده از معادله زیر می‌تواند تعریف شود:

رابطه شماره ۴:

$$OWA_i = \sum_{j=1}^{n}\left(\left(\sum_{k=1}^{j} u_k\right)^{\alpha} - \left(\sum_{k=1}^{j-1} u_k\right)^{\alpha}\right) z_{ij}$$

$i = 1,2,\ldots,m$ ، $z_{i1} \geq z_{i2} \geq \ldots \geq z_{in}$ که از دوباره مرتب کردن مقادیر خصوصیت $x_{i1},x_{i2},\ldots,x_{in}$ حاصل می‌شود.

**جدول شماره۱- کمیت‌سنج‌های مفهومی انتخاب شده و پارامترهای $\alpha$ متناظر (Meng, et al. 2011)**

| استراتژی‌های تصمیم گرفتن | OR-ness | Trade-off | روش ترکیب | وزنهای($v_j$) OWA | کمیت‌سنج (Q) | α |
|---|---|---|---|---|---|---|
| به شدت خوشبینانه | 1 | 0 | Logic "OR"(MAX) | $V_1$=1,$v_j$=0 for other | At least one | α→0 |
| خیلی خوشبینانه | ❋ | ❋ | ❋ | ❋ | Few | α =0.1 |
| خوشبینانه | ❋ | ❋ | ❋ | ❋ | Some | α =0.5 |
| خنثی | 0.5 | 1 | WLC | $V_j$=1/n for all j | Half | α =1 |
| بدبینانه | ❋ | ❋ | * | ❋ | Many | α =2 |
| خیلی بدبینانه | ❋ | ❋ | ❋ | ❋ | Most | α =10 |
| به شدت بدبینانه | 0 | 0 | Logic "AND"(MIN) | $v_n$=1,$v_j$=0 for other | All | α→∞ |

توجه:"❋" حالت وابسته است (معادله ۲)

## روش AHP-OWA

دو روش، AHP و کمیت‌سنج مفهومی هدایت شده‌یOWA، تلفیق شده و در محیط ArcGIS اجرا گردیده است (Boroushaki,S. &Malczewski,J. 2008). در روش AHP-OWA، AHP یک ابزار کلی برای ایجاد ساختار سلسله مراتب در مساله تصمیم‌گیری مکانی، تجزیه و تحلیل و اولویت دادن به هر گزینه است. فرآیند اولویت‌دهی در AHP از ترکیب خطی وزن‌دار ساده(WLC)برای محاسبه مقادیر هر کدام از گزینه‌ها استفاده می‌کند. عملگرهای کمیت‌سنج مفهومی هدایت شده‌ی OWAیک چارچوب کلی برای انجام پردازش‌هایی مانند AHP فراهم می‌کند(Yager,R.R.&Kelman,A. 1999).

Archive of SID

www.SID.ir

در روش AHP-OWA، کاربران در ابتدا خواهان استفاده از روشAHP برای: ۱) ساخت ساختار سلسله مراتب ۲) بدست آوردن وزن‌ها برای اهداف و شاخص هابوسیله انجام مقایسه زوجی. سپس کمیت‌سنج مفهومی هدایت شده‌ی OWA برای حمایت از تصمیم‌گیری کاربران استفاده می‌شود. این مرحله شامل سه گام اصلی می‌شود: تعیین کمیت‌سنج مفهومی Q، ۲) ایجاد یک مجموعه از وزن‌های ترتیبی مرتبط با Q و ۳) محاسبه درجه کل برای هر گزینه با استفاده از کمیت‌سنج مفهومی هدایت شده‌ی OWA (معادله ۳).

## بررسی موردی

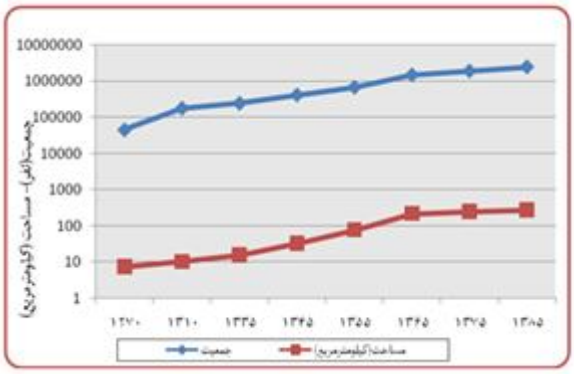
### شهر مشهد

مشهد دومین کلان‌شهر ایران و بزرگترین شهر مذهبی کشور به برکت وجود شریف مرقد هشتمین امام شیعیان، دارای سابقه ۱۲۰۰ ساله است (امام، ۱۳۲۷ :۴۳). این شهر در ۳۶ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی نسبت به مبداء گرین ویچ واقع شده است (رضوانی ، ۱۳۸۴، ۲۷)، جمعیت آن در سال ۱۳۸۵حدود ۲۵۲۷۰۰۰ نفر بوده است. (سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری مشهد، ۱۳۸۶: ۹-۶). مساحت شهر مشهد در سال ۱۳۸۵ در حدود ۳۰۰۰۰ هکتار می‌باشد ( مهندسین مشاور فرنهاد، ۱۳۸۷، ۵۲ ).این شهر طی سی ساله اخیر به یک کلان‌شهر با رشد ناموزون و نامتعادل تبدیل شده است. جمعیت این شهر در دوره ۸۵-۱۳۵۵ با رشدی معادل ۸ درصد از ۲۴۰۰۰۰ نفر به ۲۴۲۷۰۰۰ نفر افزایش یافته است (نمودار ۱و۲). در این دوره هم‌زمان با افزایش جمعیت، کالبد شهر نیز به طور بی رویه‌ای، با گسترش متوسط سالانه معادل ۱۰,۳ درصد از ۷۸۰۰ هکتار به ۳۰۰۰۰ هکتار رسیده است. در فاصله سال های ۱۳۳۵ تا ۱۳۸۵، تراکم ناخالص جمعیت شهر از ۱۵۰ نفر در هکتار به تراکم ناخالص ۸۱ نفر در هکتار رسیده است. از مقایسه این ارقام روشن می‌شود که توسعه کالبدی شهر مشهد همواره از رشد جمعیت آن پیشی گرفته است. بطوریکه حداقل ۲۱ درصد از این توسعه کالبدی حاصل توسعه بی رویه و رشد خود به خودی بوده است. یعنی طی سی سال، حدود ۶۳۰۰ هکتار و بطور میانگین سالانه حدود ۲۱۰ هکتار بیش از مساحت لازم برای استقرار جمعیت، به مساحت شهر افزوده شده و این روند تاکنون ادامه داشته است. هماهنگ بودن آهنگ رشد جمعیت و افزایش میزان مساحت شهر که ناشی از افزایش میزان جمعیت شهر می‌باشد در توسعه و گسترش شهر بسیار حایز اهمیت می‌باشد. بر این اساس در شکل‌های زیر روند تغییرات جمعیتی و گسترش فیزیکی شهر مشهد طی سال‌های مختلف (۱۳۸۵-

