



فصلنامه علوم محیطی، دوره هفدهم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸

۲۹-۴۴

## کاربرد فرآیند تحلیل شبکه‌ای و منطق فازی (ANP-FUZZY) در شناسایی منطقه‌های توسعه گردشگری طبیعت در شهرستان دنا

وحیبه قربان‌نیا خیبری<sup>۱</sup>، هومان لیاقتی<sup>۲\*</sup>، میرمهرداد میرسنجری<sup>۱</sup> و محسن آرمین<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران  
<sup>۲</sup> گروه اقتصاد، آموزش و سیاست محیط زیست، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران  
<sup>۳</sup> گروه مهندسی منابع طبیعی (آبخیزداری)، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۱۳

قربان‌نیا خیبری، و. ه. لیاقتی، م. م. میرسنجری و م. آرمین. ۱۳۹۸. کاربرد فرآیند تحلیل شبکه‌ای و منطق فازی (ANP-FUZZY) در شناسایی منطقه‌های توسعه گردشگری طبیعت در شهرستان دنا. فصلنامه علوم محیطی. ۱۷(۳): ۲۹-۴۴.

**سابقه و هدف:** گردشگری طبیعت (اکوتوریسم) نوعی از گردشگری است که بر جاذبه‌های طبیعی تأکید دارد و ویژگی محوری آن، ارتباط با طبیعت و وابستگی به مفهوم توسعه پایدار، ایجاد موقعیت‌های آموزش، بوم‌شناسی و قدرشناسی نسبت به مادر زمین است. با توجه به مفهوم توسعه گردشگری طبیعت پایدار، ارزیابی توان اکولوژیک و شناسایی ظرفیت‌های طبیعی هر منطقه به همراه برنامه ریزی صحیح می‌تواند منجر به بهره برداری پایدار و مستمر از عرصه‌های طبیعی و در عین حال رفع محرومیت، ایجاد اشتغال و کسب درآمد شود. شهرستان دنا در شمال استان کهگیلویه و بویراحمد با مساحتی بالغ بر ۱۵۷۷ کیلومتر مربع به دلیل برخورداری از پدیده‌های نادر و ارزشمند طبیعی از قابلیت و پتانسیل بالایی در زمینه گردشگری طبیعی برخوردار است که می‌تواند بعنوان چشم‌اندازی زیبا در همه فصل‌های سال پذیرای گردشگران و دوست‌داران طبیعت قرار گیرد.

**مواد و روش‌ها:** روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) این امکان را فراهم می‌آورد که معیارهای گوناگون بطور همزمان در تعیین بهترین گزینه و مناسب‌ترین شرایط به کار گرفته شوند. فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره با ساختار غیرخطی و روابط دو سویه است. در این مطالعه پس از بررسی روابط بین سنجه‌های مختلف توسعه گردشگری طبیعت و تعیین وزن نسبی آن‌ها با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای، اقدام به شناسایی منطقه‌های پتانسیل توسعه اکوتوریسم با استفاده از روش ترکیب خطی وزن دار (WLC) شد. اغلب همراه با روش WLC، تئوری مجموعه‌های فازی بمنظور استاندارد کردن سنجه‌ها به کار می‌رود.

**نتایج و بحث:** بر اساس ساختار مدل تصمیم‌گیری فرآیند تحلیل شبکه‌ای، سنجه حساسیت به وقوع زمین لغزش با وزن نسبی ۰/۳ و جهت جغرافیایی با وزن نسبی ۰/۱۴ به ترتیب بیشترین و کمترین اهمیت را در مورد شناسایی منطقه‌های پتانسیل توسعه گردشگری طبیعت در منطقه مورد مطالعه داشته‌اند. بر اساس استخراج وزن نسبی ۱۷ شاخص گردشگری طبیعت و تلفیق آن‌ها به روش ترکیب خطی وزن دار، بیشترین مساحت کلاس‌های گردشگری طبیعت به ترتیب به کلاس شایستگی تا حدی مناسب (S2)، نسبتاً مناسب (S3)، کاملاً مناسب (S4) و نامناسب (S1) اختصاص یافته است.

**نتیجه‌گیری:** در بیشتر تصمیم‌گیری‌ها مدیران به جای یک سنجه، خواستار بهینه‌کردن چندین سنجه هستند. بدیهی است که این

\*Corresponding Author: Email Address: h-liaghati@sbu.ac.ir

سنجه‌ها بدلیل داشتن مقیاس‌های مختلف با هم قابل مقایسه نبوده و حتی در برخی مسئله‌ها با یکدیگر متضاد می‌باشند به طوری که افزایش یک سنجه سبب کاهش سنجه دیگر می‌شود. بنابراین در تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه بطور معمول مدیران به دنبال گزینه‌ای هستند که بیشترین مزیت را برای همه معیارها بیان کند. در روش وزن دهی AHP، وابستگی معیارها، سنجه‌ها و گزینه‌ها بصورت خطی و از پایین به بالا یا بالا به پایین است. در این مطالعه مشخص شد که وابستگی سنجه‌های مؤثر بر توسعه گردشگری طبیعت دو طرفه و تشکیل یک شبکه یا سیستم غیر خطی (سیستم بازخورد) را می‌دهد که در این صورت برای محاسبه وزن عناصرها باید از تئوری شبکه‌ها استفاده کرد. همانند دیگر تحقیق‌های گذشته نتایج این تحقیق نیز نشان داد که استفاده همزمان از منطق فازی و روش ANP در تعیین ارجحیت و وزن معیارها نسبت به یکدیگر شرایط منطقی‌تر و انعطاف‌پذیرتری را برای ارزیابی به روش WLC فراهم می‌کند. مقایسه نتایج این پژوهش با دیگر مطالعات نشان داد که سنجه‌های اثرگذار بر توسعه اکوتوریسم در منطقه‌های مختلف متفاوتند.

**واژه‌های کلیدی:** گردشگری طبیعت، فرآیند تحلیل شبکه‌ای، منطق فازی، سنجه، شهرستان دنا.

## مقدمه

درآمد از راه‌های مختلف اقدام شود. ارزیابی توان محیط زیستی فرآیندی برای تنظیم رابطه انسان با طبیعت و از بین بردن تعارض بین کاربری‌های ممکن برای رسیدن به توسعه پایدار تلقی می‌شود. بدیهی است ایجاد هماهنگی بین رابطه انسان و طبیعت و بین انواع کاربری‌های ممکن نیاز به شناخت توان اکولوژیک طبیعت و ارزیابی آن‌ها دارد تا بتوان ضمن تعیین انواع کاربری‌های مناسب، مطلوب‌ترین آن‌ها را در نظر گرفت (Madjooonian, 2001). تصمیم‌گیری و برنامه ریزی در توسعه صنعت گردشگری طبیعت بدلیل روابط درونی با پدیده‌های مختلف از جمله مردم محلی، ذینفعان، فرهنگ محلی و محیط طبیعی به میزان زیادی پیچیده است. روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)<sup>۲</sup> این امکان را فراهم می‌آورد که معیارهای گوناگون بطور همزمان در تعیین بهترین گزینه و مناسب‌ترین شرایط به کار گرفته شوند. فرآیند تحلیل شبکه‌ای<sup>۳</sup> یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است که شکل کلی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)<sup>۴</sup> است. AHP یک تکنیک معروف است که مسئله‌های تصمیم‌گیری را به چندین سطح می‌شکند بطوری که آن‌ها یک سلسله مراتب با روابط یک سویه (یک جهت) را بین سطح‌ها شکل می‌دهند (Aragonés-Beltrán *et al.*, 20110) ولی ANP یک ساختار غیر خطی با روابط دو سویه است. بنابراین نوآوری اصلی ANP، ساختار شبکه‌ای آن است که پژوهشگر را قادر می‌سازد روابط بین عناصر (مؤلفه‌ها) قرار گرفته در خوشه‌های مختلف و وابستگی بین عناصر را در همان خوشه را مورد بررسی قرار دهد (Nekhay *et al.*, 2009; Tseng, 2009).

