

ارزیابی توان طبیعت گردی شهرستان بهشهر بر مبنای روش ارزیابی چند معیاره با استفاده از GIS

عبدالرسول سلمان ماهینی^۱
برهان ریاضی^۲
بابک نعیمی^۳
ساسان بابایی کفاکی^۴
عطیه جوادی لاریجانی^۵ (مسئول مکاتبات)

تاریخ پذیرش: ۸۷/۷/۳

تاریخ دریافت: ۸۷/۴/۱۸

چکیده

توسعه لگام گسیخته طبیعت گردی همانند سایر انواع توسعه، می تواند آثار منفی بر فرهنگ، اقتصاد و محیط زیست جامعه میزبان و حتی امنیت گردشگران بر جای گذارد. شهرستان بهشهر در شرق استان مازندران، با انواع اکوسیستم های ساحلی، جلگه ای، جنگلی و کوهستانی، دارای قابلیت های فراوانی برای طبیعت گردی می باشد در این مطالعه برای ارزیابی توان طبیعت گردی در محدوده شهرستان بهشهر، از روش ارزیابی چند معیاره^(۶) (MCE) بر مبنای منطق فازی استفاده شده است. علاوه بر این، برای اولین بار در ایران، دو معیار فرسایش پذیری بالقوه خاک و میزان خطر زمین لغزش نیز در ارزیابی چند معیاره توان طبیعت گردی معرفی و مورد استفاده قرار گرفت. برای این کار، پس از تعیین معیارهای موثر در ارزیابی توان طبیعت گردی، لایه های اطلاعاتی مورد نیاز گردآوری، آماده سازی و استاندارد شد. همچنین وزن عوامل با روش مقایسه زوجی^(۷) (AHP) تعیین گردید و با استفاده از عملگر ترکیب خطی وزن داده شده^(۸) (WLC)، کلیه لایه ها تلفیق شدند و نقشه رستری توان طبیعت گردی تهیه گردید. آنگاه این نقشه زون بندی گردید و مطلوبیت ناحیه ای سرزمین^(۹) (ZLS) در هر زون محاسبه شد. در نهایت، با طبقه بندی نقشه برداری و حذف مساحت های زیر ۲۰ هکتار، تعداد ۳۵

۱- استادیار ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گرگان.

۲- استادیار دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.

۳- عضو هیات علمی دانشکده محیط زیست و انرژی ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.

۴- استادیار دانشکده منابع طبیعی و کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.

۵- کارشناس ارشد علوم محیط زیست- ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.

⁶-Multi-Criteria Evaluation

⁷-Analytical Hierarchy process

⁸-Weighted Linear Combination

⁹-Zonal Land Suitability

زون با توان بالا، ۱۳۷ زون با توان متوسط و ۴ زون باتوان ضعیف برای طبیعت گردی معرفی شد. در این مطالعه مشخص شد که از کل مساحت شهرستان، حدود ۱۲۴۰۰ هکتار دارای محدودیت، حدود ۴۵۰۰ هکتار دارای توان بالا، حدود ۵۵۰۰۰ هکتار دارای توان متوسط و حدود ۲۶۰۰ هکتار دارای توان ضعیف برای طبیعت گردی گسترده می باشد.

واژه های کلیدی: ترکیب خطی وزن داده شده، فرایند تحلیل سلسله مراتبی، منطق فازی، فرسایش پذیری و لغزش زمین

مقدمه

منطق غیرقطعی فازی برای مدل سازی جهان واقعی در محیط GIS و تلفیق داده های مکانی، از دقت بیشتری برخوردار می باشد. همچنین، با توجه به تاثیر معیارهای گوناگون در ارزیابی توان طبیعت گردی، تعدادی از معیارهای کلیدی و شاخص در متن روش ارزیابی چند معیاره (MCE) معرفی می گردد. با به کارگیری روش WLC و منطق فازی، منطقه مورد مطالعه در محدوده بین صفر تا ۲۵۵ (مقیاس بایت) طبقه بندی می شود که در آن مطلوبیت صفر نشان دهنده مناطق بدون تناسب و مطلوبیت ۲۵۵ بیانگر مناطق دارای بیشترین میزان تناسب برای طبیعت گردی می باشد.

مواد و روش ها

شهرستان بهشهر با وسعت تقریبی ۱۴۶۷ کیلومتر مربع، در شرق استان مازندران و در محدوده بین ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۵۶ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۹ دقیقه طول شرقی واقع شده است. گستردگی آن، در سه منطقه ساحلی، جلگه ای و کوهستانی و اختلاف ارتفاع بین ۲۵- متر در منطقه دشتی تا ۲۶۸۶ متر در منطقه کوهستانی، شرایط متنوع اقلیمی و اکوسیستمی را در منطقه به وجود آورده است (۷). جمعیت این شهرستان ۱۴۴۲۰۱ نفر می باشد (۸). این منطقه دارای چشم اندازها و جاذبه های طبیعی فراوان اعم از دریا، آبشارها، چشمه ها، غارها، تالاب ها، رودخانه ها و جنگل ها می باشد که اهمیت آن را از نظر طبیعت گردی دوصد چندان نموده است.

اسامی نقشه ها و داده های متنوع و جدولی استفاده شده در این پژوهش در جدول ۱ ارایه شده است. از آن جایی که به دلیل عدم دسترسی به نقشه های هم مقیاس، در مقیاس

گردشگری فرایندی است که از دیرباز با اشکال خاص خودبه منظور تامین نیازهای روانی، فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی انسان ها وجود داشته است. یکی از شاخه های روبه رشد این صنعت، طبیعت گردی (اکوگردشگری) می باشد. توسعه طبیعت گردی همانند تمامی انواع توسعه، آثار مثبت و منفی بر محیط زیست، فرهنگ و اقتصاد جامعه میزبان بر جای می گذارد. یکی از راهکارهای اساسی جهت به حداقل رساندن آثار منفی و تقویت آثار مثبت حاصل از آن برنامه ریزی استفاده از سرزمین با در نظر گرفتن استعداد طبیعی منطقه برای کاربری مورد نظر می باشد. توسعه طبیعت گردی همگام با توان محیط زیستی سرزمین به عنوان یک ابزار و راهکار اثربخش، نقشی اساسی در توسعه پایدار، ارتقای سطح زندگی جوامع انسانی و حفظ تعادل طبیعی ایفا می نماید.