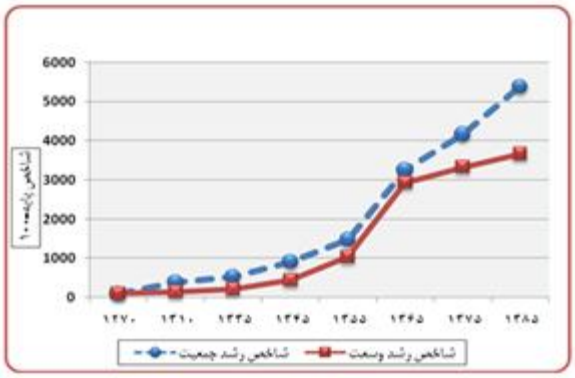
Archive of SID

www.SID.ir

۱۲۷۰) نشان داده شده است. مشاهده می‌گردد که آهنگ رشد جمعیت و گسترش فیزیکی شهر مشهد از یک روند و آهنگ تقریباً یکنواختی در سال‌های مختلف برخوردار است (رهنما، خسروی، ۱۳۸۷: ۵۳). بدون شک توسعه مسکونی متراکم در فضاهایی از شهر که پتانسیل مناسب برای توسعه مسکونی را دارند می‌تواند کمک زیادی در کاهش هزینه‌های زیرساختی و خدمات رسانی شهرها داشته باشند.




**شکل شماره۱- مقایسه رشد جمعیت و مساحت شهر مشهد(۱۳۸۵-۱۲۷۰)**

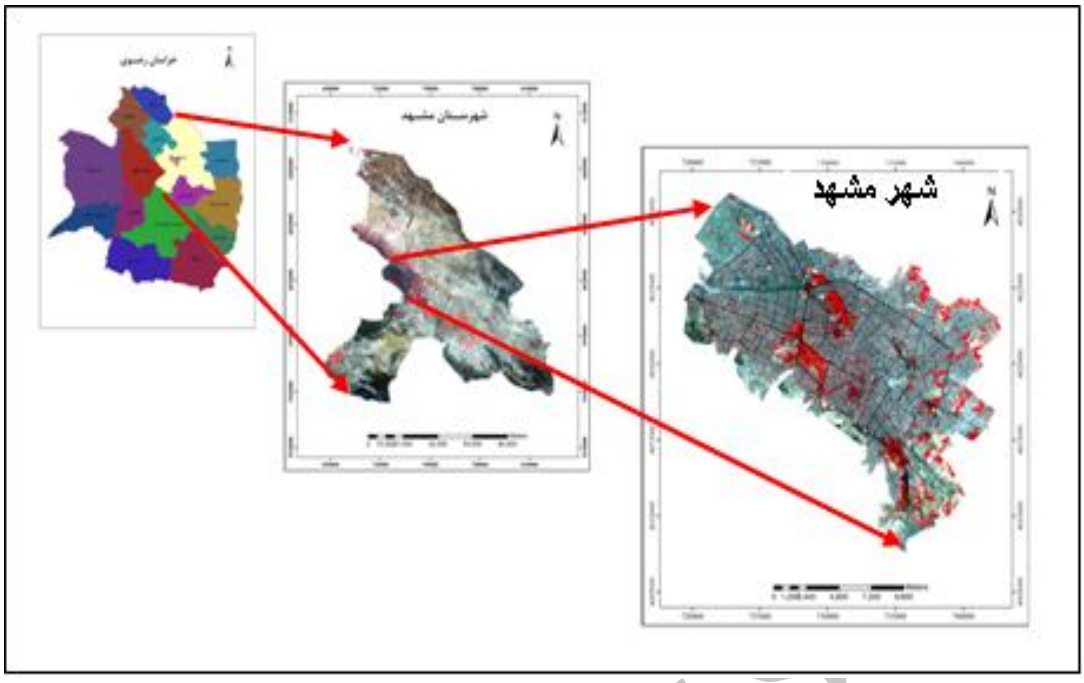



**شکل شماره ۲- مقایسه شاخص رشد جمعیت و مساحت شهر مشهد(۱۳۸۵-۱۲۷۰)**

محدودیت‌های توسعه شهری و افزایش هزینه‌های خدمات رسانی توسط دستگاه شهرداری بویژه در کلانشهرهایی مانند مشهد نیازمند هدایت شهر به سمت ایده شهر فشرده است و بهره‌گیری از تمام ظرفیت‌های موجود در جهت افزایش مجتمع‌های مسکونی و متراکم تر یکی از راههای دستیابی به این هدف‌هاست.

Archive of SID

www.SID.ir




**شکل شماره۳- منطقه مورد مطالعه**

**داده‌ها**

به منظور ارزیابی و استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره لازم است ابتدا معیارها و شاخص‌های مورد نیاز شناسایی و داده‌های لازم (نقشه‌ها و اطلاعات توصیفی) تهیه و آماده شوند. در این تحقیق داده‌ها در قالب ۱۰ شاخص در ۵ معیار مختلف دسته‌بندی شد و با استفاده از بسته نرم افزاری Spatial Analyst در ArcGIS از قالب اولیه (Shape) به ساختار رستری به منظور بکارگیری در مدل‌ها ارزش گذاری شدند.

