



"مقاله پژوهشی"

ارزیابی کارکردهای بوم‌سازگان جنگلی با بهره‌گیری از روش‌های تلفیقی تصمیم‌گیری چند معیاره (استان مازندران، بوم‌سازگان جنگلی شیاده و دیوا)

حمید حاجی‌زاده^۱، اصغر فلاح^۲ و ساره حسینی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری، (نویسنده مسوول: h.haji.f.5@gmail.com)
۲- استاد گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۳- دکتری جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۴/۱۴
صفحه: ۳۳ تا ۴۲

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: در میان بوم‌سازگان‌های متنوع در روی خشکی‌های زمین، بوم‌سازگان جنگل با میزبانی مجموعه‌ای از فرآیندهای پیچیده اکولوژیکی باعث شکل‌گیری و جریان مستمر کارکردها و خدماتی می‌شوند که به اشکال مستقیم و غیرمستقیم در حیات اقتصادی و یا معاش انسانی نقش‌آفرین هستند، که حفظ و نگهداری آن باید هدف اساسی فعالیت‌های انسان قرار گیرد. کارکردهای بوم‌سازگان جنگل بر اساس متداولترین و جامعترین طبقه‌بندی کالاها و خدمات بوم‌سازگان به چهار طبقه کارکرد تنظیمی، کارکرد اطلاعاتی، کارکرد تولیدی و کارکرد زیستگاهی تقسیم می‌شوند. این کارکردها و خدمات رایگان نیستند و ارزش و بهای اقتصادی نهفته‌ای دارند. در صورتی که این خدمات رایگان تلقی شوند بوم‌سازگان جنگلی مورد بهره‌برداری بی‌رویه قرار می‌گیرند.

مواد و روش‌ها: بوم‌سازگان جنگل بعنوان یک منبع طبیعی ارزشمند، کارکردها و خدمات مختلفی را برای بشر فراهم می‌کند که بررسی نقش و اهمیت آنها از اهداف این پژوهش است. به منظور نیل به این هدف تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره شامل تحلیل نسبت ارزیابی وزن‌دهی تدریجی (SWARA) به منظور محاسبه وزن کارکردهای بوم‌سازگان جنگل، مدل مجموع ساده وزین (SAW)، ارزیابی نسبت جمعی (ARAS) و تکنیک ترجیحات بر اساس مشابهت به راه‌حل ایده‌آل (TOPSIS) برای اولویت‌بندی کارکردها استفاده شده است. در این مطالعه داده‌های پژوهش به صورت پیمایش میدانی، نمونه‌گیری تصادفی و با تکمیل پرسشنامه توسط ۱۵۰ خانوار بومی حاشیه بوم‌سازگان جنگلی شیاده و دیوا در شهرستان بابل استان مازندران استخراج گردید تا نمایان شود کدامیک از کارکردهای بوم‌سازگان جنگلی شامل کارکردهای تنظیمی، زیستگاهی، تولیدی و اطلاعاتی دارای اهمیت بیشتری برای جوامع بومی منطقه می‌باشد.

یافته‌ها: تجزیه و تحلیل یافته‌های وزن‌دهی کارکردهای بوم‌سازگان جنگلی شیاده و دیوا با استفاده از تکنیک SWARA نشان داد که کارکردهای تنظیمی، اطلاعاتی، زیستگاهی و تولیدی به ترتیب با کسب وزن‌های ۰/۴۶۲۳، ۰/۲۳۱۱، ۰/۱۶۸۵ و ۰/۱۴۸۱ بیشترین وزن را به خود اختصاص داده‌اند.

نتیجه‌گیری: براساس نتایج بدست آمده از اولویت‌بندی کارکردهای بوم‌سازگان جنگلی منطقه با مدل‌های SAW، ARAS و TOPSIS کارکردهای تنظیمی و اطلاعاتی در اولویت بالاتری نسبت به سایر کارکردها قرار گرفتند. پیشنهاد می‌شود با توجه به اهمیت حفظ جنگل‌های این منطقه برنامه‌ریزی مناسب‌تر و تحقیقات بیشتر توسط سازمان‌های ذی‌ربط جهت حفاظت بوم‌سازگان جنگلی آن صورت پذیرد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی نسبت جمعی، ارزیابی وزن‌دهی تدریجی، اولویت‌بندی، خدمات بوم‌سازگان

مقدمه

در میان بوم‌سازگان‌های متنوع در روی خشکی‌های زمین، بوم‌سازگان جنگل با میزبانی مجموعه‌ای از فرآیندهای پیچیده اکولوژیکی باعث شکل‌گیری و جریان مستمر کارکردها و خدماتی می‌شوند که به اشکال مستقیم و غیرمستقیم در حیات اقتصادی و یا معاش انسانی نقش‌آفرین هستند (۲۴)، که حفظ و نگهداری آن باید هدف اساسی فعالیت‌های انسان قرار گیرد (۱۵). کارکردهای بوم‌سازگان جنگل بر اساس متداولترین و جامعترین طبقه‌بندی کالاها و خدمات بوم‌سازگان مربوط به ارزیابی بوم‌سازگان هزاره (۱۹) و تقسیم‌بندی دی‌گروت و همکاران (۱۰) به چهار دسته تقسیم می‌شوند: ۱- کارکرد تنظیمی که برای حفظ فرآیندهای ضروری و اکولوژیکی ایفای نقش می‌کنند. ۲- کارکرد اطلاعاتی شامل امورات فرهنگی، علمی، زیباشناختی... ۳- کارکرد تولیدی همان نقش چوب‌آلات یا کالاها در مصارف صنعتی و کارخانجات و منازل می‌باشد. ۴- کارکرد زیستگاهی، حیات وحش و جانوران وحشی موجود در جنگل‌ها را شامل می‌شوند یعنی زیستگاه مناسبی برای زندگی گونه‌های گیاهی و جانوری می‌باشد (۱۹ و ۱۰). این کارکردها و خدمات رایگان نیستند و ارزش و بهای اقتصادی نهفته‌ای دارند. در صورتیکه این خدمات رایگان تلقی شوند بوم‌سازگان جنگلی مورد بهره‌برداری و سودجویی بی‌رویه قرار می‌گیرند

(۱۸). هم‌اکنون نیز فشارهای گوناگون برآمده از انگیزه‌ها و مقاصد اقتصادی زمینه‌ساز زوال و انهدام همیشگی آنها شده است و ما شاهد نابودی و تخریب آنها در گوشه و کنار جهان هستیم (۱۵). به همین دلیل امروزه شناسایی کالاها و خدمات حاصل از جنگل‌ها از اهمیت فزاینده‌ای برخوردار شده و ابعاد محلی، ملی و بین‌المللی آن در بحث‌های مربوط به تخریب منابع طبیعی و جنگل‌زدایی جایگاه ویژه‌ای یافته است (۲۰). بدیهی است این مسئله خود نیازمند مشارکت دادن ذینفعان و آگاهی یافتن از ترجیحات آنها برای خدمات بوم‌سازگان جنگل‌ها بخصوص جنگل‌های معتدله شمال کشور است (۲۰). تاکنون از مدل‌های متفاوتی برای سنجش و اولویت‌بندی کارکردها و خدمات استفاده شده است که در این میان بهره‌گیری از مدل‌های چند معیاره دارای اهمیت بیشتری بوده است (۱). در این زمینه مطالعات اندکی صورت پذیرفته است که به برخی از مهمترین آنها در اینجا اشاره می‌شود:
نیازی و ملک‌نیا (۲۳)، کارکردهای جنگل‌های زاگرس میانی را با استفاده از تحلیل AHP کلاسیک و فازی در جنگل‌های کارکاضی خرم آباد اولویت‌بندی نمودند. نتایج مطالعه آنها نشان داد خدمات اطلاعاتی (حفاظتی، تفریحی)، زیستگاهی و تولیدی بوم‌سازگان جنگلی کارکاضی خرم آباد به ترتیب بیشترین اولویت را نسبت به سایر کارکردها دارند.

