فصلنامه علمی-پژوهشی
جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)
سال نهم، شماره ۱، زمستان ۱۳۹۷
صص: ۴۰۱-۳۸۱

ارزیابی توان توسعه گردشگری طبیعت در شهرستان دنا با استفاده از کمیت-سنج‌های FUZZY و سناریوهای تصمیم‌گیری الگوریتم ANP-OWA

وجیهه قربان‌نیا خیبری[۱]

دانشجوی دکتری محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

میرمهرداد میرسنجری

استادیار، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

هومان لیاقتی

دانشیار پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

محسن آرمین

استادیار، گروه مهندسی منابع طبیعی و پژوهشکده منابع طبیعی و زیست محیطی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۵/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۲۵

چکیده

گردشگری طبیعت (اکوتوریسم) پایدارترین شکل توریسم است به گونه‌ای که امروزه از آن به عنوان یکی از معیارهای مهم توسعه یافتگی نام برده می‌شود. در این تحقیق پس از تهیه نقشه ۱۷ شاخص گردشگری طبیعت شامل ارتفاع از سطح دریا، تراکم پوشش گیاهی، تیپ پوشش گیاهی، کاربری اراضی و پوشش زمین، شیب (از لحاظ جذب گردشگر)، جهت جغرافیایی، شیب (از لحاظ پایداری دامنه)، حساسیت به فرسایش، حساسیت به زمین لغزش، حساسیت به زمین لرزه، فاصله از جاده، فاصله از رودخانه، فاصله از چشمه و چاه، فاصله از روستا، فاصله از شهر، فاصله از جاذبه‌های گردشگری طبیعی و فاصله از امامزاده، نقشه مناطق پتانسیل توسعه گردشگری طبیعت در شهرستان دنا در شمال استان کهگیلویه و بویراحمد با مساحتی بالغ بر ۱۵۷۵ کیلومتر مربع با استفاده از کمیت‌سنج‌های فازی و سناریوهای مختلف تصمیم‌گیری تحت الگوریتم OWA تهیه شد. بر اساس فرایند تحلیل شبکه‌ای، شاخص حساسیت به زمین لغزش و جهت جغرافیایی به ترتیب دارای بیشترین و کمترین اهمیت نسبی راجع به شناسایی مناطق توسعه اکوتوریسم در بین شاخص‌های مورد بررسی بودند. مناطق مناسب برای توسعه اکوتوریسم در شهرستان دنا از کل مساحت منطقه در سناریوی تصمیم‌گیری به شدت خوشبینانه تا نبود هیچ منطقه مناسبی در سناریوی تصمیم‌گیری به شدت بدبینانه است. در سناریوی تصمیم‌گیری به شدت خوشبینانه اگر حداقل یکی از شاخص‌ها در منطقه برای گردشگری طبیعت مناسب تشخیص داده شود، آن منطقه در نقشه تلفیقی نهایی مناسب گردشگری طبیعت قلمداد می‌شود. در سناریوی تصمیم‌گیری به شدت بدبینانه باید همه شاخص‌ها در منطقه برای گردشگری طبیعت مناسب تشخیص داده شوند تا آن منطقه در نقشه تلفیقی نهایی مناسب گردشگری طبیعت باشد.

واژگان کلیدی: گردشگری طبیعت، فرایند تحلیل شبکه‌ای، کمیت‌سنج فازی، سناریوی تصمیم‌گیری، شهرستان دنا.

۱- (نویسنده مسئول) Ghorbannia2008@gmail.com

مقدمه

اکوتوریسم[1] (گردشگری طبیعت) گرایشی نوین در صنعت توریسم است که مناظر زیبای طبیعت از کانون‌های جذب توریست در این نوع از گردشگری می‌باشند. شناسایی هر چه کامل‌تر مناطق مستعد گردشگری طبیعت و برنامه‌ریزی دقیق جهت امکان‌سنجی این مناطق به لحاظ توان جذب اکوتوریست می‌تواند به عنوان یک ابزار و راهکار اثر بخش، نقشی اساسی در توسعه پایدار، ارتقای سطح زندگی جوامع انسانی و حفظ تعادل طبیعی ایفا نماید. تحلیل و ارزیابی توان‌ها و قابلیت‌های مزبور به گونه‌ای علمی، همراه با رعایت مسایل زیست‌محیطی، ضرورت دنیای امروز است. این امر باعث رشد رو به تزاید صنعت گردشگری متکی به طبیعت شده است. روش‌های کمی تصمیم‌گیری چند معیاره[2] (MCDM) مانند ترکیب خطی وزنی[3] (WLC) از روش‌های متداول در خصوص ارزیابی توان اکولوژیک به شمار می‌آیند که با منطق فازی[4] پیاده‌سازی شده‌اند (Malczewski, 2006). هنگام تلفیق نقشه شاخص‌های مختلف در روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره باید لایه‌های مؤثر در مکان‌یابی را استاندارد کرد. یعنی با استفاده از قواعد تصمیم‌گیری لایه‌ها را به مقیاسی تبدیل نمود که بتوان آنها را با هم ادغام کرد (حیدرزاده، ۱۳۸۰). در واقع ترکیب لایه‌های مختلف نیازمند وجود تناسب در مقیاس‌ها است. مطالعات متعددی در ارتباط با روش‌های تصمیم‌گیری ارزیابی چند معیاره برای توسعه روش‌های آنالیز تناسب اراضی اکوتوریسم صورت گرفته است (Teh & Cabanban, 2007; Bender, 2008). برخی از این مطالعات نشان می‌دهد که قواعد متفاوت ارزیابی به طور قابل ملاحظه‌ای الگوهای متفاوت آنالیز تناسب را تولید می‌کنند. در این مطالعه به منظور تعیین مناسب بالقوه توسعه گردشگری طبیعت در شهرستان دنا، ابتدا نقشه شاخص‌های گردشگری طبیعت تهیه می‌شود. سپس با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای[5] (ANP) وزن نسبی شاخص‌ها و با استفاده از کمیت‌سنج‌های فازی[6]، وزن ترتیبی آنها تحت سناریوهای مختلف تصمیم‌گیری در الگوریتم میانگین وزن ترتیبی[7] (OWA) تعیین می‌شود.

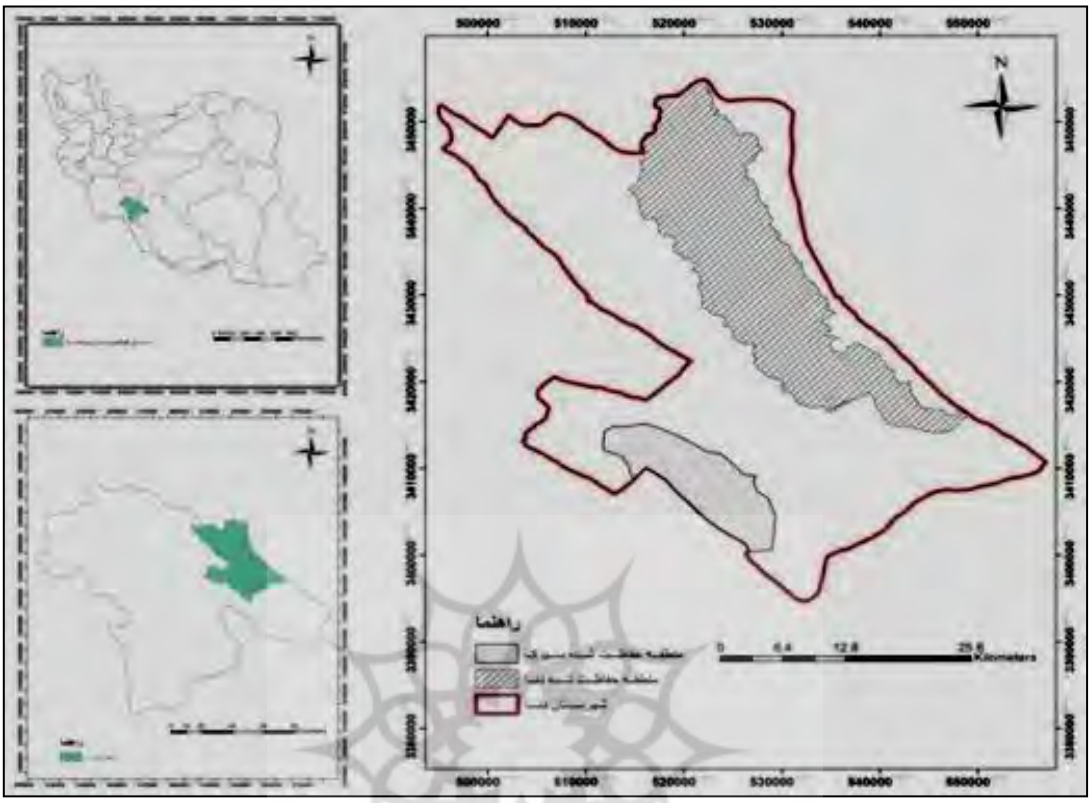
مواد و روش‌ها

– معرفی منطقه مورد مطالعه

شهرستان دنا در شمال استان کهگیلویه و بویراحمد واقع گردیده و دارای مساحتی بالغ بر ۱۵۷۷ کیلومتر مربع است. اقلیم شهرستان دنا تحت تأثیر کوهستان دنا، سردسیری است و قسمتی از پائیز و سرتاسر زمستان از برف پوشیده است و همین امر موجب پرآبی منطقه می‌شود. شهر سی‌سخت مرکز شهرستان دنا به سبب موقعیت جغرافیایی و قرارگیری در دامنه کوه دنا دارای هوای مطبوع و خوشایند، آب سالم و فراوان است. حداقل دمای مطلق ۲۷- و حداکثر آن ۴۹ درجه سانتی‌گراد، بارندگی از ۶۰۰ تا ۱۲۰۰ میلی‌متر در سال و ارتفاع از ۱۳۲۰ تا ۴۴۰۰ متر از سطح دریا متغیر است. در شکل ۱ موقعیت جغرافیایی شهرستان دنا در استان کهگیلویه و بویراحمد و کشور ایران نشان

[1] Ecotourism
[2] - Multi Criteria Decision Making
[3] - Weighted Linear Combination
[4] - Fuzzy Logic
[5] - Analytical Network Process
[6] -Fuzzy Quantifier
[7] - Ordered weighted Average

داده شده است. در شهرستان دنا دو منطقه حفاظت شده دنا و سیوک وجود دارد که عمده جذابیت‌های گردشگری این شهرستان مربوط به فون و فلور متنوع این دو منطقه است.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان کهگیلویه و بویراحمد و کشور ایران

روش تحقیق

این تحقیق در سه مرحله تهیه نقشه شاخص‌های گردشگی طبیعت و استاندارد سازی آنها، تعیین وزن نسبی شاخص‌ها با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای و تعیین وزن ترتیبی آنها با استفاده از کمیت‌سنج‌های فازی و الگوریتم OWA انجام شده است.

