بخش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (سال نهم / شماره اول) بهار ۱۳۹۷
نمایه شده در سایت: پایگاه استنادی علوم جهان اسلام، جهاد دانشگاهی، مگ ایران، نورمگز
آدرس وب سایت : http://girs.iaubushehr.ac.ir

ارزیابی توان اکولوژیک آبخیز آکوجان برای کاربری‌های مرتع داری و کشاورزی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی

جمال مصفایی [۱*]، امین صالح‌پورجم [۱]، مهدی کمالی [۲]

۱. استادیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران
۲. کارشناس ارشد آبخیزداری، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان قزوین

چکیده

ارزیابی توان اکولوژیکی سرزمین، مرحله میانی فرآیند آمایش سرزمین است که طی آن متناسب‌ترین کاربری‌ها برای یک منطقه تعیین می‌شوند. لذا انجام این مطالعات، برای دستیابی به توسعه پایدار امری ضروری بوده و نیازمند تحقیق در مکان از دیدگاه‌های مختلف است. هدف تحقیق حاضر، تعیین توان اکولوژیک اراضی برای کاربری‌های کشاورزی و مرتع‌داری و همچنین مشخص کردن نوع و مساحت کاربری‌های غیرمجاز و خارج از توان اکولوژیک در حوزه آکوجان قزوین است. بدین منظور، ابتدا نقشه طبقات منابع اکولوژیک آبخیز آکوجان شامل بارش، ارتفاع، شیب، اجزاء واحد اراضی (عمق و بافت خاک)، پوشش گیاهی و شدت فرسایش تهیه و از انطباق آن‌ها، نقشه واحدهای همگن زیست‌محیطی حاصل شد. سپس تناسب هر واحد همگن مطابق با مدل اکولوژیکی کشاورزی و مرتع‌داری، برای کاربری‌های کشاورزی و مرتع‌داری تعیین شد. درنهایت مساحت و نوع کاربری‌های غیرمجاز با استفاده از انطباق نقشه کاربری اراضی فعلی با نقشه کاربری‌های حاصل از توان اکولوژیک، استخراج شد. نتایج نشان داد که درمجموع ۳۱۸۸ هکتار (٤٤٪) از اراضی سطح آبخیز تحت کاربری‌های غیرمجاز قرار دارد که سهم کاربری‌های غیرمجاز دامداری و مرتع‌داری، کشت و باغات آبی و دیم‌زارها به ترتیب برابر ۲۵٦۹ هکتار (۳٤/۹٪)، ۲۱۱ هکتار (۲/۸٪) و ٤۰۸ هکتار (۵/۵٪) می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که در آبخیز آکوجان، تفاوت زیادی بین کاربری‌های مناسب و کاربری‌های فعلی اراضی موجود است که بیانگر میزان انحراف از اصول توسعه پایدار محسوب می‌شود.

مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:
دریافت: ۷ شهریور ۱۳۹٦
پذیرش: ۲۹ اردیبهشت ۱۳۹۷
دسترسی اینترنتی: ۱ خرداد ۱۳۹۷

واژه‌های کلیدی:
مکان‌یابی
آبخیز آکوجان
ارزیابی چند معیاره
مدل اکولوژیک
تناسب اراضی

* پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: jamalmosaffaie@yahoo.com

مقدمه

تغییر پوشش زمین اثرات مستقیمی بر کارکردها و فرآیندهای بوم‌شناختی سیمای سرزمین و منابع طبیعی دارد (۱۲). انتخاب مکان مناسب برای یک فعالیت یا کاربری یکی از تصمیمات پایداری برای انجام یک طرح است که نیازمند تحقیق در مکان از دیدگاه‌های مختلف است. قابلیت‌ها و توان‌های یک مکان بسته به اینکه برای چه کاربری و کاربردی در نظر گرفته شود متفاوت خواهد بود. درواقع تعداد بسیار کمی از مسائل تصمیم‌گیری‌های مکانی وجود دارند که می‌توان آن‌ها را فارغ از محدودیت در نظر گرفت (۲۵).

به‌طورکلی انتخاب مکان مناسب یا مکان‌یابی برای یک فعالیت یا کاربری خاص در یک منطقه، یکی از مسائل متداول تصمیم‌گیری است که در سال‌های اخیر توجه زیادی را به خود جلب نموده است (۱٤). وجود تحقیقات فراوان در زمینهٔ مطالعات مکان‌یابی (۱، ۳، ۱۰، ۱٤)، بیانگر آن است که این مطالعات یکی از کلیدی‌ترین گام‌های اجرایی هر پروژه‌ای است. نتایج این تصمیم در درازمدت ظاهرشده و اثرات بسزایی از بعد اقتصادی، محیط‌زیست، اجتماعی، فرهنگی و عملکرد در منطقه محل اجرا و حتی در خارج از آن منطقه خواهد داشت. مکان‌یابی فعالیتی است که استعدادهای مکانی و غیرمکانی یک سرزمین را شناسایی کرده و امکان انتخاب مکان مناسب برای کاربری خاص را فراهم می‌آورد.

بنابراین بسته به نوع کارکرد موردنظر باید شاخص‌ها و معیارهایی را مشخص و آن‌ها را باهم تلفیق نمود تا توان مکان، با توجه به آن‌ها موردبررسی قرار گیرد. لازم به ذکر است این شاخص‌ها و معیارها ممکن است برای هر کاربری و یا هدف متفاوت باشند، اما تمامی آن‌ها در جهت انتخاب مکان مناسب همسو می‌شوند.

به‌کارگیری شاخص‌های موردنیاز در مکان‌یابی احتیاج به داده‌ها و اطلاعات صحیح و کامل از مکان دارد که به‌نوبه خود مستلزم تحقیقات گسترده و جامعی است. لذا حجم بزرگی از داده‌ها برای معرفی مکان‌های مختلف باید جمع‌آوری، ترکیب و تجزیه‌وتحلیل شوند تا ارزیابی صحیحی از عواملی که ممکن است در انتخاب تأثیر داشته باشند صورت پذیرد. از طرفی داده‌های زیست‌محیطی از چنان دامنه وسیعی برخوردارند که نمی‌توان آن‌ها را به‌صورت خام در مدل‌های تصمیم‌گیری دخالت داد. بنابراین برای قابل‌درک نمودن داده‌ها و تصمیم‌گیری آسان‌تر می‌توان از روش‌های طبقه‌بندی (۱۵ و ۲٤) یا روش‌های انبوهه‌سازی (۲۳) داده‌ها استفاده کرد. فرآیند تبدیل داده به اطلاعات موجب افزایش ارزش داده‌های اولیه نیز می‌شود (۲۵).

تخریب اراضی ازجمله خطراتی است که با پتانسیل‌های مختلف در کشور در حال وقوع است (۳۱ و ۳۲). در دنیای بحران‌زده زیست‌محیطی امروز، مطالعات زیست‌محیطی بستر تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی در تمام امور عمده انسانی است (۲۵). منطقی‌ترین راه برای انجام مطالعات محیط‌زیست در چارچوب برنامه‌ریزی منطقه‌ای، همان دخالت دادن جنبه‌های اکولوژیک دربارهٔ برنامه‌ریزی و سازمان‌دهی کاربری زمین است (۱۳). برای داشتن یک توسعهٔ پایدار و درخور، برنامه‌ریزی سرزمین امری ضروری است که شالودهٔ این برنامه‌ریزی، ارزیابی توان محیط‌زیست است (۱٦). ارزیابی توان اکولوژیک، به دلیل ضرورت انتخاب و بهره‌برداری بهینه از پتانسیل اکولوژیک سرزمین در قالب مطالعات برنامه‌ریزی و مدیریت زیست‌محیطی به‌منظور حصول به اصل توسعهٔ پایدار است (۲). ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین به‌عنوان یکی از ابزارهای حرکت در راستای توسعه پایدار، به دنبال سنجش موجودی و توان نهفته سرزمین با ملاک‌ها و معیارهای مشخص و از پیش طرح‌ریزی‌شده است (۹).

