سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (سال دهم / شماره دوم) تابستان ۱۳۹۸
نمایه شده در سایت: پایگاه استنادی علوم جهان اسلام، جهاد دانشگاهی، مگ ایران، نورمگز، سیویلیکا، Google Scholar
آدرس وب سایت : http://girs.iaubushehr.ac.ir

مقایسه روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در آمایش سرزمین به روش اختصاص چندهدفه زمین (MOLA)

هادی رحیمی [۱*]، عبدالرسول سلمان ماهینی [۲]، حمیدرضا کامیاب [۳]

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد محیطزیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲. دانشیار گروه محیطزیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳. استادیار گروه محیطزیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده

هدف اساسی از آمایش سرزمین، مدیریت و برنامه‌ریزی آن، توزیع فعالیت‌های اقتصادی، اجتماعی، جمعیتی و ظرفیت‌های آشکار و پنهان با توجه به توان سرزمین و تحولات و دگرگونی‌های زمان و نیازها است. در این پژوهش برای پهنه‌بندی و آمایش شهرستان‌های گرگان و علی‌آباد در هشت کاربری کلان، از روش بهینه‌سازی اختصاص چندهدفه زمین استفاده شد. از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) و نظر کارشناسان برای وزن‌دهی به کاربری‌های کلان در سه معیاراصلی اکولوژیک، اقتصادی و اجتماعی انجام شد. همچنین مقایسه زون‌بندی بر پایه وزن‌دهی دو روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و فرآیند تحلیل شبکه‌ای موردبررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد با توجه به مقادیر کاپای کل (۰/۹۱۵۱)، کاپای مکانی (۰/۹۵۲٤)، کاپای استاندارد (۰/۹۵۲۳) و توافق شانس (۰/۱۱۱۱) زون‌بندی به روش اختصاص چندهدفه زمین‌بر پایه وزن‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و فرآیند تحلیل شبکه‌ای دارای شباهت زیادی است اما اختلاف جابه‌جایی کاربری‌ها در دو روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و فرآیند تحلیل شبکه‌ای تعداد ۸۸٦٦۳ پیکسل (۷۹۷۹ هکتار) معادل ۲/۹ درصد کل منطقه موردمطالعه بود. بدین منظور داده‌های آماری فاکتورهای شیب، ارتفاع، تراکم پوشش گیاهی، بارش و فرسایش‌پذیری بر پایه‌ی وزن‌دهی دو روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و فرآیند تحلیل شبکه‌ای استخراج شد. باتوجه به نتایج، جایگیری کاربری‌ها بر پایه روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای در مقایسه با فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به‌صورت کلی مناسب‌تر است. بدین معنی که روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای دارای عملکرد مناسب‌تری در وزن‌دهی به کاربری‌ها داشته است. نتایج این پژوهش ارتباط و اهمیت همه جنبه‌های اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی را در آمایش و برنامه‌ریزی استفاده از سرزمین بیان می‌کند.

مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:
دریافت: ۲۲ آذر ۱۳۹٦
پذیرش: ۳۰ تیر ۱۳۹۸
دسترسی اینترنتی: ۲۰ مرداد ۱۳۹۸

واژه‌های کلیدی:
آمایش سرزمین
اختصاص چندهدفه زمین (MOLA)
فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP)
فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)
علی‌آباد و گرگان

[*] پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: rahimi.hadi90@gmail.com

مقدمه

سرزمین باید به‌عنوان یک موجودیت یکپارچه مشتمل بر مجموعه‌ای کامل از ویژگی‌های زیستی و غیرزیستی تحت مدیریت قرار گیرد (٦). برنامه‌ریزی جهت هر نوع کاری نیازمند داشتن اطلاعات مربوط به آن کار است که این نیازمندی در مورد برنامه‌ریزی برای استفاده‌های انسان از سرزمین نیز صادق است. زیرا بدون اطلاعات مربوط به شناخت منابع (چه اکولوژیکی و چه اقتصادی- اجتماعی) اساساً نمی‌توان بخش‌های دیگر فرآیند برنامه‌ریزی استفاده از سرزمین یا به عبارتی آمایش سرزمین را برای عمل برنامه‌ریزی مهیا ساخت (١١). آمایش سرزمین، ارزیابی سیستماتیک توان محیط‌زیست برای کاربری‌های مختلف است که هدف آن، انتخاب و اتخاذ بهترین کاربری ممکن و پیشنهاد اجرای آن کاربری با توجه به شرایط اقتصادی ـ اجتماعی می‌باشد، به‌نحوی‌که کاربری اتخاذشده نیازهای جاری مردم را به بهترین شکل در نظر بگیرد و درعین‌حال منابع را برای آینده حفظ کند (٢٤). ایجاد و به‌کارگیری سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) منجر به بروز تغییرات و جهش‌های عظیمی در بسیاری از زمینه‌ها مانند محیط‌زیست، آمایش سرزمین و جنگل‌داری شد (١٢). رویکرد روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (Multi Criteria Decision Making; MCDM) برای ارائه تصمیم در مسائل مربوط به چندین معیار مورداستفاده قرار می‌گیرد (١٨) و به محققان در طیف وسیعی از برنامه‌ریزی‌ها کمک می‌کند (٢٠). در این تصمیم‌گیری‌ها به‌جای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی از چندین معیار سنجش ممکن است استفاده گردد که به دودسته کلی چندهدفه (Multiple Objective Decision Making) و چندشاخصه (Multiple Attribute Decision Making) تقسیم می‌شوند (٣). روش‌های جبرانی مشتمل بر روش‌هایی از چندشاخصه است که در آن‌ها بین معیارها بده-بستان (مبادله) صورت می‌گیرد. مبادله بین شاخص‌ها در این روش مجاز است، یعنی به‌طور مثال ضعف یک شاخص ممکن است توسط امتیاز شاخص دیگری جبران شود (٢٨). ازجمله روش‌های جبرانی می‌توان روش مجموع ساده وزنی (Simple Additive Weighting; SAW)، تاپسیس (Technique of Order Preference by Similarity to Ideal Solution; TOPSIS)، پرومته (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations; Romethe)، الکتر (Electre)، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (Analytical Hierarchy Process; AHP) و فرآیند تحلیل شبکه‌ای (Analytic Network Process; ANP) را نام برد. اساس روش تحلیل سلسله مراتبی توانایی در تجزیه‌وتحلیل یک مسئله تصمیم‌گیری با یک ساختار رده‌ای است (٢٧). روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی توانایی اعمال بازخور در فرآیند تصمیم‌گیری ندارد. به‌منظور اصلاح روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی روشی مرسوم به فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) بر اساس تکنیک سوپرماتریس‌ها ارائه گردید (٢٢). روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای هر موضوع و مسئله‌ای را به‌صورت شبکه‌ای از معیارها، زیر معیارها و گزینه‌ها که با یکدیگر در خوشه‌هایی جمع شده‌اند، در نظر می‌گیرد. به‌عبارت‌دیگر، در یک شبکه، بازخورد و ارتباط متقابل بین خوشه‌ها امکان‌پذیر است (١٩ و ٢٦).