با توجه به مرور منابع تا کنون تحقیقات متعددی در زمینه های برنامه ریزی طبیعت گردی (۱) مدیریت گردشگری و تفریح (۲) انتخاب مکان مناسب برای تاسیس پارک محلی (۳) و مکان یابی پیاده روهای طبیعت (۴) با روش تصمیم گیری های چند معیاره صورت پذیرفته است. (Zhou et al, 2006). با بررسی ۲۵۶ مطالعه گوناگون در زمینه تحلیل تصمیم، پی بردند که روش های (تصمیم گیری های چند معیاره) MCDM، معمول ترین روش های تحلیل تصمیم می باشد (۶). تحقیق حاضر با استفاده از شیوه ای از روش ارزیابی چند معیاره (MCE)، به نام روش ترکیب خطی وزن داده شده (WLC)، با به کارگیری فن آوری GIS، به منظور انجام ارزیابی توان طبیعت گردی در شهرستان بهشهر (استان مازندران) صورت پذیرفته است. در مقایسه با روش های سنتی معمول و روش های مبتنی بر منطق بولین، روش MCE با

نقطه در محیط GIS به نقشه تبدیل شده است. نرم افزار های مورد استفاده در این تحقیق شامل نرم افزارهای ArcView3.2، ArcGIS9.1، ArcInfo9.1 و IDRISI می باشد.

بزرگ، ناچار به استفاده از لایه ای اطلاعاتی موجود شدیم لذا کلیه نقشه ها به سیستم مختصات UTM، زون ۳۹ در فرمت رستری و اندازه سلول ۳۰ متر تبدیل گردید. داده های جدولی مانند آمار هواشناسی و سطح آب زیرزمینی با روش درون یابی و اطلاعات چاه، چشمه و قنات با ورود مختصاتشان به صورت

جدول ۱- مواد و نقشه های مورد استفاده

ردیف	مواد و نقشه ها	ردیف	مواد و نقشه
۱	لایه های حداکثر دما در گرم ترین ماه سال و حداقل دما در سردترین ماه سال از سطوح اقلیمی تهیه شده برای مناطق سطحی کره زمین (۹)	۹	نقشه های رودخانه ها و آب راه ها، راه ها، زمین شناسی و خاک شناسی ۱/۵۰,۰۰۰ حوزه آب خیز نکارود (سازمان جنگل ها- مراتع و آب خیزداری)
۲	نقشه ها و داده های جدولی چاه، چشمه، قنات در مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ (وزارت نیرو)	۱۰	مدل رقومی ارتفاع (DEM) راداری منطقه (سازمان نقشه برداری)
۳	نقشه های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ منطقه (سازمان جغرافیایی ارتش)	۱۱	نقشه ۱/۶۷۰۰۰ قابلیت زراعی مناطق دشتی (موسسه تحقیقات خاک و آب)
۴	تصویر ماهواره لندست منطقه، تهیه شده از سنجنده + ETM در سال ۲۰۰۲	۱۲	نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه (سازمان جنگل ها - مراتع و آب خیزداری)
۵	اطلاعات جاذبه های طبیعی و آثار تاریخی (سازمان میراث فرهنگی و گردشگری، کارشناسان و مردم محلی)	۱۳	نقشه های زون بندی، خاک شناسی و کاربری اراضی پناهگاه حیات وحش میانکاله (سازمان حفاظت محیط زیست)
۶	لایه تراکم پوشش درختی منطقه، به دست آمده از سنجنده Modis (۱۰)	۱۴	نقشه گسل های منطقه در مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰ (سازمان زمین شناسی)
۷	نقشه مناطق شهری و نقاط روستایی (وزارت کشور)	۱۵	نقشه پارک ملی پابند و منطقه حفاظت شده هزار جریب (سازمان حفاظت محیط زیست)
۸	آمار میانگین بارندگی سالیانه و تعداد روزهای یخبندان ۶ ایستگاه هواشناسی (سازمان هواشناسی کشور)	۱۶	نقشه های زمین شناسی ۱/۱۰۰,۰۰۰ به شهر و ساری (سازمان زمین شناسی)

ترکیب خطی وزن داده شده (WLC) یا روش وزن دهی افزودنی ساده (SAW) می باشد (۱۲) که به منظور انجام فرایند ارزیابی توان طبیعت گردی در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است. در این روش ابتدا هدف ارزیابی تعیین می شود، سپس معیارهای متناسب با آن هدف مشخص، استاندارد سازی و اولویت بندی می گردند. معیارها به دو دسته عوامل و

پس از تشخیص این مطلب که تحلیل های تناسب فضایی (Spatial Suitability Analysis)، به تنهایی و به دلیل عدم اولویت بندی معیارها، دارای نقاط ضعفی می باشد، MCE به عنوان یک ابزار پشتیبان تصمیم گیری فضایی برای برنامه ریزی استفاده از سرزمین ابداع شد (۱۱). یکی از متداول ترین و ساده ترین شیوه ها در تصمیم گیری چند معیاره، روش

کشورهای مختلف نیز متفاوت می باشد؛ لذا در این جا با استفاده از نظرات کارشناسی و مرور منابع به تعیین مقادیر آستانه معیارها پرداخته شده است. انواع مختلف توابع عضویت به کار گرفته شده در این تحقیق شامل توابع گسسته، افزاینده یکنواخت، کاهنده یکنواخت و متقارن در اشکال خطی و دوزنقه ای می باشد. روش مورد استفاده به منظور تبدیل نقشه های معیار به لایه فازی، روش تبدیل مقیاس خطی می باشد که در آن مقادیر کمینه و بیشینه به عنوان نقاط مقیاس گذاری به شکل رابطه ۲ استفاده می شود (۱۴).

رابطه (۲)

$$Xi = \frac{(Ri - Rmin)}{(Rmax - Rmin)} * s \text{ tandardizedrange}$$

که در آن: Xi : ارزش سلول بعد از استاندارد سازی، Ri : ارزش سلول قبل از استاندارد سازی، $Rmin$: مقدار کمینه در عامل، $Rmax$: مقدار بیشینه در عامل و $\text{Standardized-Range}$: دامنه تغییرات استاندارد سازی می باشد.