اهمیت کارکردهای بوم‌سازگان جنگلی منطقه، وزن‌دهی و اولویت‌بندی آنها با بهره‌گیری از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌باشد.

مواد و روش‌ها

الف) منطقه مورد مطالعه

برای انجام پژوهش حاضر جنگل‌های شیباده و دیوا واقع در بخش بندپی غربی در فاصله حدود ۳۰ کیلومتری جنوب شهرستان بابل در استان مازندران انتخاب گردیده است. این جنگل‌ها از پائین‌دست همجوار روستاهای شیباده و دیوا شروع شده و تا ارتفاعات بالا ادامه می‌یابند و به مراتب غیرمشجر بسیار با ارزش فیلبند منتهی می‌شوند. جنگل‌های دیوا و شیباده از جنگل‌های منحصر به فرد و در حوزه آبخیز ۵۳ شمال کشور می‌باشند که سطحی معادل ۱۶ هزار هکتار را شامل شده و در مختصات جغرافیایی بین $36^{\circ} 10' 14''$ تا $36^{\circ} 59' 31''$ طول شرقی و $47^{\circ} 10' 10''$ تا $47^{\circ} 27' 27''$ عرض شمالی واقع شده است. حداقل ارتفاع آن از سطح دریای ۲۰۰ متر و حداکثر ارتفاع آن ۱۷۰۰ متر می‌باشد. این منطقه جنگلی از نظر وضعیت توپوگرافی دارای وضعیت متنوع بوده بطوریکه از دامنه‌های کم شیب تا دامنه‌های پرشیب و صخره‌ای برخوردار است اراضی این منطقه در وضعیت تپه ماهوری و کوهستانی قرار گرفته است. همچنین روستای شیباده با سد شیباده و امکانات زیاد آن و سقاخانه‌های چوبی موجود در آن و روستای دیوا با تکیه قدیمی ۱۵۰ ساله و دارا بودن آبشار و مناظرهای مثل خرساکایی، و سه‌وشا، کل مینایی، ذرتله، مسیر رودخانه تبرو، کلارود، کهولی، چارخونی بند واقع در آن باعث شده است که گردشگران داخلی از اقصی نقاط کشور به آنجا سفر نمایند. پوشش گیاهی در این حوزه شامل انواع درختان جنگلی از گونه‌های سرخدار، راش، ملج، توسکا، ممرز، انجیلی، افراپلت، شیردار، نمدار، گیلاس وحشی، بارانک، خرمندی، زبان گنجشک، کوله‌خاص، هفت‌کول، ولیک (قرمز و سیاه) و گونه‌های علفی بسیار متنوع می‌باشد (۳).

ب) روش پژوهش

در این پژوهش جهت شناسایی، و وزن‌دهی و اولویت‌بندی کارکردهای بوم‌سازگان جنگلی منطقه شیباده و دیوا در شهرستان بابل با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، ابتدا کارکردها و خدمات بوم‌سازگان منطقه بر اساس متداولترین و جامعترین طبقه‌بندی کالاها و خدمات بوم‌سازگان مربوط به ارزیابی بوم‌سازگان هزاره (۱۹) و تقسیم‌بندی دی‌گروت و همکاران (۱۰) و کاستانزا و همکاران (۷) شناسایی و گردآوری گردید. سپس داده‌های پژوهش به‌صورت پیمایش میدانی، نمونه‌گیری تصادفی و با تکمیل پرسشنامه و مصاحبه حضوری با ۱۵۰ خانوار بومی حاشیه بوم‌سازگان جنگلی شیباده و دیوا (جوامع بومی) در تابستان ۱۳۹۹ استخراج گردید (شایان ذکر است تعداد نمونه بر اساس فرمول کوکران تعیین شده است). در این پژوهش به‌منظور آشنایی پاسخگویان در خصوص کارکردهای بوم‌سازگان جنگلی منطقه شیباده و دیوا یک بروشور اطلاعاتی در پرسشنامه طراحی شد و سپس این پرسش مطرح شد کدامیک از کارکردهای بوم‌سازگان جنگلی

محمودی و فقهی (۱۷)، کارکردهای بوم‌سازگان جنگل‌های کشور را با استفاده از روش دلفی شناسایی، طبقه‌بندی و اولویت‌بندی نمودند. نتایج مطالعه آنها نشان داد خدمات تنظیمی، زیستگاهی، اطلاعاتی و تولیدی به ترتیب بیشترین اولویت را دارند و سه خدمت تولید آب، کنترل فرسایش خاک و تفرج بیشترین اولویت و اهمیت را در بین مجموع خدمات داشته‌اند. پیرکیا و همکاران (۲۵)، معیارها و شاخص‌های خدمات چندگانه بوم‌سازگان را با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره آن‌تروپی و تاپسیس در حوزه آبخیز دارابکلا شناسایی و اولویت‌بندی نمودند. نتایج مطالعه آنها نشان داد خدمات بوم‌سازگان جنگلی در حوزه آبخیز دارابکلا شامل خدمت ذخیره و ترسیب کربن، تولید آب و حفاظت از خاک به ترتیب بالاترین اولویت‌ها را نسبت به سایر خدمات به خود اختصاص داده‌اند. امیرنژاد و حسینی (۲)، نقش و اهمیت کارکردهای بوم‌سازگان رودخانه تجن محدوده شهر ساری با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره بررسی نمودند. تجزیه و تحلیل یافته‌های وزن‌دهی کارکردهای بوم‌سازگان رودخانه تجن از طریق تکنیک آن‌تروپی نشان داد که کارکردهای زیستگاهی، تولیدی، اطلاعاتی و تنظیمی به ترتیب با کسب وزن‌های $0/2511$ ، $0/2500$ و $0/2488$ بیشترین وزن را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین کارکردهای زیستگاهی، تولیدی، تنظیمی و اطلاعاتی به ترتیب جزء کارکردهای مهم بوم‌سازگان رودخانه تجن بوده‌اند. قمی و همکاران (۱۱)، رویشگاه‌های منتخب جنگل‌های هیرکانی برای ثبت جهانی را با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری اولویت‌بندی نمودند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که دو رویشگاه جنگلی گلستان و افراخته با امتیاز $0/8$ و $0/5$ دارای بالاترین توانایی برای ثبت در فهرست میراث جهانی یونسکو هستند. در مقابل وضعیت دسترسی به رویشگاه‌های جنگلی، پراکنش گونه‌های جانوری و حوادث طبیعی مانند سیل و آتش‌سوزی اثر منفی در ثبت رویشگاه‌ها دارد.