یمانی و همکاران (١٤) به‌منظور پهنه‌بندی آمایشی جهت توسعه گردشگری شهرستان اشنویه، برای ارزش‌گذاری ١٠ متغیر اصلی از مدل‌های فرایند تحلیل سلسله مراتبی و فرآیند تحلیل شبکه‌ای و همچنین برای تحلیل فضایی از سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده کردند. نتایج در سه‌طبقه کیفی ممنوع، مشروط و مجاز محاسبه شد. آلیانی و همکاران (٤) به‌منظور ارزیابی توان توسعه گردشگری اقدام به رتبه‌بندی عوامل مؤثر در تخصیص اراضی به اکوتوریسم با استفاده از روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای کردند. نتایج آن‌ها نشان داد معیارهای اکولوژی دارای بیشترین وزن است و حدود ٣٠/٣٢ درصد منطقه دارای توان مناسب است. محمودزاده و همکاران (١٠) باهدف انتخاب اراضی مناسب با رویکرد آمایش سرزمین در شهرستان همدان با در نظر گرفتن سه بعد اکولوژیکی اقتصادی-اجتماعی و راهبردی از روش اختصاص چند هدفه زمین (MOLA) استفاده کردند. برای وزن‌دهی به پارامترها و

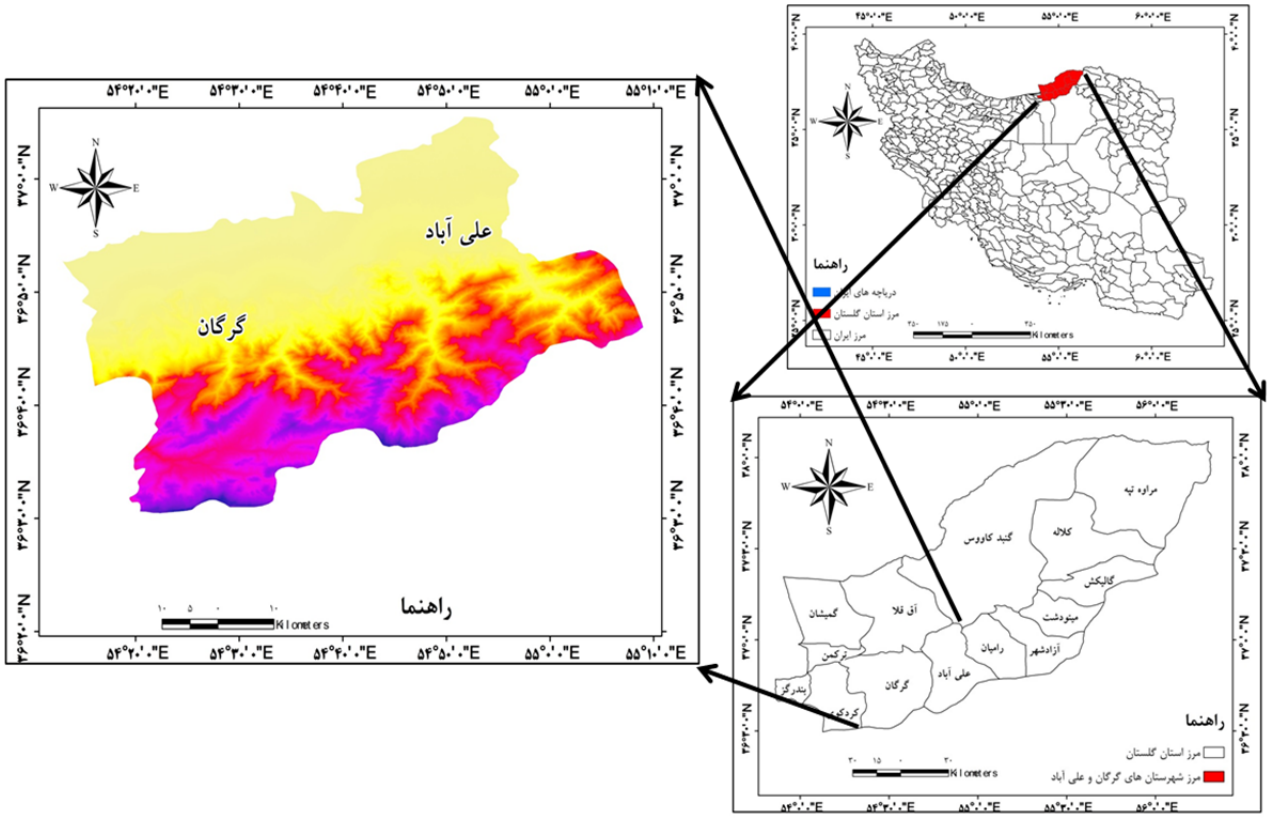
کاربری‌ها از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی استفاده کردند. نتایج آن‌ها نشان داد بیشترین مساحت به کشاورزی دیم اختصاص داده شد و نتیجه گرفتند که انتخاب اراضی مناسب با رویکرد آمایش سرزمین با استفاده از روش اختصاص چند هدفه زمین به‌درستی به‌وسیله ابعاد اقتصادی، اجتماعی و اکولوژیکی انجام‌شده است.

هدف اصلی این پژوهش، اجرای روش آمایشی اختصاص چندهدفه زمین (Multi-objective land allocation; MOLA) و مقایسه وزن‌دهی به هشت کاربری اراضی (آبزی‌پروری گرمابی، آبزی‌پروری سردآبی، جنگل، مرتع، توسعه‌ی شهری و روستایی، کشاورزی، تفرج گسترده و تفرج متمرکز) با استفاده از روش‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و فرآیند تحلیل شبکه‌ای با در نظر گرفتن معیارهای اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی در شهرستان‌های گرگان و علی‌آباد است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

برای بررسی این تحقیق محدوده‌ی گرگان و علی‌آباد به‌عنوان محدوده‌ی موردمطالعه در نظر گرفته‌شد که در طول جغرافیایی ´۱۳ °۵۴ تا ´۰۸ °۵۵ و عرض جغرافیایی ´۳۰ °۳۶ تا ´۰۵ °۳۷ قرار دارد (شکل ۱). مساحت این محدوده، ۲۷۷۲۲۶ هکتار است. آب‌وهوای این مناطق را با توجه به خصوصیات دما و بارش می‌توان به سه نوع معتدل خزری مرطوب، کوهستانی (معتدل و سرد) و نیمه‌خشک (نیمه‌بیابانی) تقسیم کرد (۵).



شکل ۱. موقعیت منطقه موردمطالعه

روش تحقیق

در این پژوهش نقشه کاربری اراضی از تصویر سنجنده ETM^+ ماهواره لندست مربوط به سال ۲۰۱۰ تهیه گردید و برای تحلیل و تفسیر اطلاعات آن از نرم‌افزار ایدریسی (EDRISI) استفاده گردید. به‌منظور انجام مقایسات به روش‌های فرآیند تحلیل شبکه‌ای و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی از نرم‌افزار Super decision استفاده شد و درنهایت برای تهیه نقشه‌های خروجی از نرم‌افزار $ArcGIS^®9.3$ استفاده شد.

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی هنگامی‌که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم‌گیری روبروست، می‌تواند مورداستفاده قرار گیرد. اساس روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بر مقایسه‌های زوجی یا دوبه‌دویی گزینه‌ها و معیارهای تصمیم‌گیری است (۸).

در این پژوهش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در چهار مرحله اصلی زیر انجام گرفت؛ تعریف ساختار سلسله مراتبی (شکل۲-الف)، محاسبه وزن نسبی معیارها؛ در این پژوهش وزن‌دهی به معیارهای اکولوژیک (شیب، جهت، ارتفاع، تراکم پوشش گیاهی، منابع آب، رسوب و فرسایش، زمین‌شناسی، فاصله از جاده، فاصله از مناطق سکونی، فاصله از معادن و مناطق صنعتی، اقلیم و خاک)، اجتماعی (جمعیت، اشتغال، سواد و بعد خانوار) و اقتصادی (نسبت سود به هزینه) و درنهایت اولویت‌بندی و وزن‌دهی به هشت کاربری آبزی‌پروری گرمابی، آبزی‌پروری سردآبی، جنگل، مرتع، توسعه‌ی شهری و روستایی، کشاورزی، تفرج گسترده و تفرج متمرکز انجام شد، محاسبه نرخ سازگاری: برای تعیین درجه دقت و صحت وزن‌دهی از نرخ سازگاری استفاده شد. اگر نرخ سازگاری معادل ۰/۱ یا کمتر از آن باشد وزن‌دهی درست بوده است، در غیر این صورت وزن‌های داده‌شده به معیارها بایستی تغییر یابند و وزن‌دهی دوباره باید انجام گردد (۱ و ۲)، استخراج اولویت و وزن گزینه‌ها از جدول‌های مقایسه گروهی: درنهایت مقایسات زوجی بین معیارها برای وزن‌دهی هشت کاربری انجام شد.

