پژوهشهای دانش زمین، سال دوم، شماره ۶ ، تابستان ۱۳۹۰ ، صفحات ۶۲- ۷۶

کارایی روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در پهنه‌بندی مناطق بهینه زمین شهری (مطالعه موردی؛ شهر دیواندره)

عزت اله قنواتی [۱*]، امیر کرم [۲]، هاشم حسینی [۳]، ابراهیم تقوی مقدم [۴] ، سید عبدالسلام حیدری [۳]

۱- دانشیار دانشگاه خوارزمی

۲- استادیار دانشگاه خوارزمی

۳- کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه خوارزمی

۴- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه حکیم سبزواری

۳- کارشناس ارشد ژئومورفولوژی،دانشگاه خوارزمی

پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۱۰/۲۰

تأیید نهایی مقاله: ۸ /۱۳۹۱/۶

چکیده

امروزه با توجه به ابعاد پیچیده مسائل شهری و دخالت متغیرهای مختلف به ویژه فاکتورهای طبیعی در امر برنامه‌ریزی شهری از مدل‌ها و روش‌های خاصی استفاده می‌کنند. سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش تصمیم‌گیری چندمعیاره در کنار هم می توانند ابزار مفیدی در رابطه با مطالعه پهنه‌بندی توسعه آتی شهر به شمار روند. شهر دیواندره گره اتصالی استان کردستان و یک شهر نوپا به شمار می‌رود، که در یک منطقه کاملا کوهستانی واقع شده است. در این تحقیق پس از شناسایی و مطالعه عوامل موثر بر اساس ویژگی‌های توپوگرافی و ژئومورفولوژیکی در روند توسعه شهر، با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی، پهنه‌بندی مناطق مستعد توسعه فیزیکی شهر انجام گرفته است. بر پایه نتایج حاصل از تحلیل و مدل‌سازی با استفاده از ابزار سیستم اطلاعات جغرافیایی و نرم افزار Expert choice ، نقشه پهنه‌بندی تناسب زمین در شهر دیواندره تهیه شده است. در این زمینه از روش ماتریس جهت وزن‌دهی دو به دویی بین شاخص‌ها استفاده شده است. سپس با اعمال ضریب شاخص و هم پوشانی آن‌ها، نقشه نهایی تناسب زمین به ۵ کلاس تناسب، طبقه‌بندی شده که با توجه به آن ۲۸/۲ درصد از محدوده مطالعاتی (۳۳/۸ کیلومترمربع) در کلاس با تناسب زیاد و خیلی زیاد قرار گرفته که به ترتیب اهمیت در نواحی جنوب شرقی و شرق منطقه مورد مطالعه می‌باشند.

واژگان کلیدی: تصمیم گیری چند معیاره، پهنه بندی، تناسب زمین،AHP، دیواندره

*- نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۳۸۴۱۳۲۱

Email: Ezghanavati@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

ایجاد شهرها و شهرک‌ها در کنار سکونتگاه‌های اولیه از پیامدهای ازدیاد جمعیت و نیاز روزافزون انسان برای فضای بهتر جهت ادامه حیات می‌باشد. استقرار شهرها و طراحی آن‌ها همیشه با برنامه-ریزی و مطالعات دقیق همراه نبوده است. گاهی اوقات مسائل غیرقابل پیش‌بینی در روند ساخت این سکونتگاه‌ها یا بعد از استقرار آن‌ها انسان و محیط او را تهدید می‌کند. پیچیدگی عوامل طبیعی و ارتباط تنگاتنگ آن‌ها با همدیگر مسائل ناشی از آن‌ها را به مراتب پیچیده‌تر خواهد کرد (رجائی،۱۳۸۷). این گونه مسائل و مشکلات به دلیل عدم مدیریت درست و شناخت مطلوب از زمین و عوارض ناشی از آن در کشورهای جهان سوم بیشتر دیده می‌شود (روستائی و جباری،۱۳۸۶). توجه به عوامل طبیعی، جغرافیائی و محیطی از این جهت که این عوامل بستر و جایگاه اصلی شهر را تشکیل داده و علاوه بر آن می‌تواند کلیه عناصر و اجزای طراحی شهری نظیر مکان، شکل، ساختار و بافت شهر را تغییر دهد حائز اهمیت است. به طوری که امروزه کلیه تفکرات برنامه‌ریزی شهری نقش طبیعت و عوامل اکولوژیک را اساسی‌ترین عوامل تاثیرگذار فرایند توسعه شهری می‌دانند. با توجه به ابعاد پیچیده مسائل شهری و دخالت متغیرهای مختلف به ویژه فاکتورهای طبیعی در امر برنامه‌ریزی شهری از مدل‌ها و نرم افزارهای مختلف برای برنامه‌ریزی استفاده می‌نمایند که سیستم اطلاعات جغرافیائی ابزاری قدرتمند در پاسخگوئی به نیازهای مطالعاتی و کاربردی به خصوص تعیین جهات مناسب گسترش شهری محسوب می‌شود. هدف اصلی در مکان‌یابی به عنوان یک تحلیل مکانی متداول در GIS جلوگیری از هدر رفتن زمان و هزینه‌ها و تعیین حداکثر کارائی است (حسینی، ۱۳۹۰). همان طوری که مسائل مربوط به فرم و فرایند های زمین و استقرا شهر و توسعه آن از پیچیدگی خاصی برخوردار است لذا باید از ترکیب و یکپارچه سازی تحلیل تصمیم چند معیاری[1] و سیستم اطلاعات جغرافیائی برای ارزیابی دقیق آن هاجهت تصمیم گیری مناسب بهره جست (مالچفسکی، ۱۳۸۵). ترکیب سیستم اطلاعات جغرافیایی و تکنیک‌های چندمعیاره کیفیت تصمیم‌گیری را در آنالیزهای مکانی افزایش می-دهد (Gomes and Estallialins, 2002). حل یک مسئله تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه[2] از دهه ۱۹۷۰ شروع شد و در دهه ۱۹۸۰، جهان با تغییر و تحولات شگرف در این نوع فرایندهای تصمیم‌گیری روبرو شد. (اصغرپور، ۱۳۷۷).

روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره یا چند شاخصه مبنای برای انتخاب کردن ، رتبه بندی ، غربال زنی،اولویت بندی و طبقه بندی بر اساس گزینه‌های محدود و قابل دسترس است که از طریق منظور کردن پاره ای از شاخص‌ها اعم از شاخص های چندگانه ، متضاد ، وزنی و نامتقارت صورت می گیرد (Topcu and Iker, 2007). مدل ترکیبی چند شاخصه و سیستم اطلاعات جغرافیایی نه تنها مبنائی را در بعد فضائی در مرحله شناخت وضع موجود بلکه جهت تصمیم-گیری برای چگونگی مداخله در فضای جغرافیائی فراهم می آورد (رهنما و همکاران، ۱۳۸۷). در این خصوص شناخت انواع تصمیم‌گیری‌های چند شاخصه، روش‌های انتخاب تکنیک‌ها و مدل‌های تصمیم‌گیری، چگونگی انتخاب شاخص‌ها نوع و نحوه بهنجار سازی شاخص و مقیاس‌های اندازه-گیری از گام‌های اولیه کاربرد روش‌های تصمیم-گیری چندشاخصه در اولویت‌بندی پدیده‌های

