



فصلنامه علوم محیطی، دوره نوزدهم، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰

۱۴۲-۱۲۵

## اولویت‌بندی طرح‌های مدیریتی مرتع‌ها در چارچوب مفهوم خدمات زیست‌بوم: مطالعه موردی مرتع‌های استان فارس

درنا جهانگیرپور<sup>۱</sup>، حسن آزر م<sup>۱\*</sup> و عباس میرزایی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

<sup>۲</sup> گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده مهندسی زراعی و عمران روستایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۲۹

جهانگیرپور، د.، ح. آزر م و ع. میرزایی. ۱۴۰۰. اولویت‌بندی طرح‌های مدیریتی مرتع‌ها در چارچوب مفهوم خدمات زیست‌بوم: مطالعه موردی مرتع‌های استان فارس. فصلنامه علوم محیطی. ۱۹(۱): ۱۲۵-۱۴۲.

**سابقه و هدف:** در سال‌های اخیر تخریب مرتع‌ها و کاهش خدمات زیست‌بوم، معیشت میلیاردها نفر از مردم را در معرض خطر قرار داده است. با اعمال مدیریت صحیح مرتع‌ها می‌توان ظرفیت آن‌ها را برای بهره‌بردن از خدمات زیست‌بوم تا چند برابر افزایش داد. الگوی غالب مدیریت مرتع‌ها، تهیه و اجرای طرح‌های مرتع‌داری است. این طرح‌ها اگر به درستی انتخاب نشده و مبتنی بر بهبود خدمات زیست‌بومی مرتع صورت نگیرد، افزون بر تشدید تخریب مرتع‌ها، اتلاف سرمایه‌ها را نیز به دنبال دارد. بنابراین با شناخت اثرهای انواع روش‌های مدیریتی بر کارکرد خدمات زیست‌بومی، می‌توان نسبت به تغییر یا اصلاح الگوهای مدیریتی مرتع‌ها اقدام نمود. در مطالعه حاضر با بهره‌گیری از تحلیل چندمعیاره و در چارچوب تعریف خدمات زیست‌بومی مرتع‌ها، به رتبه‌بندی روش‌های اصلاح آن‌ها در استان فارس پرداخته شد.

**مواد و روش‌ها:** ناهمگونی واحدهای سنجش انواع ارزش، عدم امکان کمی کردن تمامی ارزش‌ها و مشکل‌های مربوط به تلفیق داده‌های کمی و کیفی از جمله عمده‌ترین دلایلی است که مانع منظور کردن ارزش خدمات زیست‌بومی در محاسبات و سنجش‌های ارزیابی می‌شود. بنابراین با توجه به توانایی‌های روش‌های تحلیل چند معیاره در تجزیه و تحلیل داده‌های نامتجانس، این روش‌ها ابزار مناسبی برای فائق آمدن بر این مشکل و دستیابی به تصمیم‌های مستدل‌تر و آگاهانه‌تر می‌باشند. در مطالعه حاضر در مرحله اول برای تعیین وزن معیارها و سنجه‌ها از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی<sup>۱</sup> (AHP) استفاده شده است. سپس با استفاده از نتایج مرحله اول به‌عنوان ورودی نرم‌افزار PROMETHEE، رتبه‌بندی گزینه‌های اصلاح مرتع از نظر خدمات زیست‌بومی با استفاده از تحلیل PROMETHEE II انجام گرفت.

**نتایج و بحث:** با توجه به ادبیات موضوع و بحث با متخصصان در زمینه مرتع و محیط زیست، ۱۲ سنجه برای چهار دسته از خدمات زیست‌بوم تعریف شد. پس از تعیین معیارها، با کاربرد روش تحلیل سلسله‌مراتبی وزن معیارها و سنجه‌ها محاسبه شد. مقایسه زوجی معیارهای خدمات زیست‌بومی گویای آن است که معیار خدمات تنظیمی و حمایتی با وزن ۰/۷۳۴ بیشترین اهمیت را نسبت به معیارهای خدمات تولیدی و فرهنگی دارا می‌باشد. نتایج مقایسه زوجی سنجه‌های خدمات فرهنگی خدمات زیست‌بوم نیز نشان داد که معیار تنوع زیستی اهمیت بسیار بالاتری نسبت به دو معیار زیبایی منظره و تفریح و اکوتوریسم دارد. نتایج مقایسه زوجی زیرمعیارهای سنجه‌های

\* Corresponding Author: Email Address: hAzarm@shirazu.ac.ir  
<http://dx.doi.org/10.52547/envs.30944>

خدمات تولیدی خدمات زیست‌بوم نشان داد ظرفیت چرا و سود تولیدهای دامی به ترتیب با وزن نسبی ۰/۵۵۲ و ۰/۲۴۳ بالاترین اهمیت را در بین سنجه‌های خدمات تولیدی زیست‌بوم دارا می‌باشند. همچنین سنجه توانایی منابع آب مرتعی با وزن قابل توجه ۰/۴۷۵ در رتبه اول تأثیرگذاری بر سنجه‌های خدمات تنظیمی و حمایتی خدمات زیست‌بوم قرار دارد و سنجه جلوگیری از فرسایش خاک با وزن ۰/۳۵۲ رتبه دوم درجه اهمیت را دارد. وزن نهایی هر کدام از سنجه‌ها از ضرب وزن نسبی معیارها در وزن نسبی سنجه‌ها به دست آمد. در میان سنجه‌های خدمات زیست‌بوم وزن منابع آب ۰/۳۵ است که بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است. پس از منابع آب، نقش خدمات زیست‌بوم در جلوگیری از فرسایش خاک مهمترین سنجه ارزیابی شده است. تنوع زیستی سومین سنجه‌ای است که بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است. پس از ورود داده‌ها در نرم‌افزار PROMETHEE نتایج نشان داد از میان گزینه‌های مختلف اصلاح مرتع‌ها، فرق در رتبه اول قرار گرفته است. بنابراین طرح قرق مرتع‌ها، بیشترین خدمات زیست‌بومی را تأمین می‌کند. ۱۱ سنجه، اثر مثبت بر تعیین اولویت قرق داشته و تنها سنجه‌ای که اثر منفی بر اولویت قرق داشته، دسترسی به منابع آب بوده است. همچنین پروژه‌های آبی اصلاح و احیا مرتع و طرح کپه‌کاری و بذرکاری از جهت دادن خدمات زیست‌بومی به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار دارند. به منظور اعتباردهی به نتایج حاصله، تحلیل حساسیت در سه سناریوی مختلف انجام شد. نتایج تحلیل حساسیت نشان داد که با توجه به بحران آب و درجه اهمیت بالای این سنجه در خدمات زیست‌بوم مرتع‌ها، اولویت گزینه‌های مرتعی به تغییرات در سایر سنجه‌ها حساس نیست.

**نتیجه‌گیری:** براساس نتایج، طرح قرق در مدیریت مرتع‌ها، بیشترین خدمات زیست‌بومی و طرح گیاهان دارویی کمترین خدمات زیست‌بومی را تأمین می‌کند. پس از قرق، اولویت با پروژه‌های آبی شامل اصلاح چشمه‌ها و احداث آبگیر و غیره است. به منظور مدیریت بهتر مرتع‌ها در استان فارس و ضرورت لحاظ خدمات زیست‌بومی در طرح‌های مرتع‌داری می‌توان با کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره به نتایج معتبری دست یافت.

**واژه‌های کلیدی:** خدمات زیست‌بوم، مدیریت مرتع، تصمیم‌گیری چندمعیاره، PROMTHEREE، استان فارس.

## مقدمه

مرتع‌ها به‌عنوان یکی از ارکان اساسی منابع طبیعی تجدیدشونده نقش اساسی در حفظ خاک، تنظیم چرخه آب در طبیعت، تأمین قابل توجهی از علوفه مورد نیاز دام و حفظ تعادل زندگی بشر ایفا می‌کنند (Favretto *et al.*, 2016). در واقع، مرتع‌ها با دادن خدمات گسترده زیست‌بومی، حیاتی‌ترین بستر توسعه پایدار محیط‌زیست و پدیده‌های اکولوژیک محسوب می‌شوند (Favretto *et al.*, 2016). استدلال می‌شود ۲۵ درصد ارزش هر هکتار مرتع مربوط به تولید علوفه و ۷۵ درصد آن مربوط به ارزش خدمات زیست‌بومی آن است. بنابراین حفظ، احیاء، توسعه و بهره‌برداری از مرتع‌ها بیش از آنکه از دیدگاه تعریف دام دارای اهمیت باشد، از نظر ارزش خدمات آن ارزشمند است (Mohammadi and Barani, 2018).