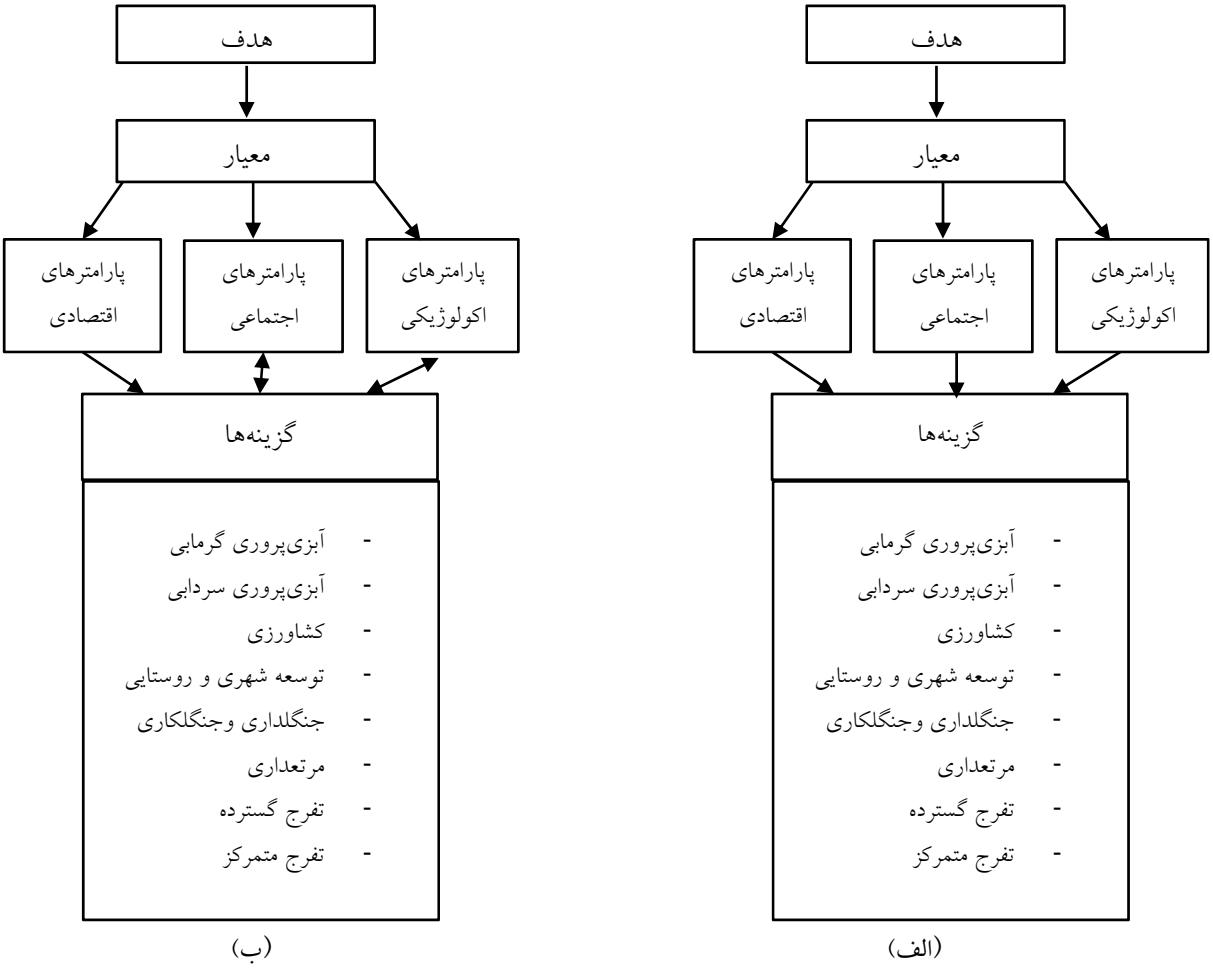
فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP)

فرآیند تحلیل شبکه‌ای حالت عمومی از تحلیل سلسله مراتبی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و شکل گستردهٔ آن محسوب می‌شود (۲۶). روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای هر موضوع و مسئله‌ای را به‌صورت شبکه‌ای از معیارها، زیر معیارها و گزینه‌ها که با یکدیگر در خوشه‌هایی جمع شده‌اند، در نظر می‌گیرد. به‌عبارت‌دیگر، در یک شبکه، بازخورد و ارتباط متقابل بین خوشه‌ها امکان‌پذیر است (۱۹). مراحل استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای در این پژوهش؛ گام اول (ایجاد مدل و تدوین مسئله): در مرحله‌ی مدل‌سازی، هدف تصمیم‌گیری، شاخص‌های تصمیم‌گیری و گزینه‌های ممکن (شکل ۲-ب) مشخص شد (۲۱). گام دوم (مقایسه‌های زوجی)؛ در این گام مقایسه‌های زوجی برای به دست‌آوردن اهمیت نسبی معیارهای اکولوژیک (شیب، جهت، ارتفاع، تراکم پوشش گیاهی، منابع آب، رسوب و فرسایش، زمین‌شناسی، فاصله از جاده، فاصله از مناطق سکونی، فاصله از معادن و مناطق صنعتی، اقلیم و خاک)، اجتماعی (جمعیت، اشتغال، سواد و بعد خانوار) و اقتصادی (نسبت سود به هزینه) انجام شد. در چنین مقایسه‌هایی، یک معیار نسبی از یک تا نه برای مقایسه دو عامل به کار می‌رود (۱۵).

گام سوم (انجام مقایسه‌های زوجی برای وابستگی‌های درونی و بازخوردی): در این مرحله وزن‌های داخلی شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها که در مرحله‌ی مدل‌سازی مشخص‌شده بودند، محاسبه می‌شود. در این گام نیز مانند گام قبل، ماتریس‌های مقایسه‌های زوجی انجام شد با این تفاوت که در این مرحله وابستگی‌های درونی و بازخوردی مدنظر هستند. گام چهارم (تشکیل سوپرماتریس)؛ سوپرماتریس برای تجزیه‌وتحلیل وابستگی‌های داخلی میان اجزای سیستم، به کار می‌رود. سوپرماتریس یک ماتریس مرکب است که هر ماتریس

فرعی آن شامل مجموعه‌ای از روابط بین و درون سطوحی است.

در مرحله‌ی بعد، از سوپرماتریس برای همگرایی و رسیدن به یک مجموعه از وزن‌های ثابت استفاده می‌شود (سوپرماتریس حد). به توان رساندن سوپر ماتریس باعث همگرایی خواهد شد. گام پنجم (انتخاب بهترین تصمیم): در این مرحله، وزن کلی هرکدام از گزینه‌ها با ضرب کردن وزن‌های به‌دست‌آمده از هرکدام از مراحل پیشین مشخص‌شده و با توجه به آن تصمیم نهایی اتخاذ می‌شود (۲۷). در این مرحله وزن نهایی معیارها و هشت کاربری آبزی‌پروری گرمابی، آبزی‌پروری سردآبی، جنگل، مرتع، توسعهٔ شهری و روستایی، کشاورزی، تفرج گسترده و تفرج متمرکز انجام شد.



