Archive of SID

پژوهش‌های محیط‌زیست، سال ۷، شماره ۱۳، بهار و تابستان ۱۳۹۵، از صفحه ۵۷ تا ۶۸

ارزیابی توان محیط‌زیستی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی با تأکید بر مدل‌های کارگروه استعدادیابی اراضی (مطالعه موردی: منطقه کریت)

محمدرضا علمی[۱]، سجاد بهرامی*[۲]، علیرضا احسان‌زاده[۳]

۱ استادیار گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع‌طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد
۲ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع‌طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد
۳ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع‌طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۰۴؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۰۶/۱۵)

چکیده

ارزیابی و طبقه‌بندی سرزمین با مقایسه ویژگی‌های اکولوژیکی هر یگان محیط‌زیستی با مدل‌های اکولوژیکی انجام می‌گیرد. در این باره ابتدا جدول ارزیابی توان تهیه و سپس ویژگی‌های اکولوژیکی آبخیز مورد مطالعه با تک تک مدل‌های اکولوژیکی مقایسه و ارزیابی صورت می‌پذیرد. هدف از این مطالعه، ارزیابی توان محیط‌زیستی منطقه کریت با استفاده از (GIS) و بررسی مدل‌های کارگروه استعدادیابی اراضی برای تخصیص کاربری‌ها می‌باشد. مدل‌های اکولوژیکی مورداستفاده در این تحقیق، آمیزه‌ای از مدل‌های مخدوم، کارگروه استعدادیابی اراضی و شرایط اکولوژیکی حاکم بر منطقه می‌باشد. در مدل‌های کارگروه استعدادیابی اراضی معیارها واقع‌بینانه‌تر لحاظ شده و از نگرش علمی محض خودداری شده است. نتایج حاکی از آن است که محدودیت‌های شدید از جمله کمبود منابع آبی، تبخیر و تعرق زیاد، زلزله‌خیز بودن و اقلیم خشک موجب شده است که منطقه برای بیشتر کاربری‌ها توانی نداشته باشد. از بین کاربری‌ها تنها برای مرتعداری، تفرج گسترده و حفاظت توان وجود دارد. به‌گونه‌ای که کل سطح منطقه با توجه به محدودیت‌های زیاد به‌عنوان حفاظتی ارزیابی شد. برای کاربری تفرج گسترده نیز به‌شرط حفظ کاربری موجود کل منطقه دارای توان می‌باشد. همچنین، تعداد ۷۸ واحد محیط‌زیستی که ۱۴ درصد مساحت منطقه را شامل می‌شود، برای کاربری مرتعداری دارای توان می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: ارزیابی توان، GIS، کریت، کارگروه استعدادیابی اراضی، مدل اکولوژیکی

* نویسنده مسئول: Email: s.bahrami98@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

سرآغاز

مهم‌ترین مشکلات تعامل انسان با طبیعت، عبارت از انفجار جمعیت، کاهش تنوع‌زیستی، آلودگی محیط‌زیست و نبود امنیت غذایی می‌باشد که در مجموع با افزایش جمعیت، دخالت‌های انسان در طبیعت و بهره‌برداری مداوم از منابع محیط‌زیستی به‌منظور تأمین نیازهای فزاینده جوامع، به‌تدریج توان جذب و ترمیم زیست سپهر را اشباع کرده است. ریشه مشکلات فوق را می‌توان در استفاده نادرست انسان از سرزمین و مدیریت غلط یا روش بهره‌برداری نادرست جست‌وجو کرد (مخدوم، ۱۳۸۱؛ شریفی‌پور و مخدوم، ۱۳۸۳). به‌مرور انسان پی برد برای آن که از فقر و زوال سرزمین جلوگیری کند، باید به همراه طبیعت حرکت و از سرزمین به‌اندازه توان یا پتانسیل تولیدی آن بهره‌وری نماید. و نوع استفاده از سرزمین را بر اساس توان کاربری سرزمین بنا نهد (مخدوم، ۱۳۸۱).

ارزیابی توان اکولوژیک فرآیندی است که تلاش دارد از طریق تنظیم رابطه انسان با طبیعت، توسعه‌ای درخور و هماهنگ با طبیعت را فراهم سازد. در واقع، این ارزیابی گامی مؤثر در جهت به‌دست آوردن برنامه‌ای برای توسعه پایدار اطلاق می‌شود. زیرا، با شناسایی و ارزیابی ویژگی‌های اکولوژیک در هر منطقه برنامه‌های توسعه‌ای می‌توانند همگام با طبیعت برنامه‌ریزی شوند و طبیعت خود استعدادهای سرزمین را برای توسعه مشخص می‌کند. بنابراین، ارزیابی توان اکولوژیک به‌عنوان پایه و اساس آمایش یا طرح‌ریزی محیط‌زیستی برای کشورهایی که درصدد دست‌یابی به توسعه پایدار همراه با حفظ منافع نسل‌های آتی هستند، اجتناب‌ناپذیر خواهد بود (موحد و زاده دباغ، ۱۳۸۹). وقتی منطقه خود مهیای نوعی از کاربری انسان باشد، استفاده کردن از آن سرزمین برای کاربری یادشده با کمترین هزینه انجام‌پذیر است و در این حالت بالاترین بازده را برای کاربری موردنظر خواهد داشت که ممکن است این بازده را در مورد کاربری‌های دیگر که به‌صورت نابجا در آن انجام می‌شود، نداشته باشد (مخدوم، ۱۳۸۱). همچنین ارزیابی، ابزاری برای برنامه‌ریزی راهبردی استفاده از سرزمین است (Rossiter, 1996). در منابع طبیعی، GIS از جایگاه ممتازی برخوردار است دلیل آن حجم زیاد اطلاعات، پویایی و تغییرپذیر بودن این اطلاعات در علوم طبیعی می‌باشد. تشکیل بانک اطلاعاتی از نقشه‌های موضوعی مختلف و امکان ارتباط و توسعه با تکنولوژی پیشرفته تصاویر ماهواره‌ای از قابلیت‌های GIS است (Aronoff, 1995).