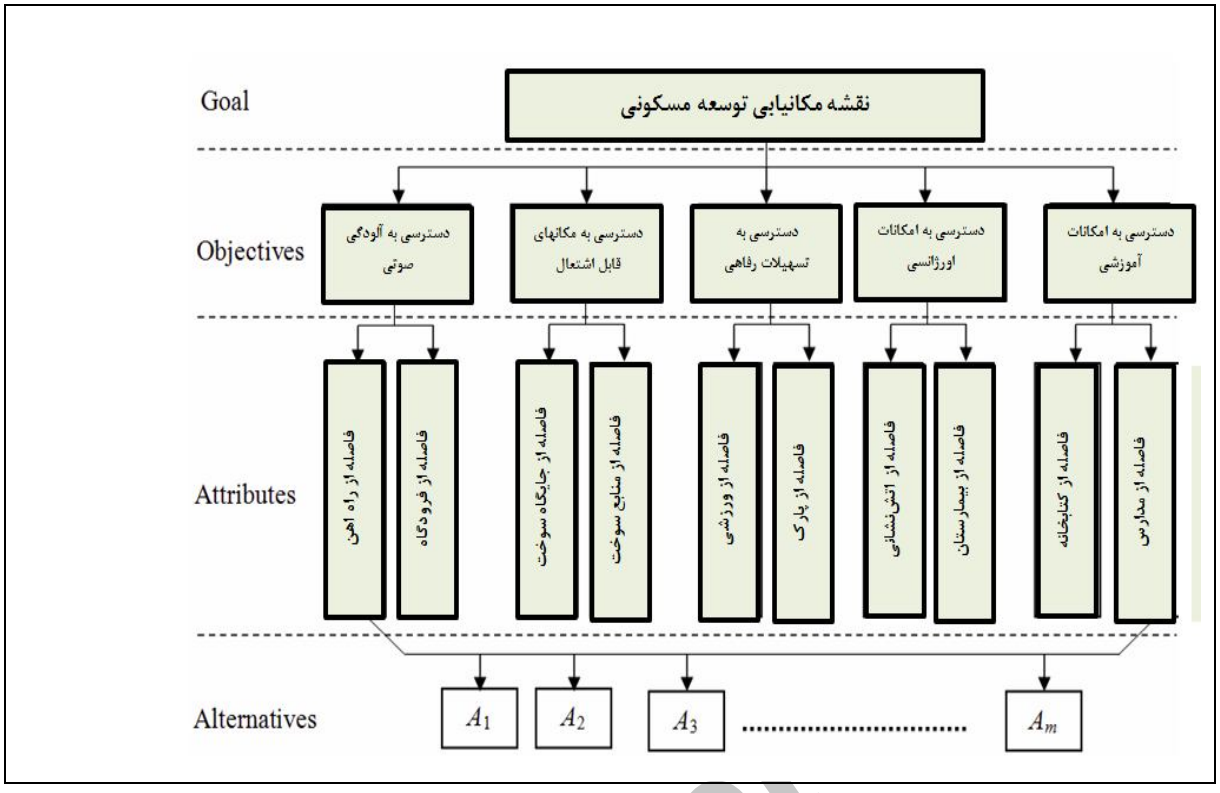
**ساختار سلسله مراتب مسأله**

به منظور بررسی سطوح دسترسی به مکان‌های توسعه مسکونی، اهداف (Objectives) موارد زیر را شامل می‌شود:

۱-دسترسی به امکانات آموزشی ۲- دسترسی به امکانات اورژانسی ۳- دسترسی به تسهیلات رفاهی ۴- دسترسی به مکان‌های قابل اشتعال و ۵- دسترسی به آلودگی صوتی (پر سروصدا).(شکل۴).