در مورد توابع گسسته مانند عواملی زمین شناسی، یخبندان و حساسیت به زمین لغزش، به دلیل عدم پیوستگی بین اعداد و یا حالات توصیفی، ابتدا ارزش های فازی مربوط به هر طبقه با استفاده از رابطه ۲ تعیین می گردد و سپس با تعریف فیلد فازی در جدول مربوط به نقشه آن عامل، اعداد فازی به این فیلد منتقل می شوند.

به منظور استاندارد سازی نقشه های محدودیت، از منطق بولین (۱۰) استفاده می شود، بدین ترتیب که به مناطق محدود شده عدد صفر و به سایر مناطق عدد یک تعلق می یابد. وزن دهی به عوامل با روش مقایسه زوجی در متن فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، صورت پذیرفته است. تجربه نشان می دهد روش مبتنی بر مقایسه دویه دو، به دلیل سهولت کاربرد ودقت مناسب از موثرترین و پرکاربردترین فنون مطرح در تصمیم گیری است که به صورت نظری و تجربی در دامنه وسیعی از وضعیت های تصمیم گیری مورد آزمون قرار گرفته است (۶). به منظور تعیین وزن عوامل ابتدا ماتریس مربعی

محدودیت ها تقسیم می گردد. یک نقشه عامل نمایانگر توزیع فضایی صفتی است که به واسطه آن می توان درجه دستیابی به هدف ملازم با آن صفت را اندازه گرفت. محدودیت ها مناطقی رامشخص می کند که به هیچ وجه قابلیت استفاده برای یک هدف خاص را ندارد. ویژگی برجسته این روش در این است که در آن علاوه بر هر عامل، درجه اهمیت و ارجحیت آن عامل نسبت به سایر عوامل نیز در فرایند ارزیابی دخیل خواهد بود. همچنین این روش بر پایه منطق فازی که دربرگیرنده طیفی از اعداد یا گستره ای از تناسب (عدم قطعیت) می باشد استوار شده است (۱۳).

به منظور انجام فرآیند ارزیابی با این روش، بر اساس رابطه ۱ ابتدا هر یک از عوامل در وزن متناظر خود ضرب می شود، سپس با جمع نتایج حاصل و ضرب آن در حاصل ضرب محدودیت ها، مناطق نامناسب حذف می گردند و نقشه تناسب منطقه برای کاربری مورد نظر به دست می آید (۱۴).

$$S = \sum WiXiIiej \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن S : مطلوبیت، Wi : وزن عامل i ، Xi : ارزش فازی عامل i ، Cj : امتیاز معیار محدودیت j ، Ii : نمایه حاصل ضرب می باشد.

گام اول در اجرای این روش تهیه پایگاه داده ها (لایه های معیار) برای استفاده در محیط GIS است. از آن جایی که در اندازه گیری معیارها دامنه متنوعی از مقیاس ها مورد استفاده قرار می گیرد، لذا لازم است که هر یک از معیار ها قبل از ترکیب با یکدیگر استاندارد گردد (۱۵). در این جا، استاندارد سازی نقشه های عامل بر اساس منطق فازی در مقیاس بایت (صفر تا ۲۵۵) و با تعریف تابع عضویت صورت پذیرفته است، که در این بازه مقدار عضویت بالاتر مطلوبیت (تناسب) بیشتر و مقدار عضویت پایین تر مطلوبیت کمتر را برای کاربری مورد نظر نشان می دهد. به منظور فازی نمودن نقشه های عامل، تعیین مقادیر آستانه معیارها و نوع و شکل تابع عضویت ضرورت دارد. از آن جایی که در ایران استانداردهای مشخصی برای ارزیابی توان طبیعت گردی وجود ندارد و از طرفی این استانداردها در

خبره انجام شد. در مرحله بعد، با ورود وزن های نسبی مندرج در ماتریس، به نرم افزار IDRISI وزن های نهایی عوامل محاسبه گردیدند (۱۴).

مقایسه زوجی عوامل تهیه گردید. سپس، مقایسه درجه اهمیت عوامل نسبت به یکدیگر (وزن های نسبی) براساس یک مقیاس پایه ۹ نقطه ای پیوسته، مطابق با جدول ۲ و توسط کارشناسی

جدول ۲- مقیاس درجه اهمیت برای مقایسه زوجی

۱/۹	۱/۷	۱/۵	۱/۳	۱	۳	۵	۷	۹
فوق العاده	خیلی قوی	قوی	متوسط	برابر	متوسط	قوی	خیلی قوی	فوق العاده

اهمیت بیشتر ← → اهمیت کمتر

سازمان محیط زیست محدود شده اند، اراضی فاریاب به دلیل کاربری کشاورزی آبی، شیب های بالای ۵۰ درصد (به استثنای کوهنوردی) به دلیل عدم دسترسی آسان و تهدید امنیت گردشگران، شهرها به دلیل آلودگی صدا و منظر، تالاب ها و محدوده ۱۵۰ متری آن ها به دلیل خطر آلودگی آب و آسیب به زیستگاه حیات وحش، آب بندان ها به دلیل وجود محیط آبی، چاه، چشمه، قنات و محدوده ۳۰ متری آن ها به دلیل جلوگیری از آلودگی آب های زیرزمینی، رودخانه ها و محدوده ۳۰ متری آن ها به دلیل جلوگیری از آلودگی آب های سطحی، رودخانه های واقع در مناطق تحت حفاظت سازمان محیط زیست و حریم ۱۰۰ متری آن ها به دلیل ارزش زیستگاهی برای گونه شنگ، راه ها و حریم ۱۲۰ متری آن ها به دلیل وجود آلودگی صدا و منظر و تهدید امنیت گردشگران، فاصله از سطح سفره آب زیرزمینی ۲ متر یا کمتر به دلیل جلوگیری از آلودگی سفره آب زیرزمینی، بندر و محدوده ۵۰۰ متری آن به دلیل آلودگی صوتی و تداخل با کاربری صنعتی، تراکم پوشش درختی بالای ۸۰ درصد به دلیل جلوگیری از تخریب درختان، فرسایش پذیری بیش از ۵۰ تن در هکتار در سال و خطر زمین لغزش بسیار بالا به دلیل تهدید امنیت گردشگران به عنوان محدودیت در نظر گرفته شده است. اسامی نقشه های عوامل و آستانه های آن ها در جدول ۳ ذکر شده اند.

