

جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای، شماره ۱۹، تابستان ۱۳۹۵

وصول مقاله: ۱۳۹۴/۵/۱۱

تأیید نهایی: ۱۳۹۵/۲/۲۳

صفحات: ۱۴۲ - ۱۲۳

## مقایسه کارایی روش‌های Topsis رستری و MOLA در آمایش سرزمین مورد شناسی: حوضه آبخیز حبله‌رود

آزاده مهری<sup>۱</sup>، دکتر عبدالرسول سلمان ماهینی<sup>۲</sup>

### چکیده

امروزه به دلیل وجود بحران‌های محیط زیستی حاصل از استفاده غیر منطقی و تبدیل زمین، ارزیابی توان بوم‌شناختی و آمایش کاربری‌ها در سرزمین قبل از اجرای توسعه، امری ضروری است. روش‌های متفاوتی در جهان برای ارزیابی و آمایش سرزمین استفاده می‌شوند. روش‌های رتبه‌بندی براساس شباهت به راه حل ایده آل (TOPSIS) و تخصیص کاربری‌ها بر اساس اهداف چندگانه (MOLA)، از جمله روش‌های ارزیابی و آمایش چندمعیاره هستند. در این مقاله از روش‌های TOPSIS و MOLA برای آمایش رستری سرزمین در حوضه حبله‌رود استفاده شده است. برای این منظور، از نقشه‌های توان بوم‌شناختی، اقتصادی و اجتماعی به عنوان معیار ارزیابی استفاده شد و کاربری‌های آبی‌پروری، باغداری، توسعه و مرتعداری به عنوان گزینه‌های ارزیابی در نظر گرفته شدند. در ابتدا روش آنتروپی برای وزن‌دهی نقشه‌های توان استفاده شد. سپس، روش TOPSIS برای اولویت‌بندی کاربری‌ها در منطقه استفاده شد. روش‌های آنتروپی و TOPSIS هر دو به شکل رستری در نرم‌افزار ایدرسی اجرا شدند. در مرحله بعد به منظور مقایسه نتایج، روش MOLA نیز در نرم‌افزار ایدرسی برای آمایش کاربری‌ها استفاده شد. نتایج حاصل از دو روش، مورد تحلیل و مقایسه قرار گرفت. همچنین، به منظور بررسی نحوه چینش کاربری‌ها، پارامترهای سیمای سرزمین برای نقشه‌های آمایش نهایی به وسیله نرم‌افزار FRAGSTATS محاسبه شد. نتایج نشان داد روش‌های TOPSIS و MOLA هر دو نقشه‌های آمایش مطلوبی را ارائه می‌کنند؛ اما نحوه چینش کاربری‌ها در منطقه در آنها متفاوت است؛ به طوری که نتایج آنها تنها در ۵۷/۴۱ درصد مساحت منطقه با یکدیگر هم‌پوشانی دارند. تحلیل پارامترهای سیمای سرزمین نشان داد کاربری‌ها در روش TOPSIS دارای پیوستگی بیشتری هستند؛ در حالی که در روش MOLA کاربری‌ها در بعضی مناطق دارای پراکندگی هستند. هر دو روش مورد استفاده دارای نواقص و مزایایی هستند و یکی از مسائل مهم در مطالعات آمایش سرزمین ارائه راهکارهایی برای بهبود این روش‌ها و یا حتی استفاده از نتایج ترکیبی این مدل‌هاست.

کلید واژگان: TOPSIS، آنتروپی، MOLA، آمایش سرزمین.

## مقدمه

انسان امروزه با انبوهی از مشکلات محیط‌زیستی روبروست. تبدیل زمین، فرسایش، کویرزایی، جنگل‌زدایی و مسمومیت و آلودگی زمین‌ها که سلامت منابع طبیعی جهان را به مخاطره انداخته‌اند، در بیشتر موارد به واسطه استفاده غیر منطقی از زمین روی می‌دهند. تبدیل زمین از یک نوع استفاده به استفاده دیگر، میزان فرسایش را تا ۱۰۰۰ برابر روی کره زمین بالا برده است (مخدوم، ۱۳۸۵: ۱۳). مشکلات محیط‌زیستی فراوان، گویای این واقعیت است که محیط‌زیست طبیعی توان بوم‌شناختی محدودی برای استفاده انسان از آن دارد؛ بنابراین، برای انجام توسعه در محیط‌زیست، پیش از برنامه‌ریزی برای استفاده از آن، باید به ارزیابی توان بوم‌شناختی آن در چارچوب یک برنامه‌ریزی منطقه‌ای پرداخت (همان: ۱۴). این تفکر مقدمه‌ای برای آمایش سرزمین شد. به طور کلی، آمایش سرزمین عبارت است از: تنظیم رابطه انسان، سرزمین و فعالیت‌های انسان در سرزمین به منظور بهره‌برداری درخور و پایدار از جمیع امکانات انسانی و فضایی سرزمین در جهت بهبود وضعیت مادی و معنوی اجتماع در طول زمان (همان: ۱۶).

«آمایش» استفاده بهینه و عقلانی و پی بردن به ارزش فضا به منظور کارکردهای مؤثر اقتصادی و اجتماعی است. هدف کلی آمایش سرزمین، سازماندهی فضا به منظور بهره‌وری مطلوب از سرزمین در چهارچوب منافع ملی است. در این تعریف اجزاء تشکیل‌دهنده فضا، جمعیت، فعالیت‌های اقتصادی، اجتماعی و محیط است (پوراحمد، ۱۳۸۰: ۴۸۰). در واقع آمایش سرزمین نوعی برنامه‌ریزی برای زمین است که به سرزمین به عنوان عامل اساسی و تعیین کننده در تأمین اهداف توسعه توجه دارد. با توجه به اینکه تأکید بر رشد اقتصادی موجب شده که برنامه‌ریزی اقتصادی صرفاً بر اساس تولید و مصرف ملی و بدون توجه به آثار کالبدی و محیط‌زیستی انواع فعالیت‌ها ارزیابی شود؛ اکنون باید توجه داشت که توزیع فضایی و جغرافیایی فعالیت‌های اقتصادی و معیارهای محیطی از مهمترین ارکان

آمایشی است که بایستی در برنامه‌ریزی‌های فضایی - مکانی مورد توجه قرارگیرد (کارگروه‌مکاران، ۱۳۹۱: ۹۲). در بحث آمایش سرزمین، مقوله فضا و تحلیل قانونمندی‌های حاکم بر شکل‌گیری آن کلیدی‌ترین نقش را در برنامه‌ریزی دارد از این رو، برنامه‌ریزی آمایش فضای توسعه، فرایند سازماندهی بهره‌برداری عقلایی از امکانات، منابع و استعداد‌های فضای ملی و منطقه‌ای به منظور پیشرفت متعادل و موزون جامعه و اقدامی هدفمند است که آشفتگی فضایی و عدم تعادل‌های منطقه و سازمان‌دهی فضای ملی برای برنامه‌های توسعه را بدون رویارویی با مشکلات فضایی آینده قابل حصول نموده و بهره‌وری از سرزمین را بهینه می‌نماید (رضایی و خاوریان گرمسیر، ۱۳۹۳: ۳). به دنبال این طرز فکر، نظام آمایش سرزمین به وجود می‌آید و لزوم گسترده‌گی فضایی و مکان‌یابی مناسب برای فعالیت‌ها و عملکردهای بشری شکل یک ضرورت حتمی به خود می‌گیرد (رضایی و خاوریان گرمسیر، ۱۳۹۳: ۳).

آمایش سرزمین در ایران برای تنظیم ارتباط بین انسان، فضا و فعالیت‌های انسان در فضا انجام می‌شود و لذا تأکید خاصی بر دیدگاه فضایی (مکانی، جغرافیایی) در برنامه‌ریزی توسعه و تکامل ملی دارد. هدف و آرمان چنین دیدگاهی توزیع جمعیت و فعالیت‌های عمرانی در پهنه سرزمین، اجرای استراتژی بهزیستی برای فرد و جامعه، استفاده مطلوب از منابع طبیعی و نیروی انسانی در جهت کفایت اقتصادی و اجتماعی است (پوراحمد، ۱۳۸۰: ۴۸۰). در کشور ایران با عنایت به رسمیت یافتن دفتر آمایش سرزمین و مطالعات جدی در این زمینه از سال ۱۳۵۳ تلاش شده است تا در زمینه‌های مختلف خلاء‌های موجود اطلاعاتی و مطالعاتی پر شود (خنifer، ۱۳۸۹: ۲۴). در مطالعات متعددی در مناطق مختلف کشور به آمایش سرزمین پرداخته شده است؛ برای نمونه، بیات و همکاران (۱۳۹۰) به برنامه‌ریزی کاربری اراضی و تهیه نقشه آمایش در حوضه ماهیدشت کرمانشاه پرداختند. ابتدا با استفاده از از توابع موجود در GIS نقشه طبقات ارتفاع،

شبیه‌سازی مکانی و ارزیابی چندمعیاره در جهان مورد استفاده قرار می‌گیرند. اولین کاربردهای ارزیابی چندمعیاره برای آمایش منطقه‌ای در GIS اجرا نشدند و تلاش آنها برای رتبه‌بندی گزینه‌های مختلف بود. ادغام روش‌های ارزیابی چندمعیاره در GIS امکان تبدیل این رتبه‌بندی‌ها را به نقشه‌های تخصیص کاربری سرزمین فراهم کرد (همان: ۱۷۴). ترکیب کاربردهای روش‌های ارزیابی چندمعیاره و GIS به طور فراوان جهت دستیابی به نقشه‌های تناسب سرزمین یا انتخاب مکان‌هایی برای یک فعالیت خاص صورت گرفته است (همان: ۱۷۲).

روش رتبه‌بندی بر اساس تشابه به راه حل ایده آل یا همان <sup>۱</sup>TOPSIS یکی از روش‌های ارزیابی چند معیاره است که توسط هوانک و یون (۱۹۸۱) ایجاد شد. در این روش گزینه‌ای مناسب است و اولویت بالاتری دارد که حداقل فاصله را نسبت به راه حل ایده آل مثبت و حداکثر فاصله را نسبت به راه حل ایده آل منفی داشته باشد (فرجی سبکبار و رضاعلی، ۱۳۸۸: ۷۵). این روش در مطالعات مختلفی استفاده شده است؛ برای نمونه، نسترن و همکاران (۱۳۸۹) به تحلیل و اولویت‌بندی توسعه پایدار مناطق شهری اصفهان با روش TOPSIS پرداختند. ابتدا ۲۱ شاخص مورد بررسی از طریق مدل آنتروپی شانون وزن‌دهی شدند و سپس TOPSIS به عنوان روش تصمیم‌گیری استفاده شد (نسترن و همکاران، ۱۳۸۹: ۸۳). کنعانی و بابازاده (۱۳۹۰) به منظور تحلیل توسعه صنعتی شهرستان آمل و ارزیابی توان بوم‌شناختی و پهنه‌بندی کاربری توسعه صنعتی از روش TOPSIS استفاده کردند (کنعانی و بابازاده، ۱۳۹۰: ۲۲). نوری و همکاران (۱۳۹۱) از روش TOPSIS برای اولویت‌بندی قطب‌های گردشگری استان کرمانشاه استفاده کردند. ابزار پژوهش پرسش‌نامه است که با استفاده از روش دلفی، ۱۰ شاخص برای مناطق نمونه ارزیابی و سپس با پیمایش داده‌های حاصل از پرسشنامه در روش TOPSIS، قطب‌های گردشگری

شیب، جهت، خاک، تیپ و تراکم پوشش گیاهی به روش دوتایی باهم ترکیب شدند و واحدهای محیط‌زیستی تهیه گردید. سپس برای هر یک از واحدها، ارزیابی توان بوم‌شناختی برای کاربری‌های مختلف صورت گرفت. در مرحله آخر، نقشه آمایش سرزمین با استفاده از اولویت‌بندی بین کاربری‌ها با روش کیفی قیاسی تولید شد (بیات و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۱۹). میردیلیمی و همکاران (۱۳۹۰) نیز نقشه آمایش سرزمین حوضه آبخیز کچیک واقع در استان گلستان را بر اساس مدل سیستمی رایج در آمایش سرزمین و به روش دو ترکیبی تهیه کردند. ابتدا نقشه واحدهای محیط‌زیستی بر اساس ترکیب نقشه‌های پایه اجرا گردید. سپس نقشه توان کاربری‌ها بر اساس ارزیابی توان بوم‌شناختی در هر یک از واحدها تهیه شد. در نهایت نقشه آمایش به روش کیفی قیاسی تعیین گردید (میردیلیمی و همکاران، ۱۳۹۰: ۶۵). بابایی و اونق (۱۳۸۵) برای آمایش حوضه پشتکوه و دهداردرگاهی و مخدوم (۱۳۷۹) برای آمایش حوضه جنگلی ارسباران نیز از روش‌های دو ترکیبی و کیفی قیاسی استفاده کردند. نجفی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۲) از دو روش سیستمی و تخصیص سرزمین چندفاکتوره برای تعیین توان اکولوژیک و آمایش سرزمین حوضه آبخیز چراغ‌ویس در جنوب شهرستان سقز استفاده نمودند. نتایج نشان داد نقشه آمایش به دست آمده از روش تخصیص سرزمین چندفاکتوره از توانایی بهتری برای آمایش کاربری‌ها در آبخیز مورد مطالعه برخوردار بوده و نقش مؤثری در کاهش فرسایش و رسوب دارد (نجفی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۲: ۱).