تنظیمی) و هم ارزش‌های غیرمصرفی مانند ارزش حفظ منابع برای آیندگان (ارزش انتخاب) و یا ارزش‌های معنوی (ارزش وجودی) را در بر می‌گیرد (De Groot *et al.*, 2010). مفهوم خدمات زیست‌بوم در سال‌های اخیر و بویژه پس از گزارش ارزیابی زیست‌بوم هزاره<sup>۲</sup> توسط سازمان ملل متحد در سال ۲۰۰۵، بسیار مرکز توجه قرار گرفته است (MEA, 2005). براساس طبقه‌بندی MEA یکی از شاخه‌های خدمات زیست‌بومی مرتع، خدمات تولیدی است. بر این اساس، برای این طبقه از خدمات زیست‌بومی چهار سنجه شامل ظرفیت مرتع یا ظرفیت چرا، سود حاصل از تولیدهای دامی، سود حاصل از تولیدهای گیاهی مرتع‌ها شامل علوفه و گیاهان دارویی و سود حاصل از شکار تعریف شد. در دسته خدمات تنظیمی و حمایتی نیز سه سنجه فرسایش خاک، تنظیم نیتروژن، توان ذخیره آب و یا تنظیم منابع آب مورد توجه است. همچنین طبقه خدمات فرهنگی زیست‌بوم نیز سه سنجه تفریح و

مرتع‌ها به‌عنوان یکی از ارکان اساسی منابع طبیعی تجدیدشونده نقش اساسی در حفظ خاک، تنظیم چرخه آب در طبیعت، تأمین قابل توجهی از علوفه مورد نیاز دام و حفظ تعادل زندگی بشر ایفا می‌کنند (Favretto *et al.*, 2016). در واقع، مرتع‌ها با دادن خدمات گسترده زیست‌بومی، حیاتی‌ترین بستر توسعه پایدار محیط‌زیست و پدیده‌های اکولوژیک محسوب می‌شوند (Favretto *et al.*, 2016). استدلال می‌شود ۲۵ درصد ارزش هر هکتار مرتع مربوط به تولید علوفه و ۷۵ درصد آن مربوط به ارزش خدمات زیست‌بومی آن است. بنابراین حفظ، احیاء، توسعه و بهره‌برداری از مرتع‌ها بیش از آنکه از دیدگاه تعریف دام دارای اهمیت باشد، از نظر ارزش خدمات آن ارزشمند است (Mohammadi and Barani, 2018).

از لحاظ اقتصادی، خدمات زیست‌بوم هم ارزش‌های مصرفی<sup>۲</sup> (از جمله استفاده مستقیم مانند استفاده از منابع، تفریح و سرگرمی و استفاده غیرمستقیم مانند خدمات

مرتع‌ها اقدام نمود. ناهمگونی واحدهای سنجش انواع ارزش، عدم امکان کمی کردن تمامی ارزش‌ها و مشکل‌های مربوط به تلفیق داده‌های کمی و کیفی از جمله عمده‌ترین دلایلی است که مانع منظور کردن ارزش خدمات زیست‌بومی در محاسبات و سنجش‌های ارزیابی می‌شود (Fontana *et al.*, 2013). بنابراین با توجه به توانایی‌های روش‌های تحلیل چند معیاره در تجزیه و تحلیل داده‌های نامتجانس، این روش‌ها ابزار مناسبی برای فائق آمدن بر این مشکل و دست یابی به تصمیم‌های مستدل‌تر و آگاهانه‌تر می‌باشند (Mobarghei, 2010). در این راستا، اقتصاد زیست‌بوم و تنوع زیستی<sup>۴</sup> (TEEB) رویکردی نوین است که بر آشکارسازی ارزش‌های طبیعت تمرکز دارد. هدف اصلی این رویکرد، وارد کردن ارزش خدمات زیست‌بوم و تنوع زیستی در تمام سطح‌های تصمیم‌گیری است (TEEB, 2010). TEEB چارچوبی را نشان می‌دهد که حل مسئله‌های پیچیده تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره را تسهیل می‌نماید (De Groot *et al.*, 2010). مفهوم زیست‌بوم بیان شده در این چارچوب، برای انتخاب معیارهای زیست‌بومی در تحلیل‌های چندمعیاره مناسب است. مطالعات زیادی مفهوم خدمات زیست‌بومی را در مطالعه کاربری‌های مختلف زمین وارد کردند و به بررسی پیامدهای تغییر کاربری زمین پرداخته‌اند (Carreno *et al.*, 2012؛ Hao *et al.*, 2012؛ Mendoza-Gonzalez *et al.*, 2012؛ Broekhuizen *et al.*, 2015). اما اهمیت خدمات زیست‌بوم به‌طور خاص در یک زمینه اختصاصی به تازگی مورد توجه قرار گرفته است (Burkhard *et al.*, 2012)؛ خدمات زیست‌بوم را در کاربری‌های مختلف از مرتع‌ها بررسی کردند. آن‌ها از چارچوب پیشنهادی (De Groot *et al.*, 2010) برای طبقه‌بندی خدمات زیست‌بوم استفاده کردند و با تعریف ۱۰ سنجه در قالب ۹ معیار، به رتبه‌بندی ۴ کاربری متفاوت از مرتع‌ها در نواحی جنوبی آفریقا پرداختند. نتایج نشان داد که چرای مشترک بیشترین ارزش پولی و

اکوتوریسم، زیبایی منظره و ارزش معنوی تنوع گونه‌های گیاهی و حیوانی را در بر می‌گیرد (MEA, 2005). در سال‌های اخیر تخریب مرتع‌ها ناشی از عامل‌های زیادی چون عامل‌های اجتماعی - اقتصادی، سیاسی و محیط زیستی بوده که طیف وسیعی از خدمات زیست‌بوم را برای میلیارد‌ها نفر از مردم که معیشت آن‌ها متکی به منابع طبیعی است، کاهش داده است (Foley *et al.*, 2005). بر این اساس، اجرای طرح‌های مدیریتی اصولی و اساسی در سطح مرتع‌ها در راستای توسعه پایدار ضروری به‌نظر می‌رسد. طرح مرتع‌داری، برنامه مدیریتی مدونی است که با هدف حفظ، اصلاح، احیاء و بهره‌برداری اصولی و پایدار مرتع‌ها اجرا می‌شود (Holechek *et al.*, 1995). مدیریت مرتع‌ها در ایران به‌صورت‌های مختلفی در ادوار گذشته و اکنون انجام شده و می‌گیرد. هر یک از الگوهای مدیریتی به‌کار گرفته شده اثرهای خاصی در جهت بهبود و یا تخریب مرتع‌ها در پی دارد. الگوی غالب مدیریت مرتع‌ها، الگوی تهیه و اجرای طرح‌های مرتع‌داری است که توسط دفتر امور مرتع‌های کشور مدیریت می‌شود. طرح مرتع‌داری، طرحی است که در آن برنامه‌های مناسب (براساس شرایط منطقه) برای مدیریت مرتع، پیش بینی شده است. این طرح، با تلاش مجری (بهره‌بردار) و یا مجریان و با کمک و پشتیبانی دولت به مرحله اجرا درمی‌آید. با این حال، طرح‌هایی که به‌منظور اصلاح و احیای مرتع‌ها ارائه می‌شود، اگر به درستی انتخاب نشده و مبتنی بر بهبود خدمات زیست‌بومی مرتع صورت نگیرد، افزون بر تشدید تخریب مرتع‌ها، فاجعه‌های محیط زیستی و اتلاف سرمایه‌ها را نیز به‌دنبال دارد (Ghodousi *et al.*, 2006 Azarniwand *et al.*, 2007). بنابراین، با توجه به اهمیت خدمات زیست‌بومی مرتع‌ها و سیر صعودی تخریب آن‌ها در دهه‌های اخیر، با شناخت اثرهای انواع روش‌های مدیریتی بر کارکرد خدمات زیست‌بومی که اثرهای بیشتری در زمینه بهبود مرتع‌ها دارند، می‌توان نسبت به تغییر یا اصلاح الگوهای مدیریت

طرح‌های بذرکاری و کپه‌کاری، پروژه‌های آبی، لی فارمینگ، کشت گیاهان دارویی و قرق است (Statistical Yearbook of Fars Province, 2017; Heydari *et al.*, 2018). با توجه به مطالب بیان شده، در مطالعه حاضر با بهره‌گیری از تحلیل چندمعیاره و در چارچوب تعریف خدمات زیست‌بومی مرتع‌ها، به رتبه‌بندی روش‌های اصلاح مرتع‌ها در استان فارس پرداخته شد. در واقع گزینه‌های مدیریتی که برای اصلاح مرتع‌ها در استان فارس در نظر گرفته شده است، با استفاده از روش‌های تحلیل چندمعیاره از نظر ارائه ارزش خدمات زیست‌بومی مورد مقایسه و رتبه‌بندی قرار گرفته است.