به منظور ارزیابی سازگاری وزن ها، ضریب ناسازگاری محاسبه می گردد، که در حالت کلی بنا بر پیشنهاد (Satte, 1980)، این ضریب باید کمتر از ۰/۱ باشد (۱۶).

با اجرای روش WLC نقشه شبکه ای تناسب منطقه برای طبیعت گردی به دست آمد. این نقشه به وکتور تبدیل گردید و شایستگی ناحیه ای سرزمین (ZLS)، در هر زون با استفاده از رابطه ۳ محاسبه شد (۱۵). آن گاه، زون های با مساحت کمتر از ۲۰ هکتار به دلیل فقدان ارزش کافی برای مدیریت و برنامه ریزی طبیعت گردی حذف گردید. سپس، زون های باقی مانده با تعریف سناریوهای گوناگون، براساس میزان شایستگی ناحیه ای سرزمین (ZLS) و مساحت به صورت نزولی اولویت بندی شد.

$$S_z = \frac{\sum(L_i)z}{n_z} \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در آن: S_z : شایستگی ناحیه ای سرزمین، Z : (L_i) : میزان شایستگی سلول L_i متعلق به زون Z و n_z : تعداد سلول های تشکیل دهنده زون Z می باشد. به منظور ارزیابی توان طبیعت گردی در این بررسی ۱۶ عامل و ۱۵ محدودیت در نظر گرفته شده است.

زون های امن، حفاظت شده و استفاده ویژه در پناهگاه حیات وحش میانکاله که در طرح مدیریت ارایه شده توسط

جدول ۳- نقشه های عامل، آستانه معیارها و شکل و نوع تابع عضویت آن ها

ردیف	عوامل	مطلوبیت	شکل و نوع تابع عضویت
۱	فاصله از مناطق شهری	۰ تا ۵۰۰ متری معادل صفر- ۵۰۰ تا ۵۰۰۰ متر از ۲۵۵ تا ۰- بیش از ۵۰۰۰ متر معادل صفر	کاهنده- خطی یکنواخت
۲	فاصله از نقاط روستایی	۰ تا ۲۵۰ متری معادل صفر- ۲۵۰ تا ۵۰۰۰ متر از ۲۵۵ تا ۰- بیش از ۵۰۰۰ متر معادل صفر	کاهنده- خطی یکنواخت
۳	فاصله از منابع آبی (چاه، چشمه، قنات)	۰ تا ۳۰ متری معادل صفر- ۳۰ تا ۲۰۰۰ متر از ۲۵۵ تا ۰- بیش از ۲۰۰۰ متر معادل صفر	کاهنده- خطی یکنواخت
۴	فاصله از رودخانه ها و آب راه ها	۰ تا ۳۰ متری معادل صفر- ۳۰ تا ۱۰۰ متری معادل ۲۵۵- ۱۰۰ تا ۳۰۰۰ متر از ۲۵۵ تا ۰- بیش از ۳۰۰۰ متری معادل صفر	کاهنده- خطی یکنواخت
۵	فاصله از سطح سفره آب زیرزمینی	۰ تا ۲ متری معادل صفر- ۲ تا ۵۰ متر از ۰ تا ۲۵۵- بیش از ۵۰ متر معادل ۲۵۵	افزاینده- خطی یکنواخت
۶	فاصله از تالاب ها	۰ تا ۱۵۰ متری معادل صفر- ۱۵۰ تا ۲۰۰ متری معادل ۲۵۵- ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ متر از ۲۵۵ تا ۰- بیش از ۱۰۰۰ متر معادل صفر	کاهنده- خطی یکنواخت
۷	فاصله از جاذبه های طبیعی و آثار تاریخی موجود در طبیعت	۰ تا ۲۰۰ متری معادل ۲۵۵- ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ متری از ۲۵۵ تا ۰- بیش از ۱۰۰۰ متر معادل صفر	کاهنده- خطی یکنواخت
۸	فاصله از راه ها	۰ تا ۱۲۰ متری معادل صفر- ۱۲۰ تا ۲۵۰ متری معادل ۲۵۵- ۲۵۰ تا ۵۰۰۰ متر از ۲۵۵ تا صفر- بیش از ۵۰۰۰ متر معادل صفر	کاهنده- خطی یکنواخت
۹	حداکثر دما در گرم ترین ماه سال	از ۱۸ تا ۳۲ درجه سانتی گراد از ۲۵۵ تا صفر	کاهنده- خطی یکنواخت
۱۰	حداقل دما در سردترین ماه سال	کمتر از منفی ۵ درجه سانتی گراد معادل صفر- از منفی ۵ تا ۴ درجه سانتی گراد از ۰ تا ۲۵۵	افزاینده- خطی یکنواخت
۱۱	شیب سرزمین	۰ تا ۵۰ درصد از ۲۵۵ تا صفر- بیش از ۵۰ درصد معادل صفر	کاهنده- خطی یکنواخت
۱۲	توان بالقوه فرسایش پذیری خاک	۰ تا ۵۰ تن در هکتار در سال از ۲۵۵ تا صفر- بیش از ۵۰ تن در هکتار در سال معادل صفر	کاهنده- خطی یکنواخت
۱۳	تراکم پوشش درختی	۰ تا ۵ درصد معادل صفر- ۵ تا ۴۰ درصد از ۰ تا ۲۵۵- ۴۰ تا ۶۰ درصد معادل ۲۵۵- ۶۰ تا ۸۰ درصد از ۲۵۵ تا صفر- بیش از ۸۰ درصد معادل صفر	دوزنقه ای متقارن
۱۴	تعداد روزهای یخبندان	۱۰ تا ۱۳ روز معادل ۲۵۵- ۱۳ تا ۱۶ روز معادل ۲۱۰- ۱۶ تا ۱۷ روز معادل ۱۹۰	گسسته
۱۵	زمین شناسی	تناسب ۲ معادل ۲۱۲- تناسب ۳ معادل ۱۷۰- تناسب ۴ معادل ۱۲۷- تناسب ۵ معادل ۸۵- تناسب ۶ معادل ۴۲- تناسب ۷ معادل صفر	گسسته
۱۶	خطر زمین لغزش	خطر خیلی کم معادل ۲۵۵- خطر کم معادل ۱۴۱- خطر متوسط معادل ۱۲۷- خطر زیاد معادل ۶۳- خطر خیلی زیاد معادل صفر	گسسته

صفر تعلق یافت. به منظور استاندارد سازی این لایه، تابع عضویت فازی آن مطابق نمودار ۱ تهیه گردید.