برنامه‌ریزی جهت هر نوع کاری نیازمند داشتن اطلاعات مرتبط با آن است که برنامه‌ریزی برای استفاده‌های انسان از سرزمین نیز از این امر مستثنی نیست (۱۵). بدون اطلاعات مربوط به شناخت منابع اکولوژیک و اقتصادی- اجتماعی اساساً نمی‌توان بخش‌های دیگر فرآیند برنامه‌ریزی استفاده از سرزمین را برای عمل برنامه‌ریزی مهیا ساخت (۱٦). در این رابطه، سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) با توانایی‌های بالا در مدیریت داده‌ها و ارائه ستاده‌های جدید به‌عنوان ابزاری کارآمد

در برنامه‌ریزی زیست‌محیطی مطرح می‌گردد (۱۲). تحلیل مدل‌های زیست‌محیطی فراوانی توسط متخصصان این حوزه با به‌کارگیری GIS انجام‌گرفته است (۱۱) که از آن جمله می‌توان به استفاده از این ابزار در مطالعات مربوط به زمین‌لغزش، سیل، فرسایش و رسوب، توان اکولوژیک، خشک‌سالی و آلودگی اشاره کرد (۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۸، ۲۹ و ۳۰). این ابزار می‌تواند در بررسی شرایط محیط‌زیست، تعیین مناطق مناسب برای توسعه موردنظر، یافتن منابع در تعارض و همچنین مدل‌سازی روابط، یکپارچه‌سازی داده‌ها، تجزیه‌وتحلیل فضایی و همچنین تسهیل مشارکت اجتماعی نقش مؤثری ایفا کند (۷). یکی از مهم‌ترین توانایی‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی، توانایی تلفیق داده‌ها برای مدل‌سازی، مکان‌یابی و تعیین تناسب اراضی از طریق ارزش‌گذاری پهنه سرزمین است (٤).

در ایران به‌منظور تعیین تناسب اراضی هر منطقه برای کاربری‌های مختلف از روش ارزیابی توان اکولوژیک چندمعیاره استفاده‌شده و با مقایسه ویژگی‌های اکولوژیک واحدهای همگن هر منطقه با مدل‌های اکولوژیک، توان اکولوژیک هر واحد برای کاربری‌های مختلف تعیین می‌شود (۱۳).

مطیعی لنگرودی و همکاران (۲۱) عرصه‌های مستعد برای فعالیت‌های کشاورزی در محدوده شهرستان مرودشت را با استفاده از مدل ارزیابی توان اکولوژیکی مخدوم و به‌کارگیری روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی و GIS، شناسایی و مطلوبیت کشاورزی آن‌ها را مشخص نموده‌اند که نتایج حاصل از تحقیق آن‌ها حاکی از وجود هر هفت‌طبقه مدل کشاورزی ایران در منطقه موردمطالعه بوده است. نوری و همکاران (۲۲) مناطق مستعد برای کاربری کشاورزی شهرستان کیار از استان چهارمحال و بختیاری را بر اساس ویژگی‌های اکولوژیک منطقه و مدل اکولوژیک کشاورزی و منابع طبیعی ایران، تعیین نموده و نتیجه گرفته‌اند که بر اساس تعریف مدل، بخش درجه یک کشاورزی در منطقه وجود ندارد، اما اراضی با توان کشاورزی درجه دو و سه بسیار گسترده است. مرادزاده و همکاران (۱۷) باهدف ارزیابی توان اکولوژیک منطقه دادآباد لرستان از منطق بولین استفاده کرده و پس از حذف مناطق دارای محدودیت، مناطق مستعد برای توسعه جنگل را شناسایی نمودند.

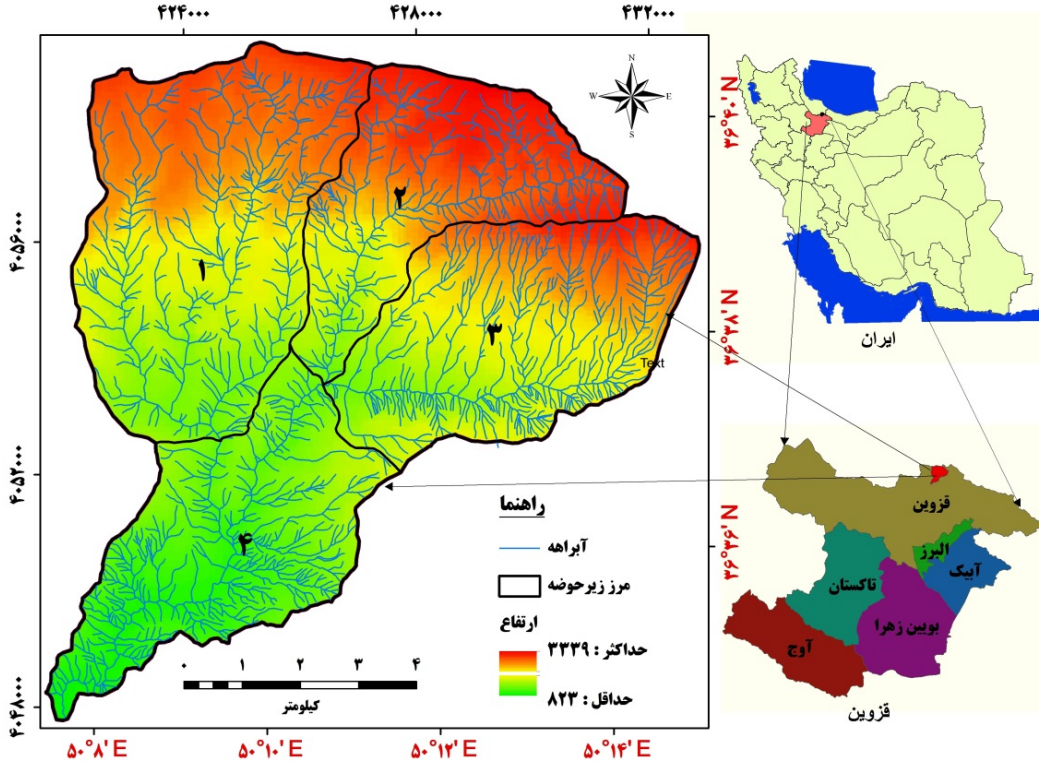
رضاپور اندبیلی و علی‌خواه اصل (٦) پس از ارزیابی توان اکولوژیکی منطقه حفاظت‌شده آق داغ برای کاربری جنگلداری، نتیجه گرفتند که منطقه محدودیت زیادی برای رشد جنگل تجاری دارد. مرور منابع نشان می‌دهد که تحقیقات زیادی درزمینهٔ ارزیابی توان اکولوژیک برای کاربری‌های مختلف صورت گرفته است و درواقع ارزیابی توان اکولوژیکی سرزمین یکی از مراحل فرآیند آمایش سرزمین است که طی آن متناسب‌ترین و ممکن‌ترین کاربری، در یک‌تکه از سرزمین (منطقه برنامه‌ریزی یا آبخیز) تعیین می‌شود (١٦). بنابراین برای هر منطقه لازم است که توان اکولوژیک اراضی برای کاربری‌های مختلف ارزیابی‌شده و میزان انحراف از کاربری‌های مطلوب به دست آید.