مرور منابع پیشین نشان می‌دهد که علی‌رغم وجود تحقیقات در ارتباط با ارزیابی کارکردهای بوم‌سازگان طبیعی با رویکردهای مختلف، تاکنون مطالعه‌ای در خصوص وزن‌دهی و اولویت‌بندی کارکردها و خدمات بوم‌سازگان جنگل بر اساس نظرات و نگرش جوامع بومی ساکن در حاشیه آن در داخل کشور صورت نپذیرفته است. از اینرو در این مطالعه سعی بر آن است با توجه به اهمیت و ارزش فوق‌العاده جنگل‌های طبیعی منطقه شیباده و دیوا در استان مازندران و برجسته نمودن ارزش‌های آن به جوامع جهت کاهش برخی از تخریب‌ها و تجاوزات به این جنگل‌ها، چهار کارکرد اصلی شامل کارکرد تنظیمی (تنظیم رطوبت و دمای هوا، حفظ جریان سفره‌های آب زیرزمینی و کاهش آلودگی‌ها، تولید اکسیژن و جذب دی‌اکسید کربن و ...)، کارکرد اطلاعاتی (چشم‌انداز طبیعی، تفریحی و تفرجی و ...)، کارکرد تولیدی (تولید چوب، محصولات فرعی مانند تولید ازگیل، قارچ، گیاهان دارویی و ...)، کارکرد زیستگاهی (حیات‌وحش و تنوع‌زیستی و ...) مورد شناسایی، وزن‌دهی و اولویت‌بندی قرار گیرد. در کل هدف از این مطالعه، آگاهی یافتن از ترجیحات جوامع بومی برای تعیین نقش و

$$W_j = Q_j / \sum_k^n Q_k \quad (\text{رابطه ۳})$$

- روش ارزیابی نسبت جمعی (ARAS^۲)

روش ارزیابی نسبت جمعی به‌وسیله زاوادساکاس و همکارانش در سال ۲۰۱۰ پیشنهاد شده است. این روش یکی از بهترین روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره برای انتخاب بهترین گزینه است. بهترین گزینه آن است که بیشترین فاصله را از عوامل منفی و کمترین فاصله را از عوامل مثبت داشته باشد (۲۸). روابط اجرای این روش به شرح زیر است:

• تشکیل ماتریس تصمیم

نخستین گام در این تکنیک تشکیل ماتریس تصمیم است. ماتریس تصمیم‌گیری یک ماتریس برای ارزیابی تعدادی گزینه براساس تعدادی معیار است. یعنی ماتریسی که در آن هر گزینه براساس تعدادی معیار امتیازدهی شده است. ماتریس تصمیم با X و هر درایه آن با x_{ij} نشان داده می‌شود (۲۸).

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{mn} \end{bmatrix}$$

• تشکیل ماتریس تصمیم نرمال

نرمال‌سازی یا بی‌مقیاس‌سازی دومین گام در حل تمامی تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر ماتریس تصمیم است (۲۸).

$$N = \begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & n_{1n} \\ n_{21} & n_{22} & n_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ n_{m1} & n_{m2} & n_{mn} \end{bmatrix}$$

• تشکیل ماتریس تصمیم نرمال موزون

در گام سوم از تکنیک ARAS باید ماتریس تصمیم نرمال ایجاد شده، موزون شود. برای این منظور وزن هر معیار در تمامی درایه‌های زیر همان معیار ضرب می‌شود. وزن معیارها باید از قبل مشخص شود. برای این منظور معمولاً از تکنیک SWARA استفاده می‌شود (۲۸).

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & v_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ v_{m1} & v_{m2} & v_{mn} \end{bmatrix}$$

• محاسبه میزان مطلوبیت هر گزینه

در گام چهارم از تکنیک ARAS میزان مطلوبیت هر گزینه به‌وسیله تابع مطلوبیت محاسبه می‌شود. بهترین گزینه آن است که مطلوبیت بزرگتری دارد. همچنین در نهایت باید درجه مطلوبیت محاسبه شود. میزان مطلوبیت کل هر گزینه

با S_i نمایش داده می‌شود و بصورت رابطه ۴ محاسبه می‌شود:

$$S_i = \sum V_{ij} \quad (\text{رابطه ۴})$$

درجه مطلوبیت گزینه (K_i) براساس مقایسه با یک مقدار بهینه (S_0) با استفاده از رابطه ۵ محاسبه می‌شود. مقدار بهینه براساس دیدگاه خبرگان یا بهترین مقادیر ماتریس موزون شده قابل حصول است (۲۸).

$$K_i = S_i / S_0 \quad (\text{رابطه ۵})$$

منطقه شباده و دیوا برای آنها دارای اهمیت می‌باشند و با تعیین یکی از پنج درجه اهمیت طیف لیکرت (مقیاس لیکرت)، بی‌اهمیت (۱)، کم‌اهمیت (۲)، بااهمیت (۳)، بااهمیت زیاد (۴) و بااهمیت بسیار زیاد (۵) پاسخ‌های خود را بیان نمایند (۲۶). همچنین به‌منظور بررسی پایایی پرسشنامه، از تکنیک سنجش پایایی ضریب آلفای کرونباخ استفاده گردید (۲۱)، که با توجه به مقدار این ضریب ($\alpha=0.89$)، پایایی پرسشنامه مورد تأیید قرار گرفت.

در این مطالعه جهت وزن‌دهی و اولویت‌بندی هر یک از کارکردهای بوم‌سازگان جنگلی منطقه از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره تحلیل، نسبت ارزیابی وزن‌دهی تدریجی (SWARA) به منظور محاسبه وزن کارکردهای بوم‌سازگان جنگل، مدل مجموع ساده وزین (SAW)، ارزیابی نسبت جمعی (ARAS) و تکنیک ترجیحات بر اساس مشابهت به راه‌حل ایده‌آل (TOPSIS) برای اولویت‌بندی کارکردها استفاده شده است. همچنین جهت پردازش و آنالیز آماری داده‌های پرسشنامه از قبیل محاسبه پایایی پرسشنامه با آزمون الفای کرونباخ از نرم‌افزار Spss16 و اجرای مدل‌های وزن‌دهی و اولویت‌بندی از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

- روش ارزیابی وزن‌دهی تدریجی (SWARA^۱)

روش ارزیابی وزن‌دهی تدریجی یکی از جدیدترین روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که در سال ۲۰۱۰ توسط کرسولین و همکارانش معرفی شد (۱۴). مهمترین مزایای این روش نسبت به سایر روش‌های مشابه، توان آن در ارزیابی دقت نظر خبرگان درباره معیارهای وزن داده شده در طی فرآیند، سهولت پیاده‌سازی و عدم نیاز به حجم مقایسات بالا می‌باشد (۱۴). مراحل اجرای این روش به صورت ذیل است:

• گام اول: مرتب کردن معیارها (کارکردها)

در ابتدا معیارهای مورد نظر براساس میزان اهمیت به ترتیب نوشته می‌شوند. مهمترین معیارها در رده‌های بالاتر و معیارهای کم‌اهمیت‌تر در رده‌های پایین‌تر قرار می‌گیرند (۱۴).