در GIS، اطلاعات جغرافیایی درواقع نماینده و نمایش‌دهنده سطح واقعی زمین می‌باشند که از منابع مختلف مانند: نقشه‌های موجود، عکس‌های هوایی، تصاویر سنجش‌ازدور، گزارش‌ها و مدارک متنی، به‌دست آمده و مورداستفاده قرار می‌گیرند (زبیری و مجد، ۱۳۸۳). اندرسون[۱] معتقد است که در تجزیه‌وتحلیل توان و تناسب اراضی، ارزیابی جامع با کمک مشخصه‌های اکولوژیک می‌باید صورت گیرد (Anderson, 1987). در این رابطه، سیستم اطلاعات جغرافیایی به‌عنوان ابزاری کارامد در برنامه‌ریزی محیط‌زیستی، عمل ذخیره، مدیریت و تجزیه‌وتحلیل داده‌های فضایی و غیر فضایی را انجام می‌دهد (Burrough & McDonnell, 1998; Aronoff, 1995). در این مورد مطالعات مختلفی در دنیا و ایران صورت گرفته است. کرمی کرد علیوند، برای مدل‌سازی بهینه کاربری اراضی در منطقه خرم‌آباد با استفاده از داده‌ها و نقشه‌های اکولوژیکی موجود در محیط GIS مدل‌های توان اکولوژیکی کشاورزی، مرتعداری، جنگلداری، تفرج گسترده و آبزی‌پروری را تعیین کرد (کرمی کرد علیوند، ۱۳۷۹). امیری و همکاران مطالعه‌ای برای ارزیابی توان اکولوژیک جنگل‌های حوزه‌های آبخیز دو هزار و سه هزار شمال ایران با استفاده از GIS انجام دادند. نتایج این پژوهش حاکی از وجود پنج طبقه اول و عدم وجود طبقات ۶ و ۷ مدل‌های جنگلداری ایران در حوزه مورد مطالعه‌اند که از پنج طبقه اول، سهم طبقه ۳ از همه بیشتر است (امیری و همکاران، ۱۳۸۷). مینایی، تکنیک GIS را برای آمایش کشاورزی در منطقه فریدون‌شهر به کار برده و نیز پورخباز برای مدل‌سازی کاربری توسعه شهری در قزوین از GIS استفاده کرده است (جوانمردی و همکاران، ۱۳۹۰). احمدی ثانی و همکاران در مطالعه‌ای در حوزه شهرستان بانه در مناطق جنگلی زاگرس شمالی به بررسی کاربرد سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در مطالعات ارزیابی توان اکولوژیک پرداخته و نتیجه گرفتند که چارچوب مناسبی را از نظر کاهش هزینه و افزایش سرعت و دقت کار برای ارزیابی زمین ارایه می‌نماید (احمدی ثانی و همکاران، ۱۳۹۰). ساتی‌ریویرا[۲] با کمک سامانه پشتیبان برنامه‌ریزی بر اساس GIS مکان‌یابی کاربری اراضی روستایی را در ناحیه تراچا[۳] اسپانیا انجام دادند (Sante- Riveira et al., 2008). نوری و همکاران، بخش مرکزی شهرستان کیار را برای تعیین مناطق

www.SID.ir

Archive of SID

مستعد کشاورزی با استفاده از GIS مورد ارزیابی توان اکولوژیک قرار دادند و نتیجه گرفتند که بر اساس مدل‌های اکولوژیکی مخدوم در کل محدوده برای کشاورزی درجه ۱ توانی ندارد، اما مناطق وسیعی برای کشاورزی درجه ۲ و ۳ توان دارند (نوری و همکاران، ۱۳۸۹). میرکتولی و کنعانی شهرستان ساری را به‌منظور تعیین توان برای توسعه شهری با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چند معیاری و GIS ارزیابی کردند و به این نتیجه رسیدند که بخش وسیعی از منطقه باوجود نداشتن توان به توسعه شهری اختصاص‌یافته است (میرکتولی و کنعانی، ۱۳۹۰). کرمی و همکاران، در مطالعه‌ای به ارزیابی توان اکولوژیکی حوضه آبخیز بابل رود برای جنگلداری با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی پرداخته و به این نتیجه رسیدند که بیش از نیمی از سطح منطقه دارای توان عالی و خیلی خوب (طبقه ۱ و ۲) است که نشان می‌دهد منطقه محدودیت بسیار کمی برای ایجاد جنگل تجارتی دارد (کرمی و همکاران، ۱۳۹۱).

به‌منظور جلوگیری از هدر رفت سرمایه‌های طبیعی و انسانی و کنترل پیامدهای آتی محدودیت‌های اکولوژیکی و طبیعی، شناسایی پتانسیل‌ها و قابلیت‌های سرزمین، برای هر نوع کار و فعالیتی ضروری می‌باشد. پژوهش حاضر نیز باهدف ارزیابی توان اکولوژیک منطقه کریت برای کاربری‌های مختلف با مقایسه ویژگی‌های اکولوژیکی منطقه مذکور با مدل‌های اکولوژیکی مخدوم و کارگروه استعدادیابی اراضی برای کاربری‌های مختلف و استفاده از توانایی‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) گردآوری‌شده است.

مواد و روش‌ها

روش پژوهش

اساس کار ارزیابی توان اکولوژیکی در ایران بر پایه روش روی‌هم‌گذاری مک‌هارگ- مخدوم جهت تلفیق اطلاعات اکولوژیک، براساس مدل‌های اکولوژیکی مخدوم می‌باشد که این فرایند به‌طورکلی شامل ۳ مرحله اصلی می‌باشد: اول- شناسایی منابع اکولوژیکی، دوم- تجزیه‌وتحلیل و جمع‌بندی داده‌ها، سوم- ارزیابی و طبقه‌بندی سرزمین، (مخدوم و همکاران، ۱۳۹۰). مدل‌سازی به معنای ساده‌سازی واقعیت است (اندرودی، ۱۳۸۰)، که همراه با شبیه‌سازی و با گسترش سریع اطلاعات جغرافیایی، به برنامه‌ریزی کمک می‌کند و برای تجزیه‌وتحلیل و به‌ویژه پیش‌بینی توان کاربری اراضی، ضروری است. برخی از نارسایی‌های مدل‌های اکولوژیکی مخدوم سبب شد تا کارگروه استعدادیابی اراضی برای تخصیص کاربری‌ها، در سال ۱۳۸۹ با انتشار گزارشی مدل‌های کامل‌تری ارایه کند. اصلی‌ترین وظیفه کارگروه استعدادیابی اراضی استخراج و تعیین معیارهای سنجش مدیریت سرزمین بر اساس توان اکولوژیک منطقه و استعدادیابی اراضی برای انواع کاربری‌های کشاورزی و غیر کشاورزی می‌باشد. در تدوین معیارهای سنجش و تعیین الگوی مناسب، واقع‌بینی و واقع‌گرایی و توجه به مسایل اقتصادی، اجتماعی و سیاسی هر منطقه و کشور مدنظر قرارگرفته و از نگرش علمی محض پرهیز شده است (سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری، ۱۳۸۹). مدل‌های کارگروه استعدادیابی اراضی در پاره‌ای موارد با مدل مخدوم تفاوت دارند ازجمله اینکه: کاربری کشاورزی را به انواع زراعت آبی، زراعت دیم و مرتعداری برای چرای دام طبقه‌بندی کرده است. برای کاربری جنگلداری اصلاحاتی صورت گرفته و شرایط انواع جنگل‌ها (هیرکانی، ارسبارانی، زاگرسی، خلیج عمانی، ایران تورانی) نیز مورد ملاحظه قرارگرفته است. در این مدل، درجه‌بندی توان برای کاربری‌ها صورت نگرفته بلکه کمیت معیارها در جدول به‌صورت حداقل‌های لازم برای هر کاربری تنظیم شده است. در این مدل، ملاک‌ها و معیارهای اکولوژیکی برای انواع کاربری‌ها واقع‌بینانه‌تر مدنظر قرارگرفته است (علمی، ۱۳۹۲). در این تحقیق، به‌منظور ارزیابی توان اکولوژیک منطقه کریت، ابتدا داده‌ها و اطلاعات از طریق مطالعات کتابخانه‌ای شامل مطالعه کتب، گزارش‌ها، مقالات و پایان‌نامه‌ها و نیز از طریق ترجمه متون مرتبط به موضوع ازجمله مقاله‌ها لاتین جمع‌آوری شد. در فرآیند این پژوهش ابتدا با استفاده از مدل رقومی ارتفاع[۴] اقدام به تولید نقشه‌های جهات جغرافیایی، شیب و ارتفاع شد. سپس، با تلفیق[۵] این سه لایه باهم، نقشه نهایی واحد شکل زمین به دست آمد. از تلفیق نقشه واحد شکل زمین با نقشه واحدهای اراضی که شامل ویژگی‌های بافت، عمق و لایه‌های محدودکننده خاک می‌باشد و نیز تیپ و درصد تاج پوشش گیاهی، نقشه واحدهای محیط‌زیستی نهایی تولید شد. در نهایت برای ترکیب لایه‌ها باهم در نرم‌افزار ARCGIS 10 از روش روی‌هم پوشانی[۶] استفاده شد. علاوه بر مشخصات اکولوژیکی پایدار محدوده مورد مطالعه، مشخصه‌های دیگری نظیر زمین‌شناسی، هیدرولوژی و منابع آب، اقلیم و اطلاعات اجتماعی و اقتصادی نیز در ارزیابی توان محیط‌زیستی دخالت داده شده‌اند و سپس با مقایسه هر کدام از واحدهای

