

پژوهش های جغرافیای _ شماره ۵۴، زمستان ۱۳۸۴
صص ۹۳-۱۰۶

تحلیل تناسب زمین برای توسعه کالبدی در محور شمالغرب شیراز با استفاده از رویکرد ارزیابی چندمعیاری (MCE) در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (ساج-GIS)

دکتر عبدالامیر کرم* _ استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت معلم تهران

دریافت مقاله: ۸۳/۸/۳

تأیید نهایی: ۸۳/۱۱/۲۶

چکیده

تحلیل و ارزیابی تناسب زمین برای توسعه کالبدی شهرها یکی از دلمشغولی های اصلی جغرافیدانان و برنامه ریزان شهری است. در شرایطی که در اغلب شهرها توسعه کالبدی روندی سریع و فزاینده دارد، شناخت و مکان یابی اراضی مناسب برای توسعه کالبدی شهرها بسیار ضروری می باشد. تحلیل تناسب زمین برای گسترش شهرها فرآیندی است که به ارزیابی همزمان چندین معیار یا متغیر مختلف نیاز دارد. در این مقاله با استفاده از روش ترکیب خطی وزن دار و در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (ساج)، تناسب زمین برای توسعه کالبدی در محور شمالغرب شهر شیراز بر پایه پنج معیار (شیب، جنس و قابلیت زمین، فاصله با شهر و فاصله با راه های اصلی) ارزیابی شده و نقشه تناسب زمین در محدوده مذکور تهیه شده است. این نقشه نواحی اولویت دار و مناسب برای توسعه کالبدی را نشان می دهد و می تواند مورد استفاده برنامه ریزان شهری و تصمیم گیرندگان فضایی قرار گیرد.
واژگان کلیدی: تناسب زمین، توسعه کالبدی، ارزیابی چندمعیاری، سیستم اطلاعات جغرافیایی، تحلیل فضایی.

مقدمه

تحلیل های فضایی^۱ و جغرافیایی اغلب چندمتغیره و چندمعیاری اند. جغرافیدانان، برنامه ریزان و تصمیم گیرندگان فضایی (مکانی) برای حل مسائل خویش با طیف وسیعی از داده ها و اطلاعات مواجه اند که استفاده، تلفیق و تحلیل آنها به سبب حجم زیاد و ماهیت های متفاوت، معمولاً بسیار پیچیده و مشکل است. تحلیل تناسب زمین^۲ برای توسعه کالبدی شهری یکی از اصلی ترین مقولاتی است که جغرافیدانان و برنامه ریزان شهری با آن سروکار دارند. ارزیابی تناسب زمین فرآیند بسیار پیچیده ای است که انجام آن به ملاحظات همزمان چندین عامل یا معیار زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی نیاز دارد. چون سیستم های اطلاعات جغرافیایی^۳ (ساج) دارای قابلیت های متعدد و توانمندی در زمینه

* E-mail: aa-karam@yahoo.com

1- Spatial analyses

2- Land Suitability

3- Geographic Information Systems (GIS)

واژه ساج متشکل از حروف اول عبارت سیستم اطلاعات جغرافیایی و مخفف آن است.

گردآوری، ذخیره، ویرایش، تحلیل داده‌ها و مدل‌سازی می‌باشند، لذا ابزار مفیدی برای برنامه‌ریزان فضایی در زمینه ارزیابی چندمعیاری^۱ محسوب می‌شوند. اصولاً هدف نهایی هر ساج تأمین پشتیبان لازم برای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری است. برای تحلیل و ارزیابی چندمعیاری تناسب زمین روش‌های متعددی وجود دارد که روش ترکیب خطی وزن‌دار^۲ یکی از رایج‌ترین آنهاست (مالچوسکی^۳ ۱۹۹۹). در این نوشتار تلاش بر آن است که برپایه پنج معیار اصلی و با روش ترکیب خطی وزن‌دار، تناسب زمین برای توسعه کالبدی در محور شمالغرب شیراز در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (ساج) ارزیابی شود. روش مذکور به این دلیل انتخاب شده که اولاً ساده بوده و یکی از رایج‌ترین روش‌های ارزیابی چندمعیاری است؛ ثانیاً به راحتی در قالب سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی قابل اجراست و ثالثاً می‌تواند دیدگاه و اطلاعات تحلیل‌گر در مورد اهمیت معیارها و بازنگری آنها را به بهترین نحو اعمال کند.

توسعه کالبدی لجام گسیخته و بدون برنامه یکی از معضلات اصلی در ساختار شهری (و اقتصادی - اجتماعی) کشورهای در حال توسعه است. در ایران نیز مسئله توسعه کالبدی بی‌رویه در برخی شهرها و از جمله شهر شیراز دیده می‌شود. محور شمالغرب شیراز (ابتدای جاده سپیدان) یکی از مناطقی است که به سبب دارا بودن ویژگی‌های خاص (عمدتاً طبیعی از جمله اقلیم و چشم‌انداز مناسب) در سال‌های اخیر مورد هجوم توسعه شهری قرار گرفته و ساخت و سازهای فراوانی در قالب شهرک‌ها و پروژه‌های آماده‌سازی زمین با برنامه یا بدون برنامه در آن صورت گرفته است. این مسئله در حالی رخ داده که بخش‌های وسیعی از این منطقه دارای قابلیت کشاورزی و باغداری است و نواحی مرتفع آن برای مرتع‌داری و حفاظت آبخیزها مناسب‌اند. از سوی دیگر، این ناحیه کریدور وزش بادهای غالب سالانه و بخشی از حوزه آبخیز رودخانه خشک شیراز است که دست‌اندازی‌های بدون برنامه و بی‌توجه به ملاحظات زیست‌محیطی در آن می‌تواند به تخریب اکوسیستم و تبعات بعدی چون وقوع سیلاب‌ها، فرسایش خاک، تخریب چشم‌انداز و منابع طبیعی و ... بیانجامد. بدین لحاظ تحلیل تناسب زمین برای توسعه شهری و شناسایی اراضی مناسب و اولویت‌دار برای توسعه کالبدی در شرایطی که این ناحیه در معرض تغییرات شدید محیطی است، بسیار ضروری می‌نماید. این نوشتار سعی دارد با ارائه یک روش‌شناسی ساج مبتنی^۴، بخشی از قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی (ساج) به‌عنوان ابزار پشتیبان تصمیم‌گیری فضایی^۵ را معرفی نماید.