هدف تحقیق حاضر، تعیین توان و تناسب اراضی حوزه آکوجان قزوین برای کاربری‌های کشاورزی و مرتع‌داری با مطالعهٔ عوامل اکولوژیک مؤثر براین کاربری‌ها است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

آبخیز آکوجان که از سرشاخه‌های سفیدرود (شاهرود) است، با مساحت ۷۳٦٤/۳ هکتار در شمال شهر قزوین و دامنه جنوبی رشته‌کوه البرز قرارگرفته است. منطقه موردمطالعه بین ′۳٦ °۳٦ تا ′٤۰ °۳٦ عرض شمالی و ′۰۸ °۵۰ تا ′۱٤ °۵۰ طول شرقی قرارگرفته است. حداکثر ارتفاع حوزه ۳۳۸۵ متر و حداقل ارتفاع در خروجی حوزه برابر ۸۲۰ متر از سطح دریا است. رودخانه اصلی حوزه به علت دارا بودن چشمه‌های فراوان و با دبی بالا دارای جریان دائمی است (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت آبخیز آکوجان در استان قزوین و ایران

فرآیند ارزیابی توان اکولوژیکی

نقشه کاربری فعلی اراضی حوزه با استفاده از منابع موجود (نقشه کاربری اراضی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ تهیه‌شده توسط سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور) و تصاویر گوگل ارث و بازدیدهای صحرایی (سال ۱۳۹٤)، باهدف شناخت کلی نسبت به کاربری‌های موجود و مقایسه با کاربری‌های حاصل از توان اکولوژیک آبخیز تهیه و تدقیق شد. سپس نقشه واحدهای همگن کاری از انطباق نقشه منابع مختلف اکولوژیک، تهیه و سپس مقایسه‌ای بین ویژگی‌های مختلف اکولوژیک هر واحد همگن، با مدل اکولوژیکی کاربری‌های کشاورزی و مرتع‌داری انجام شد و از طریق این ارزیابی چندمعیاره و به‌کارگیری منطق بولین، توان اکولوژیک حوزه تعیین شد (۱٦).

با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی برای واحدهایی که شرایط موجود برای هر طبقه توان رادارند ارزش یک و برای واحدهایی که در طبقه نمی‌گنجد، ارزش صفر داده شد.

مدل اکولوژیکی کاربری‌های کشاورزی و مرتع‌داری

برای تعیین توان اکولوژیک، مدل‌هایی برای کاربری‌های مختلف ارائه‌شده است که هرکدام از آن‌ها نیاز به اطلاعات‌پایه نظیر اقلیم، منابع آب، توپوگرافی، خاک و ... دارد. در این تحقیق از مدل اکولوژیکی کشاورزی و منابع طبیعی ارائه‌شده توسط مخدوم (۱٦) استفاده شد.

از مهم‌ترین ویژگی‌های این مدل‌ها که برای تمامی سرزمین ایران بومی و قابل‌استفاده هستند، این است که این مدل‌ها علاوه بر تعیین توان سرزمین، درجه مرغوبیت توان را نیز ارائه می‌دهند (طبقه‌بندی سرزمین).

یکی از مدل‌های مزبور برای تعیین توان اکولوژیک اراضی، مدل اکولوژیکی کشاورزی و منابع طبیعی ایران است و ازآنجاکه برای مرز دو کاربری دیم و مرتع‌داری اختلاف‌نظر وجود دارد، لذا در این مدل اکولوژیکی، این دو کاربری باهم در نظر گرفته می‌شوند. در این مدل شاخه‌های کاربری کشاورزی شامل کشت آبی، دیم، علوفه کاری، باغبانی

(پرورش گل و میوه)، نوغان‌داری، دامپروری متمرکز، مرغداری و زنبورداری است و کاربری مرتع‌داری شامل گوسفندداری و یا گاوداری متحرک و چرای حیات‌وحش رده نخستین است.

ارزیابی با مدل اکولوژیکی کشاورزی و مرتع‌داری معین می‌کند که چه مکان‌هایی از سرزمین مناسب برای کشت آبی، کشت دیم (که در هر دو مورد ممکن است علوفه کاری نیز انجام پذیرد)، باغبانی، دامپروری، مرغداری، زنبورداری و مرتع‌داری است. مدل اکولوژیکی کشاورزی و مرتع‌داری، دارای ۷ طبقه توان است. طبقات ۱، ۲ و ۳ نمایانگر کشت آبی، باغبانی (با آبیاری)، دامپروری، مرغداری و زنبورداری هستند. طبقه ٤ نمایشگر کشت دیم، باغبانی (بدون آبیاری)، دامپروری، مرغداری و زنبورداری و مرتع‌داری (درجه یک) است (جدول ۱). طبقه ۵ نمایانگر کشت دیم، باغبانی (بدون آبیاری)، دامپروری، مرغداری و زنبورداری و مرتع‌داری (درجه دو) است. طبقه ٦ نمایشگر مرتع‌داری کم‌درآمد، زنبورداری، باغبانی در تراس‌ها و چرای حیات‌وحش است. طبقه ۷ نمایانگر چرای حیات‌وحش است.

ذکر این نکته نیز ضروری است که این مدل یک‌طرفه است. یعنی اجرای کاربری‌های طبقات ۵، ٦ و ۷ (اگر ازنظر اقتصادی اجتماعی به صلاح باشد) در سرزمین‌های با توان طبقه ٤ تا ۱ ازنظر اکولوژیکی امکان‌پذیر است. اما اجرای کاربری‌های طبقات ۱، ۲ و ۳ در سرزمین‌های با توان ٤، ۵ و ٦ (به‌استثنای زنبورداری) و ۷ مجاز نیست. همان‌طوری که اجرای کاربری کشت آبی در سرزمین با توان طبقه ٤ امکان‌پذیر نمی‌باشد و یا دیم‌کاری در سرزمین با توان طبقه ٦ مجاز نیست (۱٦).

شناسایی منابع اکولوژیکی

گام اول ارزیابی و برنامه‌ریزی سرزمین در این پژوهش شناسایی منابع اکولوژیکی بود. این منابع در آبخیز آکوجان، شامل طبقات ارتفاعی، مقدار و جهت شیب، اجزاء واحد اراضی (عمق و بافت خاک)، پوشش گیاهی (وضعیت و درصد تاج پوشش)، کاربری اراضی، شدت فرسایش، اقلیم، زمین‌شناسی و منابع آب بود. عوامل فوق نشان می‌دهد که برای ارزیابی توان محیط‌زیست هر منطقه نیاز به شناسایی تعداد زیادی از پارامترهای منابع طبیعی است. این منابع برای این‌که برای ارزیابی آماده شوند، باید به‌صورت شناسنامه سرزمین یعنی نقشه منابع درآیند.

در این تحقیق، این اطلاعات به‌صورت لایه‌های مختلف اطلاعاتی در محیط نرم‌افزار ArcGIS تهیه و در ارزیابی استفاده شد. همچنین آرایش لایه‌های اطلاعاتی بر اساس ضوابط مدل اکولوژیک کشاورزی و مرتع‌داری و نیازهای این مدل جهت ارزیابی توان سرزمین تنظیم و استفاده شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها (طبقه‌بندی و آماده‌سازی نقشه‌ها)

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در ارزیابی توان به‌منظور استخراج گروه‌های منظم داده‌ها در بی‌نظمی موجود در یک منطقه صورت می‌پذیرد. اساس این‌گونه تجزیه‌وتحلیل که درواقع بنیان تجزیه‌وتحلیل سیستمی را تشکیل می‌دهد، بر پایه پیدا کردن نظم در بی‌نظمی قرار دارد. برای نظم دادن به بی‌نظمی در وهلهٔ اول منابع، گروه‌بندی و آمادهٔ تحلیل می‌شوند. در تحقیق حاضر، انواع نقشه‌ها بر اساس ضوابط و معیارهایی که در ساخت مدل اکولوژیک استفاده می‌شوند، گروه‌بندی و طبقه‌بندی‌شده‌اند (۸) تا بر اساس نتایج بتوان از آن‌ها در فرآیند تلفیق داده‌ها و نهایتاً ارزیابی توان استفاده نمود (جدول ۲).

