

جنگل و فرآورده‌های چوب، مجله منابع طبیعی ایران  
دوره ۶۹، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۵/۲۷

ص ۷۴۵-۷۳۵

## بررسی امکان برنامه‌ریزی استفاده چندمنظوره از مناطق جنگلی زاگرس

- ❖ ناصر احمدی ثانی\*؛ استادیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران
- ❖ ساسان بابایی کفاکی؛ دانشیار، گروه جنگلداری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
- ❖ اسدالله متاجی؛ استاد، گروه جنگلداری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
- ❖ لیدا رزاق نیا؛ کارشناس ارشد آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران

### چکیده

تخریب جنگل‌های زاگرس از گذشته‌های دور تاکنون، ناشی از بهره‌برداری‌های سنتی و اغلب نادرست جنگل‌نشینان به دلیل فقر، بیکاری و امرار معاش، امری متداول است. در این تحقیق برای کاهش تخریب و پایداری جنگل، امکان استفاده چندمنظوره از مناطق جنگلی زاگرس با کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی، سنجش از دور و تحلیل سلسله‌مراتبی در ۹۱۷۸ هکتار از جنگل‌های شهرستان بانه بررسی شد. همه کاربری‌های ممکن و معیارها و زیرمعیارهای تأثیرگذار بر هر کاربری براساس مرور منابع و نظر کارشناسان انتخاب شد. نقشه زیرمعیارها با کاربرد نقشه‌ها و داده‌های موجود، برداشت‌های زمینی و تصاویر IRS-P6 تهیه شد. وزن معیارها و زیرمعیارها با کاربرد روش تحلیل سلسله‌مراتبی تعیین شد. نقشه شاخص‌ها با طبقه‌بندی نقشه زیرمعیارها براساس نظر متخصصان تهیه شد. نقشه اولویت هر کاربری با کاربرد روش ترکیب خطی - وزنی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی تولید شد. نقشه اولویت نهایی از طریق روی هم‌گذاری نقشه‌های اولویت هر نه کاربری حاصل شد. سرانجام نقشه تناسب اکولوژیک با ویرایش نقشه اولویت نهایی تهیه شد. نتایج نشان می‌دهد که سطح عمده کاربری‌های فعلی با توان اکولوژیک تطابق ندارد، اما از نظر اکولوژیک کاربری‌های مختلف می‌تواند به صورت مجزا یا همراه با هم در منطقه وجود داشته باشد که سبب کاهش وابستگی جنگل‌نشینان به درختان جنگلی، کاهش تخریب و در نتیجه پایداری جنگل می‌شود.

واژگان کلیدی: استفاده چندمنظوره، تحلیل سلسله‌مراتبی، تصاویر ماهواره‌ای، توان اکولوژیک، جنگل‌های زاگرس.

## مقدمه

جنگل‌ها از دیرباز محل زندگی روستاییان و جنگل‌نشینانی بوده که زندگی معیشتی خود را از جنگل تأمین می‌کرده‌اند. جنگل، به‌عنوان چراگاه دام، پشتیبان تولید دامداری، عرصه‌ای برای تأمین زمین و تولید کشاورزی و محل تهیه مواد لازم برای ساخت‌وساز خانه‌های روستاییان، و در سال‌های اخیر، تهیه و فروش چوب قاچاق برای تأمین درآمد بوده است [۱]. با وجود ملی شدن این جنگل‌ها، هنوز هم بهره‌برداری‌های سستی توسط جنگل‌نشینان به‌منظور تأمین نیازهای معیشتی متداول است [۲، ۳]. از سوی دیگر، استفاده چندمنظوره از جنگل‌ها به‌صورت سستی از گذشته‌های بسیار دور وجود داشته است؛ اما روش‌های قدیمی برنامه‌ریزی جنگل با نیازهای جنگلداری سازگاری نداشته و به‌همین دلیل، ساختار مدیریت منابع طبیعی به‌ویژه جنگلداری در ده سال گذشته در کشورهای متعدد تغییر یافته و مدیریت چندمنظوره جنگل براساس ویژگی‌های اکوسیستم و توجه به مشارکت عمومی و ارزش‌های اجتماعی، اقتصادی و اکولوژیکی جایگزین هدف یکجانبه تولید چوب شده است [۴، ۵]. در جنگل‌های زاگرس نیز استفاده چندمنظوره به‌صورت سستی وجود داشته است [۲]. زندگی مردم ساکن این جنگل‌ها نسبت به دیگر نقاط کشور پیچیدگی بیشتری دارد. مدرن نشدن زندگی، نبود توسعه اقتصادی متناسب با افزایش جمعیت و کمبود منابع برای تأمین علوفه حیوانی، موجب وابستگی شدید ساکنان این جنگل‌ها به منابع طبیعی برای تهیه علوفه، چوب سوخت و تأمین معیشت شده است [۳]. استفاده از هر بخش از جنگل نیز براساس ویژگی‌های اکوسیستم و توجه به توان طبیعی و