شکل۲. مدل تصمیم‌گیری در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (الف)، مدل تصمیم‌گیری در فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ب)

اختصاص چندهدفه زمین (MOLA)

درباره کاربری‌های متضاد و یا رقیب، نیاز به روش‌هایی است تا از بین کاربری‌هایی که برای یک موقعیت مکانی دارای مطلوبیت بالایی هستند یکی از آن‌ها انتخاب شود (۱۷). روش اختصاص چندهدفه زمین (MOLA) در ایدریسی از تصمیم‌گیری ابتکاری برای این هدف استفاده می‌کند. این اختصاص مکانی کاربری‌های چندگانه می‌تواند از طریق مدل‌های برنامه‌ریزی صحیح به‌دست آید که در آن متغیرها ارزشی معادل صفر و یا یک را به خود اختصاص می‌دهند. این بدین معناست که آیا به یک کاربری خاص اراضی اختصاص

می‌یابد یا خیر (۷). در حال حاضر روش اختصاص چندهدفه زمین در سیستم نرم‌افزاری ایدریسی مطرح‌شده است که بر اساس مفهوم نقطه‌ای ایده‌ال است (۲۵). در این روش وزن برای هر یک از اهداف، رتبه‌بندی نقشه و مساحت منطقه نیاز است (۷). در اجرای روش آمایشی اختصاص چندهدفه زمین لایه‌های تناسب اراضی که با استفاده از روش ارزیابی چند معیاره (Multi Criteria Evaluation) درست‌شده‌اند، رتبه‌بندی می‌شوند. با استفاده از دستور RANK محدوده‌های بیرون از منطقه خارج می‌شوند و سلول‌ها بر اساس توان رتبه‌بندی می‌شوند. بعد از رتبه‌بندی نقشه‌های تناسب اراضی، به هرکدام از نقشه‌ها وزن داده می‌شود (۱۶). سرانجام، رویه اختصاص چند هدفه زمین عملیاتی تکرارشونده را برای ترکیب نقشه‌های رتبه‌بندی‌شده بر اساس وزن هر یک از آن‌ها انجام می‌دهد که نتیجه آن نیز تولید نقشه نهایی تخصیص کاربری اراضی است که در آن شرط مساحت‌های از پیش تعیین‌شده برای هر گزینه کاربری اعمال‌شده است (۹).

در این پژوهش از روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای وزن‌دهی به نقشه‌های تناسب اراضی با توجه به معیارهای اصلی اکولوژیک، اقتصادی و اجتماعی استفاده شد. مساحت هر یک از کاربری‌های متفاوت تابع عوامل چندی نظیر وضعیت بوم‌شناسی منطقه، مساحت سلول‌های پر ارزش هر یک از کاربری‌ها، سیاست‌های کلی اداره منطقه، پیش‌بینی تغییرات محیط زیستی آینده منطقه، رتبه منطقه ازنظر حفاظتی و همچنین عوامل اقتصادی و اجتماعی و سایر عوامل تعیین می‌کند (۷). در این پژوهش برای تعیین مساحت مورد نیاز هر یک از کاربری‌ها از مساحت سلول‌های پرارزش و نظر کارشناسی استفاده شد.

برآورد شاخص کاپا و اعتبارسنجی

در این مرحله به‌منظور تعیین انطباق زون‌بندی حاصل از وزن‌های فرآیند تحلیل شبکه‌ای و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای محدوده‌ی موردمطالعه، میزان شاخص کاپا بین آن‌ها، به‌دست‌آمد. تفسیر مقادیر شاخص کاپا در دامنه (۱+ تا ۱–) ارائه می‌شود (۲۳). مقادیر تفسیر شاخص کاپا در (جدول ۱) نشان داده‌شده است. برای محاسبه شاخص کاپا از ماژول تحلیل ماتریس خطا (Errore matrix analysis; ErrMat) در نرم‌افزار ایدریسی استفاده شد. برای تعیین اعتبار بین دو نوع زون‌بندی حاصل از وزن‌های فرآیند تحلیل شبکه‌ای و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی از شاخص‌های کاپای مکانی و کاپای کمیتی بااستفاده از ماژول اعتبارسنجی، برای تعیین اختلاف مساحت در جابجایی کاربری‌ها از ماژول Crosstab در نرم‌افزار ایدریسی استفاده شد.

جدول۱. جدول میزان تطابق بر اساس مقادیر شاخص کاپا

کلاس	۱	۲	۳	٤	٥	٦
مقدار کاپا	۰>	۰–۰/۲	۰/۲۱–۰/٤	۰/٤۱–۰/٦	۰/٦۱–۰/۸	۰/۸۱–۱
میزان تطابق	خیلی ضعیف	ضعیف	کم	متوسط	قابل‌توجه	تقریباً کامل

استخراج اطلاعات آماری بااستفاده از نقشه‌های کمی

مقایسه زون‌بندی به‌دست‌آمده از روش اختصاص چندهدفه زمین بااستفاده از وزن‌های فرآیند تحلیل شبکه‌ای و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، از نقشه‌های کمی (شیب، ارتفاع، تراکم پوشش گیاهی، بارش و فرسایش‌پذیری) برای استخراج داده‌های آماری (حداقل، حداکثر، میانگین و انحراف از معیار) استفاده شد. به‌عنوان‌مثال میانگین شیب برای کاربری جنگلداری در زون‌بندی بااستفاده از وزن‌دهی به روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای در مقایسه با روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی موردبررسی قرار گرفت. برای این منظور از ماژول استخراج

Extract در نرم‌افزار ایدریسی استفاده شد.

نتایج

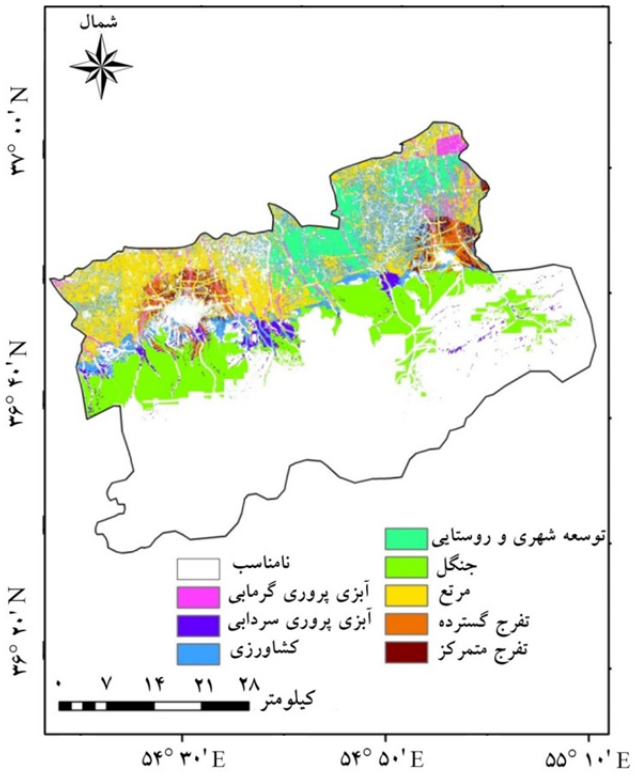
وزن‌دهی به هشت کاربری آبزی‌پروری گرمابی، آبزی‌پروری سردآبی، جنگل، مرتع، توسعه‌ی شهری و روستایی، کشاورزی، تفرج گسترده و تفرج متمرکز در سه معیار اصلی اکولوژیک، اجتماعی و اقتصادی با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و فرآیند تحلیل شبکه‌ای انجام گرفت. مقادیر وزن‌ها و ترتیب اولویت دریافتی کاربری‌ها در دو روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) متفاوت است.

در نتایج فرآیند تحلیل سلسله مراتبی مرتع‌داری با مقدار ۰/۲۸ دارای بیشترین وزن و آبزی‌پروری سردابی با مقدار ۰/۰۳۹۶، کمترین وزن را دارد. همچنین درروش فرآیند تحلیل شبکه‌ای مرتع‌داری با ۰/۲۳ دارای بیشترین وزن و آبزی‌پروری گرمابی با ۰/۰۶۶، کمترین وزن را دارد. وزن دریافتی کاربری‌ها در هردو روش آن مقادیر متفاوت است (جدول ۲).