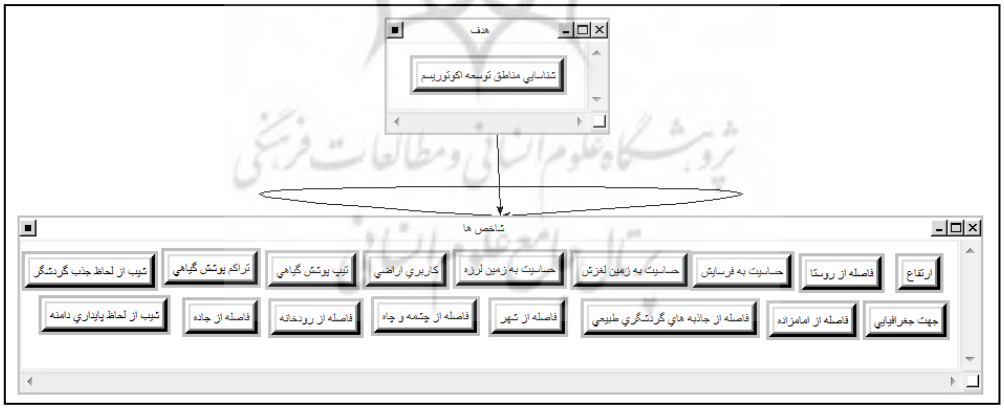
- تهیه نقشه شاخص‌های گردشگی طبیعت و استاندارد سازی آنها

در این تحقیق نقشه ۱۷ شاخص گردشگری طبیعت شامل ارتفاع از سطح دریا، تراکم پوشش گیاهی، تیپ پوشش گیاهی، کاربری اراضی و پوشش زمین، شیب (از لحاظ جذب گردشگر)، جهت جغرافیایی، شیب (از لحاظ پایداری دامنه)، حساسیت به فرسایش، حساسیت به زمین لغزش، حساسیت به زمین لرزه، فاصله از جاده (متر)، فاصله از رودخانه (متر)، فاصله از چشمه و چاه (متر)، فاصله از روستا، فاصله از شهر، فاصله از جاذبه‌های گردشگری طبیعی و فاصله از امامزاده به روش‌های معمول و مطابق جدول ۱ تهیه شده‌اند. سپس نقشه شاخص‌ها به مقیاس پیوسته مطلوبیت از ۰ تا ۲۵۵ استاندارد شدند و از تصمیم‌های سخت‌گیرانه بولین که در آن هر منطقه از لحاظ معیار به مطلوب و نامطلوب تقسیم می‌شود، اجتناب شده است (روش فازی). انتخاب تابع فازی مناسب و تعیین نقاط کنترل مناسب مهم‌ترین مرحله در استاندارد کردن شاخص‌ها است (Gorserski, 2010) که در این تحقیق تعیین مقادیر آستانه، نوع و شکل تابع عضویت فازی با استفاده از نظر کارشناسی و مرور منابع تحقیق این ویژگی‌ها تعیین گردید

(Bali et al, 2015., Dashti et al, 2013., Piran et al, 2013.,). توابع فازی موجود در نرم افزار ایدریسی توابع S شکل، J شکل، خطی افزایشی، خطی کاهشی و توابع تعریف شده توسط کاربر هستند (موسوی، ۱۳۸۹). در منطق فازی، هر منطقه با توجه به مقداری که شاخص مورد نظر دارد، مقدار عضویتی می‌گیرد که بیان کننده میزان مطلوبیت آن ناحیه است. شاخص‌های مورد استفاده جهت تهیه نقشه گردشگری طبیعت و روش استاندارد سازی هر کدام از آنها در جدول ۱ ارائه شده است.

- تعیین وزن نسبی شاخص‌های گردشگری طبیعت با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای (u_j)

برای تعیین اهمیت نسبی شاخص‌های مورد استفاده در تعیین مناطق پتانسیل گردشگری طبیعت از تکمیل پرسش‌نامه و تکنیک فرایند تحلیل شبکه‌ای در نرم افزار Super decision استفاده شده است به این صورت که پس از مقایسه زوجی شاخص‌ها توسط کارشناسان مرتبط از طریق تکمیل پرسشنامه‌ها، ساختار مدل تصمیم‌گیری به روش دوسویه و شبکه‌ای ANP در نرم‌افزار Super decision ترسیم گردید (شکل ۲)، سپس ماتریس دودویی تشکیل و قضاوت-های کارشناسان در رابطه با میزان اهمیت شاخص‌ها در درون ماتریس قرار گرفت و میزان ناسازگاری محاسبه گردید، برای پرسشنامه‌هایی که ضریب ناسازگاری آنها کمتر از ۰/۱ بود، با گرفتن میانگین هندسی از وزن اختصاص داده به هر پارامتر، اهمیت شاخص‌ها استخراج و درون ماتریس مقایسات زوجی قرار گرفت و وزن شاخص‌ها استخراج گردید. برای تکمیل پرسش‌نامه از ۵۰ نفر از اعضای هیأت علمی و دانشجویان کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری در رشته‌های مرتبط شامل مهندسی منابع طبیعی، مهندسی کشاورزی و علوم اجتماعی دانشگاه یاسوج و همچین کارشناسان سازمان‌ها و ادارات مرتبط استان کهگیلویه و بویراحمد شامل سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری و اداره کل حفاظت محیط زیست استفاده شده است.



شکل ۲. نمایی از ساختار شبکه‌ای مدل تصمیم‌گیری تعیین مناطق مناسب اکوتوریسم در نرم‌افزار Super decision با استفاده از شاخص‌های توسعه گردشگری طبیعت

- تعیین وزن‌های ترتیبی شاخص‌ها با استفاده از کمیت‌سنج‌های FUZZY و OWA (v_j)

تکنیک میانگین وزنی ترتیبی (OWA) به عنوان یکی از روش‌های وزن‌دهی، در مجموعه روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره بوده و بر مبنای تئوری مجموعه‌های فازی توسعه پیدا کرده است. استفاده از این روش محدود به مجموعه‌های فازی نبوده و در آن مفهوم جدیدی برای توسعه قواعد تصمیم‌گیری بولین (کلاسیک) و ترکیب خطی وزن‌دار (WLC) فراهم آمده است. این مفهوم جدید شامل وزن‌های ترتیبی (vj) بوده که متفاوت از وزن‌های

شاخص (uj) می‌باشند. از آنجا که تصمیم‌گیرندگان مختلف سلیقه‌های مختلفی دارند و ریسک‌پذیری آنها نیز متفاوت است با استفاده از OWA می‌توان یک تعادل میان ریسک تصمیم و جبران‌پذیری آن ایجاد کرد و برنامه‌ای در نظر گرفت که تعداد مشخصی از معیارها که به ترتیب دارای بیشترین مقدار هستند، در فرایند جبرانی وارد شوند. مدل OWA امکان کنترل سطح جبران‌پذیری و ریسک‌پذیری را در یک فرایند تصمیم‌گیری فراهم می‌آورد. روش OWA در یک فضای تصمیم‌گیری مثلثی عمل می‌کند و به ما اجازه بررسی استراتژی‌ها یا سناریوهای تصمیم‌گیری مختلف و گاهی متضاد را می‌دهد. در روش تعیین وزن ترتیبی شاخص‌ها با استفاده از کمیت‌سنج‌های FUZZY و OWA، پس از تعیین وزن نسبی شاخص‌ها (uj) از فرایند تحلیل شبکه‌ای، نوع کمیت‌سنج فازی (Q) و ضریب α متناسب با آن مشخص خواهد شد که در نهایت منجر به تولید یک دسته از وزن‌های ترتیبی مربوط به Q و ارزیابی موقعیت هر کدام از سلول‌ها با استفاده از تابع ترکیبی OWA می‌شود. دو نوع کلی کمیت‌سنج‌های مطلق و کمیت‌سنج‌های نسبی وجود دارد که امکان تبدیل عبارت‌های زبانی به عبارت‌های ریاضی را فراهم می‌کنند (Yager, 1988; Malczewski & Rinner, 2005). در این تحقیق، کمیت‌سنج‌های نسبی بر اساس جدول ۲، از میان کمیت‌سنج‌های منظم افزایشی (Yager, 1988) انتخاب شدند. برای تعریف این کمیت‌سنج‌ها رابطه ۱ به کار گرفته شد.

$$Q(p) \times Q(p) = p^{\alpha}, \alpha > 1 \quad (۱)$$

با تغییر مشخصه α می‌توان انواع مختلفی از کمیت‌سنج‌ها و عملگرهای آنها را به دست آورد. اگر $\alpha = 1$، Q(p) متناسب با α خواهد بود و بنابراین متناسب با کمیت‌سنج نصف (Half) می‌شود. با میل کردن α به سمت صفر کمیت‌سنج Q(p) بیانگر یکی از کران‌هایش خواهد بود (عبارت حداقل یکی یا At least one) که با عملگر MAX (OR) مطابق است. از طرف دیگر با میل کردن α به سمت بی‌نهایت، کمیت‌سنج Q(p) کران دوم خود را ارایه می‌کند (عبارت همگی یا All) که برابر با عملگر MIN (AND) است.

جدول ۱- شاخص‌ها مورد استفاده، شکل و نوع تابع عضویت استاندارد سازی آنها

شاخص‌ها	مطلوبیت	محدودیت لایه‌های شاخص	شکل و نوع تابع عضویت
ارتفاع از سطح دریا	۱۳۲۰ تا ۲۰۰۰ معادل ۲۵۵، ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ معادل ۲۵۵ تا صفر، بیش از ۳۰۰۰ معادل صفر		تعریف شده توسط کاربر
تراکم پوشش گیاهی	۰/۱۶۸- تا ۰/۰۵ معادل صفر، ۰/۰۵ تا ۰/۴ معادل صفر تا ۲۵۵، ۰/۴ تا ۰/۶ معادل ۲۵۵		تعریف شده توسط کاربر
تیپ پوشش گیاهی	تیپ پوشش .Quercus Branti-Amygdalus sp معادل ۲۵۵- سایر تیپ‌ها پوششی معادل ۱۵۳		تعریف شده توسط کاربر
کاربری اراضی و پوشش زمین	جنگل معادل ۲۵۵، مراتع معادل ۱۵۳، باغ و زراعت معادل ۱۰۲، اراضی مسکونی معادل ۵۱		تعریف شده توسط کاربر
شیب (از لحاظ جذب گردشگر)	صفر تا ۸ درجه معادل صفر، ۸ تا ۱۴ درجه معادل صفر تا ۲۵۵، بیش از ۱۴ درجه معادل ۲۵۵		تعریف شده توسط کاربر
جهت جغرافیایی	جهت شرقی معادل ۲۵۵، جهت شمالی معادل ۲۰۴، جهت غربی معادل ۱۰۲، جهت جنوبی معادل ۵۱		تعریف شده توسط کاربر
شیب (از لحاظ پایداری دامنه)	صفر تا ۱۵ درصد معادل ۲۵۵، ۱۵ تا ۸۰ درصد معادل ۲۵۵ تا صفر، بیش از ۸۰ درصد معادل صفر		
حساسیت به فرسایش	پایداری خیلی زیاد معادل ۲۵۵، پایداری زیاد معادل ۲۰۴، پایداری متوسط معادل ۱۰۲، پایداری کم معادل ۵۱		تعریف شده توسط کاربر
حساسیت به زمین لغزش	بدون خطر معادل ۲۵۵، خطر بسیار کم معادل ۲۰۴، خطر کم معادل ۱۵۳، خطر متوسط		تعریف شده توسط

	معادل ۱۰۲		کاربر
حساسیت به زمین لرزه	حساسیت کم معادل ۲۵۵، حساسیت متوسط معادل ۱۲۷/۵، حساسیت زیاد معادل ۲۵/۵		تعریف شده توسط کاربر
فاصله از جاده (متر)	۱۵۰ تا ۳۰۰۰ متر معادل ۲۵۵، ۳۰۰۰ تا ۹۰۰۰ متر معادل ۲۵۵ تا صفر، بیش از ۹۰۰۰ متر معادل صفر	بافر از محور جاده تا ۱۵۰ متر	کاهنده – خطی یکنواخت
فاصله از رودخانه (متر)	۱۰۰ تا ۵۰۰ متر معادل ۲۵۵، ۵۰۰ تا متر ۱۵۰۰ معادل ۲۵۵ تا صفر، بیش از ۱۵۰۰ معادل صفر	بافر از محور رودخانه تا ۱۰۰ متر	کاهنده – خطی یکنواخت
فاصله از چشمه و چاه (متر)	صفر تا ۱۵۰۰ متر معادل ۲۵۵، ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ متر معادل ۲۵۵ تا صفر، بیش از ۳۰۰۰ متر معادل صفر		کاهنده – خطی یکنواخت
فاصله از روستا	صفر تا ۱۰۰۰ متر معادل ۲۵۵ تا صفر، بیش از ۱۰۰۰ متر معادل صفر		کاهنده – خطی یکنواخت
فاصله از شهر	صفر تا ۳۰۰۰ متر معادل ۲۵۵ تا صفر، بیش از ۳۰۰۰ متر معادل صفر	بافر محدوده شهر	کاهنده – خطی یکنواخت
فاصله از جاذبه‌های گردشگری طبیعی	صفر تا ۱۰۰۰ متر معادل ۲۵۵، ۱۰۰۰ تا ۲۵۰۰ متر معادل ۲۵۵ تا صفر، بیش از ۲۵۰۰ متر معادل صفر		کاهنده – خطی یکنواخت
فاصله از امامزاده	صفر تا ۱۰۰۰ متر معادل ۲۵۵، ۱۰۰۰ تا ۲۵۰۰ متر معادل ۲۵۵ تا صفر، بیش از ۲۵۰۰ متر معادل صفر		کاهنده – خطی یکنواخت