گردشگری طبیعت<sup>۱</sup> (اکوتوریسم) نوعی از گردشگری است که بر جاذبه‌های طبیعی تأکید دارد (Weaver, 2008) و ویژگی محوری آن، ارتباط با طبیعت و وابستگی به مفهوم توسعه پایدار، ایجاد موقعیت‌های آموزش، بوم‌شناسی و قدرشناسی نسبت به مادر زمین است (Banerjee *et al.*, 2002). توسعه پایدار از طریق توسعه گردشگری و بویژه اکوتوریسم در حالی که می‌تواند روند تخریب محیط زیست و منبع‌های طبیعی را کندتر و یا برطرف نماید، ابعاد حفاظتی را نیز با توجه به هماهنگی بین حفاظت و انواع گردشگری ملحوظ نموده و در عین حال سبب ایجاد اشتغال و فعالیت‌های خدماتی و افزایش درآمد گردد. تجربیات دیگر منطقه‌های جهان نیز نشان داده است که توسعه گردشگری در هر منطقه موجب رشد و پیشرفت اقتصادی-اجتماعی آن ناحیه گردیده است، بدین منظور گسترش صنعت گردشگری بعنوان صنعتی فرابخش که با حوزه‌های مختلف نظیر اقتصاد، کشاورزی، فرهنگ، محیط زیست و خدمات در تعامل است، می‌تواند بعنوان یکی از ابزارهای اصلی توسعه مورد توجه قرار گیرد. شهرستان دنا بدلیل برخورداری از پدیده‌های نادر و ارزشمند طبیعی از قابلیت و پتانسیل بالایی در زمینه‌های مختلف برخوردار است که بعنوان چشم‌اندازی زیبا در تمام فصل‌های سال می‌تواند پذیرای گردشگران و دوست داران طبیعت قرار بگیرد. بنابراین با توجه به محرومیت روستاهای شهرستان دنا و درصد بالای بیکاری در این منطقه، لازم است با استفاده از همه امکانات و قابلیت‌ها برای رفع محرومیت، ایجاد اشتغال و کسب

به شهرستان بویراحمد محدود می‌شود. 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 سی - سخت مرکز شهرستان دنا به سبب موقعیت جغرافیایی و قرارگیری در دامنه کوه دنا دارای هوای مطبوع و خوشایند، آب سالم و فراوان است. کمترین دمای مطلق ۲۷- و بیشترین آن ۴۹ درجه سانتی گراد، بارندگی از ۶۰۰ تا ۱۲۰۰ میلی متر 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 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 (Bahmanpour, 2015).

### روش تحقیق

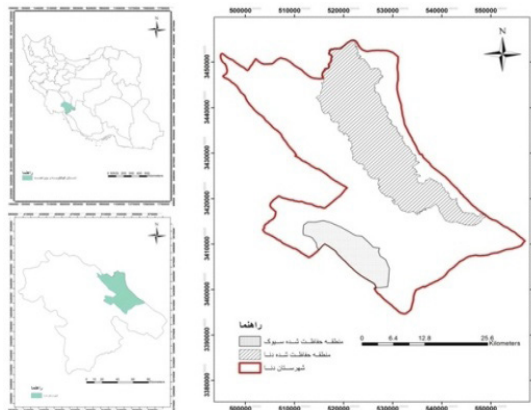
برای شناسایی منطقه‌های بالقوه گردشگری طبیعت، نیاز به انتخاب سنجه‌های شناسایی و بکار بردن قوانین تصمیم‌گیری مکانی بر اساس سنجه‌ها است. تصمیم‌گیری‌ها در مورد اولویت‌ها با توجه به مفهوم توسعه گردشگری طبیعت پایدار صورت می‌گیرد بطوری که منجر به مدیریت پیش بینی همه منابع‌ها شود که چنین رویکردی می‌تواند ضمن حفظ تمامیت فرهنگی، فرآیندهای محیط زیستی ضروری، تنوع زیستی بیولوژیکی و سیستم حمایت از زندگی، همه نیازهای اقتصادی، اجتماعی و زیبایی شناسی را نیز تحقق ببخشد. در این روش بعد از تهیه نقشه سنجه‌های ارزیابی پتانسیل گردشگری طبیعت نیاز به ایجاد اهمیت نسبی هر سنجه بر حسب وزنی است که تعیین کننده نقش یا سهم آن برای انتخاب مکان‌های بالقوه گردشگری طبیعت است. برای تعیین اهمیت نسبی سنجه‌های مورد استفاده در تعیین منطقه‌های پتانسیل گردشگری طبیعت از تکمیل پرسش نامه و تکنیک فرآیند تحلیل شبکه‌ای در نرم افزار Super deci-sion استفاده شده است. یکی از محدودیت‌های جدی AHP این است که وابستگی‌های متقابل بین عنصرهای تصمیم یعنی وابستگی معیارها، زیرمعیارها، سنجه‌ها و گزینه‌ها را در نظر نمی‌گیرد و ارتباط بین عنصرهای تصمیم را سلسله مراتبی

(Aliani et al. 2016) در مطالعه‌ای به ارزیابی توان سرزمین برای شناسایی منطقه‌های مناسب توسعه گردشگری با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای پرداختند. نتایج به دست آمده نشان داد که معیارهای اکولوژیکی در مجموع ۰/۶۴ از وزن نهایی را به خود اختصاص داده و این نشانه دخالت بیشتر معیارهای اکولوژیکی در ایجاد قابلیت برای اکوتوریسم می‌باشد. همچنین از کل سطح عرصه ۷۵/۲ درصد دارای توان برای توسعه اکوتوریسم و ۲۴/۸ درصد از سطح منطقه بدون توان می‌باشد. از منطقه‌های با قابلیت قابل قبول از نظر کاربری اکوتوریسم، حدود ۳۰/۳۲ درصد از سطح منطقه دارای توان زیاد می‌باشد. Yang and Tzeng (2011) برای حل مسئله‌های وابستگی بازخورد متناسب با دنیای واقعی از ANP برای غلبه بر وابستگی درونی و بازخورد بین معیارها و گزینه‌ها در روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده کردند. در این مطالعه پس از بررسی روابط بین سنجه‌های مختلف توسعه گردشگری طبیعت و تعیین وزن نسبی آن‌ها با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای، اقدام به شناسایی منطقه‌های پتانسیل توسعه اکوتوریسم با استفاده از روش ترکیب خطی وزن دار (WLC)<sup>۵</sup> می‌شود. اغلب همراه با روش WLC، تئوری سری‌های فازی<sup>۶</sup> به منظور استاندارد کردن معیارها به کار می‌رود. در واقع ترکیب لایه‌های مختلف نیازمند وجود تناسب در مقیاس‌ها است. در منطق فازی مسأله قطعیت موجود در منطق بولین<sup>۷</sup> وجود ندارد و هر لایه در مقیاسی بین صفر و ۲۵۵ درجه بندی می‌شود. در این مقیاس‌ها اعداد بزرگ‌تر مطلوبیت بیشتری خواهند داشت یعنی عدد ۲۵۵ از بالاترین مطلوبیت و عدد صفر مطلوبیت ندارد و طیفی از رنگ‌ها بین این دو عدد قرار می‌گیرند (Malczewski, 2009).