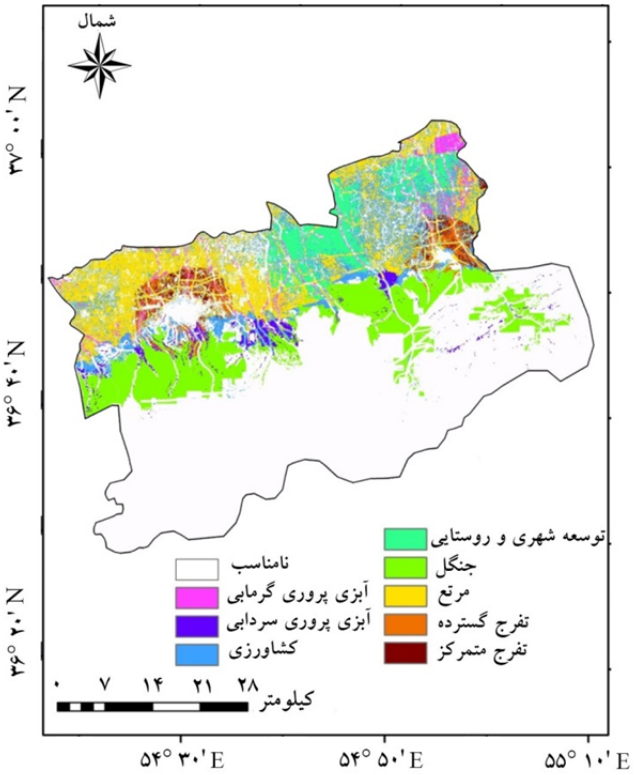
جدول۲. وزن کاربری‌ها بااستفاده از روش AHP و ANP و مساحت موردنیاز درروش MOLA

کاربری	وزن به روش ANP	وزن به روش AHP	مساحت موردنیاز (تعداد پیکسل)
مرتع‌داری	۰/۲۳۶٤	۰/۲۸۸۹	۳۵۰۰۰۰
جنگلداری و جنگل‌کاری	۰/۲۲۱۱	۰/۱۹۰۷	۳۵۰۰۰۰
تفرج گسترده	۰/۱۱۵۹	۰/۱٤۲٦	٤۰۰۰۰
کشاورزی	۰/۱۰۷۷	۰/۱۱۳۷	۲۳۰۰۰۰
توسعه شهری و روستایی	۰/۰۹٤۲	۰/۰۹٥٤	۱۳٥۰۰۰
تفرج متمرکز	۰/۰۸۹٥	۰/۰۷٤۰	۳۰۰۰۰
آبزی‌پروری سردابی	۰/۰٦۹۱	۰/۰۳۹٦	٤۰۰۰۰
آبزی‌پروری گرمابی	۰/۰٦٦۱	۰/۰٥٥۳	٥۰۰۰۰

همچنین با استفاده از روش آمایشی اختصاص چندهدفه زمین پر پایه وزن‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و فرآیند تحلیل شبکه‌ای و همچنین تعداد سلول اقدام به زون‌بندی کاربری‌ها در منطقه موردمطالعه شد. نتایج نشان داد زون‌بندی به‌دست‌آمده از دو روش ازنظر چشمی شباهت زیادی دارند اما با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از ماژول Crosstab میزان اختلاف جایگیری کاربری‌ها میان دو روش تعداد ۸۸٦٦۳ پیکسل (۷۹۷۹ هکتار) است. همچنین با توجه به نتایج نواحی جنوبی منطقه موردمطالعه دارای توان نامناسب برای همه کاربری‌ها در این پژوهش است و احتمال توان این مناطق برای کاربری حفاظت بالاست (شکل‌های ۲ و ۳).



شکل۲. زون‌بندی بر پایه وزن‌دهی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)



شکل۳. زون‌بندی بر پایه وزن‌دهی فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP)

جهت تعیین اعتبار بین دو نوع زون‌بندی حاصل از وزن‌های فرآیند تحلیل شبکه‌ای و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی از شاخص کاپا استفاده شد. میزان انطباق و اختلاف تعداد پیکسل در هرکدام از کاربری‌های به‌دست‌آمده از زون‌بندی دو روش یادشده نشان از میزان انطباق بالای دو روش است. همچنین مقدار کاپای به‌دست‌آمده ۰/۹۱۵۱ بود که نشان‌دهنده تطابق زیاد بر پایه وزن‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و فرآیند تحلیل شبکه‌ای است (جدول ۳).

جدول۳. شاخص کاپا در زون‌بندی بر پایه دو روش ANP و AHP

طبقات کاربری	آبزی‌پروری گرمابی	آبزی‌پروری سردابی	کشاورزی	توسعه‌شهری و روستایی	جنگل	مرتع	تفرج‌گسترده	تفرج‌متمرکز	کل
۰	۰	۰	۱۸۶۹	۰	۳۲۱۶	۸۸۵	۸۶۹	۰	۶۸۳۹
آبزی‌پروری گرمابی	۴۰۷۷۵	۰	۳۲۰۷	۰	۰	۱۱۳۴	۱۳۵	۱۶	۴۵۲۶۷
آبزی‌پروری سردابی	۰	۳۶۱۶۸	۱۱۷۹	۰	۲۷۷	۱۰	۸۶	۰	۳۷۷۲۰
کشاورزی	۵۰۱	۰	۲۱۲۲۸۳	۰	۱۲۸	۱۶۲۶۹	۷۷۲	۱۴۶	۲۳۰۰۹۹
توسعه‌شهری و روستایی	۱۲۸۷	۰	۶۰۳۰	۱۲۶۹۱۶	۰	۷۲۰	۰	۰	۱۳۴۹۵۳
جنگلداری و جنگل‌کاری	۰	۲۶۲۴	۰	۰	۳۴۶۰۸۴	۰	۱۲۹۰	۱	۳۴۹۹۹۹
مرتع	۷۲۱۶	۱۴۴	۳۰۳۴	۸۰۸۳	۲۲۰	۳۲۵۵۷۷	۴۰۵	۵۳۲۱	۳۵۰۰۰۰
تفرج‌گسترده	۷۲	۱۰۳۷	۱	۰	۶۲	۵	۳۴۸۷۵	۳۹۴۸	۴۰۰۰۰
تفرج‌متمرکز	۵۳	۲۷	۲۳۷۶	۰	۸	۵۴۰۰	۱۵۶۸	۲۰۵۶۸	۳۰۰۰۰
کل	۴۹۹۰۴	۴۰۰۰۰	۲۲۹۹۷۹	۱۳۴۹۹۹	۳۴۹۹۹۵	۳۵۰۰۰۰	۴۰۰۰۰	۳۰۰۰۰	۱۲۲۴۸۷۷

کاپای کل= ۰/۹۱۵۱

بر اساس مقادیر کاپای مکانی ۰/۹۵۲، کاپای استاندارد ۰/۹۵۲و توافق شانس ۰/۱۱۱ نیز نشان‌دهنده شباهت زیاد زون‌بندی بر پایه دو روش وزن‌دهی است (جدول ٤).

جدول٤. شاخص‌ها تعیین اعتبار دو نوع زون‌بندی بر پایه وزن‌های ANP و AHP

شاخص	مقدار عددی
توافق شانس	۰/۱۱۱۱
کاپای مکانی	۰/۹۵۲٤
کاپای استاندارد	۰/۹۵۲۳

نتایج استخراج داده‌های آماری (حداقل، حداکثر، میانگین و انحراف از معیار) برای فاکتور ارتفاع نشان داد ارتفاع میانگین کاربری‌های انتخاب‌شده درروش شبکه‌ای در بیشتر مواقع کمتر از روسش سلسله مراتبی است. همچنین انحراف معیار درروش شبکه‌ای در بیشتر کاربری‌ها کمتر از روش سلسله مراتبی بوده است (جدول ۵).