### مواد و روش‌ها

در مطالعه حاضر در مرحله اول برای تعیین وزن معیارها و سنجه‌ها از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شده است. سپس با استفاده از نتایج مرحله اول به‌عنوان ورودی نرم‌افزار PROMETHEE، رتبه‌بندی گزینه‌های اصلاح مرتع از نظر خدمات زیست‌بوم با استفاده از تحلیل PROMETHEE II انجام گرفت. چارچوب تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره شامل خدمات زیست‌بوم به‌عنوان معیارها در قالب چهار گام در شکل (۱) نشان داده شده است.

### فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

در مرحله اول فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، مسئله و هدف تصمیم‌گیری به‌صورت سلسله مراتبی از عنصرهای تصمیم که با هم در ارتباط می‌باشند، مشخص می‌شود. عناصر تصمیم در این مطالعه شامل هدف، معیارها و زیرمعیارهای تصمیم‌گیری است. بعد از طراحی سلسله مراتب مسئله، تصمیم‌گیرنده می‌بایست مجموعه ماتریس‌هایی که به‌طور عددی اهمیت یا ارجحیت نسبی معیارها و زیرمعیارها را نسبت به یکدیگر اندازه‌گیری می‌نماید، ایجاد کند. این کار با انجام مقایسه‌های دو به دو، میان عناصر تصمیم (مقایسه زوجی) و از طریق تخصیص امتیازهای عددی که نشان‌دهنده ارجحیت یا اهمیت بین دو عنصر تصمیم است، انجام می‌شود. این

غیرپولی مربوط به دریافت خدمات زیست‌بوم را تأمین می‌کند. (Louhaichi *et al.* (2016) با بیان این موضوع که زیست‌بوم هم خدمات و هم ضد - خدمات<sup>۵</sup> ارائه می‌دهد، سعی کردند مفهوم خدمات زیست‌بوم را به مدل‌های حالت و گذار<sup>۶</sup> وارد کنند. به‌طوری‌که مدیران مرتع‌ها می‌توانند با استفاده از مدل بیان شده، مفاهیم خدمات و ضد - خدمات زیست‌بوم را وارد مدل بهینه‌سازی کرده و گزینه‌های مختلف مدیریت مرتع را با هم مقایسه کنند. همچنین Fontana *et al.* (2013) با استفاده از مفهوم خدمات زیست‌بوم و تحلیل تصمیم چندمعیاره به مقایسه گزینه‌های مختلف کاربری زمین پرداختند. در این مطالعه، خدمات زیست‌بوم به‌عنوان معیارهای تحلیل تصمیم چندمعیاره وارد تحلیل شدند. سه نوع کاربری زمین شامل جنگل صنوبر، علفزار سنتی کاج و علفزار فشرده براساس معیارهای خدمات زیست‌بوم و با استفاده از روش PROMETHEE مقایسه شدند. نتایج این مطالعه، بیانگر این موضوع بود که جنگل صنوبر بهترین کاربری زمین است. همچنین در این مطالعه بر این نکته تأکید شده است که مدل تحلیل تصمیم چندمعیاره پیامدهای تغییر کاربری زمین را در دادن خدمات زیست‌بوم ترسیم می‌کند و با ایجاد اطلاعات برای تصمیم‌سازان، برنامه‌ریزی براساس ساختار محیط‌زیست را تسهیل می‌کند.

استان فارس یکی از استان‌های غنی از جهت وسعت مرتع‌ها و تولیدهای دامی و دارای جمعیت عشایر بالا می‌باشد. از کل مساحت استان فارس که ۱۲/۳ میلیون هکتار است، ۷/۳ میلیون هکتار را عرصه‌های مرتعی تشکیل می‌دهند که حدود ۵۹ درصد از کل مساحت استان را در بر می‌گیرد. در حال حاضر استان فارس دارای ۱۶۱۹ مورد طرح مرتع‌داری مصوب است که از این تعداد، ۱۰۱۵ مورد طرح مرتع‌داری اجرا شده و یا در دست اجراست. این مرتع‌ها بیشتر در منطقه‌های خشک و نیمه خشک واقع شده‌اند. به‌طور کلی در منطقه‌های خشک و نیمه‌خشک استان فارس گزینه‌های مدیریت مرتع شامل

مقایسه می‌شوند. برای مقایسه از نسبت  $\frac{(w_i/w_j)}{1}$  استفاده می‌شود که در آن نسبت  $w_i/w_j$  از مقیاس‌های پایه‌ای به دست می‌آید. مقیاس‌های پایه‌ای در جدول (۱) نشان داده شده‌اند (Saaty and Vargas, 2001).

امتیازها درون ماتریس‌هایی مثبت و متقارن به نام ماتریس مقایسه زوجی قرار داده می‌شوند. منظور از ماتریس متقارن، ماتریسی است که در آن  $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$  می‌باشد. گزینه‌ها به صورت زوجی و با توجه به یک ویژگی مشترک

جدول ۱. مقیاس‌های پایه‌ای  
Table1. The fundamental scales

توضیح Explanation	تعریف Definition	شدت اهمیت در مقیاس مطلق Intensity of importance on an absolute scale
اهمیت دو معیار $i$ و $j$ مساوی است $i$ and $j$ are equally important	اهمیت مساوی Equal importance	1
اهمیت $i$ اندکی بیشتر از $j$ است $i$ is slightly more important than $j$	اهمیت اندکی بیشتر Moderate importance of one over another	3
اهمیت $i$ بیشتر از $j$ است $i$ is more important than $j$	اهمیت بیشتر Strong importance	5
اهمیت $i$ خیلی بیشتر از $j$ است $i$ is strongly more important than $j$	اهمیت خیلی بیشتر Very strong importance	7
اهمیت خیلی بیشتر $i$ نسبت به $j$ به طور قطعی به اثبات رسیده است $i$ is absolutely more important than $j$	اهمیت مطلق Extreme importance	9
حالت‌های میانه Intermediate values	-	2,4,6,8

$$AW = \lambda W \quad (A - \lambda I)W = 0 \quad (3)$$

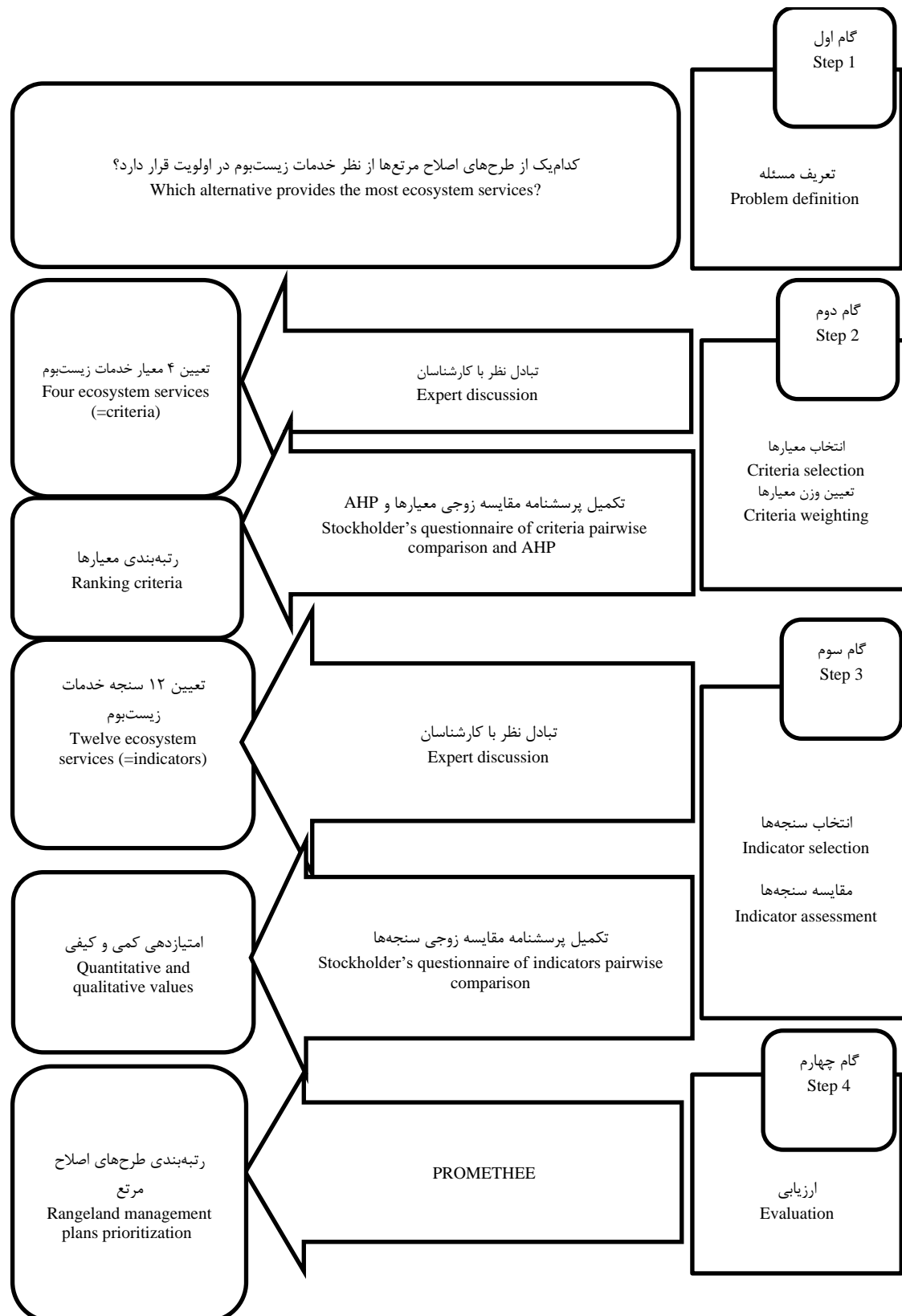
که در آن  $W$  بردار وزن‌ها،  $\lambda$  یک اسکالر و  $A$  ماتریس مقایسه‌های زوجی است. دترمینان ماتریس  $(A - \lambda I)$  را محاسبه کرده و برابر صفر قرار داده می‌شود تا مقادیر  $\lambda$  به دست آید. سپس  $\lambda_{max}$  را در رابطه  $(A - \lambda I) = 0$  قرار داده و مقادیر وزن نسبی ( $W_i$ ) عناصر محاسبه می‌شود. می‌توان گفت که  $n$  بزرگترین ریشه مشخصه ( $\lambda_{max}$ ) و یا اثر ماتریس  $A$  می‌باشد و  $I$  نیز ماتریس واحد با اندازه  $n$  می‌باشد. ساعتی نشان داد که  $\lambda_{max} = n$  شرط لازم و کافی سازگاری است. ناسازگاری زمانی رخ می‌دهد که به دلیل پاسخ‌های ناسازگار مقایسه زوجی،  $\lambda_{max}$  از  $n$  انحراف داشته باشد. بنابراین ماتریس  $A$  باید از لحاظ سازگاری مورد آزمون قرار گیرد. تجربه نشان داده است که اگر نرخ ناسازگاری کمتر از  $0/10$  باشد، سازگاری مقایسه‌ها قابل قبول بوده و در غیر این صورت باید در مقایسه‌ها تجدیدنظر شود (Saaty and Vargas, 2001).