تهیه نقشه واحدهای کاری

بدین منظور ابتدا لایه‌های اطلاعاتی مختلف اکولوژیک شامل طبقات ارتفاعی، درصد شیب، اجزاء واحد اراضی (عمق خاک، بافت و شرایط زهکشی خاک)، پوشش گیاهی (تیپ و درصد تاج پوشش)، کاربری اراضی، شدت فرسایش و بارش در محیط نرم‌افزار ArcGIS تهیه شدند. بعد از کدگذاری طبقات نقشه‌های اکولوژیک، لایه‌های بر اساس کد، دوبه‌دو با یکدیگر تلفیق (Overlay) شده و به‌منظور کاربردی‌تر کردن نقشه حاصل، واحدهای با مساحت کمتر از حد معینی بنا بر میزان اهمیت اقتصادی و اجتماعی کاربری، (به تفکیک کاربری شامل اراضی دیم کمتر از ٤ هکتار، اراضی باغ کمتر از ۱

هکتار، اراضی کشاورزی آبی کمتر از ۱ هکتار، اراضی مرتعی کمتر از ٤ هکتار و اراضی توده سنگی کمتر از ٤ هکتار)، حذف (Eliminate) و در پلی‌گون‌های مجاور خود ادغام شدند (۸). درنهایت لایه اطلاعاتی واحدهای همگن کاری تهیه شد که هر واحد آن، تمامی اطلاعات توصیفی مربوط به تمام لایه‌های قبلی را به همراه خود دارد.

جدول۱. حدود کلاس‌های عوامل مختلف اکولوژیک برای طبقات مختلف توان اکولوژیک کاربری‌های کشاورزی و مرتع‌داری

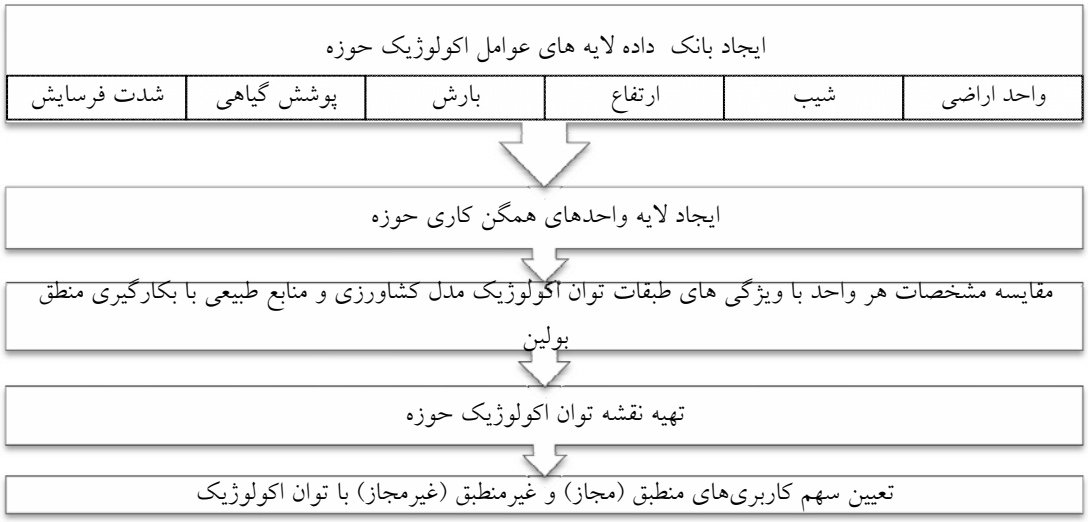
طبقه توان	اقلیم	شیب (٪)	عمق خاک (cm)	بافت خاک	ساختمان خاک	حاصلخیزی خاک	زهکشی	احتمال فرسایش	پوشش (٪)	ترکیب گیاهی
۱	معتدل مرطوب تا نیمه مرطوب	۰–۵	عمیق	رسی، رسی لومی، هوموس	ریز تا متوسط، بدون سنگریزه، تحول‌یافته	عالی	کامل	هیچ یا خیلی کم	-	-
۲	محدودیت خشکی و سرما	۰–۸	متوسط تا عمیق	رسی، رسی لومی، هوموس، لومی رسی شنی، ولومی	همانند ۱	خوب	خوب	کم تا متوسط	-	-
۳	مناسب برای کشت بعضی از فرآورده‌های کشاورزی	۰–۸	کم تا متوسط	لومی رسی، شنی لومی، شنی رسی لومی، لومی	ریز تا متوسط دارای سنگریزه، نیمه‌تحول یافته	متوسط	ناقص تا متوسط	متوسط	-	-
٤	بارش سالانه بیش از ٤۰۰ میلی‌متر	۰–۱۲ دیم و ۰–۱۵ مرتع	متوسط	رسی، رسی لومی، لومی رسی ولومی	ریز تا متوسط دارای سنگریزه، نیمه‌تحول تا تحول‌یافته	متوسط تا خوب	متوسط تا خوب	متوسط	۷۰ <	خوش‌خوراک
۵	بارش سالانه کمتر از ٤۰۰ میلی‌متر	۸–۱۵	کم تا متوسط	رسی، رسی لومی، شنی لومی، شنی رسی لومی، شنی ولومی	متوسط تا درشت با سنگریزه و نیمه‌تحول تا تحول‌یافته	کم تا متوسط	ناقص تا متوسط	متوسط تا زیاد	۵۰–۷۰	همانند ٤
٦	بارش سالانه کمتر از ٤۰۰ میلی‌متر	۱۵–۳۰	کم تا متوسط	شنی لومی، شنی لومی رسی ، شنی، لومی	متوسط تا درشت با سنگریزه نیمه‌تحول یافته	کم تا متوسط	ناقص تا متوسط	متوسط تا زیاد	۲۰–۷۰	همانند ٤
۷	بارش کم، دمای خیلی پائین یا خیلی زیاد	بیش از ۳۰	کم	ورقه نازکی بر روی سنگ مادر	تحول نیافته	کم	ناقص	متوسط تا زیاد	کمتر از ۲۰	غیرخوشخوراک

جدول ۲. طبقه‌بندی عوامل اکولوژیک آبخیز آکوجان جهت ارزیابی توان کشاورزی و مرتع‌داری

عوامل/ طبقات	میانگین بارش سالانه (mm)	شیب (٪)	عمق خاک (cm)	بافت خاک	زهکشی	پوشش گیاهی		شدت فرسایش
						تیپ گیاهی	تاج پوشش (٪)	
۱	<۳۶۰	۰–۵	۱۲۰	سبک	خوب	Fe.gu- Pr.fe.	۷۲	سطحی ضعیف
۲	۳۰۰–۵۰۰	۵–۸	۸۰ – ۱۲۰	متوسط	خوب تا متوسط	Co.nu- Rh.ca.	۵۸	سطحی متوسط
۳	۵۰۰–۷۰۰	۸–۱۲	۵۰ – ۸۰	سنگین	متوسط تا ضعیف	As.mi- Po.an.	۳۷	سطحی شدید
٤	۷۰۰–۹۰۰	۱۲–۱۵	۲۵ – ۵۰	خیلی سنگین	ضعیف	As.mi- Rh.ca- Co. nu.	٦۳	شیاری متوسط
۵		۱۵–۳۰	۱۰ –۲۵			Qu.ma- Co.nu.	۵۷	شیاری شدید
٦		۳۰<						

