Archive of SID

پژوهش‌های محیط‌زیست، سال ۷، شماره ۱۳، بهار و تابستان ۱۳۹۵، از صفحه ۳۱ تا ۴۶

# ارزیابی توان اکوتوریسم شهرستان بیرجند بر اساس طراحی سناریو و الگوریتم Fuzzy_OWA

**سید سعیدرضا احمدی‌زاده*[۱]؛ زینب کریم‌زاده مطلق[۲]؛ علی اشرفی[۳]**

۱ دانشیار گروه مهندسی محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه بیرجند
۲ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین، مهندسی محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه بیرجند
۳ عضو هیأت علمی دانشگاه بیرجند و دانشجوی دکتری سنجش از دور دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۹/۱۷؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۰۶/۱۵)

**چکیده**

مقاله حاضر، کاربرد ارزیابی چند معیاره را برای آنالیز تناسب اراضی شهرستان بیرجند که با وسعتی حدود ۳۹۴۹۰۰ هکتار، در مرکز استان خراسان جنوبی واقع شده است، نشان می‌دهد. شهرستان بیرجند که از سال ۱۳۸۳ مرکز استان خراسان جنوبی شده است، به‌عنوان مرکز تمرکز جمعیتی استان دارای پتانسیل‌های مناسب جهت توسعه کاربری گردشگری است که تاکنون کاری درخور برای آن انجام نشده است. فعالیت‌های گردشگری بدون برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح، می‌تواند بر کیفیت و ویژگی‌های مناطق گردشگری اثر منفی داشته باشد. بنابراین، در این راستا نیاز به ارزیابی توان و برنامه‌ریزی صحیح و اصولی بر مبنای توسعه پایدار ضروری است. برای دست‌یابی به این هدف اولین گام آنالیز تناسب زمین است، زیرا یک مکان‌یابی مناسب، محصول یک آنالیز تناسب صحیح می‌باشد. در این تحقیق، پارامترهایی مانند: شیب، جهت، خاک، کاربری اراضی، فاصله از بناهای تاریخی، فاصله از منابع آبی، فاصله از جاده، فاصله از مراکز شهری و روستایی به‌کار گرفته شدند و با استفاده از مدل WLC و AHP ترکیب و بر طبق مدل OWA و کمیت‌سنج‌های فازی با یکدیگر تجمیع شدند. در نقشه‌های نهایی تناسب به‌دست آمده برای کمیت‌سنج‌های فازی که شامل ۷ سناریو (حداقل یکی، اندکی، اغلب، نصف، اکثراً، تقریباً همگی و همگی) مقدار دقّت کلی در مقایسه با روش WLC به ترتیب ۷۸/۶۸، ۷۸/۸۸، ۸۱/۶۴، ۸۵/۹۷، ۹۰/۵۲، ۸۱/۹۵ و ۷۶/۲۶ درصد به‌دست آمد. با توجه به توان‌های محیطی منطقه، پهنه‌های دارای قابلیت اکوتوریسم در هفت سناریوی مورد اشاره تعیین شدند. سناریوهای اول و هفتم به دلیل این‌که در انتخاب مکان مساعد حالت بیشینه و کمینه دارند، نسبت به سایر سناریوها دقت کمتری دارند. نتایج ارزیابی نشان می‌دهد که روش OWA منطبق بر کمیت‌سنج فازی Many (سناریوی پنجم) بیشترین دقت (۹۰/۵۲٪) را دارد، بهترین نتیجه را دارا می‌باشد. در این سناریو، به ترتیب ۲۲۴۷۲، ۴۹۶۹۷، ۷۹۷۰۴، ۸۷۶۵۱ و ۳۵۷۸۹ هکتار از مساحت محدوده مورد مطالعه در کلاس‌های بسیار نامناسب، نامناسب، متوسط، مناسب و بسیار مناسب قرار دارد. بنابراین، محدودهٔ مورد مطالعه برای اکوتوریسم به نسبت مناسب است. بر اساس یافته‌های این پژوهش، با توجه به وجود مفهوم جدیدی در مدل OWA به نام وزن‌های ترتیبی این روش انعطاف‌پذیری و پتانسیل بالایی در مدل‌سازی مسایل پیچیده تصمیم‌گیری دارد.

**کلید واژه‌ها:** تناسب اراضی، سناریو، کمیت‌سنج فازی، وزن‌های ترتیبی، MCE، WLC، AHP، OWA

*نویسنده مسئول
Email: sahmadi@birjand.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID



## سرآغاز

گردشگری یکی از بزرگ‌ترین صنایع اقتصادی دنیا به‌شمار می‌رود. این صنعت، ۱۲٪ از تولید ناخالص داخلی[۱] جهان و ۷٪ از مشاغل دنیا را ایجاد نموده است (میراث فرهنگی خراسان جنوبی، ۱۳۹۳). گردشگری (توریسم)[۲] عبارت است از حرکت اشخاصی که به مکان‌هایی غیر از مکان معمول زندگی‌شان مسافرت می‌کنند؛ به شرطی که بیش از یک سال اقامت نکنند. این مسافرت‌ها به منظور گذران اوقات فراغت، تجارت و یا سایر اهداف صورت می‌گیرد. کمیسیون آمار سازمان ملل در سال ۱۹۹۳ بنا به توصیه WTO[۳]، این تعریف را پذیرفته است (سلطانی و نوری، ۱۳۷۸). توریسم از جمله فعالیت‌هایی است که ممکن است به علت بهره‌گیری متراکم از محیط، سبب تنزل کیفی و حتی نابودی آن شود. امروزه، این مساله در کنار اهمیت یافتن مفاهیمی همچون توسعه پایدار اهمیت ویژه‌ای یافته است (طرح آمایش خراسان رضوی، ۱۳۸۸). اکوتوریسم[۴] (طبیعت‌گردی) پایدارترین شکل توریسم است به گونه‌ای که امروزه از آن به عنوان یکی از معیارهای مهم توسعه‌یافتگی نام برده می‌شود. براساس تعریفIUCN[۵]، اکوتوریسم مسافرت مسوولانه به مناطق طبیعی تخریب نشده به منظور درک و کسب لذت از جاذبه‌های عرصه‌های طبیعی می‌باشد و از مشخصات آن می‌توان به ارتقای حفاظت محیط‌زیست، پیامدهای منفی ناچیز و ایجاد منافع اقتصادی برای جوامع محلی اشاره نمود (غنیمتی و احمدی‌زاده، ۱۳۹۲). بهره‌برداری از توان‌ها و قابلیت‌های گردشگری در هر منطقه‌ای می‌تواند زمینه‌ای پویا برای توسعه آن منطقه فراهم نماید. از این‌رو، ارزیابی توان اکوتوریسم، ضرورتی ویژه خواهد داشت. هدف اصلی این پژوهش، به‌کارگیری روش ارزیابی چند معیاره[۶] جهت ارزیابی توان اکولوژیک اکوتوریسم شهرستان بیرجند می‌باشد. تحقیق حاضر، با استفاده از روش تحلیلی و کمی ترکیب خطی وزنی[۷] و میانگین‌گیری مرتب شده وزنی[۸] انجام می‌گیرد. امروزه استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی[۹] رستری در امر برنامه‌ریزی سرزمین و تجزیه و تحلیل اطلاعات بسیار کاربرد دارد. مدل‌سازی و تحلیل اطلاعات پیوسته سبب به‌کارگیری مدل‌های رستری در تحلیل و ارزیابی منابع شده است (احمدی‌زاده، ۱۳۸۲). ارزیابی چند معیاره یک روش عمومی برای ارزیابی و جمع‌بندی بسیاری از معیارهاست. شناسایی و توسعه معیارها، اولین مرحله در فرآیند ارزیابی چند معیاره است. معیارها در دو دسته محدودیت و فاکتور جای می‌گیرند. محدودیت رویکرد ساده بولی این است که تمام فاکتورها در نقشه مطلوبیت نهایی اهمیت یکسانی دارند. این محدودیت را می‌توان با وزن‌دار کردن فاکتورها و ترکیب آن‌ها با روش WLC برطرف نمود (سلمان ماهینی و کامیاب، ۱۳۹۰). روش‌های کمی ارزیابی چند معیاره مانند ترکیب خطی وزنی از روش‌های متداول در خصوص ارزیابی توان اکولوژیک به‌شمار می‌آیند که با منطق فازی[۱۰] پیاده‌سازی شده‌اند (Malczewski, 2006a). نخستین تجربه تعیین توان اکولوژیکی در ایران را مخدوم ارایه نمود. بر اساس این مدل، مطالعات آمایش حوزه‌های آبریز و مناطق مختلف انجام شده است. در این مطالعات، با ویژه‌سازی مدل اکولوژیکی مخدوم و بر پایه رویکرد منطق بولین و تجزیه و تحلیل و جمع‌بندی نقشه‌ها در محیط GIS، تناسب واحدهای محیط‌زیستی برای کاربری‌های مختلف، با استفاده از زبان پرس‌وجوی ساختاری[۱۱] تعیین شده است. برخی تلاش‌ها در ارتباط با ضعف منطق بولین به وسیله رویکرد منطق فازی صورت پذیرفته است. برای مثال (سلمان ماهینی و همکاران، ۱۳۸۸)، به ارزیابی چند معیاره بر مبنای منطق فازی و تحلیل ارزیابی توان طبیعت‌گردی پرداختند. در این مطالعه، وزن عوامل با روش مقایسه زوجی AHP تعیین و با استفاده از عملگر WLC، کلیه لایه‌ها تلفیق شدند. نقشه رستری توان طبیعت‌گردی نیز تهیه شد. (امیری و همکاران، ۱۳۸۸؛ نجفی نژاد و همکاران، ۱۳۹۲)، دو روش سیستمی ادغام نقشه‌ها و ترکیب منطق بولین- فازی در فرآیند آمایش سرزمین با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی را به‌کار بردند. (کریمی و همکاران، ۱۳۸۸)، به تعیین توان اکولوژیک با به‌کارگیری منطق فازی به‌عنوان منطق مدل‌سازی ریاضی فرایندهای غیردقیق و مبهم پرداختند. (عرفانی و همکاران، ۱۳۹۰)، با استفاده از روش ارزیابی چند متغیره به مکان‌یابی تفرج متمرکز در منطقه چاه نیمه شهرستان زابل پرداختند. (جوزی و همکاران، ۱۳۹۱)، با استفاده از روش AHP، WLC و MOLA به ارزیابی توان محیط‌زیستی منطقه حفاظت شده ورجین پرداختند. (کریم‌زاده مطلق و همکاران، ۱۳۹۳)، به ارزیابی توان اکولوژیک شهرستان بیرجند بر مبنای روش MCE پرداختند. مطالعات انجام شده در جهان نیز نشان می‌دهد که گسترش نظریه مجموعه‌ای بولین، توسط تئوری مجموعه‌های فازی‌زاده