جدول ۲- کمیت‌سنج زبانی مورد استفاده و αمتناظر با آن

کمیت سنج زبانی (Q)	At least one (حداقل یکی)	Few (کمی)	Some (تعدادی)	Half (نصف)	Many (تعداد زیادی)	Most (اغلب)	All (همگی)
α	۰/۰۰۱	۰/۱	۰/۵	۱	۲	۱۰	۱۰۰۰
استراتژی ترکیبی	OR(MAX)	–	–	WLC	–	–	AND (MIN)
استراتژی تصمیم-گیری	به شدت خوش‌بینانه	خیلی خوش-بینانه	خوش بینانه	خنثی	بدبینانه	خیلی بدبینانه	به شدت بدبینانه

بعد از تعیین وزن نسبی شاخص‌ها از روش ANP و انتخاب کمیت‌سنج‌های فازی از جدول ۲، با استفاده از رابطه ۲ (Malczewski, 2006) وزن‌های ترتیبی محاسبه شد.

$$v_j = (\sum_{j=1}^{n} u_j)^{a} - (\sum_{j=1}^{n-1} u_j)^{a} \quad (۲)$$

در این رابطه u_j وزن‌های بدست آمده از ANP، v_j وزن‌های ترتیبی، α کمیت‌سنج فازی است و n تعداد شاخص‌ها است.

با توجه به مفاهیم بالا، مناطق پتانسیل توسعه گردشگری طبیعت در شهرستان دنا بر اساس تلفیق شاخص‌های استاندارد شده (فازی سازی) و تعیین وزن نسبی آنها از فرایند تحلیل شبکه‌ای و وزن ترتیبی آنها از کمیت‌سنج‌های فازی و الگوریتم OWA تعیین می‌شود (رابطه ۱).

رابطه (۱)
$$\text{vjSL+ vjSE+uj vjSS+uj } vjA\text{+uj } vjSA+uj\ vjLULC+uj\ vjTV+uj\ vjDT+uj\ vjE+uj\ EP=uj \text{ vjDHP vjDNTA+uj vjDCI+uj vjDVI+uj vjDSP+uj vjDRI+ uj vjDRO+ uj vjSER+ uj uj}$$

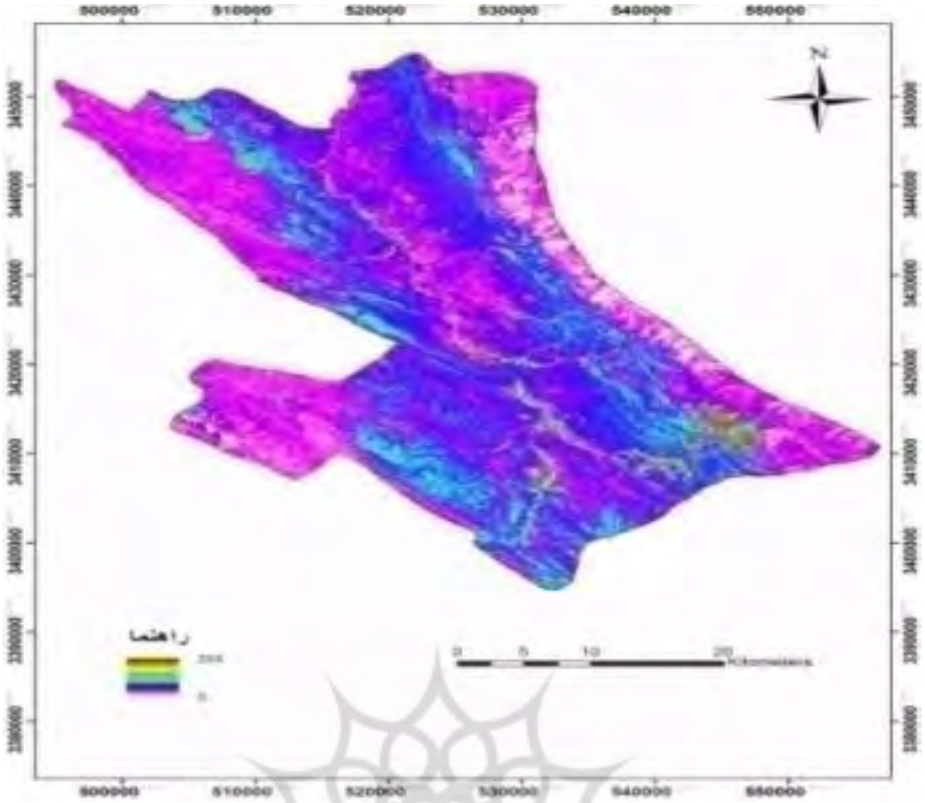
که در آن EP درجه شایستگی گردشگری طبیعت، u_j وزن نسبی هر شاخص، v_j وزن ترتیبی هر شاخص با ازای سناریوهای مختلف تصمیم‌گیری، (E) نقشه استاندارد شده شاخص ارتفاع از سطح دریا، (DT) نقشه استاندارد شده شاخص تراکم پوشش گیاهی، (TV) نقشه استاندارد شده شاخص تیپ پوشش گیاهی، (LULC) نقشه استاندارد شده شاخص کاربری اراضی و پوشش زمین، (SA) نقشه استاندارد شده شیب از لحاظ جذب گردشگر، (A) نقشه

استاندارد شده شاخص جهت جغرافیایی، (SS) نقشه استاندارد شده شیب از لحاظ پایداری دامنه، (SE) نقشه استاندارد شده حساسیت نسبت به فرسایش، (SL) نقشه استاندارد شده خساسیت نسبت به زمین لغزش، (SER) نقشه استاندارد شده حساسیت نسبت به زمین لرزه، (DRO) حاصلضرب وزن نسبی و نقشه استاندارد شده فاصله از جاده، (DRI) نقشه استاندارد شده فاصله از رودخانه، (DSP) نقشه استاندارد شده فاصله از چشمه و چاه، (DVI) نقشه استاندارد شده فاصله از روستا، (DCI) نقشه استاندارد شده فاصله از شهر، (DNTA) نقشه استاندارد شده فاصله از جاذبه‌های گردشگری طبیعی و (DHP) نقشه استاندارد شده فاصله از اماکن مقدس (امامزاده‌ها) است. در انتهای این فرایند، نقشه شایستگی برای توسعه گردشگری طبیعت تولید می‌شود که درجه شایستگی به صورت کاملاً مناسب (S4)، نسبتاً مناسب (S3) تا حدی مناسب (S2) و نامناسب (S1) طبقه‌بندی خواهد شد.