اکولوژیکی آن بوده که در نتیجه موجب تخریب شدید این جنگل‌ها شده است [۲]. بنابراین یکی از مهم‌ترین جنبه‌های مبهم و مجهول در این جنگل‌ها این است که از هر واحد اکولوژیک چه استفاده یا استفاده‌هایی شود که ضمن پذیرش اجتماعی، پایداری جنگل‌ها را نیز در پی داشته باشد. برنامه‌ریزی جنگل، تصمیم‌گیری برای استفاده از جنگل براساس پیشنهاد گزینه‌های مدیریتی، فراهم کردن اطلاعات درباره آنها و کمک به تصمیم‌گیرندگان برای رتبه‌بندی گزینه‌هاست. برنامه‌ریزی جنگل فعالیتی پیچیده است، چون اهداف متعدد، اجزا و عناصر زیادی وجود دارند که باید همزمان در نظر گرفته شوند [۶]. نبود سطح اطمینان مناسب متغیرها و افق‌های زمانی طولانی در برنامه‌ریزی جنگل نیز، تصمیم‌سازی برای جنگلداری چندمنظوره را پیچیده‌تر می‌کند. روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌تواند پاسخگوی همه این چالش‌ها باشد. از سوی دیگر، در تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره، ترکیب قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی و تصمیم‌گیری چندمعیاره از اهمیت زیادی برخوردار است. امکان اجرای روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره با استفاده از قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی در مطالعات متعدد نشان داده شده است [۷، ۸، ۹]. همچنین کیفیت برنامه‌ریزی جنگل و آنالیزهای اکولوژیک سیمای سرزمین و تلفیق آنها با اهداف چندگانه، توسط روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره بهبود می‌یابد [۱۰]. از این‌رو ضرورت دارد که در مسائل برنامه‌ریزی و مدیریت مکانی در جهان واقعی، تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی به‌کار گرفته شود. از سوی دیگر، اگر چه با روش‌های میدانی می‌توان داده‌هایی با صحت مکانی و موضوعی مطلوب تهیه کرد،

تخریب بیشتر جنگل‌ها و پیامدهای نامطلوب آن و کاهش فشار و وابستگی جنگل‌نشینان به درختان جنگلی، ضرورت دارد که امکان برنامه‌ریزی برای استفاده چندمنظوره با کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی، سنجش از دور و تحلیل سلسله‌مراتبی بررسی شود.

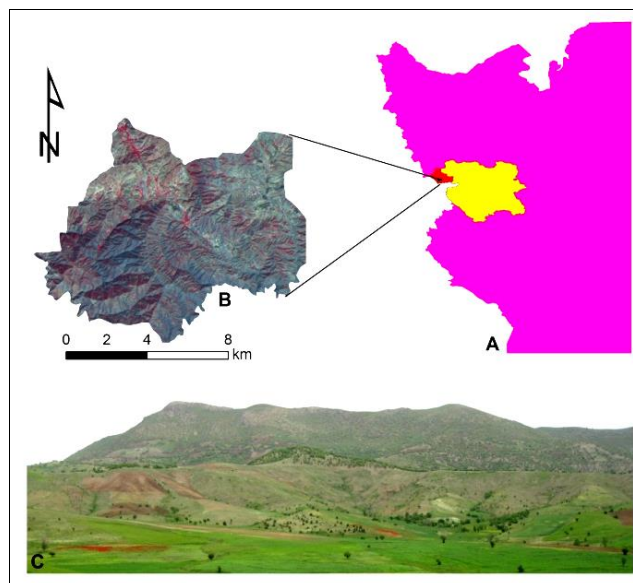
## مواد و روش‌ها

### منطقه تحقیق

منطقه تحقیق، ۹۱۷۸ هکتار از جنگل‌های زاگرس شمالی، حوزه شهرستان بانه است. گونه‌های درختی اصلی منطقه، بلوط‌های برودار، مازودار و وی‌ول هستند. در حال حاضر حدود ۲۳۰۰ هکتار از منطقه، اراضی کشاورزی و مسکونی و ۶۸۷۸ هکتار، اراضی جنگلی (۱۸۷۰ هکتار با تراکم تاج‌پوشش بیشتر از ۵۰ درصد و ۵۰۰۸ هکتار با تراکم تاج‌پوشش کمتر از ۵۰ درصد) است (شکل ۱).

اغلب این کار مستلزم صرف هزینه و زمان بسیار زیادی است [۱۱]؛ بنابراین همچون تحقیقات مختلف و مشابه، از سنجش از دور نیز به‌عنوان منبع تأمین برخی از داده‌های لازم و ابزار تولید اطلاعات و نقشه‌های مرتبط با منابع اکولوژیک [۲] استفاده می‌شود.

در زمینه برنامه‌ریزی استفاده چندمنظوره از منابع جنگلی نیز تحقیق‌های داخلی و خارجی صورت پذیرفته است که بر اهمیت اقتصادی، اجتماعی و اکولوژیکی استفاده چندمنظوره از جنگل‌ها تأکید کرده‌اند [۲، ۴، ۶، ۱۲، ۱۳، ۱۴]؛ اما تفاوت با تحقیق‌های قبلی در این است که در این تحقیق، مراد از استفاده چندمنظوره، فقط استفاده از محصولات فرعی جنگل و درختان جنگلی نیست، بلکه منظور، استفاده از مناطق جنگلی زاگرس برای کاربری‌های مختلف است. در ضمن از اهداف فرعی این تحقیق می‌توان به ارزیابی کارایی تلفیق روش‌ها و ابزار مختلف و همچنین فرصت استفاده بیشتر از داده‌های ماهواره‌ای برای تهیه نقشه‌های لازم اشاره کرد. با توجه به همه موارد یادشده، برای جلوگیری از



شکل ۱. موقعیت منطقه تحقیق در جنگل‌های بانه (A)، تصویر ماهواره‌ای (B) و نمایی از منطقه (C)

## روش تحقیق

## داده‌ها و نقشه‌های مورد استفاده

در این تحقیق، نقشه‌های لازم با کاربرد نقشه توپوگرافی، برداشت نقاط کنترل زمینی و تصاویر ماهواره‌ای تهیه شد. داده‌ها و نقشه‌های مورد استفاده شامل نقشه رقومی توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، نقشه رقومی زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰، داده‌های هواشناسی هشت ایستگاه هواشناسی و باران‌سنجی مجاور، داده‌های منابع آب، قطر تاج درختان در پلات‌های با مساحت یک آر و تصاویر فصل تابستان ماهواره IRSp6 بودند.