امروزه در کل جهان مسأله آمایش سرزمین، به شکل وسیعی در مطالعات مختلف مورد بحث قرار گرفته است. آمایش سرزمین را به عنوان «تخصیص سرزمین به طبقات مختلف کاربری با توجه به معیارهای صورت‌بندی شده در طی فرآیند ارزیابی سرزمین» توصیف شده است (Riveria & Maseda, 2006: 165). انواع مختلفی از مدل‌های آمایش سرزمین از قبیل سیستم‌های خبره، مدل‌های ریاضی، مدل‌های

بررسی قرار داد (کبودی، ۱۳۹۱: ۱). روش‌های مورد استفاده بسته به هدف آمایش، تعریف مناسب‌ترین مناطق برای یک کاربری مجزا یا تخصیص بهینه کاربری‌های متفاوت هستند. درحالی که اهداف روش TOPSIS در طبقه اول قرار می‌گیرد، MOLA برای انتخاب کاربری بهینه برای هر واحد مکانی طراحی شد (Riveria & Maseda, 2006: 174). در این پژوهش از روش‌های TOPSIS و آنتروپی برای آمایش کاربری‌های استفاده شده است. روش TOPSIS اغلب برای تعیین اولویت بین چند گزینه و بر پایه وکتور مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در بررسی روش‌های بهینه تخصیص کاربری به سرزمین مشخص می‌شود، انواع گوناگونی در این زمینه وجود دارند که هر یک نقاط قوت و ضعف خاصی دارند و برای استفاده در محیط‌های غیر نقشه‌ای یا نقش‌ای و وکتوری یا رستری مناسب هستند. برای روشن شدن این موضوع که آیا می‌توان از روش TOPSIS رستری نیز برای تخصیص بهینه سرزمین به کاربری‌ها استفاده کرد، این پژوهش انجام شده است. در این صورت، هدف اصلی این پژوهش مقایسه کارایی روش‌های TOPSIS رستری و MOLA در آمایش سرزمین و شناخت نواقص و مزایای آنها نسبت به یکدیگر است. در این پژوهش کاربرد این روش بر پایه نقشه‌های رستری و در محیط نرم‌افزار ایدرسی بررسی شده است. همچنین، به منظور مقایسه نتایج روش MOLA در نرم‌افزار ایدرسی اجرا شد.

#### محدوده مورد مطالعه

حوضه آبخیز حبله‌رود در استان‌های تهران و سمنان قرار دارد. این آبخیز با متوسط سالانه نزولات جوی حدود ۲۱۰/۶۳ میلی‌متر در سال و متوسط دمای سالانه ۱۳/۴۷ درجه، از جمله حوضه‌های خشک و نیمه خشک کشور شمرده می‌شود. پوشش گیاهی منطقه عمدتاً از مراتع با تیپ‌های مختلف و در مواردی نیز درختزارهای ارس و گونه‌های همراه تشکیل شده است. این محدوده به لحاظ جغرافیایی در منطقه‌ای

اولویت‌بندی شدند (نوری و همکاران، ۱۳۹۱: ۷۵). فاضل‌نیا و همکاران (۱۳۹۰) مکان‌یابی و اولویت‌بندی پارک‌های شهری را با استفاده از روش TOPSIS و سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام دادند (فاضل‌نیا و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۳۷). (1996) Malczewski روش TOPSIS را به صورت رستری در نرم‌افزار ایدرسی برای مکان‌یابی تسهیلات خطرناک، مانند کارخانه‌های مواد شیمیایی و راکتورهای هسته‌ای، اجرا کرد. این روش برای یک کاربری اجرا گردید (Malczewski, 1996: 955).

روش تخصیص کاربری‌ها بر اساس اهداف چندگانه که به اختصار<sup>۱</sup> MOLA نامیده می‌شود، یکی دیگر از روش‌های ارزیابی چندمعیاره است. به منظور بهینه‌سازی کاربری‌ها در آمایش سرزمین، Eastman (1995) یک رویه اکتشافی را بر پایه مفهوم نقطه ایده‌آل پیشنهاد کرده و آن را در رویه (ماژول) MOLA در نرم‌افزار ایدرسی اجرا کردند (Riveria & Maseda, 2006: 173). فرایند MOLA برای حل مشکل تعارض کاربری‌ها طراحی شده است و راه حلی مناسب برای کل کاربری‌ها ارائه می‌نماید (سلمان ماهینی و کامیاب، ۱۳۸۸: ۲۶۰). در مطالعه‌ای از کاربرد این روش، سلمان ماهینی و همکاران (۱۳۸۵) از روش MOLA برای زون‌بندی منطقه حفاظت شده جهان‌نما استفاده کردند. در این پژوهش، ابتدا توسط روش ارزیابی چند متغیره و یا همان MCE<sup>۲</sup> منابع پایدار بوم‌شناختی بررسی و نقشه‌های تناسب برای هر زون تهیه شدند. سپس با استفاده از MOLA نقشه نهایی زون‌بندی در منطقه تهیه شد (سلمان ماهینی و همکاران، ۱۳۸۵: ۳). حجه‌فروش‌نیا و همکاران (۲۰۱۱) نیز از روش MCE و MOLA برای زون‌بندی پناه‌گاه حیات وحش قمیشلو استفاده کردند (Hajehforooshnia, 2011: 254). کبودی (۱۳۹۱) ارتقای روش MOLA در آمایش سرزمین بر مبنای ارزش‌های اقتصادی، اجتماعی و راهبردی را مورد

1 - Multi-Objective Land Allocation

2 - Multi-Criteria Evaluation

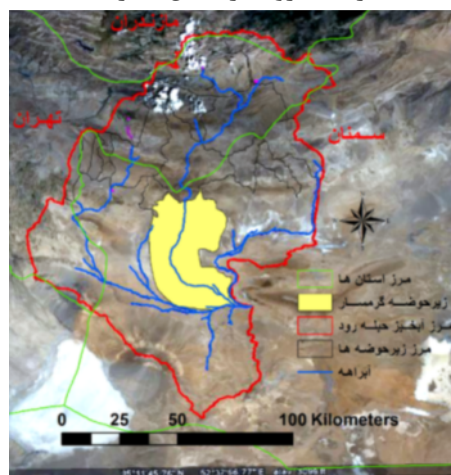
اولویت‌بندی شده‌اند. نقشه‌های توان برای کاربری‌های مذکور به واسطه طرح ارزیابی توان و آمایش سرزمین حبله‌رود، از قبل در دسترس هستند. این نقشه‌ها براساس روش WLC در نرم‌افزار ایدرسی تهیه شده‌اند<sup>۱</sup>. تمام نقشه‌ها در مقیاس صفر تا ۲۵۵ استاندارد هستند و با افزایش ارزش‌ها مطلوبیت منطقه برای کاربری افزایش می‌یابد (سلمان ماهینی و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۰۹). نقشه‌های توان در شکل ۲ ارائه شده است.

### مواد و روش‌ها

#### روش آنتروپی

آنتروپی، مفهوم عمده‌ای در علوم فیزیکی، علوم اجتماعی و نظریه اطلاعات به شمار می‌آید؛ به طوری که نشان‌دهنده مقدار عدم اطمینان موجود از محتوای مورد انتظار اطلاعاتی از یک پیام است. به عبارتی دیگر، آنتروپی در نظریه اطلاعات، معیاری است برای مقدار عدم اطمینان بیان شده به وسیله توزیع احتمال گسسته ( $P_i$ ) به طوری که این عدم اطمینان، در صورت پخش بودن توزیع، بیشتر از مواردی است که توزیع فراوانی باریک‌تر باشد (فرجی سبکبار و رضاعلی، ۱۳۸۸: ۷۷). در این مقاله، از روش آنتروپی برای وزن‌دهی هر یک از معیارها یا نقشه‌های توان استفاده شده است. این روش به کمک رویه Marco Modeler در نرم‌افزار ایدرسی اجرا شد. این مدل‌ها به صورت خلاصه در جدول ۱ ارائه شده‌اند. اجرای روش آنتروپی نیازمند استفاده از رویه‌های متعدد است. این مدل برای اولین بار با صرف ۵ تا ۶ ساعت زمان و بعد از چند بار اصلاح و اجرای مجدد تهیه شد؛ اما پس از ساختن این مدل، هر بار با انتخاب دکمه اجرای مدل نهایی، تمامی مراحل و زیرمدل‌ها به طور خودکار اجرا خواهند شد. به این ترتیب، می‌توان در صورت تغییر نقشه‌های اولیه، آنتروپی را مجدداً به سرعت اجرا کرد. زمان اجرای مدل حدود ۱ دقیقه است. قابل ذکر است که این مدل در حقیقت روش آنتروپی را برای هر یک از پیکسل‌های منطقه اجرا می‌کند.

قرار گرفته است که از نظر زیستگاهی دارای غنای قابل توجهی است. دامنه ارتفاعی حدود ۷۴۰ تا ۴۰۵۳ متر، میزان بارندگی سالیانه ۱۴۰ تا ۵۹۱ میلی‌متر، میانگین دمای سالیانه ۲ تا ۱۹ درجه سانتی‌گراد و وجود اکوسیستم‌های رودخانه‌ای، کوهستانی و کوهپایه‌ای (در اراضی شمالی) و اکوسیستم خشک و بیابانی (در اراضی جنوبی) سبب می‌شوند، منطقه به لحاظ پرندگان و پستانداران دارای تنوع قابل توجهی باشد. این آبخیز با مرز مناطق حفاظت شده کویر و جاجرود و پارک ملی کویر تلاقی دارد. حوضه آبخیز حبله‌رود به ۱۸ زیرحوضه تقسیم شده است. پژوهش حاضر در زیرحوضه شماره یک (گرمسار) حوضه حبله‌رود اجرا شده است. بر مبنای اولویت‌های در نظر گرفته شده در تعیین زیرحوضه پایلوت، این زیر حوضه دارای بیشترین اولویت بوده است (سلمان ماهینی و همکاران، ۱۳۹۲: ۳۵-۹۷). موقعیت منطقه مورد مطالعه در حوضه آبخیز حبله‌رود در شکل ۱ ارائه شده است.