www.SID.ir

Archive of SID



(Zadeh, 1965; Zadeh, 1990) یک موضوع بحث در طول دهه ۱۹۸۰ برای استفاده در سیستم اطلاعات جغرافیایی و تجزیه و تحلیل تناسب کاربری زمین شد. مطالعات متعددی در ارتباط با MCDA برای توسعه روش‌های آنالیز تناسب اراضی اکوتوریسم مبتنی برGIS صورت گرفته است (Teh & Cabanban., 2007; Bender., 2008). برخی از مطالعات نشان می‌دهند که قواعد متفاوت ارزیابی به طور قابل ملاحظه‌ای الگوهای متفاوت آنالیز تناسب را تولید می‌کنند، مطالعات زیادی در ارتباط با ارزیابی تناسب اراضی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و GIS انجام گرفته است (Hill et al., 2005; Gemitzi et al., 2010; Pal et al., 2011; Qiu et al., 2013; Bagheri et al., 2013; Xiaorui1 et al., 2012; Chandio et al., 2012; Feizizadehadeh & Blaschke, 2013; Nyeko, 2012; Zhang et al., 2012; Jankowski et al., 2014; Ligmann- Zielinska & Jankowski, 2014; Lallianthanga et al., 2014; Shah Nawaz Khan & Ali Khan, 2014). با توجه به مرور منابع تاکنون تحقیقات متعددی در زمینه ارزیابی تناسب اراضی به روش WLC صورت پذیرفته است. برای مثال (Malczewski, 2011)، به بررسی رویکرد WLC پرداخته است. تحقیقات کمی در خصوص الگوریتم OWA فازی صورت گرفته است (Zarghami., 2008; Boroushakin & Malczewski, 2010; Amiri et al., 2013; Ferretti & Pomarico, 2013). توسعه رویکرد MCE و سودمندی رویکرد OWA را به وسیله سناریوهای متفاوت، در یک ناحیه از اروپا نشان می‌دهند. آن‌ها نشان دادند که سناریوهای OWA به کیفیت سطح ریسک‌پذیری (خوش‌بین، بدبین و خنثی) بستگی دارد و برای تسهیل بهتر و فهم الگوهایی که از جایگزین‌های تصمیم‌گیری ظهور می‌کند، در فرایند تصمیم‌گیری درگیر است.

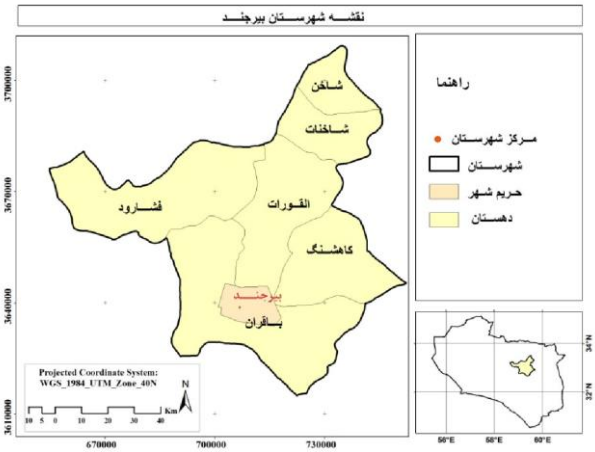
## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

شهرستان بیرجند با وسعتی حدود ۳۹۴۹۰۰ هکتار در شرق ایران و مرکز استان خراسان جنوبی واقع شده است (شکل ۱).

## معرفی پتانسیل‌های گردشگری طبیعی شهرستان بیرجند

توجه به اکوسیستم‌های طبیعی در محدوده مورد مطالعه ضروری است. به‌طوری‌که در مناطق تحت مدیریت لزوم اجرای سریع حفاظت از محیط‌زیست قطعی است. چنین مناطقی از لحاظ دید و منظر، با توجه به اقلیم منطقه، قرارگیری در کویر و نیز ارتفاعات از توان بالقوه‌ای برخوردار می‌باشند. به همین دلیل، تلاش برای پایداری طبیعت بکر آن و اجرای تسهیلات لازم جهت جذب گردشگر ضروری است.




**شکل (۱): نقشه موقعیت محدوده مورد مطالعه**

منطقه حفاظت‌شده آرک و گرنگ: این منطقه از پتانسیل‌های گردشگری شهرستان بیرجند است که در غرب آن واقع شده است. کوهستانی بودن منطقه، منابع آب به نسبت فراوان، دره‌ها و چشم‌اندازهای زیبا همراه با پوشش گیاهی تنک تا متراکم از منابع با ارزش این منطقه محسوب می‌شوند (شکل ۲) (هدایتی‌زاده و دری‌گیو، ۱۳۹۲).

منطقه نمونه گردشگری بند دره: بند دره در جنوب شهر بیرجند و در منطقه کوهستانی رشته‌کوه باقران واقع شده است. وجود این بند تاریخی، دریاچه فصلی و زیبای پشت بند، دره سرسبز در پایین دست بند، چشمه‌های آب و نهرهای جاری از کوه‌های منطقه در ایام بهار سبب شده تا از دیرباز این محل به صورت یکی از تفرجگاه‌های منطقه در آید (شکل ۳) (احمدی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۶).

درخت کهنسال بنه‌رچ: در انتهای روستای رچ که از توابع بخش مرکزی بیرجند می‌باشد و در کنار زیارتگاهی درختی بسیار قطور و زیبا از نوع بنه قرار دارد که قدمت آن بیش از ۱۰۰۰ سال برآورد می‌شود و کهن‌سال‌ترین بنه شناسایی شده در استان خراسان جنوبی است (شکل ۴) و با توجه به پایداری آن در

www.SID.ir

Archive of SID



شرایط جوی منطقه از اهمیت بالایی جهت مطالعات ژنتیکی برخوردار می‌باشد

**شکل (۲): تصاویری از منطقه حفاظت شده آرک و گرنگ (هدایتی‌زاده و دری‌گیو، ۱۳۹۲)**

**شکل (۳): بند دره بیرجند و نمای شمالی و دریاچه آن**

**شکل (۴): تصاویری از درخت کهن‌سال بنه رچ (میراث فرهنگی خراسان جنوبی، ۱۳۹۳)**

## روش پژوهش

با استفاده از روش ارزیابی چند معیاره (MCE)، مدل ارزیابی توان اکولوژیک کاربری اکوتوریسم اجرا شد. بدین منظور، مشخصه‌های لازم برای ارزیابی توان تناسب اراضی مطالعه و شناسایی و سپس آماده‌سازی لایه‌های این مشخصه‌ها با عملیات ژئورفرنس، تعریف سیستم مختصات (UTM-40N) و به هنگام‌سازی آن‌ها انجام پذیرفت. لایه‌ها و اطلاعات مورد نیاز شامل مدل رقومی ارتفاع (برای تهیه نقشه شیب)، آب‌های سطحی (رودخانه‌ها) و زیرزمینی (چشمه و قنات)، زمین‌شناسی (زمین لغزش، گسل‌ها)، کاربری اراضی، بناهای تاریخی، دسترسی‌ها (جاده‌ها)، شهر و مناطق روستایی می‌باشد. برای ساخت و طبقه‌بندی برخی از لایه‌های مورد نیاز تحقیق از لایه

www.SID.ir

Archive of SID



مدل ارتفاع رقومی (DEM) رستری استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای ASTER در نرم‌افزار ENVI استفاده شد. پس از تهیه لایه‌های وکتوری مورد نیاز از سازمان‌ها و ادارات مربوطه، کلیه لایه‌ها به فرمت رستری با اندازه پیکسل یکسان تبدیل شدند. سپس، جهت انجام روش MCE، تمامی لایه‌های رستری شده با فرمت ASCII به محیط نرم‌افزار ادریسی وارد شدند و تجزیه و تحلیل‌های لازم برای تهیه نقشه‌های فازی شده لایه‌ها انجام شد. در نهایت، نقشه‌های تناسب اراضی برای کاربری مذکور به‌دست آمد.

## مدل‌های تصمیم‌گیری مورد استفاده

### فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[۱۲]

هدف از وزن‌دهی معیارها بیان اهمیت نسبی هر معیار در ازای دیگر معیارهاست. به‌دست آوردن ضرایب اهمیت نسبی معیارها، گام اصلی تعیین ارجحیت‌های تصمیم‌گیران است. در ادبیات موضوعی تصمیم‌گیری‌های چند معیاری، روش‌های متعددی برای وزندهی معیارها از جمله روش مقایسه زوجی بر مبنای قضاوت‌های تصمیم‌گیران وجود دارد. روش مبتنی بر فرایند تحلیل سلسله مراتبی توسط (Saaty, 1980) طرح شد.