برای محاسبه وزن نسبی از ماتریس تصمیم، از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. از میان این روش‌ها بیشتر از روش بردار ویژه استفاده شده است. اگر ماتریس مقایسه‌های زوجی به صورت (۱) باشد، به منظور به دست آوردن وزن عناصر  $n$  تا  $n$ ، باید دستگاه معادلات (۲) را حل کرد.

$$A = (a_{ij}) = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda \\ \lambda \\ \vdots \\ \lambda \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (2)$$

دستگاه معادلات (۲) را می‌توان به صورت رابطه (۳) هم نوشت:



شکل ۱. چارچوب تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره شامل چهار گام و خدمات زیست‌بوم به‌عنوان معیارها  
 Fig. 1- The MCDA framework comprising four discrete steps and including ecosystem services as criteria

$$\begin{cases} \pi(a, b) = \sum_{j=1}^k P_j(a, b)w_j \\ \pi(b, a) = \sum_{j=1}^k P_j(b, a)w_j \end{cases} \quad (7)$$

**گام چهارم:** جریان خروجی: بیان می‌کند یک گزینه مانند  $a$  چه قدر از گزینه‌های دیگر برتر است. هرچه این مقدار بیشتر باشد، این گزینه برتر خواهد بود.

$$\begin{aligned} \emptyset^+(a) \\ = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x) \end{aligned} \quad (8)$$

جریان ورودی: بیان می‌کند که گزینه‌های دیگر چه قدر بر گزینه  $a$  برتر می‌باشند. هرچه این مقدار کمتر باشد، این گزینه بهتر خواهد بود.

$$\begin{aligned} \emptyset^-(a) \\ = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x) \end{aligned} \quad (9)$$

رتبه‌بندی کامل در PROMETHEE II: به‌طور معمول تصمیم‌گیرنده نیاز به رتبه‌بندی کامل دارد. در این روش، جریان خالص برتری به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\emptyset(a) = \emptyset^+(a) - \emptyset^-(a) \quad (10)$$

هر چه جریان خالص گزینه‌ای بهتر باشد آن گزینه بهتر است. بنابراین:

$$\begin{cases} aP^II b & \text{iff } \emptyset(a) > \emptyset(b) \\ aI^II b & \text{iff } \emptyset(a) = \emptyset(b) \end{cases} \quad (11)$$

در این روش، همه گزینه‌ها قابل مقایسه هستند و گزینه‌ی غیر قابل مقایسه‌ای باقی نمی‌ماند (Wang and Luo, 2009).

### تعریف سنج‌های خدمات زیست‌بوم و گزینه‌ها

مهمترین گزینه‌های اصلاح مرتع‌ها که در استان فارس اجرا می‌شود عبارت‌اند از: قرق، کپه‌کاری و بذرکاری، لی فارمینگ، کشت گیاهان دارویی و پروژه‌های آبی. قرق مرتع‌داری در پوشش گیاهی احیای روش‌های از یکی مرتع مفهوم به علمی نظر از مرتع است. قرق آبخیزداری و

### روش PROMETHEE

روش PROMETHEE در زمره روش‌های جبرانی<sup>۷</sup> قرار دارد (Vincke, 1999) و به‌عنوان یک روش کارا و با استفاده از دو واژه ترجیح و بی‌تفاوتی، به‌دنبال انتخاب بهترین گزینه می‌باشد. ابتدا برای هر معیار، گزینه‌ها براساس ترجیحات تصمیم‌گیرنده به‌صورت زوجی مقایسه می‌شوند و امتیازهای محلی حاصل می‌شود. سپس با جمع‌سازی امتیازهای محلی، امتیاز جامعه به‌دست آمده و منجر به رتبه‌بندی PROMETHEE I یا PROMETHEE II می‌گردند (Fontana et al., 2013). PROMETHEE I گزینه‌ها را به‌صورت جزئی و PROMETHEE II گزینه‌ها را به‌صورت کامل رتبه‌بندی می‌کند.

تصمیم‌گیرنده با  $n$  گزینه متناهی مواجه است:

$$A = \{A_i \mid i=1, 2, \dots, n\} \quad (4)$$

تصمیم‌گیرنده، معیارهایی را جهت تصمیم‌گیری معرفی می‌نماید:

$$C = \{C_j \mid j=1, 2, \dots, k\} \quad (5)$$

رتبه‌بندی گزینه‌ها با مقایسه زوجی گزینه‌ها در هر سنجه انجام می‌شود. مقایسه بر پایه یک تابع برتری از پیش تعریف شده با دامنه  $[0, +1]$  اندازه‌گیری می‌شود. تابع برتری (ترجیح)  $P$ ، برای مقایسه‌ی دو گزینه‌ی  $a$  و  $b$  از نظر سنجه  $j$  به‌صورت زیر است:

$$P_j(a, b) = P[d_j(a, b)] \quad (6)$$

**گام اول:**  $d_j(a, b) = f_j(a) - f_j(b)$  بیانگر تفاوت اندازه‌ها در سنجه  $j$  است. این تفاوت برای سنجه‌های Max زمانی معنادار خواهد بود که  $f_j(a) > f_j(b)$  باشد و برای سنجه Min این رابطه برعکس است.

**گام دوم:** پس از محاسبه میزان تفاوت گزینه‌ها با یکدیگر، مقدار  $P_j(a, b)$  و با توجه به توابع یاد شده به‌دست خواهد آمد.

**گام سوم:** مجموع وزن‌های اولویت گزینه  $a$  نسبت به  $b$  که آن را با  $\pi(a, b)$  نشان می‌دهند.

از دیگر پروژه‌های آبی اصلاح مرتع. جلوگیری می‌کند می‌توان به هلالی آبگیر، مرمت چشمه و احداث آب‌انبار (Administration of Natural Resources and Watershed Management of Fars Province, 2002). اشاره کرد

### نتایج و بحث

در مطالعه حاضر برای یافتن اولویت‌بندی طرح‌های اصلاح مرتع‌ها از نظر خدمات زیست‌بومی در استان فارس از روش PROMETHEE II استفاده شد. همان‌طور که در مقدمه توضیح داده شد، چهار معیار شامل خدمات تولیدی، خدمات فرهنگی، خدمات تنظمی و خدمات حمایتی برای خدمات زیست‌بومی تعریف می‌شود. با توجه به ادبیات موضوع و بحث با متخصصان در زمینه مرتع و محیط زیست، ۱۲ سنجه برای این چهار دسته از خدمات تعریف شد. با توجه به نظر کارشناسان مربوطه، خدمات تنظیمی و حمایتی در یک گروه قرار گرفتند. معیارها و سنجه‌های زیرگروه آن‌ها در جدول (۲) نشان داده شده است.