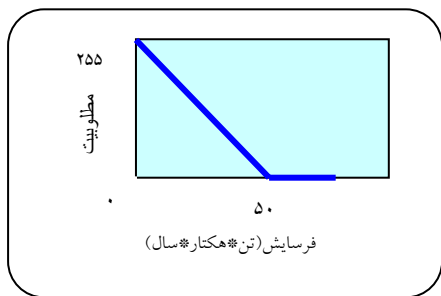
عامل حساسیت به خطر زمین لغزش

محاسبه میزان خطر زمین لغزش با استفاده از روش شاخص توان بالقوه خطر (HPI) (رابطه ۵)، در نرم افزار ArcInfo صورت پذیرفت (۲۲).

$$HPI = \sum(R * W) \div \sum W \quad \text{رابطه (۵)}$$

که در آن: HPI شاخص توان بالقوه خطر، W وزن هر نقشه پارامتر و R امتیاز استاندارد شده هر واحد نقشه پارامتر می باشد.

پارامترهای در نظر گرفته شده شامل زاویه شیب، سنگ شناسی، کاربری اراضی، بارندگی و فاصله از گسل می باشند که بر اساس نظر کارشناسی مهندسی و مرور منابع بر اساس میزان حساسیت به زمین لغزش طبقه بندی شدند و در محدوده ۰ تا ۱۰ استاندارد گردیدند. استاندارد سازی لایه طبقه بندی شده (گسسته) خطر زمین لغزش منطقه، براساس جدول ۴ صورت پذیرفت.



نمودار ۱- تابع عضویت استاندارد سازی عامل

حساسیت به فرسایش

تأمین امنیت طبیعت گردها یکی از مهم ترین مسایل در توسعه طبیعت گردی می باشد. مکان یابی طبیعت گردی باید در مناطقی صورت گیرد که در شیب های سست، لغزش پذیر (۱۷) و مستعد فرسایش (۱۸) واقع نگردد و تهدید جانی برای گردشگران به دنبال نداشته باشد. بدین ترتیب، دو عامل توان بالقوه فرسایش پذیری منطقه و خطر زمین لغزش به عنوان پارامترهای شاخص در ارزیابی توان طبیعت گردی در تحقیق حاضر مورد بررسی قرار گرفتند.

عامل توان بالقوه فرسایش پذیری خاک

به منظور تهیه نقشه توان بالقوه فرسایش پذیری خاک، در منطقه مورد مطالعه از معادله جهانی فرسایش خاک تجدیدنظر شده (RUSLE) مطابق رابطه (۴) استفاده شده است (۱۹).

$$E = R * K * L * S * C * P \quad \text{رابطه (۴)}$$

که در آن: E میانگین فرسایش سالیانه به ازای واحد سطح (تن در هکتار در سال)، R عامل فرسایش باران و رواناب (Mj.mm/h.ha.y) (۲۰)، K عامل فرسایش پذیری خاک (تن در هکتار) (۲۱)، L عامل طول شیب (متر)، S عامل ضریب تندی شیب، C عامل مدیریت پوشش و P عامل عملیات حفاظتی می باشد.

بر اساس لایه توان بالقوه فرسایش پذیری منطقه، مناطقی با کم ترین میزان فرسایش به عنوان مطلوب ترین مناطق با ارزش ۲۵۵ در نظر گرفته شده اند و به مناطقی با میزان فرسایش ۵۰ تن در هکتار در سال و بیشتر که بخش های نسبتاً کوچکی از منطقه مورد مطالعه را تشکیل می دهند ارزش

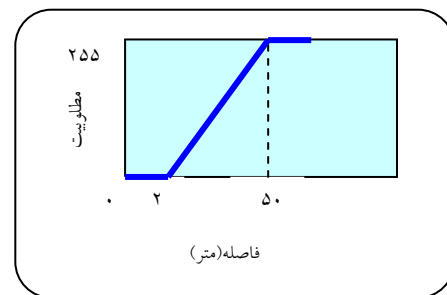
جدول ۴- پهنه بندی خطر زمین لغزش

شاخص توان بالقوه خطر	ارزش	خطر رانش	ارزش فازی
۰-۳	۱	خیلی کم	۲۵۵
۳-۵	۲	کم	۱۴۱
۵-۶/۵	۳	متوسط	۱۲۷
۶/۵-۸	۴	زیاد	۶۳
۸-۱۰	۵	خیلی زیاد	۰

عامل فاصله از سطح سفره آب زیر زمینی

با توجه به این که به طور نسبی سطح ایستابی آب زیرزمینی در مناطق شمالی کشور بالاست و در عین حال بخش اعظم آب مورد استفاده مردم منطقه از سفره های آب زیرزمینی تامین می گردد، بنابراین باید تا حد ممکن از آلودگی این آب ها جلوگیری به عمل آید. از آن جایی که در تفرج گسترده به علت عدم تمرکز طبیعت گردان، تولید فاضلاب و زباله می تواند آلودگی کمی را به سفره های آب زیرزمینی وارد نماید، لذا در مناطقی که فاصله سطح آب از سطح زمین خیلی کم (تا ۲ متر) می باشد، فعالیت های طبیعت گردی نامتناسب در نظر گرفته شدند و با افزایش فاصله از سطح آب زیرزمینی توان منطقه برای فعالیت های گردشگری افزایش می یابد. در این جا حداقل فاصله از سطح آب زیرزمینی ۲ متر و حداکثر آن ۵۰ متر در نظر گرفته شده است.