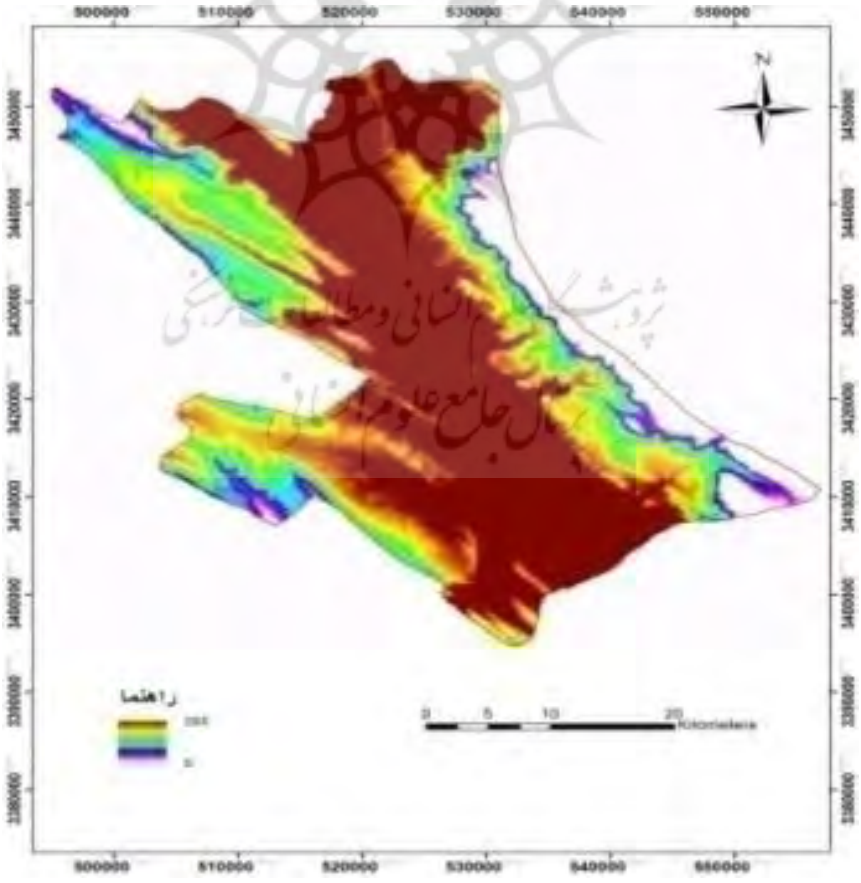
نتایج

- ویژگی‌های شهرستان دنا از نظر شاخص‌های گردشگری طبیعت

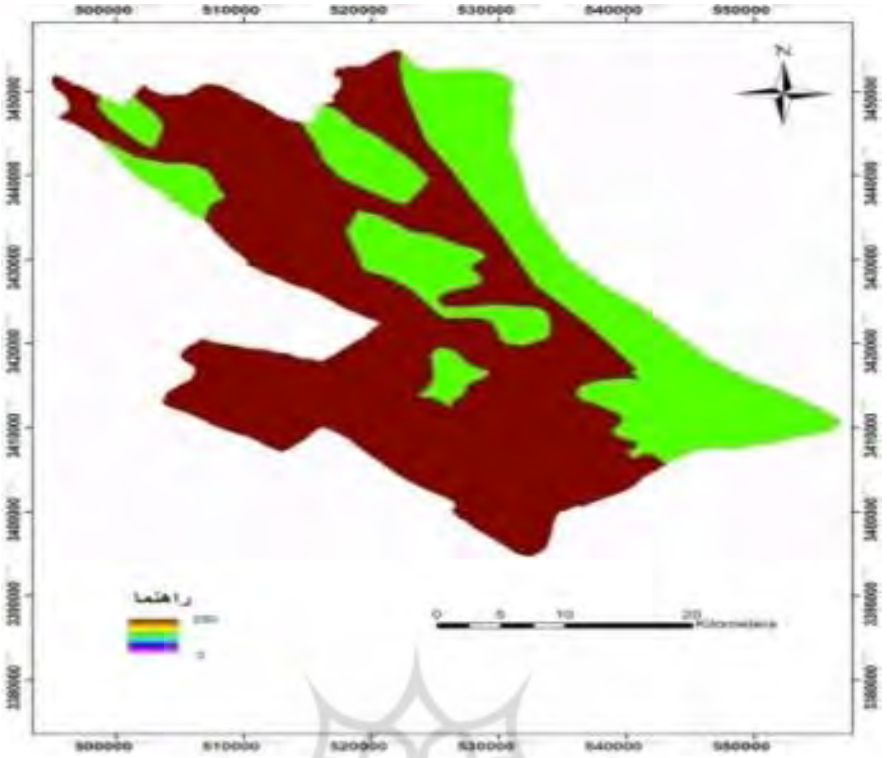
تغییرات ارتفاع از سطح دریا در شهرستان دنا از ۱۳۲۰ تا ۴۲۸۳ متر از سطح دریا است. بررسی تیپ‌های گیاهی در شهرستان دنا نشان داد که تیپ پوشش گیاهی Quercus Branti-Amygdalus sp. و Acer Monspessulanum-Pistacia Atlantica-Juniperus excelsa به ترتیب بیشترین و کمترین وسعت و پراکندگی را در شهرستان دنا به خود اختصاص داده‌اند. بر اساس نقشه NDVI، کلاس پوشش گیاهی با تراکم متوسط (۰/۱۸ – ۰/۰۸۴) بیشترین مساحت را در شهرستان دنا به خود اختصاص داده است. کابری مرتع، جنگل، زراعت و باغ، مناطق مسکونی و اراضی صخره‌ای به ترتیب با ۵۰/۶۷، ۴۱/۷۵، ۷/۳، ۰/۲۱ و ۰/۰۷ درصد مساحت شهرستان دنا را به خود اختصاص داده‌اند. در بررسی شیب در شهرستان دنا مشخص شد که شیب‌های بیشتر در جبهه شرقی منطقه و در امتداد ارتفاعات قله دنا قرار دارند. در نقشه شیب از لحاظ جذب گردشگری طبیعت، کلاس یک (شایستگی مناسب) به شیب‌های بالاتر داده شد، چون صخره‌ها و چشم‌انداز دیوارهای آویزان در شیب‌های تند ایجاد می‌شوند که منظره زیبایی ایجاد می‌کنند و پتانسیل جذب گردشگر بیشتری دارند (Kumari et al, 2010). بیشترین و کمترین درصد مساحت از نظر جذب گردشگر در شهرستان دنا به ترتیب به کلاس‌های شیب بیشتر از ۱۴ و صفر تا ۳ درصد اختصاص دارند. بیشترین و کمترین درصد مساحت از نظر جذب گردشگر به ترتیب به کلاس‌های جهت جغرافیایی جنوبی و شرقی اختصاص دارند. به لحاظ پایداری شیب در شهرستان دنا مشخص شد که کلاس شیب صفر تا پنج درصد با درجه پایداری زیاد حدود ۴ درصد و کلاس شیب بیشتر از ۶۰ درصد با درجه پایداری خیلی کم حدود ۱۰ درصد از وسعت شهرستان دنا را به خود اختصاص داده‌اند. بیشترین و کمترین درصد مساحت در شهرستان دنا به ترتیب به واحدهای سنگ‌شناسی OMa و EI که رخنمون‌های مختلفی از سنگ آهک هستند، اختصاص دارد. به لحاظ حساسیت سنگ و خاک نسبت به فرسایش حدود ۶۳ درصد شهرستان دنا مقاوم به فرسایش و حدود ۱۰ درصد آن نامقاوم در مقابل فرسایش خاک و سنگ است. بیشتر مساحت شهرستان دنا در کلاس حساسیت متوسط به زمین‌لرزه با مقدار شتاب زمین‌لرزه ۰/۳ تا ۰/۴۵ (g) قرار دارد. در شکل ۳ نقشه استاندارد هر یک از شاخص‌های مورد استفاده در تهیه نقشه گردشگری طبیعت نشان داده است.



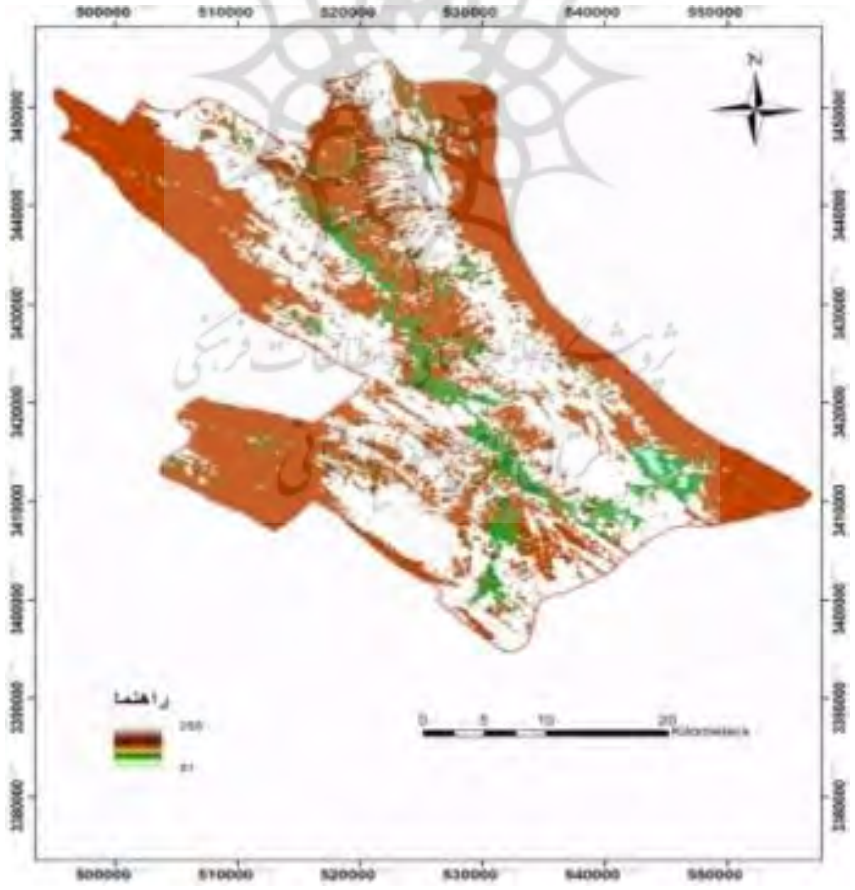
نقشه استاندارد شده ارتفاع از سطح دریا



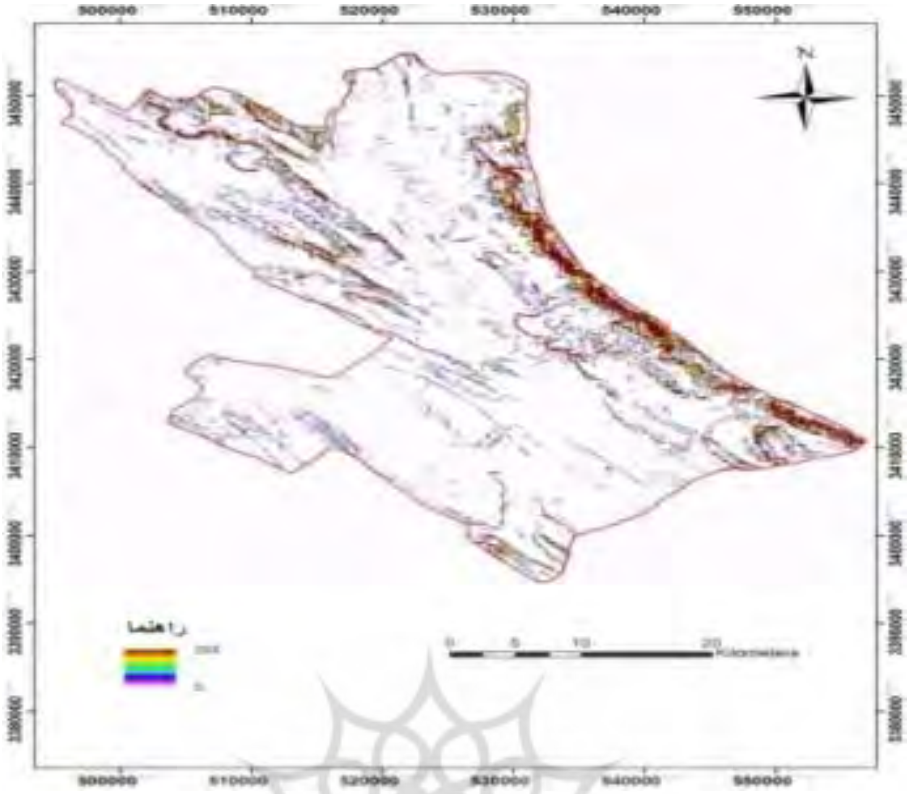
نقشه استاندارد شده تراکم پوشش گیاهی



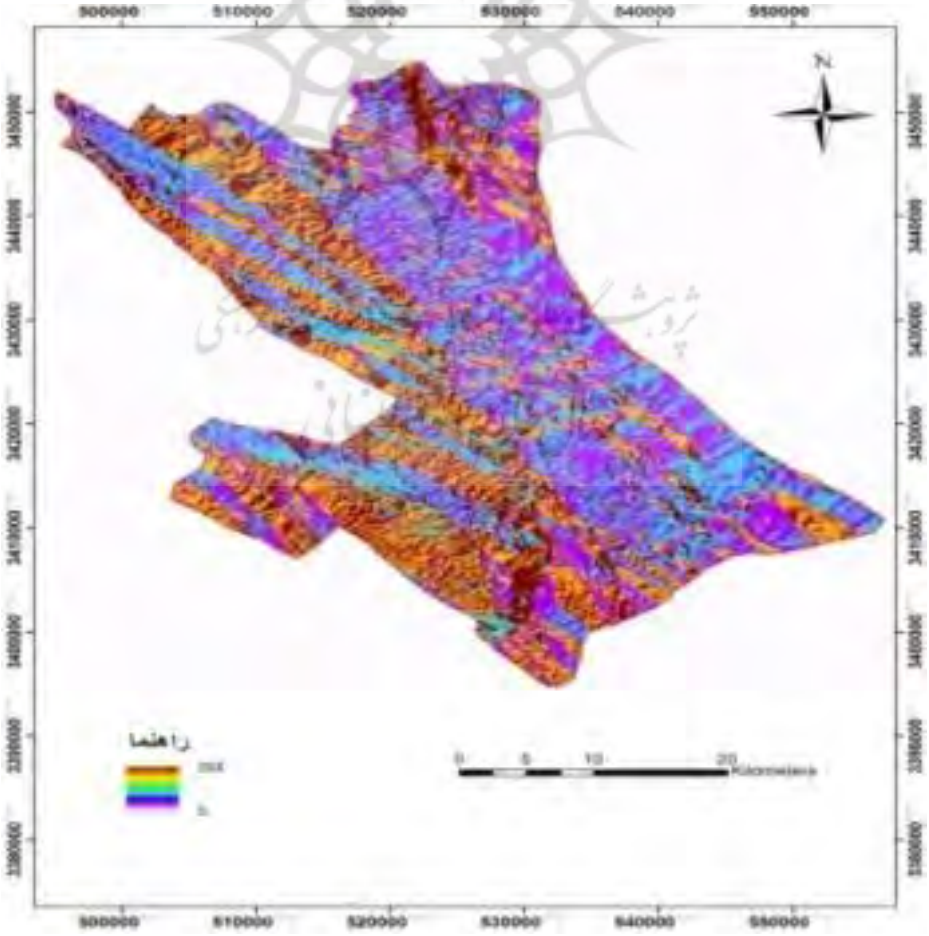
نقشه استاندارد شده تیپ پوشش گیاهی



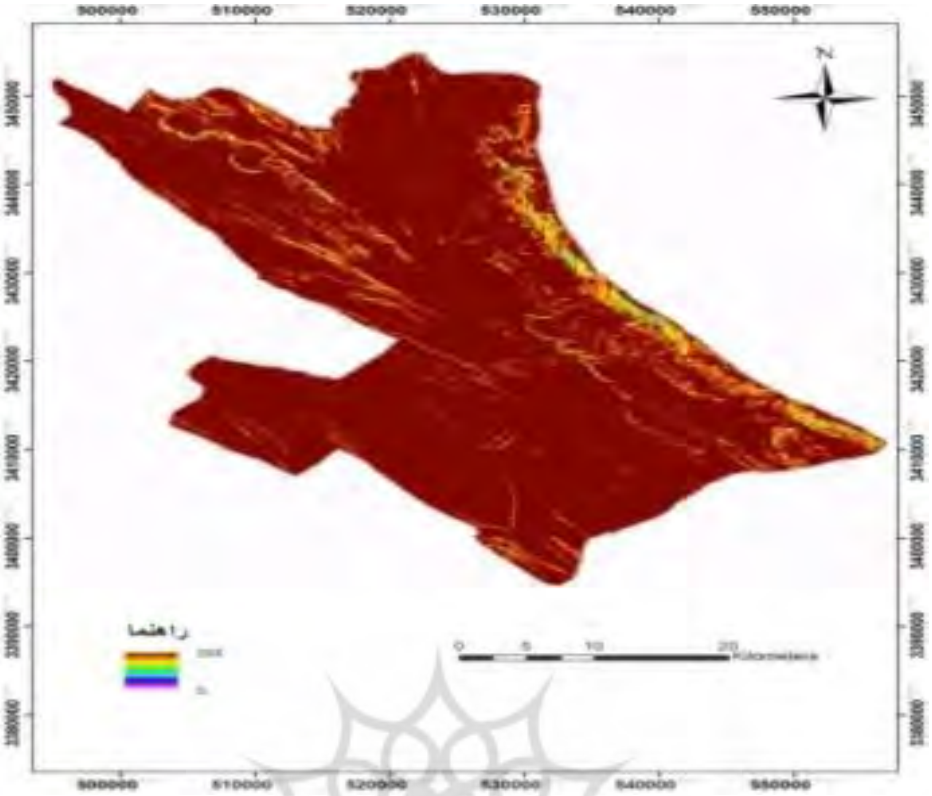
نقشه استاندارد شده کاربری اراضی و پوشش زمین