پس از تعیین معیارها، با کاربرد روش تحلیل سلسه مراتبی با استفاده از نرم‌افزار SuperDecision وزن معیارها و سنجه‌ها محاسبه شد. جدول (۳) نتایج مربوط به مقایسه زوجی معیارها می‌باشد. همچنین جدول‌های مقایسه زوجی سنجه‌ها در هر معیار مربوطه در جدول‌های (۴) تا (۶) نشان داده شده است. گفتنی است که مقایسه زوجی با تکمیل پرسشنامه توسط پنج تن از متخصصان مرتع و منابع طبیعی انجام شد و با روش میانگین هندسی، جدول‌های مقایسه زوجی تجمیع گردید. نتایج جدول (۳) مربوط به مقایسه زوجی معیارهای خدمات زیست‌بوم گویای آن است که معیار خدمات تنظیمی و حمایتی با وزن  $0/734$  بیشترین اهمیت را نسبت به معیارهای خدمات تولیدی و فرهنگی را دارا می‌باشد. همچنین مطابق جدول (۳) مشاهده می‌شود که دو معیار نسبت‌های سازگاری محاسبه شده کمتر از  $0/1$  می‌باشند؛ بنابراین مقایسه‌های زوجی معیارها به‌طور کامل سازگار می‌باشند.

دام‌های موارد برخی در اهلی (و دام‌های ورود از جلوگیری و کمی تغییرات مورد نظر ایجاد هدف با مرتع به وحشی) نزولات ذخیره، از بهینه استفاده گیاهی، پوشش در کیفی می‌باشد. رسوب کاهش تولید و خاک حفاظت و آسمانی بذر آن در که است بذرکاری روش‌های از یکی کاری کپه قرار دست با شده حفر چاله‌های در نظر مورد مرتعی نباتات حاضر، حال در می‌شود پوشیده خاک با و سپس گرفته استفاده با کشور کوهستانی مرتع‌های از وسیعی سطح‌های شمار به مرتع میانکاری نوعی از واقع در که روش این از چشمگیری بسیار و نتایج گرفته قرار اصلاح مورد می‌رود، در طرح لی‌فارمینگ یک گونه است داشته به‌دنبال نیز را زراعی مانند جو و یک گونه گیاه مرتعی به‌صورت تلفیقی با هم کشت می‌شود. این طرح در مرتع‌های فارس بیشتر به‌صورت دیم انجام می‌گیرد. از مزیت‌های این طرح این است که ارزش غذایی علوفه و همچنین چرخه نیتروژن میزان که خشک بسیار شرایط خاک افزایش می‌یابد. در تولید برای و است کم بسیار خاک در ذخیره قابل رطوبت افزایش و رواناب کاهش میزان نمی‌کند، کفایت محصول بود نخواهد مؤثر چندان خاک داخل به آب نفوذ سرعت افزایش رواناب یعنی نمود؛ عمل وارون طریق به باید بلکه از استفاده سپس و زمین‌ها بعضی در نفوذپذیری کاهش و بی بهره‌برداری. دیگر مناسب زمین‌های در حاصله رواناب ای‌علوفه غیر‌های فرآورده سایر و علوفه از اصولی غیر و روبه به‌شدت کاهش گیاهی پوشش که است شده سبب مرتع‌ها و خشک هوایی و آب محدوده در مرتع‌ها کند. بیشتر پیدا تمام بارندگی نواحی، این در و شده واقع خشک نیمه در باید و است نیاز مورد ای‌علوفه گیاهان رشد برای منطقه مصرف به و شده ذخیره می‌شود، نازل ای که‌نقطه همان افزون مرتع‌ها، این در آسمانی نزولات گیاه برسد. ذخیره فرسایش کاهش و سطحی رواناب حجم کاهش یا قطع بر در آب نگهداری قابلیت و نفوذ سبب افزایش قابلیت خاک، نیز رازیرزمینی آب‌های سفره تغذیه ضمن و در شده خاک قنات‌ها و شدن چشمه‌ها خشک از و می‌گردد موجب



جدول ۲. معیارها و سنجه‌های خدمات زیست‌بومی مرتع‌ها

Table 2. Criteria and indicators of rangeland ecosystem services

خدمات تنظیمی و حمایتی Supporting and regulating services	خدمات فرهنگی Cultural services	خدمات تولیدی Provision services
جلوگیری از فرسایش خاک Prevent soil erosion	تفریح و اکوتوریسم Recreation and ecotourism	سود حاصل از تولیدهای دامی Profit of livestock production
تنظیم نیتروژن Nitrogen regulating	زیبایی منظره Vision landscape	سود حاصل از تولیدهای گیاهی Profit of plant production
ارزش ترسیب کربن Value of carbon sequestration	ارزش معنوی تنوع محیط زیستی Spiritual values of biodiversity	سود حاصل از جمع‌آوری محصولات مرتعی Profit of gathering veld products
منابع آب Water resources		سود حاصل از شکار مجاز Profit of subsistence hunting
		ظرفیت چرا Grazing capacity

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: research findings

جدول ۳. مقایسه زوجی معیارهای خدمات زیست‌بوم

Table 3. Pairwise comparison of the criteria of ecosystem services

وزن نسبی Local weight	خدمات تنظیمی و حمایتی Supporting and regulating services	خدمات فرهنگی Cultural services	خدمات تولیدی Provision services	
0.1494	0.18	1.44	1	خدمات تولیدی Provision services
0.1167	0.18	1	0.69	خدمات فرهنگی Cultural services
0.7338	1	5.43	5.43	خدمات تنظیمی و حمایتی Supporting and regulating services
CR=0.009				

لازم برخوردار است.

نتایج مقایسه زوجی زیرمعیارهای سنجه‌های خدمات تولیدی زیست‌بوم در جدول (۴) نشان می‌دهد که معیار تنوع زیستی اهمیت بسیار بالاتری نسبت به دو معیار زیبایی منظره و تفریح و اکوتوریسم دارد. با توجه به اینکه هر چقدر تنوع و گوناگونی یک زیست‌بوم بیشتر باشد، آن زیست‌بوم پایداری و تولید بیشتری خواهد داشت، بنابراین حفاظت از تنوع زیستی گونه‌ها، ضمن پایداری زیست‌بوم و محیط‌زیست، افزایش خدمات زیست‌بومی را به دنبال خواهد داشت. افزون بر این، از آنجایی که شاخص سازگاری مقایسات زوجی معیارها کمتر از ۰/۱ به دست آمد، بنابراین نتایج تحلیل سلسله‌مراتبی به‌طور کامل سازگار است.

نتایج مقایسه زوجی سنجه‌های خدمات فرهنگی زیست‌بوم در جدول (۴) نشان می‌دهد که معیار تنوع زیستی اهمیت بسیار بالاتری نسبت به دو معیار زیبایی منظره و تفریح و اکوتوریسم دارد. با توجه به اینکه هر چقدر تنوع و گوناگونی یک زیست‌بوم بیشتر باشد، آن زیست‌بوم پایداری و تولید بیشتری خواهد داشت، بنابراین حفاظت از تنوع زیستی گونه‌ها، ضمن پایداری زیست‌بوم و محیط‌زیست، افزایش خدمات زیست‌بومی را به دنبال خواهد داشت. افزون بر این، از آنجایی که شاخص سازگاری مقایسات زوجی معیارها کمتر از ۰/۱ به دست آمد، می‌توان گفت که نتایج تحلیل سلسله‌مراتبی از اعتبار

جدول ۴. مقایسه زوجی سنجه‌های خدمات فرهنگی زیست‌بوم  
Table 4. Pairwise comparison of indicators of ecosystem cultural services

وزن نسبی Local weight	تنوع زیستی Biodiversity	زیبایی منظره Vision landscape	تفریح و اکوتوریسم Recreation and ecotourism	
0.1158	0.19	0.64	1	تفریح و اکوتوریسم Recreation and ecotourism
0.1502	0.17	1	1.68	زیبایی منظره Vision landscape
0.7339	1	5.72	5.16	تنوع زیستی Biodiversity
CR= 0.004				

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: research findings

جدول ۵. مقایسه زوجی سنجه‌های خدمات تولیدی زیست‌بوم  
Table 5. Pairwise comparison of ecosystem provision services indicators

وزن نسبی Local weight	سود شکار مجاز Profit of subsistence hunting	سود جمع‌آوری محصول‌ها مرتعی Profit of gathering veld products	سود تولیدهای گیاهی Profit of plant production	ظرفیت چرا Grazing capacity	سود تولیدهای دامی Profit of livestock production	
0.2438	5.92	4.30	4.43	0.22	1	سود تولیدهای دامی Profit of livestock production
0.5529	6.71	6.85	6.59	1	4.58	ظرفیت چرا Grazing capacity
0.1062	4.58	2.34	1	0.15	0.24	سود تولیدهای گیاهی Profit of plant production
0.0486	0.71	1	0.25	0.15	0.19	سود جمع‌آوری محصول‌های مرتعی Profit of gathering veld products
0.0482	1	0.50	0.33	0.20	0.20	سود شکار مجاز Profit of subsistence hunting
CR=0.009						

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: research findings

با وزن ۰/۳۵۲ رتبه دوم درجه اهمیت را دارد. مشاهده می‌شود که معیار نسبت سازگاری محاسبه شده کمتر از ۰/۱ می‌باشند؛ بنابراین مقایسه‌های زوجی سنجه‌ها به‌طور کامل سازگار می‌باشند.

