Archive of SID

پژوهش و فناوری محیط زیست، دوره دوم، شماره سه، پاییز و زمستان 96، صفحه‌ی 11-15

تلفیق روش تصمیم‌گیری چند معیاره AHP و GIS در ارزیابی تناسب زمین

لادن کاظمی راد[1]
Lkazemi_1980@yahoo.com

چکیده

شناخت و تعیین تناسب و استعداد زمین برای توسعهٔ کالبدی و شهری از اقدامات اولیه در برنامه‌ریزی‌های فضایی و محیطی است. هدف از انجام پژوهش این است که با توجه به عوامل طبیعی، نواحی مناسب برای توسعهٔ کالبدی در استان گیلان شناسایی و پراکنش فضایی آن‌ها مشخص گردد. تعیین تناسب زمین از طریق هفت معیار طبیعی مشتمل بر شیب، ارتفاع، پوشش زمین، بارش، فاصله از گسل، جنس سنگ، تناسب خاک و روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی صورت پذیرفت. تناسب زمین برای توسعهٔ کالبدی به سه طبقهٔ زیاد، متوسط و کم تقسیم شد و نقشهٔ پهنه‌بندی آن تهیه گردید. نتایج نشان داد که صرف‌نظر از مناطق حفاظت شده و محدوده تالاب، حدود 62 درصد از منطقه مورد مطالعه در طبقه با تناسب زیاد قرار گرفته‌اند و با ملحوظ داشتن سایر پارامترها می‌توانند برای توسعهٔ کالبدی مدنظر برنامه‌ریزان و سیاست‌گزاران قرار گیرند.

واژگان کلیدی: ارزیابی زمین، تناسب زمین، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، توسعه کالبدی، عوامل طبیعی، سیستم اطلاعات جغرافیایی

Integrated Analytical Hierarchy Process (AHP) and GIS for Land use Suitability Analysis

Ladan Kazemi Rad

Ph.D. in Climatology, Department of Geography, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran

Abstract

Recognizing and determining the suitability and talent of the earth is one of the primary measures in spatial and environmental planning for physical and urban development. The aim of this research is to identify and determine the spatial distribution of suitable areas for physical development in Guilan province. Land suitability was determined by hierarchical process analysis (AHP) method and using seven natural criteria including gradient, altitude, cover, rainfall, distance from fault, rock, soil. The land suitability for physical development was divided into three large, moderate and low classes, and its zoning map was prepared. The results showed that, regardless of the protected areas and the wetland, about 62% of the study area is located in the class with a high proportion. With the consideration of other parameters, these areas can be considered for developmental planning by planners and policy makers.

Keywords: Land Evaluation, land suitability, Hierarchical Analysis Process, Physical Development, Natural Factors, GIS, Gilan Province.

1- دانش آموخته‌ی دکتری اقلیم شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران

www.SID.ir

Archive of SID

1- مقدمه

یکی از اصلی‌ترین خصوصیات ساخت اقتصادی، اجتماعی کشورهای در حال رشد این است که گسترش رشد و توسعه در برخی مناطق و ایجاد نابرابری‌های فاحش درآمدی و رفاه اجتماعی بین مناطق گوناگون، عوارض سوء اقتصادی- اجتماعی را بدنبال خواهد داشت [1]. تبدیل زمین، فرسایش، بیابان‌زایی، جنگل‌زدایی، مسمومیت و آلودگی زمین‌ها در بیشتر موارد به واسطه استفاده غیرمنطقی از زمین روی می‌دهند. جاری شدن سیل‌های سال‌های اخیر در کشور ما، آلودگی شهرهای بزرگ، از بین رفتن سطح وسیعی از جنگل‌ها، رشد بی‌رویه شهرها، بیابان‌زایی گسترده، متروکه ماندن کشتزارها به خاطر مهاجرت روستاییان به شهرها و واردات چند میلیاردی مواد غذایی و منابع طبیعی به کشور، نمونه‌های ملی هرج‌ومرج جهانی در کشور ماست [2].