معرفی محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد بررسی بخشی از ناحیه شمالغرب شهر شیراز در امتداد و دو سوی ابتدای جاده سپیدان را در بر می‌گیرد که به محور شمالغرب شیراز موسوم است. این محدوده از بخش شمالغربی بافت شهری شیراز شروع و در امتداد جاده سپیدان به طول حدود ۲۰ کیلومتر تا اراضی پایین‌دست روستای قلات ادامه یافته و مساحتی حدود ۵۸۵ کیلومتر مربع را در بر می‌گیرد. نقشه شماره (۱) موقعیت محور شمالغرب و محدوده مورد بررسی نسبت به شهرستان و شهر شیراز را نشان

۱- Multicriteria evaluation (MCE)

۲- Weighted linear Combiation (WLC)

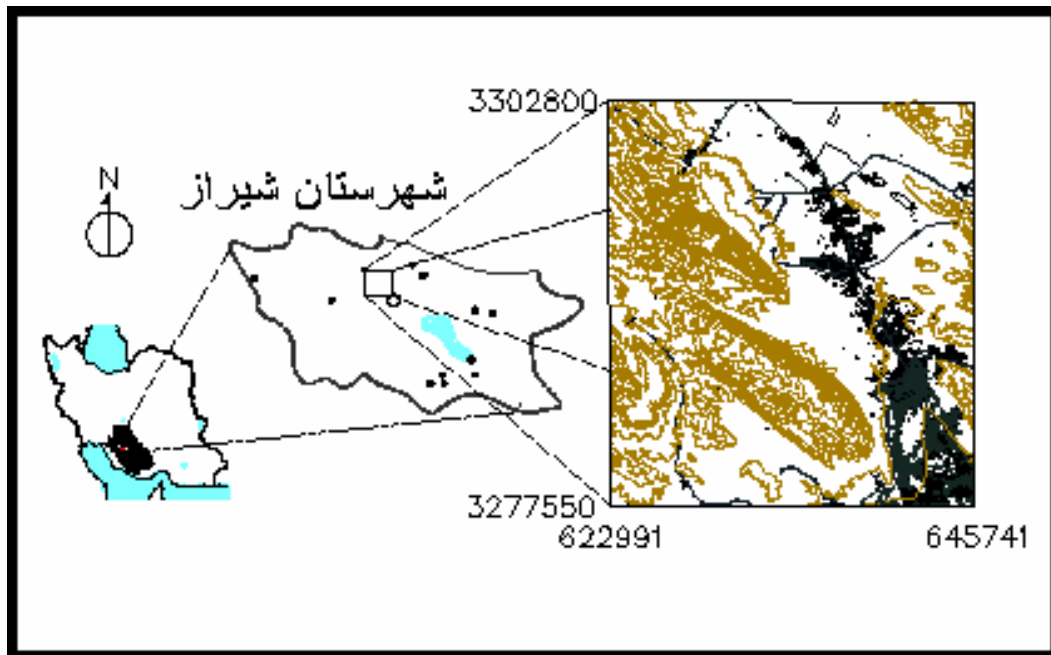
۳- Malczewski(1999)

۴- GiS- based

۵- Spatial Decision making

می‌دهد. این ناحیه از نظر اقلیمی، آب و هوایی معتدل تر و مطلوب تر از شیراز دارد. دارای چشم‌اندازهای طبیعی، اراضی زراعی و باغی بوده و بخشی از چشمه‌سارها و شعبات بالادست رودخانه خشک شیراز در این ناحیه واقع است. ناحیه مذکور در سال‌های اخیر به دلایل متعددی از جمله رشد جمعیت شهر شیراز و نیاز به توسعه کالبدی شهر، دگرگون شده و تحولات کالبدی سریعی در آن رخ داده (از جمله احداث چند شهرک). این تحولات هم اکنون نیز ادامه دارد.

نقشه ۱- موقعیت محدوده مورد بررسی در شهرستان شیراز



روش و مواد

مواد و داده‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل موارد زیر می‌باشد:

- ۱- نقشه‌های توپوگرافی منطقه با مقیاس ۱:۲۵/۰۰۰
- ۲- نقشه‌های زمین‌شناسی منطقه با مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰ و ۱:۲۵۰/۰۰۰
- ۳- نقشه منابع طبیعی و واحدهای اراضی منطقه با مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰۰

علاوه بر نقشه‌های مبنایی فوق، نقشه‌های فاصله با راه‌های اصلی، فاصله با شهر و نقشه طبقه‌بندی شیب زمین نیز با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی موجود تهیه شده‌اند. برای تهیه نقشه شیب ابتدا با استفاده از نقشه توپوگرافی، مدل رقومی ارتفاعی (DEM)^۱ زمین تهیه و از آن طریق نقشه شیب زمین بدست آمده است.

کلیه نقشه‌ها ابتدا در سیستم رایانه‌ای و برنامه نرم‌افزاری اتوکد^۲ رقومی گردیده‌اند و سپس از طریق تغییر فرمت، اطلاعات فضایی (داده‌های نقشه‌ای) با قالب برداری^۳ به محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (ساج) و نرم‌افزار آرک اینفو^۴ منتقل

^۱- Digital Elevation Model (DEM)

^۲- Auto CAD

^۳- Vector Format

گردیده‌اند. در محیط آرک اینفو، روابط توپولوژیک برای هر لایه نقشه‌ای ساخته شده و یک پایگاه اطلاعات جغرافیایی نیز طراحی شده است.