## روش‌های ارزیابی چندمعیاره (MCE) مبتنی بر منطق فازی

### ترکیب خطی وزنی (WLC)

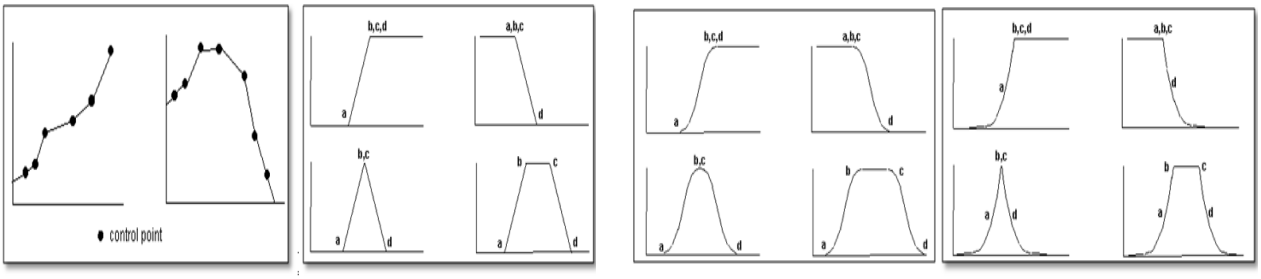
مراحل انجام ترکیب خطی وزنی (WLC) مطابق زیر شرح داده می‌شود.

- تعیین فاکتورها و ممنوعیت‌ها: مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی که شامل فاکتورها و ممنوعیت‌ها می‌باشند، مشخص می‌شوند (جداول ۱ و ۲).

**جدول (۱): ممنوعیت‌ها برای کاربری اکوتوریسم**

| ممنوعیت | بازه با ارزش صفر | بازه با ارزش ۱ |
|---|---|---|
| فاصله از بستر رودخانه کمتر از ۱۵۰ متر | کمتر از ۱۵۰ متر | بیشتر از ۱۵۰ متر |
| فاصله از جاده‌های اصلی | کمتر از ۳۰۰ متر | بیشتر از ۳۰۰ متر |
| شهر | کمتر از ۲۰۰۰ متر | بیشتر از ۲۰۰۰ متر |
| روستا | کمتر از ۱۰۰۰ متر | بیشتر از ۱۰۰۰ متر |

- استانداردسازی فاکتورها و ممنوعیت‌ها: هر لایه نقشه معیار به صورت استاندارد آورده می‌شود، استانداردسازی فاکتورها بر اساس منطق فازی در مقیاس بایت (۰ تا ۲۵۵) و استانداردسازی ممنوعیت‌ها بر اساس منطق بولین (۰ و ۱) صورت می‌گیرد. تئوری فازی که اولین بار توسط لطفی‌زاده (Zadeh, 1965) معرفی شد، کاربردهای زیادی در زمینه‌های مختلف مهندسی برای مقادیر با اطلاعات مبهم پیدا کرده است (Klir &Yuan, 1995). در این مدل، بر خلاف مدل بولین هیچ واحدی مناسب مطلق و نامناسب مطلق در نظر گرفته نمی‌شود. به همین دلیل، وزن‌های داده شده نه صفر است و نه یک، بلکه بین این مقادیر متغیر است. برای انجام منطق فازی ۴ نوع تابع عضویت (توابع S شکل[۱۳]، J شکل[۱۴]، خطی[۱۵] و تعریف شده توسط کاربر[۱۶]) مطابق شکل (۵) در نرم‌افزار ایدریسی مشاهده می‌شود. نوع منحنی عضویت فازی به شکل یکنواخت افزایشی[۱۷]، یکنواخت کاهشی[۱۸] و متقارن[۱۹] است.




**توابع عضویت J شکل  توابع عضویت S شکل  توابع عضویت خطی  توابع عضویت تعریف شده**

**شکل (۵): توابع عضویت فازی در نرم‌افزار ایدریسی**

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول (۲): فاکتورها و میزان مطلوبیت و نوع توابع عضویت آن‌ها برای کاربری اکوتوریسم**

| معیار | زیرمعیار | فاکتور | مطلوبیت | شکل و نوع تابع عضویت | نقاط کنترلی |
|---|---|---|---|---|---|
| عوامل محیط‌زیستی | شکل زمین | شیب | ۰ تا ۵۰٪ معادل ۲۵۵ تا ۰ | کاهنده- خطی | c =۰<br>d =۵۰ |
| | | جهت | جهت شرقی و شمالی معادل ۰، جهت غربی و جنوبی معادل ۲۵۵ | تعریف شده توسط کاربر | - |
| | پارامترهای خاک | بافت خاک | بافت رسی سنگین، لومی شنی، شنی عمیق، لومی رسی، لومی و لومی سنگریزه‌دار، معادل ۰ تا ۲۵۵ | تعریف شده توسط کاربر | - |
| | | عمق خاک | بسیار کم‌عمق، کم‌عمق تا عمیق، کم‌عمق تا نیمه‌عمیق، نیمه‌عمیق، عمیق، بسیار عمیق معادل ۰ تا ۲۵۵ | تعریف شده توسط کاربر | - |
| | | زهکشی خاک | کم تا متوسط، متوسط تا خوب، خوب و زیاد معادل ۰ تا ۲۵۵ | تعریف شده توسط کاربر | - |
| | | بستر رودخانه | ۰ تا ۱۵۰ متر معادل ۰<br>۱۵۰ تا ۳۰۰۰ معادل ۲۵۵ تا ۰ | کاهنده- خطی | a =۱۵۰<br>b = ۳۰۰۰ |
| | | منابع آبی | ۰ تا ۳۰۰۰ متر معادل ۲۵۵ تا ۰ | کاهنده- خطی | c =۰<br>d =۳۰۰۰ |
| | کاربری اراضی | پوشش اراضی | (بستر رودخانه، اراضی بدون پوشش و بیرون‌زدگی سنگی، مراتع متراکم، مناطق مسکونی) معادل ۰<br>(زراعت آبی و باغات، مراتع متراکم) معادل ۲۶<br>(زراعت دیم) معادل ۶۴<br>(مراتع کم‌تراکم، بیشه‌زار و درختچه‌زار، جنگل دست‌کاشت) معادل ۱۲۸<br>(دق رسی) معادل ۲۵۵ | تعریف شده توسط کاربر | - |
| عوامل زیربنایی | فاصله از روستا | | ۰ تا ۱۰۰۰ متر معادل ۰<br>بیشتر از ۱۰۰۰ متر معادل ۲۵۵ تا ۰ | کاهنده- خطی | c =۱۰۰۰<br>d =۱۰۰۰۰ |
| | فاصله از شهر | | ۰ تا ۲۰۰۰ متر معادل ۰<br>بیشتر از ۲۰۰۰ متر معادل ۲۵۵ تا ۰ | کاهنده- خطی | c =۲۰۰۰<br>d =۵۰۰۰۰ |
| | فاصله تا بناهای تاریخی | | ۰ تا ۳۰۰۰ معادل ۲۵۵ تا ۰ | کاهنده- خطی | c =۰<br>d =۳۰۰۰ |
| دسترسی | جاده | | ۳۰۰ تا ۳۰۰۰ معادل ۲۵۵ تا ۰ | کاهنده- خطی | c =۳۰۰<br>d =۳۰۰۰ |

- تعیین وزن برای فاکتورها: جهت مشخص کردن اهمیت نسبی فاکتورهای مختلف در ارزیابی توان، برای هر یک از آن‌ها وزنی در نظر گرفته می‌شود. در نهایت در نرم‌افزار ایدریسی وزن آن عوامل براساس جدول (۳) از طریق مقایسه زوجی فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی محاسبه می‌شود.

ادغام فاکتورها و ممنوعیت‌ها: پس از تعیین فاکتورها و ممنوعیت‌ها، برای هر کدام از فاکتورها وزنی در نظر گرفته می‌شود و براساس فرمول (۱) به صورت خطی ادغام می‌شوند.

$$S = \sum_{i=1}^{n} W_i X_i \prod C_i \qquad (۱)$$

در این رابطه S: تناسب کاربری اراضی، $W_i$: وزن فاکتور، $X_i$: ارزش فازی فاکتور و $C_i$: امتیاز معیار محدودیت می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



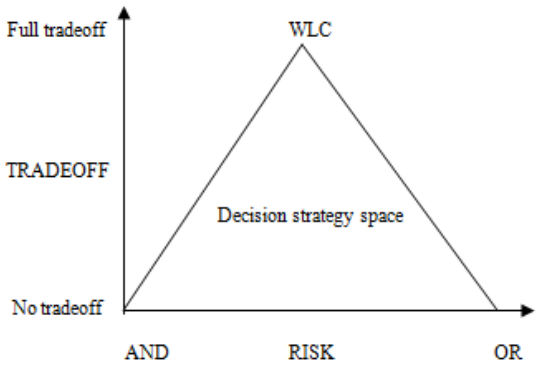
**جدول (۳) : وزن‌های به‌دست آمده حاصل از مقایسه زوجی AHP**

| هدف | معیار | زیرمعیار | فاکتور | وزن |
|---|---|---|---|---|
| ارزیابی توان اکوتوریسم | عوامل محیط‌زیستی | شکل زمین | شیب | ۰/۲۴۲ |
| | | | جهت | ۰/۰۷۶ |
| | | پارامترهای خاک | بافت خاک | ۰/۱۱۳ |
| | | | عمق خاک | ۰/۱۱۳ |
| | | | زهکشی خاک | ۰/۱۱۳ |
| | | کاربری اراضی | پوشش اراضی | ۰/۰۲۵ |
| | | فاصله از منابع آبی | منابع آبی (چاه، چشمه، قنات) | ۰/۰۵۳ |
| | | | بستر رودخانه | ۰/۰۳۷ |
| | عوامل زیربنایی | فاصله از شهر | | ۰/۰۱۷ |
| | | فاصله از روستا | | ۰/۰۱۷ |
| | | فاصله از بناهای تاریخی | | ۰/۱۷۱ |
| | دسترسی | جاده | | ۰/۰۱۷ |
| CR = ۰ /۰۲ | | | | |