1- Multi-Criteria Decision Making
2- MCDM

Archive of SID
www.SID.ir

جغرافیایی محسوب می‌شود. (پورطاهری، ۱۳۸۹،ص ۲۰). فرایند تحلیل سلسله مراتبی به عنوان یکی از معروفترین فنون تصمیم گیری چند منظوره برای وضعیت‌های پیچیده ای که سنجه-های چندگانه و متضادی دارند، ابزار تصمیم گیری نرمش پذیر و در عین حال قوی به شمار می رود. مدل تحلیل سلسله مراتبی یک روش ریاضی جهت تعیین اهمیت و تقدم معیارها در فرآیند ارزیابی و تصمیم گیری است (کرم، ۱۳۸۴). فرایند تحلیل سلسله مراتبی با توجه به سادگی، انعطاف پذیری به کارگیری معیارهای کمی و کیفی به طور هم زمان و نیز توانائی بررسی سازگاری در قضاوت ها می تواند در بررسی موضوعات مربوط به مکانیابی کاربرد مطلوبی داشته باشد(Hill and Brateen, 2005). این مدل برای اولین بار در سال ۱۹۸۰ توسط ال. ساعتی برای بیان تصمیم گیری های چندمعیاره پیشنهاد شد و سپس کاربردهای متفاوتی در علوم مختلف داشته است. اخیراً از این مدل در تحقیقات متنوعی استفاده شده که از جمله آنها می توان به کار انا اس. زی پینسکا و همکاران Anna Szczypinska et al., 2008) اشاره کرد که دسترسی به بازار را در ارتباط با مدل تصمیم گر تحلیل سلسله مراتبی مورد مطالعه قرار داده اند. خیونگ ینگ و همکاران ,.Xiong Ying etal (2007) با تلفیق مدل تحلیل سلسله مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی ارزیابی ترکیبی از خصوصیات محیطی-اقتصادی استان هونان در کشور چین را انجام داده اند. دای و همکاران Dai et al., 2001) در ارزیابی زیست‌محیطی کاربری اراضی شهری در شمال‌غربی چین نشان داده‌اند که سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش تصمیم-گیری چندمعیاره ابزاری مفید و قدرتمند برای ارزیابی زمین با توجه به ویژگی‌های زیست‌محیطی آن در ارتباط با آمایش زمین شهری می‌باشد. قنواتی (Ghanavati, ۲۰۰۸) پهنه‌بندی زمین لغزش را در حوضه رودخانه جاجرود با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی مورد بررسی و مطالعه قرار داده است. لطفی و همکاران (Lotfi et ۲۰۰۹ al.,) توسعه زمین شهری را با روش تصمیم‌گیری چندمعیاره و GIS در شهر بابلسر انجام داده و بخش‌های جنوبی شهر را به عنوان اراضی مستعد معرفی کرده‌اند. سرور (۱۳۸۳) برای مکانیابی جهت توسعه آتی شهر میاندوآب از مدل تحلیل سلسله مراتبی کمک گرفته است. عبداللهی (۱۳۸۳) الگوی توسعه فیزیکی و تعیین مکان بهینه جهت توسعه شهر کنگان را با تحلیل سلسله مراتبی مشخص کرده است. کرم و محمدی (۱۳۸۸) با مدل تحلیل سلسله مراتبی ارزیابی و پهنه بندی تناسب زمین را جهت توسعه فیریکی شهر کرج و اراضی پیرامونی بر پایه فاکتورهای طبیعی تحلیل کرده اند. رهنما و همکاران (۱۳۸۷) در مقاله‌ای تحت عنوان شناسایی نقاط اولویت دار توسعه محلات مراکز شهری از تلفیق مدل تحلیل سلسله مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی در محله پاچنار استفاده کرده اند. صدوق ونینی و همکاران (۱۳۸۶) با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی در نرم افزار GIS پهنه‌بندی زمین را جهت توسعه فیزیکی شهر شیراز بر پایه هشت معیار ارزیابی کرده و سه پهنه تناسب را معرفی کرده است. قنواتی و همکاران (۱۳۹۰) کاربرد روش تحلیل سلسله مراتبی را در مطالعات سیل‌خیزی مورد بررسی قرار داده‌اند. ولیخانی و همکاران (۱۳۹۰) کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی و تصمیم‌گیری چندمعیاره را در پهنه‌بندی درجه تناسب توسعه فیزیکی اراضی شهری شمال کرج بررسی کرده‌اند. در این تحقیق نیز سعی شده است با تلفیق سیستم اطلاعات

Archive of SID

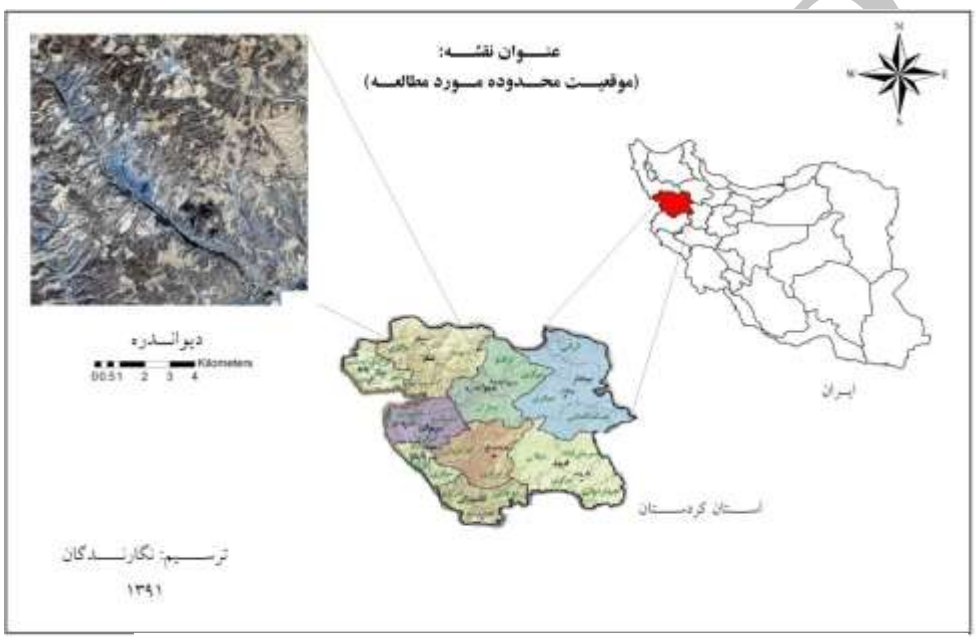
www.SID.ir

جغرافیایی و روش تصمیم چندمعیاره ارزیابی و تحلیل روی عوامل طبیعی موثر در توسعه آتی شهر دیواندره صورت گیرد و نقشه پهنه‌بندی تناسب زمین شهری با توجه به نتایج حاصل از روش مذکور تهیه شود.

مواد و روش‌شناسی

منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه بین ۳۵ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۵۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۶ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است مساحت محدوده مورد مطالعه حدود ۱۲۰ کیلومترمربع می باشد (شکل ۱). شهر دیواندره در فواصل ۹۵ کیلومتری بین دو شهر بزرگ استان کردستان یعنی سقز در شمال و سنندج در جنوب واقع شده است.