• گام دوم: تعیین اهمیت نسبی هر معیار (S_j)

در این گام اهمیت نسبی هر معیار نسبت به معیارهای قبلی مشخص می‌شود. در فرآیند روش SWARA این مقدار با S_j نشان داده می‌شود (۱۴).

• گام سوم: محاسبه ضریب K_j

ضریب K_j که تابعی از مقدار اهمیت نسبی هر معیار است با استفاده از رابطه ۱ محاسبه می‌شود (۱۴):

$$K_j = S_j + 1 \quad (\text{رابطه ۱})$$

• گام چهارم: محاسبه وزن اولیه هر کارکرد

وزن اولیه معیارها (Q_j) از طریق رابطه ۲ محاسبه می‌شود. در این رابطه باید توجه داشت که وزن معیار نخست که مهمترین معیار است برابر یک در نظر گرفته می‌شود (۱۴).

$$Q_j = Q_1 - 1 / K_j \quad (\text{رابطه ۲})$$

• گام پنجم: محاسبه وزن نرمال نهایی

در آخرین گام از روش سوآرا وزن نهایی معیارهای ارزیابی از طریق رابطه ۳ محاسبه می‌شود. نرمال‌سازی به روش خطی ساده انجام می‌شود (۱۴).

مدل مجموع ساده وزین (SAW⁺)

مدل مجموع ساده وزین یکی از ساده‌ترین، شناخته‌شده‌ترین و پرکاربردترین روش تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره برای انتخاب بهترین گزینه است. برای استفاده از مدل SAW به منظور اولویت‌بندی کارکردهای شناسایی شده، ابتدا ماتریس تصمیم‌گیری تکمیل شده را با استفاده از روش بی‌مقیاس‌سازی خطی بی‌مقیاس نموده و سپس به منظور اولویت‌بندی کارکردهای بوم‌سازگان جنگلی حایز اهمیت، وزن محاسبه شده توسط تکنیک SWARA را در ماتریس بی‌مقیاس شده ضرب نموده تا اولویت کارکردهای بوم‌سازگان جنگلی حایز اهمیت مشخص شود (۱۳). در این روش با در نظر گرفتن وزن کارکردهای بوم‌سازگان محاسبه شده توسط تکنیک SWARA، نمره هر کارکرد (S_i) بوسیله میانگین وزنی ارزش‌های آنها در تمامی کارکردها بر اساس رابطه ۶ محاسبه می‌شود (۱۲).

$$S_i = \sum_j n_{ij} \cdot w_j \quad (\text{رابطه ۶})$$

w_j : وزن هر یک از کارکردها n_{ij} : امتیاز هر کارکرد

تکنیک ترجیحات بر اساس مشابهت به راه‌حل ایده‌آل (TOPSIS^۱)

تکنیک تاپسیس یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که دارای قدرت بالا در تفکیک گزینه‌ها، اولویت‌بندی ترجیحات بر اساس شباهت‌شان به راه‌حل ایده‌آل است که در سال ۱۹۸۱ به وسیله هوانگ و یون ارائه گردید (۴). در این روش m گزینه به وسیله n شاخص مورد ارزیابی قرار گرفته و گزینه‌ها بر اساس شباهت به راه‌حل ایده‌آل رتبه‌بندی می‌شوند. اساس این تکنیک بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی باید کم‌ترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل مثبت و بیشترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل منفی داشته باشد (۲۷). اساس این روش بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی باید کم‌ترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل مثبت و بیشترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل منفی داشته باشد. مراحل این روش به ترتیب زیر است:

گام اول: تبدیل ماتریس تصمیم‌گیری موجود به یک ماتریس (بی‌مقیاس شده) با استفاده از رابطه ۷ (۲۹):

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m r_{ij}^2}} \quad (\text{رابطه ۷})$$

n_{ij} : ماتریس نرمال شده r_{ij} : امتیاز هر شاخص

گام دوم: ایجاد ماتریس (بی‌مقیاس) وزین با مفروض بودن بردار w به‌عنوان ورودی به الگوریتم (۲۹):

$$W = \{ W_1, W_2, \dots, W_n \} \quad (\text{رابطه ۸})$$

W: وزن هر شاخص

به‌طوری‌که N_D ماتریسی است که امتیازات معیارها در آن (بی‌مقیاس) و قابل مقایسه شده است و $n \times n$ ماتریسی است قطری که فقط عناصر قطر اصلی آن غیرصفر خواهد بود (۲۴).

$$V = N_D \cdot W_{n \times n} = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & v_{2n} \\ v_{m1} & v_{m2} & v_{mn} \end{bmatrix}$$

V : ماتریس (بی‌مقیاس) وزین

گام سوم: مشخص‌نمودن راه‌حل ایده‌آل مثبت (A^+) و راه‌حل ایده‌آل منفی (A^-) بر اساس رابطه ۹ (۲۹):

$$A^+ = \{ (\max V_{ij} / j \in J), (\min V_{ij} / j \in J') / i = 1, 2, \dots, m \} \\ A^- = \{ (\min v_{ij} / j \in J), (\max V_{ij} / j \in J') / i = 1, 2, \dots, m \} \\ J = \{ j = 1, 2, \dots, n / j \in \text{benefit} \} \\ J' = \{ j = 1, 2, \dots, n / j \text{ Cost} \}$$

گام چهارم: محاسبه اندازه جدائی فاصله گزینه i ام با ایده‌آل‌ها (d_i) با استفاده از روش اقلیدسی بر اساس رابطه ۱۰ (۲۹):

$$d_{i+} = \{ \sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^+)^2 \}^{0.5}; i = 1, 2, \dots, m \\ d_{i-} = \{ \sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2 \}^{0.5}; i = 1, 2, \dots, m$$

گام پنجم: محاسبه نزدیکی نسبی A_i به راه‌حل ایده‌آل (cl_{i+}) با استفاده از رابطه ۱۱ (۲۹):

$$cl_{i+} = \frac{d_{i-}}{(d_{i+} + d_{i-})}; 0 \leq cl_{i+} \leq 1; i = 1, 2, \dots, m$$

گام ششم: رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس ترتیب نزولی cl_{i+} . می‌توان گزینه‌های موجود از مساله مفروض را رتبه‌بندی نمود (۲۹).

نتایج و بحث

در این پژوهش کارکردها و خدمات بوم‌سازگان زیر برای بوم‌سازگان جنگلی طبیعی منطقه شیاده و دیوا شناسایی شده است که به شرح جدول ۱ می‌باشد.