با توجه به جدول (۶)، مشاهده می‌شود سنجه توانایی منابع آب مرتعی با وزن قابل توجه ۰/۴۷۵ در رتبه اول تأثیرگذاری بر سنجه‌های خدمات تنظیمی و حمایتی زیست‌بوم قرار دارد و سنجه جلوگیری از فرسایش خاک

جدول ۶. مقایسه زوجی سنجه‌های خدمات تنظیمی و حمایتی زیست‌بوم  
Table 6. Pairwise comparison of indicators of ecosystem supporting and regulating services

وزن نسبی Local weight	منابع آب Water resources	ارزش ترسیب کربن Value of carbon sequestration	تنظیم نیتروژن Nitrogen regulating	جلوگیری از فرسایش خاک Prevent soil erosion	
0.3524	0.43	5.19	5.75	1	جلوگیری از فرسایش خاک Prevent soil erosion
0.0836	0.18	1.41	1	0.17	تنظیم نیتروژن Nitrogen regulating
0.0887	0.34	1	0.71	0.19	ارزش ترسیب کربن Value of carbon sequestration
0.4751	1	2.96	5.43	2.33	منابع آب مرتعی Water resources
CR= 0.006					

منبع: یافته تحقیق

Source: research findings

از عمده‌ترین دلایل‌های تخریب منابع به دلیل رعایت نکردن تعادل بین تولید و بهره‌برداری مجاز است. اگر خاک فرسایش یابد، بستر لازم برای پوشش گیاهی و تنوع گونه‌ای و تولیدهای دامی وجود نخواهد داشت. سومین سنجه‌ای که بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است، تنوع زیستی است. تنوع زیستی به تنوع و گوناگونی در موجودات زنده اطلاق می‌شود به‌طوری‌که هرچند تنوع و گوناگونی یک زیست‌بوم بیشتر باشد، آن زیست‌بوم پایداری و تولید بیشتری خواهد داشت. تنوع زیستی گونه‌های گیاهی و حیوانی و حیات وحش کم نظیر در مرتع‌های استان فارس یکی از زمینه‌های مورد توجه برای سرمایه‌گذاری و جذب توریست است. اگر این اقدام به درستی صورت گیرد، درآمد حاصل از اکوتوریسم می‌تواند با سایر تولیدهای اصلی مرتع برابری نماید.

اولویت‌بندی نهایی سنجه‌های خدمات زیست‌بوم در جدول (۷) آورده شده است. وزن نسبی هر کدام از سنجه‌ها پیشتر به دست آمده است و در هر قسمت به تحلیل نتایج آن‌ها پرداخته شده است. اما در اینجا وزن نهایی هر کدام از سنجه‌ها از ضرب وزن نسبی معیارها در وزن نسبی سنجه‌ها به دست آمده است. با توجه به جدول (۷) در میان سنجه‌های خدمات زیست‌بوم، وزن منابع آب ۰/۳۵ است که بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است. با توجه به اینکه مراتع استان فارس مرتع‌های خشک و نیمه‌خشک هستند و در شرایط فعلی با بحران کم آبی مواجه هستیم، قابل توجه است که در میان سایر خدمات زیست‌بوم، منابع آب بیشترین اهمیت را داشته باشد. پس از منابع آب، نقش زیست‌بوم در جلوگیری از فرسایش خاک مهمترین سنجه ارزیابی شده است. فرسایش خاک یکی

جدول ۷. امتیاز هر یک از طرح‌های مدیریت مرتع نسبت به سنجه‌ها  
Table 7. Score of each rangeland management plan to indicators

کشت گیاهان دارویی Cultivation of medicinal plants	پروژه‌های آبی Water projects	لی فارمینگ Ley farming	کپه‌کاری و بذرکاری Seeding and drill-seeding	قرق Exclosure	اولویت نهایی Overall priority	سنجه‌ها Indicators
1	4	3	4	4	0.036	سود تولیدهای دامی Profit of livestock production
1	3	2	4	5	0.083	ظرفیت چرا Grazing capacity
4	2	2	3	4	0.016	سود تولیدهای گیاهی Profit of plant production

ادامه جدول ۷. امتیاز هریک از طرح‌های مدیریت مرتع نسبت به سنجه‌ها

Table 7. Score of each rangeland management plan to indicators

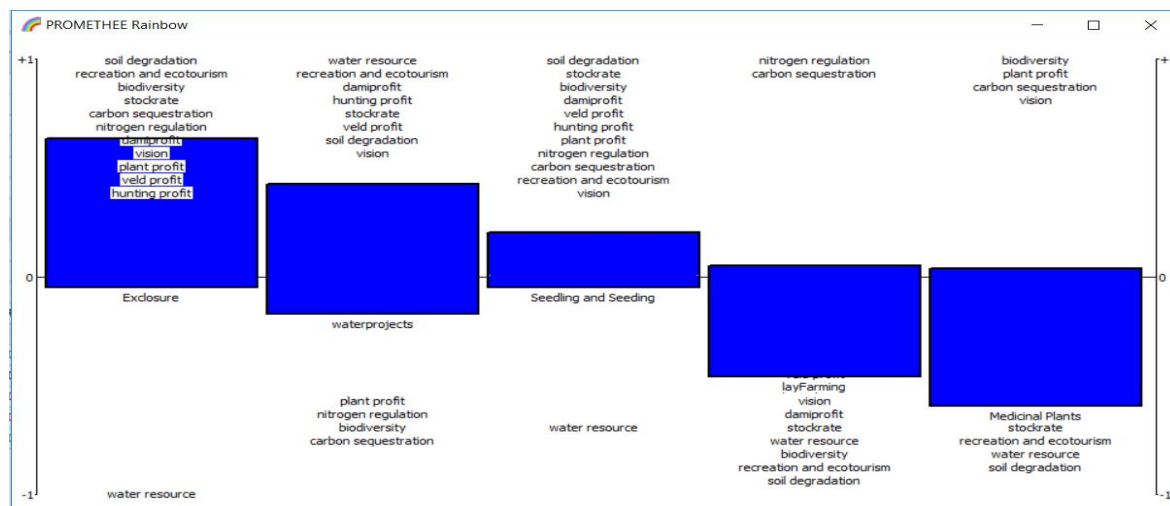
کشت گیاهان دارویی Cultivation of medicinal plants	پروژه‌های آبی Water projects	لی فارمینگ Ley farming	کپه‌کاری و بذرکاری Seeding and drill-seeding	قرق Exclosure	اولویت نهایی Overall priority	سنجه‌ها Indicators
2	3	2	4	5	0.007	سود محصول‌های مرتعی Profit of veld products
2	3	2	3	5	0.007	سود شکار مجاز Profit of subsistence hunting
2	3	2	4	5	0.259	جلوگیری از فرسایش خاک Prevent soil erosion
2	2	4	3	4	0.061	تنظیم نیتروژن Nitrogen regulating
3	2	3	3	5	0.065	ترسیب کربن Value of carbon sequestration
1	5	2	2	2	0.349	منابع آب Water resources
2	4	2	3	4	0.014	تفریح و اکوتوریسم Recreation and ecotourism
3	3	2	3	4	0.018	زیبایی منظره Vision landscape
2	3	2	3	5	0.086	تنوع زیستی Biodiversity

منبع: یافته تحقیق

Source: research findings

به حالت ایده‌آل و طبیعی خود باز می‌گردد. انواع گونه‌های خوش‌خوراک در مرتع که تضعیف شده است، دوباره افزایش می‌یابد. در واقع قرق، سپردن تنظیم مرتع به دست طبیعت است و تنها روشی است که ممکن است با مدیریت صحیح، مرتع را به حالت کلیماکس برساند. قرق با تنظیم مرتع و بازگرداندن آن به حالت طبیعی از نظر تنوع زیستی و زیبایی و پتانسیل جذب توریست برای مشاهده گونه‌های کمیاب حیات وحش اهمیت دارد. همچنین، مطالعات نشان داده‌اند که در قرق جلوگیری از فرسایش خاک به‌خوبی صورت می‌گیرد. زیرا افزایش تراکم پوشش گیاهی در پهنه‌های قرق موجب افزایش حفاظت خاک و در نتیجه تثبیت و پایداری آن و کاهش هدررفت خاک و تولید رسوب می‌گردد.