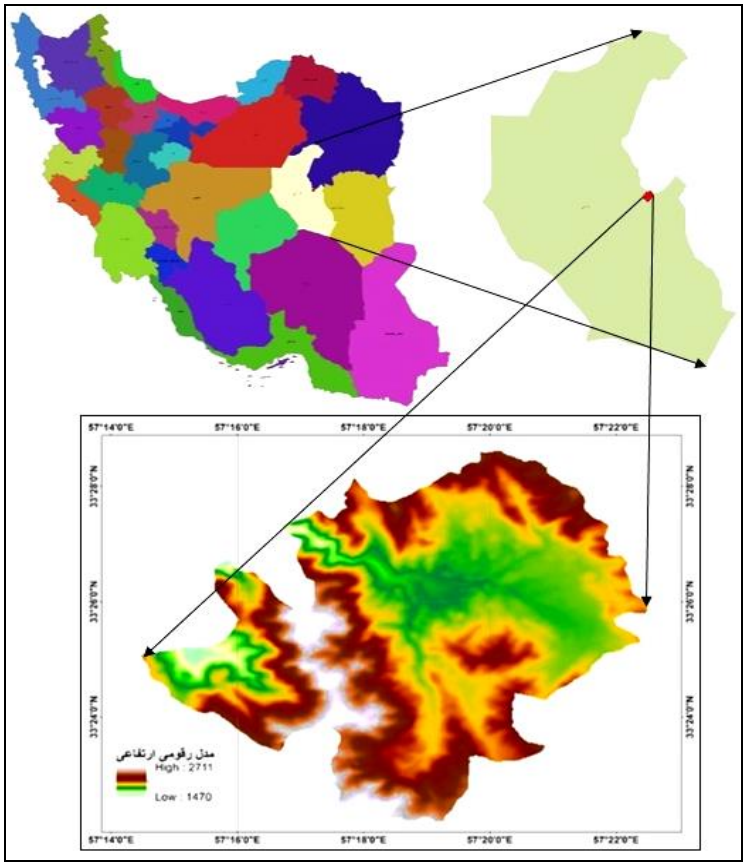
www.SID.ir

Archive of SID

محیط‌زیستی با مدل‌های بومی ساخته‌شده برای منطقه، ارزیابی توان محیط‌زیستی منطقه انجام گرفت.

منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه ازلحاظ تقسیمات کشوری در استان خراسان جنوبی، شهرستان طبس، بخش دیهوک واقع شده است (شکل ۱). تا سال ۱۳۸۰، شهرستان طبس، یکی از شهرستان‌های استان خراسان بود که در این سال با تصویب هیئت دولت از استان خراسان جدا شده و به استان یزد ملحق شد. سپس در زمستان سال ۱۳۹۱، با تصویب هیئت دولت، شهرستان طبس از استان یزد جداشده و به استان خراسان جنوبی پیوست (ایسنا، ۹۱). مساحت منطقه برابر ۷۹۷۷ هکتار می‌باشد. مرتفع‌ترین نقطه منطقه ۲۷۱۱ متر ارتفاع دارد و از لحاظ موقعیت جغرافیایی در زون ۴۰ شمالی سیستم WGS84 جهانی قرار دارد و در محدوده جغرافیایی ۵۷ درجه ۱۴ دقیقه و ۳۲ ثانیه تا ۵۷ درجه و ۲۲ دقیقه و ۲۹ ثانیه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۲۲ دقیقه و ۱۶ ثانیه تا ۳۳ درجه و ۲۸ دقیقه و ۳۶ ثانیه عرض شمالی واقع‌شده است.



شکل (۱): موقعیت منطقه مورد مطالعه

یافته‌ها

نقشه‌های شیب، ارتفاع و جهت

نقشه‌های ارتفاع، شیب و جهت محدوده مورد مطالعه با استفاده از مدل رقومی ارتفاع و استفاده تکمیلی از نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کل کشور تهیه شده است. نقشه جهت جغرافیایی با توجه به وضعیت توپوگرافی منطقه در ۵ کلاس دشت (Plain)، شمال (North)، شرق (East)، جنوب (South)، غرب (West) طبقه‌بندی شده است. شایان‌ذکر است که در این مطالعه شیب‌های کمتر از ۸ درصد به‌عنوان طبقه بدون جهت (Plain) در نظر گرفته‌شده‌اند. نقشه شیب برای منطقه، ۶ کلاس در نظر گرفته شده است. همچنین، نقشه ارتفاعی برای منطقه نیز به ۴ کلاس طبقه‌بندی شده است. برای تهیه نقشه واحدهای شکل زمین، نقشه‌های شیب، جهت و ارتفاع به روش دو ترکیبی، به دلیل ارایه نتیجه بهتر، دقیق‌تر و تفکیک آسان واحدها، روی‌هم‌گذاری شدند، (شکل ۲). هرچند که در گذشته این کار به‌صورت دستی صورت می‌گرفت و نیازمند وقت