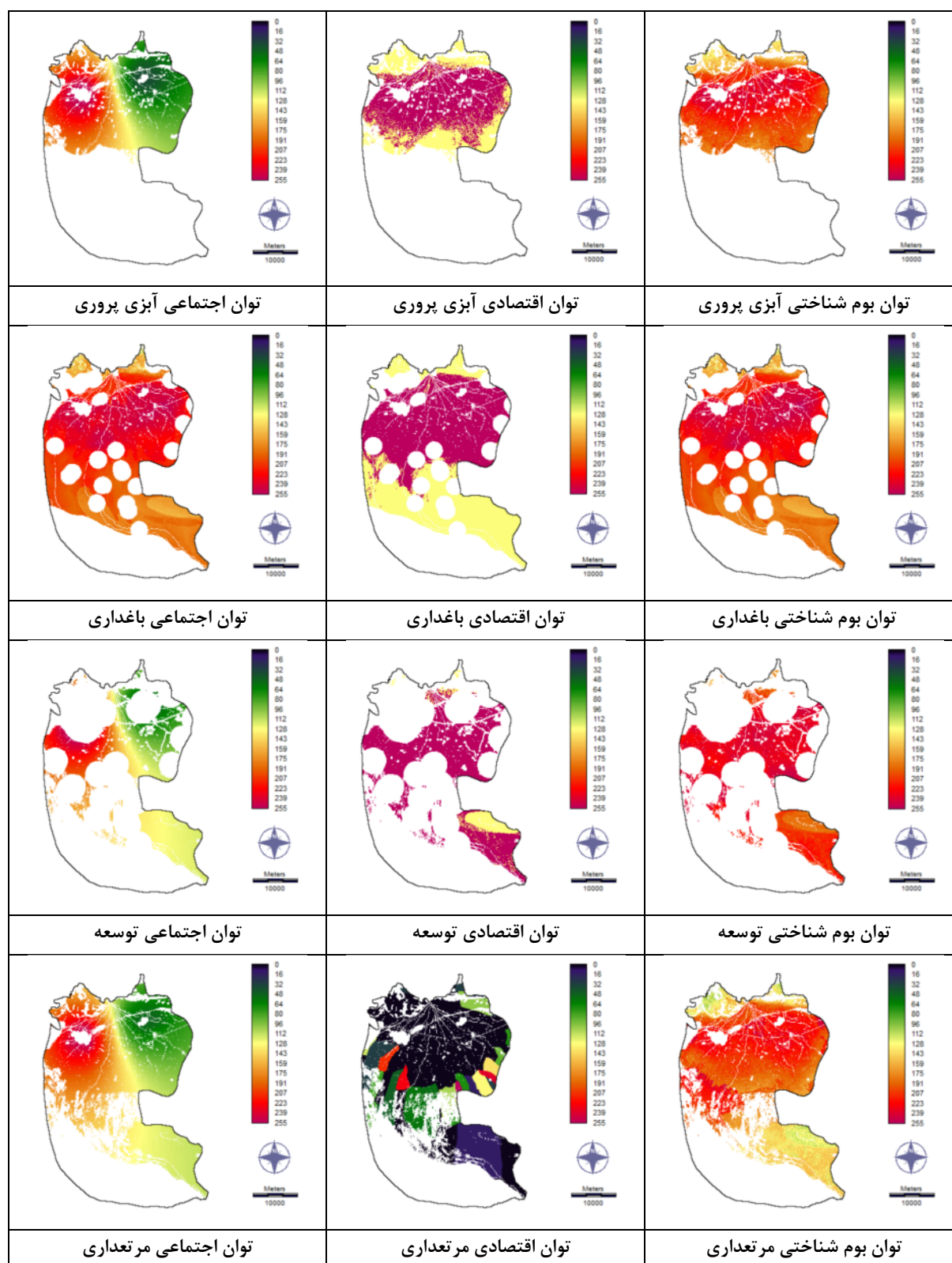
شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

منبع: نگارندگان

### جمع‌آوری داده‌ها

کاربری‌های مورد استفاده در آمایش شامل آبی‌پروری، باغداری، توسعه و مرتعداری هستند. آمایش کاربری‌ها در سرزمین بر اساس توان بوم‌شناختی، اقتصادی و اجتماعی کاربری‌ها در منطقه است. در حقیقت، کاربری‌های مورد نظر به عنوان گزینه‌هایی در نظر گرفته شده‌اند که براساس سه معیار توان بوم‌شناختی، اقتصادی و اجتماعی برای هر پیکسل منطقه

۱ - خوانندگان محترم می‌توانند برای اطلاع بیشتر از جزئیات روش تهیه نقشه-ها به سلمان ماهینی و همکاران (۱۳۹۲) مراجعه کنند.



شکل ۲: نقشه‌های اولیه مورد استفاده برای آمایش کاربری‌ها  
منبع: (سلمان ماهینی و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۰۹)

جدول ۱: مدل آنتروپی تهیه شده در روبه Marco Modeler در نرم‌افزار ایدرسی

لايه خروجي	رويه	لايه‌های ورودی
<b>زیرمدل D_mce</b>		
add	Add	Mce_abzi, Mce_bagh, Mce_develop, Mce_range
Mce_abzi_p	Divide	Mce_abzi, add
Mce_bagh_p	Divide	Mce_bagh, add
Mce_develop_p	Divide	Mce_develop, add
Mce_range_p	Divide	Mce_range, add
Mce_abzi_ln	Transform(Ln)	Mce_abzi_p
Mce_bagh_ln	Transform(Ln)	Mce_bagh_p
Mce_develop_ln	Transform(Ln)	Mce_develop_p
Mce_range_ln	Transform(Ln)	Mce_range_p
Mce_abzi_lnp	Multiply	Mce_abzi_p, Mce_abzi_ln
Mce_bagh_lnp	Multiply	Mce_bagh_p, Mce_bagh_ln
Mce_develop_lnp	Multiply	Mce_develop_p, Mce_develop_ln
Mce_range_lnp	Multiply	Mce_range_p, Mce_range_ln
Add_lnp	Add	Mce_abzi_lnp, Mce_bagh_lnp, Mce_develop_lnp, Mce_range_lnp
E_mce	Scalar ( $\times 0.7213$ )	Add_lnp
D_mce	Overlay	E_mce, marz
<b>مدل نهایی آنتروپی</b>		
D_mce	زیرمدل D_mce	Mce_abzi, Mce_bagh, Mce_develop, Mce_range, marz
D_economic	زیرمدل D_mce	Economic_abzi, Economic_bagh, Economic_develop, Economic_range, marz
D_Social	زیرمدل D_mce	Social_abzi, Social_bagh, Social_develop, Social_range, marz
add	Add	D_mce, D_economic, D_Social
W_mce	Divide	D_mce, add
W_economic	Divide	D_economic, add
W_Social	Divide	D_Social, add

منبع: نگارندگان

## روش TOPSIS

هوانگ و یون (۱۹۸۱) فن رتبه‌بندی براساس شباهت به راه حل ایده آل را براساس این مفهوم ایجاد کردند که در آن گزینه‌هایی مناسب‌اند و اولویت بالاتری دارند که حداقل فاصله را نسبت به راه حل ایده آل مثبت و دورترین فاصله را نسبت به راه حل ایده آل منفی داشته باشند. معمولاً این روش را می‌توان برای وضعیت‌های گسسته که تعداد گزینه‌ها محدود و مشخص‌اند، به کار برد. معمولاً چند گزینه و تعدادی معیار وجود دارد که بر اساس آن راه حل ایده آل مثبت و منفی شناسایی می‌شوند. مقادیر به دست آمده همیشه بین صفر و یک است (فرجی سبکبار و رضاعلی، ۱۳۸۸: ۷۶).

در این مقاله، از روش TOPSIS برای اولویت‌بندی گزینه‌ها یا کاربری‌ها در سطح منطقه استفاده شده

است. در این روش برای هر پیکسل منطقه براساس نقشه‌های توان و نقشه‌های وزن آنها، کاربری‌ها تعیین اولویت می‌شوند. این روش به کمک روبه Marco Modeler در نرم‌افزار ایدرسی اجرا شد. ساخت این مدل نیازمند یک مدل اصلی و چهار زیر مدل است که در جدول ۲ به صورت خلاصه ارائه شده است. اجرای روش TOPSIS نیازمند استفاده از رویه‌های متعدد است. این مدل به دلیل بیشتر بودن مراحل روش TOPSIS، از مدل آنتروپی پیچیده‌تر است. این مدل‌ها و زیر مدل‌ها بعد از صرف زمان بسیار و خطایابی، اصلاح و اجرای مکرر تهیه شده‌اند. با این حال، همانند مدل آنتروپی با ساختن این مدل، هر بار با انتخاب دکمه اجرای مدل اول، تمامی مراحل و زیرمدل‌ها به طور خودکار اجرا خواهند شد. به این ترتیب می‌توان در صورت تغییر نقشه‌های اولیه، مدل را مجدداً به

کرد. برای این کار ابتدا مساحت مورد نیاز برای هر کاربری در منطقه تعیین شد. منطقه مورد نیاز برای هر کاربری در ابتدا از اولویت اول کاربری برداشته شد و سپس در صورت نیاز از اولویت‌های بعدی بخش‌هایی انتخاب شد. برای این کار از روش شایستگی ناحیه‌ای سرزمین استفاده شد. برای این روش نقشه‌های حاصل از TOPSIS برای هر کاربری، بر مبنای حداقل مساحت مورد نیاز و آستانه مطلوبیت تحلیل شدند.

سرعت اجرا کرد. زمان اجرای مدل حدود ۳ دقیقه است. قابل ذکر است که این مدل در حقیقت روش TOPSIS را برای هر یک از پیکسل‌های منطقه اجرا می‌کند. در مرحله بعد باید بین چهار نقشه حاصل از TOPSIS، برای هر پیکسل بین کاربری‌ها تعیین اولویت شود. این کار با اجرای مکرر رویه‌های Maximum، Scalar و Reclass صورت گرفت. در مرحله بعد، باید از میان نقشه‌های اولویت‌بندی، بهترین چینش ممکن کاربری‌ها را در منطقه به صورت یک نقشه واحد ارائه

جدول ۲: مدل TOPSIS تهیه شده در رویه Marco Modeler در نرم‌افزار ایدریسی

لايه‌های ورودی	رويه	لايه‌های خروجی
<b>زيرمدل Stage1</b>		
Mce_abzi	Scalar (^2)	Mce_abzi_power
Mce_bagh	Scalar (^2)	Mce_bagh_power
Mce_develop	Scalar (^2)	Mce_develop_power
Mce_range	Scalar (^2)	Mce_range_power
Mce_abzi_power, Mce_bagh_power, Mce_develop power, Mce_range power	Add	Mce_sum
Mce_sum	Scalar (^1/2)	Mce_sum_power
Mce_abzi, Mce_sum_power	Divide	Mce_abzi_stage1
Mce_bagh, Mce_sum_power	Divide	Mce_bagh_stage1
Mce_develop, Mce_sum_power	Divide	Mce_develop_stage1
Mce_range, Mce_sum_power	Divide	Mce_range_stage1
Mce_abzi_stage1, W_mce	Multiply	Mce_abzi_stage1w
Mce_bagh_stage1, W_mce	Multiply	Mce_bagh_stage1w
Mce_develop_stage1, W_mce	Multiply	Mce_develop_stage1w
Mce_range_stage1, W_mce	Multiply	Mce range_stage1w
Mce_abzi_stage1w, Mce_bagh_stage1w, Mce_develop_stage1w, Mce range_stage1w	Max	Mce_stage1_max
Mce_abzi_stage1w, Mce_stage1_max	Subtract	Mce_abzi_stage2
Mce_bagh_stage1w, Mce_stage1_max	Subtract	Mce_bagh_stage2
Mce_develop_stage1w, Mce_stage1_max	Subtract	Mce_develop_stage2
Mce_rangei_stage1w, Mce_stage1_max	Subtract	Mce_range_stage2
Mce_abzi_stage2	Scalar (^2)	Mce_abzi_stage2_power
Mce_bagh_stage2	Scalar (^2)	Mce_bagh_stage2_power
Mce_develop_stage2	Scalar (^2)	Mce_develop_stage2_power
Mce_range_stage2	Scalar (^2)	Mce_range_stage2_power
<b>زيرمدل Stage2</b>		
Mce_abzi, Mce_bagh, Mce_develop, Mce_range, w_mce	Stage1 زيرمدل	Mce_abzi_stage2_power, Mce_bagh_stage2_power, Mce_develop_stage2_power, Mce_range_stage2_power
Economic_abzi, Economic_bagh, Economic_develop, Economic_range, w_economic	Stage1 زيرمدل	Economic_abzi_stage2_power, Economic_bagh_stage2_power, Economic_develop_stage2_power, Economic_range_stage2_power