### مواد و روش‌ها

#### معرفی منطقه مورد مطالعه

شهرستان دنا در شمال استان کهگیلویه و بویراحمد واقع شده و دارای مساحتی بالغ بر ۱۵۷۷ کیلومتر مربع است. این شهرستان از شمال به شهرستان سمیرم در استان اصفهان و شهرستان لردگان در استان چهارمحال و بختیاری و از جنوب



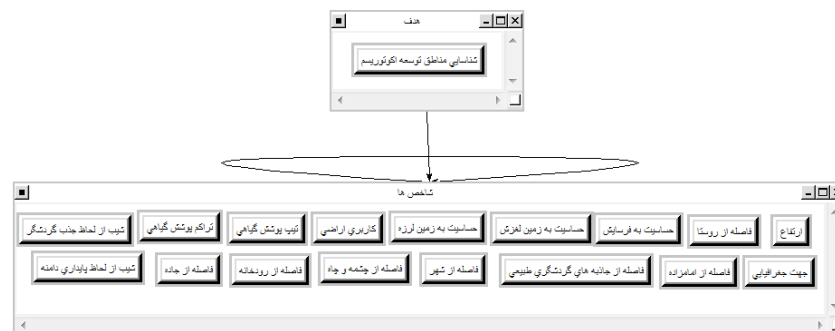
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی شهرستان دنا در کشور ایران و استان کهگیلویه و بویراحمد  
 Fig. 1- Geographical position of Dena County in Iran and Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad Province

کشاورزی و علوم اجتماعی دانشگاه یاسوج و همچنین 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.

### تهیه نقشه سنج‌های گردشگری طبیعت

نقشه ارتفاع از سطح دریا از نقشه توپوگرافی تهیه شده است. نقشه تیپ پوشش گیاهی با استفاده از اطلاعات کارشناسان اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری و اداره کل حفاظت محیط زیست استان کهگیلویه و بویراحمد و مستندات پروژه حفاظت از تنوع زیستی زاگرس مرکزی تهیه شد. برای نمایش تراکم پوشش گیاهی از سنج NDVI استفاده شده است. برای تهیه نقشه سنج NDVI<sup>۸</sup> و کاربری زمین‌ها و پوشش زمین شهرستان دنا از تصویر سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ سال

و یک طرفه فرض می‌کند. در روش ANP، تعیین وزن نسبی معیارها و سنج‌ها نیز به همان روش AHP صورت گرفته و تنها تفاوت در ترسیم ساختار مدل تصمیم‌گیری است. در این تحقیق پس از مقایسه زوجی سنج‌ها توسط کارشناسان مرتبط از طریق تکمیل پرسشنامه‌ها، ساختار مدل تصمیم‌گیری در نرم افزار Super decision ترسیم گردید (شکل ۲)، سپس ماتریس دودویی تشکیل و قضاوت‌های کارشناسان در رابطه با میزان اهمیت سنج‌ها در درون ماتریس قرار گرفت و میزان ناسازگاری محاسبه شد، برای پرسشنامه‌هایی که ضریب ناسازگاری آن‌ها کمتر از ۰/۱ بود، با گرفتن میانگین هندسی از وزن اختصاص داده به هر پارامتر، اهمیت سنج‌ها استخراج و درون ماتریس مقایسات زوجی قرار گرفت و وزن شان استخراج گردید. برای تکمیل پرسش نامه از ۵۰ نفر از اعضای هیأت علمی و دانشجویان کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری در رشته‌های مرتبط شامل مهندسی منابع طبیعی، مهندسی



شکل ۲- ساختار شبکه‌ای مدل تصمیم‌گیری تعیین منطقه‌های مناسب اکوتوریسم در نرم افزار Super decision با استفاده از سنج‌های توسعه گردشگری طبیعت  
 Fig. 2- Network structure of decision making for determination of ecotourism suitable areas in Super decision software using ecotourism development indices

منطقه مورد مطالعه نیز از نقشه‌ای که در مقیاس استان کهگیلویه و بویراحمد تهیه شده (Poorkermani *et al.*, 2013) استخراج شده است. این نقشه به سه کلاس طبقه بندی و کلاس یک به منطقه‌هایی که احتمال زمین لرزه کمتر است، اختصاص داده شد. نقشه فاصله از راه‌ها در سه سطح فاصله‌ای بافر صفر تا ۱۵۰ متری با هدف ملاحظات ایمنی و بکر بودن طبیعت، نزدیک ۱۵۰ تا ۳۰۰ متری، دور بیش از ۳۰۰ متر تهیه شده است. با بررسی‌های صحرایی و اذعان کارشناسان استانی در سازمان‌های مرتبط با موضوع، بخش زیادی از گردشگران با هدف استفاده از آب و هوای مطبوع، سواحل و کناره رودخانه‌ها را بعنوان یک منطقه اسکان موقت بمنظور سرو غذا و یک تفریح کوتاه مدت در نظر می‌گیرند. نقشه شبکه آب‌ها و رودخانه‌ها نیز در محیط نرم افزار Arc Map تهیه و سپس نقشه فاصله از رودخانه‌ها نیز در چهار سطح فاصله‌ای بافر صفر تا ۱۰۰ متری با هدف ملاحظات محیط زیستی و ایمنی، نزدیک ۱۰۰ تا ۵۰۰ متری، متوسط ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ متری و دور بیش از ۱۵۰۰ متر تهیه شده است. با استفاده از بانک اطلاعاتی موجود در سازمان‌های زیربند استانی بویژه شرکت آب و منطقه‌ای، موقعیت جغرافیایی منبع‌های آب شامل (چشمه و چاه) ثبت و نقشه آن در قالب یک فایل نقطه‌ای در محیط نرم افزار Arc Map تهیه و سپس نقشه فاصله از منابع آب در سه سطح فاصله‌ای نزدیک صفر تا ۱۵۰۰ متری، متوسط ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ متری و دور بیش از ۳۰۰۰ متری تهیه شده است. شهر سی سخت بعنوان مرکز شهرستان دنا تنها شهر موجود در منطقه مورد مطالعه است. در این شهر تسهیلاتی برای اسکان و خرید گردشگران از جمله هتل سیمرخ، طرح بوم گردی رئیس، اقامتگاه شهرداری، تپه قلات و بازارچه‌های گردشگری خرید صنایع دستی و سرو غذاهای بومی محلی وجود دارد. پس از ترسیم محدوده شهر سی سخت در محیط نرم افزار Google Earth، نقشه موقعیت آن در قالب یک نقشه پلی گونی در محیط نرم افزار Arc Map تهیه و سپس نقشه فاصله از آن در دو سطح فاصله‌ای نزدیک (صفر تا ۳۰۰۰ متری) و دور (بیش از ۳۰۰۰ متری) تهیه شده است. لازم به بیان است که در تفکیک زمین‌های اطراف شهرها از نظر پتانسیل طبیعت گردی بطور معمول باید محدوده‌ای را که تحت تأثیر عملیات و اقدام‌های شهری شدن