جدول ۱- کارکردها و خدمات بوم‌سازگان جنگلی شیاده و دیوا

Table 1. Functions and services of Shiadeh and Diva forest ecosystem

کارکردها	خدمات	توصیف
تنظیمی	<ul style="list-style-type: none"> تنظیم گاز: عرضه اکسیژن، ترسیب کربن، تنظیم رطوبت و دمای هوا، کاهش انواع آلودگی‌ها، تنظیم آب و هوا، گرده افشانی، کنترل بیولوژیکی حفاظت آب: عرضه و تأمین آب، تنظیم آب، ذخیره آب باران، تنظیم آب جاری، حفظ جریان سفره‌های آب زیرزمینی، جلوگیری از سیل و سیلاب، کنترل سیل، تأمین آب برای شرب شهروندان و تولید محصولات کشاورزی. حفاظت خاک: کاهش عدم استفاده از زمین، جلوگیری از افزایش گل و لای، کاهش رسوبگذاری، حفظ حاصلخیزی خاک، تنظیم مواد مغذی، خاک‌زایی، تشکیل و نگهداری خاک 	جنگل‌های دیوا و شیاده دارای انواعی از درختان جنگلی با ارزش مانند سرخدار، راش، توسکا، اوجا، بلوط، ممرز، انجیلی، افرا، ملج، لیلکی، ون و درختچه‌هایی از قبیل ولیک، ازگیل وحشی، انار وحشی و گیاهان علفی و خشبی مثل آسپرولا، همیشک، سرخس جنگلی، گزنه، کوله خاص و غیره می‌باشد که ریشه‌های این درختان از فرسایش، ریزش و رانش خاک جلوگیری نموده و تاج و تنه آنها باعث تولید اکسیژن، تنظیم رطوبت و دمای هوای محیط می‌شود و برگ‌های ریخته شده آنها باعث حاصلخیزی خاک، افزایش هوموس گیاهی، تنظیم سیستم هیدرولوژی حوزه‌های آبخیز، جلوگیری از بروز سیل و خسارت ناشی از آن می‌شود.
زیستگاهی	<ul style="list-style-type: none"> تأمین زیستگاه برای زندگی گونه‌های گیاهی و جانوری داخل و حاشیه جنگل تأمین زیستگاه برای تولیدمثل یا تکثیر گونه‌های مختلف گیاهی و جانوری (حفظ تنوع زیستی گیاهی و جانوری) 	جنگل‌های دیوا و شیاده مکان مناسب برای زندگی گونه‌های گیاهی و جانوری و مکان مناسب برای تکثیر و ازدیاد تنوع زیستی جانوری از قبیل پرنده‌گان کلاغ، زاغ، دارکوب، انواع گنجشک و قرقاول و جانوران: روباه، آهو، گوزن، خرس قهوه‌ای و تنوع زیستی گیاهی از قبیل درختان جنگلی با ارزش مثل سرخدار، راش، توسکا، اوجا، بلوط، ممرز، انجیلی، افرا، ملج، لیلکی، ون و درختچه‌هایی مثل ولیک، ازگیل وحشی، انار وحشی و گیاهان علفی و خشبی مثل آسپرولا، همیشک، سرخس جنگلی، گزنه، کوله خاص و غیره فراهم می‌نماید. همچنین تعدادی از خشک‌داران در عرصه به عنوان زیستگاه حیوانات، پرنده‌گان، حشرات و سایر موجودات می‌باشند.
تولیدی	<ul style="list-style-type: none"> تولید فرآورده چوبی و غیر چوبی، غذا، مواد خام، منابع ژنتیکی، دارویی، تزئینی و آرایشی 	در جنگل‌های دیوا و شیاده برداشت چوب‌آلاتی از قبیل فرآورده‌هایی مثل گرده‌بینه، کاتین، الوار و هیزم در صورت تهیه طرح جنگلداری در آینده پیش‌بینی می‌شود. همچنین مکان مناسب برای تولید محصولات فرعی مثل ولیک، ازگیل وحشی، خرمندی، افزایش علوفه، تولید کود و برگ، گیاهان دارویی، پرورش قارچ، زنبورداری و تولید چوب‌آلات موردنیاز کارخانجات، صنایع، کارگاه‌های کوچک و منازل و غیره است. همچنین این جنگل‌ها منبعی برای حفظ و ذخیره آب زیرزمینی و سطحی است که در تولید محصولات کشاورزی پایین‌دست مورد استفاده قرار می‌گیرد.
اطلاعاتی	<ul style="list-style-type: none"> کسب اطلاعات زیباشناختی، الهامات فرهنگی و هنری، حفظ آثار مذهبی و تاریخی در جنگل حفاظت از یک منبع طبیعی جهت کسب اطلاعات علمی و آموزشی (فرصت‌های آموزشی و تحقیقاتی) تأمین چشم‌اندازهای طبیعی جنگل و حفاظت از آن حفاظت از جنگل جهت تأمین تسهیلات و فرصت‌های تفریحی و گردشگری 	کارکردها و خدمات جنگل‌های دیوا و شیاده فرصت‌های آموزشی و تحقیقاتی زیادی را برای محققین مختلف فراهم می‌آورد. همچنین وجود آبشار و مناظرهای مثل فرساکایی، وصله و شاه کل مینایی، دزله، رودخانه نزو، کلارود کهولی، چاخونی بند و سقاخانه‌های چوبی در شیاده و تکیه قدیمی ۱۵۰ ساله در دیوا پتانسیل مناسبی را برای گردشگری و اکوتوریسم فراهم نموده است. در برخی نقاط این جنگل‌ها وجود گونه‌هایی بعضاً کرات، کلهو و انجیلی جایگزین گونه‌های اصلی و با ارزش شده و تیپ ثانویه‌ای مانند کرات کلهو ایجاد می‌شوند که دارای مناظر و چشم اندازهای تفریحی و تفرجی بسیار زیبا می‌باشند.

نتایج وزن‌دهی کارکردهای بوم‌سازگان جنگلی منطقه با استفاده از تکنیک SWARA نشان داد که کارکردهای تنظیمی، اطلاعاتی، زیستگاهی و تولیدی به ترتیب بیشترین وزن را به خود اختصاص داده‌اند.

در این تحقیق جهت ارزیابی کارکردهای بوم‌سازگان جنگلی شیاده و دیوا از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره SWA، ARAS، SWARA، TOPSIS استفاده شده است. نتایج وزن‌دهی کارکردهای بوم‌سازگان جنگلی منطقه با تکنیک SWARA در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- محاسبه وزن کارکردهای بوم‌سازگان جنگلی شیاده و دیوا با استفاده از تکنیک SWARA

Table 2. Calculation of weight of Shiadeh and Diva forest ecosystem functions using SWARA technique

رتبه	W_j	کارکردها
۱	۰/۴۶۳۳	تنظیمی
۳	۰/۱۶۸۵	زیستگاهی
۴	۰/۱۴۸۱	تولیدی
۲	۰/۲۲۱۱	اطلاعاتی

نتایج این جدول نشان می‌دهد که کارکردهای تنظیمی، اطلاعاتی، زیستگاهی و تولیدی به ترتیب اولویت اول تا چهارم را به خود اختصاص داده‌اند.