## شناسایی کاربری‌ها و تعیین معیارهای تأثیرگذار

همه کاربری‌های ممکن شامل جنگلداری، مرتعداری، گردشگری طبیعت، زنبورداری، پرورش ماهیان سردآبی، زراعت دیم، زراعت آبی، باغداری و دامپروری متمرکز با مرور منابع، رجوع به گذشته منطقه، جنگل‌گردشی و نظر کارشناسان شناسایی شدند. برای انتخاب شاخص‌های تأثیرگذار بر فرایند ارزیابی توان اکولوژیک منطقه، ابتدا با مرور منابع، معیارها، زیرمعیارها و محدودیت‌ها برای هر کاربری به صورت مجزا شناسایی شد. سپس براساس نظر متخصصان (۲۰ متخصص برای هر کاربری) در قالب تحلیل سلسله‌مراتبی، برخی منابع حذف یا اضافه شده و به این ترتیب شاخص‌های تأثیرگذار بر هر کاربری انتخاب شد.

## تهیه نقشه زیرمعیارها، محدودیت‌ها و دیگر

## نقشه‌های لازم

برای تهیه نقشه‌های لازم از نقشه‌های پایه ۱:۵۰۰۰۰ و داده‌های ماهواره‌ای با اندازه تفکیک ۲۳ متر استفاده شد. نقشه‌های طبقات شیب، جهت و ارتفاع با استفاده

از نقشه توپوگرافی رقومی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه شد. برای تهیه نقشه زیرمعیارهای خاک (بافت، اسیدیته و حاصلخیزی)، ابتدا نقشه‌های تیپ زمین (دشت، تپه و کوه)، نوع سنگ بستر و پوشش زمین، برای تعیین محل نمونه‌گیری خاک روی هم‌گذاری شدند. سپس یک نمونه خاک در هر واحد برداشت شد و مشخصه‌های مورد نظر در آزمایشگاه خاک استخراج و به واحدهای مذکور تعمیم داده شد. برای تهیه نقشه فرسایش خاک از روش فائو استفاده شد [۱۵]. نقشه‌های دما و بارندگی با استفاده از نقشه رقومی ارتفاع و داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی و باران‌سنجی مجاور از طریق تعیین معادله بین ارتفاع-دما و ارتفاع-بارش تهیه شد. نقشه کاربری فعلی با روش تفسیر چشمی تصویر رنگی کاذب (RGB321) ماهواره IRS-P6 و باند پانکروماتیک آن با کمک نقاط کنترل زمینی برداشت‌شده توسط سیستم موقعیت‌یاب جهانی تهیه شد. برای تهیه نقشه تراکم جنگل، از تلفیق روش‌های تفسیر چشمی و طبقه‌بندی نظارت‌شده با کمک داده‌های اندازه‌گیری‌شده در پلات‌های با مساحت یک آر (قطر تاج درختان) استفاده شد و طبقه‌بندی براساس طبقات فائو [۱۶] انجام گرفت. نقشه تیپ پوشش گیاهی در طرح جنگلداری چندمنظوره حوزه آرموده به روش مطالعه مستقیم و زمینی تهیه شده بود. محدوده تحت پوشش دبی آب چشمه‌ها، با استفاده از داده‌های موجود و کنترل اخیر دبی چشمه‌ها و با روش درون‌یابی وزنی معکوس فاصله تعیین شد و با کمک محدوده فعلی اراضی آبی (تهیه‌شده توسط تفسیر تصاویر IRS-P6) تصحیح شد. نقشه چشم‌انداز و درجه‌های آن (چشم‌انداز درجه یک، دو و سه) براساس اندازه دید و دسترسی، با استفاده از

## نتایج و بحث

### تصحیح هندسی و رادیومتری تصاویر

در این تحقیق با مشاهده باندها، ترکیب‌های رنگی و بررسی هیستوگرام باندها، خطاهای رادیومتری مشاهده نشد. برای رفع خطای هندسی از روش تطابق هندسی همراه با رفع اثر جابه‌جایی توسط مدل رقومی زمین، استفاده شد. وضعیت تصویر بعد از تصحیح و انطباق کامل نقشه آبراهه‌ها بر تصویر، بیانگر تطابق هندسی دقیق است.