Archive of SID

www.SID.ir



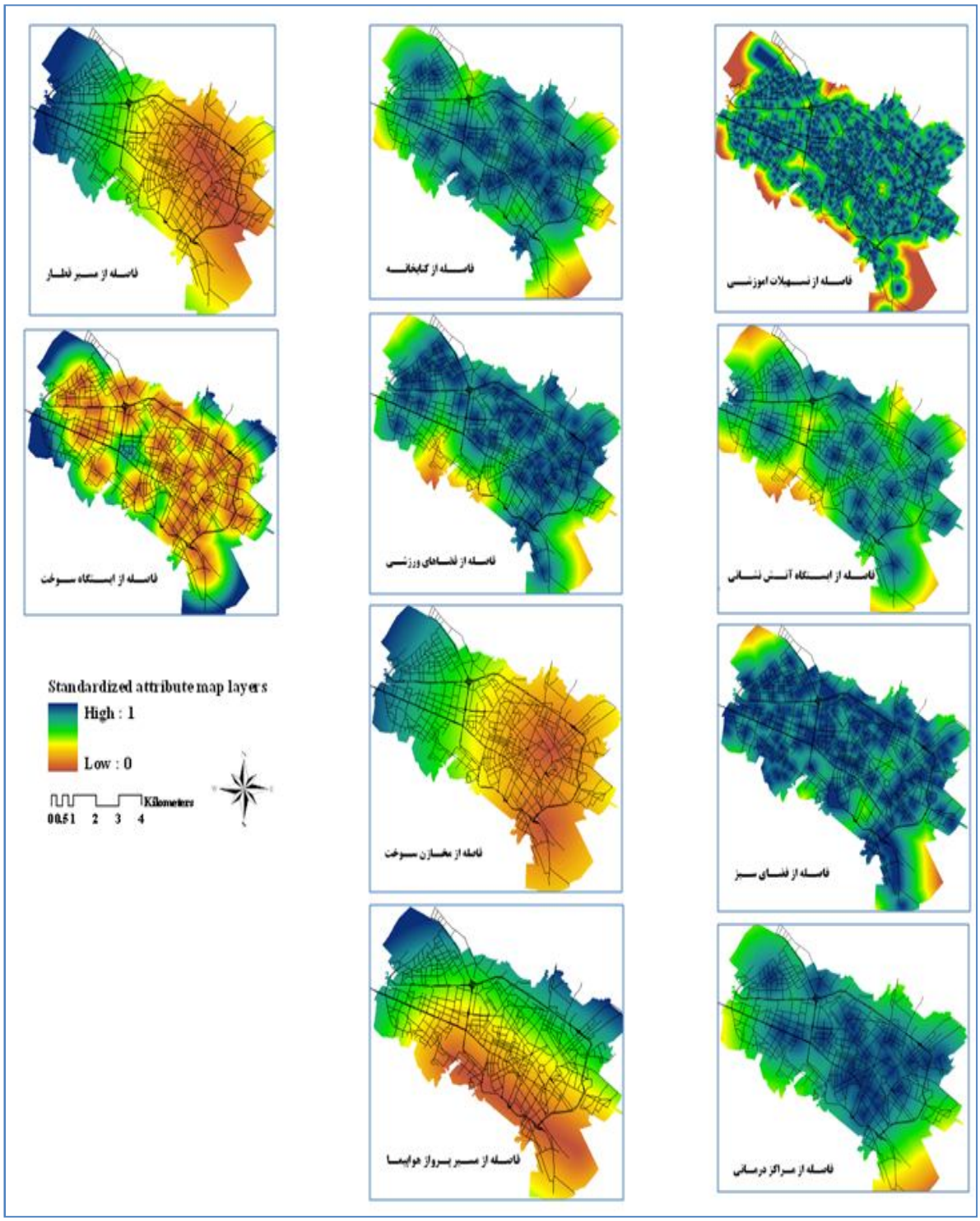

**شکل شماره٤- ساختار سلسله مراتبی معیارها در مدل**

### استانداردسازی معیارها

با توجه به وجود معیارهای مختلف لازم شد تا جهت یکسان‌سازی ارزش نسبی هر یک از مقادیر نقشه‌ها استانداردسازی شوند که در تعدادی از لایه‌ها با توجه به ماهیت منفی و نامناسب آنها بیشینه‌سازی و در معیارهای مثبت کمینه‌سازی ارزش‌گذاری انجام شود که نمایش آن را می‌توان در نقشه‌های زیر مشاهده نمود.

Archive of SID

www.SID.ir




**شکل شماره ۵ –استاندارد سازی دسترسی مجتمع های مسکونی به انواع تسهیلات مفید و مضر**

## وزن معیارها

با توجه به نقشه شاخص‌های استاندارد شده، یکی از ورودی‌های کلیدی برای روش AHP-OWA مجموعه‌ای از وزن‌های معیار است، به عبارت دیگر، وزن‌های اختصاص یافته به نقشه‌ی شاخص‌ها

www.SID.ir

(Attribute) و اهداف (Objective) می‌باشد. وزن‌ها با استفاده از روش مقایسه زوجی استنتاج شده است (Saaty, 1980). این روش نیاز به یک کارشناس برنامه ریزی شهری دارد که بهترین قضاوت‌ها را در رابطه با نسبت اهمیت اهداف و شاخص هاارائه کند. یک پرسشنامه با کمک کارشناسان مورد استفاده قرار گرفت. این پرسشنامه شامل اطلاعات زیر بود: تعریف وزن‌های اهداف و شاخص ها در زمینهMCDA، مقیاسی برای نسبت قضاوت، و یک مجموعه سوال در مورد نسبت‌های اهمیت برای زوج-های اهداف و شاخص‌ها که براساس مقیاس‌های جدول۲ استفاده گردید.

**جدول شماره۲- مقیاس برای مقایسه زوجی (Saaty, 1980)**

| توصیف | شدت اهمیت |
|---|---|
| اهمیت مساوی | ۱ |
| اهمیت متوسط یک فاکتور بر دیگری | ۳ |
| اهمیت قوی یا اساسی | ۵ |
| اهمیت خیلی قوی | ۷ |
| اهمیت خیلی زیاد | ۹ |
| مقادیر میانه | ۲,۴,۶,۸ |
| مقادیر معکوس مقایسه | معکوس |

با توجه به مقیاس ۱ تا ۹، یک سری از انواع سوالات زیر پرسیده شده بود: نسبت اهمیت C1 به C2 چیست؟ سوالات نسبت در هر یک از دو سطح سلسله مراتب پرسیده شده است: سطح اهداف و سطح شاخص ها( بین جفت شاخص ها مرتبط با اهداف داده شده). در سراسر فرآیند ارزیابی، به متخصص فرصت دوباره بررسی کردن مقایسه زوجی داده شده بود، وزن‌ها دوباره محاسبه و سازگاری قضاوت متخصص بررسی می‌شود. پس از بحث و تجزیه و تحلیل دقیق مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی، برنامه‌ریز اهمیت نسبی ۵ هدف و ۱۰ شاخص را بوسیله مقایسه زوجی در هر سطح از سلسله مراتب نشان داد. دسترسی به امکانات آموزشی، رفاهی و اورژانسی و امکانات قابل اشتعال و امکانات آلودگی صوتی (پرسروصدا) از جمله این شاخص‌هاست (جدول ۳).