شکل ۱- محدوده منطقه مور مطالعه

شهرستان دیواندره با مساحت ۴۲۳/۳ کیلومترمربع ۱۴/۹ درصد از کل مساحت استان را شامل می شود. به علت وجود دشتهای بسیار وسیع اوباتو و سارال از مراکز اصلی تولید گندم و دامداری استان کردستان است و این فعالیتها در زندگی مردم این منطقه نقش اساسی دارد. اصلی ترین شاخص طبیعی اطراف شهر دیواندره در بخش غربی رشته کوههای زاگرس و در بخش شرقی زمین های نه چندان هموار و پست می باشد. در واقع شهر دیواندره مرز بین کوههای مرتفع و ناهموار بخش غربی و بخش هموار شرقی است. از لحاظ زمین شناسی محدوده مطالعاتی جزو زون ایران مرکزی محسوب می شود. این محدوده در حاشیه شمال باختری نوار دگرگونی سنندج - سیرجان قرار دارد که در تلاقی با زون البرز- آذربایجان و همچنین زون سنندج-سیرجان واقع گشته و از فعالیت های آن بی تاثیر نبوده است. به صورتی که نشانه هائی از چین خوردگی، دگرگونی و فعالیت های آتشفشانی به صورت پراکنده در منطقه به چشم می خورد (حسینی، ۱۳۹۰). از لحاظ اقلیمی دارای رژیم آب و هوایی نیمه خشک سرد بوده که مجموع بارش سالانه طی دوره ۳۰ ساله، حدود ۴۰۰ میلی متر و میانگین درجه حرات آن ۷/۷ درجه سانتی‌گراد با

www.SID.ir

تعداد ۱۲۹ روز یخبندان می‌باشد (سازمان هواشناسی استان کردستان، ۱۳۸۸). پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه نیز اغلب شامل کشت دیم و کمی بوته دار می باشد. مراتع موجود در بخش غربی محدوده مطالعاتی (منطقه سارال) جزو مراتع درجه یک استان به شمار می روند.

بر پایه نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵ از کل جمعیت که حدود ۸۲۷۴۱ نفر می باشد، حدود ۲۵۰۸۲ آنرا جمعیت شهری و ۵۷۶۵۹ آنرا جمعیت روستائی تشکیل می دهد جمعیت در سال ۱۳۴۵، ۱۸۲۲ نفر بوده که حاکی از افزایش ۱۳ برابری در چهار دهه مورد نظر می-باشد. (طرح جامع شهرستان دیواندره، ۱۳۸۵). ارتباط چهار سویه شهر دیواندره با شهرهای سنندج، سقز، دهگلان، بیجار یک گره اتصالاتی به شمار می‌رود. ایجاد ارتباط بین دیواندره و مریوان تنها خلاء ارتباطی این شهر است که با احداث آن شهر دیواندره به مهمترین گره ارتباطی استان تبدیل خواهد شد. تقویت محورهای ارتباطی شرقی- غربی استان شامل محور زنجان- بیجار- دیواندره، ارتباط استان از طریق دیواندره با محور توسعه شمال غرب ایران را تسهیل می کند.

مواد و روش

جهت پهنه بندی مناطق بهینه شهری از عوامل توپوگرافی و مرتبط با ژئومورفیک منطقه استناد شده است. داده های مورد نظر از طریق روش کتابخانه ای، مراجعه به سازمان ها و ادارات، سایت های اینترنتی و مشاهدات میدانی اقدامات لازم انجام گرفته است. برای انجام فرایند کار از نقشه ها، تصاویر ماهواره ای و داده ها استفاده شده است. نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، نقشه‌های زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ، تصویر ماهواره ای Ikonos مربوط به سال ۲۰۰۴ و در نهایت داده های مربوط به ثبت زلزله، داده-های مورد نظر جهت انجام تحقیق می‌باشند. برای پهنه‌بندی تناسب زمین شهری ۸ شاخص در نظر گرفته می‌شود که شامل؛ لایه های مدل رقومی ارتفاعی، شیب، جهت شیب، لیتولوژی، فاصله از گسل، ، فاصله از سکونتگاه، فاصله از راه ارتباطی، و فاصله از آبراهه می باشد. این شاخص ها در ارتباط با وضعیت توپوگرافی و ژئومورفولوژیک منطقه و بیشتر بر اساس فاکتورهای طبیعی و همچنین برخی عوامل موثر انسانی مرتبط با نوع تحقیق و هدف آن در نظر گرفته شده اند. به منظور تهیه این لایه ها ابتدا تمامی نقشه ها و تصاویر به محیط ArcGIS 10 آورده شده و سپس برمبنای سیستم تصویر مرکاتور (UTM)، Zone 38,WGS 1984 تعریف شده‌اند. در این جا ضرورت دارد که همه لایه‌های تولید شده در محیط GIS برای انجام و آماده‌سازی جهت اعمال مدل تحلیل سلسله مراتبی به لایه‌های از نوع Features و به شکل پلی گون تبدیل شوند. لایه-های از نوع رستری بعد از طبقه‌بندی (متناسب با روش کار و هدف تحقیق) با استفاده از ابزار Raster to features به پلی‌گون تبدیل می‌شوند. مدل رقومی ارتفاعی، شیب و جهت شیب از این طریق جهت مدل سازی آماده می شوند. سایر لایه‌های خطی و نقطه‌ای با استفاده از تحلیل بافر به صورت پلی‌گون درمی‌آیند. نقاط لرزه‌خیزی منطقه مورد مطالعه بعد از میان یابی بر روی آن و تبدیل به لایه رستر، طبقه‌بندی شده و به صورت لایه مورد نیاز جهت پردازش و تحلیل در GIS آماده شده و با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی وزن‌دهی لایه صورت گرفته و پهنه‌بندی تناسب زمین توسعه شهری انجام می‌گیرد. جهت وزن دهی لایه ها از چندین کارشناس متخصص (زمین شناس، برنامه ریز شهری، کارشناس منابع طبیعی در زمینه آبخیزداری ، کارشناس مسکن و

Archive of SID

www.SID.ir

شهرسازی و متخصصان رشته ژئومورفولوژی) در ارتباط با شناختی که در زمینه معیارها و عوامل موثر منطقه داشته‌اند، استفاده شده و همچنین با توجه به شناخت منطقه و مطالعات کتابخانه‌ای در ارتباط با ویژگی های منطقه مورد مطالعه و درنظر گرفتن قابلیت ها و تنگناهای آن در محدوده مورد نظر اولویت بندی معیارها و وزن‌دهی روی آنها صورت گرفته است.

در هر تصمیمی تعدادی معیار در نظر گرفته می-شود. چنانچه معیارها کمی باشند روش‌های متنوع ریاضی برای حل آن‌ها وجود دارد ولی اگر کیفی باشند، نیاز به روش‌های خاصی دارند. در بسیاری از مسائل معیارهای تصمیم‌گیری هم کیفی و هم کمی‌اند. لذا در برخورد با این مسائل باید روشی را اتخاذ کرد که بیشترین مزیت را برای معیارها دارد. این روش تصمیم‌گیری به روش‌های تصمیم-گیری با معیارهای چندگانه معروف است (اصغرپور، ۱۳۷۷). روش AHP به عنوان یکی از فنون روشه‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم‌گیری همراه بوده مورد استفاده می‌باشد (آذر ، ۱۳۷۴).