برای تحلیل فضایی و ارزیابی چندمعیاری از نرم‌افزار ایدرسی^۱ و قالب رستری^۲ استفاده شده است. بدین منظور لایه‌های نقشه‌ای از محیط آرک اینفو به محیط ایدرسی منتقل گردیدند. برای کلیه نقشه‌ها سیستم مختصات یکسان UTM در نظر گرفته شده و اندازه هر عنصر تصویر (پیکسل) در نقشه‌ها معادل 30×30 متر می‌باشد. معیارها و متغیرهای در نظر گرفته شده برای تحلیل تناسب زمین در این بررسی شامل پنج معیار شیب زمین، جنس زمین (زمین شناسی)، قابلیت زمین، فاصله با راه‌های اصلی و فاصله با شهر بوده‌اند (نقشه‌های شماره ۲ تا ۶). برای استانداردسازی ارزش‌ها (مقادیر) و یکسان‌سازی مقیاس‌ها در لایه‌های نقشه‌ای، از روش فازی^۳ و برای وزن‌دهی به معیارها از روش وزن‌دهی فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی^۴ (AHP) استفاده شده است. در تحلیل نهایی ارزیابی چندمعیاری (برای تناسب زمین)، تکنیک ترکیب خطی وزن‌دار (WLC) مورد استفاده قرار گرفته است. شکل‌های شماره (۱) فرآیند ارزیابی چندمعیاری ساج مبنا برای تحلیل تناسب زمین در این پژوهش را نشان می‌دهند.

ارزیابی چندمعیاری به روش ترکیب خطی وزن‌دار (WLC)

هدف از تحلیل چندمعیاری، انتخاب بهترین آلترناتیو^۵ (در اینجا بهترین مکان یا پیکسل) بر مبنای رتبه‌بندی آنها از طریق ارزیابی چندمعیار اصلی است. روش‌های متعددی برای تحلیل ارزیابی چندمعیاری وجود دارد که مهم‌ترین و اصلی‌ترین آنها شامل روش ترکیب خطی وزن‌دار، رویکردهای تابع ارزش / مطلوبیت^۶، فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی، روش نقطه ایده‌آل^۷ و روش توافقی^۸ هستند (مالچوسکی ۱۹۹۹). جدول شماره (۱) خلاصه‌ای از ویژگی‌های روش‌های مذکور را نشان می‌دهد. برای بررسی جامعی از روش‌شناسی‌های تحلیل‌های ارزیابی و تصمیم‌گیری چندمعیاری می‌توان به کینی و رایفا (۱۹۷۶)^۹، کینی (۱۹۸۰)^{۱۰}، پیترومک کیلیپ (۱۹۸۴)^{۱۱}، کرک وود (۱۹۹۷)^{۱۲}، گودوین و رایف (۱۹۹۸)^{۱۳} رجوع کرد (مالچوسکی ۱۹۹۹).

روش ترکیب خطی وزن‌دار رایج‌ترین تکنیک در تحلیل ارزیابی و تصمیم‌گیری چندمعیاری است.

^۴- Arc info

^۱- IDRISI

^۲- Raster Format

^۳- Fuzzy

^۴- Analytic Hierarchy Process (AHP)

^۵- Alternative

^۶- Value/utility function

^۷- Ideal point

^۸- Concordance

^۹- Keany and Raiffa (1976)

^{۱۰}- Keany (1980)

^{۱۱}- Pitz and Mckillip (1984)

^{۱۲}- Kirkwood (1997)

^{۱۳}- Goodwin and Wright (1998)

این تکنیک روش ساده وزن‌دهی جمع‌پذیر^۱ و روش امتیازدهی^۲ نیز نامیده می‌شود. این روش بر مبنای مفهوم میانگین وزنی استوار است. تحلیل گریا تصمیم‌گیرنده مستقیماً بر مبنای "اهمیت نسبی" هر معیار، وزن‌هایی به معیارها می‌دهد. سپس از طریق ضرب کردن وزن نسبی در مقدار آن خصیصه، یک مقدار نهایی برای هر آلترناتیو (مثلاً عنصر تصویر در تحلیل فضایی) بدست می‌آید. پس از آن که مقدار نهایی هر آلترناتیو مشخص شد آلترناتیوی که بیشترین مقدار را داشته باشد مناسب‌ترین آلترناتیو برای هدف مورد نظر خواهد بود.

در این روش قاعده تصمیم‌گیری، مقدار هر آلترناتیو A_i را به وسیله فرمول زیر محاسبه می‌کند:

$$A_i = \sum_j W_j X_{ij} \quad \text{رابطه (۱)}$$

در رابطه بالا X_{ij} مقدار i امین آلترناتیو در رابطه با j امین خصیصه و وزن W_j یک وزن استاندارد شده، به طوری که مجموع وزن‌ها برابر یک می‌باشد ($\sum W_j = 1$). وزن‌ها، اهمیت نسبی هر معیار یا خصیصه را نشان می‌دهند و آلترناتیو ارجح از طریق تعریف مقدار بیشینه (m و ... و ۳ و ۲ و ۱) A_i انتخاب می‌شود. اجرای روش ترکیب خطی وزن‌دار (WLC) در محیط ساج شامل مراحل زیر است:

۱- تعریف و تعیین مجموعه معیارهای ارزیابی (لایه‌های نقشه‌ای) و مجموعه آلترناتیوهای امکان‌پذیر در محیط ساج.

۲- استاندارد کردن و تبدیل مقیاس ارزش‌ها و مقادیر لایه‌های نقشه‌ای (معیارهای ارزیابی)، یعنی مقیاس ارزش‌ها و مقادیر لایه‌های نقشه‌ای با هم همخوان و قابل مقایسه گردد.

۳- تعیین وزن‌های معیار، یعنی وزن و اهمیت نسبی هر معیار و لایه نقشه‌ای مشخص شود.

۴- ساخت و تولید لایه‌های نقشه‌ای وزن‌دار استاندارد شده، یعنی ضرب کردن لایه‌های نقشه‌ای استاندارد در وزن‌های مربوطه.

۵- تولید نقشه نهایی و تعیین امتیاز کلی هر آلترناتیو با استفاده از عملیات برهم نهی^۳

(همپوشانی) و تابع اجتماع^۴ بر روی لایه‌های نقشه‌ای وزن‌دار استاندارد شده.

