

# ارزیابی تناسب کاربری زمین شهری: (تصمیم سازی مکانی-گروهی بر مبنای GIS)

نویسندگان:

دانشجوی کارشناسی ارشد GIS دانشکده مهندسی نقشه برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی  
adiligis@yahoo.com

مهندس اسماعیل عدیلی

استادیار دانشکده مهندسی نقشه برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی  
alimohabb@yahoo.com

دکتر عباس علیمحمدی

استادیار دانشکده مهندسی نقشه برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی  
taleai@kntu.ac.ir

دکتر محمد طالعی

## ۱. مقدمه

ارزیابی تناسب کاربری زمین فرایند تعیین قابلیت یک قطعه زمین مشخص برای تخصیص یک کاربری معین است. این فرایند بیان می کند که یک قطعه زمین واقع در یک محدوده ساخته شده شهری تا چه اندازه با نیازمندی های یک نوع کاربری خاص مطابقت دارد به نحوی که کاربری اختصاص یافته حداکثر کارایی را داشته باشد و نیازمندی های شهری را به صورت بهینه تأمین نماید. با در نظر گرفتن تنوع و پیچیدگی ذاتی فعالیت های برنامه ریزی شهری و در شرایطی که ذینفع ها و فاکتورهای مختلفی در این فرایند تأثیر گذارند، به کارگیری همزمان برخی ابزارهای پشتیبان تصمیم نظیر GIS و فن آوری های تصمیم گیری چند معیاره (MCDM)<sup>۲</sup> در فرایند برنامه ریزی برای مدل سازی و حل مسائل پیچیده می تواند راهگشا باشد [۸]. به علاوه در برنامه ریزی شهری سنتی کنونی در کشور غالباً تنها یک کاربری بدون رقابت با کاربری های دیگر به یک موقعیت (زمین) اختصاص می یابد. این روش برنامه ریزی به صورت استاتیک

## چکیده

ارزیابی تناسب کاربری اراضی شهری به منظور تخصیص هر کاربری به مناسب ترین زمین و با هدف برآورد بیشترین کارایی کاربری تخصیص یافته در ارائه خدمات به شهروندان و دیگر کاربری ها و فعالیت های شهری، انجام می شود. این پروسه به علت تأثیر گذاری و وابستگی شدید کاربری های مختلف شهری بر یکدیگر، و همچنین بر فعالیت های روزمره شهری، فرآیند پیچیده ای به شمار می رود. و تأثیر گذاری ذینفع ها و عامل های متعدد در فعالیت کاربری های شهری بر پیچیدگی مسئله می افزاید. چنین پیچیدگی استفاده همزمان از ابزارهای مختلف پشتیبانی تصمیم گیری نظیر سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و تحلیل های تصمیم چند معیاره (MCA) را ایجاب می نماید. از طرفی ماهیت گروهی فعالیت های شهری و عدم قطعیت ذاتی موجود در اولویت ها و عقاید تصمیم سازان و لزوم به کارگیری اولویت ها و عقاید ذینفع ها و تصمیم سازان مختلف در این فرایند به کارگیری فن آوری های تصمیم سازی مکانی-گروهی و استفاده از فن آوری های ارزیابی نظیر Fuzzy AHP را ضروری می کند. در این تحقیق یک مدل ارزیابی تناسب کاربری زمین (Suitability Analysis) طراحی شده و کارایی آن برای تخصیص کاربری های مورد نیاز بر مبنای تناسب محاسبه شده برای هر قطعه زمین در بخشی از شهر اصفهان مورد ارزیابی قرار گرفته است.

## واژگان کلیدی:

Fuzzy AHP, Geographic Information Systems, Group Decision Making, Multi-Criteria Analysis, Urban Land Use Suitability Analysis.

ارزیابی تناسب کاربری زمین در کشورهای غربی از سال ۱۹۵۰ و در کشورهای درحال توسعه اخیراً به طور گسترده در فرایند برنامه ریزی شهری مورد استفاده قرار گرفته است. طی بیست سال اخیر، فن آوری های تعیین تناسب زمین بر مبنای GIS به طور فزاینده ای در برنامه ریزی کاربری زمین شهری و منطقه ای مورد استفاده قرار می گیرند [۲]. متأسفانه در ایران فن آوری های GIS و MCDM نقش ناچیزی در فرایند برنامه ریزی شهری دارند در حالی که این روش ها ارائه کننده ابزار سودمندی برای مدل سازی مسائل و مشکلات پیچیده شهری می باشند. در کشور ما از قابلیت GIS اغلب در مکانیابی تک کاربری نظیر مدرسه، پارکینگ، پارک، مراکز تجاری، ایستگاه آتش نشانی و نظیر آن استفاده شده است.