این روش امکان فرموله کردن مسأله را به صورت سلسله مراتبی فراهم می کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مسأله را دارد. این فرآیند گزینه های مختلف را در تصمیم گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیرمعیارها را دارد. علاوه بر این بر مبنای مقایسه ی زوجی بنا نهاده شده که قضاوت و محاسبات را تسهیل می بخشد، همچنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم گیری را نشان می دهد که از مزایای ممتاز مدل تحلیل سلسله مراتبی در تصمیم گیری چند معیاره می باشد. در واقع می‌توان گفت شامل سه مرحله اهمیت، ارجحیت و درست نمایی است (توپچی ثانی، ۱۳۸۹).

مراحل مختلف این مدل شامل موارد زیر می باشد:

۱- ساختن سلسله مراتبی: تبدیل موضوع یا مسئله مورد بررسی به ساختار سلسله مراتبی مهمترین قسمت تحلیل سلسله مراتبی محسوب می شود. زیرا در این قسمت با تجزیه مسائل مشکل و پیچیده مدل آن ها را به شکلی ساده که با ذهن و طبیعت انسان مطابقت داشته باشد، تبدیل می کند. سلسله مراتبی یک نمایش گرافیکی از مسأله پیچیده واقعی می باشد که در رأس آن هدف کلی مسئله و در سطوح بعدی معیارها و گزینه ها قرار دارند. در این تحقیق تناسب زمین جهت توسعه فیزیکی شهر دیواندره در رأس سلسله مراتب قرار می گیرد و معیارهائی همچون شیب، ارتفاع، فاصله از گسل، کاربری اراضی و غیره به عنوان سطوح دوم (معیارها) در این ساختار قرار می گیرند. به طور کلی یک سلسله مراتبی می تواند به صورت زیر باشد (شکل۲).

مدل تحلیل سلسله مراتبی هم توانائی مکان یابی نقطه ای و هم توانائی مکان یابی پهنه ای را دارد. برای مثال بحث مکانیابی تحت عنوان مکان یابی نقطه ای و مکان یابی توسعه فیزیکی شهر که هدف این تحقیق می باشد، مکان یابی پهنه ای می باشد و براساس آن اولویت بندی صورت می گیرد. در جدول گزینه های ۱و ۲و ۳ و n در ارتباط با مکانیابی نقطه ای و گزینه های n,C,B,A همان پهنه های اولویت‌دار می باشند.

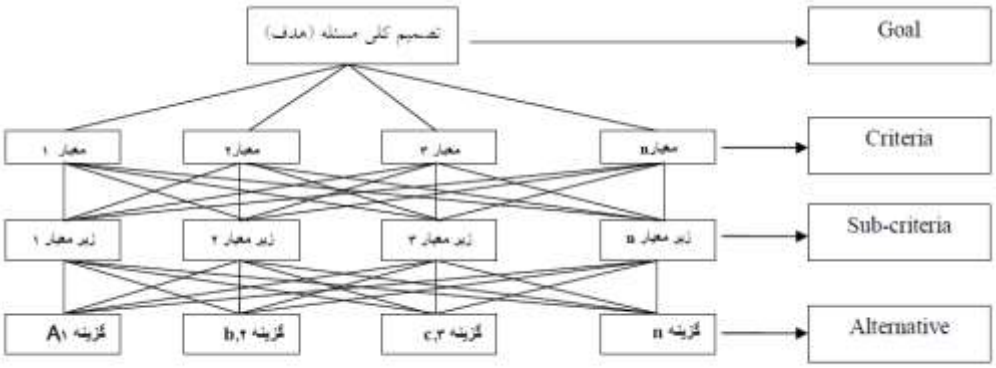
۲- محاسبه وزن: تمامی مقایسه ها در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به صورت مقایسه دو به دوئی (Pire-Wise) انجام می گیرد. در این روش برای درجه بندی اولویت های نسبی در رابطه با

Archive of SID

www.SID.ir

دوبه دوئی معیارها از یک مقیاس پایه ای که مقادیر آن از یک تا نُه متغیر است، استفاده می شود.

در این هنگام باید توجه شود که هر چیزی وقتی با خودش مقایسه می شود مقیاس ارزیابی باید برابر یک باشد. این نمره بیانگر معیارهائی با ارجحیت برابر است در نتیجه می توانیم ارزش های یک را در قطر اصلی ماتریس مقایسه های دوبه دو قرار دهیم. پس از انجام این مرحله می توانیم شروع به محاسبه ی وزن های معیار نمائیم (مالچفسکی، ۱۳۸۵).



شکل ۲- یک نمونه کلی از ساختمان سلسله مراتبی

محاسبه وزن در AHP در دو قسمت جداگانه که یکی محاسبه وزن نسبی و دیگری محاسبه وزن نهائی می باشد. با توجه به آن که قبلاً بیان شد در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ابتدا عناصر به صورت زوجی مقایسه شده است. حال با مشخص بودن a i j ها می خواهیم وزن عناصر، یعنی wi ها را بدست آوریم (رابطه ۱ و رابطه ۲).

رابطه (۱) $A=\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots a_{nn} \end{bmatrix}$

رابطه (۲) $A=[aij\ n] \quad i,1و2و\dots و\ j =$

وزن نهائی هر گزینه در یک فرآیند سلسله مراتبی از مجموع حاصل‌ضرب اهمیت معیارها در وزن گزینه‌ها بدست می آید (قدسی پور، ۱۳۸۸) برای این کار از تابع به عنوان اصل ترکیب سلسله مراتبی توماس ساعتی که منجر به یک بردار اولویت، با در نظر گرفتن همه ی قضاوت ها در تمامی سطوح سلسله مراتبی می شود استفاده خواهد شد (پورطاهری، ۱۳۸۹، ص ۸۲) (رابطه ۳).

رابطه(۳) امتیاز نهایی $j=\sum_{k=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} w_k w_i\,(gij)$

۳- محاسبه ی نرخ سازگاری: اهمیت مدل تحلیل سلسله مراتبی علاوه بر ترکیب سطوح مختلف سلسله مراتب تصمیم و در نظر گرفتن عوامل متعدد در محاسبه ی نرخ سازگاری (CR) است. نرخ سازگاری مکانیزمی است که سازگاری مقایسات را مشخص می کند. این مکانیزم نشان می دهد که تا چه اندازه می توان به اولویت های حاصل از اعضا گروه و یا اولویت های جداول ترکیبی اعتماد کرد. بر طبق مدل اگر نرخ سازگاری (CR) ۰/۱ یا کمتر باشد. می توان داوری ها را خوب و وزن ها را قابل اعتماد دانست در غیر این صورت تحلیل گر باید به مراحل قبل برگردد و مجدداً به بازبینی داوری ها

Archive of SID

www.SID.ir

بپردازد(سرور، ۱۳۸۳،ص ۱۷). برای محاسبه ی نرخ سازگاری با توجه به تحقیقات متعدد بهترین روش شناخته شده استفاده از بردارهای ویژه است. مراحل محاسبه ی نرخ سازگاری در این روش شامل موارد زیر است:

۱- محاسبه ی حاصل ضرب ماتریس (A) در بردار وزن های شاخص ها (w) است.

۲- محاسبه ی لاندا (γ) از معادله ی زیر:

$$\gamma = \frac{1}{n}\left[\sum_{i=1}^{n}(Awj)/wj\right]$$

رابطه(۴)

۳- محاسبه ی شاخص سازگاری (CI) از معادله ی زیر:

$$CI = (\gamma - n)/(n-1)$$

رابطه(۵)

۴- محاسبه ی نسبت CI به RI یا شاخص اعداد تصادفی که با توجه به n محاسبه می شود.