www.SID.ir

Archive of SID

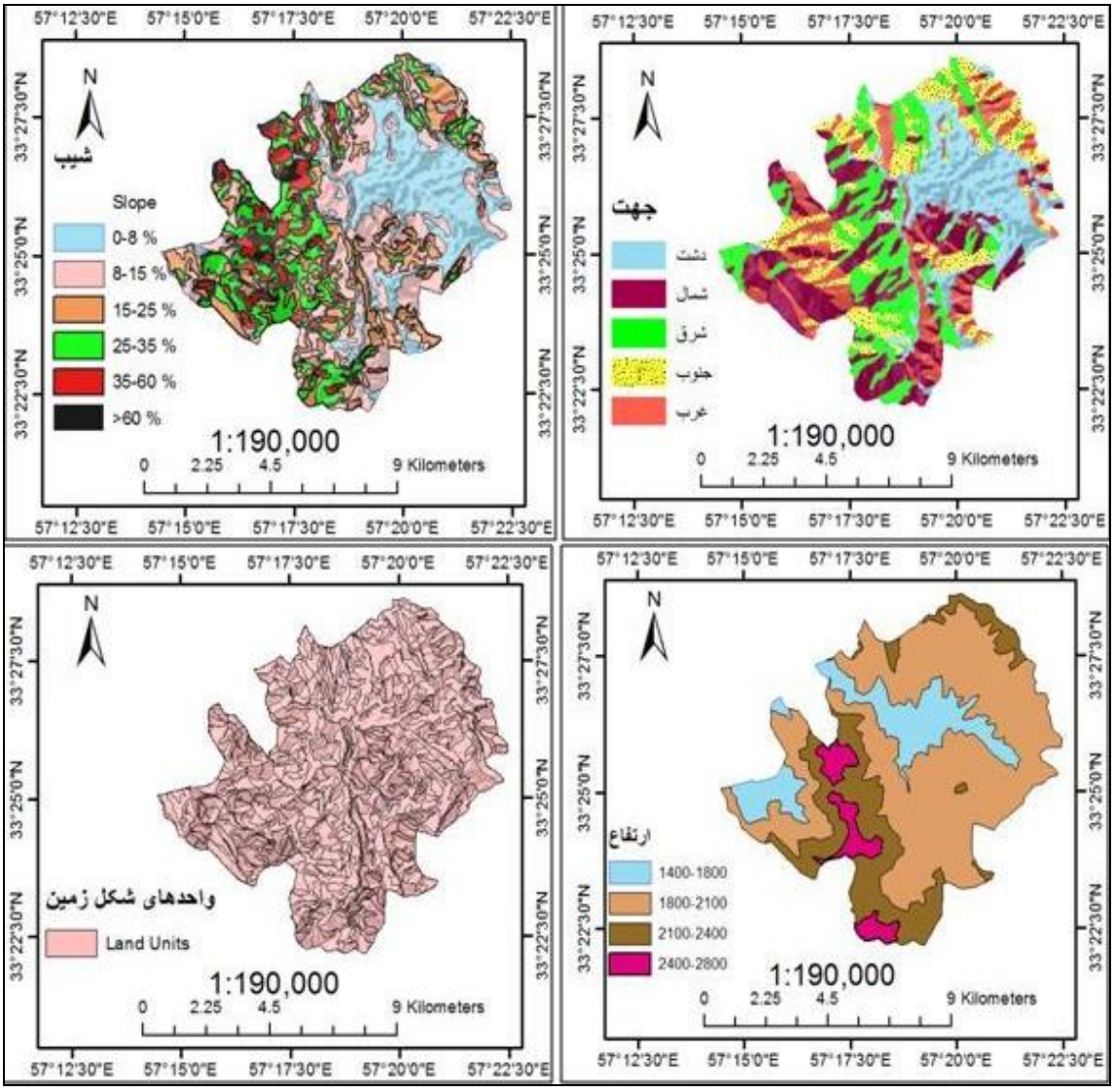
و هزینه زیادی بود، اما امروزه با استفاده از توانایی سامانه اطلاعات جغرافیایی این کار با سرعت و دقت قابل قبولی انجام می‌گیرد. در این تحقیق نیز از قابلیت‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی برای تهیه نقشه‌های ارتفاع، شیب، جهت و نقشه واحدهای شکل زمین استفاده شد.

نقشه خاک

با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی با بازدید و بررسی‌های صحرایی نقشه واحدهای اراضی منطقه تهیه گردیده است (اداره کل منابع‌طبیعی و آبخیزداری، ۱۳۸۶). در مجموع، تعداد ۱۱ طبقه اجزای واحد اراضی در ناحیه کریت کلاس‌بندی شده است. واحدهای اراضی دربرگیرنده ویژگی‌های بافت خاک سطحی، میزان عمق خاک، بافت خاک و نوع لایه محدودکننده می‌باشد که در جدول (۱) نشان داده‌شده است.

نقشه تیپ و تراکم پوشش گیاهی

نقشه پوشش گیاهی به‌عنوان نقشه مورد استفاده در انجام ارزیابی توان محیط‌زیستی باید مورد توجه قرار گیرد. برای تهیه این نقشه با توجه به نقشه‌های شیب، جهت دامنه، زمین‌شناسی، کاربری اراضی، عکس‌های هوایی بازدیدهای صحرایی و بررسی تصاویر ماهواره‌ای تیپ‌بندی صورت گرفته است (شکل ۲) و درصد تاج هر تیپ پوشش گیاهی نیز محاسبه شده است (اداره کل منابع‌طبیعی و آبخیزداری، ۱۳۸۶).



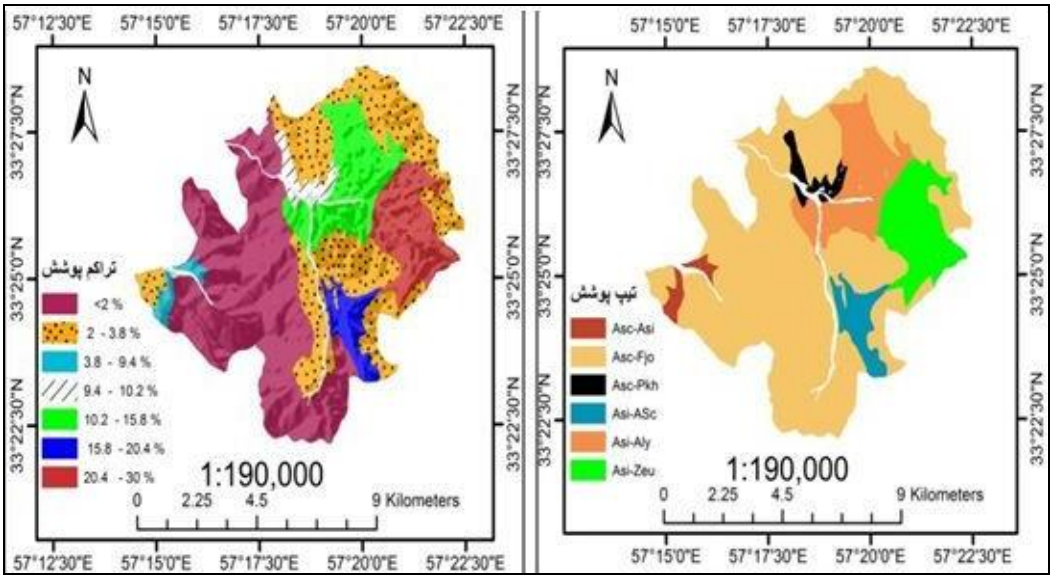
شکل (۲): نقشه‌های شیب، جهت، ارتفاع و شکل زمین منطقه مورد مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۱): واحدهای اراضی و ویژگی‌های خاک منطقه کریت