۲۰۱۶، شامل سین‌های با ۳۸/۱۶۴ path/row و ۳۹/۱۶۴ در وب سایت سازمان زمین-شناسی آمریکا (USGS) از تارنمای <https://earthexplorer.usgs.gov> و در محیط نرم افزار Edrisi Selva 17 استفاده شد. پس از آشکارسازی تصویرها اقدام به طبقه بندی تصاویر با استفاده از دو روش طبقه بندی نظارت نشده و نظارت شده گردید که طبقه بندی نظارت نشده به روش ISOCLUST و طبقه بندی نظارت شده به روش طبقه بندی بیشترین احتمال انجام شد. نقشه شیب با استفاده از مدل رقومی ارتفاع (DEM) در محیط نرم افزار Arc Map تهیه و طبقه بندی شد. پیچیدگی منطقه برحسب شیب یک عامل بسیار مهم در تجزیه و تحلیل شایستگی برای اکوتوریسم است، این عامل درجه‌های مختلفی را نشان می‌دهد. در استفاده از نقشه شیب برای تهیه نقشه جذب گردشگری طبیعت، کلاس یک (شایستگی مناسب) به شیب‌های بالاتر داده شد چون صخره‌ها و چشم‌انداز دیوارهای آویزان در شیب‌های تند ایجاد می‌شوند که یک منظره زیبای خوبی ایجاد می‌کنند و جذب اکوتوریسم بیشتری دارند (Kumari *et al.*, 2010). در برآورد مقدار انعطاف پذیری (مقاومت) محیط از نظر شیب، وزن بیشتر به شیب‌های کمتر اختصاص داده می‌شود و بر عکس. بنابراین نقشه شیب به پنج کلاس طبقه بندی و کلاس یک به مناطقی که شیب کمتری داشتند، اختصاص داده شد. نقشه جهت جغرافیایی نیز با استفاده از مدل رقومی ارتفاع بر اساس جهت‌های مناسب برای اکوتوریسم به پنج کلاس طبقه بندی شد. نقشه پایداری سنگ و خاک بر اساس نقشه واحدهای سنگ شناسی منطقه مورد مطالعه (استخراج از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین شناسی کشور) و جدول طبقه بندی حساسیت ذاتی واحدهای سنگ و خاک به فرسایش (Peyrowan *et al.*, 2012) تهیه شد. در نقشه زمین لغزش به زون‌های مختلف وزنی اختصاص داده می‌شود. زون‌های با احتمال زمین لغزش کم انعطاف پذیرتر محسوب می‌شوند زیرا می‌توانند فشار انسانی بیشتری را تحمل کنند. نقشه زمین لغزش منطقه مورد مطالعه از نقشه تهیه شده در مقیاس استان کهگیلویه و بویراحمد (Armin, 2014) تهیه شده است. این نقشه نیز به چهار کلاس طبقه بندی شد که کلاس یک به منطقه‌های بدون خطر اختصاص داده شد. نقشه زمین لرزه

جدول ۱- سنجش‌های مورد استفاده، شکل و نوع تابع عضویت استاندارد سازی آن‌ها  
Table 1. Used indices and the form and type of their standardization membership function

شکل و نوع تابع عضویت Type and shape of membership function	محدودیت لایه‌های سنجه Limitation of indices layers	مطلوبیت Suitability	سنجه‌ها Indices
تعریف شده توسط کاربر		۱۳۲۰ تا ۲۰۰۰ معادل ۲۵۵، ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ معادل صفر	ارتفاع Elevation from sea level
تعریف شده توسط کاربر		۰/۱۶۸- تا ۰/۰۵ معادل صفر، ۰/۰۵ تا ۰/۴ معادل صفر تا ۲۵۵، ۰/۴ تا ۰/۶ معادل ۲۵۵	تراکم پوشش گیاهی Vegetation cover density
تعریف شده توسط کاربر		تیپ پوششی Quercus Bran- ti-Amygdalus sp معادل ۲۵۵- سایر تیپ‌ها پوششی معادل ۱۵۳	تیپ پوشش گیاهی Vegetation cover type
تعریف شده توسط کاربر		جنگل معادل ۲۵۵، مراتع معادل ۱۵۳، باغ و زراعت معادل ۱۰۲، اراضی مسکونی معادل ۵۱	کاربری زمین‌ها و پوشش زمین Land use/land cover
تعریف شده توسط کاربر		صفر تا ۸ درجه معادل صفر، ۸ تا ۱۴ درجه معادل صفر تا ۲۵۵، بیش از ۱۴ درجه معادل ۲۵۵	شیب (از لحاظ جذب گردشگر) Slope (in terms of tourist attraction)
تعریف شده توسط کاربر		جهت شرقی معادل ۲۵۵، جهت شمالی معادل ۲۰۴، جهت غربی معادل ۱۰۲، جهت جنوبی معادل ۵۱	جهت جغرافیایی Geographical direction
تعریف شده توسط کاربر		صفر تا ۱۵ درصد معادل ۲۵۵، ۱۵ تا ۸۰ درصد معادل صفر تا ۲۵۵، بیش از ۸۰ درصد معادل صفر	شیب (از لحاظ پایداری دامنه) Slope (in terms of hill stability)
تعریف شده توسط کاربر		پایداری خیلی زیاد معادل ۲۵۵، پایداری زیاد معادل ۲۰۴، پایداری متوسط معادل ۱۰۲، پایداری کم معادل ۵۱	حساسیت به فرسایش Sensitivity of rock and soil to erosion
تعریف شده توسط کاربر		بدون خطر معادل ۲۵۵، خطر بسیار کم معادل ۲۰۴، خطر کم معادل ۱۵۳، خطر متوسط معادل ۱۰۲	حساسیت به زمین لغزش Sensitivity to landslide
تعریف شده توسط کاربر		حساسیت کم معادل ۲۵۵، حساسیت متوسط معادل ۱۲۷/۵، حساسیت زیاد معادل ۲۵/۵	حساسیت به زمین لرزه Sensitivity to earthquake
کاهنده - خطی یکنواخت	بافر از محور جاده تا ۱۵۰ متر	۱۵۰ تا ۳۰۰۰ متر معادل ۲۵۵، ۳۰۰۰ تا ۹۰۰۰ متر معادل صفر تا ۲۵۵، بیش از ۹۰۰۰ متر معادل صفر	فاصله از جاده (متر) Distance from road
کاهنده - خطی یکنواخت	بافر از محور رودخانه تا ۱۰۰ متر	۱۰۰ تا ۵۰۰ متر معادل ۲۵۵، ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ متر معادل صفر تا ۲۵۵، بیش از ۱۵۰۰ متر معادل صفر	فاصله از رودخانه (متر) Distance from river
کاهنده - خطی یکنواخت		صفر تا ۱۵۰۰ متر معادل ۲۵۵، ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ متر معادل صفر تا ۲۵۵، بیش از ۳۰۰۰ متر معادل صفر	فاصله از چشمه و چاه (متر) Distance from well and spring
کاهنده - خطی یکنواخت		صفر تا ۱۰۰۰ متر معادل صفر تا ۲۵۵، بیش از ۱۰۰۰ متر معادل صفر	فاصله از روستا Distance from village
کاهنده - خطی یکنواخت	بافر محدوده شهر	صفر تا ۳۰۰۰ متر معادل صفر تا ۲۵۵، بیش از ۳۰۰۰ متر معادل صفر	فاصله از شهر Distance from city
کاهنده - خطی یکنواخت		صفر تا ۱۰۰۰ متر معادل ۲۵۵، ۱۰۰۰ تا ۲۵۰۰ متر معادل صفر تا ۲۵۵، بیش از ۲۵۰۰ متر معادل صفر	فاصله از جاذبه‌های گردشگری طبیعی Distance from natural tourism attractions
کاهنده - خطی یکنواخت		صفر تا ۱۰۰۰ متر معادل ۲۵۵، ۱۰۰۰ تا ۲۵۰۰ متر معادل صفر تا ۲۵۵، بیش از ۲۵۰۰ متر معادل صفر	فاصله از امامزاده Distance from holy places

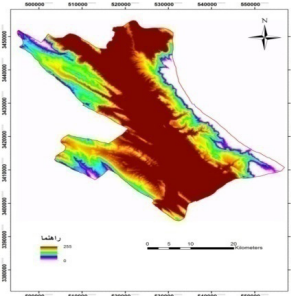


(۱)

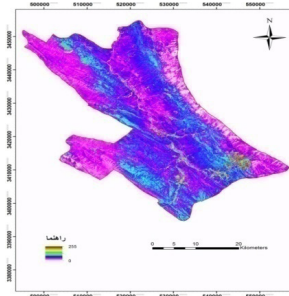
$$EP = \{w_e(E) + w_{dt}(DT) + w_{tv}(TV) + w_{lulc}(LULC) + w_{sa}(SA) + w_a(A) + w_{ss}(SS) + w_{se}(SE) + w_{sl}(SL) + w_{ser}(SER) + w_{dro}(DRO) + w_{dri}(DRI) + w_{dsp}(DSP) + w_{dvi}(DVI) + w_{dci}(DCI) + w_{dnta}(DNTA) + w_{dhp}(DHP)\}$$