ارزیابی توان اکولوژیک

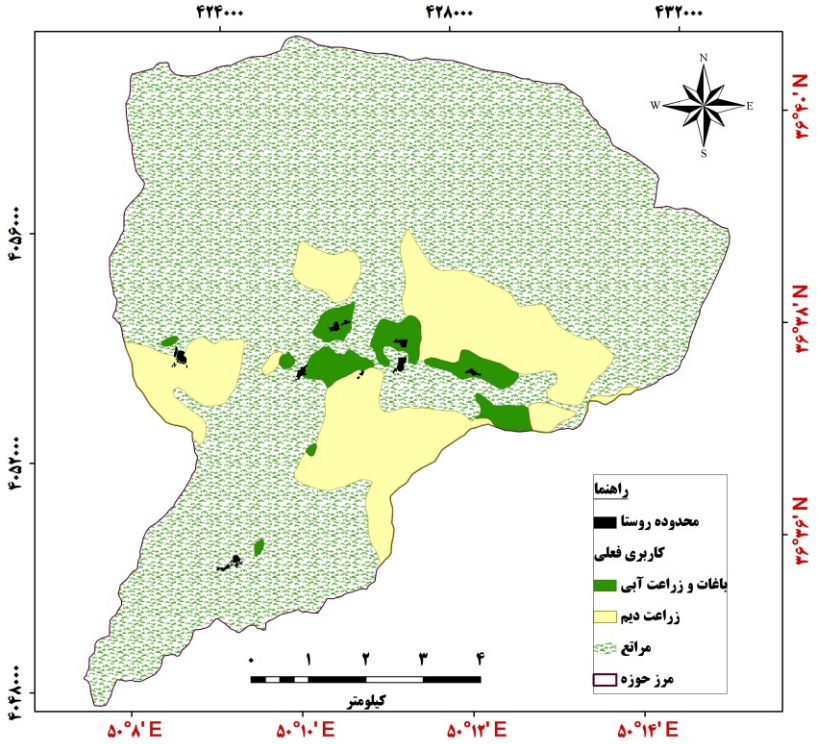
برای ارزیابی و طبقه‌بندی توان اکولوژیک حوزه آکوجان، مقایسه‌ای بین ویژگی‌های اکولوژیکی هر یگان زیست‌محیطی با مدل اکولوژیکی کاربری کشاورزی و مرتع‌داری انجام شد. بدین منظور پس از تشکیل جدول یا ماتریس ویژگی‌های واحدهای همگن در محیط نرم‌افزار ArcGIS، با بهره‌گیری از عملگرهای Query، ضوابط و محدودیت‌های مربوط به هر کاربری برای هر واحد همگن اعمال، و طبقه توان مناسب برای آن واحد تعیین شد. پس از بررسی میدانی نقشه حاصل (نقشه پتانسیل حوزه برای هر یک از کاربری‌ها)، جدول کلی خصوصیات پلی‌گون‌های همگن، توان‌های اکولوژیکی، برنامه‌ها و پیشنهادها ارائه شد. همچنین از انطباق نقشه کاربری فعلی اراضی حوزه با نقشه کاربری‌های حاصل از توان اکولوژیک، مساحت و نوع کاربری‌های خارج از توان اکولوژیک (کاربری‌های غیرمجاز) در آبخیز آکوجان تعیین شد. نمودار جریانی مراحل انجام تحقیق در شکل زیر ارائه‌شده است (شکل ۲).



شکل۲. نمودار جریانی مراحل انجام تحقیق

نتایج

نقشه کاربری فعلی اراضی حوزه که با استفاده از منابع موجود و تصاویر گوگل ارث و بازدیدهای صحرایی، تهیه و تدقیق گردید (شکل ۳). براین اساس کاربری‌های مرتع، زراعت دیم، و باغات و زراعت آبی به ترتیب ۸۰، ۱۶ و ٤ درصد از مساحت آبخیز آکوجان را به خود اختصاص داده‌اند.

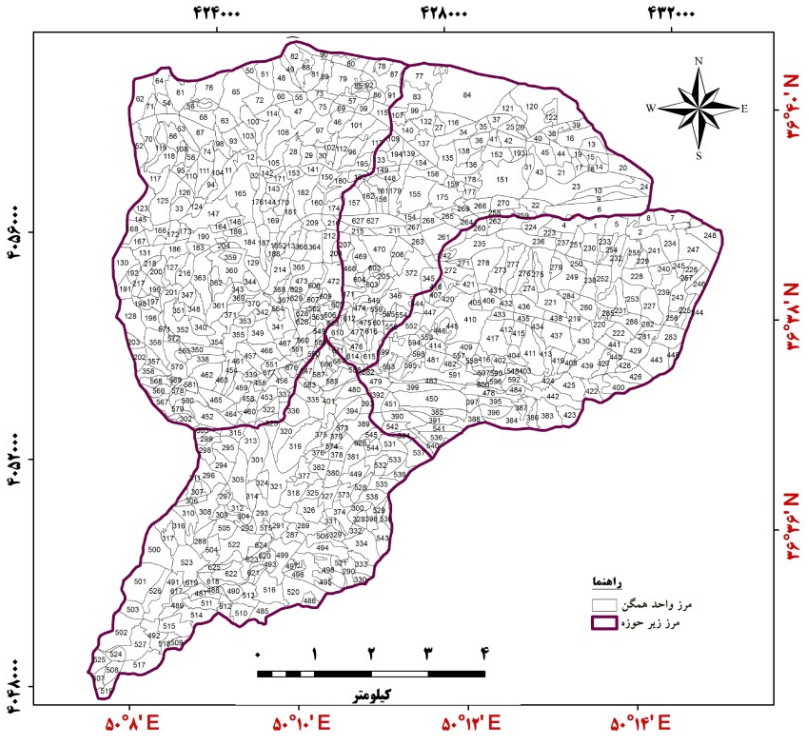


شکل۳. نقشه کاربری فعلی اراضی آبخیز آکوجان

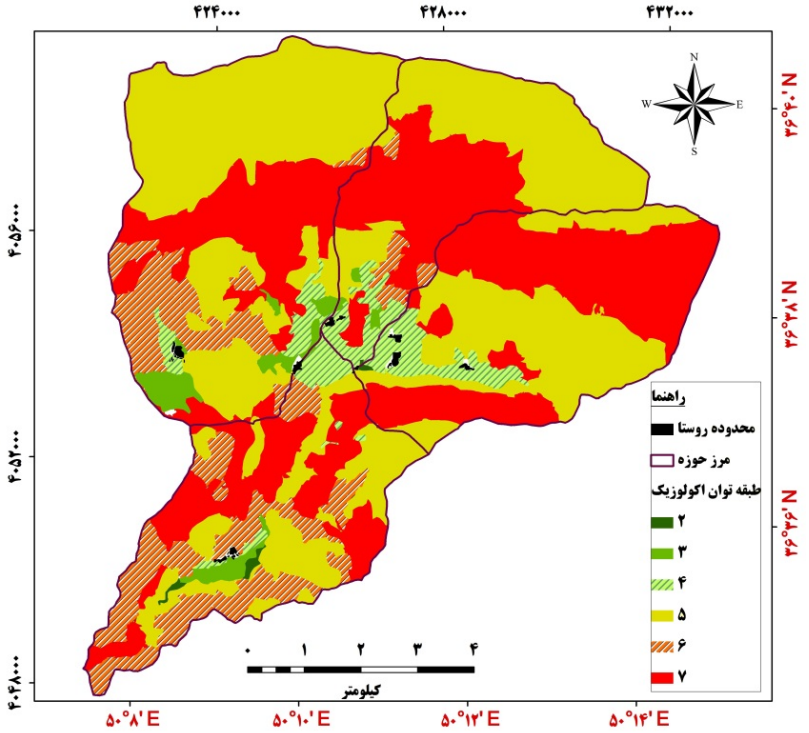
توان اکولوژیک کشاورزی و مرتع‌داری آبخیز آکوجان

لایه اطلاعاتی واحدهای همگن کاری که از تلفیق نقشه‌های طبقات عوامل اکولوژیک آبخیز آکوجان تهیه شد (۷)، شامل ٦۲۹ واحد همگن زیست‌محیطی است (شکل ٤).