پس از ورود داده‌های جدول (۷) در نرم‌افزار PROMETHEE و انتخاب توابع انتقال برای هر سنجه، تحلیل PROMETHEE II صورت گرفت تا گزینه‌های اصلاح مرتع از نظر خدمات زیست‌بوم رتبه‌بندی شوند. نتایج در شکل (۲) نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، از میان گزینه‌های مختلف اصلاح مرتع-ها، قرق در اولین رتبه قرار گرفته است. بنابراین طرح قرق مرتع‌ها بیشترین خدمات زیست‌بوم را تأمین می‌کند. ۱۱ سنجه، اثر مثبت بر تعیین اولویت قرق داشته و تنها سنجه‌ای که اثر منفی بر اولویت طرح قرق داشته، دسترسی به منابع آب بوده است. دلیل برتری قرق بر سایر گزینه‌ها این است که با قرق و عدم ورود دام و انسان و عدم دخالت انسان در مرتع، طی مدت زمان معینی مرتع



شکل ۲. نمودار رنگین‌کمان PROMETHEE

Fig. 2- Visual PROMETHEE's rainbow chart

از آنجایی که نتایج ما از یک مجموعه واحد از امتیازدهی و وزن‌دهی حاصل شده است، از این رو محتمل است که مجموعه‌های متفاوت از نمرات یا وزن‌ها به نتایج دیگری منجر شود. براساس مطالعه (Broekhuizen *et al.*, 2015)، برای افزایش اعتماد و اعتباردهی به نتایج به‌دست آمده، تجزیه و تحلیل حساسیت قطعی ضروری است. بنابراین ارزیابی انحرافات احتمالی در رتبه‌بندی نهایی، از طریق چندین بار تکرار، وزن و نمره‌های مختلف برای رتبه‌بندی صورت گرفت. این تکرار شامل دو برابر کردن وزن‌های مربوط به یک یا چند معیار در سناریوهای مختلف است. بر این اساس در این سناریوها ابتدا وزن سود تولیدهای دامی، گیاهی و محصولات وحشی و سپس وزن‌های مربوط به اکوتوریسم و زیبایی منظره و سود شکار مجاز دوبرابر شد. همچنین در سناریوی سوم، وزن مربوط به گیاهان دارویی دو برابر و وزن مربوط به تولیدهای دامی نصف شد. نتایج گویای حساسیت نداشتن نتایج اولیه به دوبرابر شدن وزن سنج‌های بیان شده در سناریوهای اول تا سوم است. به عبارتی با اعمال هر یک از سناریوهای بیان شده، ترتیب اولویت‌های اولیه تغییر نمی‌کند. یکی از دلایل نبود این حساسیت این است که با توجه به بحران آب و درجه اهمیت بالای این سنج‌ها در خدمات زیست‌بومی مرتع‌ها، اولویت

پروژه‌های آبی اصلاح و احیا مرتع در رتبه دوم ارائه خدمات زیست‌بوم می‌باشد. پروژه‌های آبی با افزایش پتانسیل دسترسی به آب، به‌خوبی زمینه‌های افزایش تولیدهای دامی و تولیدهای مرتعی وحشی، ظرفیت چرا و همچنین جلوگیری از فرسایش خاک را فراهم می‌کند. افزون بر این، در جنب اجرای پروژه‌های آبی بستر مناسبی برای گردشگری و تفریح ایجاد می‌شود. بر این اساس در صورت اجرای صحیح این پروژه‌ها، درآمد حاصل از اکوتوریسم می‌تواند با درآمدهای دیگر مرتع‌ها برابری کند و یا غالب گردد. گزینه سومی که بیشترین خدمات زیست‌بوم را ارائه می‌کند، کپه‌کاری و بذرکاری است. این گزینه نیز توسط ۱۱ سنج، هم‌افزایی می‌شود. جلوگیری از فرسایش خاک و دخالت پایین در جایابی خاک در این روش، مهمترین کارکرد زیست‌بومی است که کپه‌کاری و بذرکاری را به‌عنوان اولویت سوم انتخاب می‌کند. همان‌طور که نمودار رنگین‌کمان نشان می‌دهد، لی فارمینگ و کشت گیاهان دارویی نسبت به سایر گزینه‌ها، کمترین خدمات زیست‌بومی را به‌همراه دارند. مزیت اصلی لی فارمینگ بهبود چرخه نیتروژن است و مهمترین عامل در انتخاب کشت گیاهان دارویی بحث تنوع زیستی و افزایش سود حاصل از تولیدهای گیاهی است.

به نتایج حاصله، تحلیل حساسیت در سه سناریوی مختلف انجام شد. نتایج تحلیل حساسیت نشان داد که با توجه به بحران آب و درجه اهمیت بالای این سنج در خدمات زیست‌بوم مرتع‌ها، اولویت گزینه‌های مرتعی به تغییرات در سایر سنج‌ها حساس نیست. بنابراین به‌منظور مدیریت بهتر مرتع‌ها در استان فارس و ضرورت لحاظ خدمات زیست‌بوم در طرح‌های مرتع‌داری می‌توان با کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره به نتایج معتبری دست یافت. گفتنی است که این مطالعه، به دیدگاه کارشناسان و صاحب‌نظران منابع طبیعی و مرتع‌های استان فارس پرداخته است. بنابراین توصیه می‌شود که این موضوع با بررسی دیدگاه بهره‌برداران نیز انجام شده و نتایج مورد مقایسه قرار گیرد. به‌دلیل نبود دسترسی به اطلاعات مربوط به سنج‌های پولی مانند سود، تمامی سنج‌ها به‌صورت کیفی مورد مقایسه قرار گرفتند بنابراین پیشنهاد می‌شود در مطالعات پیش‌رو، با اندازه‌گیری متغیرهای پولی، از داده‌های کمی نیز استفاده شود.

### پی‌نوشت‌ها

- <sup>1</sup> Analytic hierarchy process
- <sup>2</sup> Use value
- <sup>3</sup> Millennium ecosystem assessments
- <sup>4</sup> The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB)
- <sup>5</sup> Dis-services
- <sup>6</sup> State-and-Transitions
- <sup>7</sup> Outranking

Administration of natural resources and watershed management of Fars Province, 2002. Technical Instructions for Rangeland Management. Available at database <https://fars.frw.ir/r>.

Azarniwand, H., Namjoojan, R., Arzani, H., Jafari, M. and Zare Chahuki, M.A., 2007. Localization of range improvement plans to use GIS and comparing with suggested projects of range management plans

گزینه‌های مرتعی به تغییرات در سایر سنج‌ها حساس نیست و در شرایط موجود استان فارس، می‌توان به نتایج رتبه‌بندی طرح‌های مرتع‌داری از نظر خدمات زیست‌بومی اعتماد کرد.

### نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر به‌منظور مقایسه گزینه‌های اصلاح مرتع‌ها در رابطه با خدمات زیست‌بوم از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره AHP و PROMETHEE II استفاده کرد. برای این منظور ۱۲ سنج در گروه معیارهای خدمات تولیدی، خدمات فرهنگی، خدمات تنظیمی و حمایتی تعریف شد. نتایج حاصل از مقایسات زوجی در روش AHP نشان داد که کارشناسان بیشترین وزن را به سنج منابع آب و جلوگیری از فرسایش خاک داده‌اند. با توجه به شرایط موجود تخریب منابع آب و مرتع‌ها، این نتیجه توجیه‌پذیر است. همچنین به‌نظر می‌رسد با سرمایه‌گذاری در زمینه حفظ تنوع زیستی گونه‌های گیاهی، حیوانی و حیات وحش منطقه می‌توان با افزایش درآمد حاصل از جذب اکوتوریسم، زمینه مناسب را برای بهبود وضعیت مرتع‌ها فراهم نمود. سپس با استفاده از روش PROMETHEE II اولویت‌بندی نهایی صورت گرفت و نتیجه گرفته شد که طرح قرق در مدیریت مرتع‌ها بیشترین خدمات زیست‌بوم و طرح گیاهان دارویی کمترین خدمات زیست‌بوم را تأمین می‌کند. پس از قرق، اولویت با پروژه‌های آبی شامل اصلاح چشمه‌ها و احداث آبگیر و غیره است. به‌منظور اعتباردهی

### منابع

- in Lar region. Journal of Rangeland. 1(2), 159-169.
- Broekhuizen, H., Groothuis-Oudshoorn, C.G., Van Til, J.A., Hummel, J.M. and IJzerman, M.J., 2015. A review and classification of approaches for dealing with uncertainty in multi-criteria decision analysis for healthcare decisions. *Pharmacoeconomics*. 33(5), 445-455.
- Burkhard, B., Kroll, F., Nedkov, S. and Müller, F.,