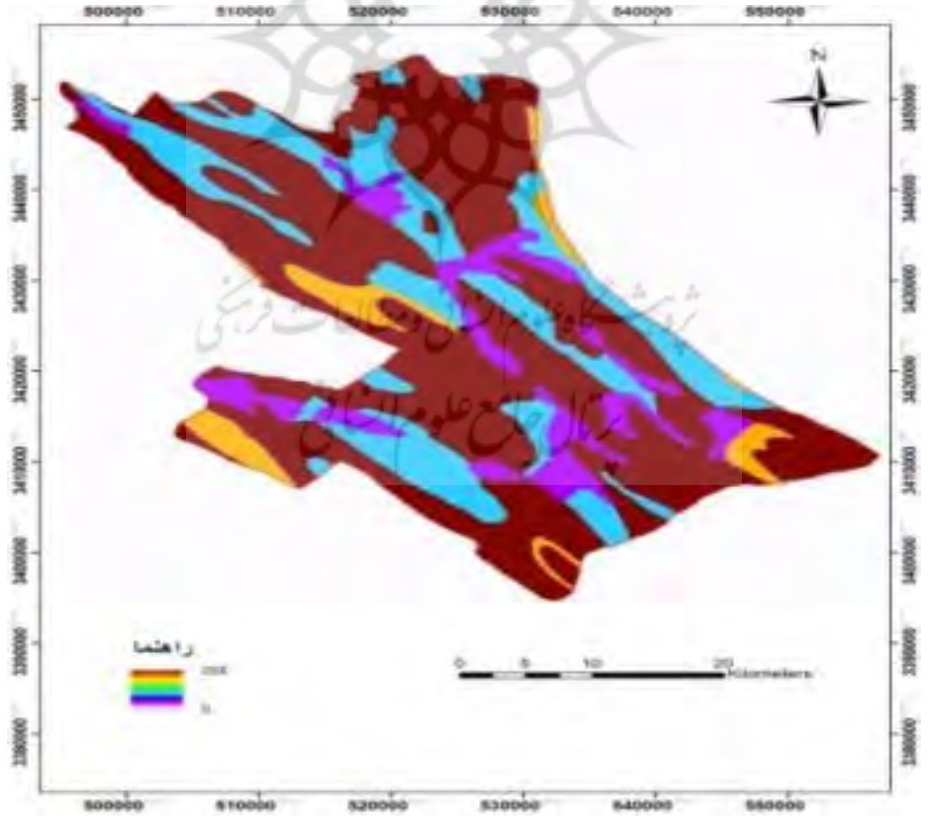
نقشه استاندارد شده شیب از لحاظ گردشگری



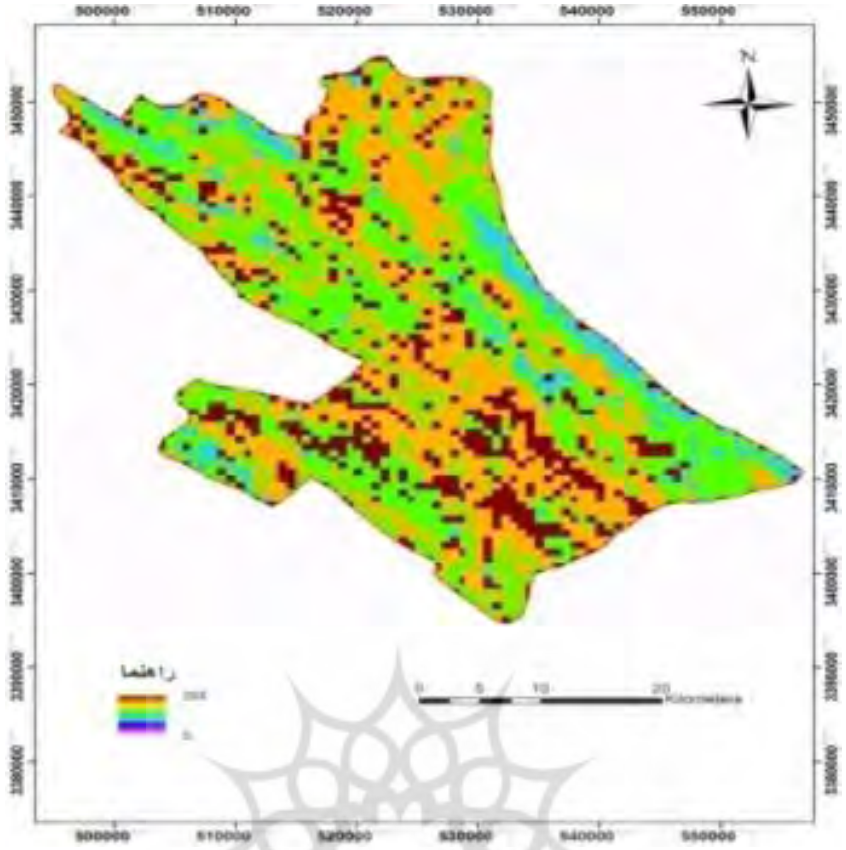
نقشه استاندارد شده جهت جغرافیایی



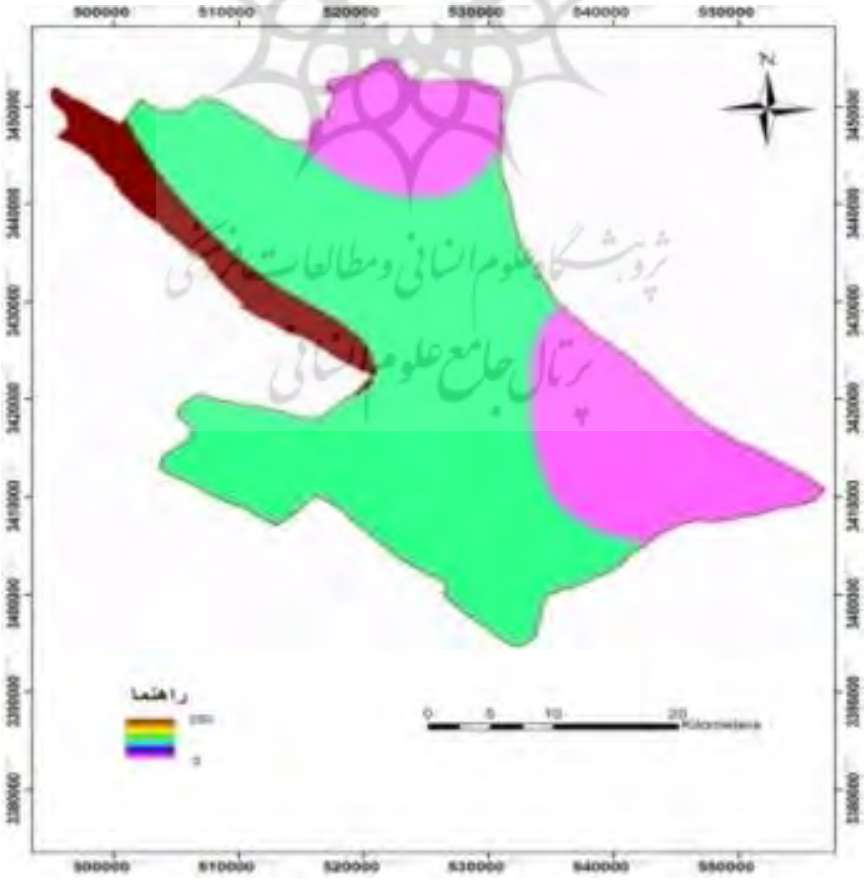
نقشه استاندارد شده شیب از لحاظ پایداری دامنه



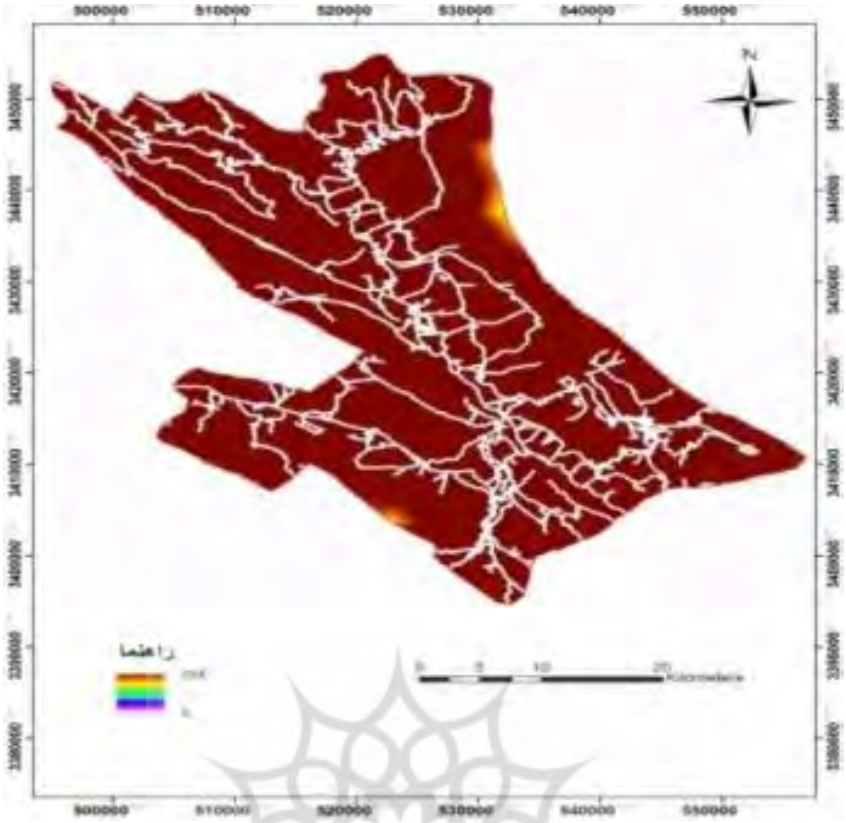
نقشه استاندارد شده حساسیت سنگ و خاک به فرسایش