## میانگین‌گیری وزن‌دار ترتیبی

روش میانگین وزنی مرتب شده (OWA)، به‌عنوان یک کلیت از عملیات پوشش بولین و روش ترکیب خطی وزنی (WLC)، توسط Yager (1988) توسعه یافته است. روش میانگین وزنی طیف کاملی از فضای استراتژی تصمیم‌گیری در امتداد ابعاد اولیه درجه‌بندی بین معیارهای درگیر و میزان ریسک در راه‌حل را ارایه می‌دهد. شکل (۶)، فضای استراتژی تصمیم‌گیری را نشان می‌دهد که در آن محور x نشان‌دهنده یک زنجیره از حداکثر احتیاط است که از نقطه‌ای که هیچ نوع ریسکی در آن وجود ندارد به نقطه‌ای که عامل ریسک به طور کامل پذیرفته شده است، امتداد می‌یابد. محور y نیز نشان‌دهنده یک زنجیره از توازن بین معیارهاست که از نقطه‌ای که هیچ توازنی ندارد به سمت معیار با بالاترین میزان توازن امتداد می‌یابد. توازن، درجه‌ای است که یک معیار می‌تواند سایر معیارها را جبران کند. روش میانگین وزنی، روش جالبی است. زیرا، با تغییر ترتیب و پارامترهای معیار می‌تواند طیف گسترده‌ای از نقشه‌های مختلف و حالات پیش‌بینی تولید کند. استفاده از این روش، اجازه می‌دهد تا ارزیابی از طیف گسترده‌ای از استراتژی‌های مدیریتی مختلف به‌دست آید.

روش میانگین وزنی شامل دو مجموعه از وزن است: وزن اهمیت معیار نسبی و وزن ترتیبی. مجموعه‌ی اول عامل یا معیار وزن، سهم نسبی یک معیار را کنترل می‌کند، درحالی‌که مجموعه دوم، وزن ترتیبی، مجموعه‌ای از معیارها را کنترل می‌کند. به‌وسیله تعیین یک مجموعه مناسب از وزن ترتیبی ممکن است طیف گسترده‌ای از نقشه‌های نتیجه (استراتژی تصمیم‌گیری) تولید شود که نشان‌دهنده نتایج به دست آمده از نگرش‌های مختلف تصمیم‌گیرنده نسبت به ریسک است. مراحل به‌کارگیری روش مذکور شرح داده می‌شود:




**شکل (۶): فضای استراتژی تصمیم‌گیری در میانگین وزنی مرتب شده (Eastman, 2012)**

گام اول: براساس روش WLC، مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی مشخص می‌شود، هر لایه نقشه معیار به صورت استاندارد آورده

www.SID.ir

Archive of SID



می‌شود، وزن‌های معیار حاصل از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی تعیین می‌شود.

گام دوم: توسط کمیت‌سنج‌های فازی به ارزیابی چند معیاره OWA پرداخته می‌شود که شامل سه مرحله اصلی است: مشخص کردن نوع کمیت‌سنج Q، تولید یک دسته از وزن‌های ترتیبی مربوط به Q و ارزیابی موقعیت هر کدام از سلول‌ها با استفاده از تابع ترکیبی OWA. کمیت‌سنج‌های فازی، امکان تبدیل عبارت‌های زبانی به عبارت‌های ریاضی را فراهم ساخته و دو نوع کمیت سنج کلی وجود دارد: کمیت‌سنج‌های مطلق و کمیت‌سنج‌های نسبی (Malczewski and Rinner, 2005; Yager, 1996). نمی‌توان به طور دقیق بیان کرد که کدام‌یک از انواع کمیت سنج‌های مفهومی برای ارزیابی چندمعیاره مناسب‌ترند (Malczewski, 2006a). در این پژوهش، کمیت‌سنج‌های نسبی براساس جدول (۴)، از میان کمیت‌سنج‌های منظم افزایشی (RIM Yager,1996) انتخاب شدند. برای تعریف این کمیت سنج‌ها معادله زیر به کار گرفته می‌شود:

$$Q(p) .Q(p)= P^{\alpha} , \alpha > 0 \qquad (۲)$$

با تغییر مشخصهٔ α می‌توان انواع مختلفی از کمیت سنج‌ها و عملگرهای آن‌ها را به دست آورد. اگر α=1، Q(p) متناسب با α خواهد بود و بنابراین متناظر با کمیت سنج «نصف» (Half) می‌شود. با میل کردن α به سمت صفر، کمیت سنج Q(p) بیانگر یکی از کران‌هایش خواهد بود (عبارت «حداقل یکی» یا "At least one") که با عملگر MAX مطابق است. از طرف دیگر با میل کردن α به سمت بی‌نهایت، کمیت سنج Q(p) کران دوم خود را ارایه می‌کند (عبارت «همگی» یا "All") که برابر با عملگر MIN است.

**جدول (۴): کمیت سنج‌های زبانی مورد استفاده و α متناظر**

| کمیت سنج زبانی (Q) | At least one | Few | Some | Half | Many | Most | All |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | ۰/۰۰۱ | ۰/۱ | ۰/۵ | ۱ | ۲ | ۱۰ | ۱۰۰۰ |
| استراتژی ترکیبی | OR (MAX) | – | – | WLC | – | – | AND (MIN) |
| استراتژی تصمیم‌گیری | به شدت خوش‌بینانه | خیلی خوش‌بینانه | خوش‌بینانه | خنثی | بدبینانه | خیلی بدبینانه | به شدت بدبینانه |

به منظور تعیین وزن‌های ترتیبی به روش میانگین وزنی به طور خلاصه تعاریف نسبی ریاضی بیان می‌شود:

ارزیابی چند معیاره شامل مجموعه‌ای اولویت به عنوان وزن‌های معیار می‌باشد: $w_J \in [0,1]$ برای j=1,2,...,n با داشتن لایه‌های نقشه و وزن‌های معیار، عملگر ترکیبی OWA به محل سلول i مجموعه‌ای از وزن‌های ترتیبی $v = v_1, v_2, ..., v_n$ اختصاص می‌یابد به‌طوری‌که برای هر j=1,2,….n داشته باشیم: $v_j \in [0,1]$ و $\sum_{j=1}^{n} wj = 1$.

در این تحقیق، با توجه به وزن‌های معیار به‌دست آمده از روش AHP (جدول ۳) و کمیت سنج‌های منتخب (جدول ۴) و با استفاده از رابطه (۳) (Malczewski, 2006b) اقدام به محاسبه وزن‌های ترتیبی شد (جدول ۵):

$$\upsilon_j = (\sum_{j=1}^{n} wj)^{\alpha} - (\sum_{j=1}^{n-1} wj)^{\alpha} \qquad (۳)$$

در تصمیم‌گیری‌های فضایی با تعیین و اعمال مجموعه مناسبی از وزن‌های ترتیبی، می‌توان دامنه وسیعی از نتایج (نقشه‌ها) را به‌دست آورد. به عبارت دیگر، با ارایه نتایج گوناگون با سطح ریسک و جبران‌پذیری (موازنه) متفاوت، این روش از انعطاف‌پذیری بالایی در برآورده ساختن نیازها و اولویت‌های تصمیم‌گیران برخوردار است. عملگر OWA به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$OWA_i = \sum_{j=1}^{n} \left( \frac{wj\, \upsilon j}{\sum_{j=1}^{n} wj\, \upsilon j} \right) Zij \qquad (۴)$$

که در آن، $Zin \geq \cdots \geq Zi1$ با مرتب کردن ارزش‌های یک معیار (xij) به‌دست می‌آید. $j\upsilon$ وزن ترتیبی و wj همان وزن معیار است که بر اساس ترتیب $z_{ij}$ مرتب‌سازی شده است. عملگر OWA شامل دو مشخصه اصلی است که بیانگر رفتار و موقعیت عملگر می‌باشد: ۱. درجه Orness و ۲. میزان رابطه موازنه‌ای جایگشتی. درجه Orness موقعیت عملگر OWA را در بین روابط And (مینیمم) و Or (ماکزیمم) و بیانگر ریسک‌گریزی و ریسک‌پذیری تصمیم‌گیر است. درجه Orness به صورت زیر تعریف می‌شود:

www.SID.ir

Archive of SID



$$\text{Orness} = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(n-i).\upsilon i \qquad (۵)$$

مشخصه دوم عملگر OWA میزان تبادل یا تأثیرپذیری یک شاخص از سایر شاخص‌ها را نشان داده و به‌صورت زیر بیان می‌شود:

$$\text{Trade off} = 1-\sqrt{\frac{n}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(\upsilon i-\frac{1}{n}\right)^2} \qquad (۶)$$

که در آن، $\upsilon_i$ وزن ترتیبی معیاری با رتبه r ام و n تعداد معیار است.

**گام سوم: طراحی و تعریف سناریوها**

سناریوی اول: استراتژی حداکثر ریسک و بدون در نظر گرفتن توازن، مبتنی بر عبارت زبانی حداقل یکی ($\alpha$= 0.0001): کمیت‌سنج فازی حداقل یکی یا (At least one) به عنوان خوش‌بینانه‌ترین سناریو در زنجیره کمیت سنج‌های فازی مطرح می‌باشد. در این سناریو، نتایج تصمیم‌گیری منجر به بیشترین ریسک و جبران‌پذیری پایین می‌شود. وزن کامل به آخرین رتبه ترتیبی (حداکثر نمره مناسب در سراسر تمام عوامل برای هر پیکسل) اختصاص می‌یابد، نتایج کاملاً شبیه عملیات OR در MCE خواهد بود.