2012. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological Indicators*. 21, 17-29.
- Carreno, L., Frank, F.C. and Viglizzo, E.F., 2012. Tradeoffs between economic and ecosystem services in Argentina during 50 years of land-use change. *Agriculture Ecosystems and Environment*. 154, 68–77.
- De Groot, R.S., Fisher, B., Christie, M., Aronson, J., Braat, L., Haines-Young, R., Gowdy, J., Maltby, E., Neuville, A., Polasky, S., Portela, R. and Ring, I., 2010. Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation. In: TEEB. (Ed.). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity Ecological and Economic Foundations*, Earthscan, London and Washington.
- Favretto, N., Stringer, L.C., Dougill, A.J., Dallimer, M., Perkins, J.S., Reed, M.S. and Mulale, K., 2016. Multi-criteria decision analysis to identify dryland ecosystem service trade-offs under different rangeland land uses. *Ecosystem Services*. 17, 142-151.
- Foley, J.A., DeFries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, F.S., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., Helkowski, J.H., Holloway, T., Howard, E.A., Kucharik, C.J., Monfreda, C., Patz, J.A., Prentice, C., Ramankutty, N. and Snyder, P.K., 2005. Global consequences of land use. *Science*. 309, 570–579.
- Fontana, V., Radtke, A., Fedrigotti, V.B., Tappeiner, U., Tasser, E., Zerbe, S. and Buchholz, T., 2013. Comparing land-use alternatives: Using the ecosystem services concept to define a multi-criteria decision analysis. *Ecological Economics*. 93, 128-136.
- Ghodousi, J., Tavakoli, M., Khalkhali, S.A., and Soltani, M.G. 2006. Evaluating the effect of pasture enclosure on reducing and controlling soil erosion and sediment yield. *Research and Development*. 19(3), 136-142.
- Hao, F., Lai, X., Ouyang, W., Xu, Y., Wei, X. and Song, K., 2012. Effects of land use changes on the ecosystem service values of a reclamation farm in Northeast China. *Environmental Management*. 50, 888–899.
- Heydari, K., Salehi, G. and Gharehaghi, H., 2018. The effect of drought on the rangelands of Fars province during the period 1396-1390. 7th National Rangeland and Rangeland Conference of Iran. Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Alborz, Iran.
- Holechek, J.L., Pipe, R.D. and Herble, C.H., 1995. *Range Management Principles and Practices*. Prentice Hall, Inc. Upper Saddle River, New Jersey, 525 pp.
- Louhaichi, M., Yigezu, Y.A., Werner, J., Dashtseren, L., El-Shater, T. and Ahmed, M., 2016. Financial incentives: possible options for sustainable rangeland management? *Journal of Environmental Management*. 180, 493-503.
- Mendoza-Gonzalez, G., Martinez, M.L., Lithgow, D., Perez-Maqueo, O. and Simonin, P., 2012. Land use change and its effects on the value of ecosystem services along the coast of the Gulf of Mexico. *Ecological Economics*. 82: 23–32.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Strengthening Capacity to Manage Ecosystem Sustainability for Human Well-Being; A Report of the Millennium Ecosystem Assessment*. Available at: [www.millenniumassessment.org](http://www.millenniumassessment.org).
- Mobarghei, N., 2010. Multi criteria analysis as an appropriate method for considering the value of ecosystem services in environmental assessment process. *Environment and Development Journal*. 1, 1-10.

Mohammadi, S.A. and Barani, H., 2018. Assessment of socio-economic impacts of range management plans in the Mashhad County. *Iranian Journal of Rangeland and Desert Research*. 3, 562-576.

Saaty, T. and Vargas, L.L.G. (Eds.). 2001. *Models, Methods, Concepts, and Applications of the Analytic Hierarchy Process* (Vol. 34). Springer, US.

Saeedi Garragani, H., Heidari, Q., Barani, H. and Alavi, S.Z., 2013. Effects of grazing management on rangeland condition and forage production under different utilization systems (case study: Damavand summer rangeland in Amol county). *Iranian Journal of Range and Desert Research*. 21(3), 435-446.

Statistical Yearbook of Fars Province. 2017. Iran Statistical Center, available at database <https://www.amar.org.ir>.

TEEB. 2010. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature*.

Vincke, P., 1999. Robust solutions and methods in decision-aid. *Journal of Multi-criteria Decision Analysis*. 8(3), 181-187.

Wang, Y. and Luo, Y., 2009. On rank reversal in decision analysis. *Mathematical and Computer Modelling*. 49(5-6), 1221-1229.







Environmental Sciences Vol.19 / No.1 / Spring 2021

125-142

## **Prioritization of rangeland management plans using the concept of ecosystem services: A case study of Fars Province rangelands**

**Dorna Jahangirpour<sup>1</sup>, Hassan Azarm<sup>1\*</sup> and Abbas Mirzaei<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Department of Agricultural Economics, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

<sup>2</sup> Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture Engineering and Rural Development, Agricultural sciences, and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

Received: 2020.03.16

Accepted: 2020.09.19

**Jahangirpour, D., Azarm, H. and Mirzaei, A., 2021.** Prioritization of rangeland management plans using the concept of ecosystem services: A case study of Fars Province rangelands. *Environmental Sciences*. 19(1):125-142.

**Introduction:** In recent years, the degradation of rangelands and the attenuation of ecosystem services have endangered the livelihoods of billions of people. Proper rangeland management can multiply the rangeland's capacity to benefit from ecosystem services. The dominant model of rangeland management is the preparation and implementation of pastoral plans. These plans, if not properly selected and not be based on improving the rangeland ecosystem services, in addition to intensifying the trend of rangeland degradation, will also result in the loss of capital. Therefore, by recognizing the effects of different management methods on ecosystem services, it is possible to change or modify rangeland management patterns. In the present study, we ranked rangeland management plans methods in Fars Province using multi-criteria analysis in the context of rangeland ecosystem services.

**Material and methods:** One of the major causes that hinder consideration of the value of ecosystem services in computation and evaluation is the heterogeneity of different types of value measurement units, the impossibility of quantifying all values, and the problems associated with the integration of quantitative and qualitative data. Therefore, given the capabilities of multi-criteria analysis methods in analyzing heterogeneous data, these methods are suitable tools for overcoming this problem and for making more reasoned and informed decisions. In the present study, analytical hierarchical analysis (AHP) was used to determine the weight of criteria and indices. Then, using the results of the first step as input of the PROMETHEE software, the rangeland remediation options were ranked using the PROMETHEE II analysis.

---

\* Corresponding Author: *Email Address:* hAzarm@shirazu.ac.ir  
<http://dx.doi.org/10.52547/envs.30944>

**Results and discussion:** According to the literature on the subject and discussion with rangeland and environmental experts, 12 indicators were defined for four categories of ecosystem services. Paired comparisons of ecosystem services criteria indicated that regulatory and support services with a weight of 0.734 were more important than production and cultural services. The results of paired comparisons of ecosystem cultural service indices showed that the biodiversity criterion was much more important than landscape, recreation, and ecotourism criteria. Paired comparisons of sub-criteria of ecosystem services indices showed that grazing capacity and profitability of livestock products with the relative weight of 0.555 and 0.224 had the highest importance among ecosystem services indices, respectively. In addition, the rangeland water resource capability index with a significant weight of 0.475 was in the first place of impact on ecosystem regulation and support indices and soil erosion prevention index with the weight of 0.352 was ranked second. The final weight of each index was obtained by multiplying the relative weight of the criteria by the relative weight of the indices. Among the ecosystem service indices, water resources weight was 0.35 which was the highest. After water resources, the role of the ecosystem in preventing soil erosion was the most important indicator evaluated, with the third being biodiversity. The results of PROMETHEE software showed that among the various pasture management options, enclosure was ranked first. Therefore, the enclosure plan provides the most ecosystem services. Eleven indicators had a positive effect on enclosure priority and the only indicator that had a negative effect on enclosure priority was access to water resources. Also, water projects for rangeland improvement and rehabilitation and seeding and drill-seeding projects were in the next ranks in terms of providing ecosystem services, respectively. To validate the results, sensitivity analysis was performed in three different scenarios. Results of sensitivity analysis showed that due to the water shortage crisis and the high importance of this index in rangeland ecosystem services, the priority of rangeland options is not sensitive to changes in other indices.

**Conclusion:** According to the results, the enclosure plan provided the highest ecosystem services in rangeland management and the least ecosystem services in medicinal plants. After enclosure, water projects including springs refurbishment and pond construction had priorities. In order to better management of rangelands in Fars Province and the necessity of ecosystem services consideration in rangeland plans, valid evaluations by applying multi-criteria methods should be obtained.

**Keywords:** Ecosystem services, Rangeland management, Multi-criteria decision making, PROMRTHREE, Fars Province