۶- طبقه‌بندی یا رتبه‌بندی آلترناتیوها بر مبنای ارزش‌های کلی، یعنی آلترناتیوهای با مقدار عددی بیشتر، آلترناتیوهای مناسب‌تر و بهتر خواهند بود.

روش ترکیب خطی وزن‌دار (WLC) می‌تواند با استفاده از ساج و قابلیت‌های همپوشانی این سیستم اجرا شود. فنون همپوشانی در ساج اجازه می‌دهد که برای تولید یک لایه نقشه‌ای ترکیبی (نقشه برون‌داد)

لایه‌های نقشه‌ای معیار (یعنی نقشه‌های درون‌داد) با هم ترکیب و تلفیق شوند. استفاده از این روش در هر دو نوع قالب رستری و برداری ساج عملی است (براف ۱۹۹۰^۵، هی وود و دیگران ۱۹۹۵^۶).

^۱- Simple additive weighting

^۲- Scoring

^۳- Overlay operation

^۴- Union Function

^۵- Burrough (1990)

^۶- Heywood et al.(1995)

معیارهای ارزیابی و استانداردسازی معیارها به روش فازی

در ارزیابی چندمعیاری برای دستیابی به یک هدف معین باید سنجه‌ها یا شاخص‌هایی را تعریف و معین کرد که بر مبنای آنها بتوان به آن هدف معین دست یافت. این سنجه‌ها یا شاخص را معیار (یا خصیصه) ارزیابی می‌نامند. در بررسی حاضر معیارهای ارزیابی تناسب زمین برای توسعه کالبدی شامل پنج معیار شیب زمین، جنس زمین، قابلیت زمین، فاصله با شهر و فاصله با راه‌های اصلی هستند. معیارهای مذکور پس از رقومی شدن و ورود به سیستم اطلاعات جغرافیایی با استفاده از کارکردهای بنیادین ساج به "نقشه‌های معیار" تبدیل شده‌اند. چون هر نقشه معیار یا هر خصیصه دارای محدوده و مقیاس‌های اندازه‌گیری متفاوتی است، برای تحلیل و ارزیابی چندمعیاری باید مقیاس اندازه‌گیری آنها را همخوان و متناسب با هم کرد. برای همسان‌سازی مقیاس‌های اندازه‌گیری و تبدیل آنها به واحدهای قابل مقایسه از فرآیند استانداردسازی معیارها استفاده می‌شود. در ساج برای ساخت نقشه‌های معیار قابل مقایسه و استاندارد شده چند رویکرد اصلی شامل روش‌های قطعی^۱، احتمالاتی^۲ و فازی وجود دارد که در این بررسی برای استانداردسازی داده‌ها از روش فازی استفاده شده است. استانداردسازی داده‌ها، کلیه مقادیر و ارزش‌های لایه‌های نقشه‌ای را به دامنه یکسانی مثلاً بین صفر تا یک یا صفر تا ۲۵۵ تبدیل می‌کند. فرآیند استانداردسازی در روش فازی از طریق باز قالب‌بندی مقادیر و ارزش‌ها به شکل یک مجموعه عضویت^۳ عملی می‌گردد. در این حالت بیشترین ارزش یعنی مقدار یک به حداکثر عضویت و کمترین ارزش یعنی عدد صفر به حداقل عضویت در مجموعه تعلق می‌گیرد (سویی ۱۹۹۹^۴). در روش استانداردسازی فازی، برای باز قالب‌بندی مقادیر معمولاً از توابع مختلفی چون توابع S شکل^۵، J شکل^۶ و خطی^۷ استفاده می‌شود. در پژوهش حاضر نقشه‌های معیار با استفاده از توابع S شکل در محیط نرم‌افزاری ایدرسی استاندارد شده و ارزش‌های آنها به واحدهای قابل مقایسه‌ای از صفر تا یک تبدیل شده است. در توابع S شکل در محیط ایدرسی برای فازی کردن لایه‌های نقشه‌ای باید موقعیت حداقل ۲ تا ۴ نقطه a, b, c, d بر روی نمودار تابع S شکل معین شود (a، عضویت از صفر بالاتر می‌رود. b، عضویت معادل یک. c، عضویت از یک پایین‌تر می‌رود و d عضویت معادل صفر). چون تابع انتخاب شده از نوع کاهنده یکنواخت بوده، لذا در این تابع باید تنها دو نقطه c و d بر روی نمودار تابع مشخص شوند و مقدار b، نیز برابر با مقدار c خواهد بود. به عنوان مثال نقشه معیار شیب دامنه‌ها دارای دامنه‌ای از صفر تا ۲۵۰ درصد بوده، برای فازی کردن این نقشه مقدار c در تابع مذکور معادل ۱۰ درصد در نظر گرفته شده؛ یعنی کلیه پیکسل‌های دارای شیب صفر تا ۱۰ درصد در نقشه خروجی ارزش یک به خود گرفته‌اند. مقدار d نیز برابر ۳۰ درصد ملحوظ شده؛ یعنی کلیه پیکسل‌های دارای شیب ۱۰ تا ۳۰ درصد از شیب کم به زیاد، ارزش یک تا صفر به خود گرفته‌اند و مابقی پیکسل‌های با

^۱ - Deterministic

^۲ - Probabilistic

^۳ - Membership set

^۴ - Sui(1999)