سناریوی دوم: استراتژی ریسک زیاد و دارای مقداری توازن، مبتنی بر عبارت زبانی اندکی ($\alpha$= 0.1): عبارت زبانی تعداد اندکی منطبق بر استراتژی خیلی خوش‌بینانه است. در این سناریو، نتایج تصمیم‌گیری منجر به ریسک زیاد و مقداری توازن می‌شود.

سناریوی سوم: استراتژی ریسک به نسبت زیاد و توازن زیاد، مبتنی بر عبارت زبانی اغلب ($\alpha$= 0.5): عبارت زبانی اغلب منطبق بر استراتژی تصمیم‌گیری خوش‌بینانه است. در این سناریو، نتایج تصمیم‌گیری منجر به مقداری ریسک و توازن زیاد می‌شود.

سناریوی چهارم: استراتژی ریسک متوسط و توازن کامل، مبتنی بر عبارت زبانی نصف ($\alpha$= 1): در این حالت عملگر به ترکیب خطی ساده (WLC) تبدیل شده است و یک جبران‌پذیری کامل و ریسک متوسط Orness =0.5 اعمال می‌شود.

سناریوی پنجم: استراتژی ریسک به نسبت کم و توازن زیاد مبتنی بر عبارت زبانی اکثراً ($\alpha$=2): کمیت اکثراً معرف استراتژی تصمیم‌گیری بدبین است. در این سناریو، نتایج تصمیم‌گیری منجر به مقداری ریسک و توازن زیاد می‌شود.

سناریوی ششم: استراتژی ریسک کم و دارای مقداری توازن مبتنی بر عبارت زبانی تقریباً همگی ($\alpha$= 10): کمیت تقریباً همگی معرف استراتژی تصمیم‌گیری بدبین است. در این سناریو، نتایج تصمیم‌گیری منجر به ریسک کم و مقداری توازن می‌شود.

سناریوی هفتم: استراتژی حداقل ریسک و بدون در نظر گرفتن توازن مبتنی بر عبارت زبانی همگی ($\alpha$=1000): مبین تصمیم‌گیری در شرایط بسیار بدبینانه می‌باشد. این سناریو، منجر به بدترین حالت تصمیم‌گیری شده و در آن بیشترین مقادیر موجود در هر موقعیت مورد انتخاب قرار می‌گیرند. این سناریو، منطبق بر عملگر منطقی AND بوده و عملیات به‌صورت ریسک ناپذیر و بدون هیچ‌گونه موازنه‌ای صورت می‌گیرد. در این روش، به معیاری که کم‌اهمیت‌ترین معیار تحقیق است، حداکثر اولویت داده شده است.

## یافته‌ها

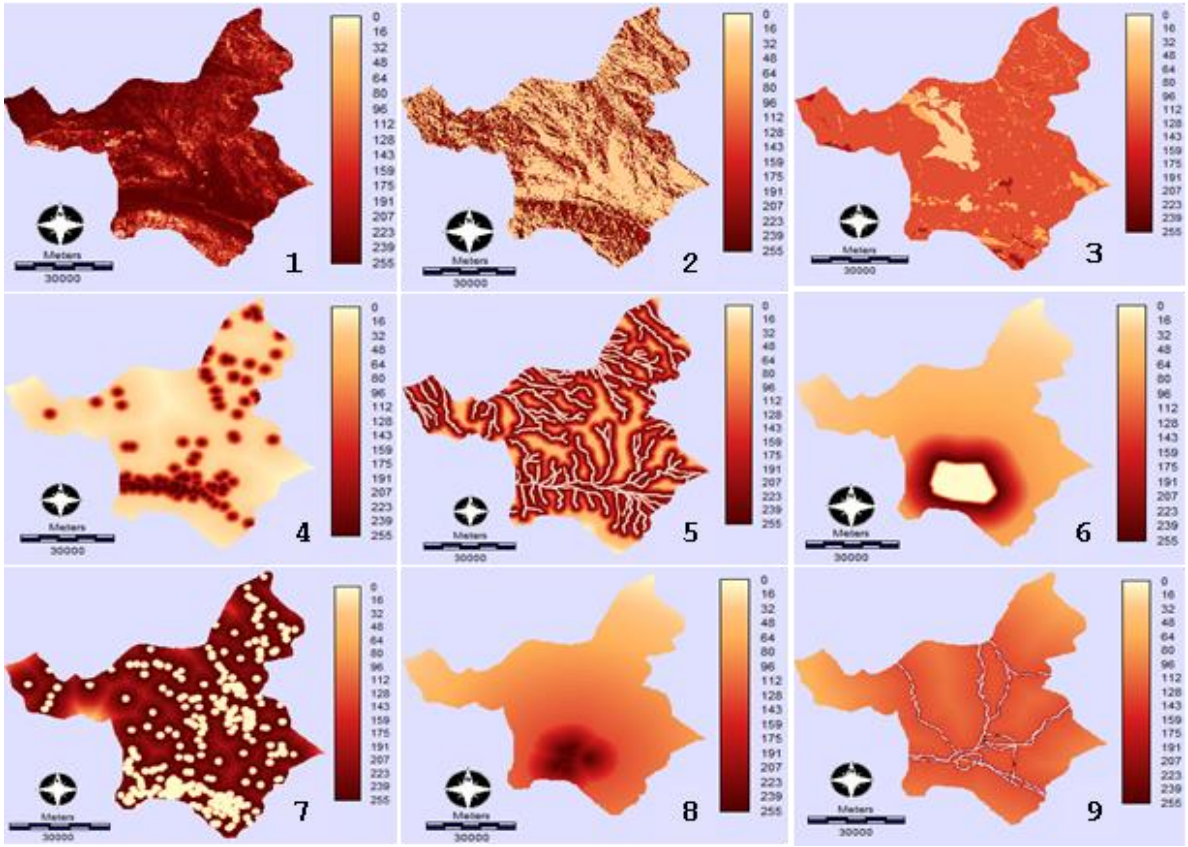
به منظور ارزیابی محیط‌زیست برای کاربری اکوتوریسم، تمامی پارامترها در مدل اکولوژیکی هم‌وزن نیستند. درصد شیب اهمیت کلیدی در ارزیابی توان سرزمین برای کاربری اکوتوریسم دارد. افزایش شیب منطقه مورد مطالعه از یک روند خطی کاهشی تبعیت نموده است. جاذبه‌ها به‌عنوان یکی از ارکان اصلی اکوتوریسم بسیار مهم و ارزشمند می‌باشند. با دور شدن از جاذبه‌ها، مطلوبیت منطقه برای اکوتوریسم کاهش می‌یابد. کاربری اراضی یکی از متغیرهای اساسی در ارزیابی توان سرزمین برای توسعه اکوتوریسم می‌باشد. رودخانه‌های یک منطقه علاوه بر این که جزء چشم‌اندازهای طبیعی آن به حساب می‌آیند، به‌عنوان منبعی برای برطرف کردن برخی نیازهای اکوتوریست‌ها نیز محسوب می‌شوند. از سوی دیگر، با توجه به ارزش زیستگاهی بالای رودخانه‌ها، فعالیت‌های اکوتوریستی گسترده در حاشیه رودخانه‌ها می‌تواند پیامدهای منفی از جمله آلودگی آب را به وجود آورد که خود این آثار منفی می‌تواند منجر به کاهش ارزش‌های زیباشناختی منطقه شود که در نهایت سبب کاهش تقاضای اکوتوریسم در منطقه خواهد شد. راه‌ها یکی از عوامل تعیین‌کننده در رشد اقتصادی مکان می‌باشند. امکان دسترسی به منطقه مناسب برای اکوتوریسم باید به‌عنوان یک معیار مهم برای اکوتوریست‌ها مورد توجه قرار گیرد. اما از سوی دیگر، وجود راه‌ها در طبیعت منجر به اثر گسیختگی چشم‌انداز می‌شود و با توجه به این که اکوتوریست‌ها به دنبال مکانی سالم و امن و آرام هستند، نزدیکی بیش از حد به راه‌های ارتباطی، با توجه به عدم وجود ایمنی و سروصدا، مناسب نمی‌باشد. با توجه

www.SID.ir

Archive of SID



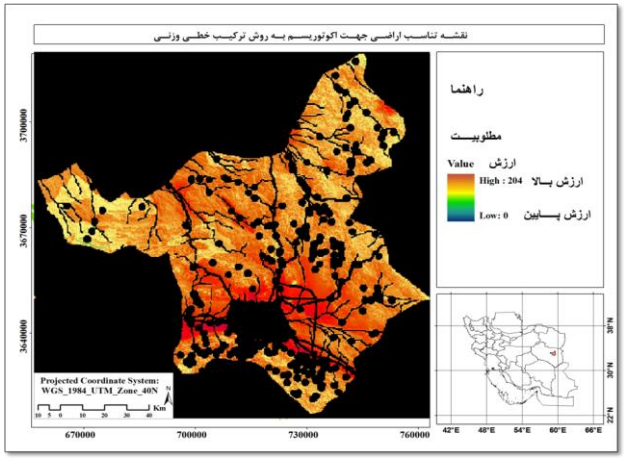
به اهمیت نزدیکی به مراکز جمعیتی، مجاورت با مراکز جمعیتی به‌عنوان یکی از معیارهای توان اکوتوریسم در نظر گرفته می‌شود. با افزایش فاصله از شهرها با روند نزولی ارزش متغیر در یک بازه ۰ تا ۲۵۵ پیکسل مواجه می‌شویم. روستاها به عنوان یک جاذبه فرهنگی مطرح می‌شوند که مورد توجه اکوتوریست‌ها هستند. برخی از نقشه‌های فازی سازی شده در شکل (۷)، ارایه شده است.