که در آن EP درجه شایستگی گردشگری طبیعت،  $w_e(E)$  حاصلضرب وزن نسبی و نقشه استاندارد شده سنجه ارتفاع از سطح دریا،  $w_{dt}(DT)$  حاصلضرب وزن نسبی و نقشه استاندارد شده شاخص تراکم پوشش گیاهی،  $w_{tv}(TV)$  حاصلضرب وزن نسبی و نقشه استاندارد شده سنجش تیپ پوشش گیاهی،  $w_{lulc}(LULC)$  حاصلضرب وزن نسبی و نقشه استاندارد شده سنجش کاربری زمین‌ها و پوشش زمین،  $w_{sa}(SA)$  حاصلضرب وزن نسبی و نقشه استاندارد شده شیب از لحاظ جذب گردشگر،  $w_a(A)$  حاصلضرب وزن نسبی و نقشه استاندارد شده سنجش جهت جغرافیایی،  $w_{ss}(SS)$  حاصلضرب وزن نسبی و نقشه استاندارد شده شیب از لحاظ پایداری دامنه،  $w_{se}(SE)$  حاصلضرب وزن نسبی و نقشه استاندارد شده حساسیت نسبت به فرسایش،  $w_{sl}(SL)$  حاصلضرب وزن نسبی و نقشه استاندارد شده حساسیت نسبت به زمین لغزش،  $w_{ser}(SER)$  حاصلضرب وزن نسبی و نقشه استاندارد شده حساسیت نسبت به زمین لرزه،  $w_{dro}(DRO)$  حاصلضرب وزن نسبی و نقشه استاندارد شده فاصله از جاده،  $w_{dri}(DRI)$  حاصلضرب وزن نسبی و نقشه استاندارد شده فاصله از رودخانه،  $w_{dsp}(DSP)$  حاصلضرب وزن نسبی و نقشه استاندارد شده فاصله از چشمه و چاه،  $w_{dvi}(DVI)$  حاصلضرب وزن نسبی و نقشه استاندارد شده فاصله از روستا،  $w_{dci}(DCI)$  حاصلضرب وزن نسبی و نقشه استاندارد شده فاصله از شهر،  $w_{dnta}(DNTA)$  حاصلضرب وزن نسبی و نقشه استاندارد شده فاصله از جاذبه‌های گردشگری طبیعی و  $w_{dhp}(DHP)$  حاصلضرب وزن نسبی و نقشه استاندارد شده فاصله از اماکن مقدس (مامزاده‌ها) است. در انتهای این فرآیند، نقشه شایستگی برای توسعه گردشگری طبیعت تولید می‌شود که درجه شایستگی بصورت کاملاً مناسب (S4)، نسبتاً مناسب (S3) تا

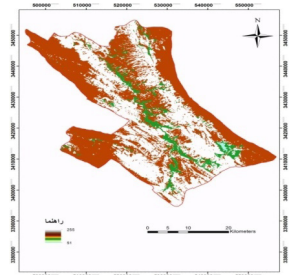
قرار گرفته و از حالت بکر و طبیعی خارج شده را بعنوان یک منطقه بافر برای شهر و بدون پتانسیل گردشگری در نظر گرفت ولی شهر سی سخت از این نظر مستثنی است و وجود جنگل و باغ‌ها در محدوده نزدیک به آن نمایی کاملاً طبیعی و دست نخورده دارد و از این لحاظ برای گردشگری طبیعت پتانسیل بالایی دارد. از آنجائی که روستاهای منطقه دنا بیشتر در دل کوه و با کمترین میزان تخریب و دست خوردگی طبیعت هستند و همچنین با هدف دسترسی به جاده‌ها و استفاده از کمترین امکانات بویژه منابع‌های آبی و استفاده از غذاهای محلی، معمولاً زمین‌های اطراف روستاها محل تمرکز گردشگران زیادی هستند و بنابراین موقعیت جغرافیایی روستاهای موجود در منطقه دنا در قالب یک نقشه نقطه‌ای در محیط نرم افزار Arc Map تهیه و سپس نقشه فاصله از آن‌ها در دو سطح فاصله‌ای نزدیک (صفر تا ۱۰۰۰ متری) و دور (بیش از ۱۰۰۰ متری) تهیه شده است. با استفاده از اطلاعات سازمان میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری و اداره کل حفاظت محیط زیست استان کهگیلویه و بویراحمد و همچنین پرس جو از آژانس‌های مسافرتی و مردم مطلع محلی، ۳۸ نقطه بعنوان مهمترین نقاط پرتراکم حضور گردشگران در منطقه شناسایی و موقعیت آن‌ها با استفاده از GPS برداشت و در نرم افزار Google Earth مشخص و سپس نقشه نقطه‌ای آن‌ها در محیط نرم افزار Arc Map تهیه شد. اگر ناحیه‌ای، جاذبه‌های گردشگری بیشتری داشته باشد می‌تواند گردشگر بیشتری جذب کند. برای تعیین تنوع جاذبه‌های یک سیمای منظر، تجزیه و تحلیل میدان دید (Viewshed) انجام می‌شود. بنابراین نقشه فاصله از این منطقه‌ها در چهار سطح فاصله‌ای نزدیک (تا ۱۰۰۰ متر)، متوسط (۱۰۰۰ تا ۲۵۰۰ متری)، دور (۲۵۰۰ تا ۵۰۰۰ متری) و خیلی دور (بیش از ۵۰۰۰ متری) تهیه شده است. سنجه‌های مورد استفاده برای تهیه نقشه گردشگری طبیعت و روش استاندارد سازی هر کدام از آن‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. با توجه به مفاهیم بالا، منطقه‌های پتانسیل توسعه گردشگری طبیعت در شهرستان دنا بر اساس ترکیب خطی سنجه‌های استاندارد شده (فازی سازی) و تعیین وزن نسبی آن‌ها از فرآیند تحلیل شبکه‌ای تعیین می‌شود (رابطه ۱).



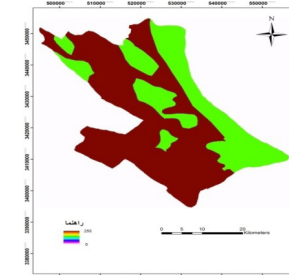
نقشه استاندارد شده تراکم پوشش گیاهی  
Standardized map of vegetation cover density



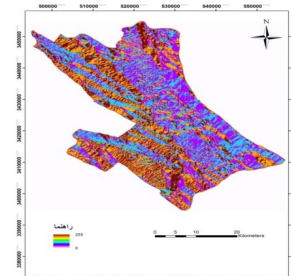
نقشه استاندارد شده ارتفاع از سطح دریا  
Standardized map of elevation from sea level



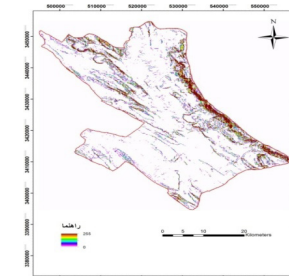
نقشه استاندارد شده کاربری زمین‌ها و پوشش زمین  
Standardized map of land use/land cover



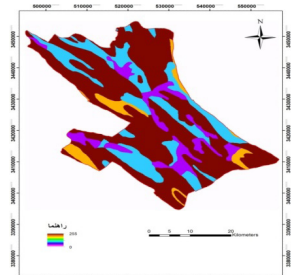
نقشه استاندارد شده تیپ پوشش گیاهی  
Standardized map of vegetation cover type