همچنین نتایج اولویت‌بندی کارکردهای بوم‌سازگان جنگلی شیاده و دیوا با استفاده از مدل SAW در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- محاسبه وزن‌نهایی کارکردهای بوم‌سازگان جنگلی شیاده و دیوا با استفاده از مدل SAW
Table 3. Calculation of final weight of Shiadeh and Diva forest ecosystem functions using SAW model

S_i	کارکردها
۰/۳۷۱	تنظیمی
۰/۰۸۸	زیستگاهی
۰/۰۷۰	تولیدی
۰/۱۳۵	اطلاعاتی

همچنین نتایج اولویت‌بندی کارکردهای بوم‌سازگان جنگلی شیاده و دیوا از نظر جوامع بومی منطقه با استفاده از مدل ARAS در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج این جدول نیز نشان می‌دهد که کارکردهای تنظیمی، اطلاعاتی، زیستگاهی و تولیدی به ترتیب اولویت اول تا چهارم را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۴- محاسبه وزن‌نهایی کارکردهای بوم‌سازگان جنگلی شیاده و دیوا با استفاده از مدل ARAS
Table 4. Calculation of final weight of Shiadeh and Diva forest ecosystem functions using ARAS model

S_i	K	کارکردها
۰/۴۶۲	۱	تنظیمی
۰/۱۶۸	۰/۳۶۴	زیستگاهی
۰/۱۴۸	۰/۳۲۰	تولیدی
۰/۲۲۱	۰/۴۷۸	اطلاعاتی

نتایج جدول ۵ اولویت‌بندی کارکردهای بوم‌سازگان جنگلی شیاده و دیوا با استفاده از تکنیک TOPSIS نشان می‌دهد. طبق نتایج این جدول کارکردهای تنظیمی، اطلاعاتی، زیستگاهی و تولیدی نیز به ترتیب اولویت اول تا چهارم را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۵- محاسبه وزن‌نهایی کارکردهای بوم‌سازگان جنگلی شیاده و دیوا با استفاده از مدل TOPSIS
Table 5. Calculation of final weight of Shiadeh and Diva forest ecosystem functions using TOPSIS model

Cl_i^+	d_i^-	d_i^+	کارکردها
۰/۵۱۳	۰/۱۵۶	۰/۱۴۸	تنظیمی
۰/۴۳۵	۰/۱۲۰	۰/۱۵۶	زیستگاهی
۰/۳۸۷	۰/۱۰۲	۰/۱۶۱	تولیدی
۰/۴۸۸	۰/۳۳۷	۰/۳۵۳	اطلاعاتی

در این زمینه نیازی و ملک‌نیا (۲۳) در بررسی و اولویت‌بندی کارکردهای جنگل‌های زاگرس میانی (جنگل‌های کاکاراضی خرم‌آباد) با استفاده از تحلیل AHP کلاسیک و فازی و محمودی و فقهی (۱۷)، کارکردهای بوم‌سازگان جنگل‌های کشور با استفاده از روش دلفی نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

مقایسه نتایج اولویت‌بندی کارکردهای بوم‌سازگان جنگلی شیاده و دیوا از نظر جوامع بومی منطقه در سه مدل ARAS، SAW و TOPSIS در جدول ۶ نشان می‌دهد نتایج اولویت‌بندی در سه مدل به یکدیگر نزدیک می‌باشد. در هر سه مدل کارکردهای تنظیمی و اطلاعاتی جزء مهم‌ترین کارکردهای بوم‌سازگان جنگلی منطقه بر اساس نظرات جوامع بومی حاشیه این بوم‌سازگان جنگلی می‌باشد.

جدول ۶- اولویت‌بندی کارکردهای بوم‌سازگان جنگلی شیاده و دیوا
Table 6. Prioritizing the functions of Shiadeh and Diva forest ecosystem

ARAS		SAW		TOPSIS	
اولویت	S_i	اولویت	S_i	اولویت	Cl_i^+
اول	۰/۴۶۲	اول	۰/۳۷۱	اول	۰/۵۱۳
دوم	۰/۲۲۱	دوم	۰/۱۳۵	دوم	۰/۴۸۸
سوم	۰/۱۶۸	سوم	۰/۰۸۸	سوم	۰/۴۳۵
چهارم	۰/۱۴۸	چهارم	۰/۰۷۰	چهارم	۰/۳۸۷

مهم‌ترین کارکردهای بوم‌سازگان جنگلی منطقه بر اساس نظرات جوامع بومی حاشیه این بوم‌سازگان می‌باشد. به عبارت دیگر امتیاز بالای کارکردهای تنظیمی و اطلاعاتی بوم‌سازگان جنگلی شیاده و دیوا از نظر جوامع بومی منطقه در مقایسه با سایر کارکردهای بوم‌سازگان نشان می‌دهد که این کارکردها برای ساکنان منطقه مورد مطالعه دارای اهمیت زیادی می‌باشد. به عبارت دیگر کسب اولویت بالاتر کارکرد تنظیمی از نظر جوامع بومی حاشیه بوم‌سازگان جنگلی به این دلیل است که

همانطور که دی‌گورت و همکاران (۹) بیان نمودند خدمات تنظیمی حفظ فرآیندهای ضروری اکولوژیکی و سیستم‌های حمایت از محیط‌زیست را بر عهده دارند. خدمات اطلاعاتی فرصت‌هایی را برای غنی‌سازی معنوی، زیباشناختی، فرهنگی و علمی فراهم می‌سازد. در این راستا نتایج به دست‌آمده از اولویت‌بندی کارکردهای بوم‌سازگان جنگلی شیاده و دیوا از نظر جوامع بومی منطقه با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره نشان داد که کارکردهای تنظیمی و اطلاعاتی جزء

جنگل‌های دیوا و شیباده از دیرباز یکی از غنی‌ترین زیستگاه‌های طبیعی کشور از نظر حضور گونه‌های گیاهی و جانوری و رویشگاه مناسب انواع درختان جنگلی با ارزش مثل سرخدار، راش، توسکا، اوجا، بلوط، ممرز، انجیلی، افرا، ملج، لیلکی، ون و درختچه‌های مثل ولیک، ازگیل وحشی، انار وحشی و گیاهان علفی و خشبی مثل اسپرولا، همیشهک، سرخس جنگلی، گزنه، کوله خاص و غیره می‌باشد که هر کدام از آنها دارای خدمات زیادی برای جوامع بومی منطقه می‌باشد. این نتیجه مطابق با نتایج پیرکیا و همکاران (۲۵) است. مطالعه آنها نشان داد خدمات تنظیمی بوم‌سازگان جنگلی از قبیل خدمت ذخیره و ترسیب کربن، تولید آب و حفاظت از خاک در حوزه آبخیز دارابکلا بالاترین اولویت‌ها را نسبت به سایر خدمات به خود اختصاص داده‌اند.

از سوی دیگر جنگل‌های دیوا و شیباده فرصت‌های آموزشی و تحقیقاتی زیادی را برای محققین آموزشی و دانشگاهی مختلف به وجود آورده است. همچنین وجود آبشار، سد شیباده و مناظرهای زیبا که در جدول یک به آن اشاره شده است پتانسیل مناسبی را برای گردشگری و اکوتوریسم فراهم نموده است. بهبود شرایط تفریحی و تسهیلات گردشگری و رفت‌وآمد در حاشیه بوم‌سازگان جنگلی این منطقه، علاوه بر ایجاد درآمد گردشگری و صرف این عایدی‌ها برای سرمایه‌گذاری، در راستای افزایش مطلوبیت سطح زندگی جوامع بومی این منطقه گامی مهم برداشته است. که یکی از دلایل کسب اولویت بالاتر کارکرد اطلاعاتی از نظر جوامع بومی حاشیه بوم‌سازگان جنگلی منطقه می‌باشد. نتایج مطالعه نیازی و ملک‌نیا (۲۳) نیز موید این نتایج است. در مطالعه آنها نیز کارکرد اطلاعاتی جز مهمترین کارکردهای جنگل‌های زاگرس میانی بوده است.