### نقشه زیرمعیارها

زیرمعیارهای خاک مؤثر بر کاربری‌های مورد بررسی شامل بافت، حاصلخیزی، اسیدیته و شدت فرسایش بودند. بیشتر سطح منطقه دارای خاک‌های لومی و رسی است. اسیدیته بیشتر سطح منطقه در طبقه خشی یا نزدیک به آن قرار دارد. شدت فرسایش در سه طبقه ۴۰-۲۵، ۶۵-۴۰ و  $>65$  قرار گرفت. بارندگی در بیشتر سطح منطقه به نسبت خوب و در دامنه ۲۵۰-۷۵۰ میلی‌متر قرار گرفته است. دما نیز بین ۱۲-۸ درجه سانتی‌گراد است. بیشتر سطح منطقه شیب ۶۵-۱۵ درصد و ارتفاع ۱۸۰۰-۱۴۰۰ متر دارد. در شکل ۲ نقشه زیرمعیارهای شدت فرسایش و بافت خاک (برای نمونه) و همچنین نقشه بارندگی و شیب آورده شده است.

در زمینه معیار پوشش زمین، نقشه‌های مربوط به زیرمعیارهای تراکم جنگل و کاربری فعلی در شکل ۳ آورده شده‌اند. نقشه تراکم تاج پوشش شامل طبقه‌های بدون پوشش درختی، ۱-۱۰ درصد، ۲۵-۱۰ درصد و ۵۰-۲۵ درصد به ترتیب با سطح ۲۲۷۲، ۱۸۸۱، ۳۹۰۰ و ۱۱۲۴ هکتار بود. بیشتر مساحت منطقه (۶۹۲۰

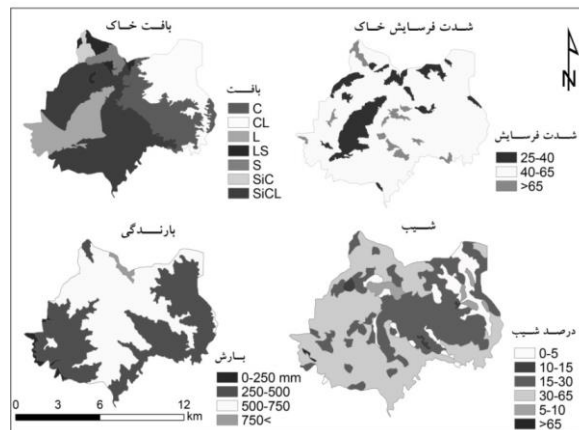
نقشه‌های شیب، جاده و نقشه سایه پستی و بلندی‌ها و با کمک تفسیر تصاویر IRS-P6 و جنگل‌گردشی تهیه شد.

### استانداردسازی نقشه‌ها و تعیین وزن زیرمعیارها

برای استانداردسازی طبقه‌های نقشه زیرمعیارها، ارزش هر طبقه (۰-۹) براساس مرور منابع و نظر متخصصان تعیین شد. برای استانداردسازی محدودیت‌ها از رویکرد بولین استفاده شد (ارزش صفر برای مناطق نامطلوب و ارزش یک برای مناطق مطلوب). وزن زیرمعیارهای مختلف برای هر کاربری با کاربرد مقایسه‌های زوجی توسط متخصصان در قالب تحلیل سلسله‌مراتبی تعیین شد. برای هر کاربری از نظر ۲۰ متخصص (در مجموع ۱۸۰ متخصص) از هر دو بخش اجرایی و دانشگاهی در قالب پرسشنامه مقایسه‌های زوجی استفاده شد. متخصصان دارای سه ویژگی دانش و تخصص مرتبط با کاربری، دانش اکولوژیکی و آشنا با وضعیت جنگل‌های زاگرس بودند.

### تهیه نقشه قابلیت اکولوژیک

نقشه اولویت مناطق برای هر کاربری با کاربرد روش ترکیب خطی- وزنی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه شد. نقشه اولویت نهایی مناطق با روی هم‌گذاری نقشه اولویت همه کاربری‌ها تهیه شد. سپس برای نزدیک‌تر شدن به واقعیت و قابلیت اجرایی بیشتر، نقشه اولویت نهایی با توجه به کاربری پایه (جنگلداری)، کاربری فعلی، کنترل میدانی، سازگاری و ناسازگاری کاربری‌ها، ویرایش شده و نقشه قابلیت اکولوژیک تهیه شد.



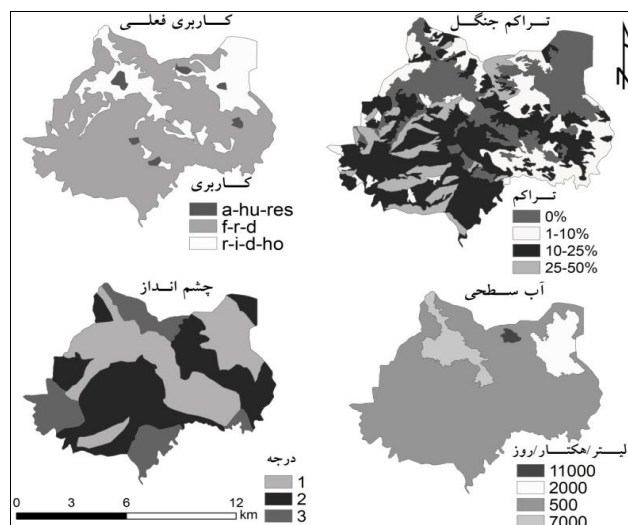
شکل ۲. نقشه زیرمعیارهای شدت فرسایش، بافت خاک، شیب و بارندگی

باغی و دامی وابسته به آب، کافی نیست. ۳۴۷۸ هکتار از منطقه دارای چشم‌انداز درجه ۱، ۴۰۳۲ هکتار دارای چشم‌انداز درجه ۲ و ۱۶۶۷ هکتار دارای چشم‌انداز درجه ۳ است.