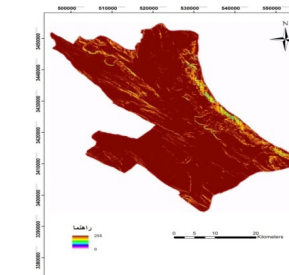
نقشه استاندارد شده جهت جغرافیایی  
Standardized map of geographical direction



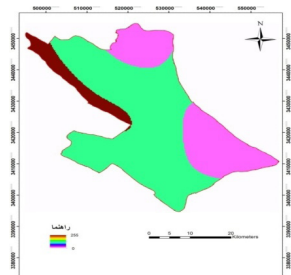
نقشه استاندارد شده شیب از لحاظ گردشگری  
Standardized map of slope in term of tourism



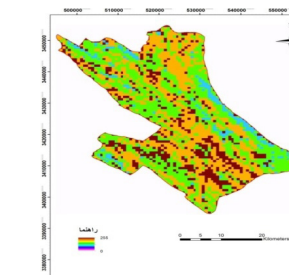
نقشه استاندارد شده حساسیت سنگ و خاک به فرسایش  
Standardized map of sensitivity of rock and soil to erosion



نقشه استاندارد شده شیب از لحاظ پایداری دامنه  
Standardized map of slope in term of stability

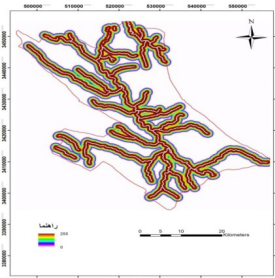


نقشه استاندارد شده حساسیت به زمین لرزه  
Standardized map of sensitivity to earthquake

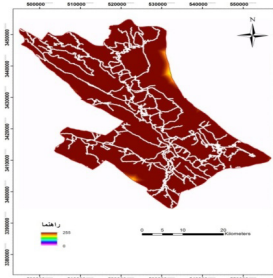


نقشه استاندارد شده حساسیت به زمین لغزش  
Standardized map of sensitivity to landslide

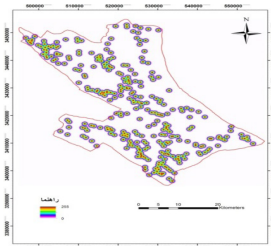




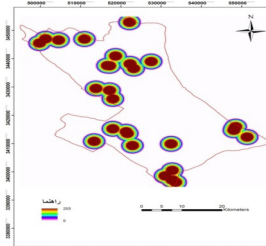
نقشه استاندارد شده فاصله از رودخانه  
Standardized map of distance from river



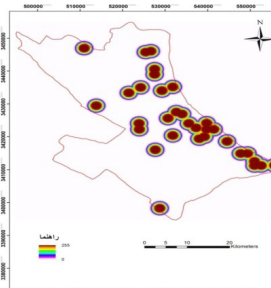
نقشه استاندارد شده فاصله از جاده  
Standardized map of distance from road



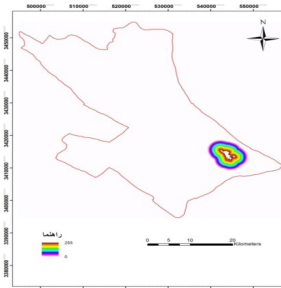
نقشه استاندارد شده فاصله از روستا  
Standardized map of distance from village



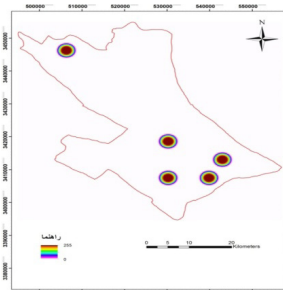
نقشه استاندارد شده فاصله از چشمه و چاه  
Standardized map of distance from well and spring



نقشه استاندارد شده فاصله از جاذبه های گردشگری طبیعی  
Standardized map of distance from natural tourism attractions



نقشه استاندارد شده فاصله از شهر  
Standardized map of distance from city



نقشه استاندارد شده فاصله از امامزاده  
Standardized map of distance from holy places

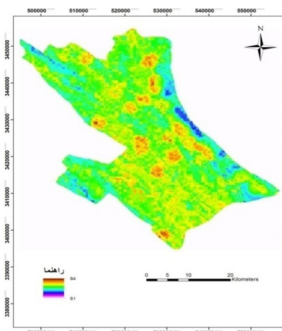
شکل ۳- نقشه استاندارد شده سنجه های گردشگری طبیعت  
Fig. 3- Standardized maps of ecotourism indices

دنا و ارتفاعات پایین نیز بطور عمده در مرکز منطقه و در امتداد مسیر رودخانه بشار است. بررسی تیپ های گیاهی در شهرستان دنا نشان داد که تیپ پوشش گیاهی - *Quercus Branti* - *Amyg-* به *Acer Monspensulanum* - *Pistacia Atlantica* - *dalus sp*

حدی مناسب (S2) و نامناسب (S1) طبقه بندی خواهد شد.

### نتایج و بحث

تغییرات ارتفاع از سطح دریا در شهرستان دنا از ۱۳۲۰ تا ۴۲۸۳ متر از سطح دریا است. بیشترین ارتفاعات در امتداد رشته کوه



شکل ۴- نقشه منطقه‌های پتانسیل اکوتوریسم در شهرستان دنا با استفاده از روش FUZZY-ANP  
 Fig. 4- Map of ecotourism potential areas in Dena County using FUZZY-ANP

جدول ۳- وزن‌های محاسبه شده برای سنجش‌های اکوتوریسم با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای  
 Table 3- Calculated weights for ecotourism indicators using analytical network process

وزن نسبی Relative weight	شاخص‌های گردشگری طبیعت Ecotourism indices
0.3	حساسیت به زمین لغزش Sensitivity to landslide
0.13	فاصله از جاذبه‌های گردشگری Distance from natural tourism attractions
0.12	تراکم پوشش گیاهی Vegetation cover density
0.08	ارتفاع از سطح دریا Elevation from sea level
0.064	تیب پوشش گیاهی Vegetation cover type
0.05	کاربری زمین‌ها و پوشش زمین Land use/land cover
0.044	فاصله از چشمه و چاه Distance from well and spring
0.032	فاصله از رودخانه Distance from river
0.03	فاصله از امازاده Distance from holy places
0.03	حساسیت به زمین لرزه Sensitivity to earthquake
0.021	فاصله از جاده Distance from road
0.02	فاصله از روستا Distance from village
0.02	فاصله از شهر Distance from city
0.015	حساسیت سنگ و خاک به فرسایش Sensitivity of rock and soil to erosion
0.015	شیب Slope
0.014	جهت جغرافیایی Geographical direction

بر اساس استاندارد سازی سنجه‌ها و روش وزن دهی فرآیند تحلیل شبکه‌ای نشان داده شده است. در واقع این نقشه حاصله تلفیق نقشه استاندارد (فازی شده) ۱۷ سنجه گردشگری طبیعت است که وزن نسبی آن‌ها با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای تعیین شده است.