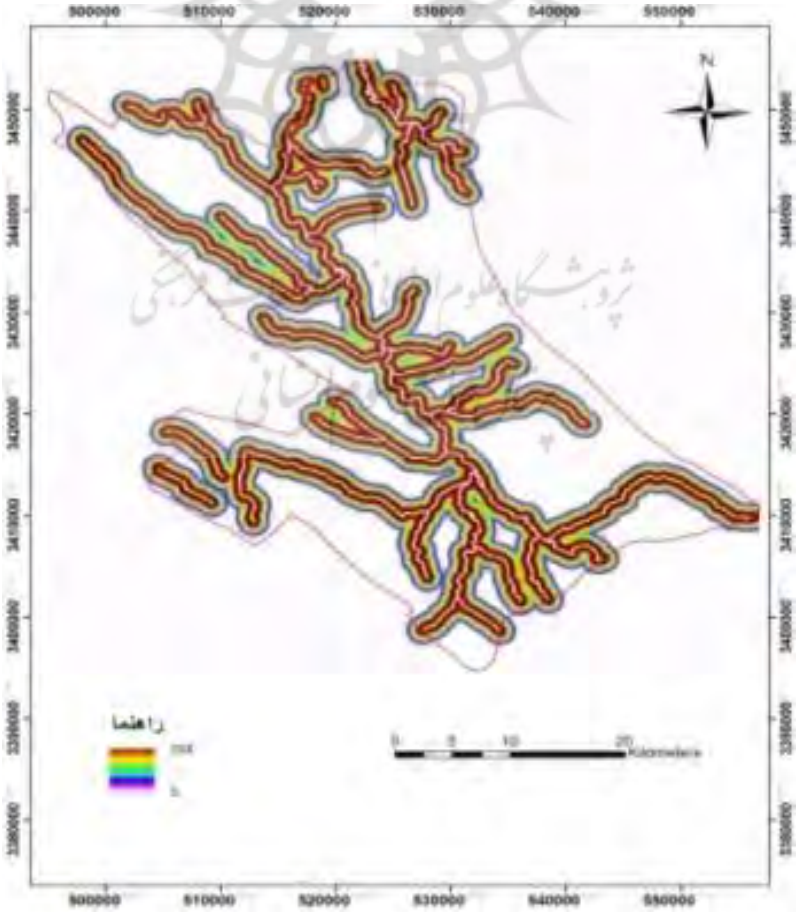
نقشه استاندارد شده حساسیت به زمین لغزش



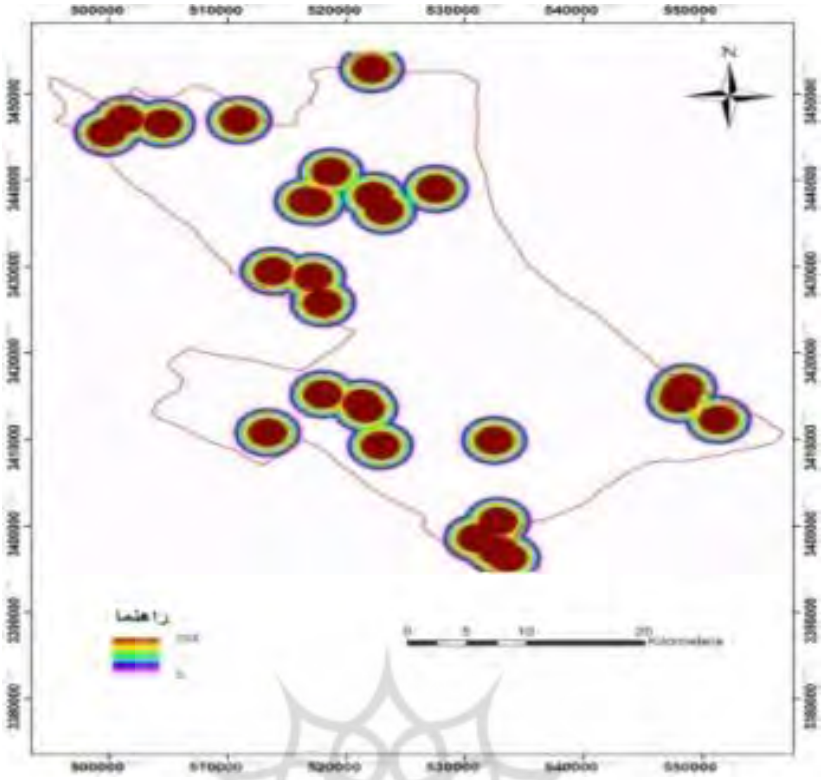
نقشه استاندارد شده حساسیت به زمین لرزه



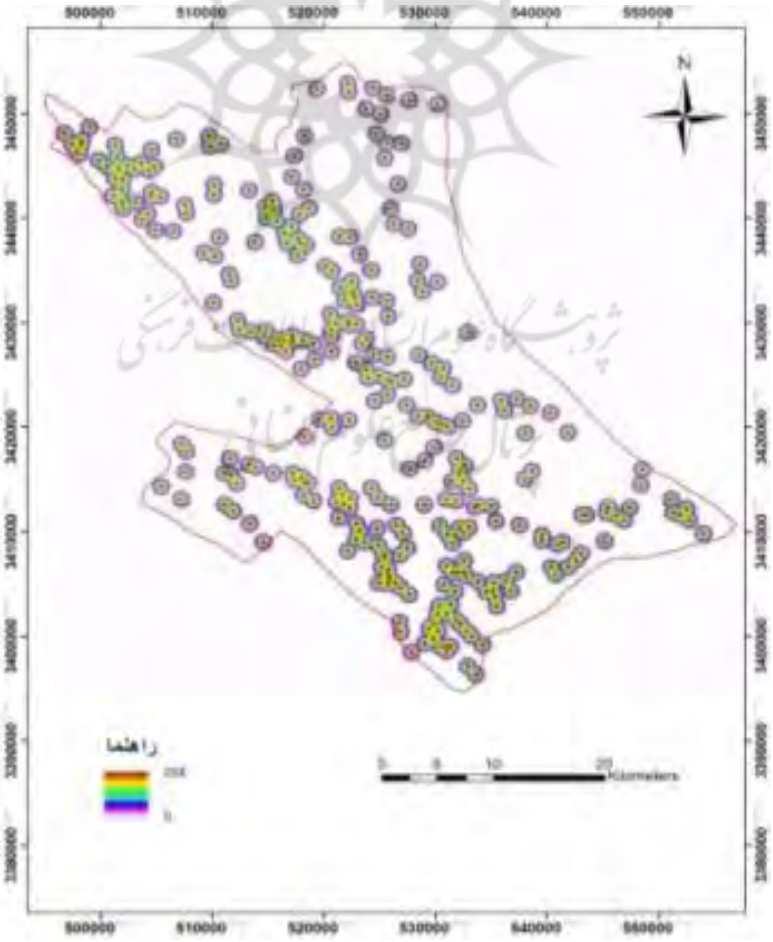
نقشه استاندارد شده فاصله از جاده



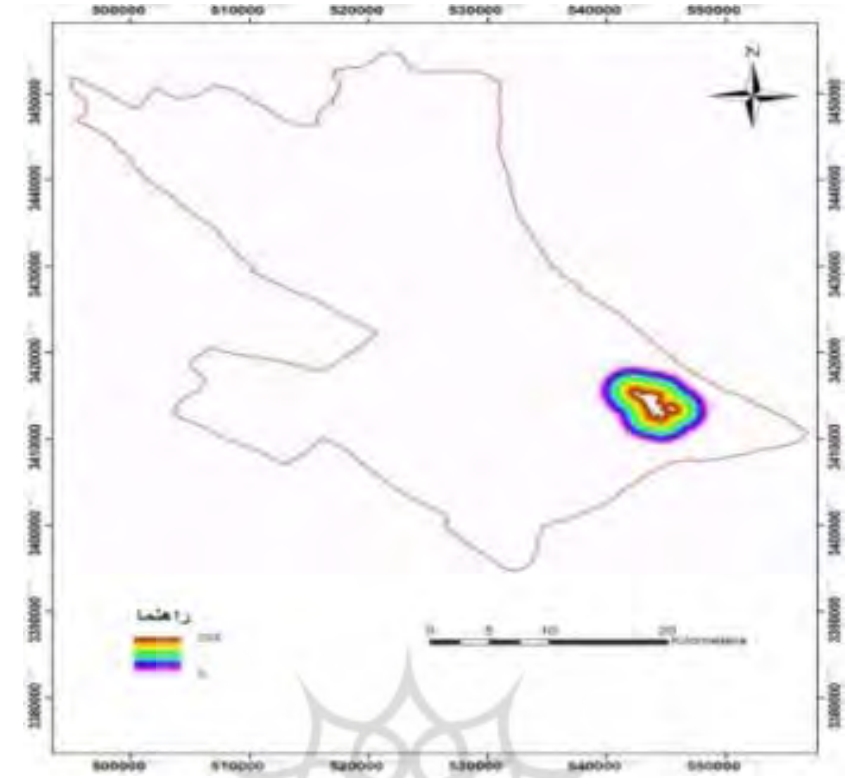
نقشه استاندارد شده فاصله از رودخانه



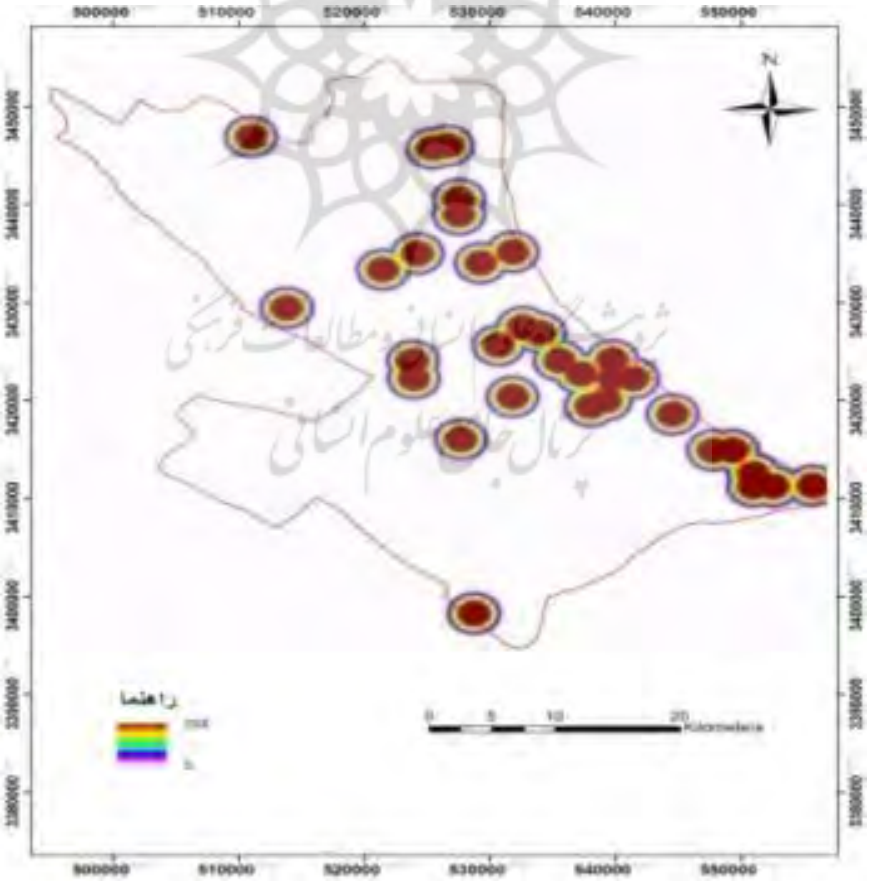
نقشه استاندارد شده فاصله از چشمه و چاه



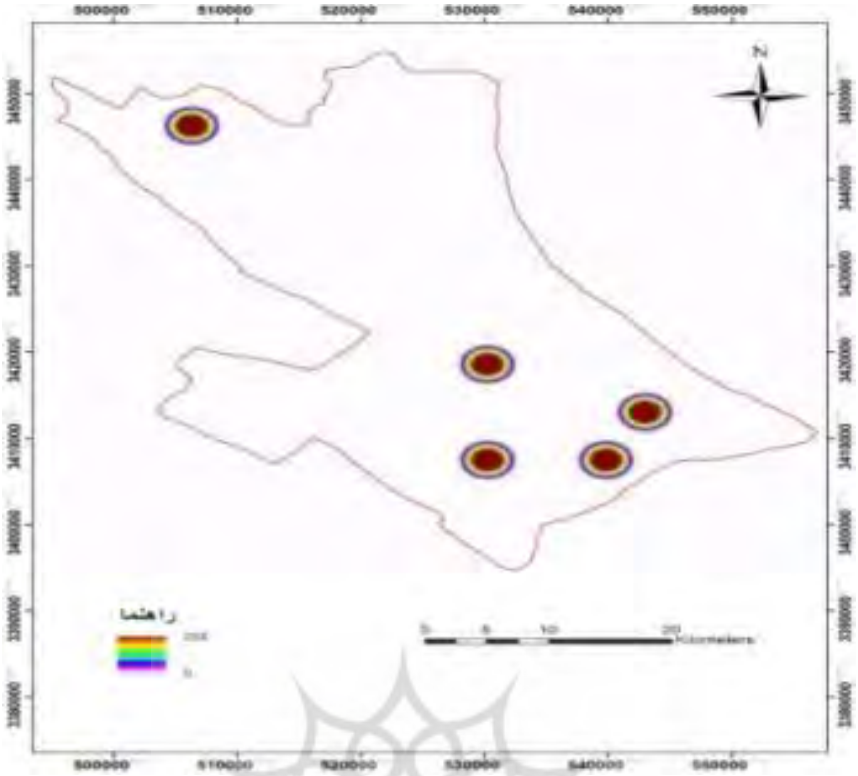
نقشه استاندارد شده فاصله از روستا



نقشه استاندارد شده فاصله از شهر



نقشه استاندارد شده فاصله از جاذبه‌های گردشگری طبیعی



نقشه استاندارد شده فاصله از امامزاده

شکل۳- نقشه استاندارد شده شاخص‌های گردشگری طبیعت

- وزن نسبی و وزن ترتیبی شاخص‌های گردشگری طبیعت

در جدول ۳ وزن‌های محاسبه شده برای شاخص‌های اکوتوریسم با استفاده از فرایند تحلیل سلسله شبکه‌ای نشان داده شده است.