ارزیابی تناسب کاربری زمین دربرگیرنده ترکیب دانش کارشناسان در سطوح مختلف تصمیم سازی است. نظریات کارشناسان همیشه نمی تواند قطعی باشد و عدم قطعیت و عدم دقت موجود در دانش کارشناسان را می توان توسط منطق فازی نشان داد. پژوهشگران زیادی منطق فازی را برای نشان دادن عدم قطعیت داده ها به کار برده اند اما عدم قطعیت مرتبط با دانش کارشناسان کمتر از حد لازم مورد توجه قرار گرفته است [۱۱]، [۹].

با توجه به نواقص شیوه های سنتی و مرسوم تخصیص کاربری های شهری و به منظور توسعه روشی با توجیه و مبانی علمی و رفع کاستی های روش های موجود در این تحقیق با به کارگیری همزمان قابلیت های GIS، تصمیم سازی گروهی و تحلیل چند معیاره، مدلی برای ارزیابی تناسب کاربری زمین شهری توسعه داده شده است. پس از شناسایی زمین های خالی و مستعد پذیرش کاربری واقع در محدوده ساخته شده شهری و همچنین کاربری های شهری مورد نیاز آن محدوده با طراحی و به کارگیری مدل ارزیابی تناسب، زمین ها بر مبنای درجه تناسب برای کاربری های مختلف اولویت بندی می شوند. در مراحل مختلف اجرای مدل نظریات و عقاید کارشناسان و ذینفع های مختلف گردآوری، پالایش، تلفیق و در تخصیص کاربری ها به مناسب ترین موقعیت (زمین) مورد استفاده قرار می گیرد. همچنین منطق فازی برای سنجش عدم قطعیت و عدم دقت ذاتی مرتبط با عقاید و اولویت های کارشناسان به کار گرفته می شود.

انجام می شود و کاربری های مختلف برای تخصیص به یک موقعیت خاص اولویت بندی نمی شوند. اغلب فعالیت های شهری ماهیت گروهی دارند و حل آنها نیازمند مشارکت افراد با دیدگاه ها و سلیقه های گوناگون است. در حال حاضر فعالیت های مرتبط با برنامه ریزی شهری معمولاً توسط طراحان با علائق و عقاید خاص به صورت انفرادی و بدون مشارکت گروهی طراحان و کارشناسان انجام می شود در حالی که هر فعالیت برنامه ریزی شهری در برگیرنده اولویت ها و منافع گوناگون است و تصمیم نهایی معمولاً به اجماع آراء گروهی از تصمیم سازان وابسته است. لذا استفاده از نظرها و اولویت های گروه ها و ذینفع های مختلف ذیربط در حل مسئله، تحلیل های تصمیم سازی گروهی (GDMA) را می طلبد و ملاحظه عدم قطعیت ذاتی موجود در عقاید و اولویت های گروه های ذینفع و مدل سازی آنها نیازمند به کارگیری فن آوری های ارزیابی نظیر AHP Fuzzy می باشد.

امروزه با توسعه کلان شهرها و ارائه خدمات شهری جدید، ارتباط و وابستگی کاربری ها با گذشته قابل قیاس نیست و تأثیر عملکرد یک کاربری خاص بر دیگر کاربری ها و همچنین بر خدمات و فعالیت های شهری به مراتب گسترده تر و پیچیده تر از گذشته است. در نواحی ساخته شده شهری کاربری های متنوع با سطوح عملکرد مختلف (محله، ناحیه و منطقه) وجود دارند که هر یک بخشی از نیازهای شهروندان را تأمین می کنند. در هر صورت با تغییرات فیزیکی - اجتماعی و افزایش جمعیت شهرها، ممکن است کمبودهایی در ارائه خدمات برخی کاربری ها وجود داشته باشند. انتخاب موقعیت مناسب برای یک کاربری در داخل نواحی ساخته شده شهری نسبت به نواحی ساخته نشده پیرامون شهر پیچیده تر است. در این نواحی تعداد زمین های کاندید تخصیص برای کاربری های مورد نیاز انگشت شمار است و این زمین ها از بین زمین های خالی مستعد پذیرش کاربری و یا دارای قابلیت تغییر کاربری انتخاب می شوند. همچنین در این نواحی کاربری های مورد نیاز باید به گونه ای به قطعه زمین های انتخاب شده تخصیص یابند که علاوه بر ارائه حداکثر کارایی، حداقل اثرات منفی/خارجی بر روی عملکرد دیگر کاربری های موجود در منطقه را داشته باشند.