شاخص اعداد تصادفی (RI) هر یک از n ها در جدول (۱) آمده است.

جدول۱- شاخص اعداد تصادفی n

N	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
RI	۰	۰	۰/۵۸	۰/۹	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵
N	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵			
RI	۱/۴۹	۱/۵۱	۱/۴۸	۱/۵۶	۱/۵۷	۱/۵۹			

وقتی CI/RI برابر با صفر باشد داوری کاملاً سازگار است. هر قدر ناسازگاری بیشتری در داوری ها ایجاد شود نسبت مذکور بزرگتر می شود. بنابراین شاخص سازگاری (CR) از نسبت CI بر RI بدست می آید. (سرور، ۱۳۸۳).

در این پژوهش فرایند مذکور به صورت تلفیقی در قالب نرم افزار Expert Choice 2000 و سامانه اطلاعات جغرافیایی جهت شناسایی پهنه‌های اولویت‌دار توسعه آتی شهر دیواندره و تهیه نقشه تناسب زمین شهری اجرا شده است.

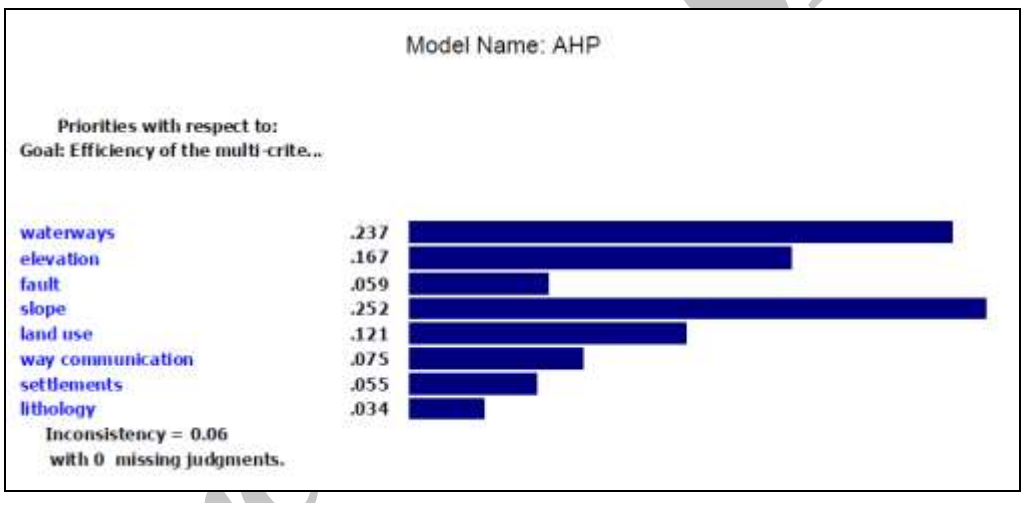
نتایج

جهت پهنه‌بندی تناسب زمین شهری ۸ معیار موثر بر اساس فاکتورهای توپوگرافی و ژئومورفیک و برخی عوامل مرتبط با این معیارها که تاسیسات انسانی (راه ارتباطی و سکونتگاه) را در برمی‌گیرد، استفاده شده است. بر اساس این عوامل و با روش تصمیم‌گیری چند معیاره در محیط GIS ارزیابی و تحلیل داده و اطلاعات صورت گرفته است. فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از سیستم‌های تصمیم‌گیری برای معیارهای چندگانه است که بر پایه دانش کارشناسی استوار می‌باشد. در این فرایند می‌توان گزینه‌های مختلف را در تصمیم-گیری دخالت داد و امکان تحلیل حساسیت روی پارامترها وجود دارد. این مدل برپایه مقایسه زوجی بوده و یکی از مزایای بالای آن محاسبه نرخ سازگاری بوده که با مشخص شدن آن امکان تجدید نظر در قضاوت‌ها به وجود می‌آید. فرایند شناسائی عناصر و ارتباط بین آن‌ها منجر به ایجاد یک ساختار سلسله مراتب می‌شود. در بالاترین سطح سلسله مراتب هدف وجود دارد که در این تحقیق پهنه‌بندی تناسب زمین توسعه آتی شهر دیواندره هدف مورد نظر است. در سطح دوم معیارها وجود دارند که شامل ۸ شاخص تعیین شده جهت ارزیابی می‌باشد. این شاخص‌ها در مرحله بعد جدول ماتریس را تشکیل می‌دهند که

Archive of SID

www.SID.ir

مقایسه زوجی روی آن‌ها بر اساس درجه ارجحیت ارزش‌گذاری می‌شوند. جهت مقایسه زوجی معیارها در نرم افزار Expert Choice 2000 سه روش کلامی، ماتریسی و گرافیکی وجود دارد که از روش ماتریسی برای مقایسه زوجی معیارها استفاده شده است. مقادیر ترجیحی در مقایسه دو به دوئی بر اساس نظر کارشناسی مبتنی بر شناخت عوامل در ارتباط با هدف و شناخت منطقه مورد مطالعه در نظر گرفته شده است. کارشناسان مورد نظر در زمینه های منابع طبیعی، زمین شناسی، برنامه ریزی شهری، مسکن و شهرسازی و حیطه تخصصی محققین (ژئومورفولوژی) به اظهار نظر (اولویت بندی و وزن دهی) در ارتباط با متغیرهای مورد مطالعه مبادرت ورزیدند. بعد از مرحله وزن‌دهی و قبل از به کارگیری وزن‌ها بایستی نسبت به سازگاری مقایسات اطمینان حاصل شود و نرخ سازگاری[۴] محاسبه شود. در تحلیل شاخص سازگاری این مقدار باید کمتر از ۰/۱ باشد که در این صورت از سازگاری قابل قبولی برخوردار است، در غیر این صورت باید در مقایسات تجدید نظر به عمل آید. نرخ سازگاری مربوط به وزن‌های نسبی معیارها در این تحقیق ۰/۰۶ می‌باشد که وضعیت قابل قبولی را نشان می‌دهد (شکل ۳).



شکل ۳- محاسبه وزن نسبی معیارها و نرخ سازگاری آن‌ها در نرم‌افزار Expert Choice

با توجه به وزن نسبی معیارهای اصلی حاصل از این روش مشخص شد که شیب (با وزن ۰/۲۵۲)، فاصله از آبراهه (با وزن ۰/۲۳۷) و ارتفاع (با وزن ۰/۱۶۷) به ترتیب مهمترین عوامل تاثیرگذار بر روند توسعه شهری تعریف شده‌اند. اهمیت زیاد این عوامل ناشی از قرار گیری منطقه مورد مطالعه در ارتفاع بیش از ۱۷۰۰ متر و حالت دره‌ای بودن شهر و احتمال وقوع مخاطرات ناشی از آن همچون یخبندان، سیل و هزینه‌های کلان در ارتباط با پی‌ریزی سازه‌ها و خدمات‌رسانی شهری می‌باشد. کم اهمیت ترین معیار، لایه لیتولوژی با وزن نسبی ۰/۰۳۴ بوده که این امر به سبب قرار گرفتن منطقه مورد مطالعه بر روی سازندهایی است که خطر وقوع مخاطرات ناشی از آن به مراتب خیلی کم می‌باشد. معیار فاصله از سکونتگاه به دلیل حاکمیت وضعیت توپوگرافی در فرایند توسعه شهری و معیار فاصله از گسل نیز با وجود اینکه اهمیت خاصی در مطالعات برنامه-ریزی شهری دارد، به سبب استقرار کل شهرستان در پهنه لرزه‌خیزی با شدت کم و فرعی بودن

www.SID.ir

بسیاری از گسل‌ها نقش کمتری نسبت به سایر عوامل در ارتباط با گسترش شهر دارند.