همچنین نتایج اولویت‌بندی کارکردهای بوم‌سازگان جنگلی شیباده و دیوا از نظر جوامع بومی منطقه با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره نشان داد که کارکردهای تولیدی در تمام مدل‌ها اولویت سوم را به خود اختصاص داده است. به عبارت دیگر دیدگاه غالب جوامع بومی حاشیه بوم‌سازگان جنگلی شیباده و دیوا به عنوان ذینفعان خدمات بوم‌سازگان جنگل منطقه این بوده است که از آنجا که مردم این منطقه بنیه مالی خوبی دارند، و برای امرار و معاش کمتر به جنگل وابسته هستند. از اینرو کارکرد تولیدی در جریان وزن‌دهی کارکردها توسط ذینفعان، از وزن و اهمیت کمتری نسبت به کارکردهای تنظیمی و اطلاعاتی برخوردار بوده است و تنها تعدادی از بومیان این منطقه، منافع خود را در استفاده از محصولات چوبی می‌بینند و وزن بیشتری را به این کارکرد دادند.

همچنین نتایج اولویت‌بندی کارکردهای بوم‌سازگان جنگلی شیباده و دیوا از نظر جوامع بومی منطقه با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره نشان داد که کارکردهای تولیدی در تمام مدل‌ها اولویت سوم را به خود اختصاص داده است. به عبارت دیگر دیدگاه غالب جوامع بومی حاشیه بوم‌سازگان جنگلی شیباده و دیوا به عنوان ذینفعان خدمات بوم‌سازگان جنگل منطقه این بوده است که از آنجا که مردم این منطقه بنیه مالی خوبی دارند، و برای امرار و معاش کمتر به جنگل وابسته هستند. از اینرو کارکرد تولیدی در جریان وزن‌دهی کارکردها توسط ذینفعان، از وزن و اهمیت کمتری نسبت به کارکردهای تنظیمی و اطلاعاتی برخوردار بوده است و تنها تعدادی از بومیان این منطقه، منافع خود را در استفاده از محصولات چوبی می‌بینند و وزن بیشتری را به این کارکرد دادند.

همانطور که ملاحظه شد تحقیق حاضر در یک سطح نسبتاً محدود انجام شده است. لذا لازم است که در محدوده گسترده‌تری مورد توجه قرار بگیرد و علاوه بر نظرات جوامع بومی، نظرات جوامع غیر بومی نیز در تعیین اولویت لحاظ شود. زیرا شناخت، طبقه‌بندی و اولویت‌بندی این خدمات، راهنمایی برای سیاست‌گذاری و چگونگی استفاده از منابع طبیعی را روشن خواهد ساخت (۸). همچنین از آنجاییکه بوم‌سازگان‌ها منشأ تولید و عرضه کالاها و خدمات وسیعی برای جوامع انسانی در سرتاسر دنیا بوده و یکی از عناصر مهم برای تأمین رفاه اقتصادی به شمار می‌رود که برای جلوگیری از کاهش بیشتر کیفیت بوم‌سازگان، مفهوم خدمات بوم‌سازگان به عنوان مسئله اصلی در برنامه‌ریزی حفاظت و ارزیابی اثرات محیط زیستی مورد توجه قرار گیرد (۱۶). لذا لازم است تا محققان بعدی به نقش و اهمیت کارکردها و خدمات بوم‌سازگان جنگل بیشتر توجه کنند و رفتارهای زیست‌محیطی افراد را در ارتباط

به دلیل نقش کم رنگ کارکرد تولیدی جنگل‌های شیباده و دیوا در اقتصاد مردم بومی منطقه و نقش پررنگ کارکردهای تنظیمی، اطلاعاتی (بخصوص خدمت تفریحی و تفرجی) و زیستگاهی اهمیت حفظ و نگهداری آنها را در منطقه بیشتر نموده است به همین دلیل اجرای یک طرح جنگلداری مدیریت شده و پایدار برای حفاظت و حمایت این جنگل‌ها امری ضروری است.

به دلیل نقش کم رنگ کارکرد تولیدی جنگل‌های شیباده و دیوا در اقتصاد مردم بومی منطقه و نقش پررنگ کارکردهای تنظیمی، اطلاعاتی (بخصوص خدمت تفریحی و تفرجی) و زیستگاهی اهمیت حفظ و نگهداری آنها را در منطقه بیشتر نموده است به همین دلیل اجرای یک طرح جنگلداری مدیریت شده و پایدار برای حفاظت و حمایت این جنگل‌ها امری ضروری است.

حمایت مالی این دانشگاه صورت گرفته است. بدین وسیله از همکاری این دانشگاه و اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان مازندران در راستای انجام این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

با کارکردها و خدمات بوم‌سازگان جنگل مورد بررسی قرار دهند.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از نتایج پایان‌نامه کارشناسی ارشد در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری است که با