جدول ۳. وزن‌های محاسبه شده برای شاخص‌های اولیه اکوتوریسم با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای

شاخص‌های گردشگری طبیعت	وزن نسبی
حساسیت به زمین لغزش	۰/۳
فاصله از جاذبه‌های گردشگری	۰/۱۳
تراکم پوشش گیاهی	۰/۱۲
ارتفاع از سطح دریا	۰/۰۸
تیپ پوشش گیاهی	۰/۰۶۴
کاربری اراضی و پوشش زمین	۰/۰۵
فاصله از منابع آب (چشمه و چاه)	۰/۰۴۴
فاصله از رودخانه	۰/۰۳۲
فاصله از امامزاده	۰/۰۳
حساسیت به زمین لرزه	۰/۰۳
فاصله از جاده	۰/۰۲۱
فاصله از روستا	۰/۰۲
فاصله از شهر	۰/۰۲
حساسیت سنگ و خاک به فرسایش	۰/۰۱۵
شیب	۰/۰۱۵
جهت جغرافیایی	۰/۰۱۴

در جدول ۴ وزن ترتیبی شاخص‌های اکوتوریسم با استفاده از کمیت‌سنج‌های FUZZY و الگوریتم OWA نشان داده شده است.

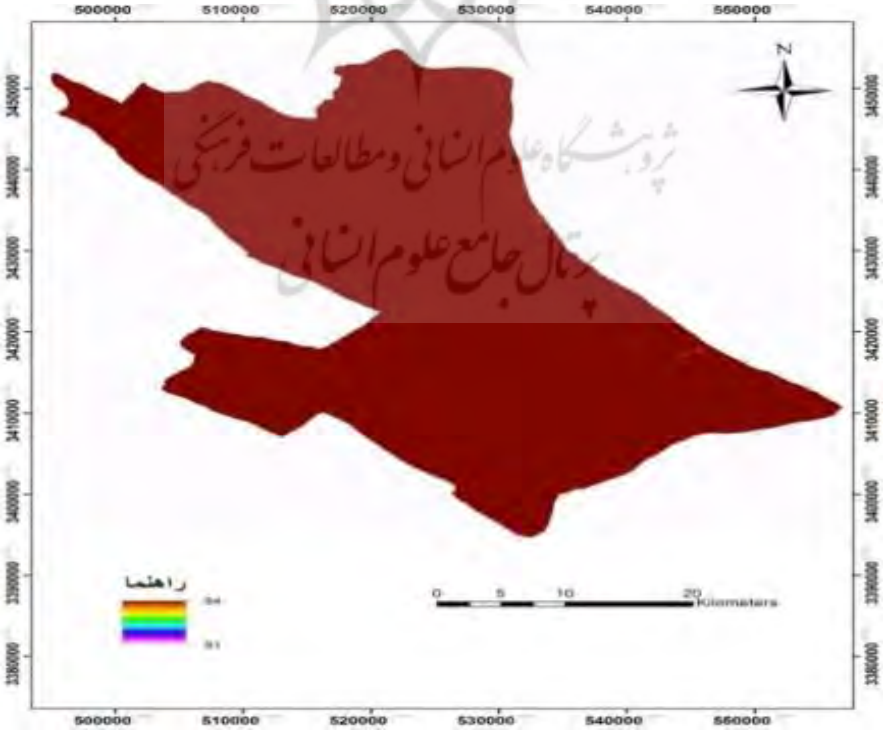
جدول ۴- وزن‌های ترتیبی حاصل از کمیت‌سنج‌های FUZZY و OWA

(α)	α = 0.0001	α = 0.0.1	α = 0.05	α = 1	α = 2	α = 10	α = 1000
حساسیت به زمین لغزش	۱/۰۰۰	۰/۸۸۷	۰/۵۵	۰/۰۵۸۸	۰/۰۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰
فاصله از جاذبه‌های گردشگری طبیعی	۰/۰۰۰	۰/۰۳	۰/۱۱	۰/۰۵۸۸	۰/۰۹	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰
تراکم پوشش گیاهی	۰/۰۰۰	۰/۰۲۴	۰/۰۸	۰/۰۵۸۸	۰/۱	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰
ارتفاع از سطح دریا	۰/۰۰۰	۰/۰۱	۰/۰۵۳	۰/۰۵۸۸	۰/۰۹	۰/۰۰۷۳	۰/۰۰۰
تیپ پوشش گیاهی	۰/۰۰۰	۰/۰۰۹۱	۰/۰۴	۰/۰۵۸۸	۰/۰۸۵	۰/۰۱۶۱	۰/۰۰۰
کاربری اراضی و پوشش زمین	۰/۰۰۰	۰/۰۱	۰/۰۳۲	۰/۰۵۸۸	۰/۰۷	۰/۰۲۶۱	۰/۰۰۰
فاصله از منابع آب	۰/۰۰۰	۰/۰۰۶	۰/۰۲۵	۰/۰۵۸۸	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۰۰
فاصله از رودخانه	۰/۰۰۰	۰/۰۰۴	۰/۰۲	۰/۰۵۸۸	۰/۰۵	۰/۰۴۵	۰/۰۰۰
فاصله از امامزاده	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳۹	۰/۰۱	۰/۰۵۸۸	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۰۰
حساسیت به زمین لرزه	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۲	۰/۰۵۸۸	۰/۰۵	۰/۰۸۲	۰/۰۰۰
فاصله از جاده	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲۶	۰/۰۰۹	۰/۰۵۸۸	۰/۰۳۷	۰/۰۷۱	۰/۰۰۰
فاصله از روستا	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲۴	۰/۰۱۱	۰/۰۵۸۸	۰/۰۳۴	۰/۰۸۹	۰/۰۰۰
فاصله از شهر	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۱	۰/۰۵۸۸	۰/۰۳۵	۰/۱۰۵	۰/۰۰۰
حساسیت سنگ و خاک به فرسایش	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۸	۰/۰۵۸۸	۰/۰۳۹۵	۰/۰۹۴	۰/۰۰۰
شیب از لحاظ جذب گردشگر	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۷	۰/۰۵۸۸	۰/۰۲۸	۰/۱۱	۰/۰۰۰
شیب از لحاظ پایداری	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۸	۰/۰۵۸۸	۰/۰۲۹۵	۰/۱۲۴	۰/۰۰۰
جهت جغرافیایی	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۷	۰/۰۵۸۸	۰/۰۷	۰/۱۳	۱/۰۰۰
Σ	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

- نقشه مناطق پتانسیل اکوتوریسم تحت سناریوهای مختلف تصمیم‌گیری

- سناریوی تصمیم‌گیری به شدت خوشبینانه (OR=MAX=At least one, a=0.001)

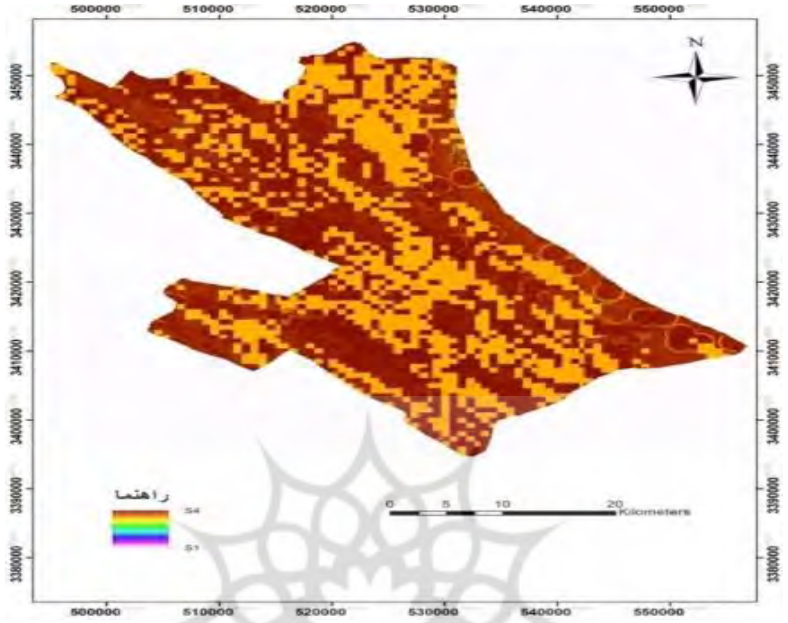
در شکل ۴ نقشه مناطق پتانسیل اکوتوریسم در شهرستان دنا با استفاده از سناریوی تصمیم‌گیری به شدت خوشبینانه ارائه شده است. در این سناریو اگر حداقل یکی از شاخص‌های گردشگری طبیعت (At least one) مناسب باشد، آن منطقه در نقشه نهایی مناطق پتانسیل اکوتوریسم مناسب تشخیص داده می‌شود. این سناریو کاملاً ریسک‌پذیر است.



شکل ۴- نقشه مناطق پتانسیل اکوتوریسم در شهرستان دنا بر اساس سناریوی به شدت خوشبینانه (At least one, a=0.001)

- سناریوی تصمیم‌گیری خیلی خوشبینانه (Few, a=0.1)

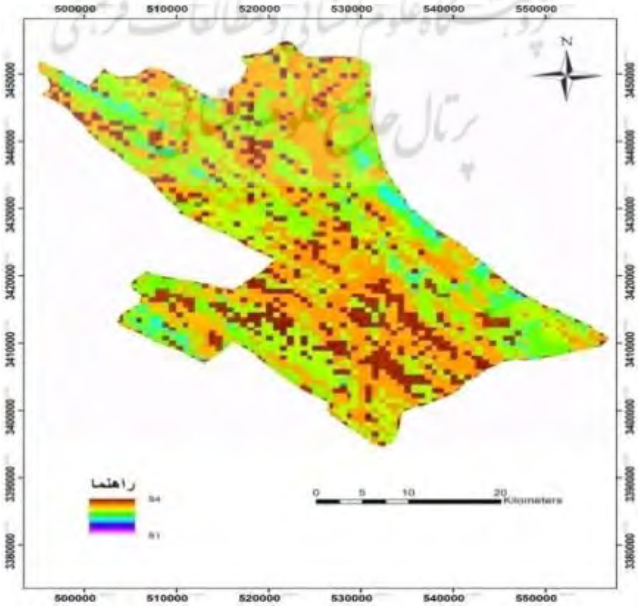
در شکل ۵ نقشه مناطق پتانسیل اکوتوریسم شهرستان دنا با استفاده از سناریوی تصمیم‌گیری خیلی خوشبینانه ارائه شده است. در این سناریو اگر تعداد کمی از شاخص‌های گردشگری طبیعت (Few) مناسب باشد، آن منطقه در نقشه نهایی مناطق پتانسیل اکوتوریسم مناسب تشخیص داده می‌شود.