## ۲. مواد و روش‌ها

### ۲.۱. محدوده تحقیق:

دارند. به منظور اجرای عملی مدل تحقیق، نقشه ۱:۲۰۰۰ شهری منطقه مورد مطالعه تهیه و عملیات تبدیل سیستم مختصات و آماده‌سازی برای استفاده در محیط GIS (GIS Ready) بر روی نقشه اعمال شد. اطلاعات توصیفی مورد نیاز در فرمت‌های مختلف از سازمان‌های ذیربط گردآوری و به اطلاعات مکانی متصل شد. پس از آماده‌سازی نقشه مبنای منطقه، نقشه کاربری وضع موجود منطقه گردآوری و با انجام مطالعات میدانی به‌روزرسانی شد. فاصله بین قطعه زمین‌های انتخاب شده با کاربری‌های مختلف واقع در محدوده تحقیق از مهم‌ترین پارامترهای تعیین‌کننده درجه تناسب هر قطعه زمین برای هر کاربری است و تقریباً در آماده‌سازی همه لایه‌های مورد نیاز نقش تعیین‌کننده دارد. به منظور مدل‌سازی دقیق و محاسبه فاصله واقعی بین قطعه زمین‌ها با کاربری‌های مختلف، با تشکیل شبکه معابر بن‌بست‌ها، کوچه‌ها و خیابان‌ها فاصله تحت شبکه قطعه زمین‌ها با کاربری‌های مختلف محاسبه شد و در تهیه لایه‌های مورد نیاز مورد استفاده قرار گرفت.

### ۲.۲. AHP Fuzzy

حین فرایند ارزیابی تناسب زمین با فاکتورهای مؤثر متعدد و کارشناسان و ذینفع‌های با عقاید و اولویت‌های گوناگون روبه‌رو می‌شویم که به کارگیری یک روش ارزیابی چند معیاره (MCE) برای گردآوری، پالایش و تلفیق دانش کارشناسان را اجتناب‌ناپذیر می‌سازد. اگرچه روش AHP یکی از متداول‌ترین روش‌های ارزیابی چند معیاره است که در بسیاری از مسائل تصمیم‌سازی مکانی برای گردآوری نظرات کارشناسان استفاده می‌شود، اما در AHP مرسوم شیوه تفکر و تصمیم‌گیری انسان به درستی لحاظ نمی‌شود و درجه اطمینان تصمیم‌سازان و خطرپذیری موجود در فرایند تصمیم‌سازی در نظر گرفته نمی‌شود ([۴]، [۵])، تلفیق روش AHP با منطق فازی منجر به لحاظ شدن عدم قطعیت و عدم دقت (صراحت) موجود در مسائل به‌منظور تطابق بیشتر با واقعیت می‌شود. به همین دلیل روش AHP Fuzzy در این تحقیق به کار گرفته شد. در این روش ابتدا هر یک از تصمیم‌سازان ( $D_k$ )، مقایسه زوجی را برای معیارها (فاکتورها) شبیه روش AHP (با استفاده از مقیاس‌های ۱-۹) انجام می‌دهد. معادله (۱)

اجرای عملی ارزیابی تناسب کاربری زمین شهری بر روی یک محیط ساخته شده شهری در درجه اول، نیازمند انتخاب محدوده تحقیق می‌باشد. برای این منظور قسمتی از جنوب شهر اصفهان به عنوان محدوده تحقیق انتخاب شد. محدوده تحقیق، با مساحتی حدود ۲۳۸ هکتار در منطقه ۶ شهرداری اصفهان واقع می‌باشد. این محدوده از شمال به رودخانه زاینده‌رود، از جنوب، غرب و شرق به ترتیب به خیابان‌های سعادت‌آباد، چهارباغ بالا و مصلی محدود می‌شود. محدوده تحقیق از دوناچه شهری (میر و شیخ صدوق) و هر ناحیه از چندین محله تشکیل شده است.

اولین مرحله از هر فرآیند تصمیم‌سازی، مرحله شناخت می‌باشد. شناخت دقیق ویژگی‌های محدوده تحقیق، شناسایی مشکلات و کمبودهای محدوده پژوهش و در نهایت استخراج اطلاعات و پارامترهای مورد نیاز در حل مسئله می‌تواند تصمیم‌سازان را در حل بهتر مسئله کمک نماید. برای شناخت دقیق محدوده تحقیق و شناسایی ویژگی‌های مختلف منطقه، طرح تفصیلی منطقه مورد مطالعه به دقت بررسی شد. در طرح تفصیلی منطقه وضعیت موجود منطقه برای کاربری‌های مختلف بررسی شده و سرانه موجود و مورد نیاز برای هر کاربری محاسبه شد. برای هر ناحیه کاربری‌های فضای سبز، آموزشی، ورزشی، فرهنگی و درمانی و همچنین سرانه (محله‌ای و ناحیه‌ای) موجود و مورد نیاز هر کاربری با بررسی طرح تفصیلی منطقه استخراج شد.