Social_abzi, Social_bagh, Social_develop, Social_range, w_social	Stage1 زیرمدل	Social_abzi_stage2_power, Social_bagh_stage2_power, Social_develop_stage2_power, Social_range_stage2_power
Mce_abzi_stage2_power, Economic_abzi_stage2_power, Social_abzi_stage2_power	Add	Total_abzi
Mce_bagh_stage2_power, Economic_bagh_stage2_power, Social_bagh_stage2_power	Add	Total_bagh
Mce_develop_stage2_power, Economic_develop_stage2_power, Social_develop_stage2_power	Add	Total_develop
Mce_range_stage2_power, Economic_range_stage2_power, Social_range_stage2_power	Add	Total_range
Total_abzi	Scalar ( $^{1/2}$ )	Ideal_abzi
Total_bagh	Scalar ( $^{1/2}$ )	Ideal_bagh
Total_develop	Scalar ( $^{1/2}$ )	Ideal_develop
Total_range	Scalar ( $^{1/2}$ )	Ideal_range
<b>مدل نهایی TOPSIS</b>		
Mce_abzi, Mce_bagh, Mce_develop, Mce_range, w_mce, Economic_abzi, Economic_bagh, Economic_develop, Economic_range, w_economic, Social_abzi, Social_bagh, Social_develop, Social_range, w_social	Stage2 زیرمدل	Ideal_abzi, Ideal_bagh, Ideal_develop, Ideal_range
	Stage4 زیرمدل*	nideal_abzi, nideal_bagh, nideal_develop, nideal_range
Ideal_abzi, nideal_abzi	Add	Topsis_abzi
Ideal_bagh, nideal_bagh	Add	Topsis_bagh
Ideal_develop, nideal_develop	Add	Topsis_develop
Ideal_range, nideal_range	Add	Topsis_range
nideal_abzi, Topsis_abzi	Divide	Topsis_abzi_final
nideal_bagh, Topsis_bagh	Divide	Topsis_bagh_final
nideal_develop, Topsis_develop	Divide	Topsis_develop_final
nideal_range, Topsis_range	Divide	Topsis_range_final

\* زیر مدل Stage4 مانند زیر مدل Stage2 تهیه شده است. در این زیر مدل، یک زیر مدل به نام Stage3 قرار دارد که مانند زیر مدل Stage1 ساخته می‌شود، با این تفاوت که در آن به جای رویه Max از رویه Min استفاده شده است.  
منبع: نگارندگان

## روش MOLA

اساس روش MOLA انتخاب زون‌هایی است که بیشترین ارزش‌ها را برای هر پهنه داشته و در ضمن از حداقل مساحت مورد نظر نیز برخوردار باشند؛ بنابراین، در این کار نوعی مقایسه چند جانبه و همزمان با در نظر گرفتن پارامترهایی مثل اندازه منطقه، یکپارچگی و جانمایی در سطح کل منطقه صورت می‌گیرد. در فرایند انتخاب کاربری‌ها به روش MOLA، بر اساس وزن‌ها و مساحت دلخواه داده شده، ترکیبات مختلف بارها و بارها تکرار می‌شوند تا در نهایت شروط مورد نظر را تأمین کنند و نتایجی به دست آید که بهترین شرایط را دارا باشد. بر اساس این روش، کاربری‌های ناسازگار تشخیص داده شده و از میان آنها بهترین

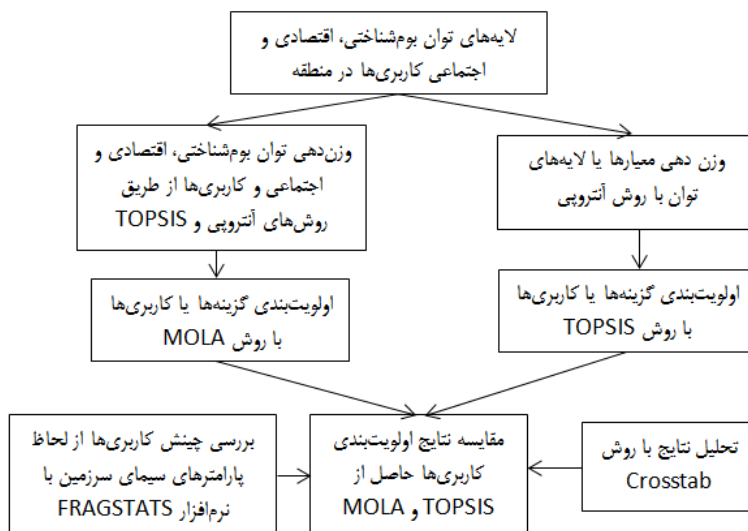
انتخاب می‌شود (سلمان ماهینی و همکاران، ۱۳۹۲):

(۲۹۱).

در این مقاله به منظور مقایسه نتایج، روش MOLA در نرم‌افزار ایدرسی برای اولویت‌بندی و به‌گزینی کاربری‌ها اجرا شد. روش MOLA به یک نقشه مطلوبیت برای هر کاربری نیاز دارد. به این منظور نقشه‌های توان بوم‌شناختی، اقتصادی و اجتماعی برای هر کاربری با یکدیگر ترکیب شدند. این کار نیازمند تعیین وزن مشخص برای هر یک از نقشه‌های توان است. همچنین، روش MOLA نیاز به وزن مشخص برای هر کاربری دارد. وزن‌دهی نقشه‌های توان و وزن‌های کاربری‌ها به ترتیب از طریق روش‌های آنتروپی و TOPSIS صورت گرفت. در ابتدا میانگین

برای اجرای MOLA نیاز است، سلول‌های نقشه مطلوبیت از لحاظ اهمیت رتبه‌بندی شوند. در این مطالعه سلول‌های نقشه‌های مطلوبیت با استفاده از رویه RANK رتبه‌بندی شدند. در نهایت، نتایج حاصل از Topsis و MOLA از لحاظ مطلوبیت توان کاربری‌ها، چینش کاربری‌ها از لحاظ پارامترهای سیمای سرزمین و الگوی مکانی با استفاده از رویه Crosstab در نرم‌افزار ایدریسی و نرم‌افزار FRAGSTATS مورد بررسی قرار گرفت. نمودار جریان کار در شکل ۳ ارائه شده است.

نقشه‌های توان در کل منطقه محاسبه شد. سپس، روش‌های Topsis و آنتروپی در محیط اکسل اجرا شدند. وزن‌های حاصل از Topsis نیز برای استفاده در MOLA بر پایه مجموع یک استاندارد شدند. وزن‌های نقشه‌های توان بوم‌شناختی، اقتصادی و اجتماعی به ترتیب برابر ۰/۴۷، ۰/۱۹ و ۰/۳۴ به دست آمد. وزن‌های هر یک از کاربری‌های آبی‌پروری، باغداری، توسعه و مرتعداری به ترتیب برابر ۰/۲۵، ۰/۴۳، ۰/۱۷ و ۰/۱۵ تعیین شدند. مساحت‌های مورد نیاز برای اجرای MOLA نیز مشابه با روش Topsis تعیین شد.



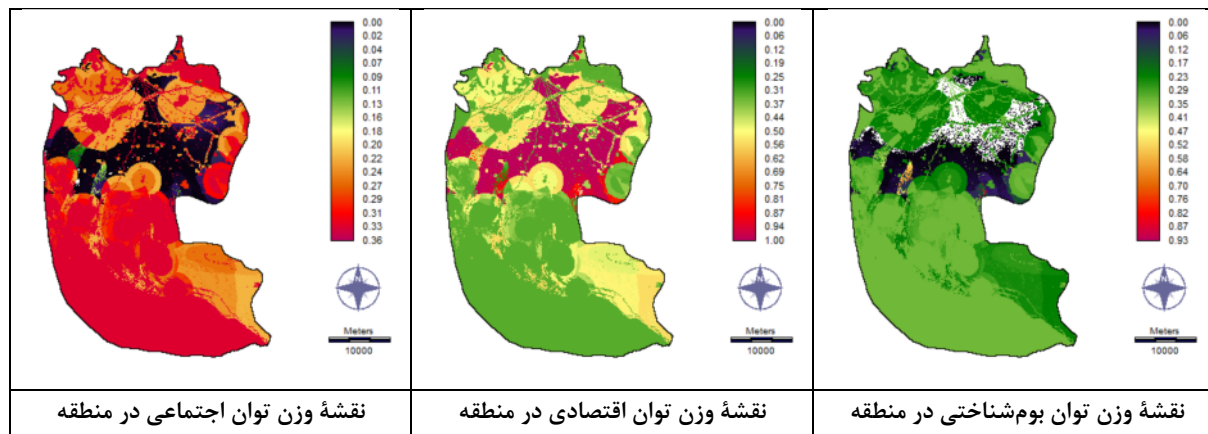
شکل ۳: نمودار جریانی انجام پژوهش

منبع: نگارندگان

بوم‌شناختی، اقتصادی و اجتماعی را در منطقه نشان می‌دهند. این نقشه‌ها در مرحله بعد به عنوان وزن معیارها در روش Topsis استفاده می‌شوند.

### یافته‌های تحقیق

نتایج حاصل از روش آنتروپی در شکل ۴ ارائه شده است. همان‌گونه که در شکل نشان داده شده است، نتیجه این روش سه نقشه است که هر یک اهمیت یا وزن توان

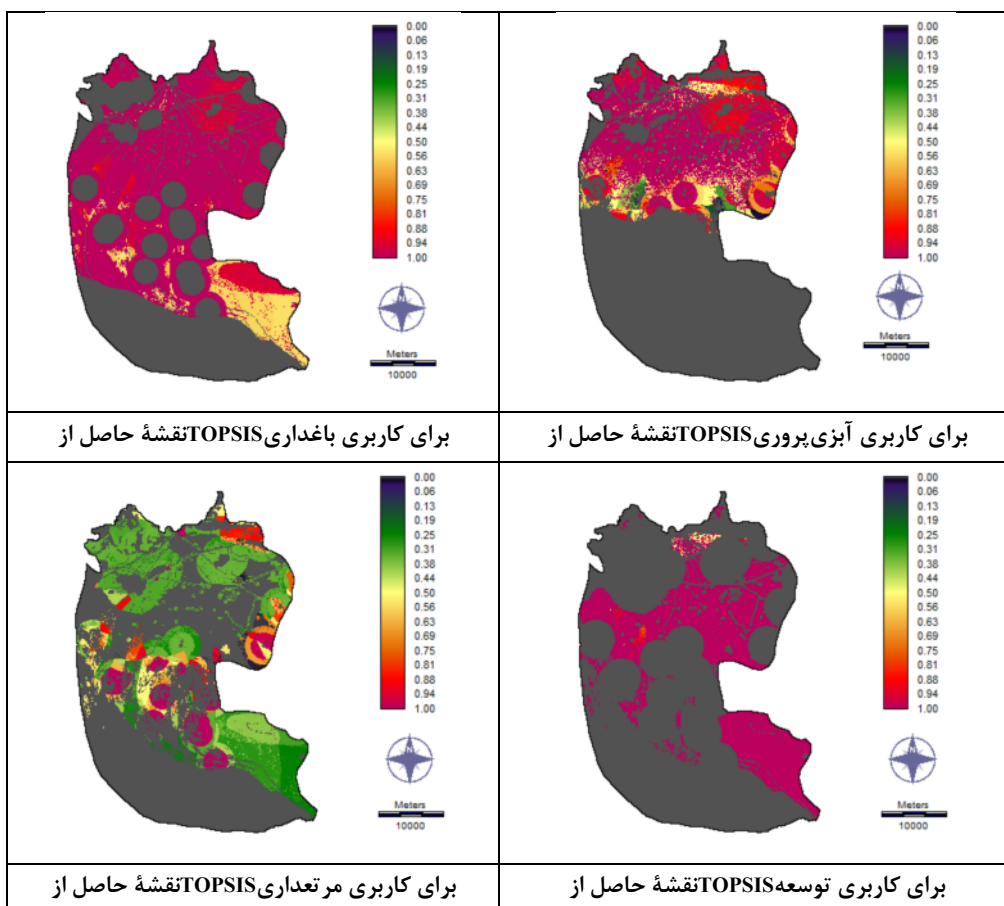


شکل ۴: وزن‌های تعیین شده توسط روش آنتروپی

منبع: نگارندگان

کاربری‌ها تعیین می‌کند. در هر نقشه، ارزش هر پیکسل اهمیت آن کاربری را در مقایسه با پیکسل هم موقعیت خود در سایر نقشه‌ها نشان می‌دهد.