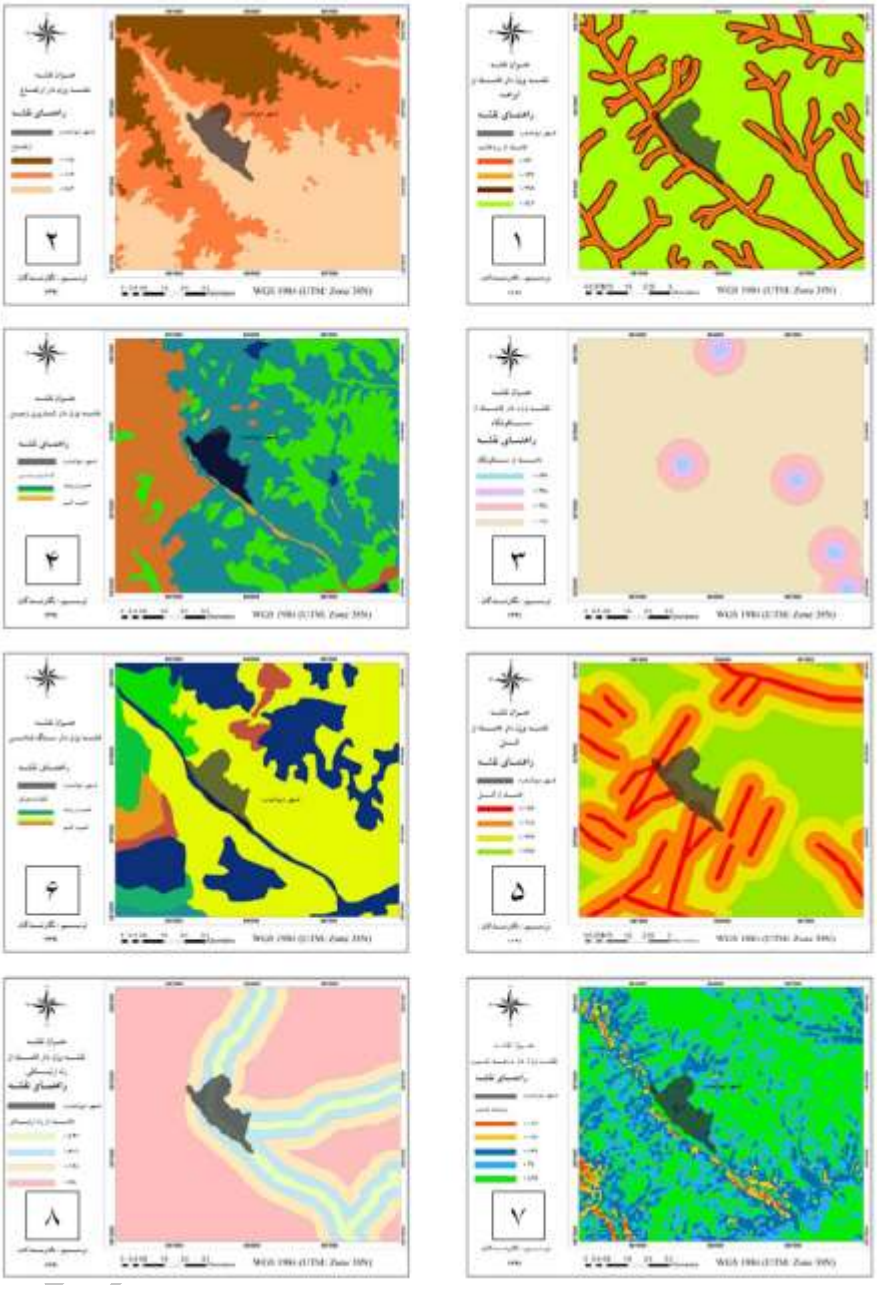
در سطح دوم درخت سلسله مراتبی زیرمعیارها وجود دارند. با در نظر گرفتن تاثیر هرکدام از معیارهای اصلی و مطالعه و شناسایی آن‌ها در محدوده مطالعاتی، طبقه‌بندی روی آن‌ها انجام گرفت. سپس با تشکیل جدول ماتریس، مقایسه زوجی بین هرکدام از زیر معیارها صورت گرفته و به صورت اعداد اعشاری کمتر از ۱ و جمع معادل عدد ۱ ایجاد شده‌اند (جدول ۲). نرخ سازگاری در تمامی جداول ماتریس زیرمعیارها کمتر از ۰/۷ بوده است.

جدول ۲- ضرایب حاصل از مقایسه زوجی زیرمعیارها در ارتباط با هر کدام از شاخص‌های اصلی

	اراضی شهری	مناطق روستایی	اراضی کم شیب	اراضی پرشیب	باغ و درختکاری	بستر رودخانه	زمین کشاورزی
کاربری اراضی	۰/۳۳۶	۰/۲۳	۰/۱۴۷	۰/۰۸۱	۰/۰۵۹	۰/۰۳۴	۰/۱۱۳
	PlQmc	QT1	Ktv	Mq-s	Qal	K1	Mg1	Ksh
سنگ شناسی	۰/۰۷۹	۰/۲۷۹	۰/۱۷۲	۰/۱۳۷	۰/۰۲۷	۰/۰۴۳	۰/۵۸	۰/۲۰۵
	۱۷۲۴- ۱۸۰۰ متر		۱۸۰۰- ۱۹۰۰ متر			بیش از ۱۹۰۰ متر		
ارتفاع	۰/۷۴۲		۰/۱۸۳			۰/۰۷۵		
	۰- ۵ درصد		۵-۱۰ درصد		۱۰- ۲۰ درصد	۲۰- ۵۰ درصد		بیش از ۵۰
درصد شیب	۰/۴۹۹		۰/۲۴		۰/۱۳۲	۰/۰۸۴		۰/۰۴۶
	۵۰ متر		۱۰۰ متر		۲۰۰ متر		بیش از ۲۰۰ متر	
فاصله از آبراهه	۰/۰۵۲		۰/۱۳۷		۰/۲۶۹		۰/۵۴۲	
	۲۰۰ متر		۲۰۰-۵۰۰ متر		۵۰۰-۱۰۰۰ متر		بیش از ۱۰۰۰ متر	
فاصله از راه	۰/۴۹۲		۰/۳۰۶		۰/۱۲۵		۰/۰۷۸	
	۲۰۰ متر		۲۰۰-۵۰۰ متر		۵۰۰-۱۰۰۰ متر		بیش از ۱۰۰۰ متر	
فاصله از سکونتگاه	۰/۵۲۹		۰/۲۶۸		۰/۱۳۴		۰/۰۶۸	
	۱۰۰ متر		۱۰۰-۵۰۰ متر		۵۰۰-۱۰۰۰ متر		بیش از ۱۰۰۰ متر	
فاصله از گسل	۰/۰۵۵		۰/۱۱۸		۰/۲۶۲		۰/۵۶۵	

در مرحله بعد وزن زیرمعیارهای حاصل از مدل تحلیل سلسله مراتبی به عنوان فیلد وزن‌دهی در نرم‌افزار Arc GIS 10 به جدول اطلاعاتی هرکدام از شاخص‌های اصلی اضافه شده و سپس بر اساس فیلد وزن‌دهی طبقه‌بندی روی لایه‌ها انجام گرفت شکل(۴).