از آن‌جایی‌که فقدان نقشه های کاربری و مقررات احداث بنا گاهی موجب تبدیل اراضی زراعی، جنگلی و مرتع به زمین‌های شهری یا صنعتی شده است، لزوم تهیه طرح کاربری زمین یکی از ارکان مهم و اساسی در تهیه طرح‌های ناحیه ای است.

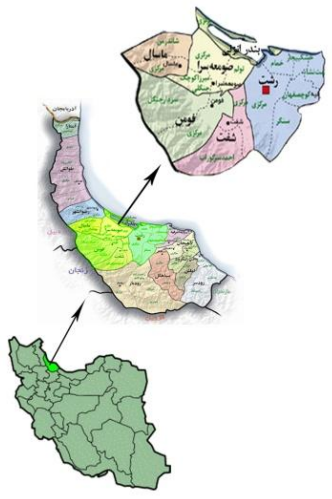
فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP کاربرد وسیعی در عرصه علوم زمین و برنامه‌ریزی فضا و محیط دارد. این روش به‌عنوان یکی از معروفترین فنون تصمیم‌گیری چند منظوره برای وضعیت‌های پیچیده‌ای که سنجه‌های چندگانه و متضادی دارند، ابزار تصمیم‌گیری نرمش‌پذیر و در عین حال قوی بشمار می‌رود. AHP روشی منعطف, قوی و ساده می‌باشد که برای تصمیم‌گیری در شرایطی که معیارهای تصمیم‌گیری متضاد انتخاب بین گزینه‌ها را با مشکل مواجه کرده، کاربرد دارد.

در برنامه‌ریزی کاربری زمین نیز از روش تصمیم‌گیری چند معیاره AHP به طرق مختلف بهره گرفته شده است. از جمله آخرین کارهایی که با استفاده از این روش صورت گرفته می‌توان به تحقیق بوجورکوئز و دیگران (2001) اشاره کرد. آن‌ها در ارزیابی تناسب زمین در مکزیک از این روش استفاده کردند [3]. علی و دیگران (2005) با استفاده از روش AHP و GIS، ارزیابی تناسب زمین در شهر مینیای جدید مصر را انجام دادند [4]. بنایی (2005) با بکارگیری این مدل پایداری منابع طبیعی برای توسعه شهری را ارزیابی کرد [5]. اسواری و دیگران (2005) تخصیص کاربری زمین شهری را از طریق روش AHP به انجام رساندند [6]. نادسون (2006) از طریق عوامل کشاورزی، منابع طبیعی و منابع آب با روش AHP تناسب زمین برای شهر فلورانس در جنوب شرقی مینه سوتای آمریکا را تحلیل نمود [7]. هوانگ و دیگران با یکپارچه‌سازی GIS و AHP تحلیل تناسب زمین برای مکانیابی محل دفن زباله‌ای هسته‌ای را در کانادا انجام دادند [8]. آن‌ها با استفاده از معیارهای کاربری زمین، شیب، زمین‌شناسی، فاصله تا پهنه‌های آبی، فاصله تا راه‌های اصلی، فاصله تا مراکز شهری و اندازه قطعات زمین، ارزیابی مذکور را انجام دادند. لی (2006) از روش AHP برای تحلیل تجربی خصوصی‌سازی در توسعه شهری بهره گرفت [9]. یانگ و همکاران (2008) با استفاده از روش AHP و سنجش از دور در قالب سیستم اطلاعات جغرافیایی، سیستمی را برای مدیریت کاربری زمین در شهر چانگشای چین ارائه نمودند [10]. غفاری (1382) برای اولویت‌بندی بحران در سکونتگاههای روستایی از روش مذکور استفاده کرد [11]. سرور (1383) برای مکانیابی جهت توسعه آتی شهر میاندوآب از روش AHP کمک گرفت [12]. عبداللهی (1383) با استفاده از منطق بولین و روش AHP به بررسی روند الگوی توسعه فیزیکی و تعیین مکان بهینه جهت توسعه شهر کنگان پرداخت [13]. فرجی سبکبار (1384) در مکانیابی واحدهای خدماتی در بخش طرقبه شهرستان مشهد از این روش بهره جست [14]. قنواتی و سرخی (1385) برای مکانیابی محل دفن بهداشتی مواد زائد شهری آبدانان از روش AHP استفاده کردند [15]. کرم (1387) با استفاده از روش AHP، ارزیابی تناسب زمین برای توسعه کالبدی در مجموعه شهری شیراز را انجام داد [16]. کرم (1387) با استفاده از روش AHP، ارزیابی تناسب زمین برای توسعه کالبدی شهر کرج را انجام داد [17].