### ۲.۲. آماده‌سازی داده‌ها:

عدم دسترسی به اطلاعات مکانی به‌روز و قابل استفاده در محیط GIS، فقدان و یا کمبود اطلاعات توصیفی عوارض مکانی و پراکندگی اطلاعات موجود بین سازمان‌های مختلف مهم‌ترین چالش‌های به‌کارگیری GIS در زمینه حل مسائل در کشور ما به‌شمار می‌رود. در یک تحقیق در کنار همه مدل‌ها و ابزارهایی که برای مدل‌سازی پدیده‌ها و مشکلات موجود در دنیای واقعی به کار می‌روند، فراهم‌سازی اطلاعات مکانی و توصیفی به‌روز و قابل اعتماد در ارزیابی میزان مقبولیت نتایج نهایی تحقیق نقش به‌سزایی

معادله ای برای محاسبه وزن های نسبی بین همه معیارها تعیین می شود [۴].

(۳)

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^m \tilde{b}_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \tilde{b}_{ij}}$$

$$i, j = 1, 2, \dots, m$$

وزن هر معیار ( $w_i$ ) از طریق معادله قبل محاسبه می شود و این وزن ها روی هم یک بردار وزن فازی ( $w$ ) طبق معادله (۴) تشکیل می دهند.

(۴)

$$w = (w_1, w_2, w_3, \dots, w_n)$$

بعد از برآورد بردارهای وزن فازی، مقادیر هر بردار با به کارگیری مفهوم  $\alpha$ -cut نتایج نهایی به فرم Crisp تبدیل می شوند. مقدار  $\alpha$  بسته به درجه اطمینان تصمیم سازان در هنگام ارزیابی وزن معیارها تعیین می شود. درجه اطمینان بالاتر نشان دهنده اطلاعات و دانش کافی تصمیم سازان برای تصمیم سازی و متناظر با عدم قطعیت کمتر است. به عبارت دیگر مقدار  $\alpha$  بزرگتر بیان کننده درجه اطمینان قوی تر است [۴].

### ۳. ارزیابی عملی

در ابتدا با بررسی میدانی محدوده تحقیق قطعه زمین های مستعد پذیرش کاربری های جدید شناسایی شدند. این قطعه زمین ها در سراسر محدوده تحقیق پراکنده می باشند (شکل ۱). با استفاده از اطلاعات موجود در طرح تفصیلی محدوده تحقیق و با توجه به کاربری های موجود و سرانه کنونی هر گروه از کاربری ها و مقایسه آن با سرانه لازم و شناسایی کمبودهای محدوده تحقیق، ۴ کاربری مورد نیاز محدوده به شرح زیر انتخاب شدند.

$$D_K = \begin{bmatrix} C_1 & b_{11k} & b_{12k} & \dots & b_{1mk} \\ C_2 & b_{21k} & b_{22k} & \dots & b_{2mk} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ C_m & b_{m1k} & b_{m2k} & \dots & b_{mmk} \end{bmatrix}$$

$$i, j = 1, 2, \dots, m$$

$$k = 1, 2, \dots, p$$

(۱)

که رتبه ( $b_{ijk}$ ) نشان دهنده اهمیت نسبی بین دو معیار است که توسط تصمیم ساز  $k$  ارائه شده است. در مرحله بعدی، با تلفیق همه  $b_{ijk}$  ارائه شده از سوی تصمیم سازان، ماتریس مقایسه زوجی جامع ( $D$ ) با استفاده از معادله (۲) ساخته می شود [۴].

(۲)

$$L_{ij} = \min(b_{ijk}),$$

$$i, j = 1, 2, \dots, m$$

$$M_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^p b_{ijk}}{k}$$

$$U_{ij} = \max(b_{ijk})$$

$$\tilde{b}_{ij} = (L_{ij}, M_{ij}, U_{ij})$$

که ( $b_{ij}$ ) بیان کننده اهمیت نسبی بین دو معیار با اعداد فازی مثلثی است.

$$D = \begin{bmatrix} \tilde{b}_{11} & \tilde{b}_{12} & \dots & \tilde{b}_{1m} \\ C_1 & b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1m} \\ C_2 & \tilde{b}_{21} & \tilde{b}_{22} & \dots & \tilde{b}_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ C_m & \tilde{b}_{m1} & \tilde{b}_{m2} & \dots & \tilde{b}_{mm} \\ b_{m1} & b_{m2} & \dots & \dots & b_{mm} \end{bmatrix}$$

به منظور تعیین وزن ( $w_i$ ) متناظر با هر معیار ( $c_i$ )،

به طور همزمان دسترسی دانش آموزان و تأمین شرایط مناسب برای فعالیت کتابخانه را فراهم سازد، می تواند مطلوب باشد. با این پیش زمینه شناخت و مدل سازی تأثیر مثبت/منفی (سود / هزینه) کاربری های مختلف بر روی یک کاربری خاص می تواند در انتخاب موقعیت بهینه برای یک کاربری مؤثر باشد.