جدول۵. داده‌های آماری پارامتر ارتفاع براساس زون‌بندی حاصل از وزن‌های AHP و ANP

ارتفاع	حداقل		حداکثر		میانگین		انحراف معیار	
	ANP	AHP	ANP	AHP	ANP	AHP	ANP	AHP
آبزی‌پروری‌گرمابی	۰	۰	۲۳٤/۷۱	۲۳۳/۷۳	٦۰/۹٦	۵۹/۵۰	٤٦/۷۲	٤۸/۳۸
آبزی‌پروری‌سردابی	۲۲۵/۱۹	۲۲۵/۱۹	۲۳۷۵/٦۵	۲٤۵۳/۰۷	٤٤۹/۸۳	٤٦٦/٦۷	۳۵۳/۷۷	۳۸۱/۸٤
کشاورزی	۰	۰	۱۹۲۲/۸۰	۱۹۲۲/۵۵	۱۱۵/۵۵	۱۰۷/۵۳	۱۳۳/۷٦	۱۰۵/۵٦
توسعه شهری و روستایی	۰	۰	۲۳۲/۷۲	۲۳٤/۸۰	٦۲/۵۱	٦۲/۵۲	۳٤/۸۸	۳۵/۰۱
جنگلداری و جنگل‌کاری	۵۰/۹۲	۱۰۵/٤۳	۱٦٤۳/۰۵	۱٦٤۳/۰۵	٦۳۷/۵۵	٦٤٤/۲۹	۲٦۰/۸۱	۲٦۱/۰۳
مرتع‌داری	۰	۰	۱۵۵۳/۵۰	۹۳۵/۸۳	٦۷/۵۹	٦۷/۰۹	٦۰/٤٤	۵۹/۹٤
تفرج گسترده	۰	۰	٦٦۱/۱٦	٦٦۱/۱٦	۱٤٤/۳۸	۱٤۰/۷۳	۱۰۰/۳۸	۹۸/۹۹
تفرج متمرکز	۰	۰	٤۹۵/٦۰	۵۱۳/۳۲	۸۸/۲۷	۹۸/۵۸	٤۹/۰٤	۵۰/٤٦

نتایج استخراج داده‌های آماری برای فاکتور شیب نشان داد درروش تحلیل شبکه‌ای کاربری‌های آبزی‌پروری گرمابی، سردابی، کشاورزی توسعه شهری و روستایی و تفرج گسترده در میانگین شیب کمتری نسبت به روش تحلیل سلسله مراتبی قرار دارند (جدول ٦).

جدول٦. اطلاعات آماری پارامتر شیب براساس زون‌بندی حاصل از وزن‌های AHP و ANP

شیب	حداقل		حداکثر		میانگین		انحراف معیار	
	ANP	AHP	ANP	AHP	ANP	AHP	ANP	AHP
آبزی‌پروری	۰	۰	۹٦/۰٦	۹٤/۵۷	۳/٤۵	۳/۹٦	۳/۸۳	٤/۱۱
آبزی‌پروری‌سردابی	۰	۰	۷٦/٤۲	۸٤/۸٤	۹/۲٦	۹/۵۵	٦/٦۷	٦/۸۲
کشاورزی	۰	۰	۹۹/۰۳	۹۹/۰۳	۷/۹۷	۷/۹۸	٤/۹	٤/۹۲
توسعه شهری و روستایی	۰	۰	۹۹/۵۲	۹۹/۵۲	٤/۷۷	٤/۹٤	۳/۸۷	۳/۹٦
جنگلداری و جنگل‌کاری	۰	۰	۹۹/۹۹	۹۹/۹۹	۳۲/۹	۳۲/۷	۱۷/۹٤	۱۷/۹۹
مرتع‌داری	۰	۰	۹۹/۷۹	۹۹/۷۹	٤/٤	٤/۱۹	٤/٤۵	٤/۳
تفرج گسترده	۰	۰	۹۸/۲٦	۹۸/۲۸	۸/۵۲	۷/٦۵	٦/۲۳	۵/۸
تفرج متمرکز	۰	۰	۹٦/۱	۹٦/۱	۳/۷	٤/۳۳	۳/۱۷	۳/۵۷

نتایج استخراج داده‌های آماری برای فاکتور تراکم پوشش گیاهی نشان داد میانگین در کشاورزی، توسعه شهری و روستایی، جنگلداری و مرتع‌داری با استفاده از روش شبکه‌ای بیشتر از روش سلسله مراتبی است (جدول ۷).

جدول۷. اطلاعات آماری پارامتر تراکم پوشش گیاهی براساس زون‌بندی حاصل از وزن‌های AHP و ANP

تراکم پوشش گیاهی	حداقل		حداکثر		میانگین		انحراف معیار	
	ANP	AHP	ANP	AHP	ANP	AHP	ANP	AHP
آبزی‌پروری‌گرمابی	۳۵۰۷	۳۵۰۷	۹۰۹۲	۹۰۹۲	۲۷۸۲/٤۸	۷۵۸۹/٤۱	٦٥٦/۷۲	٦٥٦/۲۸
آبزی‌پروری‌سردابی	۳۷٦٤	۳۷٦٤	۹٤۷۲	۹٤۷۲	۷۸۸۰/۰۳	۷۸٤۳/٥۱	۱۰۲٦/٥٤	۱۰۳۱/۸۷
کشاورزی	۲۸۷۹	۲۸۷۹	۹٥۷۱	۹٥٦۲	۷۷۱۲/۱۳	۷۷۱۲/۷۳	۷۳۸/۰٦	۷۳٥/٥۱
توسعه شهری و روستایی	۳٦۱۳	۳٦۱۳	۹۰۸۲	۹۰۸۲	۷۷٤۹/۹۹	۷۷٤٦/۸۷	٥٥۹/۹۸	٥٥۷/۱۹
جنگلداری و جنگل‌کاری	٥۲٥٥	٥۲٥٥	۹۷۲۰	۹۷۲۰	۸۸٦۲/٤۸	۸۸٦۰/۰۲	۳۸٥/۹٥	۳۸۷/۲٤
مرتع‌داری	۳۰٥۸	۳۰٥۸	۹٤٦۹	۹۱۸۹	۷۷٤۲/۰٦	۷۷۳٤/٤۰	۷۰۱/۳۷	۷۰۳/۸۲
تفرج گسترده	۳٥۰۷	۳٥۰۷	۹٤۷٥	۹٤۷٥	۷٥۷۰/۳٤	۷٥٥۷/۷۹	۸۰۲/۷۰	۸۰۳/۸٥
تفرج متمرکز	۳۰۹۳	۳۰۹۳	۹۳٥۱	۸۹٦٤	۷۳۰۸/۹۹	۷۳٦٦/۳۹	۷۷۹/۱۰	۷۷۰/۲٦

نتایج استخراج داده‌های آماری برای پارامتر فرسایش‌پذیری نشان داد میانگین در کشاورزی، توسعه شهری و روستایی و تفرج متمرکز در روش شبکه‌ای کمتر از روش سلسله مراتبی است و همچنین انحراف معیار در روش شبکه‌ای کمتر از روش سلسله مراتبی است (جدول ۸).