**جدول شماره ۳- ماتریس مقایسه زوجی و وزن‌های ۵ هدف**

| | امکانات آموزشی | امکانات اورژانسی | امکانات رفاهی | امکانات قابل اشتعال | آلودگی صوتی | وزن‌ها |
|---|---|---|---|---|---|---|
| امکانات آموزشی | ۱ | ۰/۳۳ | ۰/۵ | ۷ | ۸ | ۰/۱۷۱ |
| امکانات اورژانسی | ۳ | ۱ | ۱ | ۶ | ۷ | ۰/۳۷۸ |
| امکانات رفاهی | ۲ | ۱ | ۱ | ۵ | ۷ | ۰/۳۴۷ |
| امکانات قابل اشتعال | ۰/۱۴۳ | ۰/۱۶۷ | ۰/۲ | ۱ | ۲ | ۰/۰۵۹ |
| آلودگی صوتی | ۰/۱۲۵ | ۰/۱۴۳ | ۰/۱۴۳ | ۰,۵ | ۱ | ۰/۰۴۵ |

توجه: نرخ سازگاری، CR = 0.079< 0.1

Archive of SID

www.SID.ir

### ترکیب کمیت‌سنج مفهومی هدایت شده‌ی OWA

بوسیله کمیت‌سنج‌های مختلف در فرآیند AHP-OWA می‌توان نتایج متفاوتی تولید کرد. در واقع می‌توان تعداد بسیار زیادی از نتایج ارزیابی با تغییر پارامتر $\alpha$ مرتبط با کمیت‌سنج مفهومی بدست آورد. هفت کمیت‌سنج مفهومی در ارتباط با هدف نهایی و پنج هدف (Objectives) وجود دارد، بنابراین، به طور نظری ۷(۱+۵) سناریوی ارزیابی گزینه (Alternative) برای این مطالعه موردی می‌تواند تولید شود. به منظور اجرای مدل یک انتخاب از هفت کمیت سنج مفهومی برای هر پنج هدف تعیین شد: "Many" برای دسترسی به امکانات آموزشی، "All" برای دسترسی به امکانات اورژانسی، "Many" برای دسترسی به امکانات رفاهی، "Most" برای دسترسی به امکانات قابل اشتعال و"All" برای دسترسی به امکانات آلودگی صوتی اختصاص داده شدند. با توجه به مشخص بودن وزن‌ها برای اهداف و شاخص ها و کمیت‌سنج‌های مفهومی برای همه اهداف، کمیت‌سنج‌های مفهومی فازی ("At Least one"، "Few"، "Some"، "Half"، "Many"، "Most" و "All") برای هدف تصمیم‌گیری در بدست آوردن مجموعه-ای از نتایج ارزیابی دسترسی به کار گرفته شد.(شکل۶).

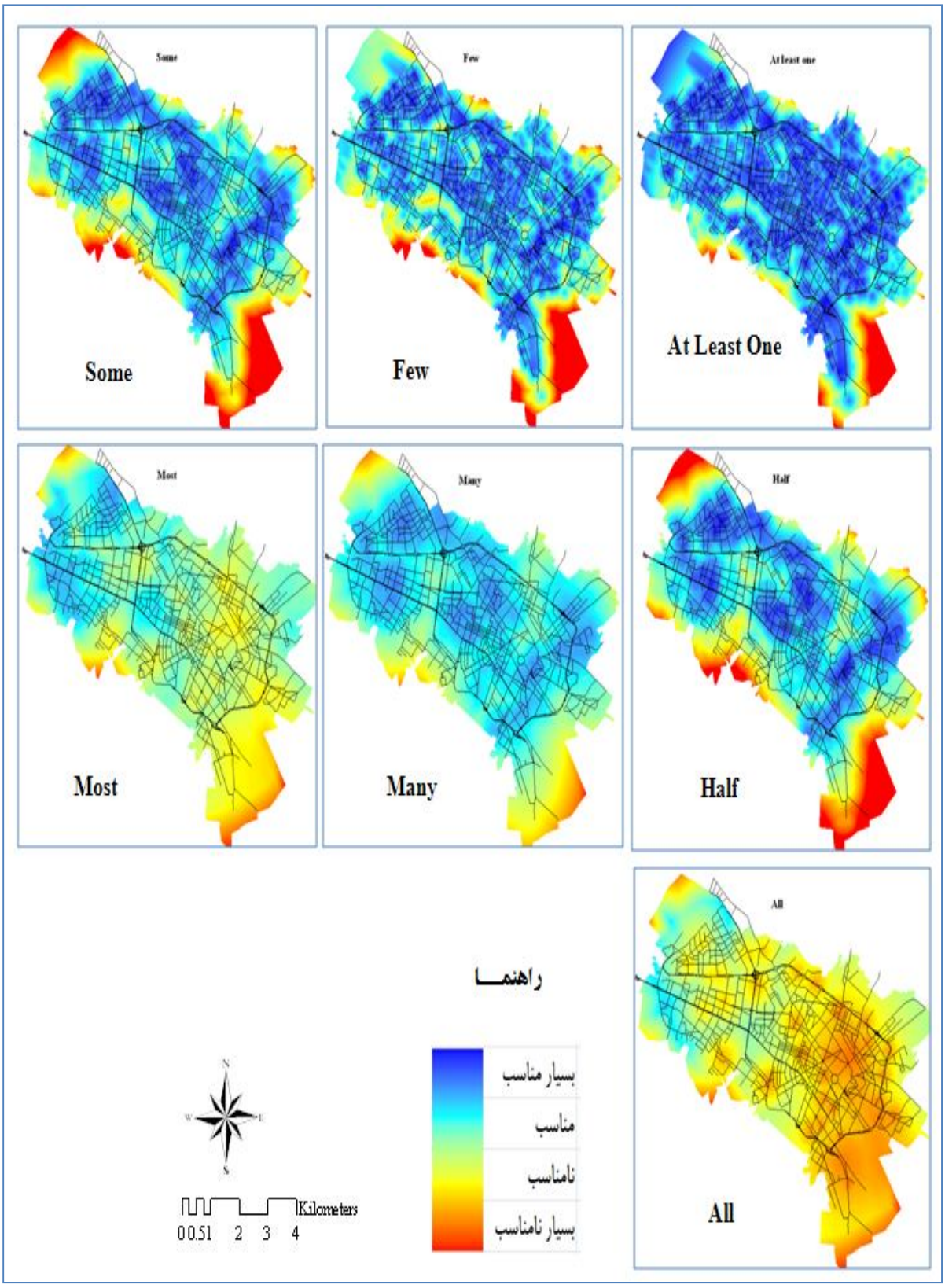
به عبارت دیگر، این سناریوها تحت این فرض توسعه داده شده است که فقط کمیت‌سنج مفهومی مرتبط با هدف تصمیم‌گیری مساله تغییر می‌کند.کمیت‌سنج‌های مفهومی با استراتژی‌های تصمیم‌گیری زیر رابطه دارند: بشدت خوش‌بینانه، خیلی خوش‌بینانه، خوش‌بینانه، خنثی، بدبینانه، خیلی بدبینانه و به شدت بدبینانه (جدول ۱). همانطور که اشاره شد، رویهم رفته مناسب بودن مکان برای توسعه مسکونی بر اساس سطوح دسترسی، در این مطالعه تعیین گردید. در نتیجه، مقادیر OWA دوباره در ۴ طبقه کلاسه بندی شدند( جدول ۳).