^۵ - Sigmoidal Functions

^۶ - J-Shaped Functions

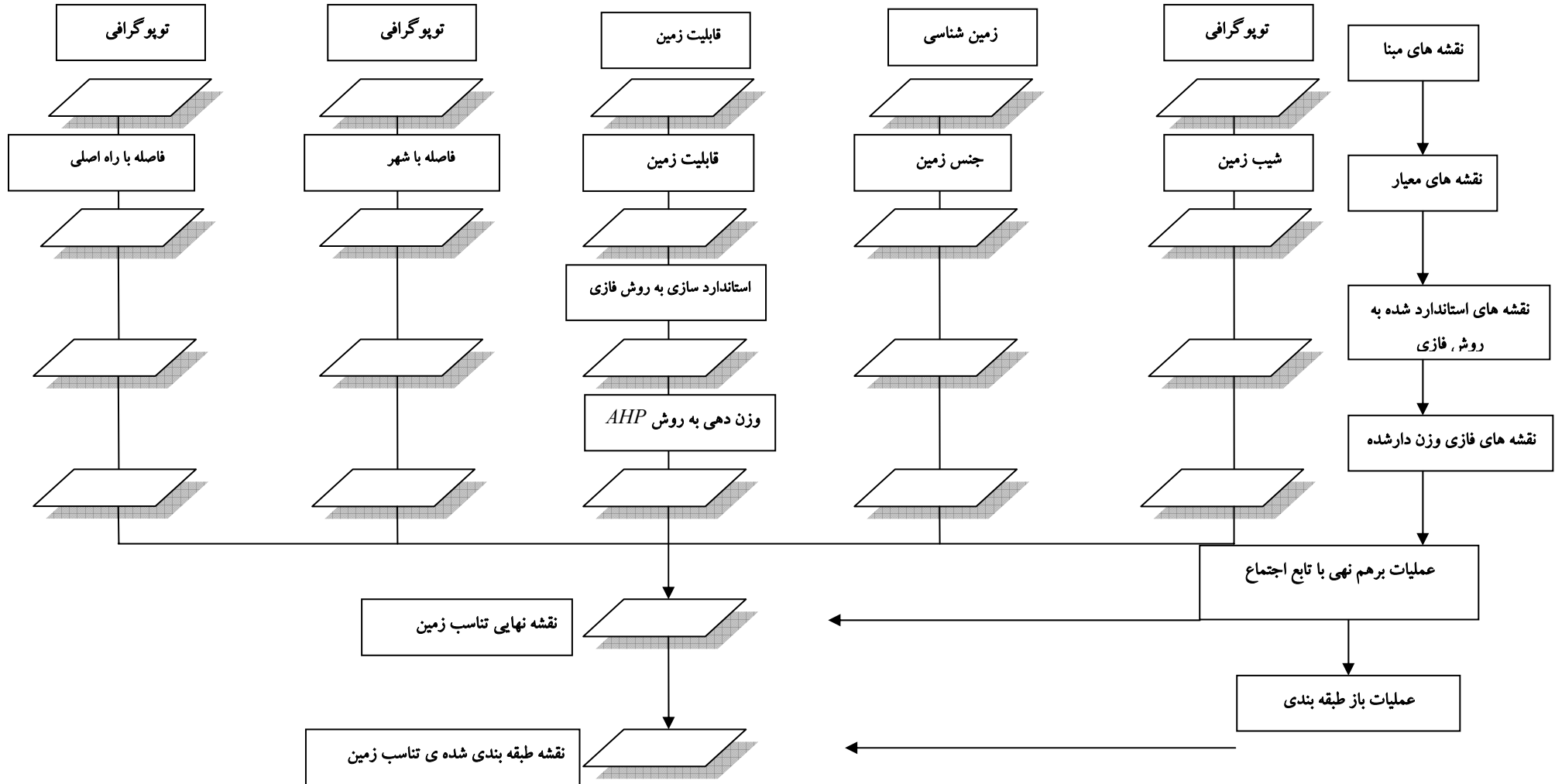
^۷ - Linear Functions

شیب بزرگتر از ۳۰ درصد نیز ارزش صفر گرفته اند. برای سایر نقشه های معیار هم قواعد ویژه در نظر گرفته شده و مقادیر C و d برای هر یک از آنها معین شده است (جدول شماره ۲). لازم به ذکر است که دو معیار جنس و قابلیت زمین متغیر کیفی بوده اند.

شکل ۱- مراحل و فرآیند ارزیابی تناسب زمین برای توسعه کالبدی در محور شمالغرب شیراز در سیستم اطلاعات جغرافیایی (ساج)



شکل ۲- مدل ساج مبنای ارزیابی چند معیاری به روش ترکیب خطی وزن دار (WLC) برای ارزیابی تناسب زمین نسبت به توسعه کالبدی