شکل ۵ نتایج اولیه حاصل از اجرای TOPSIS را نشان می‌دهد. نتیجه این روش چهار نقشه است که اولویت هر کاربری را در منطقه با توجه به وجود سایر



شکل ۵: نتایج اولیه حاصل از روش TOPSIS

منبع: نگارندگان

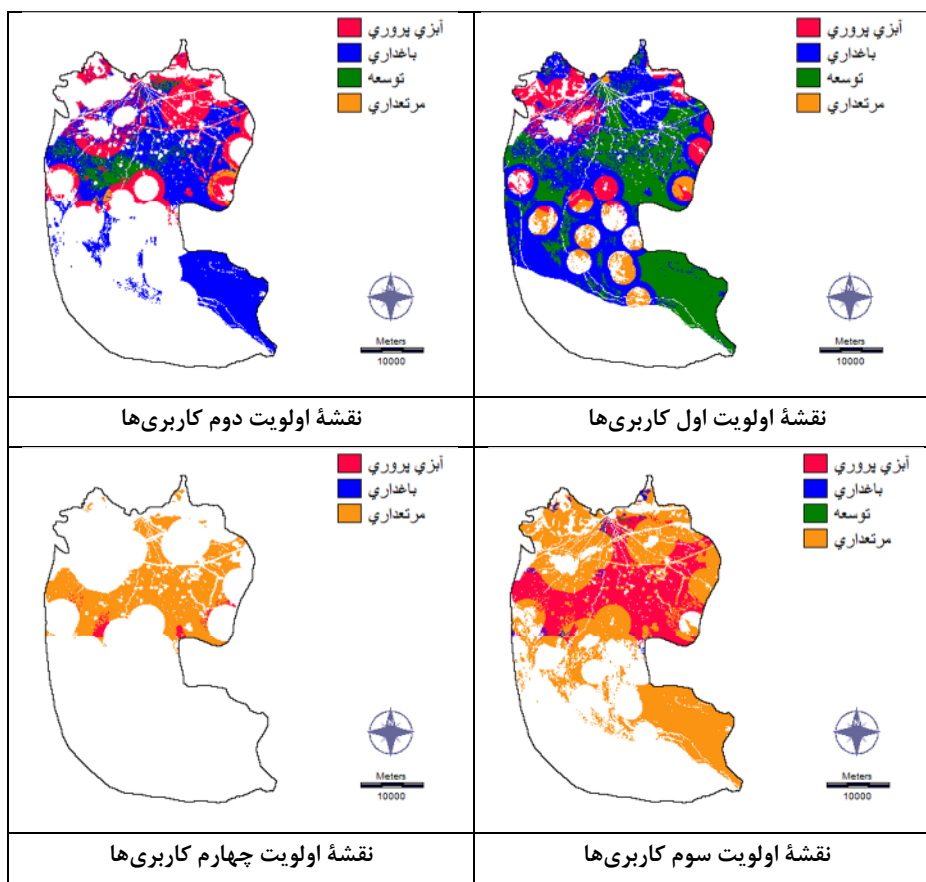
جداگانه در شکل‌های ۶ و ۷ ارائه شده است. مساحت کاربری‌ها در اولویت‌های اول تا چهارم در جدول ۳ ارائه شده است.

در مرحله بعد بین این چهار نقشه برای هر پیکسل برای کاربری‌ها تعیین اولویت شد. نقشه‌های کاربری‌های مناسب در اولویت اول تا چهارم و همچنین اولویت‌بندی برای هر یک از کاربری‌ها به طور

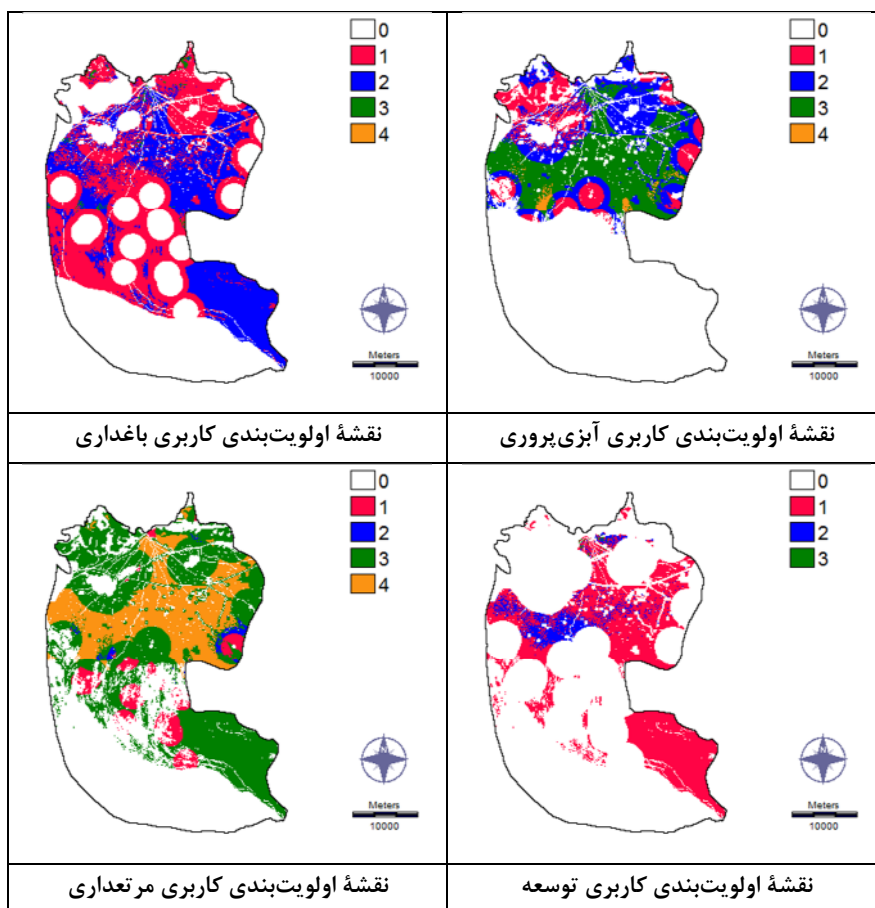
جدول ۳: مساحت کاربری‌ها در اولویت‌های مختلف در روش TOPSIS (واحد هکتار)

کاربری	اولویت اول	اولویت دوم	اولویت سوم	اولویت چهارم
آبی‌پروری	۱۱۱۴۸/۰۳	۱۷۷۵۳/۷۱	۲۳۲۴۷/۴۰	۱۰۳۴/۹۴
باغداری	۴۱۶۴۹/۳۱	۳۴۷۵۵/۷۱	۷۴۳/۳۳	۱/۱۷
توسعه	۳۳۲۱۳/۳۳	۴۷۶۳/۳۲	۱۳۱/۴۰	۰/۰۰
مرتعداری	۵۳۳۲/۳۱	۱۰۳۴/۹۴	۴۷۱۹۷/۴۵	۲۳۰۷۸/۹۱

منبع: نگارندگان

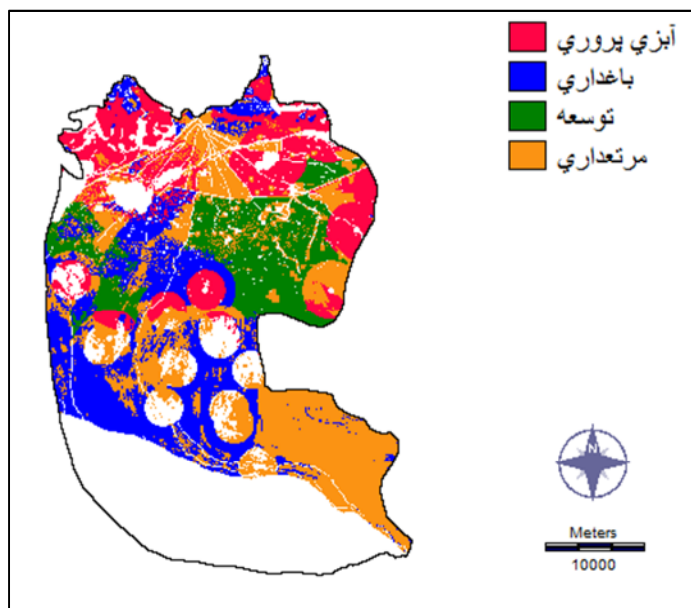


شکل ۶: نقشه‌های کاربری‌های مناسب در اولویت اول تا چهارم با روش TOPSIS منبع: نگارندگان



شکل ۷: نقشه‌های اولویت بندی کاربری‌های در منطقه با روش TOPSIS منبع: نگارندگان

نقشه نهایی چینش کاربری‌ها در شکل ۸ ارائه شده است.



شکل ۸: نقشه نهایی چینش کاربری‌ها در منطقه به روش TOPSIS

منبع: نگارندگان

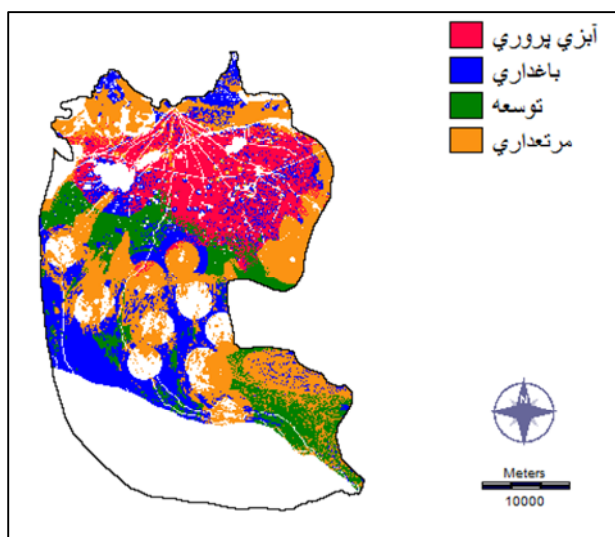
به منظور بررسی صحت نتایج TOPSIS، میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات نقشه‌های توان برای کاربری‌های مختلف در چینش نهایی کاربری‌ها محاسبه گردید. محاسبات در جدول ۴ ارائه شده است. خانه‌های رنگی در جدول نشان دهنده مناسب‌ترین ارزش‌ها هستند.