### ۳.۱. مدل سازی پارامترها

از آنجا که تأثیر کاربری های مختلف بر یکدیگر تا حدود بسیار زیادی تابعی از فاصله بین کاربری هاست، لذا برای مدل سازی تأثیر یک کاربری خاص بر کاربری های دیگر محاسبه فاصله بین آنها ضروری است. از طرفی اندازه گیری فاصله می تواند با روش های مختلفی انجام شود. استفاده از فاصله مستقیم (اقلیدسی) به عنوان فاصله دسترسی بین دو کاربری به خصوص در یک محدوده شهری که ارتباط بین کاربری ها از طریق شبکه معابر کوچه ها و خیابان ها انجام می شود، نمی تواند مدل سازی واقعی از شرایط باشد چرا که در عمل شبکه معابر و راه ها برای دسترسی به کاربری ها استفاده می شوند. به منظور مدل سازی واقعی فاصله بین دو کاربری فاصله طی شده بین دو کاربری در شبکه معابر بن بست ها، کوچه ها و خیابان ها محاسبه می شود. لذا در این تحقیق فاصله دسترسی (پیاده) تحت شبکه بین دو کاربری برای مدل سازی و تشکیل لایه های اطلاعاتی مورد نیاز استفاده شد. لایه اطلاعاتی حاصل حاوی فاصله تحت شبکه هر قطعه زمین از کاربری های مختلف است. پس از استخراج اطلاعات مربوط به ارتباط و تأثیر کاربری های دیگر برای هر یک از ۴ کاربری انتخابی، تابع تأثیر بر حسب فاصله تعریف شد. نوع تابع به رابطه و تأثیر (مثبت / منفی)، موجود بین هر کاربری و کاربری انتخابی، فاصله بهینه و حداکثر فاصله تأثیر بین دو کاربری مورد بررسی به عنوان نمونه برای مدل سازی رابطه بین کتابخانه و واحد آموزشی، تابع به گونه ای تعریف می شود که در فواصل بسیار نزدیک مقدار (ارزش) کم، در فاصله بهینه ماکزیمم مقدار و با افزایش فاصله از فاصله بهینه تا فاصله حداکثر مقدار تابع به تدریج کاهش پیدا کند. برای نمونه لایه های مربوط به مدل سازی تأثیر دبیرستان ها، مهد کودک ها و دبستان ها بر کارایی کتابخانه آورده شده است.

- کتابخانه (در مقیاس ناحیه)
- درمانگاه (در مقیاس ناحیه)
- زمین ورزشی (در مقیاس ناحیه)
- واحد آموزشی (مدرسه راهنمایی)



شکل ۱. محدوده تحقیق

کاربری های مختلف دارای شعاع تأثیرگذاری مختلفی هستند و اثرات (مثبت و منفی) متفاوتی بر روی دیگر کاربری ها دارند. در حالی که نزدیکی برخی از کاربری ها به یک کاربری خاص می تواند باعث افزایش کارایی آنها شود. مجاورت با برخی کاربری های دیگر کارایی کاربری مزبور را کاهش می دهد. با توجه به تنوع کاربرها در محیط های ساخته شده شهری و روابط پیچیده موجود بین کاربرها، شناخت و مدل سازی تأثیر سایر کاربری ها در عملکرد کاربری خاص تأثیر زیادی دارد.

در این تحقیق با بررسی دقیق ماتریس های سازگاری و وابستگی، ارتباط دیگر کاربری های موجود در محدوده تحقیق با ۴ کاربری انتخاب شده مورد بررسی قرار گرفت. این بررسی بیانگر این نکته است که علاوه بر آنکه یک کاربری خاص می تواند در عملکرد دیگر کاربری ها تأثیر مثبت (سود) یا منفی (هزینه) داشته باشد، نوع فایده یا هزینه و مقدار تأثیر با تغییر فاصله از کاربری می تواند متغیر باشد. به طور نمونه در حالی که نزدیکی بیش از حد کتابخانه به یک واحد آموزشی (مثلا دبیرستان) تأثیر منفی در کارایی آن دارد، احداث کتابخانه در فاصله ای از واحد آموزشی که



شکل ۴. لایه فاصله شبکه‌ای از مهدکودک‌ها



شکل ۲. لایه فاصله شبکه‌ای از دبیرستان‌ها



شکل ۵. لایه نهایی تأثیر مهدکودک بر کتابخانه



شکل ۳. لایه نهایی تأثیر دبیرستان بر کتابخانه

انتخاب و اعمال تابع تأثیر مهدکودک بر کتابخانه در شکل‌های ۴ و ۵ نمایش داده شده است.

انتخاب و اعمال تابع تأثیر دبیرستان بر کتابخانه در شکل‌های ۲ و ۳ نمایش داده شده است.