جدول ۱- روش های اصلی ارزیابی و تصمیم گیری چندمعیاری

نمونه‌هایی از کارهای انجام شده	مدول‌های کاربردی ساج مبنا	نرم‌افزارها	انواع تصمیم‌گیری‌ها	برونداد	درونداد	روش ارزیابی و تصمیم‌گیری چندمعیاری
هی وود و دیگران (۱۹۹۵)، لوری و دیگران (۱۹۹۵)	مدل‌سازی جغرافیایی، ایدرسی، اسپنز	صفحه گسترده‌ها	تصمیم‌گیری انفرادی، قطعی، فازی	رتبه‌بندی ترتیبی	خصیصه‌ها، وزن‌ها، امتیازها	ترکیب خطی وزن‌دار (WLC)
جانکووسکی و ریچارد (۱۹۹۴)	مدل‌سازی کارتوگرافیکی ساج مبنا که با نرم‌افزارهای تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاری یکپارچه شده‌اند	LOGICAL DECISIONS Mats و صفحه گسترده‌ها	تصمیم‌گیری انفرادی و گروهی، قطعی، فازی	رتبه‌بندی کاردینال (اعداد اصلی)	مقدار (ارزش) توابع، وزن‌ها	ارزش چند خصیصه‌ای
جانسن و رتیولد (۱۹۹۰)، کسلر و ساندل (۱۹۹۷)	مدل‌سازی جغرافیایی ساج مبنا که با نرم‌افزارهای تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاری یکپارچه شده‌اند	LOGICAL DECISIONS HIPRE3 و صفحه گسترده‌ها	تصمیم‌گیری انفرادی و گروهی، قطعی، فازی	رتبه‌بندی کاردینال (اعداد اصلی)	مطلوبیت، توابع، وزن‌ها	مطلوبیت چند خصیصه‌ای
بنایی (۱۹۹۳)، ایستمن (۱۹۹۳)، سیدمی کویی و دیگران (۱۹۹۶)، هیکی و جانکووسکی (۱۹۹۷)	ایدرسی، Geochoice	LOGICAL DECISIONS HIPRE3 و صفحه گسترده‌های کدام و چرا	تصمیم‌گیری‌های انفرادی و گروهی، قطعی، فازی، احتمالاتی	رتبه‌بندی کاردینال (مقیاس نسبت)	خصیصه‌ها، امتیازها، مقایسه دوجه‌دویی	فرآیند سلسله‌مراتبی تحلیلی (AHP)
کارور (۱۹۹۱)، پری برا وداکستین (۱۹۹۳)، اوارت (۱۹۹۴)، مالچوسکی (۱۹۹۶)، سیمونویک (۱۹۹۷)	مدل‌سازی جغرافیایی ساج مبنا که با نرم‌افزارهای تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاری یکپارچه شده‌اند	AIM و صفحه گسترده‌ها	تصمیم‌گیری‌های انفرادی و گروهی، قطعی، فازی، احتمالاتی	رتبه‌بندی کاردینال	خصیصه‌ها، امتیازها، وزن‌ها، نقطه‌ی ایده‌آل	نقطه‌ی ایده‌آل
کارور (۱۹۹۱)، کان (۱۹۹۲)، مارتین و دیگران (زیرچاپ)	روتین‌های رابط با نرم‌افزار آرک اینفو	ELECTREIII , IV صفحه گسترده‌ها	تصمیم‌گیری‌های انفرادی و گروهی، قطعی، فازی، احتمالاتی	رتبه‌بندی ترتیبی یا بخشی	خصیصه‌ها، وزن‌ها، وزن‌های رتبه‌دار	توافقی
ایستمن وجانگ (۱۹۹۶)، ایستمن (۱۹۹۷)	ایدرسی، Windows 2.0	صفحه گسترده‌ها	تصمیم‌گیری‌های انفرادی و گروهی، فازی	رتبه‌بندی ترتیبی یا کاردینال	فازی، خصیصه‌ها، وزن‌ها، وزن‌های رتبه‌دار	میانگین وزنی رتبه‌بندی شده

مأخذ: مالچوسکی (۱۹۹۹)

روش وزن دهی

پس از آن که معیارهای ارزیابی به مقیاس های قابل مقایسه و استاندارد تبدیل شدند باید وزن و اهمیت نسبی هر یک از آنها در رابطه با هدف مورد نظر را تعیین کرد. در این پژوهش از روش فرآیند سلسله مراتب تحلیلی (AHP) ساتی^۱ برای تعیین وزن نسبی هر معیار ویژه استفاده شده است (ساتی، ۱۹۸۰). فرآیند سلسله مراتب تحلیلی یک روش ریاضی جهت تعیین اهمیت و تقدم معیارها در فرآیند ارزیابی و تصمیم گیری است. روش مذکور شامل سه مرحله اصلی به قرار زیر می باشد:

۱- تعریف و سازماندهی معیارها در یک سلسله مراتب (تشکیل ماتریس معیارها).

در این روش یک سری مقایسه دوه‌دویی از اهمیت نسبی معیارها برای ارزیابی مورد نظر به عمل می آید. این مقایسه‌های دوه‌دویی^۲ سپس برای ایجاد یکسری وزن‌ها (که جمع جبری آنها برابر یک است)، تحلیل می‌شوند (غفاری ۱۳۸۲). معیارها و وزن‌های نسبی بدست آمده برای هر یک از معیارها، داده‌های ورودی اصلی برای تحلیل ارزیابی چندمعیاری در محیط ساج می‌باشند. برای تعیین درجه دقت و صحت وزن‌دهی از شاخص سازگاری^۳ (C.I) استفاده می‌شود که بر مبنای رویکرد بردار ویژه^۴ تئوری گراف^۵ محاسبه می‌گردد (ساتی، ۱۹۸۰). چنانچه شاخص سازگاری معادل ۰/۱ یا کمتر از آن باشد وزن‌دهی صحیح بوده، در غیر این صورت وزن‌های نسبی داده شده به معیارها بایستی تغییر یابند و وزن‌دهی مجدداً باید انجام شود.

جدول ۲- قواعد فازی کردن نقشه های معیار و مقادیر a,b,c,d در تابع S شکل

معیار ارزیابی	دامنه ی ارزش ها	a,b,c	d	توضیحات
شیب زمین (درصد)	۰-۲۵۰	۱۰	۳۰	صفر تا ۱۰ درصد معادل یک - ۱۰ تا ۳۰ درصد از یک تا صفر - بیشتر از ۳۰ درصد معادل صفر
فاصله با شهر (کیلومتر)	۰-۳۰	۵	۳۰	صفر تا ۵ کیلومتر معادل یک - ۵ تا ۳۰ کیلومتر از یک تا صفر
فاصله با راه اصلی (کیلومتر)	۰-۱۵	۵	۱۵	صفر تا ۵ کیلومتر معادل یک - ۵ تا ۱۵ کیلومتر از یک تا صفر
جنس زمین	۸ تا ۱	۱	۵	آبرفت معادل یک - سنگ های آهکی و ماسه سنگی از یک تا صفر - سنگ های مارنی معادل صفر
قابلیت زمین	۸ تا ۱	۱	۴	مراتع ضعیف معادل یک - مراتع متوسط ، دیم کاری ها و زمین های زراعی با قابلیت کم از یک تا صفر - زمین های زراعی با قابلیت متوسط و زیاد ، مراتع خوب و اراضی با قابلیت باغداری معادل صفر

^۱- Saaty (1980)

^۲- هم نهادی و سنتز با استفاده از الگوریتم حل نتایج مقایسه های دو به دویی در تمامی سطوح سلسله مراتب