جدول شماره ٤- دسته بندی تناسب اراضی بر اساس ارزش‌های OWA

| طبقه | توضیحات | مقدار OWA |
|---|---|---|
| بسیار مناسب | زمین محدودیتی برای توسعه این کاربری ندارد | ۱-۰/۷۵ |
| مناسب | زمین دارای محدودیت نسبتاً شدیدی است | ۰/۷۵-۰/۵ |
| نامناسب | زمین برای کاربری داده شده محدودیت شدیدی دارد | ۰/۵-۰/۲۵ |
| بسیار نامناسب | زمین برای توسعه مناسب نیست و با گذشت زمان احتمال برطرف شدن محدودیت‌ها را دارد | ۰/۲۵-۰ |

Archive of SID

www.SID.ir




شکل شماره ٦- نقاط مناسب برای توسعه مجتمع های مسکونی بر اساس مدل تحلیلAHP-OWA و کمیت‌سنج‌های مفهومی

www.SID.ir

## نتایج

مقایسه یک به یک نقشه‌ها در شکل۶ نشان می‌دهد که افزایش مقدار α با کاهش درجه خوش‌بینی دارای رابطه است. هم‌چنین نشان می‌دهد که به تدریج وزن‌های ترتیبی پایین و پایین‌تر به مقادیر بالاتر شاخص‌ها اختصاص داده می‌شوند، در حالیکه وزن‌های ترتیبی بالا و بالاتر به مقادیر پایین شاخص‌ها با توجه به مکان معین اختصاص داده می‌شوند. به عنوان یک نتیجه، اندازه نواحی مناسب برای توسعه مسکونی بتدریج کمتر و کمتر می‌شود.

اصطلاح مفهومی "At Least one" (α→0) و نقشه خروجی آن، استراتژی به شدت خوش‌بینانه را نشان می‌دهد. بر اساس این استراتژی، تصمیم گیرنده خواهان گرفتن بالاترین ریسک در شناسایی بهترین مکان-ها برای توسعه مسکونی است. این سناریو بالاترین مقدار (ارزش) ممکن در هر مکان را انتخاب می‌کند. به عبارت دیگر، تصمیم‌گیری می‌تواند بر اساس نگرش خوشبینانه باشد که بوسیله بهترین نتایج ممکن نشان داده می‌شود. بر اساس این سناریو، نتایج روش AHP-OWA نشان می‌دهدکه بیشتر نواحی مشهد در حالت مناسب و بسیار مناسب قرار دارد. زمانی که α به صفر نزدیک می‌شود، ۵۹/۹ درصد از مساحت مشهد بوسیله مکان‌های بسیار مناسب،۳۱ درصد از مساحت مناسب و فقط ۲/۳۹ درصد مساحت بسیار نامناسب برای توسعه مسکونی پوشش داده می‌شود.

اصطلاح مفهومی "Few" (α =۰/۱) و "Some" (α =۰/۵) به ترتیب متناظر با استراتژی خیلی خوش-بینانه و خوش‌بینانه است. برای α =۰/۱، نتایج روش نشان می‌دهدکه کلاس " بسیار مناسب" ۵۷/۸۵ درصد مساحت را پوشش می‌دهد و نواحی "مناسب" به ۳۲/۸۸ درصد و "بسیار نامناسب به ۲/۴۱ درصد افزایش پیدا می‌کنند.زمانی که α به ۰/۵ افزایش می یابد، کلاس بسیار مناسب به ۴۷/۲۵ درصد کاهش می-یابد اما کلاس "مناسب" به تدریج به ۳۵/۰۸ درصد افزایش و به طور قابل ملاحظه ای کلاس "نامناسب" به ۱۳/۹۱ درصد افزایش پیدا می‌کنند.

استفاده از اصطلاح مفهومی "Half" (α =۱) بدین معنی است که وزن‌های ترتیبی مساوی، به همه معیارها تخصیص داده شده است. این منجر به استراتژی خنثی می‌گردد. نتایج روش نشان می‌دهدکه کلاس "بسیار مناسب" در این استراتژی نسبت به حالت "At Least one" حدود ۱۹ درصد کاهش مساحت و ۴۰/۸۳ درصد مناطق مناسب توسعه مسکونی و ۲۱/۶۷ درصد مساحت در دو کلاس "نامناسب" و "بسیار نامناسب" پوشش داده می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

اصطلاح مفهومی "Many" (α = ۲)و "Most" (α = ۱۰) به ترتیب استراتژی‌های بدبینانه و خیلی بدبینانه را نشان می‌دهند. برای α = ۲، کلاس "بسیار مناسب" و "مناسب" به ترتیب ۳۹/۲۸ درصد و ۳۷/۴۸ درصد را داریم و تغییرات کمی با استراتژی "Half" دارد. اما در حالت (α = ۱۰) شاهد کاهش محسوس کلاس "بسیار مناسب" به ۱۸/۳۶ درصد هستیم که بیشتر شامل نواحی غرب مشهد می‌گردد و به طور قابل ملاحظه دو کلاس "بسیار نامناسب" و " نامناسب" به ترتیب به ۱۶ درصد و ۳۰/۵۳ درصد افزایش پیدا می‌کنند.