### نتیجه‌گیری

در بیشتر تصمیم‌گیری‌ها، مدیران به جای یک سنجه خواستار بهینه کردن چندین سنجه هستند. بدیهی است این سنجه‌ها دلیل داشتن مقیاس‌های مختلف با هم قابل مقایسه نبوده و حتی در برخی مسئله‌ها با یکدیگر متضاد می‌باشند بطوری که افزایش یک سنجه سبب کاهش سنجه دیگر می‌شود. بنابراین در تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه بطور معمول به دنبال گزینه‌ای هستند که بیشترین مزیت را برای همه معیارها بیان کند. روش ترکیب خطی وزنی رایج‌ترین تکنیک در تحلیل ارزیابی چند معیاری است. تحلیل گر یا تصمیم گیرنده بطور مستقیم بر مبنای اهمیت نسبی هر معیار مورد بررسی، وزن‌هایی به معیارها می‌دهد. در روش وزن دهی AHP، وابستگی معیارها، سنجه‌ها و گزینه‌ها بصورت خطی و از پایین به بالا یا بالا به پایین است. این فرض ممکن است در بعضی موارد صادق نباشد و نتیجه روش AHP ممکن است موجب بر عکس شدن رتبه‌ها شود. چنانچه وابستگی دو طرفه باشد، مسئله از حالت سلسله مراتبی خارج شده و تشکیل یک شبکه یا سیستم غیر خطی (سیستم بازخور) را می‌دهد که در این صورت برای محاسبه وزن عناصر باید از تئوری شبکه‌ها استفاده کرد که در این تحقیق روابط سنجه‌ها از نوع غیر خطی و شبکه‌ای بود. استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای در تعیین اهمیت نسبی و وزن سنجه‌های توسعه اکوتوریسم در مطالعه Aliani et al. (2016) گزارش شده است. ترکیب نقشه سنجه‌ها در این روش مستلزم وجود تناسب در مقیاس آن‌هاست که از منطبق فازی برای این کار استفاده می‌شود. استفاده از منطبق فازی در هم مقیاس کردن نقشه سنجه‌های توسعه اکوتوریسم در مطالعات زیادی از جمله Salman Mahini et al. (2009); Dashti et al. (2013); Mahdavi et al. (2015); Salehnasab et al. (2016); Ahmadizadeh et al. (2016); Aliani et al. (2017) و Akbari et al. (2017)

ترتیب بیشترین و کمترین وسعت و پراکندگی رادر شهرستان دنا به خود اختصاص داده‌اند. بر اساس نقشه NDVI، کلاس پوشش گیاهی با تراکم متوسط (۰/۱۸ - ۰/۰۸۴) بیشترین مساحت رادر شهرستان دنا به خود اختصاص داده است. کاربری مرتع، جنگل، زراعت و باغ، منطقه‌های مسکونی و زمین‌های 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 بترتیب به کلاس‌های شیب بیشتر از ۱۴ و صفر تا ۳ درجه اختصاص دارند. بیشترین و کمترین درصد مساحت از نظر جذب گردشگر بترتیب به کلاس‌های جهت جغرافیایی جنوبی و شرقی اختصاص دارند. به لحاظ پایداری شیب در شهرستان دنا مشخص شد که کلاس شیب صفر تا پنج درجه با درجه پایداری زیاد، حدود ۴ درصد و کلاس شیب بیشتر از ۶۰ درجه 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 سنگ شناسی 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 زمین لرزه با مقدار شتاب زمین لرزه ۰/۳ تا ۰/۴۵ (g) قرار دارد. در شکل ۳ نقشه استاندارد شده هر یک از شاخص‌های مورد استفاده در تهیه نقشه گردشگری طبیعت نشان داده است.

در جدول ۳ وزن‌های محاسبه شده برای سنجه‌های اکوتوریسم با استفاده از فرآیند تحلیل سلسه شبکه‌ای نشان داده شده است.

در شکل ۴ نقشه منطقه‌های پتانسیل اکوتوریسم در شهرستان دنا

داشته‌اند. بنابراین با توجه به نتایج مطالعات مختلف مشاهده می‌شود که در هر منطقه سنجه‌های اثرگذار بر اکوتوریسم در منطقه‌های مختلف متفاوتند. بر اساس استخراج وزن نسبی ۱۷ سنجه گردشگری طبیعت و تلفیق آن‌ها، بیشترین مساحت کلاس‌های گردشگری طبیعت بترتیب به کلاس شایستگی تا حدی مناسب (S2)، نسبتاً مناسب (S3)، کاملاً مناسب (S4) و نامناسب (S1) اختصاص یافته است. بنابراین مشاهده می‌شود که بر اساس این روش بیشتر مساحت شهرستان دنا در کلاس شایستگی تا حدی مناسب برای توسعه گردشگری طبیعت قرار دارد.

### پی‌نوشت‌ها

- <sup>1</sup> Ecotourism
- <sup>2</sup> Multi Criteria Decision Making (MCDM)
- <sup>3</sup> Analytical Network Process
- <sup>4</sup> Analytical Hierarchical Process (AHP)
- <sup>5</sup> Weighted Linear Combination (WLC)
- <sup>6</sup> Fuzzy Sets
- <sup>7</sup> Boolean Logic
- <sup>8</sup> Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)
- <sup>9</sup> Digital Elevation Model (DEM)

گزارش شده است. بنابراین با توجه به مطالعات گذشته در این تحقیق هم اقدام به هم مقیاس کردن نقشه سنجه‌ها با استفاده از منطق فازی شده است. در این مطالعات گزارش شده که استفاده همزمان از منطق فازی و روش ANP در تعیین ارجحیت و وزن معیارها نسبت به یکدیگر شرایط منطقی‌تر و انعطاف پذیرتری را برای ارزیابی به روش WLC فراهم می‌کند. در مطالعات Ariapour *et al.* (2017) و Soofi Mariv *et al.* (2017) به ترتیب سنجه‌های شیب و منبع‌های آب و حساسیت خاک پراهمیت‌ترین و نوع خاک و دسترسی به جاده کم‌اهمیت‌ترین سنجه‌ها در تعیین منطقه‌های توسعه گردشگری طبیعت بودند. در مطالعه Pirmohammadi *et al.* (2010) و Khakpoor *et al.* (2014) به ترتیب معیارهای ارتفاع از سطح دریا و کاربری زمین‌ها و تقاضای تفریحی، چشم‌انداز و آب و هوا پراهمیت‌ترین معیارها در تعیین شایستگی اکوتوریسم بودند. بر اساس ساختار مدل تصمیم‌گیری فرآیند تحلیل شبکه‌ای، در مطالعه حاضر شاخص حساسیت به وقوع زمین لغزش با وزن نسبی ۰/۳ و جهت جغرافیایی با وزن نسبی ۰/۱۴ به ترتیب بیشترین و کمترین اهمیت را در مورد شناسایی منطقه‌های پتانسیل توسعه گردشگری طبیعت در منطقه مورد مطالعه

### منابع

- Ahmadizadeh, S.S., Karimzadeh Motlagh, Z. and Ashrafi, A., 2016. Assessment of ecotourism capacity of Birjand city based on scenario design and FUZZY-OWA algorithm. *Environmental Researches*. 7(13), 31-46.
- Akbari, M., Khodadad, M., Musazadeh, H. and Rudgar Safari, V., 2017. Evaluation the ecological capability of Tehran province in the development of ecotourism. *Gheographical Information System*. 6(21), 117-132.
- Aliani, H., BabaeiKafaky, S., Safari, A. and Monavari, S.M., 2016. Assessment the capacity of the land to identify suitable areas for tourism development using the Analytical Network Process. *Journal of Remote Sensing and Geospatial Information Systems in Natural Resources*. 7 (4), 1-17.
- Aliani, H., BabaieKafaky, S., Safari, A. and Monavari, S.M., 2017. Land evaluation for ecotourism development – an integrated approach based on FUZZY, WLC, and ANP methods. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 14(9), 1999-2008.
- Aragonés-Beltrán, P., Pastor-Ferrando, J.P., García-García, F. and Pascual-Agulló, A., 2010. An analytical network process approach for siting a municipal solid waste plant in the metropolitan area of Valencia (Spain). *Journal of Environmental Management*. 91(5), 1071–1086.