^۳- Consistency index

^۴- Eigenvector

^۵- Graph theory

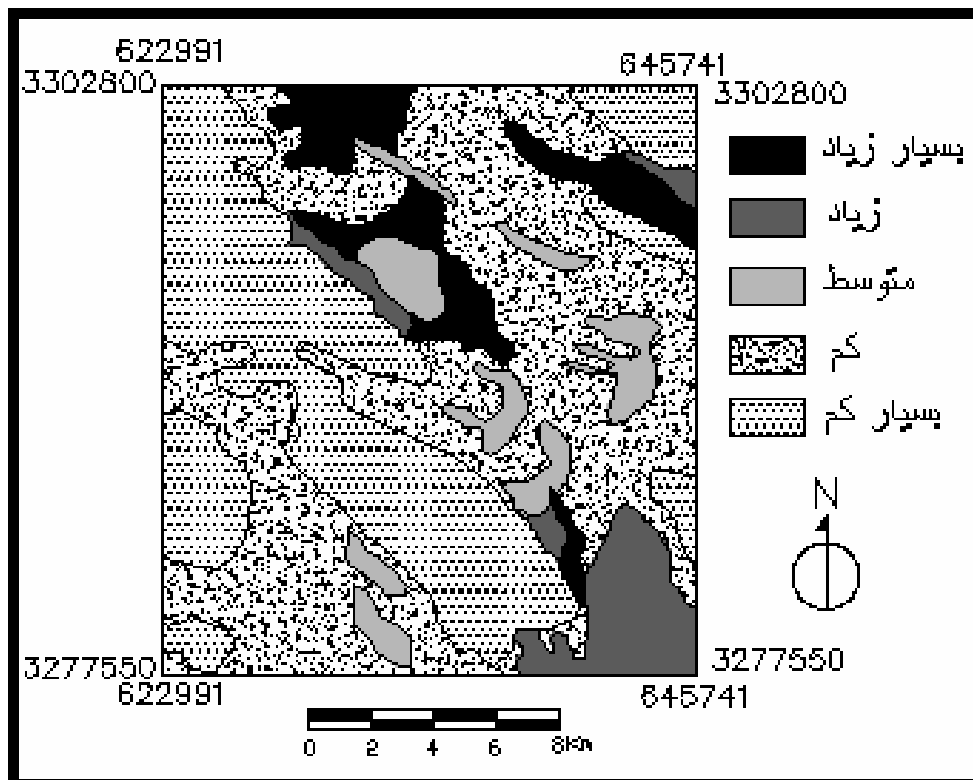
باتوجه به روش فوق، وزن‌دهی برای هر یک از معیارها انجام شده و نتایج آن در جدول شماره (۳) درج شده است؛ شاخص سازگاری بدست آمده برای وزن‌دهی به معیارهای پنج‌گانه نیز معادل ۰/۰۵ می‌باشد. پس از تعیین وزن هر معیار، ارزیابی چندمعیاری در محیط ساج با استفاده از عملیات همپوشانی و تابع اجتماع انجام شده و نقشه نهایی (سنتر) تناسب زمین برای توسعه کالبدی شهری بدست آمده است (نقشه شماره ۷).

جدول ۳- ماتریس فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی (AHP) و وزن‌های هر یک از معیارها

معیارها	شیب زمین	فاصله با شهر	جنس زمین	قابلیت زمین	فاصله تا راه‌های اصلی	وزن‌های نهایی
شیب زمین	1	-	-	-	-	0.2532
فاصله با شهر	1/5	1	-	-	-	0.0674
جنس زمین (زمین‌شناسی)	1/3	3	1	-	-	0.01206
قابلیت زمین	5	9	5	1	-	0.5184
فاصله تا راه‌های اصلی	1/5	1/3	1/3	1/9	1	0.0403

* مقادیر سطری، اهمیت نسبی هر معیار سطری نسبت به معیار ستونی را نشان می‌دهد. عدد یک معادل اهمیت یکسان، عدد کمتر از یک معادل اهمیت کمتر و عدد بیشتر از یک معادل اهمیت بیشتر است. حداکثر مقادیر در این روش ۹ و حداقل مقادیر 1/9 می‌باشد.

نقشه ۲- طبقه‌بندی تناسب زمین برای توسعه کالبدی در محور شمالغرب شیراز



نتیجه گیری و بحث

نقشه اولیه برون داد حاصل از ارزیابی چندمعیاری برای تعیین تناسب زمین در محور شمالغرب شیراز (با هدف مکان یابی نواحی مناسب برای توسعه کالبدی شهری)، نقشه ای است تلفیقی با فرمت راستری که مقادیر آن ارزش هایی بین صفر تا یک دارد. مقادیر بالاتر (به سمت یک) در این نقشه گویای تناسب بیشتر برای توسعه کالبدی و مقادیر کمتر (به سمت صفر) گویای زمین های با تناسب کمتر برای توسعه کالبدی هستند. در این نقشه کلیه عناصر تصویر (پیکسل ها) در طیفی خاکستری از رنگ روشن تا تیره قرار می گیرند که مکان های تیره رنگ ارزش رقمی بیشتر (تناسب بیشتر) و مکان های با رنگ روشن، ارزش رقمی کمتری (تناسب کمتر) دارند. پس از تهیه نقشه مذکور با استفاده از عملیات باز طبقه بندی^۱ (وسپس تغییر فرمت از راستر به بردار) نقشه برون داد اولیه به یک نقشه طبقه بندی شده تبدیل شده که مقادیر و ارزش های آن در پنج گروه شامل پهنه های با تناسب بسیار کم، کم، متوسط، زیاد و تناسب بسیار زیاد گروه بندی شده اند (نقشه شماره ۷). در واقع این نقشه، طبقه بندی زمین های مناسب برای توسعه کالبدی (بر پایه پنج معیار مورد مطالعه) را در محور شمالغرب شیراز نشان می دهد. نتایج نشان می دهد که حدود ۱۶ درصد اراضی محدوده در گروه زمین های با تناسب زیاد و بسیار زیاد برای توسعه شهری قرار می گیرند که عمدتاً در سمت چپ جاده سپیدان و شمال شهرک گلستان و در محدوده شهر جدید صدرا قرار دارند. همچنین ۷ درصد اراضی تناسب متوسطی داشته و مابقی اراضی یعنی حدود ۷۷ درصد اراضی نیز تناسب کم و بسیار کمی برای توسعه شهری دارند.