و محاسبه شده و به عنوان شاخصی برای تعیین کمبود زمین قابل دسترس برای هر نوع کاربری استفاده می شود [7]. از آنجا که قطعه زمین های موجود در سراسر محدوده تحقیق پراکنده می باشند و سرانه فعلی برای یک کاربری خاص در قطعه زمین ها متفاوت است و همچنین با توجه به نقش تأثیر گذار سرانه در تخصیص بهینه کاربری ها، لحاظ کردن شاخص سرانه از اهمیت زیادی برخوردار است. در این تحقیق این شاخص برای تعیین توزیع مکانی میزان الویت نیاز به کاربری های مختلف مورد استفاده قرار گرفت. در نقاط مختلف در تحقیق مدل سازی این عامل با تعیین مقدار سرانه موجود و ترکیب عامل سرانه و معیار فاصله (با توجه به فاصله بهینه و فاصله بی اثر سازی کاربری های مختلف تا مناطق مسکونی) برای قطعه زمین ها انجام می شود. شاخص های سرانه موجود و مورد نیاز برای کاربری های مورد نیاز از اطلاعات موجود در طرح تفصیلی و فاصله بهینه با لحاظ کردن نظریات کارشناسان محاسبه شد.

### ۳.۲. وزن دهی پارامترها

پرواضح است که پارامترهای مؤثر مختلف، اهمیت و نقش همسانی در حل مسئله ندارند و بسته به میزان تأثیرشان در سطح مرتبط با اهمیت خود واقع می شوند. وزن دهی پارامترها برای کمی سازی میزان تأثیر و اهمیت متغیرهای مختلف مورد استفاده قرار می گیرد. با این پیش زمینه و به منظور تأثیر پارامترهای مختلف متناسب با میزان اهمیت شان در نتایج نهایی، وزن دهی پارامترها مورد توجه قرار می گیرد. لذا در این تحقیق و برای هر یک از ۴ کاربری مورد نظر، پارامترهای مؤثر در سطوح مختلف متناظر با مقدار تأثیرشان جای گذاری شده و با توجه با ساختار ساخته شده وزن دهی می شوند. ساختار مورد نظر از چند سطح تشکیل شده است، به عنوان مثال در مورد کتابخانه، نزدیکی به مراکز آموزشی (A) سطح اول و نزدیکی به دبیرستان (A11)، مدرسه راهنمایی (A12) و دبستان (A13) در زیر سطح آن قرار می گیرند. پس از جای گذاری پارامترها در ساختار مناسب به ازای هر یک از ۴ کاربری، نظریات کارشناسان مختلف برای پارامترهای مؤثر هر کاربری به صورت مجزا گردآوری شده و در نهایت وزن دهی



شکل ۶. لایه فاصله شبکه ای از دبستان ها



شکل ۷. لایه نهایی تأثیر دبستان بر کتابخانه

انتخاب و اعمال تابع تأثیر دبستان بر کتابخانه در شکل های ۶ و ۷ نمایش داده شده است.

از آنجا که لایه های نهایی بر مبنای مقادیر حاصل از تابع انتخاب شده به دست می آیند، انتخاب تابع بهینه باید با دقت زیادی همراه باشد تا تأثیر دو کاربری به صورت دقیق لحاظ شود. در عمل با استفاده از برازش تابع مناسب بر نقاط کنترل، می توان تابع بهینه را انتخاب کرد. مهم ترین پارامترهای مؤثر در تخصیص بهینه یک کاربری توجه به شاخص سرانه است. سرانه به عنوان زمین اختصاص یافته به یک نوع کاربری خاص، بر مبنای هر نفر تعریف

$$\begin{matrix} A \\ B \\ C \\ D \end{matrix} = \begin{bmatrix} (1,1,1) & (2,3,25,6) & (5,6,5,8) & (8,8,75,9) \\ (0,167,0,375,0,5) & (1,1,1) & (3,4,5,6) & (4,6,5,8) \\ (0,125,0,1585,0,2) & (0,167,0,2375,0,333) & (1,1,1) & (3,3,25,4) \\ (0,11,0,1145,0,125) & (0,125,0,198,0,25) & (0,25,0,3125,0,333) & (1,1,1) \end{bmatrix}$$

پس از آن با استفاده از معادله (۳) وزن هر معیار محاسبه می شود.

$$\begin{aligned}
 \tilde{w}_1 &= \frac{(1,1,1) \oplus (2,3,25,6) \oplus (5,6,5,8) \oplus (8,8,75,9)}{\left( \begin{matrix} \tilde{b}_{11} \oplus \dots \oplus \tilde{b}_{14} \\ \tilde{b}_{21} \oplus \dots \oplus \tilde{b}_{24} \\ \tilde{b}_{31} \oplus \dots \oplus \tilde{b}_{34} \\ \tilde{b}_{41} \oplus \dots \oplus \tilde{b}_{44} \end{matrix} \right)} \\
 &= \frac{(16,19,5,24)}{(29,944,38,115,46,741)} \\
 &= (0,3423,0,5116,0,8014)
 \end{aligned}$$

$$\tilde{w}_2 = (0,1747,0,3246,0,5176)$$

$$\tilde{w}_3 = (0,0918,0,1219,0,1847)$$

$$\tilde{w}_4 = (0,0317,0,0418,0,057)$$

سپس بردار وزن فازی به عنوان وزن هر معیار به شرح زیر حاصل می شود.