**شکل (۷): لایه‌های فازی شده ۱) شیب ۲) جهات ۳) کاربری اراضی ۴) فاصله از منابع آبی ۵) فاصله از رودخانه ۶) فاصله از شهر ۷) فاصله از روستاها ۸) فاصله از بناهای تاریخی ۹) فاصله از جاده‌های اصلی**

در نقشه نهایی حاصل از روش WLC (شکل ۸)، که ارزش‌های ۰ تا ۲۰۴ را شامل می‌شود ، مناطقی که دارای ارزش صفر هستند کم‌ترین توان و مناطق با ارزش ۲۰۴ بالاترین توان را دارا می‌باشند. مناطق با ارزش بالاتر از ۲۰۴ در منطقه وجود ندارد و بیانگر این است که مناطق با قابلیت فوق‌العاده در منطقه موجود نیست و محدوده مطالعاتی برای توسعه گردشگری دارای توان به نسبت مناسبی است.

نقشه‌های نهایی حاصل از روش MCE بر مبنای شکستگی‌های طبیعی[۲۰] به ۵ طبقه تناسب تقسیم شد (شکل ۹). جدول (۵)، وزن‌های ترتیبی و شکل (۱۰)، نقشه‌های نهایی تناسب اراضی حاصل از روش OWA را نشان می‌دهد.

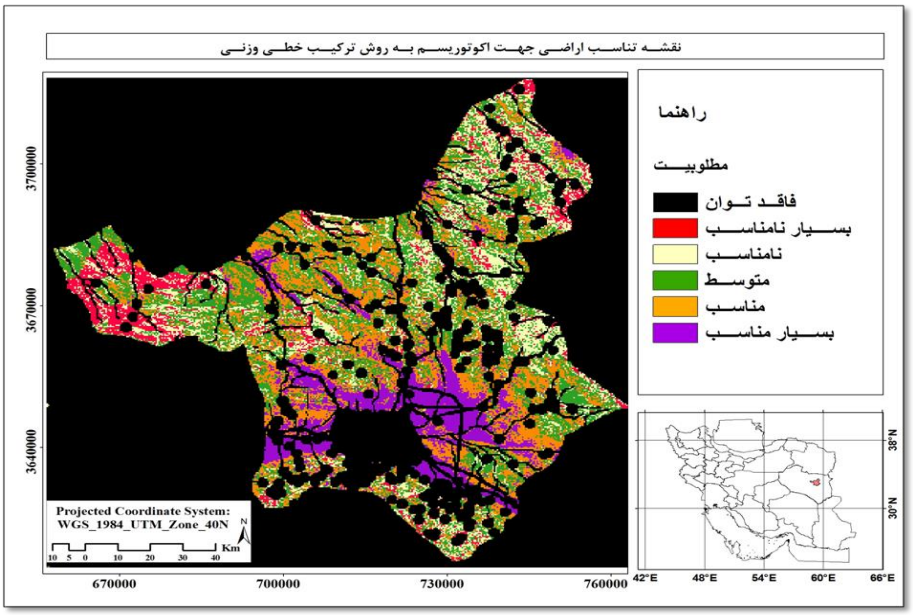



**شکل (۸): نقشه نهایی حاصل از اجرای منطق فازی با استفاده از روش WLC**

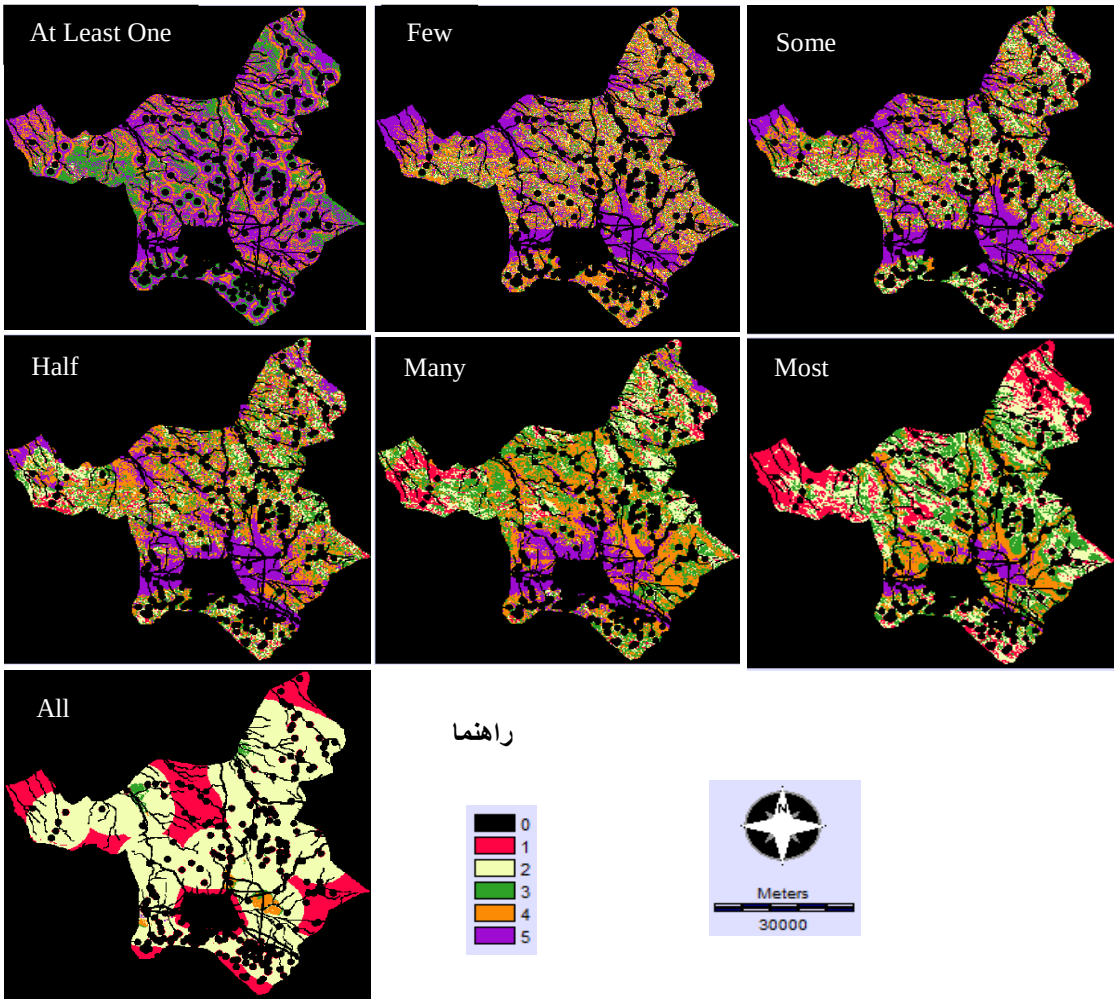
www.SID.ir

Archive of SID






**شکل (۹): نقشه نهایی طبقه‌بندی شده حاصل از اجرای منطق فازی و WLC**




**شکل (۱۰): نقشه‌های نهایی تناسب اراضی با استفاده از مدل OWA**

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول (۵): وزن‌های ترتیبی حاصل از کمیت‌سنج های فازی Q**

| (α) | α= 0.0001 | α= 0.1 | α= 0.5 | α= 1 | α= 2 | α= 10 | α= 1000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| وزن‌های ترتیبی | | | | | | | |
| υ1 | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۱۷ | ۰/۰۳۳ | ۰/۱۴۹ | ۱/۰۰۰ |
| υ2 | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۹ | ۰/۰۱۷ | ۰/۰۳۲ | ۰/۱۲۷ | ۰/۰۰۰ |
| υ3 | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۱۷ | ۰/۰۳۲ | ۰/۱۰۸ | ۰/۰۰۰ |
| υ4 | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۱۳ | ۰/۰۲۵ | ۰/۰۴۶ | ۰/۱۳۱ | ۰/۰۰۰ |
| υ5 | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۲ | ۰/۰۳۷ | ۰/۰۶۶ | ۰/۱۴۳ | ۰/۰۰۰ |
| υ6 | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۶ | ۰/۰۲۹ | ۰/۰۵۳ | ۰/۰۹ | ۰/۱۳۰ | ۰/۰۰۰ |
| υ7 | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۹ | ۰/۰۴۲ | ۰/۰۷۶ | ۰/۱۲ | ۰/۰۹۳ | ۰/۰۰۰ |
| υ8 | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۱۶ | ۰/۰۶۸ | ۰/۱۱۳ | ۰/۱۵۷ | ۰/۰۴۶ | ۰/۰۰۰ |
| υ9 | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۱۹ | ۰/۰۷۴ | ۰/۱۱۳ | ۰/۱۳۱ | ۰/۰۰۹ | ۰/۰۰۰ |
| υ10 | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۲۲ | ۰/۰۸۲ | ۰/۱۱۳ | ۰/۱۰۶ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۰ |
| υ11 | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۴۸ | ۰/۱۵ | ۰/۱۷۱ | ۰/۱۱۲ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ |
| υ12 | ۱/۰۰۰ | ۰/۸۶۷ | ۰/۴۹۱ | ۰/۲۴۲ | ۰/۰۵۸ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ |
| ∑ | ۱/۰۰۰ | ۱/۰۰۰ | ۱/۰۰۰ | ۱/۰۰۰ | ۱/۰۰۰ | ۱/۰۰۰ | ۱/۰۰۰ |

## بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش انجام شده، توسعه یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری چند معیاره برای ارزیابی تناسب اراضی را پیشنهاد می‌دهد و درک غنی از پیچیدگی تجزیه و تحلیل می‌باشد و چارچوبی را برای تجزیه و تحلیل ترکیب فرایند تحلیل سلسله مراتبی و GIS و مدل MCE ارایه می‌دهد. روش ارایه شده به منظور ارزیابی تناسب اراضی اکوتوریسم و در نتیجه، ارایه پشتیبانی مفید برای برنامه‌ریزی منطقه‌ای می‌باشد. مساحت پهنه‌های اکوتوریسم در جدول (۶)، نشان داده شده است. بر اساس جدول (۶)، تحت سناریوهای اول تا هفتم، ۳۲/۹۲، ۲۴/۲۷، ۱۸/۸۷، ۱۶/۵۵، ۹/۰۶، ۳/۲۵ و ۰/۰۳ درصد از مساحت منطقه در کلاس بسیار مناسب قرار دارد. با تغییر مقدار α به سمت اعداد بزرگ‌تر (از سناریوی اول تا سناریوی هفتم) از مساحت کلاس‌های بسیار مناسب کاسته شده است.