2- روش تحقیق

2-1- محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه با مساحت 4168 کیلومتر مربع شامل شهرستان‌های رشت، بندرانزلی، صومعه‌سرا، ماسال، شفت و فومن می‌باشد که در عرض 36 درجه و 53 دقیقه تا 37 درجه و 34 دقیقه شمالی و طول 48 درجه و 45 دقیقه تا 49 درجه و 37 دقیقه شرقی قرار گرفته است. نقشه (1) موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



نقشه 1: موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

2-2-روش کار

در پژوهش حاضر علاوه بر بررسی های کتابخانه ای و استفاده از منابع موجود، از نقشه‌های مختلف نیز استفاده گردیده است. نقشه‌های معیار با توجه به اهداف و روش AHP باز طبقه‌بندی شدند. عملیات وزن‌دهی AHP توسط یک نرم‌افزار اکستنشن در GIS انجام گردید و وزن نهایی هر معیار در هر یک از لایه‌های نقشه‌ای اعمال شد. در مرحله بعدی با عملیات همپوشانی، امتیاز همه لایه‌های نقشه‌ای با هم جمع شده و نقشه نهایی مجموع امتیازها تهیه گردید. در مرحله آخر نقشه نهایی به سه طبقه ی تناسب زمین برای توسعه‌ی فیزیکی یعنی زیاد، متوسط و کم (نامناسب) باز طبقه بندی شد.

2-3- مراحل فرایند تحلیل سلسله مراتبی

روش ارزیابی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) جزو روش‌های چند معیاری می‌باشد که با شناسایی و اولویت‌بندی عناصر تصمیم‌گیری شروع می‌شود. این عناصر شامل هدف، معیارها یا مشخصه‌ها و گزینه‌های احتمالی می‌باشند. بکارگیری روش مذکور مستلزم چهار قدم عمده زیر می‌باشد:

2-3-1- ساخت سلسله مراتب درختی

در این مرحله، مسأله و هدف تصمیم‌گیری به‌صورت سلسله مراتبی از عناصر تصمیم که با هم در ارتباط می‌باشند، در آورده می‌شود. عناصر تصمیم شامل «شاخص‌های تصمیم‌گیری» و «گزینه‌های تصمیم» می‌باشد. فرایند تحلیل سلسله مراتبی نیازمند شکستن یک مساله با چندین شاخص به سلسله مراتبی از سطوح است [18].

2-3-2- مقایسات زوجی

بعد از طراحی سلسله مراتب، تصمیم گیرنده می‌بایست مجموعه ماتریس‌هایی که به‌طور عددی اهمیت یا ارجحیت نسبی شاخص‌ها را نسبت به یکدیگر اندازه‌گیری می‌نماید، ایجاد کند. در AHP عناصر هر سطح نسبت به یکدیگر به‌صورت زوجی مقایسه می شوند. مقایسه عناصر در یک ماتریس K*K ثبت می‌شود. مقایسه زوجی به‌صورت ارزش گذاری عنصر سطر نسبت به عنصر ستون صورت می گیرد و برای ارزش گذاری نیز معمولا از یک مقیاس فاصله ای از 1 تا 9 استفاده می‌شود. هرچه مقدار ارزش داده شده بیشتر باشد نشان‌دهنده اهمیت و ارجحیت بیشتر عنصر سطری نسبت به عنصر ستونی است. به‌طوری که ارزش 9 بیانگر کاملا مهم تر و ارزش یک بیانگر با ارجحیت و اهمیت یکسان است (جدول 1).