در مرحله بعد ویژگی‌های مختلف اکولوژیکی هر واحد همگن، با مدل اکولوژیکی کاربری‌های کشاورزی و مرتع‌داری، مقایسه و توان اکولوژیک هر واحد تعیین شد (شکل ۵). همان‌طور که در شکل نیز دیده می‌شود آبخیز آکوجان فاقد طبقه ۱ توان اکولوژیک (اراضی درجه یک برای کشت آبی و باغات) است و بیشتر سطح منطقه اختصاص به طبقه ۷ (چرای حیات‌وحش) و ۵ (کشت دیم و مرتع‌داری درجه ۲) دارد که نشان از شیب زیاد و کوهستانی بودن آبخیز آکوجان دارد. مساحت، کاربری‌های مجاز و توان تولید مربوط به هر یک از طبقات توان اکولوژیک حاصل، در ادامه ارائه‌شده است (جدول ۳).



شکل۴. نقشه واحدهای همگن زیست‌محیطی آبخیز آکوجان

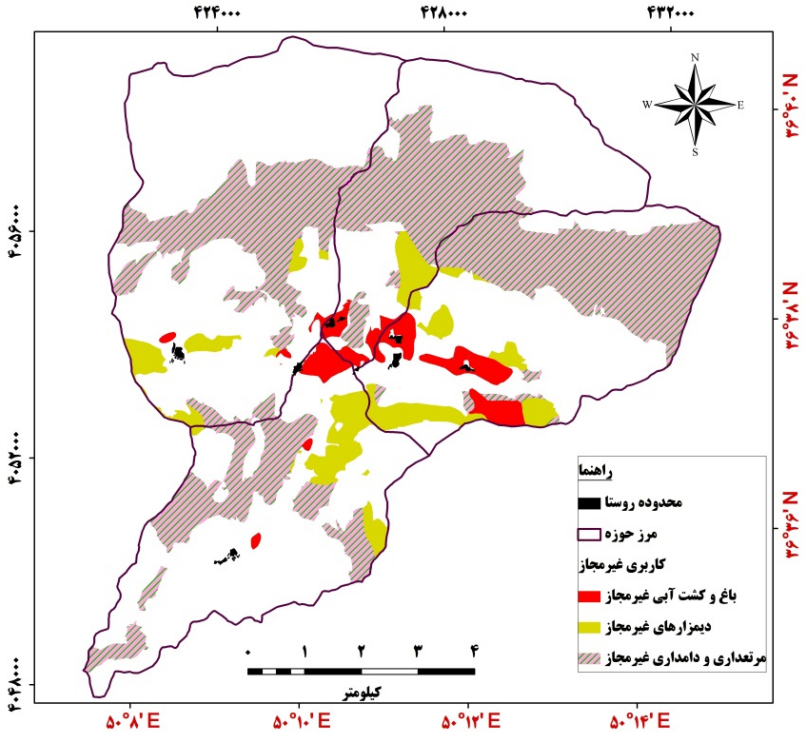


شکل۵. نقشه توان اکولوژیکی برای کاربری‌های کشاورزی و مرتع‌داری آبخیز آکوجان

جدول۳. مساحت طبقات مختلف توان اکولوژیک در آبخیز آکوجان

طبقه توان	مساحت (ha)	مساحت (٪)	کاربری‌های مجاز	توان تولید
۱	۰	۰	کشت منظم آبی، باغبانی فشرده (با آبیاری)، دامپروری، مرغداری و زنبورداری	بالاترین حد ممکن کشت آبی
۲	۱۵	۰/۲	کشت آبی با آیش و چرخش، باغبانی (با آبیاری)، دامپروری، مرغداری و زنبورداری	خوب برای کشت آبی
۳	۱۵٤	۲/۱	کشت آبی غیرمداوم، باغبانی (با آبیاری)، دامپروری، مرغداری و زنبورداری	متوسط تا کم برای کشت آبی
٤	۳۷۰	۵	کشت دیم، باغبانی (بدون‌آبیاری)، دامپروری، مرغداری، زنبورداری و مرتع‌داری درجه یک	توان بالای مرتع‌داری و دیم
۵	۳۳۱۷	٤۵/۳	کشت دیم، باغبانی (بدون آبیاری)، دامپروری، مرغداری و زنبورداری و مرتع‌داری درجه دو	توان متوسط مرتع‌داری و دیم
٦	۹۰۱	۱۲/۳	مرتع‌داری بخورونمیر، زنبورداری، باغبانی در تراس‌ها و چرای حیات‌وحش	توان کم مرتع‌داری
۷	۲۵٦۹	۳۵	چرای حیات‌وحش	فاقد توان کشاورزی و مرتع‌داری

در نهایت پس از انطباق نقشه کاربری فعلی اراضی حوزه با نقشه کاربری‌های حاصل از توان اکولوژیک، مساحت و نوع کاربری‌های خارج از توان اکولوژیک (کاربری‌های غیرمجاز) آبخیز آکوجان مشخص شد (شکل ٦). این نتایج حاکی از آن است که حدود ۳۱۸۸ هکتار (٤٤ درصد) از سطح حوزه تحت کاربری‌های غیرمجاز و ٥٦ درصد از آن تحت کاربری‌های مطابق با توان اکولوژیک قرارگرفته است. کاربری‌های مرتع‌داری، کشت دیم، و باغ و کشت آبی به ترتیب با ۸۰، ۱٦ و ٤ درصد بیشترین میزان کاربری‌های غیر منطبق با توان اکولوژیک را به خود اختصاص داده‌اند.



شکل۶. نقشه کاربری‌های غیرمجاز کشاورزی و مرتع‌داری آبخیز آکوجان

بحث و نتیجه‌گیری

ارزیابی توان اکولوژیک در کشور بر اساس ارزیابی چندمعیاره است. با توجه به منحصربه‌فرد بودن ویژگی‌های اکولوژیکی هر منطقه، عمل ارزیابی توان اکولوژیکی در هر منطقه معیارها و ضوابط خاص خود را در بردارد. در این پژوهش نیز بر اساس معیارهایی که به‌منظور تعیین توان کاربری‌های کشاورزی و مرتع‌داری شناسایی شدند، سعی شد مناسب‌ترین محدوده‌های جغرافیایی برای کاربری‌های مختلف کشاورزی و مرتع‌داری استخراج شوند که اساس روش کار این تحقیق برگرفته از مدل ارائه‌شده توسط مخدوم (١٦) است. نتایج تحقیق نشان داد که آبخیز آکوجان فاقد مناطق با توان یک اکولوژیک است و بدین معنی است که اراضی درجه یک برای کشت آبی و باغات در منطقه وجود ندارد که دلیل آن محدودیت‌های مختلف منابع اکولوژیک از قبیل عمق کم خاک، شیب بالا، وضعیت فرسایش و زهکشی خاک مربوط به قسمت‌های مختلف آبخیز است، بنابراین در هیچ‌یک از بخش‌های آبخیز نباید زراعت‌های ممتد آبی انجام گیرد.