$$\tilde{w} = (\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \tilde{w}_3, \tilde{w}_4) = \left( (0,3423,0,5116,0,8014), (0,1747,0,3246,0,5176), (0,0918,0,1219,0,1847), (0,0317,0,0418,0,057) \right)$$

و در نهایت با استفاده از  $\alpha$ -cut ( $\alpha=0.85$ ) و شاخص ریسک  $\beta=0.2$ ، بردار وزن فازی حاصل از تلفیق نظریات کارشناسان به فرم Crisp تبدیل می شود. به ازای هر یک از کاربری ها، پارامترهای مختلف واقع در سطوح مختلف سلسله مراتب به این روش وزن دهی می شوند.

### ۳.۳. تلفیق لایه ها

پس از شناسایی و مدل سازی پارامترهای مؤثر لایه های مرتبط برای هر یک از کاربری ها ساخته می شوند. همچنین وزن دهی پارامترها (لایه ها) بر اساس ساختار طراحی شده به ازای هر یک از کاربری انجام می شود. در نهایت با استانداردسازی لایه ها و به کارگیری وزن مربوطه، لایه های تلفیق و لایه نهایی تولید می شود.

پارامترها به روش AHP Fuzzy انجام می شود.

به عنوان مثال، در مورد کتابخانه برای وزن دهی پارامترهای نزدیکی به دبیرستان (A)، مدرسه راهنمایی (B)، دبستان (C) و مهد کودک (D) به کمک روش AHP Fuzzy یک نمونه عددی ارائه شده است. ابتدا نظریات ۴ کارشناس مختلف برای مقایسه به روش AHP مرسوم گردآوری می شوند.

$$DM_1 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 7 & 9 \\ A & 1/2 & & \\ B & & 1 & 6 & 8 \\ C & 1/7 & 1/6 & 1 & 4 \\ D & 1/9 & 1/8 & 1/4 & 1 \end{bmatrix}$$

$$DM_2 = \begin{bmatrix} 1 & 6 & 8 & 9 \\ A & 1/6 & & \\ B & & 1 & 3 & 4 \\ C & 1/8 & 1/3 & 1 & 3 \\ D & 1/9 & 1/4 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$$

$$DM_3 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 5 & 9 \\ A & 1/3 & & \\ B & & 1 & 5 & 8 \\ C & 1/5 & 1/5 & 1 & 3 \\ D & 1/9 & 1/8 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$$

$$DM_4 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 6 & 8 \\ A & 1/2 & & \\ B & & 1 & 4 & 6 \\ C & 1/6 & 1/4 & 1 & 3 \\ D & 1/8 & 1/6 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$$

$$w_{DM_1} = (0,524,0,348,0,09,0,039)^T$$

$$w_{DM_2} = (0,686,0,178,0,089,0,047)^T$$

$$w_{DM_3} = (0,556,0,309,0,093,0,041)^T$$

$$w_{DM_4} = (0,532,0,316,0,103,0,050)^T$$

سپس نظریات کارشناسان با استفاده از معادله (۲) برای تشکیل ماتریس مقایسه زوجی جامع تلفیق می شوند.

**هامون نقشه پارس**

اجاره/خرید و فروش/تعمیرات  
تجهیزات نقشه برداری



**HAMOON**

خیابان کمیل، بین رودکی و نواب، پلاک ۲۱۱، واحد ۳  
تلفن: ۰۲۱-۶۶۶۶۵۸۱-۲، ۶۶۶۶۶۵۵۵-۲ | شماره: ۰۲۱-۱۱۲۱۹۸۱۱۱۱ | ۰۲۱-۹۱۲۱۳۳۲۵-۲  
تلفن: ۰۲۱-۶۶۶۱۲۱۸۸

[www.hamoonmappers.com](http://www.hamoonmappers.com)

#### ۴. نتایج

نتایج مربوط به ارزیابی تناسب قطعه اراضی مورد بررسی برای احداث کتابخانه به عنوان نمونه در شکل هشت ارائه شده است. تناسب مکان‌های مورد بررسی در جدول (۱) ارائه شده و بیانگر تغییرپذیری زیاد مقادیر آن می‌باشد. مقادیر تناسب بین ۲۲.۰۷۳ تا ۸۶.۲۴۱۵ (شکل ۸):



شکل ۸. لایه تناسب قطعه زمین‌ها برای احداث کتابخانه

برای قطعه زمین شماره (۲) تا ۹۰.۲۶۵ برای قطعه زمین شماره (۱۰) متغیر است و اهمیت روش مورد استفاده برای ارزش‌گذاری و تفکیک اراضی مناسب از نظر پارامترهای مورد بررسی برای احداث کتابخانه را نشان می‌دهد.