2-3-3- محاسبات وزن‌های نسبی

قدم بعدی در فرایند تحلیل سلسله مراتبی انجام محاسبات لازم برای تعیین اولویت هر یک از عناصر تصمیم با استفاده از اطلاعات

جدول1: ارزش‌گذاری شاخص‌ها نسبت به هم

وضعیت مقایسه ها	وزن یا ارزش
ترجیح یکسان (Equally perfect)	1
کمی ارجح (Moderately perfect)	3
ترجیح بیشتر (Strongly perfect)	5
ترجیح خیلی بیشتر (Very strongly perfect)	7
کاملا مرجح ترجیح بیشتر (Extremely perfect)	9
ترجیحات بینابین	2-4-6-8

ماتریس‌های مقایسات زوجی است. به این ترتیب که مجموع اعداد هر ستون از ماتریس مقایسات زوجی را محاسبه کرده، سپس هر عنصر ستون را بر مجموع اعداد آن ستون تقسیم می‌کنیم. میانگین اعداد هر سطر از ماتریس مقایسات نرمال شده را محاسبه می‌کنیم. این میانگین وزن نسبی عناصر تصمیم با سطرهای ماتریس را ارائه می‌کند.

2-3-4- ادغام وزن‌های نسبی

به‌منظور رتبه‌بندی گزینه‌های تصمیم، در این مرحله بایستی وزن نسبی هرعنصر را در وزن عناصر بالاتر ضرب کرد تا وزن نهایی آن بدست آید.

2-3-5- محاسبه نرخ سازگاری

تقریباً تمامی محاسبات مربوط به فرایند تحلیل سلسله مراتبی براساس قضاوت اولیه تصمیم گیرنده که در قالب ماتریس مقایسات زوجی ظاهر می‌شود، صورت می‌پذیرد و هر گونه خطا و ناسازگاری در مقایسه و تعیین اهمیت بین گزینه‌ها و شاخص‌ها نتیجه نهایی به دست آمده از محاسبات را مخدوش می‌سازد. نرخ ناسازگاری وسیله‌ای است که سازگاری را مشخص ساخته و نشان می‌دهد که تا چه حد می‌توان به اولویت‌های حاصل از مقایسات اعتماد کرد. تجربه نشان داده است که اگر نرخ ناسازگاری کمتر از 0/10 باشد سازگاری مقایسات قابل قبول بوده و در غیر این‌صورت مقایسه‌ها باید تجدیدنظر شود. شاخص سازگاری به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

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

n عبارتست از تعداد گزینه‌های موجود در مساله

$\lambda_{\max}$ وزن معیار/سطر ماتریس ارزش گذاری*ستون وزن ها

نرخ سازگاری از تقسیم شاخص سازگاری بر شاخص تصادفی بدست می‌آید.

$$CR = \frac{CI}{CR} \qquad (2)$$

شاخص تصادفی نیز از جدول (2) استخراج می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 2: شاخص تصادفی

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0/58	0/9	1/12	1/24	1/32	1/41	1/45	1/51

3- نتایج

همان‌طور که پیشتر گفته شد اولین گام در AHP ترسیم یک نمایش گرافیکی از مسئله است که در آن هدف، معیارهای مناسب برای دستیابی به هدف و گزینه های موردنظر نشان داده شود. در واقع در این مرحله سطوح مختلف تحلیل به صورت سلسله مراتبی و گرافیکی به تصویر کشیده می شوند. در سطح اول هدف قرار دارد که در پژوهش حاضر هدف، تعیین مکان‌های مناسب برای توسعه فیزیکی شهرهای استان گیلان (بر پایه معیارهای طبیعی) می‌باشد. در سطح دوم معیارها یا سنجه هایی که می توان با آن‌ها به هدف موردنظر دست یافت مشخص می شوند. در این پژوهش برای رسیدن به هدف موردنظر از 7 معیار طبیعی استفاده شده است. در سطح سوم کیفیت تناسب زمین برای هدف مشخص شده و لذا زمین از نظر تناسب به سه رده یا طبقه تناسب زیاد، متوسط و کم تقسیم گردیده است. بالاخره در سطح چهارم گزینه‌ها یا آلترناتیوها قرار دارند که در بررسی حاضر شامل کوچکترین واحدهای نقشه ای یعنی پیکسل‌ها هستند. به‌عبارت دیگر با اجرای این روش با توجه به هدف و معیارها، یکی از گروههای سه گانه تناسب زمین به هر یک از پیکسل‌ها تعلق خواهد گرفت و برونداد روش، نقشه ای است که تناسب زمین را در سه طبقه نشان می دهد.