#### وزن معیارها و زیرمعیارها

وزن معیارها و زیرمعیارها برای هر کاربری با ضریب ناسازگاری قابل قبول (زیر ۰/۱) به دست آمد. مهم‌ترین زیرمعیارها و وزن آنها برای هر کاربری در جدول ۱ آورده شده است.

هکتار) شامل کاربری‌های جنگلداری، مرتعداری و زراعت دیم است. ۲۰۸۴ هکتار از منطقه نیز به کاربری‌های مرتعداری، زراعت و باغداری اختصاص یافته است. حدود ۱۷۴ هکتار نیز مسکونی است که در برخی مناطق فعالیت‌های زنبورداری و دامپروری نیز صورت می‌گیرد. نقشه مقدار آب‌های سطحی (شکل ۳) شامل چهار طبقه ۵۰۰، ۲۰۰۰، ۷۰۰۰ و ۱۱۰۰۰ لیتر در هکتار در روز با سطوح ۶۵۵، ۷۸۰۸، ۶۵۳ و ۶۱ هکتار است. در بیشتر سطح منطقه، مقدار آب بسیار کم است و برای بیشتر کاربری‌های زراعی،



شکل ۳. نقشه تراکم جنگل، منابع آب سطحی، چشم‌انداز و کاربری فعلی (d: زراعت دیم، a: زنبورداری، f: جنگلداری، r: مرتعداری، i: زراعت آبی، ho: باغداری، hu: دامپروری متمرکز و res: مسکونی)

جدول ۱. مهم‌ترین زیرمعیار و وزن آنها، حاصل از تحلیل سلسله‌مراتبی برای هر کاربری

کاربری	دامپروری متمرکز	باغداری	پرورش ماهیان	زراعت آبی	زراعت دیم	زنبور داری	مرتعداری	جنگلداری	گردشگری طبیعت
مهم‌ترین زیرمعیار	کمیت آب	کمیت آب	کمیت آب	کمیت آب	بارندگی	تیپ	کمیت آب و تیپ	بارندگی	کمیت آب
وزن	۰/۳۱	۰/۲	۰/۳۹۴	۰/۲۳۴	۰/۲۹۸	۰/۲۴	۰/۱۸۸	۰/۳۲۶	۰/۲۰۶

نمایانگر اولویت‌ها هستند.

### نقشه قابلیت اکولوژیک اراضی

نقشه قابلیت اکولوژیک در شکل ۶ نشان داده شده است. در این نقشه، موقعیت مکانی کاربری‌هایی که با هم سازگارند و قابلیت اجرا شدن با همدیگر را دارند، نمایش داده شده است. برای مثال، کاربری گردشگری طبیعت با همه کاربری‌های دیگر سازگار و در ۱۰۰ درصد منطقه به‌تنهایی و همراه با دیگر کاربری‌ها اجراشدنی است.

### مقایسه نقشه‌های کاربری فعلی و کاربری مناسب

#### اکولوژیک

در نهایت موقعیت مکانی و سطوح کاربری‌های فعلی و کاربری‌های مناسب اکولوژیک با هم مقایسه شد. نتایج نشان داد که کاربری‌های فعلی در سطوح عمده منطقه با کاربری‌های مناسب اکولوژیک تطابق ندارند (جدول ۲). همچنین کاربری‌های زنبورداری، پرورش ماهیان سردآبی، دامپروری متمرکز، باغداری و گردشگری طبیعت که در منطقه تحقیق وجود ندارند یا سطوح بسیار کمی را شامل می‌شوند، از جنبه اکولوژیکی اجراشدنی هستند.

### نقشه اولویت کاربری‌های مختلف براساس توان

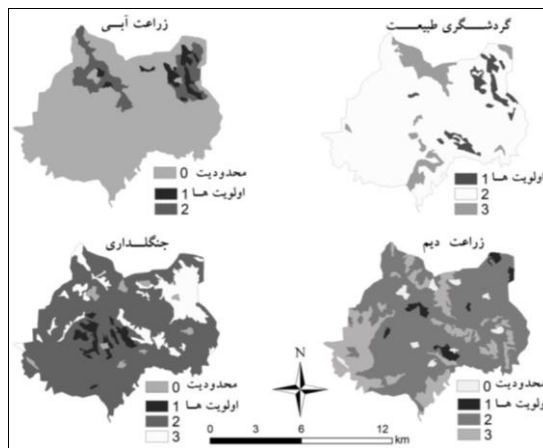
#### اکولوژیک

برای مثال نقشه اولویت مناطق برای چهار کاربری در شکل ۴ نمایش داده شده است. از کل سطح منطقه، ۳۲۶ ، ۲۹۲ ، ۴۵۰ ، ۴۰۶ ، ۲۷۳ ، ۳۳۷ ، ۳۳۵ ، ۳۳۳ و ۳۴۳ هکتار به‌ترتیب برای کاربری‌های مرتعداری، زنبورداری، طبیعت‌گردی، جنگلداری، زراعت دیم، پرورش ماهیان سرد آبی، زراعت آبی، دامپروری متمرکز و باغداری در اولویت قرار گرفته است. همچنین ۵۰۰۳ ، ۷۶۰۰ ، ۷۸۸۳ ، ۷۱۲۳ ، ۶۴۲۲ ، ۶۶۳ ، ۹۱۹ ، ۹۳۵ ، ۹۰۰ هکتار به‌ترتیب برای کاربری‌های مذکور در اولویت دوم قرار گرفته است. سطوح اولویت سوم مرتعداری، زنبورداری، طبیعت‌گردی، جنگلداری و زراعت دیم به‌ترتیب برابر ۳۵۹۹ ، ۱۰۳۸ ، ۸۱۶ ، ۱۴۰۰ و ۲۲۳۰ هکتار است.