منابع

1. Afzali, Z., R. Mohammad, Z. Mehrjerdi and S. Nabiyan. 2019. Prioritizing Allocation of Water Resources of Jiroft Dam under Drought Approach by Fuzzy Technique Order-Preference by Similarity to Ideal Solution (FTOPSIS), *Journal of Irrigation and Water Engineering*, 11(33): 112-124 (In Persian).
2. Amirnejad, H. and S. Hosseini. 2020. The Role and Importance of the River Ecosystem Functions Using Multi Criteria Decision Making Models (Case Study: Tajan River in Sari City). *Journal of Irrigation and Water Engineering*, 11(42): 36-97(In Persian).
3. Anonymous. 2013. Lafore Forestry Plan Booklet. Consultant Engineer of Nature and Resources Sustainability, 156 pp.
4. Asgharpour, M. 2003. Multi-criteria Decision Making and Operations Research Theory. University of Tehran Press, 225 pp (In Persian).
5. Bishop, J.T. 1999. Valuing forests: A Review of method and application in developing countries. International Institute for Environment and Development (IIED). 53-67. London: WC1 ODD, U.K.
6. Chaikaew, P., A. Hodges and S. Grunwald. 2017. Estimating the Value of Ecosystem Services in a Mixed-use Watershed: A Choice Experiment Approach. *Journal of ecosystem services and management*, 23: 228-237.
7. Costanza, R., R. D'Arge, R. De Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R.V. O'Neill, Paruelo, R.J. Raskin, P. Sutton and M. Van Den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and Natural Capital, *Nature*, 387: 253-260.
8. De Groot, R., S. Alkemade, R. Braat, L. Hein and L. Willemsen. 2010. Challenges in Integrating the Concept of Ecosystem Services and Values in Landscape Planning, *Management and Decision Making. Ecological Complexity*, 7: 260-272.
9. De Groot, R., L. Brander and S. Ploeg. 2012. Estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services*, 1: 50-61.
10. De Groot, R.S., M.A. Wilson and R.M.J. Boumans. 2002. A Typology for the Classification, Description and Valuation of Ecosystem Function, Goods and Services. *Ecological Economics*, 41: 393-408.
11. Ghomi, A., M. Akbarinia, S.M. Hosseini, T. Mohammad Hassan and K. Hannes Ditter. 2021. Prioritizing of the Hyrcanian Proposed Sites for Inscription on the UNESCO'S World Heritage List by use of Decision Making Methods. *Ecology of Iranian Forest*, 8(16): 90-102 (In Persian).
12. Hosseini, S. 2016. Evaluation and Evaluation of Ecological, Economic and Social Functions of National Parks (Case study: Kiasar National Park), PhD thesis in Natural Resources and Forestry Engineering, Faculty of Natural Resources, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 174 pp.
13. Jaafarzadeh Haghighi Fard, N., S.M. Lari Baghal and Z. Quaid Rahmat. 2012. Entropy and Multi-Criteria Decision Making Techniques Used in Saw Risk Assessment: Case Study of Imam Khomeini Port Berths Dredged. *Gentashapir bi-monthly Research Journal*, 29-39.
14. Kersulienė, V., E.K. Zavadskas and Z. Turskis. 2010. Selection of Rational Dispute Resolution Method by Applying New Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA). *Journal of business economics and management*, 11(2): 243-258.
15. Khosh Akhlaq, R., M. Nazari, A. Sharifi, H. Matinkhah and F. Kambakhsh. 2009. Economic Analysis of Optimal Utilization of Northern Forests (Series 16 of Shafarood Basin). *Agricultural Economics and Development*, (66): 115-138.
16. Koschke, L., C. Furst, S. Frank and F. Makeschin. 2012. A Multi-Criteria Approach for an Integrated Land-Cover-Based Assessment of Ecosystem Services Provision to Support Landscape Planning. *Ecological indicators*, 21: 54-66.
17. Mahmoudi, B. and J. Feghhi. 2016. Identifying, Classifying and Prioritizing the Ecosystem Functions of the Country's Forests. *Forest Resources Planning Journal*, 2: 56-46(In Persian).
18. Mashayekhi, Z. 2007. Economic Evaluation of Zagros Forest Ecosystems in Rapid Runoff Reduction as an Environmental Service (Case study: Bazaft forests of Chaharmahal and Bakhtiari province), M.Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, 136 pp (In Persian).
19. Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, World Resources Institute, Washington, D.C, 155 pp.
20. Mobarghai, N. 2008. Presenting and Applying Spatial Valuation Model of Forest Ecosystem Services Using Geographic Information System (Case Study: Khairud Forests near Nowshahr), PhD Thesis,

- Department of Environmental Planning and Management, Faculty of Environment, University of Tehran, 210 pp (In Persian).
21. Momeni, M., M. Sarafi and M. Qhasemi. 2004. The structure, cultural function and the necessity management in big city such as Mashahad, *journal of geography and Development*, 1: 13-38.
 22. Montazer Hojjat, A. and B. Mansouri. 2014. Valuing the Economics of Environmental Benefits, *Iranian Journal of Applied Science*, 5(18): 269-243(In Persian).
 23. Niazi, N. and R. Malik Nia. 2014. Prioritization of Functions of Middle Zagros Forests using Classical and Fuzzy AHP Analysis (Case study: Kakarzai forests of Khorramabad). *Natural Ecosystems of Iran*, 4 (1): 45-57 (In Persian).
 24. Paroon, S. and A. Esmaeili. 2010. Non- Market Valuation of Mangrove Forest in Hormozgan Province. *Agricultural Economics & Development*, 24(2): 162-168.
 25. Pirkia, M., A. Fallah, H. Amirnejad and J. Mohamadi. 2018. The Identification and Prioritization of Criteria and Indicators for Assessment of Multiple Ecosystem Services using of Multi-Criteria Decision Making Techniques Entropy and TOPSIS in Darabkola Watershed. *Journal of Ecosystems of Iran*, 9(3): 45-57 (In Persian).
 26. Skulmoski, J., F. Hartman and J. Krahn. 2007. The Delphi Method for Graduate Research, *Journal of Information Technology Education*, 6: 123-132.
 27. Soule, M.E. 1983. *Application of Genetics and population Biology*. U.S.S.R/UNESCO/UNEP.
 28. Tupenaite, L., E. Zavadskas, K. Kaklauskas, A.Z. Turskis and M. Seniut. 2010. Multiple Criteria Assessment of Alternatives for Built and Human Environment Renovation. *Journal of Civil Engineering and Management*, 16(2): 257-266.
 29. Wang, T.C. and T.H. Chang. 2007. Application of TOPSIS in Evaluating Initial Training Aircraft under a Fuzzy Environment. *Expert systems with Applications*, 33 pp.

Evaluation of Forest Ecosystem Functions using Integrated Methods of Multi-Criteria Decision Making (Case Study: Mazandaran Province, Shiadeh and Diva Forest Ecosystem)

Hamid Hajizadeh¹, Asghar Fallah² and Sareh Hosseini³

1- M.Sc. Student in Forestry, Faculty of Natural Resources, Sari University of Agriculture and Natural Resources,
(Corresponding author: h.haji.f.5@gmail.com)

2- Professor of Forestry Department, Faculty of Natural Resources, Sari University of Agriculture and Natural Resources

3- PhD of Forestry, Faculty of Natural Resources, Sari University of Agriculture and Natural Resources

Received: 29 January, 2021 Accepted: 5 July, 2021

Extended Abstract

Introduction and Objective: Among the diverse ecosystems on land, the forest ecosystem by hosting a series of complex ecological processes causes the formation and continuous flow of functions and services that directly and indirectly play a role in economic life or human livelihood. They are wonderful and its maintenance should be the main goal of human activities. Based on the most common and comprehensive classification of ecosystem goods and services, forest ecosystem functions are divided into four categories: regulatory function, information function, production function, and habitat function. These functions and services are not free and have hidden economic value. If these services are considered free, the forest ecosystem will be harvested a lot.

Material and Methods: Forest ecosystem as a valuable natural resource provides various functions and services for humans that their role and importance is one of the objectives of this study. In order to achieve this goal, the multi-criteria decision making techniques such as SWARA has been used to calculate the weight of forest ecosystem functions, SAW, ARAS and TOPSIS techniques to prioritize the functions. In this study, research data were extracted by field survey, random sampling and by completing a questionnaire by 150 native households on the edge of Shiadeh and Diva forest ecosystem in Babol city of Mazandaran province for showing which of the functions of the forest ecosystem including regulatory, Habitat, production and information functions are more important for the indigenous communities of the region.

Results: Analysis of weighting findings of Shiadeh and Diva forest ecosystem functions by SWARA technique showed that regulatory, information, habitat and production functions with the weights of 0.4623, 0.2211, 0.685 and 0.1481 have taken the most weight respectively.

Conclusion: Based on the results obtained from prioritizing of the region forest ecosystem functions with SAW, ARAS and TOPSIS models, regulatory and information functions were given a higher priority than other functions. It is suggested that due to the importance of preserving the forests of this region, more appropriate planning and further research should be done by the relevant organizations to protect the forest ecosystem of the region.

Keywords: Additive Ratio Assessment, Assessment Ratio Analysis, Ecosystem Services, Prioritization, Step-Wise Weight