چنانچه این نقشه با نقشه وضعیت موجود زمین در محور شمالغرب شیراز مقایسه شود یا این که دو نقشه با هم، همپوشانی شوند آنگاه می توان میزان تطابق توسعه شهری و ساخت و سازهای موجود با ارزیابی تناسب زمین را مورد قیاس قرار داد. تطبیق رایانه ای و بصری این دو نقشه با هم نشان می دهد که بخش های وسیعی از محور شمالغرب شیراز (مخصوصاً در دو سوی جاده) تناسب خوبی برای توسعه کالبدی نداشته و در گروه اراضی با تناسب کم برای توسعه کالبدی قرار می گیرد، در حالی که بر روی این اراضی و در دو سوی جاده یک گسترش خطی از ساخت و سازها قابل مشاهده است.

از سوی دیگر، بخش های قابل توجهی از اراضی شهر جدید صدرا که در محدوده مورد بررسی واقع اند، برای توسعه شهری تناسب بسیار زیادی دارد. بخش هایی از اراضی این شهر جدید نیز تناسب متوسطی برای توسعه شهری دارند. علیرغم آن که اراضی شهر جدید صدرا در گروه زمین های مناسب برای توسعه کالبدی قرار دارد، اما اراضی منطقه حد فاصل این شهر جدید با محور سپیدان (محور شمالغرب) که دارای تناسب کمی برای توسعه شهری می باشد، هم اکنون مورد توجه توسعه مسکونی قرار گرفته است.

در غرب محور سپیدان سکونتگاه بزین در اراضی با تناسب زیاد و بخش اعظم اراضی شهرک گلستان در محدوده با تناسب بسیار زیاد پای گرفته اند. بخش های وسیعی از شمال شهرک گلستان و اراضی مخروطه افکنه قلات نیز از تناسب زیاد و بسیار زیادی برای توسعه کالبدی برخوردارند. بنابراین تطبیق نقشه نهایی تناسب زمین برای توسعه کالبدی

^۱ - Reclassification

با وضع موجود نشان می دهد که بخش های قابل توجهی از اراضی شمالغرب شیراز علیرغم آن که فاقد تناسب لازم برای توسعه کالبدی اند، تغییر کاربری یافته و به توسعه مسکونی و خدماتی اختصاص یافته اند.

نقشه نهایی تناسب زمین برای توسعه کالبدی، اراضی اولویت دار و مناسب برای توسعه کالبدی را نشان داده و می تواند به عنوان مبنایی برای مکان یابی های آتی جهت توسعه شهری و کالبدی قلمداد گردیده و مورد استفاده سازمان های ذیربط در رابطه با برنامه ریزی شهری و منطقه ای قرار گیرد.

همان گونه که نتایج این بررسی نشان می دهد، سیستم اطلاعات جغرافیایی (ساج) به دلیل قابلیت هایی که در زمینه ی گردآوری، ویرایش، تغییر و تحلیل حجم انبوهی از داده ها و اطلاعات مکانی و غیر مکانی دارد، ابزار بسیار مناسبی برای پشتیبانی در زمینه تحلیل ها و برنامه ریزی های فضایی است. کارکردهای بنیادین و پیشرفته این سیستم اجرای طیف وسیعی از عملیات آماری و ریاضی و الگوریتم های فضایی بر روی داده ها را امکان پذیر می سازد. این عملیات تا اندازه زیادی محدودیت ها و پیچیدگی های ناشی از حجم زیاد اطلاعات، ناهمخوانی های ناشی از تنوع ماهیت معیارها را کاهش داده و مدت زمان محاسبات و تحلیل ها را نیز کاهش می دهند ضمن آن که از دقت نسبتاً خوبی نیز برخوردارند.

در رابطه با تحلیل تناسب زمین برای توسعه کالبدی، علاوه بر روش ارزیابی چندمعیاری (MCE)، می توان از روش های فازی، تخصیص چند هدفی زمین^۱ و روش های متکی بر منطق بولی^۲ نیز یاری گرفت؛ ضمن آن که می توان تعداد معیار های ارزیابی را نیز متناسب با امکانات و محدودیت های پژوهش افزایش داد. این مجموعه روش شناسی ها، در سایر عرصه های علوم زمین نیز دارای کاربرد می باشند و می توان از آنها در زمینه برنامه ریزی روستایی، برنامه ریزی زیست محیطی، مکان یابی خدمات و تسهیلات و ... نیز استفاده نمود.

منابع و مأخذ:

- ۱- غفاری. سیدرامین. (۱۳۸۲). "اولویت بندی بحران در سکونتگاه های روستایی با روش AHP. (مطالعه موردی دهستان بازفت)". فصلنامه مهندس مشاور، شماره ۱۲، زمستان ۱۳۸۲، صص ۱۰۷ - ۱۰۰
- ۲- نقشه های توپوگرافی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ محدوده ی مورد بررسی، سازمان نقشه برداری کشور، شماره های 64492NWa, 64492NEa, 64491SEa, 64491SWa
- ۳- نقشه ی زمین شناسی شیراز، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، وزارت صنایع و معادن
- ۴- نقشه ی منابع طبیعی و واحدهای اراضی منطقه ی شیراز، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، مرکز تحقیقات آب و خاک، وزارت جهاد کشاورزی، بی تا

5- Burrough, P. A. (1990) "Methods of Spatial analysis in GIS". International journal of geographic information systems, 4, pp. 221 - 223

¹ - Multio-objective land allocation (MOLA)

² - Boolean Logic

- 6- Chrisman, N. (2002) "Exploring geographic information systems". John Wiley and sons. New york,pp. 143-151
- 7- IDRSI for windows softwar (version 2.008) (1998). Help Menu. Program Modules. Decision support section.clark University.
- 8- Malczewski, J. (1999)." GIS and Multicriteria Decision Analysis". John Wiely and sons. New york. USA, pp.198-204
- 9-Satty,T.(1980)."The analytical hierarchical process:planning,prioritysetting,resource allocation.New York: Mc Graw-Hill.
- 10- Sui, D.Z. (1999)." A Fuzzy GIS Modeling Approach for Urban land Evaluation". Computer, Environment, and Urban systems. Vol 16. pp. 101-115.