www.SID.ir



شکل ۴- لایه‌های وزن دار حاصل از مقایسه زوجی زیرمعیارها: ۱) فاصله از آبراهه ۲) ارتفاع ۳) فاصله از سکونتگاه ۴) کاربری زمین ۵) فاصله از گسل ۶) سنگ شناسی ۷) درصد شیب ۸) فاصله از راه ارتباطی

جهت هم‌پوشانی لایه‌ها از ابزار Raster Calculator استفاده شده و لایه‌های وزن دار (حاصل از مقایسه زوجی زیرمعیارها) در هرکدام از وزن‌های مربوطه ضرب شده و در نهایت عمل جمع روی آن‌ها انجام گرفته است (رابطه ۶).

www.SID.ir

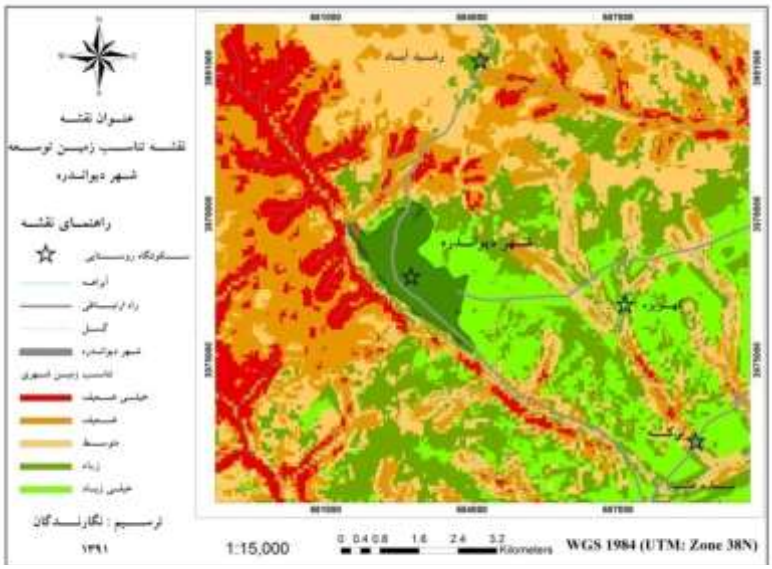
رابطه (۶)

Final map= ("settlements" * 0.055) + ("Rah communication" * 0.075) + ("River" * 0.237) + ("Fault" * 0.059) + ("lithology" * 0.034) + ("land use" * 0.121) + ("dem" * 0.167) + ("Slope" * 0.252)

با توجه به رابطه (۶) لایه‌های درصد شیب، فاصله از رودخانه و مدل رقومی ارتفاعی بیشترین تاثیر را به لحاظ تنگناها و قابلیت‌های توسعه آتی شهر دیواندره داشته و شناسایی پهنه‌های تناسب زمین عمدتاً ناشی از این عوامل بوده که به عنوان وضعیت توپوگرافی منطقه مطالعاتی در نظر گرفته می‌شوند.

نتیجه‌گیری

با استناد به شناسایی عوامل تاثیرگذار در روند توسعه آتی شهر دیواندره به عنوان یکی از شهرهای کوهستانی کشور با استفاده از ترکیب سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل مشتمل بر تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)، روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و نرم‌افزار Arc GIS 10 به عنوان ابزار کار جهت پهنه‌بندی تناسب زمین شهری انتخاب شد. بعد از تهیه لایه-های مورد نظر و تعیین سیستم مختصات با استفاده از وزن‌های نسبی حاصل از مدل AHP، لایه‌های وزن‌دار ایجاد شده و عمل هم‌پوشانی روی آن‌ها صورت گرفته است. حاصل کار تهیه نقشه پهنه‌بندی تناسب زمین بوده که به ۵ کلاس طبقه‌بندی با روش شکستگی‌های طبیعی انجام گرفت (شکل ۵).



شکل ۵- نقشه پهنه‌بندی تناسب زمین جهت توسعه آتی شهر دیواندره با استفاده از مدل AHP

با در نظر گرفتن پهنه‌های تناسب زمین و طبقات مربوط به هر کدام از آن‌ها در نقشه نهایی می‌توان نتیجه گرفت که ۲۸/۲ درصد از منطقه مورد مطالعه (معادل با ۳۳/۸ کیلومتر) در طبقات تناسب زیاد و خیلی زیاد قرار گرفته است. بر خلاف آن ۴۱/۵ درصد از کل محدوده مطالعاتی (معادل ۴۸/۹ کیلومترمربع) جهت توسعه آتی شهر نامساعد و بحرانی شناخته شده و سایر مناطق (۳۵/۷۵ کیلومتر مربع) وضعیت متوسطی را در بر می‌گیرد (جدول ۳).

www.SID.ir

جدول ۳- مقادیر تناسب زمین جهت توسعه آتی شهر دیواندره با استفاده از مدل AHP

طبقات تناسب زمین	مقادیر پهنه‌های تناسب زمین در شهر دیواندره با مدل فرایند تحلیل سلسله مراتبی	
	مساحت به Km^2	درصد مساحت
خیلی زیاد	۱۵/۱	۱۲/۸
زیاد	۱۸/۷۲	۱۵/۴
متوسط	۳۵/۷۵	۳۰/۳
ضعیف	۳۰/۱	۲۵/۵
خیلی ضعیف	۱۸/۸	۱۶

نکته قابل توجه پراکندگی پهنه‌های مساعد توسعه شهری هستند که در صورت صرف نظر از پهنه-های با مساحت ناچیز می‌توان گفت که حدود ۲۵ درصد از کل منطقه مورد مطالعه وضعیت مطلوبی را در ارتباط با ساخت وساز شهری و گسترش آن شامل می‌شود. پهنه‌های مناسب زمین بیشتر در بخش‌های شرقی و جنوب‌شرقی محدوده کنونی شهر دیواندره واقع شده است. قابلیت‌های زمین این نواحی در درجه اول ناشی از استقرار در شیب مناسب (کمتر از ۶ درصد)، ارتفاع کمتر از ۱۸۰۰ متر و دوری از حریم پرخطر آبراهه‌ها می‌باشد. بر خلاف آن وضعیت نامناسبی که در نواحی غربی و شمالی منطقه دیده می‌شود ناشی از قرارگیری در مناطق مرتفع، شیب زیاد و همجواری با حریم آبراهه‌ها و گسل‌ها بوده است. به طوری که در بخش‌های غربی مجموعه این عوامل شرایط کاملا نامساعدی را جهت توسعه آتی شهر دیواندره فراهم کرده است.

پیشنهادات

جهت مطالعات و برنامه ریزی توسعه فیزیکی شهر در کنار عوامل اقتصادی، اجتماعی و سیاسی به عوامل طبیعی به عنوان بستر اصلی مطالعه شهر توجه شود. و علاوه بر معیارهای در نظر گرفته شده به سایر عوامل همچون جنس زمین، وضعیت خاک‌شناسی، نفوذپذیری زمین و آب‌های زیر زمینی منطقه اهمیت داده شود. به منظور شناسایی مکان‌های مناسب توسعه آتی شهر از سایر روش‌ها مانند شبکه عصبی، هوش مصنوعی، و فازی سازها استفاده شود.