جدول ۸. داده‌های آماری پارامتر فرسایش‌پذیری براساس زون‌بندی حاصل از وزن‌های AHP و ANP

فرسایش‌پذیری	حداقل		حداکثر		میانگین		انحراف معیار	
	ANP	AHP	ANP	AHP	ANP	AHP	ANP	AHP
آبزی‌پروری‌گرمابی	۰	۰	۲٥٥۱/٦۰	۲٥٥۱/٦۰	۳٥/۰۰	۳۹/٤٤	۳٦/۲۷	۳۹/۲٥
آبزی‌پروری‌سردابی	۰	۰	۱٥۱٥/۸۸	۱٥۱٥/۸۸	٥۷/۲۲	٦۳/۳۳	۸۰/۰۷	۸٤/٤٥
کشاورزی	۰	۰	۲۱۱٤/۸۷	۲۱۱٤/۸۷	۷۸/۲۷	۷۸/٦۸	٦۱/۹٦	٦۱/۲۳
توسعه شهری و روستایی	۰	۰	۱۳۰۲/۸۲	۱۳۰۲/۸۲	٤۲/۰٤	٤۳/٤۱	۳۳/۱٦	۳٤/۲۳
جنگلداری و جنگل‌کاری	۰	۰	۳۲۷۲/۲۰	۳۲۷۲/۲۰	۱۰/۸۰	۱۰/۷۰	٥۱/٥۰	٥۰/۲۱
مرتع‌داری	۰	۰	۱۸۹۷/٥۷	۱۸۹۷/٥۷	٤۷/٥۷	٤٥/٤۰	٤٤/۹۲	٤۳/٥۰
تفرج گسترده	۰	۰	۷۰٤/٤٦	۷۰٤/٤٦	٥۱/۰۰	٤٦/۹۹	٥۸/۲۹	٥۲/۸٥
تفرج متمرکز	۰	۰	۱۰٦۱/٦۲	۷۷٥/۹۰	۳٦/۳۲	۳۰/۸۷	۲٥/٥٥	۳۰/٥۷

نتایج استخراج داده‌های آماری برای پارامتر بارش نشان داد در روش شبکه‌ای میانگین بارش در کاربری‌های کشاورزی، توسعه شهری، جنگلداری، مرتع‌داری و تفرج گسترده بیشتر از روش سلسله مراتبی است (جدول ۹).

جدول۹. اطلاعات آماری پارامتر بارش براساس زون‌بندی حاصل از وزن‌های AHP و ANP

بارش	حداقل		حداکثر		میانگین		انحراف معیار	
	ANP	AHP	ANP	AHP	ANP	AHP	ANP	AHP
آبزی‌پروری‌گرمابی	٤٤١/٥٤	٤٤١/٥٤	٧٠٧/٠٠	٧٠٧/٠٠	٥٥٨/٦٩	٥٥٩/٢٧	٤٩/٥٣	٥٠/٤٦
آبزی‌پروری‌سردابی	٥٣٠/٧٨	٥٣٠/٧٨	٩٨٠/٣٩	٩٨٠/٣٩	٦٦٣/٧٧	٦٦٥/٧٤	٤٧/١٠	٥١/٠٦
کشاورزی	٤١٢/٣٣	٤٤١/٧٦	٩٦٥/٤٣	٩٦٥/٤٣	٥٩٤/١١	٥٩٢/٣٧	٥٩/٦٥	٥٩/٠٨
توسعه شهری و روستایی	٤٤٣/٣٤	٤٤٣/٣٤	٦٩٢/٨٧	٦٩٢/٨٧	٥٦٩/٦٢	٥٦٩/٤٣	٤٧/٩٠	٤٨/١١
جنگلداری و جنگل‌کاری	٤٣٨/٩٣	٤٣٨/٩٣	٩٧٨/٢٣	٩٧٨/٢٣	٦٨١/٩٤	٦٨١/٤٨	٥٦/١٥	٥٥/٨٠
مرتع‌داری	٤٤١/٥٤	٤٤١/٥٤	٨١٥/١١	٧٨٥/٢١	٥٧٥/٠٣	٥٧٤/٧٥	٥٢/٠٦	٥١/٥٣
تفرج گسترده	٥٠٤/٨٥	٥٠٤/٨٥	٧٦٤/٣٧	٧٦٤/٣٧	٦٠٨/٥٠	٦٠٧/٧٩	٤٠/٠٨	٣٩/٩٨
تفرج متمرکز	٥٠٤/٨٥	٥٠٤/٨٥	٧٢٩/٩٨	٧٤٦/٩٩	٥٩٠/٧٦	٥٩٧/٤٧	٣٧/٣٢	٣٧/٩٠

بحث و نتیجه‌گیری

فرآیند تصمیم‌گیری در مورداستفاده انسان از منابع طبیعی امری بسیار ضروری است. در این پژوهش مزیت استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای برای دخالت دادن معیارهای اکولوژیک، اقتصادی و اجتماعی در وزن‌دهی به کاربری‌ها در مقایسه با روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بررسی شد. با توجه به مقادیر کاپای کل، کاپای مکانی، کاپای استاندارد و توافق شانس زون‌بندی به روش اختصاص چندهدفه زمین‌بر پایه وزن‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و فرآیند تحلیل شبکه‌ای دارای شباهت زیادی است اما جابه‌جایی کاربری‌ها در دو روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و فرآیند تحلیل شبکه‌ای درروش اختصاص چندهدفه زمین تعداد ۸۸٦٦۳ پیکسل (۷۹۷۹ هکتار) معادل ۲/۹ درصد کل منطقه موردمطالعه است. به این معنی که در بعضی مناطق، مساحت اختصاص داده‌شده به کاربری‌ها در دو روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و فرآیند تحلیل شبکه‌ای متفاوت است. با توجه به اختلاف سطح داده‌شده، توجه به امر چگونگی انتخاب و جایگیری کاربری‌ها ضروری است. نتایج نشان داد که مقدار حداقل و حداکثر تراکم پوشش گیاهی برای انواع توسعه برابر است اما میانگین تراکم پوشش گیاهی برای جنگلداری، مرتع‌داری و تفرج گسترده در فرآیند تحلیل شبکه‌ای بیشتر از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی است با توجه به اینکه در کاربری‌های گفته‌شده تراکم پوشش بالا داری اهمیت بیشتری است، می‌توان گفت که وزن‌دهی به روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای عملکرد بهتری داشته است. برای کشاورزی و تفرج متمرکز تراکم پوشش گیاهی در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به مقدار ناچیزی از فرآیند تحلیل شبکه‌ای بیشتر است. فرسایش‌پذیری یکی از مؤثرترین و مهم‌ترین پارامترها برای انواع توسعه است. آبزی‌پروری گرمابی، سردآبی، کشاورزی، تفرج متمرکز و توسعه‌ی شهری و روستایی با استفاده از وزن‌های فرآیند تحلیل شبکه‌ای در مقایسه با فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در مناطقی قرارگرفته‌اند که در آن فرسایش‌پذیری کمتر است. با توجه به اینکه کاربری‌های یادشده اغلب در مناطق با شیب کمتر هستند، جایگیری آن‌ها منطقی است. در مورد جنگل، مرتع و تفرج گسترده وزن‌دهی به روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بهتر از فرآیند تحلیل شبکه‌ای عمل کرده است و جایگیری مناسب‌تری داشته‌اند. باتوجه به اهمیت بارش در توسعه‌ی کشاورزی، مناطق انتخاب‌شده در وزن‌دهی به روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای دارای میزان بارش تقریباً بیشتری نسبت به فرآیند تحلیل سلسله مراتبی است. به‌طورکلی با توجه به شاخص‌های یادشده می‌توان گفت که کاربرد روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای و وزن‌های استخراج‌شده از آن برای وزن‌دهی به نقشه‌های تناسب اراضی در اجرای روش اختصاص چندهدفه زمین منطقی بوده و می‌تواند به جای روش فرآیند سلسله مراتبی مورداستفاده قرار گیرد که با نتایج همتی و همکاران (۱۳) هم‌سو است. همچنین در پژوهش یمانی و همکاران (١٤)

روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای نتایج بهتری داشته و با پژوهش حاضر نتایج مشابهی دارد. نتایج این پژوهش می‌تواند مورداستفاده صاحب‌نظران و برنامه‌ریزان در شهرستان گرگان و علی‌آباد قرار گیرد. همچنین روش‌های ارزیابی و تصمیم‌گیری استفاده‌شده در این پژوهش می‌تواند مبنایی برای تحقیقات بعدی در سطوح گسترده‌تر و دقت بالاتر برای سازمان‌های ذیربط واقع شود.

منابع مورد استفاده

۱. اردکانی، ط.، ا. دانه‌کار، م. کرمی، ح. عقیقی، غ. رفیعی، و م. عرفانی. ۱۳۹۰. زون‌بندی خلیج چابهار با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چند متغیره جهت کاربری تفرج متمرکز. فصلنامه جغرافیا و آمایش سرزمین، ۱(۱): ۱-۲۰.