جدول ۴: توان سرزمین برای کاربری‌های مختلف در چینش نهایی کاربری‌ها به روش TOPSIS

کاربری‌ها در نقشه نهایی	میانگین توان بوم‌شناختی				انحراف معیار توان بوم‌شناختی				ضریب تغییرات توان بوم‌شناختی			
	آبزی پروری	باغداری	توسعه	مرتعداری	آبزی پروری	باغداری	توسعه	مرتعداری	آبزی پروری	باغداری	توسعه	مرتعداری
آبزی پروری	۱۹۳/۷۹	۱۱۵/۹۲	۲/۶۰	۱۸۸/۷۱	۳۲/۷۸	۱۱۰/۳۳	۲۰/۸۹	۳۵/۹۹	۰/۱۷	۰/۹۵	۸/۰۵	۰/۱۹
باغداری	۵۸/۴۱	۲۰۱/۵۶	۳۱/۵۲	۷۰/۳۵	۹۴/۰۵	۲۶/۳۳	۷۸/۴۰	۹۳/۷۵	۱/۶۱	-۰/۱۳	۲/۴۹	۱/۳۳
توسعه	۲۰۸/۴۴	۲۳۱/۳۶	۲۳۵/۷۹	۲۰۷/۳۰	۲۸/۱۷	۱۱/۵۰	۵/۸۸	۱۷/۵۵	۰/۱۴	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۸
مرتعداری	۷۸/۷۹	۱۷۱/۷۶	۱۲۲/۶۳	۱۷۵/۶۸	۱۰۲/۴۷	۷۷/۸۷	۱۰۶/۶۹	۳۶/۸۵	۱/۳۰	-۰/۴۵	۰/۸۷	۰/۲۱
کاربری‌ها در نقشه نهایی	میانگین توان اقتصادی				انحراف معیار توان اقتصادی				ضریب تغییرات توان اقتصادی			
	آبزی پروری	باغداری	توسعه	مرتعداری	آبزی پروری	باغداری	توسعه	مرتعداری	آبزی پروری	باغداری	توسعه	مرتعداری
آبزی پروری	۱۸۴/۰۴	۱۱۸/۹۳	۱/۹۹	۲۱/۲۸	۶۳/۰۶	۱۱۸/۳۴	۱۵/۹۸	۳۶/۸۱	۰/۳۴	۱/۰۰	۸/۰۵	۱/۷۳
باغداری	۵۹/۶۸	۱۶۹/۹۹	۳۴/۱۵	۵/۶۶	۱۰۰/۷۴	۶۱/۱۵	۸۵/۷۶	۲۵/۶۱	۱/۶۹	-۰/۳۶	۲/۵۱	۴/۵۳
توسعه	۲۱۷/۹۳	۲۵۳/۳۶	۲۵۵/۰۰	۳۳/۶۶	۶۱/۰۲	۱۴/۴۶	۰/۰۰	۶۲/۳۴	۰/۲۸	۰/۰۶	۰/۰۰	۱/۸۵
مرتعداری	۸۰/۸۳	۱۵۷/۶۸	۱۳۰/۲۰	۳۱/۲۹	۱۱۰/۲۹	۸۹/۹۶	۱۱۹/۱۸	۵۳/۰۰	۱/۳۶	-۰/۵۷	۰/۹۲	۱/۶۹
کاربری‌ها در نقشه نهایی	میانگین توان اجتماعی				انحراف معیار توان اجتماعی				ضریب تغییرات توان اجتماعی			
	آبزی پروری	باغداری	توسعه	مرتعداری	آبزی پروری	باغداری	توسعه	مرتعداری	آبزی پروری	باغداری	توسعه	مرتعداری
آبزی پروری	۱۲۷/۸۲	۵۸/۴۸	۱/۸۰	۱۳۱/۹۷	۶۹/۶۸	۷۴/۹۸	۱۵/۶۸	۶۳/۵۹	۰/۵۵	۱/۲۸	۸/۷۳	۰/۴۸
باغداری	۵۴/۰۰	۱۵۸/۰۲	۲۸/۲۶	۶۶/۲۱	۸۹/۳۶	۳۷/۷۱	۷۲/۱۹	۹۰/۷۲	۱/۶۵	-۰/۲۴	۲/۵۵	۱/۳۷
توسعه	۱۱۹/۹۴	۱۲۴/۷۹	۱۳۳/۵۳	۱۲۶/۱۵	۵۲/۶۷	۴۹/۵۲	۵۲/۶۹	۴۶/۶۳	۰/۴۴	۰/۴۰	۰/۳۹	۰/۳۷
مرتعداری	۵۱/۰۹	۱۱۰/۹۹	۷۷/۴۸	۱۳۳/۲۴	۷۶/۵۳	۶۲/۷۰	۷۲/۷۰	۳۹/۵۱	۱/۵۰	۰/۵۶	۰/۹۴	۰/۳۰

منبع: نگارندگان

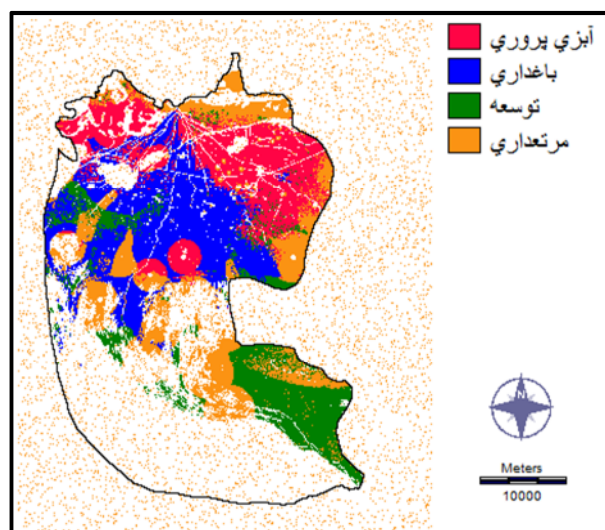
وزن کاربری‌ها تغییر داده شد. MOLA حدود ۲۰ بار با وزن‌های مختلف اجرا گردید. در نهایت بهترین اجرا با وزن‌های ۰/۲۵، ۰/۲۵، ۰/۱۷ و ۰/۳۳ به ترتیب برای کاربری‌های آبی‌پروری، باغداری، توسعه و مرتعداری به دست آمد. نقشه نهایی در شکل ۱۰ ارائه شده است.



شکل ۱۰: چینش نهایی کاربری‌ها در منطقه به روش MOLA  
منبع: نگارندگان

همانند روش TOPSIS، به منظور بررسی صحت نتایج MOLA، میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات نقشه‌های توان برای کاربری‌های مختلف در چینش نهایی کاربری‌ها محاسبه گردید. محاسبات در جدول ۵ ارائه شده است. خانه‌های رنگی در جدول نشان دهنده مناسب‌ترین ارزش‌ها هستند.

همان گونه که از جدول مشخص است، روش TOPSIS نتایج قابل قبولی را ارائه کرده است. هر کاربری در نقشه نهایی به گونه‌ای انتخاب شده که دارای بالاترین توان بوم‌شناختی برای آن کاربری در مقایسه با توان بوم‌شناختی سایر کاربری‌هاست. همچنین، این مناطق دارای کمترین انحراف معیار و ضریب تغییرات هستند. این نتایج در مورد توان اقتصادی و اجتماعی برای همه کاربری‌ها صادق نیست. برخی کاربری‌ها در نقشه نهایی در مناطقی قرار گرفته‌اند که دارای اهمیت دوم از نظر توان برای آن کاربری هستند که می‌تواند به دلیل اختصاص وزن بیشتر به توان بوم‌شناختی نسبت به توان اقتصادی و اجتماعی باشد. نتایج حاصل از اجرای MOLA در شکل ۹ ارائه شده است.



شکل ۹: چینش کاربری‌ها حاصل از اجرای اول MOLA  
منبع: نگارندگان

همانطور که مشخص است MOLA در دستیابی به کاربری مرتعداری که کمترین وزن را داشته و موفق نبوده است. بررسی نقشه با لایه‌های توان نشان داد، MOLA ابتدا کاربری‌های دارای وزن بیشتر همانند باغداری را در بهترین تناسب آنها انتخاب نموده است و سپس در دستیابی به کاربری مرتعداری با کمبود مساحت مورد نیاز مواجه شده است؛ به همین دلیل، مساحت مورد نیاز از کاربری مرتعداری را در خارج از مرز منطقه انتخاب نموده است. برای مقایسه با نتایج TOPSIS، مساحت مورد نیاز ثابت نگه داشته شد و

جدول ۵: توان بوم‌شناختی سرزمین برای کاربری‌های مختلف در چپ‌نشین نهایی کاربری‌ها به روش MOLA

کاربری‌ها در نقشه نهایی	میانگین توان بوم‌شناختی				انحراف معیار توان بوم‌شناختی				ضریب تغییرات توان بوم‌شناختی			
	آبزی پروری	باغداری	توسعه	مرتعداری	آبزی پروری	باغداری	توسعه	مرتعداری	آبزی پروری	باغداری	توسعه	مرتعداری
آبزی پروری	۲۲۴/۲۹	۲۱۹/۱۶	۱۱۹/۲۱	۲۱۶/۸۸	۱۳/۳۴	۶۲/۳۶	۱۱۷/۶۸	۱۲/۴۷	۰/۰۶	۰/۲۸	۰/۹۹	۰/۰۶
باغداری	۶۱/۶۵	۲۰۱/۵۲	۲۶/۵۹	۶۹/۲۰	۹۳/۹۷	۲۷/۶۶	۷۱/۰۹	۹۴/۳۷	۱/۵۲	۰/۱۴	۲/۶۷	۱/۳۶
توسعه	۱۰۷/۴۴	۲۰۹/۷۰	۲۲۶/۳۵	۱۷۶/۶۶	۱۰۴/۳۱	۲۳/۷۹	۱۱/۰۲	۲۶/۸۴	۰/۹۷	۰/۱۱	۰/۰۵	۰/۱۵
مرتعداری	۱۰۲/۷۰	۱۲۳/۸۵	۶۴/۴۳	۱۷۳/۲۶	۹۲/۷۶	۹۷/۴۳	۹۷/۵۸	۳۵/۷۹	۰/۹۰	۰/۷۹	۱/۵۱	۰/۲۱
کاربری‌ها در نقشه نهایی	میانگین توان اقتصادی				انحراف معیار توان اقتصادی				ضریب تغییرات توان اقتصادی			
	آبزی پروری	باغداری	توسعه	مرتعداری	آبزی پروری	باغداری	توسعه	مرتعداری	آبزی پروری	باغداری	توسعه	مرتعداری
آبزی پروری	۲۵۴/۶۰	۲۳۵/۸۱	۱۲۹/۰۸	۲/۹۰	۷/۱۲	۶۶/۷۴	۱۲۷/۳۶	۶/۸۵	۰/۰۳	۰/۲۸	۰/۹۹	۲/۳۷
باغداری	۶۰/۵۷	۱۷۲/۵۵	۲۷/۰۸	۲/۰۴	۹۷/۸۹	۶۱/۹۵	۷۴/۷۱	۷/۰۱	۱/۶۲	۰/۳۶	۲/۶۷	۳/۴۳
توسعه	۱۰۸/۲۸	۱۹۴/۱۵	۲۵۵/۰۰	۱۷/۸۶	۱۱۳/۳۲	۶۴/۴۰	۰/۰۰	۲۶/۵۹	۱/۰۵	۰/۳۳	۰/۰۰	۱/۴۹
مرتعداری	۸۷/۵۲	۱۱۶/۵۵	۶۳/۳۵	۵۱/۰۴	۸۷/۱۶	۱۰۳/۳۴	۱۰۱/۱۹	۶۶/۰۶	۱/۰۰	۰/۸۹	۱/۶۰	۱/۲۹
کاربری‌ها در نقشه نهایی	میانگین توان اجتماعی				انحراف معیار توان اجتماعی				ضریب تغییرات توان اجتماعی			
	آبزی پروری	باغداری	توسعه	مرتعداری	آبزی پروری	باغداری	توسعه	مرتعداری	آبزی پروری	باغداری	توسعه	مرتعداری
آبزی پروری	۱۱۳/۹۸	۱۰۴/۱۶	۵۳/۹۹	۱۱۹/۱۹	۶۴/۸۹	۶۴/۹۴	۵۸/۶۸	۵۸/۹۵	۰/۵۷	۰/۶۲	۱/۰۹	۰/۴۹
باغداری	۴۲/۲۰	۱۴۲/۶۴	۱۴/۵۴	۵۰/۷۸	۷۴/۹۴	۴۴/۶۵	۴۲/۱۴	۷۷/۸۶	۱/۷۸	۰/۳۱	۲/۹۰	۱/۵۳
توسعه	۹۲/۶۵	۱۵۲/۹۷	۱۶۳/۵۵	۱۵۲/۵۸	۹۵/۳۴	۴۳/۷۰	۴۶/۴۱	۴۱/۱۸	۱/۰۳	۰/۲۹	۰/۲۸	۰/۲۷
مرتعداری	۷۸/۳۳	۸۴/۰۰	۴۴/۲۰	۱۳۸/۸۹	۸۱/۵۹	۷۳/۸۶	۷۰/۵۴	۴۲/۰۹	۱/۰۴	۰/۸۸	۱/۶۰	۰/۳۰