**جدول (۶): مساحت پهنه‌های اکوتوریسم در حالت‌های مختلف (هکتار)**

| | طبقه ۱ (بسیار نامناسب) | طبقه ۲ (نامناسب) | طبقه ۳ (متوسط) | طبقه ۴ (مناسب) | طبقه ۵ (بسیار مناسب) |
|---|---|---|---|---|---|
| سناریوی اول | ۴۶۳ | ۲۲۶۰ | ۷۱۰۸۶ | ۷۱۴۸۵ | ۱۳۰۰۱۹ |
| سناریوی دوم | ۲۵۲۰ | ۲۹۱۸۱ | ۴۳۶۲۶ | ۱۰۴۱۲۶ | ۹۵۸۶۰ |
| سناریوی سوم | ۱۸۶۳۰ | ۴۴۴۰۷ | ۶۲۷۵۶ | ۷۵۰۰۳ | ۷۴۵۱۷ |
| سناریوی چهارم | ۱۶۳۴۹ | ۴۳۰۲۰ | ۶۵۱۱۰ | ۸۵۴۶۱ | ۶۵۳۷۳ |
| سناریوی پنجم | ۲۲۴۷۲ | ۴۹۶۹۷ | ۷۹۷۰۴ | ۸۷۶۵۱ | ۳۵۷۸۹ |
| سناریوی ششم | ۵۶۰۱۵ | ۸۴۹۳۳ | ۷۴۲۵۹ | ۴۷۲۶۸ | ۱۲۸۳۸ |
| سناریوی هفتم | ۶۷۲۷۴ | ۲۰۱۷۳۵ | ۲۹۸۱ | ۳۱۷۲ | ۱۴۹ |

برای تایید نهایی و بررسی دقت نتیجه حاصل از پژوهش حاضر، نقشه مطلوبیت حاصله برای OWA با لایه‌های مؤثر مثل شیب مقایسه شد، مشخص شد که کلاس‌های برتر مکان‌یابی در کلاس‌های با ارزش بالای لایه‌های فوق قرار دارد. علاوه بر آن پس از طبقه‌بندی نقشه‌های نهایی تناسب اراضی، با عملگر Cross – tabulation در محیط نرم‌افزار ایدریسی دقت کلی

www.SID.ir

Archive of SID



طبقه‌بندی بر اساس معادله (۷) و ضریب کاپای محاسبه شده توسط نرم‌افزار به‌دست آمد.

دقت کلی طبقه‌بندی = مجموع تعداد پیکسل‌های قطر اصلی / مجموع کل پیکسل‌ها (۷)

**جدول (۷): میزان دقت کلی به‌دست آمده در مقایسه نتایج به‌دست آمده**

| کمیت‌سنج‌های فازی | At least one | Few | Some | Half | Many | Most | All |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| درصد دقت کلی | ۷۸/۶۸ | ۷۸/۸۸ | ۸۱/۶۴ | ۸۵/۹۷ | ۹۰/۵۲ | ۸۱/۹۵ | ۷۶/۲۶ |

نتایج ارزیابی نشان می‌دهد که روش OWA منطبق بر کمیت‌سنج فازی Many (سناریوی پنجم) بیشترین دقت (۹۰/۵۲ ٪) را دارد، بنابراین، بهترین نتیجه را دارا می‌باشد (جدول ۷). در این سناریو، به ترتیب ۵/۶۹، ۱۲/۵۸، ۲۰/۱۸، ۲۲/۱۹ و ۹/۰۶ درصد از مساحت محدوده مورد مطالعه در کلاس‌های بسیار نامناسب، نامناسب، متوسط، مناسب و بسیار مناسب قرار دارد. بنابراین، محدوده مورد مطالعه برای اکوتوریسم به نسبت مناسب است. در این تحقیق، ارزیابی توان توسعه اکوتوریسم شهرستان بیرجند بر اساس روش MCE مبتنی بر منطق فازی انجام شد. همان‌طور که ذکر شد، با وارد کردن ممنوعیت‌ها، مناطق فاقد ارزش با منطق بولین حذف شده و سایر مناطق در بازه‌ای از طبقات پیوسته تعیین شد. با توجه به فراوانی متغیرها در ارزیابی توان اکولوژیک، روابط میان متغیرها و تأثیر متقابل آنها وزندهی را دشوار و پیچیده می‌کند. بنابراین، برای وزن‌دهی پارامترها از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد و ضمن تایید روش منطق فازی مشخص شد که بهترین روش‌های ارزیابی، روش‌هایی هستند که عمل ارزیابی را با استفاده از مدل ارزیابی چند عامله و استفاده از عوامل مؤثر اکولوژیک فیزیکی و زیستی انجام می‌دهند. در روش فازی ترکیب خطی وزنی، به واسطه طیف گسترده دسته‌بندی مناطق (۲۵۵-۰) قدرت تصمیم‌گیری بالاتر از منطق بولین است که با نتایج اردکانی و همکاران (۱۳۹۰)، مطابقت دارد. این محققان اقدام به پهنه‌بندی منطقه خلیج چابهار با استفاده از روش ارزیابی چند متغیره (WLC) نمودند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که مدل فازی نسبت به روش‌های دیگر (مانند همپوشانی شاخص یا بولین) از قابلیت انعطاف بالایی با مدل‌کردن روابط منطقی و آثار متقابل پارامترها بر همدیگر برخوردار می‌باشد و در تعیین مکانی چندین معیار ارزیابی کارایی زیادی دارد. استفاده از روش OWA، اجازه می‌دهد تا چندین سناریوی تصمیم به منظور هدایت برنامه‌ریزان برای رسیدن به راه‌حل رضایت‌بخش‌تری با در نظر گرفتن ریسک و توازن در فرایند تصمیم‌گیری ارزیابی شود. نتایج به‌دست آمده از مطالعه نشان می‌دهد که هدف از رویکرد این است که با قابلیت انعطاف‌پذیری روش OWA راه‌حل بهینه پیدا شود. نقشه نهایی تناسب به‌دست آمده نشان‌دهنده یک ابزار پشتیبانی تصمیم‌گیری فضایی است که قادر است مناطق مناسب برای کاربری اکوتوریسم را شناسایی کند. در نتیجه، مقاله حاضر نشان می‌دهد که چگونه ممکن است برای به‌دست آوردن طیف وسیعی از استراتژی‌های تصمیم‌گیری از عملکرد OWA استفاده کرد و درک بهتری از تناسب اراضی، با الگوهای مناسب بدهد. پس از این استدلال، نتایج به‌دست آمده نیز باید درک بهتری از مسئله تصمیم‌گیری ارایه دهد. بر اساس این ملاحظات، واضح است که رویکرد روش‌شناختی می‌تواند پشتیبانی بسیار مفیدی برای بسیاری از مسایل تصمیم‌گیری چند معیاره ارایه کند.

## یادداشت‌ها

1. Gross Domestic Product (GDP)
2. Tourism
3. World Trade Organization (WTO)
4. Ecotourism
5. International Union of Conservation Nature and natural resources
6. Multi Criteria Evaluation (MCE)
7. Weighted linear combination (WLC)
8. . Ordered Weighted Averaging (OWA)
9. Geographic information system (GIS)
10. Fuzzy logic
11. Structured Query language (SQL)
12. Analitical hierarchy process (AHP)
13. Sigmoidal (S-Shape)
14. J-Shape
15. Linear
16. User defined
17. Monotonically increasing
18. Monotonically decreasing
19. Symmetric
20. Natural breaks

www.SID.ir

Archive of SID



## فهرست منابع

احمدی‌زاده، س. ۱۳۸۲. تعیین و به کارگیری مدل‌های کمی اکولوژیک در محیط GIS. رساله دکتری، دانشکده منابع‌طبیعی دانشگاه تربیت مدرس. ۱۹۱ صفحه.

احمدی‌زاده، س.؛ دوستی، م.؛ خطیب، م.؛ اکبرپور، ا.؛ مظلومی، س. و قلاسی‌مود، ش. ۱۳۸۶. ارزیابی اثرات زیست‌محیطی منطقه نمونه گردشگری بند دره بیرجند.

اردکانی، ط.؛ دانه‌کار، ا.؛ کرمی، م.؛ عقیقی، ح.؛ رفیعی، غ. و عرفانی، م. ۱۳۹۰. زون‌بندی خلیج چابهار با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چند متغیره جهت کاربری تفرج متمرکز. فصلنامه جغرافیا و آمایش سرزمین، سال اول، شماره اول.

امیری، م.؛ جلالی، س.؛ سلمان ماهینی، ع.؛ حسینی، س.؛ آذری دهکردی، ف. ۱۳۸۸. مقایسه روش سیستمی ادغام نقشه‌ها و ترکیب منطق بولین- فازی در ارزیابی توان اکولوژیک جنگل‌های حوزه‌های آبخیز ۳۳ و ۳۴ شمال ایران، علوم محیطی، سال هفتم، شماره دوم، صفحات ۱۲۴-۱۰۹.