در AHP هر سطح نسبت به یکدیگر به‌صورت زوجی مقایسه می‌شوند. مقایسه و وزن دهی به عناصر در یک ماتریس K*K ثبت می‌شود که در این بررسی یک ماتریس 7*7 ایجاد گردیده است. جدول (3)، ماتریس ارزش‌گذاری و وزن‌دهی به معیارهای هفت گانه در پژوهش حاضر را نشان می‌دهد که در نرم‌افزار مربوطه ایجاد و محاسبه شده است. وزن‌های نسبی هر یک از معیارها در ستون آخر جدول درج شده و مجموع آن‌ها برابر یک است. همچنان‌که در جدول مشهود است بیشترین اهمیت و وزن به ترتیب مربوط به شیب، پوشش زمین، فاصله از گسل و ارتفاع می‌باشد.

نرخ سازگاری در روش AHP شاخصی است که سازگاری مقایسه‌ها را نشان می‌دهد. این نرخ گویای درجه صحت و دقت ارزش گذاری ها در مقایسات زوجی است. همان‌طور که قبلا گفته شد اگر نرخ مذکور از 0/1 کمتر باشد می‌توان ارزش گذاری‌ها و مقایسات را خوب و صحیح دانست، در غیر این‌صورت ارزش گذاری و مقایسات زوجی باید دوباره انجام گرفته و اصلاح شود. مقدار نرخ سازگاری در محاسبات حاضر برابر 0/084 بدست آمد که نشان‌دهنده صحت مرحله ارزش‌گذاری می‌باشد.

جدول 3: ماتریس مقایسه زوجی و وزن دهی

	شیب	ارتفاع	پوشش زمین	بارش	فاصله از گسل	جنس سنگ	تناسب خاک	وزن نهایی
شیب	۱	۳	۳	۳	۲	۳	۵	۰/۳۰۹۹
ارتفاع	۱/۳	۱	۱/۳	۱	۱/۲	۲	۳	۰/۰۹۹۸
پوشش زمین	۱/۳	۳	۱	۳	۳	۵	۲	۰/۲۳۰۳
بارش	۱/۳	۱	۱/۳	۱	۱/۳	۳	۲	۰/۰۹۵۹
فاصله از گسل	۱/۲	۲	۱/۳	۳	۱	۱	۲	۰/۱۳۶۹
جنس سنگ	۱/۳	۱/۲	۱/۵	۱/۳	۱	۱	۱/۲	۰/۰۶۰۲
تناسب خاک	۱/۵	۱/۳	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۲	۱	۰/۰۶۷۰

* 1/3 به معنی 1 تقسیم بر 3 است.

پس از تهیه لایه های نقشه‌ای مختلف از فاکتورهای طبیعی هفت‌گانه (نقشه (2))، وزن بدست آمده برای هر یک از لایه ها در نقشه مربوطه ضرب گردیده و سپس کلیه نقشه‌های وزن‌دار شده با یکدیگر جمع جبری گردیده و در نهایت یک نقشه خروجی مجموع امتیازها بدست آمد (نقشه (3)). نقشه حاصل برای هر پیکسل دارای امتیازی است که تناسب آن پیکسل را برای توسعه کالبدی نشان می‌دهد. هر چه مقدار امتیاز بیشتر باشد، تناسب نیز بیشتر است. نواحی آبی تیره در نقشه (3)، زمین‌های با تناسب زیاد و نواحی قرمز زمین‌های با تناسب کمتر را نشان می‌دهد. پس از تهیه نقشه نهایی، محدوده مربوط به مناطق حفاظت شده و محدوده تالاب انزلی با آن همپوشانی شدند (نقشه (4)).