واحدهای اراضی	مشخصات خاک‌ها	درصد
۱-۱-۱	تیپ فیزیوگرافی کوه‌ها، فاقد خاک یا خاک‌های بسیار کم‌عمق در دامنه‌ها، سطح رخنمون سنگی بیش از ۷۵ درصد، شیب تا ۹۰ درصد	۱۹/۹۴
۱-۲-۱	تیپ فیزیوگرافی کوه‌ها، خاک‌های کم‌عمق سنگلاخی در دامنه‌ها، سطح رخنمون سنگی تا ۷۰ درصد، شیب تا ۸۰ درصد	۱۱/۵۲
۱-۲-۲	تیپ فیزیوگرافی کوه‌ها، خاک‌های کم‌عمق سنگلاخی با بافت سبک در دامنه‌ها، سطح رخنمون سنگی ۵۰ تا ۶۰ درصد شیب تا ۷۰ درصد	۲۱
۱-۲-۳	تیپ فیزیوگرافی کوه‌ها، خاک‌های کم‌عمق سنگلاخی با بافت سبک در دامنه‌ها، سطح رخنمون سنگی تا ۶۰ درصد و لیتولوژی شیب تا ۸۰ درصد	۱۴/۷۹
۱-۲-۴	تیپ فیزیوگرافی کوه‌ها، خاک‌های کم‌عمق سنگلاخی با بافت در دامنه‌ها، سطح رخنمون سنگی ۴۰ تا ۵۰ درصد و لیتولوژی شیب تا ۷۰ درصد	۵/۴۵
۲-۳-۱	تیپ فیزیوگرافی تپه‌ها، خاک‌های کم‌عمق سنگلاخی در دامنه‌ها با بافت سبک، با سطح رخنمون سنگی کمتر از ۲۵ درصد و لیتولوژی شیل و مارن شیب تا ۳۵ درصد	۲/۵
۲-۳-۲	تیپ فیزیوگرافی تپه‌ها، خاک‌های کم‌عمق تا نیمه عمیق با بافت خاک سطحی سبک، سطح رخنمون سنگی کمتر از ۲۵ درصد و لیتولوژی سنگ‌آهک رسی شیب تا ۲۵ درصد	۵/۸۷
۲-۳-۳	تیپ فیزیوگرافی تپه‌ها، خاک‌های کم‌عمق تا نیمه عمیق سنگلاخی با بافت سبک، سطح رخنمون سنگی کمتر از ۲۵ درصد و لیتولوژی کنگلومرا و مواد آبرفتی و آهک مارنی شیب تا ۳۰ درصد	۴/۳۶
۳-۱-۱	شامل فلات‌ها و تراس‌های فوقانی با پستی‌وبلندی متوسط تا نسبتاً زیاد و سنگریزه سطحی تا ۳۰ درصد شیب عمومی تا ۳ درصد شیب جانبی تا ۵ درصد، خاک‌های نسبتاً عمیق سنگلاخی با بافت سطحی سبک	۲/۵۵
۳-۳-۱	شامل فلات‌ها و تراس‌های فوقانی با پستی‌وبلندی کم تا متوسط با خاک‌های عمیق و لایه محدوده کننده گچ در عمق خاک شیب عمومی تا ۲ درصد شیب جانبی ۳ تا ۵ درصد، خاک‌های عمیق با تکامل و لایه محدودکننده گچی	۶/۲۷
۳-۲-۲	شامل فلات‌ها و تراس‌های فوقانی با پستی‌وبلندی کم تقریباً مسطح با شیب ملایم و خاک‌های دارای تکامل با سنگریزه سطحی تا ۲۰ درصد، خاک‌های عمیق با بافت سطحی و عمقی سبک و شوری متوسط	۵/۷۴



شکل (۳): نقشه‌های تیپ و تراکم پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به شرایط اقلیمی و ادافیکی حاکم بر منطقه مطالعاتی تعداد ۷ تیپ گیاهی تعیین و تراکم پوشش گیاهی نیز در ۷ طبقه نقشه‌سازی شد (شکل ۳). اطلاعات مربوط به تیپ‌های گیاهی و درصد تاج پوشش و مساحت هرکدام به تفکیک در جدول (۲)، آورده شده است.

جدول (۲): تیپ و درصد پوشش گیاهی منطقه کریت

طبقه	علامت اختصاری	نام فارسی تیپ	مساحت تیپ	درصد پوشش
۱	Ar. Si - Zy.eu	درمنه دشتی، قیچ	۶/۸۱۴	۳۰
۲	Ar. Si- Am.sc	درمنه، بادام‌کوهی	۶/۳۰۲	۴/۲۰
۳	Ar. Si- Am.ly	درمنه، تنگرس	۳/۹۸۰	۸/۱۵
۴	Ar. Si- No.mu	درمنه، خارکو	۱/۱۹۴	۲/۱۰
۵	Am. Sc- Ar. Si	بادام‌کوهی، درمنه	۵/۱۳۶	۴/۹
۶	Am. Sc- Fi, jo	بادام‌کوهی، انجیر	۶/۲۳۵۴	۸/۳
۷	Am. Sc- Pi.kh	بادام‌کوهی، پسته	۱/۳۱۹۵	<۲

زمین‌شناسی، اقلیم، هیدرولوژی و فرسایش

در حقیقت، برای نقشه‌سازی یگان‌های محیط‌زیستی فقط منابع اکولوژیکی پایدار نقش دارند. اما، برای آن که ویژگی‌های منابع اکولوژیکی به نسبت ناپایدار نیز در ارزیابی دخالت داشته باشند، بررسی و افزودن اطلاعات این منابع به جدول ویژگی واحدها ضروری می‌باشد (مخدوم، ۱۳۸۱). ویژگی‌های زمین‌شناسی که در شناسایی خاک و حساسیت سنگ منطقه از آن استفاده می‌شود، از روی نقشه‌های زمین‌شناسی سازمان زمین‌شناسی و عملیات میدانی تهیه شد، در منطقه کریت، سازندهای زمین‌شناسی بر پایه قدمت شامل: سازند آهکی جمال- سازند شیلی سرخ شیل- سازند دولومیتی شتری- شیل و سیلتستون سازند شمشک- سازند آهکی- شیلی بادامو- مارن و شیل‌های سازند بغمشاه- شیل و مارن‌های سازند قلعه دختر- سازند آهکی اسفندیار- کنگلومرای کرمان و رسوبات کوهرفتی و رسوبات آبرفتی بستر رودخانه بوده‌اند (جدول ۳).