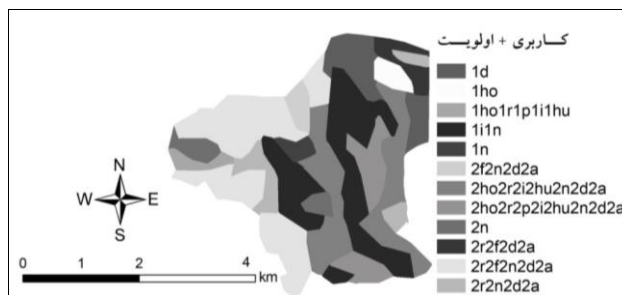
### نقشه اولویت نهایی کاربری‌های مناسب براساس

#### توان اکولوژیک

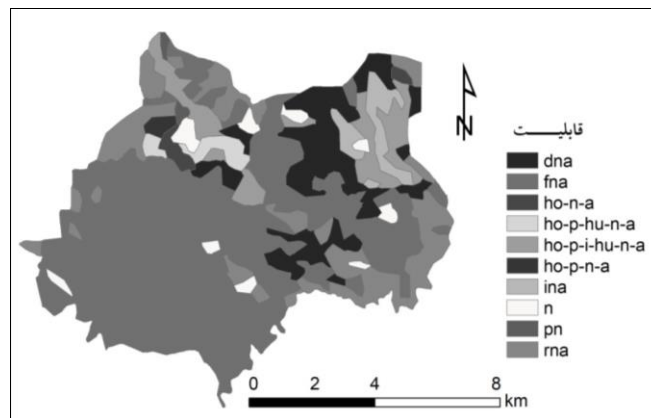
نقشه اولویت نهایی برای کاربری‌های مختلف در بخشی از شمال شرقی منطقه، در شکل ۵ نشان داده شده است. برای مثال مساحت اولویت‌های 2r2f2n2d2a (۲۲۸۶,۵ هکتار)، 2f2n2a (۱۶۵۴ هکتار)، 2f2n2d2a (۱۵۰۳ هکتار) آورده شده است. شایان ذکر است که اعداد



شکل ۴. نقشه اولویت گردشگری طبیعت، زراعت آبی، زراعت دیم و جنگلداری



شکل ۵. نقشه اولویت نهایی کاربری‌های مناسب اکولوژیک



شکل ۶. نقشه قابلیت اکولوژیک اراضی

جدول ۲. مقایسه سطح کاربری‌های فعلی و کاربری‌های مناسب اکولوژیک

ho-p-n-a	ho-p-i-hu-n-a	ho-p-hu-n-a	ho-n-a	p-n	i-n-a	n	r-n-a	f-n-a	d-n-a	کاربری مناسب
۰/۵	۷	۱/۷۵	۱	۰/۵	۳	۲/۵	۱۴/۲۵	۵۷	۱۲/۵	سطح (درصد)
---	---	---	---	---	---	res- hu	fl-d-r	f-d-r	d-i-hu-ho-r	کاربری فعلی
---	---	---	---	---	---	۱/۸	۲۰/۵	۵۴/۷	۲۳	سطح (درصد)



کاربری‌های جنگلداری و زراعت دیم در اولویت اول و برای کاربری باغداری در اولویت دوم اهمیت است. زیرمعیارهای تیپ و تراکم برای کاربری زنبورداری (تیپ) در اولویت اول و برای جنگلداری (تراکم) و مرتعداری (تیپ) در درجه دوم اهمیت قرار دارند. معیار خاک در اولویت چهارم اهمیت برای کاربری‌های مختلف قرار دارد. درجه اهمیت زیرمعیارهای خاک برای کاربری‌های مختلف از روند خیلی منظمی پیروی نمی‌کند. معیار شکل زمین در درجه پنجم اهمیت برای اکثر کاربری‌ها قرار دارد، به‌طوری که در بیشتر موارد وزن آنها زیر ۰/۱ است. زیرمعیارهای آن از روند خاصی پیروی نمی‌کنند.

همچنان که از سطوح زیاد اولویت‌های ۱ و ۲ در نقشه اولویت کاربری‌های مختلف در شکل ۴ پیداست، بیشتر سطح منطقه، مناسب کاربری‌های گردشگری طبیعت، زنبورداری، جنگلداری و تاحدودی مرتعداری و زراعت دیم است، که به مقدار آب در دسترس، چندان وابسته نیستند. نقشه قابلیت اکولوژیک در شکل ۶، مناطقی را نشان می‌دهد که کاربری‌های مختلف، قابلیت اجرا شدن با همدیگر را دارند. با توجه به بررسی‌ها، کاربری گردشگری طبیعت با همه کاربری‌های دیگر سازگار است و بنابراین در ۱۰۰ درصد منطقه به‌تنهایی و همراه با دیگر کاربری‌ها اجراشدنی است. کاربری زنبورداری با همه کاربری‌ها به‌جز دامپروری متمرکز و پرورش ماهیان سازگار است، بنابراین در ۹۰ درصد موارد به‌عنوان کاربری همراه اجراشدنی است. کاربری جنگلداری در ۵۷ درصد منطقه قابلیت اجرایی مناسبی دارد. همچنین کاربری‌های مرتعداری و زراعت دیم نیز به‌ترتیب در ۱۴/۲۵ و ۱۲/۵ درصد منطقه قابلیت اجرایی دارند. اما همچنان که بیشتر