- Ariapour, A., Hadidi, M., Karami, E., Kheradmand, G. and Goudarzi, M., 2017. Extensive ecotourism modeling by using GIS (Case study: Venall, Boroujerd). *Journal of RS and GIS for Natural Resources*. 8(26), 115-135.
- Armin, M., 2014. Landslide Hazard Zonation in Kohgiluyeh and Boyerahmad Province and Providing Management Solutions with a Focus on High Risk Rural Area. Research project, Organization of Roads and Urban Development of Kohgiluyeh and Boyerahmad Province, Iran. (In Persian).
- Bahmanpour, H., 2015. Assessment of ecological capacity of Dena management watershed. Central Zagros biodiversity conservation project, Iran. (In Persian).
- Banerjee, U.K., Smrita, K., Paul, S.K. and Sudhakar, S., 2002. Remote Sensing and GIS based ecotourism planning: A case study for western Midnapore, West Bengal, India. ESRI, publications (GISdevelopment.net). Bangladesh Forest Department (BFD). Available online at: <http://www.gisdevelopment.net/application/miscellaneous/misc028.htm>.
- Dashti, S., Monavari, M., Hosseini, M., Riazi, B. and 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.
- Kumari, S., Behera, M.D. and Tewari, H.R., 2010. Identification of potential ecotourism sites in West District, Sikkim using geospatial tools. *Tropical Ecology*. 51(1), 75-85.
- Madjoonian, H., 2001. Assessment of environmental capacity of Lundville wildlife shelter. *Journal of Ecology*. 27(27), 23-33.
- Mahdavi, M., Niknejad, M. and Karami, O., 2015. A fuzzy multi-criteria decision method for locating ecotourism development. *Caspian Journal of Environmental Science*. 13(3), 221-236.
- Makhdoum, M., 2011. Fundamental of land use planning. Publication of Tehran University. Iran. (In Persian).
- Malczewski, J., 1999. GIS and multi criteria Decision Analysis. John Wiley and sons Inc, USA.
- Nekhay, O., Arriaza, M. and Boerboom, L., 2009. Evaluation of soil erosion risk using Analytic Network Process and GIS: a case study from Spanish mountain olive plantations. *Journal of Environmental Management*. 90(10), 3091-3104.
- Peyrowan, H., Bayat, R., Shariat jafari, R., Jafari, M. and Jafari Ardekani, A., 2012. Classification and studying of erodibility rates of geological formations of watershed basins of Iran. *Watershed Basins Atlas Project. Soil Conservation and Watershed Management Research Center of Iran*, p. 239 (In Persian).
- Poorkermani, M. and Azizi, E., 2013. Seismic hazard zonation in Kohgiluyeh and Boyerahmad province and preparation of a co-acceleration map in the Kohgiluyeh and Boyerahmad province. Research project, Organization of Roads and Urban Development of Kohgiluyeh and Boyerahmad Province, Iran. (In Persian).
- Saaty, T.L., 1980. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York, USA.
- Salehnasab, A., Feghi, J., Danekar, A., Soosani, J. and Dastranj, A., 2016. Forest park site selection based on a Fuzzy analytic hierarchy process framework (case study: the Galegol Basin, Lorestan province, Iran). *Journal of Forest Science*. 62(6), 253-263.
- Salman Mahini, A., Reyazi, B., Naeimi, B., BabaeiKafaky, S. and Javadi Larijani, A., 2009. Assessment of ecotourism capacity of Behshahr city based on multi-



criteria evaluation method using GIS. *Journal of Environmental Science and Technology*. 11(1), 187-198.

Soofi Mariv, H., Babaie Kafaki, S., Etemad, V. and Ahmadi Sani, N., 2017. Studying the possibility of forest ecotourism development using multi criteria evaluation and Geographical information system. *Journal of Forest and Wood Products*. 69(4), 701-711.

Tseng, M.L., 2009. Application of ANP and DEMATEL to evaluate the decision-making of municipal solid

waste management in Metro Manila. *Environmental Monitoring and Assessment*. 156(1-4), 181-197.

Weaver, D., 2008. *Ecotourism*. John Wiley & Sons, Australia.

Yang, J.L. and Tzeng, G.H., 2011. An integrated MCDM technique combined with DEMATEL for a novel cluster-weighted with ANP method. *Expert Systems with Applications*. 38, 1417-1424.





Environmental Sciences Vol.17/ No.3/ Autumn 2019

29-44

## Application of analytical network process and fuzzy logic (ANP-FUZZY) in identifying ecotourism development areas in Dena County

Vajihe Ghorbannia Kheybari,<sup>1</sup> Homan Liaghati,<sup>2\*</sup> Mirmehrdad Mirsanjari<sup>1</sup> and Mohsen Armin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources and Environmental Science, Malayer University, Malayer, Iran

<sup>2</sup>Department of Resource Economic and Environment, Research Institute of Environmental Sciences, Shahid beheshti University, Tehran, Iran

<sup>3</sup>Natural Resources Engineering Department (Watershed Management), Yasouj University, Yasouj, Iran

Received: 2017.12.23 Accepted: 2018.11.04

**Ghorbannia Kheybari, V., Liaghati, H., Mirsanjari, M.M. and Armin, M., 2019.** Application of analytical network process and fuzzy logic (ANP-FUZZY) in identifying ecotourism development. *Environmental Sciences*. 17(3): 29-44.

**Introduction:** Ecotourism is a form of tourism that emphasizes on nature's attractions and it mostly revolves around getting in touch with nature and its dependence on the concept of sustainable development, creation of educational and ecological opportunities, and appreciating the mother Earth. Considering the concept of ecotourism sustainable development, assessment of ecological capability and identification of natural capacities of each region along with a proper planning may lead to sustainable and continuous utilization of the nature, as well as creating employment and earning income. Dena County is located in the north of Kohgiluyeh and Boyer Ahmad Province with an area of 1577 km<sup>2</sup>. Due to its rare and valuable natural phenomena, this county has a great potential in tourism attraction that can host tourists and nature lovers in all seasons.

**Material and methods:** Multi-criteria decision-making methods (MCDMs) allow different criteria to be applied simultaneously in determination of the best option and the most appropriate condition. The Analytical Network Process (ANP) is one of the multi-criteria decision-making methods with non-linear structure and two-way relationships. In this study, after analyzing the relationships between different indicators of ecotourism development and determining their relative weight using ANP, we identified the potential areas for ecotourism development using Weighted Linear Combination (WLC) method. It is common to use fuzzy series theory with the WLC method to standardize the criteria.

**Results and discussion:** According to the structure of the decision making of the ANP, the index of landslide sensitivity with

\*Corresponding Author: *Email Address:* h-liaghati@sbu.ac.ir

relative weight of 0.3 and the geographical direction with relative weight of 0.014 had the highest and lowest significance, respectively, among the indicators reviewed in identifying potential areas of ecotourism development in the study area. Based on the relative weight extraction of 17 indicators of ecotourism, from ANP and their integration with WLC method, the largest area of ecotourism classes was suited to the appropriately qualified class (S2), relatively suitable (S3), completely appropriate (S4) and inappropriate (S1).

**Conclusion:** In most decisions, managers demand the optimization of several indicators instead of one index. Obviously, these indices are not comparable due to different scales, and even in some cases they are mutually opposite, so that an increase in one indicator decreases the other. Therefore, in decision making with multiple criteria, we usually look for an option that offers the most benefit to all criteria. In the Analytical Hierarchical Process (AHP) weighting method, the dependence of criteria, indicators, and options is linear, bottom-up or up-down. In this study, it was determined that the dependence of the effective indicators on the development of ecotourism was bilateral and formed a network with a nonlinear system (feedback system), which in this case, the theory of networks should be used to calculate the weight of the elements. Similar to other previous studies, the results of this study also showed that the combined use of fuzzy logic and the ANP method in determining the preference and weight of criteria relative to each other provided more logical and flexible conditions for WLC evaluation. Comparing the results of this study with other studies showed that the indicators affecting the development of ecotourism varied in different regions.

**Keywords:** Ecotourism, Analytical Network Process, Fuzzy logic, Index, Dena County.