مقدار	مساحت (متر مربع)	مقدار
۱	۱۵۵۶,۷۰۸	۵۶,۹۳۳۷
۲	۷۰۸۱,۸	۲۲,۰۷۳
۳	۶۵۳,۹۲۲۵	۷۸,۷۰۵
۴	۸۱۲,۶۶۲۵	۳۰,۰۵
۵	۳۰۶,۴۰۹۹	۸۶,۲۴۱۵
۶	۲۶۸,۹۲۵	۳۴,۹۰۲۴
۷	۲۱۷,۹۸	۴۰,۶۷
۸	۱۳۰,۹۷۰۲۸	۸۲,۱۵۴
۹	۳۸۲,۸۲۶۹	۲۹,۰۷
۱۰	۱۳۲۵,۴۵	۹۰,۲۶۵
۱۱	۳۴۴,۸	۶۷,۰۴
۱۲	۲۵۵,۲۶	۶۸,۵

جدول ۱. مقادیر تناسب مکان‌های مورد بررسی برای احداث کتابخانه

## ۵. بحث و نتیجه گیری

عملکرد بهینه یک کاربری اختصاص یافته به یک موقعیت، مستلزم توجه به جنبه های گوناگون فعالیت آن کاربری و تأمین همه پارامترها و شرایط مورد نیاز برای ارائه خدمات بهینه است که در این تحقیق با استخراج و مدل سازی پارامترهای مرتبط با فعالیت هر کاربری مورد توجه قرار گرفته است. همچنین به کارگیری روش AHP Fuzzy امکان استفاده از دیدگاه ها و سلیقه های گوناگون و برآیند نظریات در فعالیت های شهری و حل مسائل مربوط به آن همراه با توجه به عدم قطعیت ذاتی موجود در نظریات را فراهم می کند. بردار وزن فازی محاسبه شده از تلفیق نظریات ۴ تصمیم ساز

$$W = \left( \tilde{W}_1 \tilde{W}_2 \tilde{W}_3 \tilde{W}_4 \right)$$

بیانگر اختلاف بین مقادیر وزن ها (U, M, L) برای هر بردار وزن است که در واقع نشان دهنده تفاوت نظریات کارشناسان مختلف در ارزیابی معیارهای مختلف می باشد. در تصمیم سازی به صورت انفرادی در واقع یکی از مقادیر (و نه برآیند آنها) در فرآیند تصمیم سازی تأثیر داده می شود و امکان خطا در برآورد تأثیر یک پارامتر خاص افزایش می یابد. این نکته اهمیت به کارگیری تلفیق و برآیند نظریات مختلف به شیوه ای گروهی را نشان می دهد. همچنین رقابت بین کاربری ها در تخصیص موقعیت ها با بررسی همزمان تخصیص ۴ کاربری به موقعیت های موجود، در مدل مورد استفاده لحاظ شده است. لذا نتایج به دست آمده علاوه بر رفع کاستی های روش های قبلی، پارامترها و جنبه های گوناگون در تخصیص کاربری ها را مورد توجه قرار داده که قابلیت اعتماد نتایج را تا حد زیادی افزایش می دهد.

## ۶. پانوشتها

- 1 - Geographic Information Systems
- 2 - Multi- Criteria Analysis
- 3 - Multi- Criteria Decision Making
- 4 - Comprehensive Pairwise Comparison Matrix

## ۷. منابع

- [1] Bellman R.E. and Zadeh L.A., (1970), "Decision Making in a fuzzy environment," Management Science, 17, 141-164
- [2] Brail, R.K., Klosterman, R.E., (2001), Planning support systems , ESRI Press, Redlands, CA.  
http://www.co.mchenry.il.us/CountyDpt/plandev/PDFDocs/Prime Farm.pdf (2006-9-10)
- [3] Chakhar, S. and J. M. Martel (2003). "Enhancing geographical information systems capabilities with multi-criteria evaluation function." Journal of Geographical Information and Decision Analysis 7(2): 47-71.
- [4] Hung, C.C., (2004), "A Research Based on fuzzy AHP for Multi-criteria Supplier Selection in Supply chain"
- [5] Kahraman, C., Cebeci, U. and Ulukan , Z., (2003), "Multi-criteria Supplier Selection Using Fuzzy AHP," Logistics Information Management, 16, 382-394.
- [6] Malczewski, J. (1999). GIS and Multicriteria Decision Analysis. New York, John Wiley
- [7] M.Taleai, A.Sharifi, R.Sliuzas and M.Mesgari, (2007), Evaluating the compatibility of multi-functional and intensive urban land uses, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Volume 9, Issue 4, December 2007, Pages 375-391, doi:10.1016/j.jag.2006.12.002
- [8] Jankowski, P. (1995). "Integrating geographical information systems and multiple criteria decision-making methods." International Journal of Geographic Systems 9(3): 251-273.
- [9] Jiang, H. and R. R. Eastman (2000). "Application of fuzzy measures in multi- criteria evaluation in GIS." International Journal of Geographical Information Systems 14(2): 173-184.