در این تحقیق، تحلیل سلسله‌مراتبی در ترکیب با سنجش از دور، سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش ترکیب خطی - وزنی [۱۷]، ابزارهای اصلی تعیین ارزش اکولوژیکی معیارها بودند. استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی برای تعیین وزن معیارها نسبت به هدف کاربر را مطمئن می‌کند که نقشه‌های حاصل برای همه کاربری‌ها قابل مقایسه‌اند [۱۰، ۱۸]. نقش سیستم اطلاعات جغرافیایی در بحث برنامه‌ریزی استفاده چندمنظوره با ترکیب داده‌ها و لایه‌های مختلف از منابع متفاوت [۱۹، ۲۰] و نقش سنجش از دور با ایجاد فرصت‌های جدید برای استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در ارزیابی منابع زمینی، به‌ویژه جنگل، بیشتر آشکار شده است [۲، ۴].

نتایج تجزیه و تحلیل نشان داد که زیرمعیارهای تیپ و تراکم، فرسایش خاک، دما و بارندگی، شیب، جهت و ارتفاع بر هر نه کاربری تاثیر می‌گذارند. کمیت آب بر همه کاربری‌ها به‌جز جنگلداری و زراعت دیم اثرگذار است. بافت خاک بر همه کاربری‌ها به‌جز زنبورداری، پرورش ماهیان سردآبی و دامپروری متمرکز و حاصلخیزی و اسیدیته خاک بر همه کاربری‌ها به‌جز زنبورداری، پرورش ماهیان سردآبی، دامپروری متمرکز و گردشگری طبیعت تاثیر دارند. معیار چشم‌انداز، معیار مؤثر بر کاربری گردشگری طبیعت است. کیفیت آب به‌دلیل همگنی در کل منطقه و زیرمعیارهای گسل و لغزش به‌دلیل وجود نداشتن در منطقه در تجزیه و تحلیل‌ها دخالت داده نشدند. همان‌طور که از جدول ۱ پیداست، مهم‌ترین زیرمعیار برای همه کاربری‌ها به‌جز جنگلداری، زنبورداری و زراعت دیم، مقدار آب در دسترس است که اهمیت زیاد منابع آب در منطقه را نشان می‌دهد. زیرمعیار بارندگی برای

جنگلی زاگرس (بانه) در قالب کاربری‌های مختلف و سازگار است. با اجرایی شدن نتایج این تحقیق در قالب استفاده‌های مختلف و متناسب با قابلیت زمین، منابع مالی بیشتری برای امرار معاش در اختیار مردم محلی قرار می‌گیرد و مردم از درختان و سرشاخه‌های آنها کمتر استفاده می‌کنند که موجب کاهش تخریب جنگل‌ها و پایداری آنها می‌شود. البته در تحقیق‌های آینده باید با در نظر گرفتن شاخص‌های اقتصادی-اجتماعی و زیرساختی، نقشه نهایی تناسب اراضی تهیه شود. در واقع، استفاده چندمنظوره براساس توان اکولوژیک سرزمین، گامی اساسی برای رسیدن به هدف والای پایداری جنگل‌ها ضمن تأمین امرار معاش جنگل‌نشینان است. این روش تلفیقی به منظور استفاده چندمنظوره برای برنامه‌ریزان و تصمیم‌سازان جنگل می‌تواند مفید واقع شود؛ چراکه اگر اهمیت استفاده چندمنظوره از جنگل‌های زاگرس براساس طبیعت منطقه در مدیریت جنگل شناخته نشود، ممکن است جنگل‌ها بسیاری از ویژگی‌های طبیعی و ارزش‌های بی‌شمار خود را از دست دهند. بنابراین استفاده چندمنظوره در قالب کاربری‌های چندگانه در منطقه تحقیق و مناطق مشابه، برای کاهش وابستگی مردم محلی به عرصه منابع طبیعی و به‌ویژه جنگل‌ها، باید به‌عنوان یکی از رویکردهای برون‌رفت از مشکلات و بحران‌های اکولوژیک موجود، بیشتر در نظر گرفته شود.

نیز اشاره شد، کاربری‌های دیگر در مجموع در ۱۳/۷۵ درصد منطقه می‌توانند عملی شوند که برای کاربری‌های مذکور با توجه به سطح کم مورد نیاز آنها برای اجرا، دارای اهمیت زیادی است. با توجه به شکل‌های ۵ و ۶، فعالیت‌های زنبورداری، پرورش ماهیان سردآبی، دامپروری متمرکز، باغداری و گردشگری طبیعت که در منطقه تحقیق وجود ندارند یا در سطوح کوچکی وجود دارند، از جنبه اکولوژیک بلامانع‌اند. نتایج همچنین نشان می‌دهد که سطح عمده کاربری‌های فعلی با توان اکولوژیک منطقه تطابق ندارد که بیانگر رعایت نشدن اصول اکولوژیک در استفاده از این مناطق جنگلی است که سبب تخریب شدید جنگل‌ها شده است. برای مثال، با وجود تناسب اکولوژیکی تنها ۱۲ درصد منطقه برای زراعت دیم به‌طور محدود در بخش‌هایی پیوسته، در بیش از ۲۰ درصد منطقه در مکان‌های نامناسب (شیب‌های زیاد و زیرآشکوب جنگل با تراکم بیش از ۱۰ درصد) زراعت دیم صورت می‌گیرد (جدول ۲). این مطلب همچنین نشان‌دهنده ضرورت تحقیق است و اهمیت این نوع بررسی‌ها در پایداری منابع طبیعی به‌ویژه جنگل‌ها را نشان می‌دهد.