منبع: نگارندگان

کرده‌اند. با این حال، مقایسه نقشه نهایی چپ‌نشین کاربری‌ها در روش Topsis و MOLA تفاوت زیادی را بین آنها نشان می‌دهد. دو روش مناطق متفاوتی را برای کاربری‌ها تعیین کردند. نقشه چپ‌نشین نهایی حاصل از دو روش تنها در ۵۱/۴۸ درصد مساحت منطقه مشابه هستند. مساحت کاربری‌ها در نقشه نهایی در جدول ۶ ارائه شده است. علی‌رغم اینکه هر دو روش عملکرد درستی داشته‌اند؛ اما مقایسه جداول ۴ و ۵ نشان می‌دهد در برخی موارد MOLA و در برخی موارد Topsis از نظر میانگین توان‌ها عملکرد بهتری داشته‌اند. به منظور مقایسه بهتر، دو نقشه نهایی با یکدیگر ترکیب (Crosstab) شدند و برای طبقات تشکیل شده مجدداً میانگین توان‌های بوم‌شناختی محاسبه شد. محاسبات در جدول ۷ ارائه شده است. خانه‌های رنگی در جدول نشان دهنده مناسب‌ترین ارزش‌ها هستند.

همان‌گونه که از جدول ۷ مشخص است، هر دو روش در چهار طبقه کاربری مشابه را انتخاب کرده‌اند که این مقدار برابر ۵۱/۴۷ درصد مساحت منطقه است. روش MOLA در پنج طبقه (معادل ۱۳۲۹۱/۹۰ هکتار) و

همان‌گونه که از جدول مشخص است، روش MOLA نتایج قابل قبولی را از نظر معیارهای آمایش بوم‌شناختی، اقتصادی و اجتماعی ارائه کرده است. همانند روش Topsis، هر کاربری در نقشه نهایی به گونه‌ای انتخاب شده است که دارای بالاترین توان بوم‌شناختی برای آن کاربری در مقایسه با توان بوم‌شناختی سایر کاربری‌هاست. همچنین، به استثنای کاربری آبزی پروری، این مناطق دارای کمترین انحراف معیار و ضریب تغییرات هستند؛ البته، در این روش نیز برخی کاربری‌ها در نقشه نهایی در مناطقی قرار گرفته‌اند که دارای اهمیت دوم از نظر توان برای آن کاربری هستند که می‌تواند به دلیل اختصاص وزن‌های بیشتر به توان بوم‌شناختی نسبت به توان اقتصادی و اجتماعی در روش آنتروپی باشد؛ از این‌رو، می‌توان گفت که نتایج روش MOLA می‌تواند به عنوان چپ‌نشین اولیه کاربری‌ها در آمایش مد نظر قرار گیرد.

### مقایسه نتایج Topsis و MOLA

جداول مورد بررسی نشان دادند؛ هر دو روش مورد استفاده نتایج مطلوبی را از نظر چپ‌نشین کاربری‌ها ارائه

طبقه ششم توان کاربری انتخاب شده توسط TOPSIS و در طبقه هفتم توان کاربری انتخاب شده توسط MOLA بالاتر بوده است.

روش TOPSIS در هفت طبقه (معادل ۱۹۰۰۹/۷۰ هکتار) از نظر میانگین توان بوم‌شناختی بهتر عمل کرده‌اند. در طبقه ششم و هفتم هیچ کدام از روش‌ها، کاربری دارای بیشترین توان را انتخاب نکرده‌اند؛ اما در

جدول ۶: مساحت کاربری‌ها در نقشه نهایی چینش کاربری‌ها

کاربری	روش TOPSIS (هکتار)	روش MOLA (هکتار)
آبی‌پروری	۱۹۰۴۰/۸۴	۱۹۲۹۸/۹۷
باغداری	۲۳۱۴۶/۵۹	۲۲۸۹۷/۸۳
توسعه	۱۵۰۰۹/۸۸	۱۵۰۴۱/۶۵
مرتعداری	۳۴۱۴۵/۶۷	۳۴۰۰۹/۵۹

منبع: نگارندگان

جدول ۷: میانگین توان بوم‌شناختی سرزمین برای کاربری‌های مختلف در طبقات نقشه ترکیبی TOPSIS و MOLA

شماره طبقه	مساحت (هکتار)	کاربری‌های حاصل از TOPSIS	کاربری‌های حاصل از MOLA	آبی‌پروری	باغداری	توسعه	مرتعداری
۱	۱۹۷۸۴۵/۰۷	0	0	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
۲	۸۵/۵۰	آبی‌پروری	0	۱۴۱/۷۷	۰/۰۰	۰/۰۰	۱۲۴/۸۷
۳	۹/۴۵	مرتعداری	0	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۱۱۵/۸۸
۴	۶۵۳۸/۸۰	آبی‌پروری	آبی‌پروری	۲۲۷/۲۸	۱۸۵/۱۲	۰/۳۳	۲۱۷/۱۲
۵	۷۴۰/۰۰	باغداری	آبی‌پروری	۲۲۶/۷۴	۲۳۵/۸۸	۱۳/۲۶	۲۱۳/۴۷
۶	۷۱۳۱/۴۷	توسعه	آبی‌پروری	۲۲۱/۳۵	۲۳۸/۹۴	۲۳۷/۵۳	۲۱۶/۵۳
۷	۴۸۸۸/۶۹	مرتعداری	آبی‌پروری	۲۲۴/۲۰	۲۳۳/۳۱	۱۲۱/۶۵	۲۱۷/۵۹
۸	۱۲۵۳/۰۲	آبی‌پروری	باغداری	۱۸۹/۴۲	۲۱۳/۱۱	۸/۴۱	۱۸۲/۱۶
۹	۱۸۱۷۱/۵۹	باغداری	باغداری	۳۵/۰۷	۱۹۶/۳۰	۹/۹۷	۳۷/۹۲
۱۰	۸۱۸/۳۱	توسعه	باغداری	۲۰۳/۲۱	۲۳۴/۸۴	۲۲۹/۵۲	۲۰۴/۴۸
۱۱	۲۶۵۴/۹۱	مرتعداری	باغداری	۱۳۹/۶۴	۲۲۱/۴۵	۸۶/۳۸	۱۸۸/۲۸
۱۲	۰/۷۲	آبی‌پروری	توسعه	۱۸۶/۳۶	۱۹۲/۵۰	۲۰۹/۲۵	۱۶۹/۶۳
۱۳	۲۱۹۲/۸۳	باغداری	توسعه	۲۱۱/۳۴	۲۳۷/۶۸	۲۳۰/۲۶	۱۹۹/۴۶
۱۴	۴۲۸۳/۱۵	توسعه	توسعه	۱۹۸/۳۶	۲۲۵/۵۹	۲۳۵/۷۳	۱۹۲/۶۱
۱۵	۸۵۶۴/۹۵	مرتعداری	توسعه	۳۵/۳۷	۱۹۴/۵۹	۲۲۰/۶۵	۱۶۲/۸۴
۱۶	۱۱۱۶۲/۷۹	آبی‌پروری	مرتعداری	۱۷۵/۰۷	۶۵/۳۶	۳/۲۷	۱۷۳/۳۰
۱۷	۲۰۴۲/۱۷	باغداری	مرتعداری	۴۰/۹۱	۱۹۷/۰۸	۱۶/۴۵	۱۶۸/۳۹
۱۸	۲۷۷۶/۹۵	توسعه	مرتعداری	۱۹۲/۳۵	۲۱۹/۷۶	۲۳۳/۲۶	۲۰۷/۰۸
۱۹	۱۸۰۲۷/۶۸	مرتعداری	مرتعداری	۵۱/۰۸	۱۳۷/۰۰	۸۱/۷۳	۱۶۸/۵۸

منبع: نگارندگان

سیمای سرزمین و الگوی مکانی نیز مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه نقشه‌های حاصل از TOPSIS و MOLA

علاوه بر بررسی نتایج از لحاظ مطلوبیت توان کاربری‌ها، چینش کاربری‌ها از لحاظ پارامترهای

سرزمین به کمک نرم‌افزار FRAGSTATS محاسبه شدند. پارامترهای سیمای سرزمین و مقدار آنها برای کاربری‌های مختلف در نقشه‌های نهایی در جدول ۸ ارائه شده است.

نشان می‌دهد، روش TOPSIS کاربری‌ها را در لکه‌های پیوسته‌تر با پراکندگی کمتر انتخاب کرده است. در روش MOLA، بعضی از مناطق دارای لکه‌هایی با تکه‌تکه شدگی بیشتر هستند. به منظور بررسی کمی و دقیق‌تر این موضوع، برخی از پارامترهای سیمای

جدول ۸: پارامترهای سیمای سرزمین محاسبه شده برای نقشه چینش نهایی کاربری‌ها به روش TOPSIS و MOLA

کاربری	روش	CA	PLAND	PD	ED	NLSI	PAFRAC
آبزی پروری	TOPSIS	۱۹۰۴۰/۲۲	۶/۵۸	۰/۴۷	۶/۰۳	۰/۰۷	۱/۴۰
	MOLA	۱۹۲۹۸/۳۴	۶/۶۷	۰/۸۵	۱۲/۱۵	۰/۱۵	۱/۵۳
باغداری	TOPSIS	۲۳۱۴۵/۸۴	۸/۰۰	۰/۱۷	۸/۶۴	۰/۰۸	۱/۴۲
	MOLA	۲۲۸۹۷/۰۸	۷/۹۲	۲/۵۲	۱۵/۴۷	۰/۱۶	۱/۵۲
توسعه	TOPSIS	۱۵۰۰۹/۳۹	۵/۱۹	۰/۰۰	۴/۸۸	۰/۰۷	N/A*
	MOLA	۱۵۰۴۱/۱۶	۵/۲۰	۰/۸۰	۹/۰۹	۰/۱۴	۱/۴۸
مرتعداری	TOPSIS	۳۴۱۴۴/۵۶	۱۱/۸۱	۱/۵۵	۱۴/۱۷	۰/۰۹	۱/۴۲
	MOLA	۳۴۰۰۸/۴۸	۱۱/۷۶	۱/۴۵	۱۲/۶۲	۰/۱۰	۱/۴۷

\*PAFRAC نیازمند لکه‌هایی با اندازه مختلف است. هنگامی که تعداد لکه‌ها کمتر از ۱۰ عدد باشد یا لکه‌ها دارای اندازه مشابه باشند، PAFRAC تعریف نشده است و N/A را گزارش می‌کند.