۲. اسدی، م. و س. جهانبخش اصل. ۱۳۹٤. شناسایی مکان‌های مناسب احداث نیروگاه بادی در استان آذربایجان شرقی با استفاده از روش فازی-سلسله مراتبی (FAHP). نشریه سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ٦(٤): ۹۵-۱۰۹.

۳. اصغرپور، م. ج. ۱۳۹۱. تصمیم‌گیری‌های چند معیاره، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۹۸ صفحه.

٤. آلیانی، ح.، س. بابایی کفاکی، ا. صفاری، و م. منوری. ۱۳۹۵. ارزیابی توان سرزمین برای شناسایی مناطق مناسب توسعه گردشگری با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP). نشریه سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۷(٤): ۱-۱۷.

۵. بنافی، م.، ا. کمالی، ع. ماهینی، و ب. کیابی. ۱۳۸٦. مکان‌یابی پرورش ماهی سردابی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در استان گلستان، مجله علمی شیلات ایران، ۱٦(٤): ۳۵-٤٤.

٦. سلمان ماهینی، ع. ر. ۱۳۸٦. گیتاشناسی بوم‌سازگان‌ها. انتشارات مهر مهدیس، ۳۰۲ صفحه.

۷. سلمان ماهینی، ع. و ح. کامیاب. ۱۳۸۸. سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی کاربردی با نرم‌افزار ایدریسی، انتشارات مهر مهدیس، ۵۸۲ صفحه.

۸. قدسی پور، ح. ۱۳۹۰. فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر(پلی تکنیک تهران). چاپ نهم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۲۲٤ صفحه.

۹. کامیاب، ح.، ع. سلمان ماهینی، و م. شهرآئینی. ۱۳۹٤. ارتقای روش MOLA با توجه به معیارهای سیمای سرزمین و بهره‌گیری از الگوریتم ژنتیک. آمایش سرزمین، ۷(۱): ۲۹-٤۸.

۱۰. محمودزاده، ح.، س. پناهی، و م. هرسچیان. ۱۳۹۸. کاربرد روش چند هدفه تخصیص زمین با رویکرد آمایش سرزمین مطالعه موردی: شهرستان همدان. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۵۲: ۲۱۱-۲۳٤.

۱۱. مخدوم، م. ۱۳۹۰. شالوده آمایش سرزمین، انتشارات دانشگاه تهران، ۲۸۹ صفحه.

۱۲. مخدوم، م.، ع. درویش‌صفت، ه. جعفرزاده، و ع. مخدوم. ۱۳۹۰. ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط‌زیست با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS). چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۰٤ صفحه.

۱۳. همتی، ب.، م. فروزانی، م. یزدان پناه، و ب. خسروی پور. ۱۳۹٤. مقایسه کاربرد فرآیند تحلیل شبکه (ANP) و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در تحلیل شاخص فقر آبی کشاورزی: موردمطالعه شهرستان دزفول. علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران، ۱۱(۲): ۲۰۳-۲۲۱.

۱٤. یمانی، م.، ف. یوسفی، ا. مرادی، و م. عباسی. ۱۳۹٦. پهنه‌بندی آمایشی با استفاده از مدل‌های ANP و AHP جهت توسعه گردشگری (مطالعه موردی: شهرستان اشنویه). فصلنامه اطلاعات جغرافیایی، ۲٦(۱۰۲): ۱۹-۳٤.

15. Agarwal A, Shankar R, Tiwari M. 2006. Modeling the metrics of lean, agile and leagile supply chain: An ANP-based approach. European Journal of Operational Research, 173(1): 211-225.

16. Eastman JR, Jiang H, Toledano J. 1998. Multi-criteria and multi-objective decision making for land allocation using GIS. In: Multicriteria

analysis for land-use management. Springer, pp 227-251.
17. Eastman J. 2003. IDRISI for windows users guide version Kilimanjaro. Clark Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis Clark University. pp 203.
18. Eswaran SP, Sripurushottama S, Jain M. 2018. Multi Criteria Decision Making (MCDM) based Spectrum Moderator for Fog-Assisted Internet of Things. Procedia Computer Science, 134: 399-406.
19. García-Melón M, Ferrís-Oñate J, Aznar-Bellver J, Aragonés-Beltrán P, Poveda-Bautista R. 2008. Farmland appraisal based on the analytic network process. Journal of Global Optimization, 42(2): 143-155.
20. Hashemkhani Zolfani S, Pourhossein M, Yazdani M, Zavadskas EK. 2018. Evaluating construction projects of hotels based on environmental sustainability with MCDM framework. Alexandria Engineering Journal, 57(1): 357-365.
21. Jharkharia S, Shankar R. 2007. Selection of logistics service provider: An analytic network process (ANP) approach. Omega, 35(3): 274-289.
22. Khan S, Faisal MN. 2008. An analytic network process model for municipal solid waste disposal options. Waste Management, 28(9): 1500-1508.
23. Landis JR, Koch GG. 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics, 33: 159-174.
24. Nidumolu UB, De Bie C, Van Keulen H, Skidmore AK, Harmsen K. 2006. Review of a land use planning programme through the soft systems methodology. Land Use Policy, 23(2): 187-203.
25. Patrono A. 1998. Multi-criteria analysis and Geographic Information Systems: analysis of natural areas and ecological distributions. In: Multicriteria analysis for land-use management. Springer, pp 271-292.
26. Saaty TL, Sagir M. 2015. Choosing the best city of the future. Journal of Urban Management, 4(1): 3-23.
27. Saaty TL, Vargas LG. 2006. Decision making with the analytic network process, vol 282. Springer. pp 282.
28. Todman C. 2000. Designing a data warehouse: supporting customer relationship management. Prentice Hall PTR. pp 360.

RS & GIS for Natural Resources
(Vol. 10/ Issue 2) Summer 2019
Indexed by ISC, SID, Magiran, Noormags, Civilica, Google Scholar
http://girs.iaubushehr.ac.ir

Comparison of analytic network process (ANP) and analytical hierarchy process (AHP) method in land use planning based on multi objective land allocation (MOLA) method

H. Rahimi [1*], A. R. Salman Mahini [2], H. R. Kamyab [3]

1. MSc. Graduated of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
2. Assoc. Prof. Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
3. Assist. Prof. Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

ARTICLE INFO

Article history:
Received 13 December 2017
Accepted 21 July 2019
Available online 11 August 2019

Keywords:
Land use planning
Multi objective land allocation (MOLA)
Analytic network process (ANP)
Analytical hierarchy process (AHP)
Aliabad and Gorgan

ABSTRACT

Management and planning, distributing the economic and social activities as well as clearing hidden capacities in terms of the land's potential and needs are the main goals of Land use planning. MOLA was used in order to zoning and planning Gorgan and Aliabad cities in eight major Land-uses. The method of analytic hierarchy process (AHP) and analytic network process (ANP) and the experts' experiences were used for weighting the three main factors including ecological, economic and social factors. Compare zoning based on two ways AHP and ANP weighting also was evaluated. The results showed that the integration of applications based on AHP and ANP different weighting methods. According to the results of the integration of applications based on ANP method compared to the AHP with respect to slope, height, density of vegetation, rainfall and erosion ability in general is more appropriate. The results showed that according to total Kappa values (0.9151), spatial Kappa (0.9524), standard Kappa (0.9323), and chance agreement (0.1111), MOLA based zoning based on AHP and ANP weights had a similarity A lot. But the difference in the use of the AHP and ANP was 88663 pixels (7979 ha). For this purpose, statistical data on slope, height, vegetation density, precipitation and erodibility were extracted based on the weight of the two methods of AHP and ANP. According to the results, the placement of land use based on the ANP method in comparison with AHP is more appropriate in general. This means that the method has better performance in the ANP have been weighted to land-uses. The results of this study, the relationship and the importance of all aspects of ecological, economic and social planning and land use planning notes.

* Corresponding author e-mail address: rahimi.hadi90@gmail.com