### نتیجه‌گیری

استفاده چندمنظوره از جنگل‌ها به‌صورت سستی از دیرباز وجود داشته است. در این تحقیق نیز، نقشه قابلیت اکولوژیک، بیانگر امکان استفاده چندمنظوره از مناطق

### References

- [1]. Avatefi Hemmat, M., Shamekhi, T., Zobieri, M., Davood Reza, A., and Ghazi Tabatabaei, M. (2013). Forest degradation: an investigation of forestry organization experts and local herders' mental models. *Journal of Forest and Wood Product*, 66(1): 39-54.
- [2]. Ahmadi Sani, N., Babaie Kafaky, S., Pukkala, T., and Mataji, A. (2016). Integrated use of GIS, remote sensing and multi-criteria decision analysis to assess ecological land suitability in multifunctional forestry. *Journal of Forestry Research*, 27(5): 1127-1135.

- [3]. Bazgir, A., Namiranian, M., and Avatefi Hemmat, M. (2015). The role of Zagros forests in providing fuel wood for forest dwellers. *Iranian Journal of Forest*, 7(2): 225-242.
- [4]. Baskent, E.Z., and Keles, S. (2005). Spatial forest planning: A review, *Ecological Modelling*, 188(2-4): 145-173.
- [5]. Kwame, O.H. (2015). A method for assessing land-use impacts on biodiversity in a landscape. *Global Ecology and Conservation*, 3: 83-89.
- [6]. Pukkala, T. (2002). *Multi-objective forest planning, managing forest ecosystems*, Kluwer Academic Publishers, London.
- [7]. Anada, J., and Herath, G. (2009). A critical review of multi-criteria decision-making methods with special reference to forest management and planning. *Ecological Economics*, 68(10): 2535-2548.
- [8]. Ranya, E., Abdul Rashid, B., Shariff, M., Amiri, F., Noordin, B.A., Balasundram, S.K., Mohd Soom, M.A. (2013). Agriculture land suitability evaluator: A decision and planning support tool for tropical and subtropical crops. *Computers and Electronics in Agriculture*, 93: 98-110.
- [9]. Rikalovic, A., Cosic, I., and Lazarevic, D. (2014). GIS based multi-criteria analysis for industrial site selection. *Procedia Engineering*, 69: 1054-1063.
- [10]. Feizizadeh, B., Shadman Roodposhti, M., Jankowski, P., and Blaschke, T. (2014). A GIS-based extended fuzzy multi-criteria evaluation for landslide susceptibility mapping. *Computers and Geosciences*, 73: 208-221.
- [11]. Makhdoum, M.F., Darvishsefat, A.A., Jaafarzadeh, H., and Makhdoum, A.F. (2007). *Environmental evaluation and planning by Geographic Information System*, University of Tehran Press, Tehran.
- [12]. Kangas, J., Store, R., and Kangas, A. (2005). Socio-ecological landscape planning approach and multi-criteria acceptability analysis in multiple-purpose forest management. *Forest Policy and Economics*, 7(3-4): 603-614.
- [13]. Samghabodi, A.S., Memariani, A., and Amani, M. (2004). Forest planning with use of mathematical model. *Pajouhesh va Sazandegi*, 1(63): 23-34.
- [14]. Baskent, E.Z., Terzioglu, S., and Baskaya, S. (2008). Developing and implementing multiple-use forest management planning in Turkey. *Environmental Management*, 42(1): 37-48.
- [15]. Ahmadi, H. (2007). *Applied geomorphology*, Vol 1, University of Tehran Press, Tehran.
- [16]. Ahmadi Sani, N., Darvishsefat, A.A., Zobeiri, M., and Farzaneh, A. (2008). Potentiality of Aster images for forest density mapping in Zagros. *Journal of Iranian Natural Resources*, 61(3): 603-614.
- [17]. Geneletti, D., and Duren, I.V. (2008). Protected area zoning for conservation and use: A combination of spatial multi-criteria and multi-objective evaluation. *Landscape and Urban Planning*, 85(2): 97-110.
- [18]. Jing, Ch., Xiuyan, Zh., and Qingjie, Zh. (2011). Multi-Objective decision making for land use planning with OWA method. *Systems Engineering Procedia*, 2: 434- 440.
- [19]. Mohd Armi, A.S., Latifah, A.M., and Nur Ilyana, M.Z. (2010). Application of AHP model for evaluation of solid waste treatment technology. *International Journal of Engineering and Technology Sciences*, 1(1): 35-40.
- [20]. Haryana, I.K., Fikriyah, V.N., and Yulianti, N.V. (2013). Application of remote sensing and geographic information system for settlement land use classification planning in Bantul based on earthquake disaster mitigation. *Procedia Environmental Sciences*, 17: 434-443.