به منظور استاندارد سازی لایه رستری فاصله از سطح آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه تابع عضویت فازی آن براساس نمودار ۲ تهیه گردید. میزان مطلوبیت از ۰ (۲ متر) تا ۲۵۵ (۵۰ متر) افزایش می یابد و برای مناطق دارای حداقل فاصله ۵۰ متر از سطح آب زیرزمینی در مقدار بیشینه باقی می ماند.



نمودار ۲- تابع عضویت استاندارد سازی عامل فاصله از

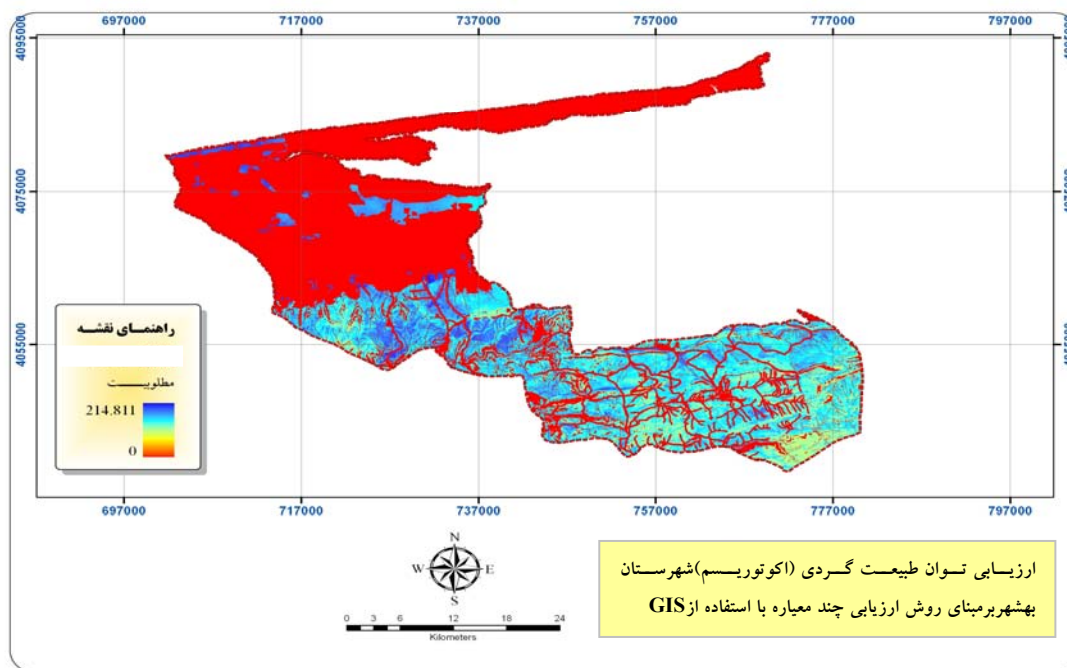
سطح آب زیرزمینی

نتایج

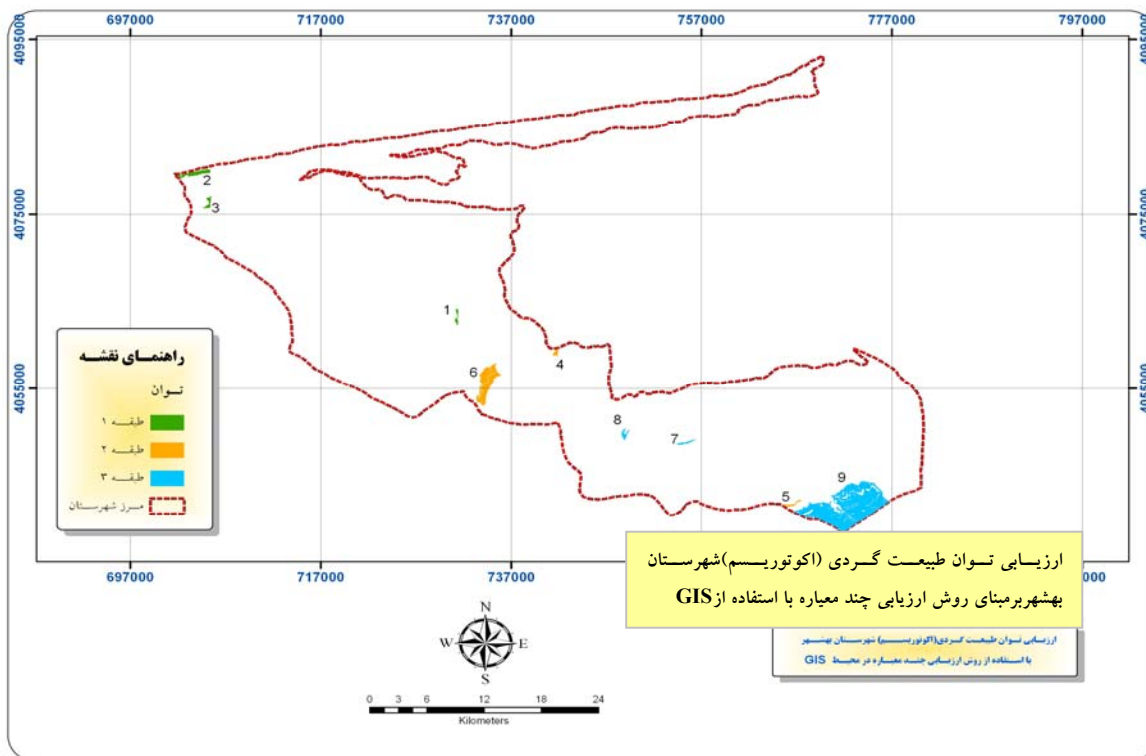
با توجه به فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، وزن عوامل، مطابق جدول ۵ محاسبه شد. نرخ ناسازگاری برابر با ۰,۰۹ به دست آمد که قابل قبول می باشد. به منظور انجام فرایند ارزیابی توان طبیعت گردی، با به کارگیری روش ترکیب خطی وزن داده شده (WLC)، عمل تلفیق نقشه های استاندارد شده عوامل، وزن های متناظر آن ها و لایه محدودیت نهایی (حاصل ضرب محدودیت ها)، در محیط ArcInfo صورت پذیرفت (نقشه ۱). به منظور پهنه بندی منطقه بر اساس درجه توان برای کاربری طبیعت گردی گسترده، لایه شبکه ای حاصل از اجرای روش WLC، به برداری تبدیل گردید. آن گاه مطلوبیت ناحیه ای سرزمین در هر یک از پلی گون ها محاسبه شد. لایه برداری نهایی، بر اساس مطلوبیت ناحیه ای سرزمین، به چهار طبقه تقسیم شد. بدین ترتیب که طبقه ۱ (توان بالا) معادل مطلوبیت بیش از ۲۰۰، طبقه ۲ (توان متوسط) معادل مطلوبیت بیش از ۱۵۰ تا ۲۰۰، طبقه ۳ (توان ضعیف) معادل مطلوبیت بیش از ۰ تا ۱۵۰ و طبقه ۴ بدون مطلوبیت (محدودیت) در نظر گرفته شده است. آن گاه به عنوان نمونه ۳ زون برتر در هر یک از طبقات براساس مطلوبیت ناحیه ای سرزمین و با اعمال محدودیت مساحت (حذف مساحت های زیر ۲۰ هکتار) به صورت نزولی اولویت بندی گردید (نقشه ۲). مشخصات این زون ها بر اساس مساحت و مطلوبیت ناحیه ای سرزمین، در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ۵- وزن های به دست آمده از ماتریس مقایسه زوجی عوامل