شکل ۵- نقشه مناطق پتانسیل اکوتوریسم در شهرستان دنا بر اساس سناریوی خیلی خوشبینانه (Few, a=0.001)

- سناریوی تصمیم‌گیری خوشبینانه (Some, a=0.5)

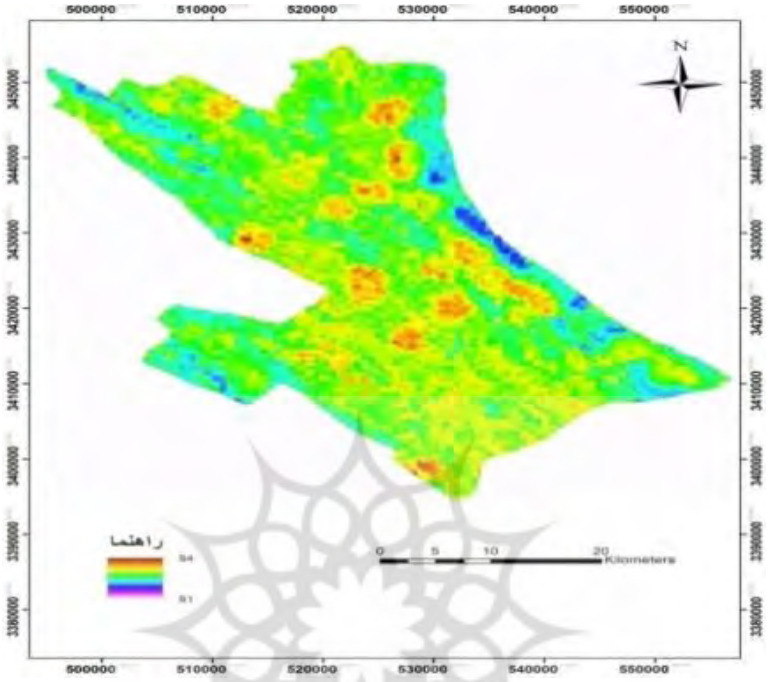
در شکل ۶ نقشه مناطق پتانسیل اکوتوریسم شهرستان دنا با استفاده از سناریوی تصمیم‌گیری خوشبینانه ارائه شده است. در این سناریو اگر تعدادی از شاخص‌های گردشگری طبیعت (Some) مناسب باشد، آن منطقه در نقشه نهایی مناطق پتانسیل اکوتوریسم مناسب تشخیص داده می‌شود.



شکل ۶- نقشه مناطق پتانسیل اکوتوریسم در شهرستان دنا بر اساس سناریوی خوشبینانه (Some, a=0.5)

- سناریوی تصمیم‌گیری خنثی (Half, a=1)

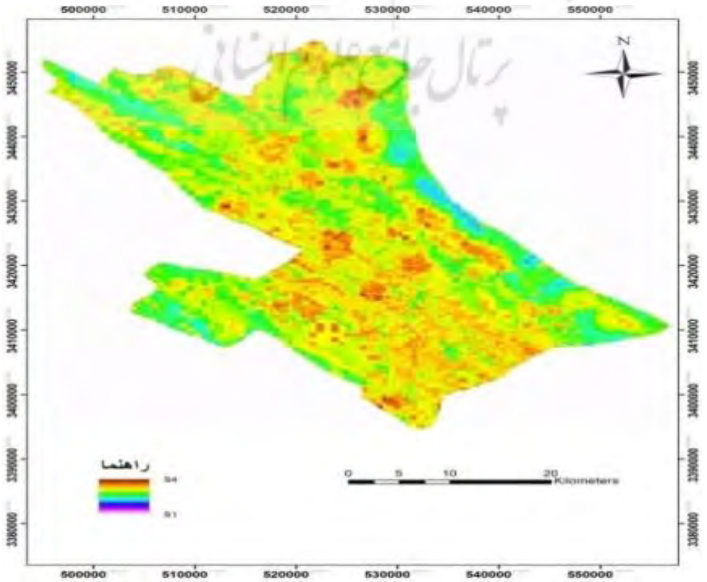
در شکل ۷ نقشه مناطق پتانسیل اکوتوریسم شهرستان دنا با استفاده از سناریوی تصمیم‌گیری خنثی ارائه شده است. در این سناریو اگر نصف شاخص‌های گردشگری طبیعت (Half) مناسب باشد، آن منطقه در نقشه نهایی مناطق پتانسیل اکوتوریسم مناسب تشخیص داده می‌شود.



شکل ۷- نقشه مناطق پتانسیل اکوتوریسم در شهرستان دنا بر اساس سناریوی خنثی (Half, a=1)

- سناریوی تصمیم‌گیری بدبینانه (Many, a=2)

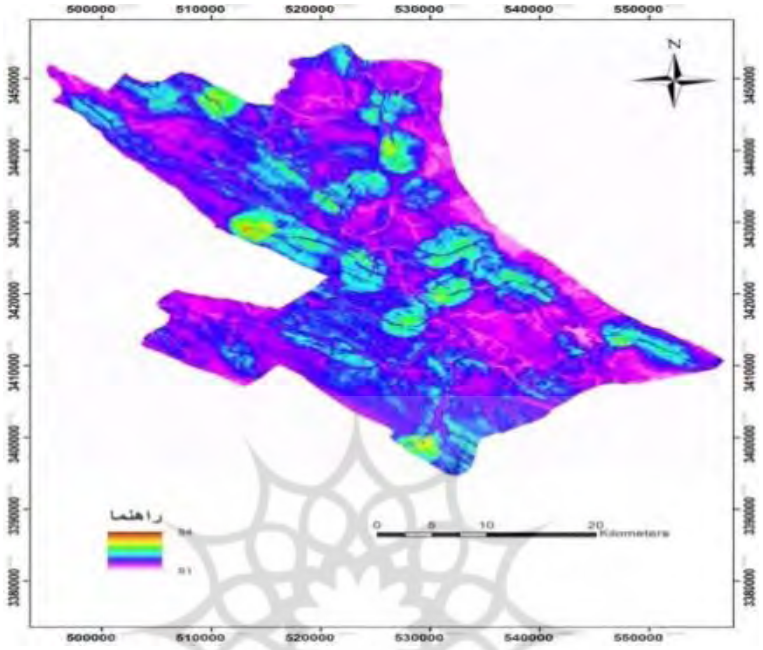
در شکل ۸ نقشه مناطق پتانسیل اکوتوریسم شهرستان دنا با استفاده از سناریوی تصمیم‌گیری بدبینانه ارائه شده است. در این سناریو اگر تعداد زیادی شاخص‌های گردشگری طبیعت (Many) مناسب باشد، آن منطقه در نقشه نهایی مناطق پتانسیل اکوتوریسم مناسب تشخیص داده می‌شود.



شکل ۸- نقشه مناطق پتانسیل اکوتوریسم در شهرستان دنا بر اساس سناریوی بدبینانه(Many, a=2)

- سناریوی تصمیم‌گیری خیلی بدبینانه (Most, a=10)

در شکل ۹ نقشه مناطق پتانسیل اکوتوریسم شهرستان دنا با استفاده از سناریوی تصمیم‌گیری خنثی ارائه شده است. در این سناریو اگر اغلب شاخص‌های گردشگری طبیعت (Most) مناسب باشد، آن منطقه در نقشه نهایی مناطق پتانسیل اکوتوریسم مناسب تشخیص داده می‌شود.



شکل ۹- نقشه مناطق پتانسیل اکوتوریسم در شهرستان دنا بر اساس سناریوی خیلی بدبینانه (Most, a=10)

- سناریوی تصمیم‌گیری به شدت بدبینانه (AND=MIN=All, a=1000)

در این سناریو اگر همه شاخص‌های گردشگری طبیعت (All) مناسب باشد، آن منطقه در نقشه نهایی مناطق پتانسیل اکوتوریسم مناسب تشخیص داده می‌شود. این سناریو کاملاً ریسک‌گریز است. بر اساس این سناریو هیچ منطقه‌ای در شهرستان دنا برای توسعه گردشگری طبیعت مناسب تشخیص داده نشد.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه تعیین مناطق بالقوه توسعه گردشگری طبیعت در شهرستان دنا با استفاده از ۱۷ شاخص گردشگری طبیعت به روش آنالیز تصمیم‌گیری چند معیاره بررسی شده است. مطالعات متعدد انجام شده در ارتباط با روش‌های تصمیم‌گیری ارزیابی چند معیاره برای توسعه روش‌های آنالیز تناسب اراضی اکوتوریسم نشان می‌دهد که قواعد متفاوت ارزیابی به طور قابل ملاحظه‌ای الگوهای متفاوت آنالیز تناسب را تولید می‌کنند که در این مطالعه از فرایند تحلیل شبکه‌ای و کمیت‌سنج‌های فازی برای تعیین وزن نسبی و وزن ترتیبی شاخص‌ها استفاده شد. با اتخاذ وزن-های نسبی و ترتیبی شاخص‌ها و تلفیق نقشه آنها، مناطق پتانسیل توسعه گردشگر طبیعی در هفت سناریوی تصمیم-گیری شامل سناریوی به شدت خوشبینانه، خیلی خوشبینانه، خوشبینانه، خنثی، بدبینانه، خیلی بدبینانه و به شدت بدبینانه تعیین شناسایی و اولویت‌بندی شد. قاعده تصمیم‌گیری در مورد اختصاص درجه شایستگی اکوتوریسم به یک منطقه در سناریوهای مختلف از نظر حداقل تعداد شاخص مناسب برای توسعه اکوتوریسم متفاوت است به این ترتیب که در سناریوی به شدت خوشبینانه وجود حداقل یک شاخص مناسب برای توسعه گردشگری طبیعت کافی

است، در حالی که در استراتژی به شدت بدبینانه باید همه شاخص‌های توسعه اکوتوریسم در یک منطقه مناسب باشند تا بتوان آن منطقه را از نظر شایستگی اکوتوریسم مناسب قلمداد کرد. بر اساس سناریوهای مختلف، تناسب اراضی شهرستان دنا برای اکوتوریسم، از شایستگی کل مساحت منطقه در سناریوی به شدت خوشبینانه تا تا نبود هیچ منطقه مناسبی در سناریوی تصمیم‌گیری به شدت بدبینانه است.

منابع

احمدی زاده، سید سعیدرضا. کریم زاده مطلق، زینب و علی، اشرفی. (۱۳۹۵). ارزیابی توان اکوتوریسم شهرستان بیرجند بر اساس طراحی سناریو و الگوریتم Fuzzy-OWA. پژوهش‌های محیط زیست، ش، ۱۳: ۳۱-۶۴.

حیدرزاده، نیما، (۱۳۸۰). مکان‌یابی محل دفن بهداشتی مواد زائد جامد شهری با استفاده از GIS، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم، تهران.

موسوی، زهرا. (۱۳۸۹). استفاده از روش ارزیابی چند معیاره در محیط GISبرای زون بندی منطقه ناژوان معیاره در شهر اصفهان .پایان نامه کارشناسی ارشد رشته محیط زیست، دانشکده شیلات، مرتع و محیطزیست، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ص ۱۰-۷۰.

Bali, A. Monavari, M. Riazi, B. Khorasani, N. & Kheirkhah Zarkesh, M. (2015). A Spatial Decision Support System for Ecotourism Development in Caspian Hyrcanian Mixed Forests Ecoregion. Boletim de Ciências Geodésicas, 21(2), 340-353.

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.

Dashti, S. Monavari, M. Hosseini, M. Riazi, B. & Momeni, M. (2013). Application of GIS, AHP, Fuzzy and WLC in Island Ecotourism Development (Case study of Qeshm Island, Iran). Life Science Journal, 10(1), 1274-1282.

Gorsevski, P.V. & Jankowski, P. (2010). An optimized solution of multi-criteria evaluation analysis of landslide susceptibility using fuzzy sets and Kalman filter. Computers & Geosciences, 36, 1005–1020.

Kumari, S. Behera, M.D. & Tewari, H.R. (2010). Identification of potential ecotourism sites in West District, Sikkim using geospatial tools. Trop. Ecology, 51(1), 75–85.

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

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

Piran, H. Maleknia, R. Akbari, H. Soosani, J. & Karami, O. (2013). Site selection for local forest park using analytic hierarchy process and geographic information system (case study: Badreh County). International Research Journal of Applied and Basic Sciences, 6(7), 930-935.

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.

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