زمانیکه اصطلاح مفهومی "All" (α→∞ ) به کار برده می‌شود، یک استراتژی به شدت بدبینانه اتخاذ می-گردد. بر اساس این سناریو الگوی مناسب برای توسعه مسکونی متشکل از بدترین نتایج ممکن است. در این استراتژی ۲ هدف امکانات قابل اشتعال و مکان‌های دارای آلودگی صوتی که دارای مطلوبیت پایین‌تر بودند، بارزتر می‌گردد. همانطور که انتظار می‌رود نتایج حاصل از روش AHP-OWA نشان می‌دهدکه نواحی کمی (۱۲/۱۷ درصد) در کلاس " بسیار مناسب" قرار می‌گیرد. به طور قابل ملاحظه، افزایش وسیعی (۳۰/۳۷ درصد) در نواحی طبقه‌بندی شده به عنوان "نامناسب" (برای α→∞ ) نسبت به نواحی"نامناسب" در حالت "At Least one" ( برای α→0) وجود دارد.

**جدول شماره۵ - نتایج نهایی حاصل از اعمال مدل**

| مساحت کلاس(٪) | At Least one | Few | Some | Half | Many | Most | All |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بسیار نامناسب(٪) | 2.39 | 2.41 | 3.75 | 6.07 | 7.89 | 16 | 30.37 |
| نامناسب(٪) | 6.72 | 6.86 | 13.91 | 15.62 | 16.34 | 30.53 | 29.47 |
| مناسب(٪) | 31 | 32.88 | 35.08 | 37.48 | 36.48 | 35.1 | 27.99 |
| بسیار مناسب(٪) | 59.9 | 57.85 | 47.25 | 40.83 | 39.28 | 18.36 | 12.17 |

Archive of SID

www.SID.ir

## نتیجه گیری

در این مطالعه کاربردی از روش AHP-OWA برای تهیه نقشه‌ی الگوهای دسترسی به مکان‌های بالقوه توسعه مسکونی در مشهد معرفی شده است. این روش مکانیزمی برای استراتژی تصمیم‌گیری در یک طیف وسیع یا سناریوهای ارزیابی بوسیله آمیختن اصطلاح‌های مفهومی با پارامترهای α مرتبط با آنها را فراهم می‌کند. روش AHP-OWA عدم اطمینان متخصص و نظرات تصمیم گیرنده در خصوص ارزیابی معیار و وزن‌های آنها را ترکیب می‌کند و یک مکانیسم برای هدایت آنها از طریق روش‌های ترکیبی چند معیاره فراهم می‌کند. مکان مناسب برای توسعه مسکونی در چندین سناریوی گزینه (Alternative) در این مطالعه ارایه شده است. آنها نشان می‌دهند که چگونه نگرش تصمیم گیرنده نسبت به عدم اطمینان در فرآیند تصمیم‌گیری زمین مناسب می‌تواند نتایج را تحت تأثیر قرار دهد. باید تأکید کرد که در روش AHP-OWA هدف تعیین یک سناریو "بهینه" تنها نیست.این روش مکان‌هایی تحت شرایط استراتژی-های مختلف تصمیم‌گیری معرفی می‌کند که می‌تواند به عنوان اولویت نواحی برای توسعه مسکونی با توجه به سطح نگرش‌ها نسبت به ریسک (خطر) رسیدگی شوند (به طور مثال، خوش‌بینانه، بدبینانه و خنثی). ضوابط طرح تفصیلی در نقشه‌های تراکم و ضوابط بلند مرتبه سازی در بخشی از شهر و سایر معیارهایی که می‌تواند در نظر هر یک از کارشناسان قرار داشته و بعنوان معیارهایی تاثیرگذار بر انتخاب نقشه مناسب بکار گرفته شوند. از قابلیت‌های کلیدی روش AHP-OWA برای متخصص‌ها و تصمیم-گیرنده–ها است که با تعامل، همه سناریوهای ممکن را تجزیه و تحلیل می‌کنند. در نتیجه، آن درک بهتری از الگوهای مناسب را تسهیل می‌کند که منجر به اتخاذ یک استراتژی برای توسعه مسکونی می‌گردد در حالی که مقامات برنامه‌ریزی هرگز به استفاده از روش‌های تجزیه و تحلیل سنتی به منظور شناسایی زمین مناسب در نظر نمی‌گیرند.

در پایان لازم بذکر است که این مطالعه بر اساس دسترسی به انواع امکانات که در اولویت‌دهی مکان مناسب برای توسعه مسکونی اثر گذارند صورت گرفته است. بنابراین، تنها نتایج اولیه را برای ارزیابی بیشتر زمین مناسب در زمینه توسعه مسکن فراهم می‌کند. لذا مدیر و تصمیم‌گیر می تواند با تفسیرهای مختلف و متفاوت بهترین گزینه را بعنوان گزینه انتخابی خود بر اساس سناریوهای مختلفی که در عرصه فضا تعیین شده است را مشخص نماید.

Archive of SID

www.SID.ir

## منابع


۱-عطایی، محمد،(۱۳۸۹). تصمیم گیری چند معیاره، انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود، ۱۷۸

۲-امام،سیدکاظم، (۱۳۲۷). مشهد، چاپ بوذرجمهری، انتشارات کتابخانه ملک، تهران

۳-رضوانی ، علیرضا(۱۳۸۴). مشهد ، در جستجوی هویت ، وازرت مسکن و شهرسازی ،تهران

۴-مهندسین مشاور فرنهاد، (۱۳۸۴). طرح جامع شهر مشهد، وزارت مسکن و شهرسازی،

۵-سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری مشهد(۱۳۸۶) . آمار نامه حمل و نقل شهر مشهد، مشهد

۶-ـ رهنما، محمد رحیم و مرتضی خسروی (۱۳۸۷). بررسی وضعیت ایستگاه‌های مصالح ساختمانی موجود در سطح شهر مشهد و ارزیابی عملکرد آنها، مجله مشهد پژوهی.