جوزی، س. ع.؛ رضایان، س. و آقامیری، ک. ۱۳۹۱. ارزیابی توان محیطزیستی منطقه حفاظت‌شده ورجین به منظور استقرار کاربری گردشگری با استفاده از روش ارزیابی چند معیاره مکانی (SMCEM)، علوم و تکنولوژی محیطزیست، دوره چهاردهم، شماره یک.

سلطانی، ز. و نوری، س. ۱۳۷۸. ارزیابی توان محیطی شهرستان خوانسار به منظور توسعه توریسم با استفاده از GIS، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی- شماره ۹۹.

سلمان‌ماهینی، ع. و کامیاب، ح. ۱۳۹۰. سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی کاربردی با نرم‌افزار ایدریسی. چاپ دوم انتشارات مهرمهدیس تهران، ۵۹۶ صفحه.

سلمان ماهینی، ع.؛ ریاضی، ب.؛ نعیمی، ب.؛ بابایی، س. و جوادی، ع. ۱۳۸۸. ارزیابی توان طبیعت‌گردی شهرستان بهشهر بر مبنای روش ارزیابی چند معیاره با استفاده ازGIS ، علوم و تکنولوژی محیطزیست، دوره یازدهم، شماره۱.

طرح آمایش خراسان رضوی. ۱۳۸۸. مطالعات گردشگری.

عرفانی، م.؛ اردکانی، ط.؛ صادقی، ا. و پهلوانروی، ا. ۱۳۹۰. مکان‌یابی برای تفرج متمرکز در منطقه چاه‌نیمه (شهرستان زابل) با استفاده از سیستم تصمیم‌گیری چند متغیره. پژوهش‌های محیطزیست، سال ۲، شماره ۴. صفحات ۵۰-۴۱.

غنیمتی، م. و احمدی‌زاده، س .۱۳۹۲. ارزیابی توان اکولوژیکی اکوتوریسم منطقه شکارممنوع خراسانلو با استفاده از GIS، پایان‌نامه کارشناسی ارشد ارزیابی محیطزیست، دانشگاه بیرجند.

کریم‌زاده مطلق، ز.؛ احمدی‌زاده، س. و اشرفی، ع. ۱۳۹۳. ارزیابی توان اکولوژیک بخش مرکزی بیرجند بر اساس روش ترکیب خطی وزنی در محیط سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه بیرجند، ۱۱۰ صفحه.

کریمی، م.؛ مسگری، م. و شریفی، م. ۱۳۸۸. مدل‌سازی توان اکولوژیک سرزمین با استفاده از منطق فازی، سنجش از دور و GIS ایران، سال اول، شماره اول، صفحات ۳۸-۱۷

میراث فرهنگی استان خراسان جنوبی. ۱۳۹۳. مطالعات گردشگری.

نجفی‌نژاد، ع.؛ پیشداد، ل. و سلمان‌ماهینی، ع. ۱۳۹۲. مقایسه کارایی دو روش سیستمی و تخصیص سرزمین چند فاکتوره در فرایند آمایش سرزمین با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، سال چهارم، شماره۱.

www.SID.ir

Archive of SID



هدایتی‌زاده، ر. و دری‌گیو، ر. ۱۳۹۲. اکوتوریسم طبیعی خراسان جنوبی از دیدگاه حفاظت محیطزیست، امور محیط طبیعی سازمان حفاظت محیطزیست خراسان جنوبی.

Amiri, M. J.; Mahiny, A. S.; Hosseini, S.M.; Jalali, S. Gh.; Ezadkhasty, Z. & Karami, sh. 2013. OWA Analysis for Ecological Capability Assessment in Watersheds. Int. J. Environ. Res, 7(1): 241-254.

Bagheri, M.; Sulaiman, W. N. A. & Vaghefi, N. 2013. Application of geographic information system technique and analytical hierarchy process model for land-use suitability analysis on coastal area. J Coast Conserv, Springer Science, 17:1–10.

Bender, M.Y. 2008. Development of criteria and indicators for evaluating forest-based ecotourism destinations: A delphi study. M.Sc. Thesis of West Virginia University. 142p.

Boroushakin, S. & Malczewski, J. 2010. Using the fuzzy majority approach for GIS based multicriteria group decision-making. Computers & Geosciences, 36: 302–312.

Chandio, I. A.; Matori, A. N. B.; Wan Yusof, K. B.; Talpur, M. A. H.; Balogun, A. L. & Lawal, D. U. 2012. GIS-based analytic hierarchy process as a multicriteria decision analysis instrument: a review. Arab J Geosci, Springer Science.

Eastman, J.R. 2012. Applied remote sensing and GIS with idrisi. translated and written by: A. Salman Mahini & H. Kamyab, Tehran, 2nd edition, published Mehr Mahdis. 596 p.

Feizizadehadeh, B. & Blaschke, Th. 2013. Land suitability analysis for Tabriz County, Iran: a multi-criteria evaluation approach using GIS. Journal of Environmental Planning and Management, 56 (1): 1-23.

Ferretti, V. & Pomarico, S. 2013. Ecological land suitability analysis through spatial indicators: An application of the Analytic Network Process technique and Ordered Weighted Average approach. Ecological Indicators, 34: 507– 519.

Gemitzi, A.; Tsihrintzis, V.A. & Petalas, C. 2010. Use of GIS and Multi-Criteria Evaluation Techniques in Environmental Problems. Multimedia Services in Intel. Environ., SIST, springer, 3: 5–62.

Hill, M. J.; Braatenb, R.; Veitchc, S.M.; Leesd, B. G. & Sharmad Sunil. 2005. Multi-criteria decision analysis in spatial decision support: the ASSESS analytic hierarchy process and the role of quantitative methods and spatially explicit analysis. Environmental Modelling & Software, 20: 955–976.

Jankowski, P.; Fraley, G. & Pebesma, E. 2014. An exploratory approach to spatial decision support. Computers, Environment and Urban Systems, 1-13pp.

Klir, G.Y. & Yuan, B. 1995. Fuzzy Sets and Fuzzy logic-theory and applications. Prentice. Hall. Englewood Cliffs. NJ.

Lallianthanga, R.K.; Colney, L. & Sailo R.L. 2014. A Remote Sensing & GIS approach for Land use Planning in Lunglei District, Mizoram, India. International Journal of Engineering and Technical Research (IJETR), 2: 29-34.

Ligmann-Zielinska, A. & Jankowski, P. 2014. Spatially-explicit integrated uncertainty and sensitivity analysis of criteria weights in multicriteria land suitability evaluation. Environmental Modelling & Software. 1-13 pp.

Malczewski, J. 2006 a. GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. International Journal of Geographical Information Science, 20 (7): 703–726.

Malczewski, J. 2011. Local Weighted Linear Combination. Transactions in GIS, 15(4): 439–455.

Malczewski, J. & Rinner. 2005. "Exploring multicriteria decision strategies in GIS with linguistic quantifiers: A case study of residential quality evaluation". J.Geograph System, 7: 249-268.

www.SID.ir

Archive of SID



Malczewski, J. 2006 b. Ordered weighted averaging with fuzzy quantifiers: GIS-based multicriteria evaluation for land-use suitability analysis. International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation, 8 (4): 270–277.

Nyeko, M. 2012. GIS and Multi-Criteria Decision Analysis for Land Use Resource Planning. Journal of Geographic Information System. 4: 341-348.

Pal, B.B.; Banerjee, D. & Sen, Sh. 2011. The Use of Chance Constrained Fuzzy Goal Programming for Long-Range Land Allocation Planning in Agricultural System. Springer, 174–186 pp.

Qiu, F.; Chastain, B.; Zhou, Y.; Zhang, C. & Sridharan, H. 2013. Modeling land suitability/capability using fuzzy evaluation. GeoJournal, springer Science.

Saaty, T. L. 1980. The Analytical Hierarchy Porocess, Mc-Graw Hill, NewYork, 7239-58.

Shah Nawaz Khan, M. & Ali Khan, M. M. 2014. Land Suitability Analysis for Sustainable Agricultural Land Use Planning in Bulandshahr District of Uttar Pradesh. International Journal of Scientific and Research Publications, 4(3): 1-11.

Teh, L. & Cabanban, A.S. 2007. Planning for sustainable tourism in southern Pulau Banggi: An assessment of biophysical conditions and their implications for future tourism development. Journal of Environmental Management, 85 (4): 999-1008.

Xiaorui1, Z.; Chuanglin, F.; Zhenbo, W. & Haitao, M. 2012. Urban Construction Land Suitability Evaluation Based on Improved Multi-criteria Evaluation Based on GIS (MCE-GIS): Case of New Hefei City, China. Chin. Geogra. Sci, Springer Science.

Yager, R.R. 1988. On Ordered Weighted Averaging Aggregation Operators in Multi-criteria Decision Making, IEEE Trans. Syst. Man Cybern, 18(1): 183–190.

Yager, R.R. 1996. Quantifier guided aggregation using OWA operators. International Journal of Intelligent Systems, 11 (1): 49-73.

Zadeh, L. A. 1990. Fuzzy sets and systems. International Journal of General Systems, 17: 129–138.

Zadeh, L. 1965. Fuzzy Sets. Information and Control. 50: 856 – 865.

Zarghami, M.; Szidarovszky, F. & Ardakanian, R. 2008. A fuzzy-stochastic OWA model for robust multi-criteria decision making. Fuzzy Optim Decis Making. Springer Science. 7:1–15.

Zhang, Y.J.; Li, A.J. & Fung, T. 2012. Using GIS and Multi-criteria Decision Analysis for Conflict Resolution in Land Use Planning. Procedia Environmental Sciences. 13: 2264 – 2273.

www.SID.ir