منبع: نگارندگان

روش TOPSIS عملکرد بهتری داشته است و مناطقی با پیوستگی بیشتر را برای کاربری‌ها انتخاب کرده است. PAFRAC نشان‌دهنده شاخص چین‌خوردگی است و مقادیری از یک تا ۲ را شامل می‌شود. مقدار یک برای لکه‌هایی با محیط ساده‌تر مانند مربع است و مقدار ۲ لکه‌های پیچیده‌تر را نشان می‌دهد. در این مورد نیز عملکرد TOPSIS کمی بهتر از MOLA است.

### بحث و نتیجه‌گیری

مقایسه نتایج حاصل از دو روش TOPSIS و MOLA برای آمایش کاربری‌ها نشان داد، انتخاب روش‌های مختلف تأثیر زیادی در نتایج نهایی خواهد داشت. در برخی بخش‌های منطقه روش MOLA و در برخی بخش‌ها روش TOPSIS نتایج مناسب‌تری را از لحاظ مطلوبیت توان کاربری‌ها نسبت به یکدیگر ارائه کرده‌اند؛ ولی نتایج MOLA در بعضی مناطق دارای پراکندگی هستند. روش TOPSIS نتایج مناسبی را از لحاظ مطلوبیت توان کاربری‌ها ارائه کرد و لکه‌های اختصاص داده شده به کاربری‌ها دارای پیوستگی

CA و PLAND به ترتیب نشان‌دهنده مساحت هر کاربری به هکتار و درصد آن در کل منطقه هستند. PD تعداد لکه‌ها موجود در هر کاربری را در ۱۰۰ هکتار نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشخص است، تعداد لکه‌های هر کاربری به استثنای مرتعداری، در روش TOPSIS بسیار کمتر از روش MOLA است و نشان‌دهنده پراکندگی بیشتر لکه‌ها در روش MOLA است.

ED تراکم حاشیه لکه‌ها را به متر در هر هکتار بیان می‌کند. در مناطقی با مساحت برابر، حاشیه یا محیط بیشتر نشان‌دهنده لکه‌های پراکنده‌تر یا لکه‌هایی با چین‌خوردگی بیشتر است. به استثنای کاربری مرتعداری، تراکم حاشیه لکه‌ها در روش TOPSIS بسیار کمتر از MOLA است.

شاخص NLSI شاخص شکل نرمال شده را بیان می‌کند و مقادیر صفر تا یک را شامل می‌شود. مقدار صفر نشان‌دهنده حداکثر پیوستگی و یک نشان‌دهنده حداکثر پراکندگی لکه‌هاست. در مورد این شاخص نیز

### منابع

بابایی، علیرضا؛ اونق، مجید (۱۳۸۵). ارزیابی توان توسعه و آمایش حوضه آبخیز پشتکوه، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال سیزدهم، شماره اول، صص ۱۳۷-۱۲۷.

بیات، باقر؛ متکان، علی اکبر؛ رحمانی، بیژن؛ عربی، بهناز (۱۳۹۰). برنامه‌ریزی جامع کاربری اراضی و آمایش سرزمین در حوضه‌های آبریز شهری با استفاده از GIS - مطالعه موردی: حوضه آبریز ماهیدشت، فصلنامه جغرافیایی آمایش محیط، شماره ۱۳، صص ۱۳۵-۱۱۹.

پوراحمد، احمد (۱۳۸۰). آمایش سرزمین و ایجاد تعادل در نظام شهری کشور، نشریه دانشکده ادبیات و علوم انسانی تهران، شماره ۱۶۰، صص ۴۹۰-۴۷۶.

خنیفر، حسین (۱۳۸۹). درآمدی بر مفهوم آمایش سرزمین و کاربردهای آن در ایران. آمایش سرزمین، سال دوم، شماره دوم، صص ۲۶-۵.

دهدادرگاهی، محمد؛ مجید، مخدوم (۱۳۷۹). آمایش سرزمین حوضه‌های جنگلی ارسباران، محیط شناسی، شماره ۲۶، صص ۳۴-۲۵.

رضایی، محمدرضا؛ خاوریان گرمسیر، امیررضا (۱۳۹۳). تحلیلی بر معیارها و شاخص‌های مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی با تأکید بر اصول برنامه‌ریزی فضایی و آمایش سرزمین در ایران، فصلنامه جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای، شماره ۱۲، صص ۱۲-۱.

سلمان ماهینی، عبدالرسول؛ جزی، هوشنگ؛ کریمی‌پور، هدی؛ مهری، آزاده؛ کامیاب، حمیدرضا؛ زارع گاریزی، آرش؛ منصوری، محمدرضا؛ شریعت پناهی، فردین؛ راستین، محمد؛ نجفی‌نژاد، علی؛ پیشداد سلیمان آباد، لیلیا؛ مومنی، ایمان. (۱۳۹۲). ارزیابی توان و آمایش سرزمین مدیریت یکپارچه آبخیز. سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، معاونت آبخیزداری، طرح مدیریت پایدار منابع آب و خاک حبله رود.

سلمان ماهینی، عبدالرسول؛ کامیاب، حمیدرضا (۱۳۸۸). سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی کاربردی با نرم‌افزار ایدرسی، انتشارات مهر مهدیس، تهران، چاپ اول.

سلمان ماهینی، عبدالرسول؛ قائمی، رضوانعلی؛ دزیانی، سمانه (۱۳۸۵). مطالعه زیستگاه‌های در حال تخریب و زون‌بندی منطقه حفاظت شده جهان‌نما، اداره کل محیط زیست استان گلستان، صص ۱۳۱.

فاضل‌نیا، غریب؛ کیانی، اکبر؛ محمودیان، حشمت‌ا... (۱۳۹۰). مکان‌یابی و اولویت‌بندی پارک‌های شهری با استفاده از روش

بیشتر هستند. هر دو روش ارائه شده دارای مزایا و نواقصی هستند. استفاده از روش TOPSIS رستری به دلیل اینکه رویه مشخصی برای اجرای آن بر روی نقشه‌های رستری در دسترس نبود، نسبت به MOLA مشکل‌تر است. شاید به همین دلیل است که در اغلب موارد روش TOPSIS بر پایه وکتور مورد استفاده قرار گرفته است. انتخاب نقشه نهایی کاربری‌ها در منطقه می‌تواند از میان نقشه‌های اولویت‌بندی با درجات مختلف و نه ضرورتاً بالاترین اولویت صورت گیرد. این موضوع که به سناریوسازی نیاز دارد، می‌تواند موضوع پژوهش‌های بعدی باشد. روش TOPSIS علاوه بر نقشه چینش نهایی کاربری‌ها یک نقشه اولویت‌بندی برای هر کاربری ارائه می‌دهد. این اولویت‌بندی برخلاف طبقه‌بندی معمول مطلوبیت کاربری که تنها بر اساس مطلوبیت خود کاربری انجام می‌شود، در مقایسه با مطلوبیت سایر کاربری‌ها انجام می‌شود. روش MOLA به دلیل وجود یک رویه مشخص و امکان اجرای سریع‌تر آن با تکرارهای بیشتر دارای مزیت است. اجرای MOLA نسبت به مساحت و وزن مورد نیاز کاربری‌ها حساس است و در صورت عدم تعادل این دو نتیجه‌ای به دست نمی‌آید. همان‌گونه که در این پژوهش نشان داده شد، اجرای روش MOLA با وزن‌های مورد نظر نتایج مناسبی را ارائه نکرده است؛ بلکه بهترین نتایج زمانی ارائه شد که تناسب نسبی بین وزن‌ها و مساحت تعیین شده برای هر کاربری در نظر گرفته شد. روش MOLA نتایج را در برخی مناطق به صورت پراکنده ارائه می‌کند. اغلب با استفاده از یک فیلتر و پس‌پردازش‌ها این مشکل رفع می‌شود. استفاده از روش TOPSIS زمان بیشتری از MOLA می‌برد؛ اما نتایج کمتر پراکنده ارائه می‌کند. می‌توان برای پژوهش‌های آینده به بررسی راهکارهایی برای بهبود روش‌های رتبه‌بندی (Rank) نقشه‌ها قبل از ورود به MOLA پرداخت.

استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، سال چهارم، شماره ۱، صص ۱۱-۱.

نسترن، مهین؛ ابوالحسنی، فرحناز؛ ایزدی، ملیحه (۱۳۸۹). کاربرد تکنیک تاپسیس در تحلیل و اولویت‌بندی توسعه پایدار مناطق شهری (مطالعه موردی: مناطق شهری اصفهان)، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۱، شماره ۲، صص ۱۰۰-۸۳.

نوری، غلامرضا؛ فتوحی، صمد؛ تقی‌زاده، زهرا (۱۳۹۱). اولویت‌بندی قطب‌های گردشگری استان کرمانشاه بر اساس پتانسیل مناطق نمونه گردشگری با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره تاپسیس، جغرافیا و پایداری محیط، شماره ۴، صص ۹۴-۷۵.

Eastman, J. R., (1995). Idrisi for windows, version 2- users guide, Clark University, Worcester).

Hajehforooshnia, S.; soffianian, A.; Salmanmahiny, A.; fakheran, S. (2011). Multi objective land allocation (MOLA) for zoning Ghamishloo Wildlife Sanctuary in Iran, journal for nature conservation, 19: 254-262.

Hwang, C. L.; Yoon, K, (1981). Multiple attribute decision making: methods and applications, a state of the art survey, springer.

Malczewski, J. (1996). A GIS-based approach to multiple criteria group decision-making. International journal of geographical information systems. 10:8; 955-971.

Riveria, I. S.; Maseda, R. C. (2006). A review of rural land use planning models. Environmental and planning B: Planning and design, 33: 165-183.

Van Diepen, C. A.; Van Keulen, H; Wolf, J.; Berkhout, J. A. A. (1991). Land evaluation: from intuition to quantification, in Advance in soil science, 15: 139-204.

تحلیل سلسله مراتبی Topsis و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: شهر الشتر)، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره ۷۸، صص ۱۵۲-۱۳۷.

فرجی سبکیار، حسنعلی؛ رضاعلی، منصور (۱۳۸۸). مقایسه مدل‌های گسسته و پیوسته مکانی. مطالعه موردی: مکان‌یابی محل واحدهای تولید روستایی بخش طرقله، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره ۶۷، صص ۸۳-۶۹.

کارگر، بهمن؛ بحیرایی، حمید؛ عباسی سمنانی، علیرضا (۱۳۹۱). آمایش ناحیه‌ای کشور بر اساس شاخص SWOT (مطالعه موردی: منطقه مرزی ایران و ترکمنستان)، فصلنامه آمایش محیطی، شماره ۱۶، صص ۱۰۶-۸۹.

کبودی، عبدالله (۱۳۹۱). بهینه‌سازی روش MOLA در آمایش سرزمین با استفاده از ارزش‌های اقتصادی اجتماعی و راهبردی (مطالعه موردی: استان گلستان)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده محیط‌زیست.

کنعانی، محمدرضا؛ بابازاده، زینب (۱۳۹۰). تحلیل توسعه بر اساس توان‌های اکولوژیک با مدل تاپسیس، مطالعه موردی: شهرستان آمل استان مازندران، فصلنامه علمی پژوهشی اکوسیستم‌های طبیعی ایران، سال اول، شماره چهارم، صص ۳۱-۲۲.

مخدوم، مجید (۱۳۸۵). شالوده آمایش سرزمین، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، چاپ هفتم.

میردیلیمی، سیده زهره؛ حشمتی، غلامعلی و همت زاده، یلدا (۱۳۹۰). آمایش حوضه آبخیز کچیک بر اساس مدل سیستمی رایج در آمایش سرزمین به روش دو ترکیبی، مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، سال دوم، شماره ۳، صص ۷۵-۶۵.

نجفی‌نژاد، علی؛ پیشداد سلیمان آباد، لیلا؛ سلمان ماهینی، عبدالرسول (۱۳۹۲). مقایسه کارایی دو روش سیستمی و تخصیص سرزمین چندفاکتوره در فرایند آمایش سرزمین با