۷-رهنما، محمد رحیم و دیگران(۱۳۸۷).کاربرد تلفیقی مدل تحلیل فرایند سلسله مراتبی (AHP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) برای شناسایی نقاط اولویت دار توسعه محلات مراکز شهری ،نمونه: محله پاچنار شهر مشهد، مجله جغرافیا، دانشگاه تبریز

8-Banai, R. 1993 “Fuzziness in Geographical Information Systems:Contribution from the Analytic Hierarchy Process, International Journal of Geographical Information Science, Vol. 7, No. 4, pp. 315-329

9-Beedasy,J., D.,Whyatt.1999. Diverting the tourists: aspatial decision- support system for tourism planningon a developing island. J. Appl. Earth Observ. Geoinform. 3/4, 163–174.

10-Boroushaki, S. and Malczewski, J. 2008. “Implementing an Extension of the Analytical Hierarchy Process Using Or-dered Weighted Averaging Operators with Fuzzy Quanti-

Calijuri,M.L .2004. Multi-criteria analysis for the identification of waste disposal areas. Geotechnical and Geological Engineering 22 (2), 299–312.

11-Carver, S. 1991. “Integrating Multicriteria Evaluation withGIS,” International Journal of Geographical InformationScience, Vol. 5, No. 3, 1991, pp. 321-339.

12-Dai, F.C.; Lee, C.F., Zhang, X.H., 2001 . GIS-based geo-environmental evaluation for urbon land-use planning: a case study.- Engineering Geology, 61, pp. 257-271.

13-Deng, H. 1999 “Multi-Criteria Analysis with Fuzzy Pairwise Comparisons,” International Journal of Approximate Reasoning, Vol. 21, 1999, pp. 215-231.

14-fiers in Arcgis,” Computers and Geosciences, Vol. 34, No. 4, 2008, pp. 399-410.

15-Forman , E.H.: The Analytic Hierarchy Process As A Decision Support System . Proceedingof The Ieee Computer Society,1983.

16-Habibi, K. Lotfi, S.andKoohsari, M. J. 2008 “Spatial Analysisof Urban Fire Station Locations by Integrating AHPModel and IO Logic Using GIS,” Journal of AppliedSciences, Vol. 8, No. 19, 2008, pp. 3302-3315

17-Jandric , Z, Srdjevic , B:2000 Analytic Hierarchy Process As Decision Support Systemin Water Management , To Be Published In Journal Vodoprivreda (In Serbian).

18-Knox, P.L. 1980. “Measure of Accessibility as Social Indicators: A Note,” Social Indicators Research, Vol. 7, No. 4,1980, pp. 367-377. doi:10.1007/BF00305607

19-Makropoulos ,C., D.,Butler.2005. Spatial ordered weighted averaging: incorporating spatially variable attitude towards risk in spatial multi-criteria decision-making. Environmental Modelling& Software 21 (1), 69–84.

20-Malczewski, J. “GIS and Multicriteria Decision Analysis,” John Wiley and Sons, New York, 1999.

21-Malczewski, J. 2006. “Ordered Weighted Averaging with Fuzzy Quantifiers: GIS Based Multicriteria Evaluation for Land-Use Suitability Analysis,” International Journal

22-Malczewski, J., 2006a. GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. International Journal of Geographical Information Science 20 (7), 703–726.


Archive of SID

www.SID.ir

23-Malczewski,J. 2006b. Ordered weighted averaging with fuzzy quantifiers: GIS-based multicriteria evaluation for land-use suitability analysis. International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation 8 (4), 270–277.
24-Malczewski,J. 2004. GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. Progr. Plann.62(1),3–65
25-Malczewski,J. 2006a. GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. International Journal of Geographical Information Science 20 (7), 703–726.
26-Malczewski,J., C.,Rinner. 2005. Exploring multicriteria decision strategies in GIS with linguistic quantifiers: a case study of residential quality evaluation. Journal of Geographical Systems 7 (2), 249–268
27-Malczewski,J.,et al .2003. GIS multicriteria evaluation with ordered weighted averaging (OWA): case study of developing watershed management strategies. Environment and Planning A 35 (10), 1769–1784
28-Marinoni, O. (2004). Implementation of the analytical hierarchy process with VBA in ArcGIS. Computers and Geosciences, 30,6, pp. 637-646.
29-Pereira, J.M.C. and Duckstein, L. 1993 "A Multiple CriteriaDecision Making Approach to GIS-Based Land SuitabilityEvaluation," International Journal of Geographical Information Systems, Vo. 7, No. 5, 1993, pp. 407-424.
30-plications, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1997, pp. 41-59
Saaty T.L: The Analytic Hierarchy Process ,Mcgraw _ Hill , Inc , 1980 . Reprinted By Rws Publications , Pittsburgh ,1996
31-Sénécal, G. 2002 "Urban Spaces and Quality of Life: Moving beyond Normative Approaches," Policy Research Initiative, Vol. 5, No. 1, 2002, pp. 306-318.
32-Wagner,E.D. 2002. Public key infrastructure (PKI) and virtual private network (VPN) compared using a utility function and the analytic hierarchy process (AHP). M.Sc. Thesis,Virginia Polytechnic Institute and State University, 50 pp
33-Yager, R. R. 1988 "On Ordered Weighted Averaging Aggregation Operators in Multicriteria Decision Making," IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Vol. 18,
34-Yager, R. R. and Kelman, A. 1999."An Extension of the Analytical Hierarchy Process Using OWA Operators," Journal of Intelligent and Fuzzy Systems, Vol. 7, No. 4, 1999, pp. 401-417.
35-Yager, R.R. 1996. "Quantifier Guided Aggregation Using OWA Operators," International Journal of Intelligent Systems, Vo. 11, No. 1, 1996, pp. 49-73
36-Yager, R.R. 1997. "On the Inclusion of Importances in OWA Aggregation," In: R. R.Yager and J. Kacprzyk, Eds., The Ordered Weighted Averaging Operators: Theory and ap-
37-Zadeh, L.A. 1983. "A Computational Approach to Fuzzy Quantifiers in Natural Languages," Computers and Ma- thematics with Applications, Vol. 9, No. 1, 1983, pp.

Archive of SID

www.SID.ir