وزن	عامل	وزن	عامل
۰/۱۸۳۶	متوسط سالیانه تعداد روزهای یخبندان	۰/۰۳۶۶	فاصله از جاذبه های طبیعی و آثار تاریخی
۰/۱۶۲۴	خطر رانش	۰/۰۲۷۰	حداقل دما در سردترین ماه سال
۰/۱۴۵۶	شیب	۰/۰۲۰۳	فاصله از رودخانه ها و آب راهها
۰/۰۹۹۷	توان بالقوه فرسایش پذیری	۰/۰۱۸۱	فاصله از روستاها
۰/۰۸۷۵	زمین شناسی	۰/۰۱۴۱	فاصله از سطح آب زیرزمینی
۰/۰۷۹۵	فاصله از راه ها	۰/۰۱۰۱	حداکثر دما در گرم ترین ماه سال
۰/۰۴۹۸	فاصله از منابع آبی (چاه، چشمه، قنات)	۰/۰۱۰۰	فاصله از تالاب ها
۰/۰۴۹۵	تراکم پوشش درختی	۰/۰۰۹۸	فاصله از شهرها



نقشه ۱- لایه رستری ارزیابی توان چندمعیاره طبیعت گردی



نقشه ۲ - زون های برگزیده معرفی شده برای طبیعت گردی

جدول ۶ - ویژگی های پهنه های مطلوب برای طبیعت گردی

شماره زون	مساحت زون (هکتار)	حدافل مطلوبیت سلول های زون	حداکثر مطلوبیت سلول های زون	مطلوبیت ناحیه ای سرزمین (zls)	طبقه توان
۱	۱۲۵/۸۲	۲۰۰/۴۴	۲۴۱/۱۹۳	۲۳۳/۷۰۶	۱
۲	۲۰۶/۸۲	۲۰۱/۰۰۸	۲۴۱/۸۵۵	۲۲۹/۹۰۳	۱
۳	۲۴۸/۴۹	۲۰۱/۶۰۵	۲۴۴/۴۴۸	۲۲۶/۵۸۱	۱
۴	۳۱۷۹/۰۷	۱۲۹/۹۵۶	۲۵۰/۳۸۳	۱۹۴/۷۲	۲
۵	۱۷۰۶/۶۷	۱۵۶/۵۸۴	۲۱۸/۲۲	۱۹۳/۴۶۲	۲
۶	۳۰۵۶/۲۲	۱۱۱/۶۴۶	۲۴۳/۲۹۷	۱۸۲/۶۵۵	۲
۷	۳۲/۲۲	۹۷/۸۸۹	۱۷۸/۶۴۵	۱۴۷/۳۱۳	۳
۸	۴۰/۷۷	۱۲۶/۸۲۴	۱۸۰/۶۴۵	۱۴۴/۷۶۲	۳
۹	۲۵۲۳/۳۳	۹۵/۸۵۴	۲۲۱/۴۳۳	۱۴۲/۶۹۶	۳

بحث و نتیجه گیری

به طور کلی حدود ۸۲۴۳۶ هکتار (۵۶/۱٪) از مساحت منطقه دارای محدودیت و حدود ۶۴۳۱۴ هکتار (۴۳/۹٪) دارای قابلیت برای طبیعت گردی گسترده می باشد. مناطق محدود شده به طور عمده در بخش جلگه ای، ساحلی، خشکی میانکاله و

نقشه ۱ نمایانگر لایه شبکه ای ارزیابی توان چند معیاره طبیعت گردی در شهرستان بهشهر است که در آن مطلوبیت سلول ها از ۰ تا ۲۱۴/۸۱۱ متغیر می باشد. در این لایه، مطلوبیت بیشتر نشان دهنده درجه توان بالاتر و مطلوبیت کم تر بیانگر درجه توان پایین تر برای طبیعت گردی می باشد.

آوری GIS قابلیت های آن را افزایش داده است و این تحقیق رابطه خوبی را بین کاربرد نرم افزارهای مبتنی بر GIS و ارزیابی چند معیاره نشان می دهد.

وزن عوامل با روش مقایسه زوجی (AHP) به خوبی محاسبه گردید. بیشترین وزن ها به عوامل یخبندان، رانش و فرسایش (تهدید کننده ها) و کم ترین وزن به عوامل فاصله از شهرها و حداکثر دما (دور کننده ها) تعلق یافت.

همچنین به منظور وزن بندی منطقه برای طبیعت گردی، مطلوبیت ناحیه ای سرزمین (ZLS) محاسبه شد و با اعمال محدودیت مساحت، وزن های مطلوب به خوبی درجه بندی و مرتب شد. وزن های دارای توان بالا در مناطقی تعیین شده است که از خط مشی برگزیده در این تحقیق برای ارزیابی توان طبیعت گردی در منطقه (خطر پایین و جذابیت متوسط تا بالا برای گردشگران و حداقل تهدید برای محیط زیست) تبعیت می کند.