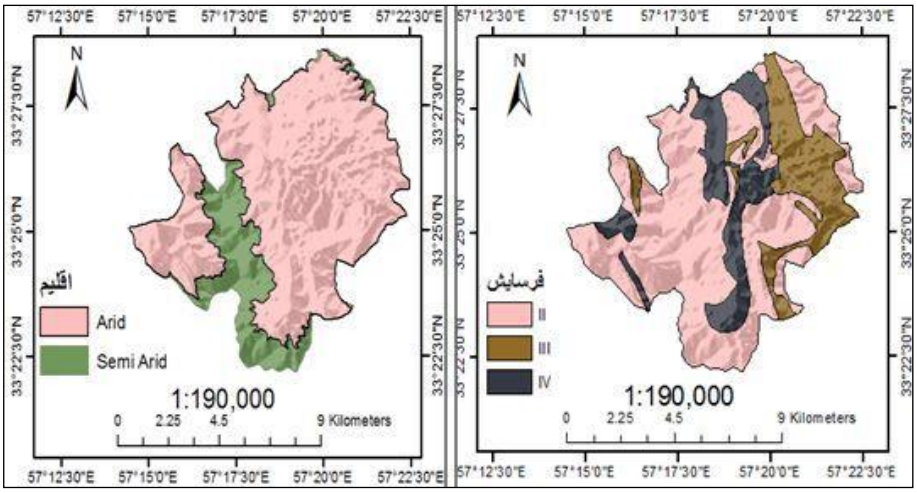
جدول (۳): زمین‌شناسی منطقه کریت

نام سازند	علامت اختصاری	جنس رسوبات	مساحت (کیلومترمربع)	مساحت (درصد)
جمال	Pj- pjd	آهک توده‌ای ضخیم و دولومیت	۷۶/۴	۹۶/۵
شتری	Tsh-Tshe	آهک مایل به زرد به همراه دولومیت	۷/۳۹	۸۲/۴۹
سرخ شیل	Tsr	شیل قرمز رنگ	۳۸/۰	۴۸/۰
شمشک	Js	ماسه‌سنگ به همراه شیل	۹۹/۴	۲۵/۶
آهک بادامو	Jbd	آهک آمونیتی	۲۴/۰	۳/۰
بغمشاه	Jbg	شیل- مارن‌های سبز و زرد	۸۵/۴	۰۷/۶
قلعه دختر	Jds	آهک همراه با شیل ماسه‌ای	۲۵/۱	۵۶/۱
اسفندیار	Je	آهک ریفی	۵۹/۸	۷۸/۱۰
کنگلومرای کرمان	Pgk	کنگلومرا و ماسه همراه با قلوه آهکی	۴۷/۱	۸۴/۱
آبرفت	Qt1	شن و ماسه به همراه سیلت و رس	۱۳/۲	۶۷/۲
آبرفت	Qt2	قلوه‌سنگ و شن ماسه	۳/۱۱	۸/۱۴
آبرفت	Qal	قلوه‌سنگ شن و ماسه و رسوبات بستر رودخانه و مسیل‌ها	۳۵/۳	۱۹/۴

www.SID.ir

Archive of SID

جهت مطالعه متغیرهای مختلف هواشناسی در منطقه کریت طبس، از ایستگاه‌های کلیماتولوژی، سینوپتیک، تبخیر سنجی و باران‌سنجی مجاور منطقه استفاده‌شده است. اقلیم منطقه کریت طبس به روش دومارتن، به‌صورت خشک و نیمه‌خشک تشخیص داده شده است (شکل ۴).



شکل (۴): نقشه‌های فرسایش و اقلیم منطقه مورد مطالعه

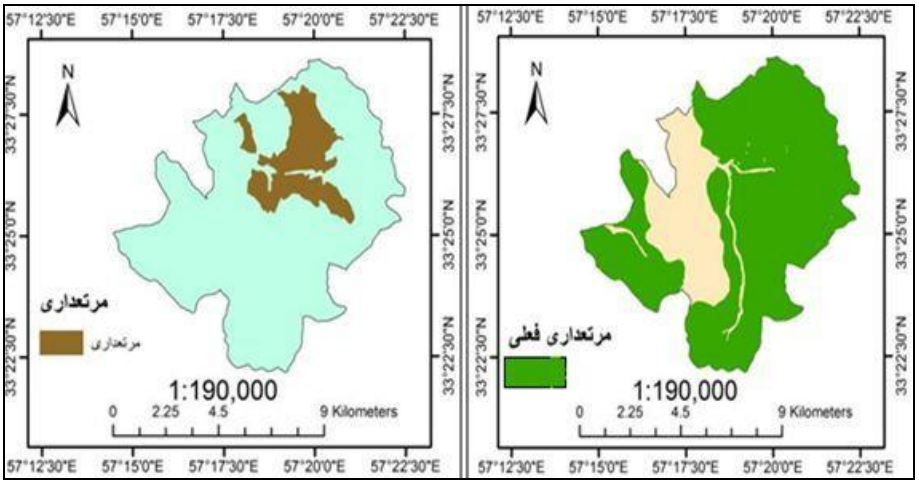
منطقه مورد مطالعه، فاقد سفره آب زیرزمینی آبرفتی قابل‌ملاحظه‌ای می‌باشد. منابع آبی موجود به لحاظ آبدهی کم آن‌ها نقش عمده‌ای در جهت تغذیه حوزه ندارند. با توجه به مطالعه انجام‌شده ازجمله تیپ‌ها و اشکال فرسایش موجود در حوزه، می‌توان به تیپ II (فرسایش با شدت کم و شکل غالب فرسایش مکانیکی)، تیپ III (فرسایش با شدت متوسط و اشکال غالب فرسایش سطحی و آبراهه‌ای) و تیپ IV (فرسایش با شدت زیاد و اشکال غالب فرسایش سطحی، شیاری، آبراهه‌ای و کناری) اشاره نمود، (اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری، ۱۳۸۶). همان‌طور که در شکل (۴) نیز مشخص است، بیشترین درصد فرسایش، مربوط به تیپ فرسایش II با ۶۳ درصد می‌باشد. در این تحقیق، با تلفیق نقشه اجزای واحدهای اراضی، پوشش گیاهی و نقشه نهایی واحدهای شکل زمین در محدوده مورد مطالعه، نقشه واحدهای محیط‌زیستی نهایی با ۴۱۰ واحد تولید شده است. نکته‌ای که در روی‌هم گذاری نقشه‌ها و تهیه یگان‌های محیط‌زیستی حایز اهمیت است، حداقل مساحت واحد جدا شده است. به‌گونه‌ای که واحدهای با مساحت کمتر از یک سانتیمتر مربع در هر مقیاس نقشه، در مشابه‌ترین واحد نزدیک خود ادغام[۷] شد (مخدوم، ۱۳۸۱). در این مطالعه نیز پس از هر بار روی‌هم گذاری به روش دو ترکیبی واحدهای کوچک‌تر از ۶/۲۵ هکتار در واحدهای بزرگ‌تر و مشابه خود ادغام شده است.