نوری و همکاران (٢٢) نیز نتیجه گرفته‌اند که بر اساس ویژگی‌های اکولوژیک منطقه، اراضی با توان کشاورزی درجه یک برای شهرستان کیار وجود ندارد که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. همچنین ٣٥ درصد از سطح آبخیز، در طبقه ٧ قرار می‌گیرند که فاقد توان برای کاربری‌های کشاورزی و مرتع‌داری است که عمده‌ترین محدودیت‌های عامل، شیب بالا و وضعیت فرسایش خاک در این محدوده‌ها است. نتایج پرس‌وجو از اهالی روستاهای آبخیز بیانگر آن است که تقریباً تمامی مراتع موجود آبخیز مورد چرای گله‌های دام قرار دارد، این بخش از مراتع حوزه را می‌توان جزو مرتع‌داری‌های غیرمجاز آبخیز قلمداد نمود. بنابراین این محدوده‌ها که فقط برای چرای حیات‌وحش توان دارند باید برنامه‌های حفاظتی ازجمله قرق و کنترل ورود دام را در برنامه‌های مدیریتی مدنظر قرارداد. از دلایل اصلی عدم اختصاص کاربری حیات‌وحش برای این طبقات، می‌توان به عدم وجود مطالعات ارزیابی توان اکولوژیک در سطح حوزه و نیز عدم آگاهی مرتع‌داران آبخیز آکوجان اشاره نمود. بر اساس نقشه کاربری اراضی موجود حوزه، ١٢٢٦ هکتار از سطح حوزه به کشت دیم اختصاص‌یافته است که به ترتیب ٣٢٥ و ٨٣ هکتار از این دیم‌زارها در محدوده‌های توان ٧ و ٦ اکولوژیک قرار دارند و ازآنجاکه مدل اکولوژیک کشاورزی و منابع طبیعی ایران یک مدل یک‌طرفه است می‌توان این مناطق را تحت عنوان دیم‌زارهای غیرمجاز عنوان نمود. که باید تحت برنامه‌های اصلاحی از قبیل طرح تبدیل دیم‌زارهای کم بازده قرارگرفته و کاربری آن‌ها به کاربری‌های طبقات ٦ و ٧ توان اکولوژیک تغییر یابد. همچنین ٢١١ هکتار از اراضی باغات آبی حوزه در محدوده‌های طبقات ٤ ،٥، ٦ و ٧ توان اکولوژیک قرارگرفته‌اند که به دلیل عدم تراس‌بندی در باغات منطقه، این محدوده‌ها نیز به‌نوعی باغات غیرمجاز می‌باشند. ولی ازآنجاکه تغییر کاربری باغات می‌تواند تبعات اقتصادی و اجتماعی منفی برای آبخیزنشینان داشته باشد و از طرفی باغات تراس‌بندی جزو کاربری‌های مجاز برای طبقات ٤ و ٥ اکولوژیک محسوب می‌شود لذا پیشنهاد می‌شود که عملیات بیومکانیکی تراس‌بندی در این محدوده‌ها در برنامه‌های مدیریتی در نظر گرفته شود. پس و جو از آبخیزنشینان حوزه آکوجان نشان می‌دهد که محدودیت اراضی مناسب برای کشت آبی و دیم، از دلایل اصلی اختصاص کاربری‌های خارج از توان اکولوژیک برای طبقات ٤، ٥، ٦ و ٧ در آبخیز آکوجان می‌باشد. حدود ٣١٨٨ هکتار (٤٤ درصد) از سطح حوزه تحت کاربری‌های غیرمجاز قرار دارد که به دلیل استفاده بیش‌ازحد نسبت به توان اکولوژیک آن‌ها، اکوسیستم منطقه در این محدوده‌ها حالت شکننده داشته که دستیابی به توسعه پایدار را غیرممکن می‌سازد. این تحقیق با تحقیقات گذشته که سعی بر تعیین مکان‌های مناسب برای یک کاربری خاص بر اساس عوامل اکولوژیک نموده‌اند، مطابقت دارد (٥، ٦، ٩، ١٣، ١٧، ٢١، ٢٢). پیشنهاد می‌شود تحقیقات مشابه ارزیابی توان اکولوژیک برای کاربری‌های کشاورزی و مرتع‌داری و همچنین مقایسه کاربری‌های فعلی حوزه‌ها با کاربری‌های مطابق با توان آن‌ها برای سایر آبخیزها نیز صورت پذیرد تا چشم‌انداز روشنی از وضعیت کاربری‌های آبخیزها در

راستای توسعه پایدار صورت پذیرد.

منابع مورداستفاده

۱. احمدی، ه.، ج. مرشدی و ف. عظیمی. ۱۳۹۵. مکان‌یابی نیروگاه‌های خورشیدی با استفاده از داده‌های اقلیمی و سامانه اطلاعات مکانی (مطالعه موردی: استان ایلام). سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۷(۱): ٤۱-۵۷.

۲. ادهمی مجرد، م. ح. ۱۳٦۸. مقایسهٔ سه روش ارزیابی منابع طبیعی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه محیط‌زیست، دانشگاه تهران. ۱۳۸ صفحه.

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

٤. پور احمد، ا.، ک. حبیبی، س. محمدزهرایی و س. نظری عدلی. ۱۳۸٦. استفاده از الگوریتم‌های فازی و GIS برای مکان‌یابی تجهیزات شهری (مطالعهٔ موردی: محل دفن زبالهٔ شهر بابلسر). مجله محیط‌شناسی، ۳۳(٤۲): ۳۱-٤۲.

۵. پورجعفر، م. ر.، م. منتظرالحجه، ا. رنجبر و ر. کبیری. ۱۳۹۱. ارزیابی توان اکولوژیکی به‌منظور تعیین عرصه‌های مناسب توسعه در محدوده شهر جدید سهند. مجله جغرافیا و توسعه، ۱۰(پیاپی ۲۸): ۱۱-۲۲.

٦. رضاپور اندبیلی، ن. و م. علیخواه اصل. ۱۳۹٦. ارزیابی توان اکولوژیکی منطقه حفاظت‌شده آق داغ برای کاربری جنگل-داری. فصلنامه مطالعات جغرافیایی، ۲٦(۱۰۲): ۲۰۵-۲۱٦.

۷. رضانیا، ش. و ا. عرب. ۱۳۹۱. کاربرد GIS در برنامه‌ریزی پایدار توریسم. دومین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران، ۲٦ تا ۲۷ اردیبهشت. ۱۰ صفحه.

۸. سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، دفتر مهندسی و ارزیابی طرح‌ها، ارزیابی اثرات اقدامات آبخیزداری در آبخیز آکوجان. جلد۲. ۵۳ صفحه.

۹. شمسی‌پور، ع. ا.، و. فیضی و ر. ساعد موچشی. ۱۳۹۲. ارزیابی توان اکولوژیکی زمین در تعیین قابلیت زمین در حوزه شهری یاسوج با مدل اکولوژیک. مجله مطالعات شهری، ۵(۵): ٦۱-۷۲.

۱۰. طباطبایی، ط. و ف. امیری. ۱۳۹٤. مکان‌یابی نیروگاه‌های بادی بر اساس ارزیابی چندمعیاره مکانی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: استان بوشهر). سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ٦(۱): ۱-۱٦.