نتایج این تحقیق می تواند مورد استفاده صاحب نظران و برنامه ریزان شهرستان به شهر قرار گیرد. همچنین به عنوان مبنایی برای ارزیابی های آینده جهت فعالیت های طبیعت گردی قلمداد گردیده و مورد استفاده سازمان های ذیربط واقع شود.

منابع

1. Alvarez, Marina et al. (2006), « Planning for Ecotourism in Uaxactun, Guatemala », University of Michigan.
2. Banerje, u.k. et al. (2003), « Remote sensing and GIS based ecotourism planning: A case study for western midnapore, west Bengal, India».
3. Proctor, Wendy & Martin Drechsler (2003), « Deliberative Multi criteria Evaluation: A case study of recreation and tourism options in Victoria Australia», www.mcda.info
4. Zucca, Anronella et al. (2005), « Application of spatial multi criteria

بخش هایی از مناطق کوهستانی جنوب شهرستان بهشهر پراکنده شده است.

با تبدیل نقشه شبکه ای به برداری و حذف مساحت های زیر ۲۰ هکتار، ۱۷۶ زون مناسب برای طبیعت گردی باقی مانده است. از این میان ۳۵ زون با مساحت حدود ۴۳۶۲ هکتار (۳ درصد از مساحت منطقه) دارای توان طبقه یک برای طبیعت گردی می باشد که در مناطق ساحلی، حاشیه تالاب های لپو، میانکاله و گز، لکه هایی در منطقه جلگه ای و همچنین پهنه هایی در قسمت مرکزی شهرستان و جنوب شهر بهشهر پراکنده شده است. ۱۳۷ زون با مساحت حدود ۵۵۴۷۹ هکتار (۳۷/۸٪ از مساحت منطقه) دارای توان طبقه دو برای طبیعت گردی می باشند که قسمت اعظم مناطق کوهستانی جنوب بهشهر و همچنین بخشی از ساحل خلیج گرگان را در برمی گیرد. ۴ زون با مساحت حدود ۲۶۲۱ هکتار (۱/۷٪ از مساحت منطقه)، دارای توان طبقه سه برای طبیعت گردی می باشد که در جنوبی ترین قسمت محدوده مطالعاتی، در ارتفاعات قرار گرفته است.

در نقشه ۲، سه زون از هر طبقه بر اساس مطلوبیت ناحیه ای سرزمین به صورت نزولی مرتب و به عنوان مطلوب ترین زون ها معرفی شده است. نتایج نشان دهنده این است که بخش اعظم منطقه مورد مطالعه دارای توان متوسط (مطلوبیت ناحیه ای سرزمین ۱۵۰ تا ۲۰۰) برای طبیعت گردی گسترده می باشد.

در این تحقیق با بررسی وسیع اطلاعات کارشناسان و مرور تحقیقات انجام گرفته در ایران و جهان مجموعه ای از پارامترهای کلیدی به منظور انجام ارزیابی توان طبیعت گردی در نظر گرفته شد. به خصوص عواملی حساسیت به فرسایش و لغزش که برای اولین بار به عنوان معیارهای شاخص در ارزیابی توان طبیعت گردی معرفی گردید، که می تواند در آینده در زمینه انجام ارزیابی توان طبیعت گردی به کار گرفته شود. همچنین، با مطالعه روش های مختلف ارزیابی، روش WLC برای ارزیابی توان طبیعت گردی استفاده شد و مطلوبیت سلول ها با این روش به خوبی محاسبه شد. تلفیق این روش با فن

14. Eastman, J. Ronald (2006), « IDRISI Andes Guide to GIS and Image Processing», Clark University.
15. Salman Mahini, A and M. Gholamalifard (2006), « Siting MSW landfills with a weighted linear combination methodology in a GIS environment », Int. J. Environ. Sci. Tech., 3 (4): 435-445.
۱۶. قدسی پور، سید حسن (۱۳۸۴)، «فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)»، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
17. Drumm, Andy et al. (2004), « The business of ecotourism development and management».
18. Drumm, Andy and Alan Moore (2005), «Ecotourism development, A manual for conservation planners and Managers», Nature conservancy, Arlington, USA.
۱۹. سلمان ماهینی، عبدالرسول (۱۳۸۴)، «جزوه درس ارزیابی سرزمین»، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
20. Young, Anthony (1989), « Agriforestry for soil conservation», CAB international.
۲۱. رفاهی، حسینقلی (۱۳۷۸)، «فرسایش آبی و کنترل آن»، انتشارات دانشگاه تهران.
۲۲. مهدوی فر، محمدرضا و محمد کاظم جعفری (۱۳۷۸)، «پهنه‌بندی خطرات زئوتکنیک لرزه‌ای استان لرستان»، جلد دوم، پژوهشکده بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله.
- analysis to site selection for a local park: A case study in the Bergamo province: Italy», Journal of environmental management.
5. www.iowaccess.org. Iowa department of transportation. Iowa trails, (2000).
6. Zhou, P & B.W, A & K.L, Poh (2006), « Decision analysis in energy and environmental modeling », National university of Singapore.
۷. ریاحی، علی اصغر (۱۳۷۹)، «سیمای جغرافیایی هزار جریب بهشهر»، انتشارات آیندگان.
۸. سرشماری سال ۱۳۸۵، مرکز آمار ایران.
9. Hijmans, Robert. J. et al. (2005), « Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas», www.interscience.wiley.com.
10. Hansen, M.C et al. (2003), « Global percent tree cover at a spatial resolution of 500 meters: First results on the modis vegetation continuous fields algorithm», University of Maryland.
11. Wood, Louisa. J. and Susana Dragicevic (2006), « GIS based multicriteria evaluation and fuzzy sets to identify priority sites for marine protection», Springer science + Business Media B.V. 200.
۱۲. کرم، عبدالامیر (۱۳۸۴)، «تحلیل تناسب زمین برای توسعه کالبدی در محور شمال غرب شیراز با استفاده از رویکرد ارزیابی چند معیاری (MCE) در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)»، مجله پژوهش های جغرافیایی، شماره ۵۴، زمستان ۱۳۸۴، صص ۹۳ - ۱۰۶.
۱۳. پرهیزکار، اکبر و عطا غفاری گیلانده (۱۳۸۵)، «سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چند معیاری»، یاچک مالخفسکی، ترجمه، انتشارات سمت.