کد واحدهای محیط‌زیستی با توجه به روی‌هم گذاری ۵ نقشه مورداستفاده در تلفیق ایجادشده است و برای دیگر لایه‌ها فقط اطلاعات آن‌ها در جدول اطلاعاتی واحدها وارد شده است. سپس، با مقایسه جدول ویژگی‌های یگان‌های محیط‌زیستی و مدل‌هایی که توسط نگارندگان به کمک مدل‌های مخدوم و کارگروه استعدادیابی اراضی و بررسی شرایط اکولوژیکی و محیط‌زیستی منطقه تهیه شد، کار ارزیابی توان محیط‌زیستی منطقه برای هریک از کاربری‌ها انجام گرفت و نتایج زیر به دست آمد. تعداد ۷۸ واحد محیط‌زیستی که ۱۴ درصد منطقه را به خود اختصاص می‌دهند، حداقل‌های لازم را برای کاربری مرتعداری دارا می‌باشند. این حداقل‌های لازم برای مرتعداری شامل: پوشش گیاهی با تراکم بیش از ۱۰ درصد، شیب تا ۲۵ درصد، بافت خاک نیمه سنگین، نیمه سبک و سبک، عمق خاک ۱۰ سانتی‌متر به بالا، فرسایش کم تا متوسط و بارندگی ۱۰۰ میلی‌متر به بالا می‌باشند.

در شکل (۵)، نقشه کاربری مرتعداری کنونی و نقشه مرتعداری حاصل از ارزیابی توان محیط‌زیستی نشان داده شده است. برای کاربری تفرج گسترده نیز براساس مدل‌های کارگروه استعدادیابی اراضی با حفظ کاربری‌های موجود کل محدوده دارای توان می‌باشد. همچنین، با توجه به محدودیت‌های موجود در منطقه، کل محدوده دارای توان حفاظت می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۵): نقشه‌های مرتعداری فعلی و مرتعداری حاصل از ارزیابی

بحث و نتیجه‌گیری

برنامه‌ریزی برای استفاده بهینه از اراضی موجب می‌شود تا ضمن بهره‌برداری بهینه و اصولی از منابع سرزمین، از اراضی به اقتضای استعداد و توانمندی‌شان استفاده شود. در چارچوب این برنامه‌ریزی، اراضی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند و تناسب آن‌ها برای ساماندهی کاربری‌ها بر اساس توان اکولوژیکی آن‌ها و بهره‌وری‌های خاص مشخص می‌شود (نوری و همکاران، ۱۳۸۹). ارزیابی توان اکولوژیک در کشور ما بر اساس ارزیابی چندعامله است. با توجه به منحصربه‌فرد بودن ویژگی‌های اکولوژیکی هر منطقه، آن چه مسلم است، این‌که عمل ارزیابی توان اکولوژیک در هر منطقه معیارها و ضوابط خاص خود را در بر دارد (پورجعفر و همکاران، ۱۳۹۱). تجزیه‌وتحلیل داده‌ها به‌این‌علت به عمل می‌آید که بتوان جمع‌بندی گروه‌های منظم داده‌ها را در بی‌نظمی آبخیز انجام داد. در ارتباط با کاربرد سامانه اطلاعات جغرافیایی در این مطالعه می‌توان به سودمندی‌های آن ازجمله سرعت و دقت بالا در تهیه، طبقه‌بندی و ترکیب نقشه‌های مختلف، مدیریت و ویرایش آن‌ها، ورود و خروج اطلاعات توصیفی و مهم‌تر از همه قابلیت تکرار این موارد به‌دفعات زیاد، به‌آسانی و در زمان کوتاه، اشاره نمود (احمدی ثانی و همکاران، ۱۳۹۰). ارزیابی توان اکولوژیکی محدوده مورد مطالعه با تلفیق ۵ لایه اولیه که روش تهیه آن‌ها در سطور بالا بیان شده است، قابل انجام است. با توجه به نقشه شیب، ۵۰ درصد مساحت منطقه مربوط به شیب ۰–۱۵ درصد است. همان‌طور که گفته شد، شیب‌های کمتر از ۸ درصد به‌عنوان بدون جهت در نظر گرفته شده‌اند. بر اساس نقشه طبقات ارتفاعی منطقه، کلاس ارتفاعی ۱۸۰۰–۲۱۰۰ حدود ۶۰ درصد مساحت منطقه را به خود اختصاص داده است. همچنین کمترین درصد مساحت مربوط به طبقه ارتفاعی ۲۴۰۰–۲۸۰۰ متر می‌باشد. براساس نقشه تیپ و پوشش گیاهی که در ۷ کلاس طبقه‌بندی‌شده است، بیشترین درصد مساحت مربوط به تیپ گیاهی بادام‌کوهی– پسته که در حدود ۴۰ درصد مساحت منطقه می‌باشد. همچنین، بیشترین درصد تراکم پوشش مربوط به تیپ درمنه دشتی– قیچ در حدود ۳۰ درصد می‌باشد. در محدوده مورد مطالعه، سه تیپ اصلی فیزیوگرافی (کوه‌ها– تپه‌ها– فلات‌ها و تراس‌های فوقانی) و جمعاً ۱۱ جزء واحد اراضی مشخص و ارایه شد که تیپ فیزیوگرافی کوه‌ها حدود ۷۳ درصد از مساحت کل منطقه را به خود اختصاص می‌دهد. همچنین در بین واحدهای اراضی بیشترین درصد مساحت (۲۱ درصد) مربوط به واحد اراضی ۲–۲–۱ می‌باشد که ویژگی‌های آن شامل شیب زیاد، برون‌زد سنگی با رخنمون سنگی ۵۰ تا ۶۰ درصد می‌باشد (جدول ۱). علاوه بر ۵ لایه اولیه که گفته شد، زمین‌شناسی و برخی دیگر از ویژگی‌های اکولوژیکی ناپایدار نیز در ارزیابی توان محیط‌زیستی نقش دارند. در مورد ویژگی‌های اقلیمی، بین ایستگاه‌های انتخاب‌شده ایستگاه تبخیرسنجی دیهوک و ایستگاه سینوپتیک طبس به دلیل تشابه آب و هوایی و نزدیکی به حوزه مطالعاتی در برآورد متغیرهایی مانند: بارندگی ماهانه، رطوبت، ساعات آفتابی، فشار بخار اشباع، به‌عنوان ایستگاه معرف منطقه مورد استفاده قرار گرفته‌اند. با توجه به آمارهای موجود، ایستگاه قاین در شرق منطقه دارای بیشترین بارندگی سالانه در بین ایستگاه‌ها یعنی ۱۷۴/۷ میلی‌متر و ایستگاه خور بیابانک در جنوب شرقی منطقه با