4- بحث و نتیجه‌گیری

جدول (4) مساحت و درصد هر یک از طبقات تناسب زمین حاصل از اجرای روش AHP را نشان می دهد. از کل مساحت 4135833 کیلومتر مربعی محدوده، 386021 کیلومتر مربع به مناطق حفاظت شده و 82428 کیلومتر مربع به محدوده تالاب تعلق دارد. بنابراین مجموع اراضی ارزیابی شده معادل 3667384 کیلومتر مربع است که حدود 62 درصد آن در طبقه با تناسب زیاد، 30 درصد آن در طبقه با تناسب متوسط و 8 درصد آن در طبقه با تناسب کم قرار گرفته اند.

نتایج حاصل از اجرای این روش به لحاظ بصری و تحلیل جداول متقاطع در این سطح از مقیاس و وسعت تا حد قابل توجهی رضایت بخش است. بدیهی است دقت نقشهٔ نهایی تا حد زیادی وابسته به دقت نقشه‌های پایه و اندازهٔ پیکسل‌ها می‌باشد. چنانچه دقت بالاتری مدنظر باشد باید ارزیابی در وسعت کمتر، مقیاسی بزرگتر و پیکسل‌هایی کوچکتر صورت گیرد.

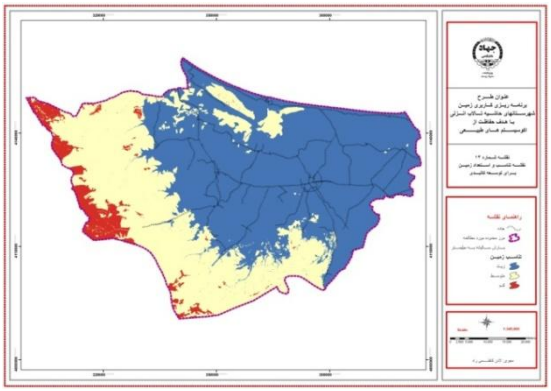
انتخاب معیارهای مناسب و کافی نیز از دیگر مسائلی است که باید برای ارزیابی‌های دقیق تر بدان توجه کرد. از آن‌جائی‌که به دلیل عدم وجود اطلاعات کافی در خصوص برخی معیارها از آن‌ها صرف‌نظر شده است مطلوب است که بتوان از معیارهای بیشتری در این زمینه بهره گرفت تا نتایج بهتری و دقیق‌تری حاصل گردد.

www.SID.ir

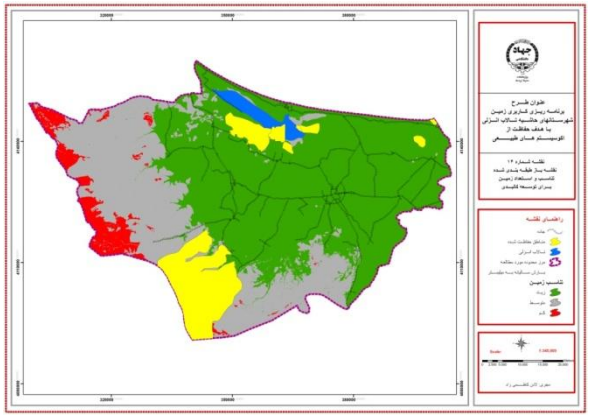
Archive of SID

جدول (4) نتایج ارزیابی و پهنه بندی تناسب زمین

طبقه تناسب زمین	مساحت (کیلومتر مربع)	مساحت (درصد)
زیاد	2268519	62
متوسط	1094176	30
کم	304688	8



نقشه 3: نقشه تناسب و استعداد زمین برای توسعه کالبدی



نقشه 4 نقشه باز طبقه‌بندی شده تناسب و استعداد زمین برای توسعه کالبدی

5- منابع

[1] معصومی اشکوری، سید حسن، 1376، "اصول و مبانی برنامه ریزی منطقه ای"، انتشارات مولف، 152ص.