۱۱. قراگوزلو، ع.ر. ۱۳۸۳. GIS و ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط‌زیست. چاپ اول. سازمان نقشه‌برداری کشور. ۱۵۹ صفحه.

۱۲. قربان‌نیا خیبری، و.، م. میرسنجری و م. آرمین. ۱۳۹٦. پیش‌بینی تغییرات کاربری جنگل در آبخیز چالوس‌رود. سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی. ۸(۲): ۷۹-۹۱.

۱۳. قرخلو، م.، ح. ر. پورخباز، م. ج. امیری و ح. ع. فرجی سبکبار. ۱۳۸۸. ارزیابی توان اکولوژیک منطقهٔ قزوین جهت تعیین نقاط بالقوه توسعهٔ شهری با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی. مجله مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، ۱(۲): ۵۱-٦۸.

۱٤. گرجی، م.، س. خشنود، ح. عمرانی و م. هاشمی. ۱۳۹٦. مکان‌یابی مناطق مستعد نیروگاه خورشیدی تحت تأثیر پارامترهای اقلیمی با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی فازی (مطالعهٔ موردی: استان فارس). سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۸(۱): ٦٦-۸۵.

۱۵. مخدوم فرخنده، م.، ع. ا. درویش‌صفت، ه. جعفرزاده و ع. ر. مخدوم. ۱۳۹۲. ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط‌زیست با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS). چاپ هفتم. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۰٤ صفحه.

۱٦. مخدوم فرخنده، م. ۱۳۹۳. شالوده آمایش سرزمین. چاپ پانزدهم. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۰۰ صفحه.

۱۷. مرادزاده، ف.، س. بابایی کفکافی و ا. متاجی. ۱۳۹۰. ارزیابی توان اکولوژیکی توسعه سطحی جنگل با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) (مطالعه موردی: منطقه دادآباد در استان لرستان). مجله تحقیقات منابع طبیعی تجدیدشونده، ۲(٤): ۱۱-۲۳.

۱۸. مصفایی، ج. و م. اونق. ۱۳۸۸. GIS ابزاری کارآمد در تعیین سیاست‌ها و برنامه‌های خطر زمین‌لغزش. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱٦(۲): ۲۷-۳٦.

۱۹. مصفایی، ج.، م. اونق، م. مصداقی و م. شریعت‌جعفری. ۱۳۸۸.

مقایسه کارایی مدل‌های تجربی و آماری پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش(مطالعه موردی: آبخیز الموت‌رود). مجله پژوهش‌های حفاظت آب‌وخاک، ۱۶(٤): ٤۳-٦۱.

۲۰. مصفایی، ج.، م.ر. اختصاصی و ا. صالح پورجم. ۱۳۹٦. مقایسه نقشه‌های موجود زمین‌شناسی با نقشه حاصل از مطالعات دورسنجی. مجله مرتع و آبخیزداری، ۷۰(٤): ۱۰۰۵-۱۰۱۳.

۲۱. مطیعی لنگرودی، س.ح.، ح. نصیری، ع. عزیزی و ا. مصطفایی. ۱۳۹۱. مدل‌سازی توان اکولوژیک سرزمین از منظر کاربری‌های کشاورزی و مرتع‌داری با استفاده از روش Fuzzy AHP در محیط GIS (مطالعه موردی شهرستان مرودشت). مجله آمایش سرزمین، ٤(٦): ۱۲۵-۱٤۸.

۲۲. نوری، س.ه.، س. ا. صیدایی، ص. کیانی، ز. سلطانی و ا. نوروزی آورگانی. ۱۳۸۹. ارزیابی توان اکولوژیک محیط برای تعیین مناطق مستعد کشاورزی با استفاده از GIS (بخش مرکزی شهرستان کیار). مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۲۱(۱): ۳۳-٤٦.

23. Auger P, Charles S, Viala M, Poggiale J-C. 2000. Aggregation and emergence in ecological modelling: integration of ecological levels. Ecological Modelling, 127(1): 11-20.
24. Burrough P. l986. Principles of Geographical Information Systems for land resources assessment. Monographs on Soil and Resources Survey (12). Oxford. 193 pp.
25. Capon N, Farley JU, Hoenig S. 1990. Determinants of financial performance: a meta-analysis. Management Science, 36(10): 1143-1159.
26. Malczewski J. 2006. GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. International Journal of Geographical Information Science, 20(7): 703-726.
27. Makhdoum M. 1992. Environmental unit: an arbitrary ecosystem for land evaluation. Agriculture, Ecosystems & Environment, 41(2): 209-214.
28. Mosaffaie J. 2016. Application of artificial neural network, multiple-regression and index-flood techniques in regional flood frequency estimation. International Journal of Water, 10(4): 328-342.
29. Mosaffaie J, Ekhtesasi MR, Dastorani MT, Azimzadeh HR, Chahuki MAZ. 2015. Temporal and spatial variations of the water erosion rate. Arabian Journal of Geosciences, 8(8): 5971-5979.
30. Mosaffaie J. 2015. Comparison of two methods of regional flood frequency analysis by using L-moments. Water Resources, 42(3): 313-321.
31. Salehpour Jam A, Karimpour Reihan M. 2016. Investigation of pedological criterion affecting on desertification in alluvial fans using AHP-TOPSIS technique (Case study: South East of Roudeh-shoor watershed). Desert, 21(2): 181-192.
32. Salehpour Jam A, Tabatabaei M, Sarreshtehdari A. 2017. Pedological criterion affecting desertification in alluvial fans using AHP-ELECTRE I technique (Case study: Southeast of Rude-Shoor watershed area). Ecopersia, 5(1): 1711-1729.

RS & GIS for Natural Resources
(Vol. 9/ Issue 1) spring 2018
Indexed by ISC, SID, Magiran and Noormags
http://girs.iaubushehr.ac.ir

Evaluation of the ecological capability of Aqujan watershed for rangeland and agriculture using GIS

J. Mosaffaie [1*], A. Salehpour Jam [1], M. Kamali [2]

1. Assis. Prof. Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran
2. MSc. of Watershed Management, Qazvin Province Forests, Range & Watershed Management Organization

ARTICLE INFO

Article history:
Received 29 August 2017
Accepted 19 May 2018
Available online 22 May 2018

Keywords:
Site selection
Aqujan watershed
Multi-criteria evaluation
Ecological model
Land suitability

ABSTRACT

Evaluation of the ecological capability of the land is an intermediate stage of the land planning process, which the most appropriate land uses are determined for an area. So these studies which require investigation in locations from different perspectives are necessary for sustainable development. The purpose of this study was to determine the capability and suitability of lands for agricultural and rangeland uses and also to determine the area of unauthorized land uses of the Aqujan watershed of Qazvin province. The maps of the ecological resources of the watershed (including precipitation, elevation, slope, land units (soil depth and texture), vegetation, and erosion) were prepared and crossing in a GIS environment, the homogeneous environmental map units (work units' map) were obtained. The ecological potential of watershed lands was determined by comparing the characteristics of ecological homogeneous units with the ecological model of agricultural and rangelands. Finally, the area of unauthorized land uses was determined using overlaying the current land use map and the land use map derived from ecological capability. The results showed that 3188 ha (44%) of the area is occupied by unauthorized land uses. The contributions of unauthorized livestock and range management, irrigated orchards and cultivations, and dry farming land uses were 2569 ha (34.9%), 211 ha (2.8%) and 408 ha (5.5%), respectively. The results of this study showed that there is a big difference between the proper and current land uses in the Aqujan watershed, which indicates the degree of deviation from the principles of sustainable development.

* Corresponding author e-mail address: jamalmosaffaie@yahoo.com