برای مصون ماندن از خطر سیل، مطالعات جامع آبخیزداری و فرسایش خاک در حوضه بالادست شهر (حوضه چوبلاغ) صورت گیرد و اقدامات لازم جهت مهار و کنترل سیلاب صورت گیرد. جهت ساخت وساز شهری مطالعاتی توسط ارگان‌های مرتبط انجام گرفته و حریم دقیق رودخانه مشخص شود.

در نهایت پیشنهاد می‌شود که جهت توسعه فیزیکی آتی شهر در برنامه‌ریزی‌های مربوط به توسعه شهر بخش‌های شرقی و جنوب‌شرق محدوده کنونی شهر دیواندره در اولویت قرار گیرد.

منابع

Archive of SID

www.SID.ir

- آذر، ع. ع.، ۱۳۷۴. AHP تکنیکی نوین برای تصمیم‌گیری گروهی، مجله دانش مدیریت، شماره ۲۷ و ۲۸، دانشگاه تهران، ۲۲۰ ص.
- اصغرپور، م. ج.، ۱۳۷۷. تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۱۰ ص.
- پورطاهری، م.، ۱۳۸۹. کاربرد روش‌های تصمیم-گیری چندشاخصه در جغرافیا، انتشارات سمت، چاپ اول، تهران، ۴۳۵ ص.
- توپچی ثانی، ع.، ۱۳۸۹. تعیین پهنه‌های توسعه بهینه کالبدی دهکده فرهنگی تفریحی زاینده رود (پسکرانه شهر اصفهان) با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی، فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی، شماره ۳، ص ۹۵-۱۰۴.
- حسینی، ه.، ۱۳۹۰. ارزیابی ژئومورفولوژیکی تناسب زمین جهت توسعه فیزیکی شهر دیواندره با استفاده از مدل منطق فازی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی در محیط GIS، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم، ص ۵۳- ۵۶.
- رجائی، ع.، ۱۳۸۷. کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه ریزی شهری و روستائی، انتشارات سمت، چاپ دوم. تهران، ۲۷۵ ص.
- رهنما، م. ر.، شکوهی ، م. ا.، آجودانی، م.، آقاجانی، ح.، عباس‌زاده، غ. ر.، و امیر فخریان، م.، ۱۳۸۷. کاربرد تلفیقی AHP و GIS برای شناسائی نقاط اولویت‌دار توسعه محلات مرکزی؛ نمونه موردی محله پاچنار شهر مشهد، مجله جغرافیا و برنامه-ریزی، شماره ۲۶، ص ۱-۲۷.
- روستائی، ش.، و جباری، ا.، ۱۳۸۶. ژئومورفولوژی مناطق شهری، انتشارات سمت، چاپ اول، ۳۱۸ ص.
- سازمان هواشناسی استان کردستان.، ۱۳۸۸. آمارنامه داده‌های اقلیمی.
- سرور، ر.، ۱۳۸۳. استفاده از روش ای.اچ.پی در مکان‌یابی جغرافیائی؛ مطالعه موردی: مکان‌یابی جهت توسعه آتی شهر میاندوآب، مجله پژوهش-های جغرافیائی، شماره ۴۹، ص ۱۹-۳۸.
- صدوق ونینی، س. ح.، توکلی‌نیا، ج.، و زارعی، ا.، ۱۳۸۶. پهنه‌بندی زمین برای توسعه فیزیکی شهر شیراز با GIS و RS، نشریه فنی سازمان جغرافیائی وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح، شماره ۷۲.
- طرح توسعه و عمران (جامع) شهرستان دیواندره.، ۱۳۸۷. مهندسان مشاور بوم نگاران پارس.
- عبداللهی، ع. ا.، ۱۳۸۳. بررسی روند الگوی توسعه فیزیکی و تعیین مکان بهینه جهت توسعه شهر کنگان با استفاده از منطق بولین و AHP، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم تهران.
- قدسی‌پور، س. ح.، ۱۳۸۸. مباحثی در تصمیم-گیری چندمعیاره، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ هفتم، ۲۷۸ ص.
- قنواتی، ع.، ا.، کرم، ا.، و آقاعلیخانی، م.، ۱۳۹۰. کاربرد روش تحلیل سلسله مراتبی در مطالعات سیل‌خیزی، مجله جغرافیا، شماره ۳۱، ص ۲۷۶-۲۵۵.
- کرم، ا.، ۱۳۸۴. کاربرد روش تحلیل سلسله مراتبی در ارزیابی زمین برای توسعه کالبدی بر پایه عوامل طبیعی؛ مطالعه موردی مجموعه شهری شیراز، مجله علوم جغرافیایی، شماره ۱۱، ص ۳۳-۵۴.
- کرم، ا.، و محمدی، ا.، ۱۳۸۸. ارزیابی و پهنه-بندی تناسب زمین برای توسعه فیزیکی شهر کرج و اراضی پیرامونی بر پایه فاکتورهای طبیعی و روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی، فصل نامه جغرافیای طبیعی، شماره ۴. ص ۳۵-۴۶.

Archive of SID

www.SID.ir

- ولیخانی، ن.، چرخابی، ا. ح.، خیرخواه زرکش، م.، و سلطانی، م.ج.، ۱۳۹۰. کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی و تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) در پهنه‌بندی درجه تناسب توسعه فیزیکی اراضی شهری؛ مطالعه موردی شمال شهر کرج، مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، شماره ۲. ص ۸۷-۹۸.

- مالچفسکی، ی.، ۱۳۸۵. ترجمه: اکبر پرهیزکار و عطا غفاری گیلانده، "سامانه اطلاعات جغرافیائی و تحلیل تصمیم چندمعیاری"، انتشارات سمت، چاپ اول، ص ۳۱۵.

- Dai, F., Lee, C.F., Zhang, X.H., 2001. GIS-based eo-environmental evaluation for urban land-use planning: case study. Engineering Geology, v.33, p. 257-271.

- Ghanavati, E., 2008. Landslide in jajrod river basin using analytical hierarchy process method. International workshop on earth observations and remote sensing applications at Beijing, China, v. , p.356-369.

- Gomes, E., and Estallialins, M., 2002. Integration Geographical Information System and multi criteria methods: A case study.. Annals of Operation Research, v.116, p. 243-269.

- Hill, M.J., and Brateen, R., 2005. " Multi-criteria decision analysis in spatial decision support: The ASSESS analytic hierarchi process and the rule of quantitative methods an spatially explicit analysis". Environmental Modeling and Software, v.20, p. 955-976.

- Lotfi, S., Habibi, K., and Koohsari, M.J., 2009. An analysis of urban land development using multi-criteria decision model and geographical information system: A case study of babolsar city. American Journal of Environmental Sciences, v.5, p.87-93.

- Szczypińska, A., and Piotrowskis, E. W., 2008. Projective market model approach to AHP decision marking. Statistical Mechanics and its Applications, v. 387(15), p. 3982-3986.

-Topcu, D., and Ilker, Y., 2007. Multiple criteria decision making.www.is1.itu.edu.tr/…/topcuil/.

- Xiong, Y.C., Zeng, G.M., Chen, G.Q., Tanglin, W., K.L., and Huang D.Y., 2007. "Combining AHP with GIS in synthetic evaluation of eco-environment quality: A case stuady of Hunan province.Ecologgical Modeling. 209: P-P 97-109.

Archive of SID

www.SID.ir