[2] مخدوم، مجید، 1392، "شالوده آمایش سرزمین"، چاپ چهاردهم، انتشارات دانشگاه تهران، 304ص.

[3] Bojorquez - tapia ,L., Diaz-Mondragón, S., and Ezcurra, E., 2001, "GIS-based approach for participatory decision making & land suitability assessments".INT .J .Geographical information science, 15(2), Sep, pp.129-151.

[4] Aly, M., Giardino, J., and Klein, A., 2005,"Suitability assessments for New Minia City, Egypt: A GIS Approach to Engineering Geology". Journal of Environmental & Engineering Geoscience, 11, May, p. 259-269.

[5] Banai, R., 2005, "Land resource sustainability for urban develop ments: spatial support system prototype", Journal of environmental management's, 36(2), Aug, pp.282-96.

[6] Svoray, T., Bar, P., and Bannet, T., .2005, "Urban land use allocation in a Mediterranean ecoton: habitat heterogeneity model incorporated in a GIS, using a multi-criteria mechanism" ,landscape & urban planning ,72(4), May, pp.337-351.

[7] Knudson, B.J., 2006, "land use suitability Analysis for Florence township", Goodhue County, Southeast Minnesota, USA.

[8] Huang, L., Sheng, G., and Wang, L., .2006," GIS-based hierarchy process for the suitability of nuclear waste disposal site, Environmental Informatics Archives, 4, pp. 289-296.

[9] Lee, Y., 2006, "An empirical Analysis of privatization in urban developments", 42nd ISO Carp congress, pp.1-10.

[10] Yang, F., Zeng, G., Du, C., Tang, L., Zhou, J., and Li, Z., 2008, "spatial analyzing system for urban landuse management based on GIS and multicriteria assessement modeling", progress in natural scince, 18(10), pp. 1279-1284.

[11] غفاری، سید رامین، 1382، "اولویت بندی بحران در سکونتگاههای روستایی با روش AHP (مطالعهٔ موردی :دهستان بازفت"، فصلنامه مهندس مشاور، شماره 12، صص 107-100.

[12] سرور، رحیم، 1383. "استفاده از روش (AHP) در مکانیابی های جغرافیایی (مطالعه موردی: مکانیابی جهت توسعه آتی شهر میاندواب)"، پژوهش های جغرافیایی. شماره 49. پاییز 1383. صص 38-19.

[13] عبدالهی، علی اصغر، 1383، " بررسی روند الگوی توسعه فیزیکی و تعیین مکان بهینه جهت توسعه شهر کنگان با استفاده از مدل بولین و AHP"، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم تهران.

[14] فرجی سبکبار، حسنعلی، 1384، "مکانیابی واحدهای خدمات بازرگانی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی AHP مطالعه موردی بخش طرقبه شهرستان مشهد"، پژوهش های جغرافیایی، شماره 51، صص 138-125.

[15] قنواتی، عزت ا... و سرخی، ولی، 1385،"مکانیابی محل دفن بهداشتی مواد زائد جامد شهری با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی AHP مطالعه موردی شهر آبدانان"، فصلنامه سرزمین، سال سوم، شماره 11، صص 77-67.

[16] کرم، امیر و محمدی، اعظم، 1388،" ارزیابی و پهنه بندی تناسب زمین برای توسعه فیزیکی شهر کرج و اراضی پیرامونی بر پایه فاکتورهای طبیعی و روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP، فصل نامه جغرافیای طبیعی، سال اول، شماره 4، صص 74-59.

[17] کرم، امیر، 1387، "کاربرد روش تحلیل سلسله مراتبی در ارزیابی زمین برای توسعه کالبدی بر پایه عوامل طبیعی(مطالعه موردی: مجموعه شهری شیراز)"، نشریه علوم جغرافیایی، جلد 8، شماره 11، صص 54-32.

[18] مهرگان، محمد رضا، 1383، "پژوهش عملیاتی پیشرفته"، چاپ اول، انتشارات کتاب دانشگاهی، 256ص.

www.SID.ir