www.SID.ir

Archive of SID

بارندگی ۷۷/۳ میلی‌متر، کمترین میزان بارندگی را در بین ایستگاه‌ها داراست. با توجه به ارقام به‌دست آمده، میزان معدل تبخیر و تعرق سالانه ایستگاه طبس ۱۸۵۳/۷ میلی‌متر در سال برآورد شده است. بیشترین میزان تبخیر و تعرق در حوزه مربوط به تیرماه و کمترین میزان تبخیر و تعرق مربوط به دی‌ماه است. اقلیم منطقه کریت طبس به روش دومارتن در دوطبقه خشک و نیمه‌خشک کلاس‌بندی شده است که حدود ۷۰ درصد مساحت منطقه مربوط به اقلیم خشک است. با توجه به کوهستانی بودن منطقه و عدم وجود آب کافی و مناسب، تقریباً از تمامی اراضی منطقه در تیپ‌های مختلف به‌صورت مرتع و چراگاه فصلی دام استفاده می‌شود. از نظر زمین‌شناسی، گستره مورد مطالعه در منتهی‌الیه غربی رشته‌کوه شتری واقع است. همان‌طور که در جدول (۳) نیز مشخص می‌باشد، بیشترین درصد مساحت حوزه توسط آهک‌های شتری پوشیده شده و بیشتر در جنوب و مرکز گسترش دارد. کمترین رخنمون سنگی نیز مربوط به آهک‌های سازند بادامو است. همچنین، منطقه کریت در محدوده‌ای تکتونیزه و گسلیده قرار دارد و ازنظر ساختاری فعال است. بر طبق نقشه فرسایش، منطقه مورد مطالعه دارای سه تیپ فرسایش II و III و IV که بیشترین درصد فرسایش، مربوط به تیپ فرسایش II با ۶۳ درصد می‌باشد. نتیجه مطالعه فوق با مقایسه مطالعات انجام شده در مناطق خشک و نیمه‌خشک نشان می‌دهد که وجود محدودیت‌های طبیعی شدید در منطقه سبب شده است که برای بیشتر کاربری‌ها ازجمله جنگلداری، توسعه شهری و صنعتی و روستایی، آبزی‌پروری، کشت آبی و تفرج متمرکز هیچ‌گونه توانی نداشته باشد. با مقایسه کاربری مرتعداری فعلی و نتایج حاصل از ارزیابی محیط‌زیستی منطقه برای مرتعداری مشخص شد که بسیاری از مناطقی که در حال حاضر به‌عنوان مرتع مورداستفاده قرار می‌گیرند و در حدود ۷۸ درصد مساحت منطقه می‌باشند، هیچ‌گونه توانی برای این کاربری ندارند. پس از ارزیابی توان محیط‌زیستی مشخص شد که تنها ۱۴ درصد منطقه دارای قابلیت مرتعداری می‌باشد که نشان از بهره‌برداری بیش از توان منطقه دارد. این منطقه بر اساس مدل‌های کارگروه استعدادیابی اراضی در صورتی برای تفرج گسترده توان دارد که کاربری‌های موجود حفظ گردند. همچنین، کل منطقه در مقایسه با مدل‌های کارگروه استعدادیابی اراضی و با توجه به وجود محدودیت‌های اکولوژیکی ازجمله رخنمون سنگی، محدودیت عمق خاک، محدودیت پوشش گیاهی، فرسایش زیاد، شوری و قلیاییت زیاد، محدودیت آب سطحی و زیرزمینی، پستی‌وبلندی زیاد، بافت سنگین، شکنندگی زیستگاه، تبخیر بسیار زیاد، خشک‌سالی و زلزله‌خیز بودن به‌عنوان حفاظتی ارزیابی شد. در این مطالعه، ارزیابی چند متغیره توان محیط‌زیستی با دخالت دادن نقشه‌ها و اطلاعات پارامترهای زیادی به انجام رسید. کاربرد سامانه اطلاعات جغرافیایی انجام این فرایند را سرعت بخشیده و مراحل مختلف ا جمله محاسبات رستری و وکتوری، تلفیق لایه‌ها و انجام پرس‌وجو[8] را با به حداقل رساندن خطا و اعمال سلیقه افراد به انجام می‌رساند. لازم به ذکر است که عدم دقت در ورود داده‌ها و عدم آگاهی در انتخاب صحیح انواع توابع برای هر عملیاتی در سامانه اطلاعات جغرافیایی می‌تواند منجر به خطاهایی در خروجی و تصمیم‌گیری نهایی شود، هرچند که قابلیت تکرارپذیر بودن این تکنیک سبب شده است تا بتوان خطاهای موجود را کنترل و رفع نمود. بررسی مدل‌های اکولوژیکی کارگروه استعدادیابی اراضی در این تحقیق نشان داد که این مدل از انعطاف زیادی برخوردار بوده و ارزیابی و تصمیم‌گیری با آن‌ها راحت‌تر از مدل‌های مخدوم می‌باشد؛ به‌گونه‌ای که کمیت شرایط و معیارها را به‌صورت حداقل‌های لازم در نظر می‌گیرد و ازلحاظ کیفیت نیز از نگرش علمی محض خودداری می‌کند. با توجه به این که مناطق بیابانی و خشک زیستگاه‌ها بسیار حساس و شکننده می‌باشند، برای کاهش تخریب‌ها و فشارها بر آنها، پیشنهاد می‌گردد ارزیابی توان و آمایش سرزمین به‌عنوان روش مناسبی در جهت توسعه پایدار صورت گیرد.

یادداشت‌ها

1. Anderson
2. Sante-Riveira
3. Terra cha
4. Digital elevation model
5. Intersect
6. Overlay
7. Dissolve
8. Query

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع

احمدی ثانی، ن.؛ بابایی کفاکی، س.؛ متاجی، ا. و سلطانی، م. ۱۳۹۰. کاربرد سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش‌ازدور در مطالعات ارزیابی توان اکولوژیک، همایش ژیوماتیک ۹۰، سازمان نقشه‌برداری کشور، تهران.

اداره کل منابع‌طبیعی و آبخیزداری. ۱۳۸۶. مطالعات تفصیلی منطقه کریت، شرکت مهندسی مشاور حاسب کرجی فارس، شهرستان طبس، استان یزد.

امیری، م.؛ جلالی، س. غ.؛ سلمان ماهینی، ع.؛ حسینی، س. م. و آذری دهکردی، ف. ۱۳۸۷. ارزیابی توان اکولوژیک جنگل‌های حوضه‌های آبخیز دو هزار و سه هزار شمال ایران با استفاده از GIS. مجله محیط‌شناسی ۵۰، ۳۳-۴۴.

اندرودی، م. ۱۳۸۰. اصول و روش‌های مدیریت محیط‌زیستی، نشر کنگره، تهران.

ایسنا، طبس به خراسان جنوبی ملحق شد. ۲۲ اسفند ۱۳۹۱، بازبینی‌شده در ۵ فروردین ۱۳۹۲.

پور جعفر، م.؛ منتظر الحجه، م.؛ رنجبر، ا. و کبیری، ر. ۱۳۹۱. ارزیابی توان اکولوژیکی به‌منظور تعیین عرصه‌های مناسب توسعه در محدوده شهر جدید سهند، جغرافیا و توسعه ۲۸، ۱۱-۲۲.

پور خباز، ح. ر. ۱۳۸۹. مدل‌سازی توان اکولوژیک کاربری توسعه شهری، رساله دکتری برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران.

جوانمردی، س.؛ فرجی سبکبار، ح.؛ یاوری، ا. و پورخباز، ح. ر. ۱۳۹۰. ارزیابی چند معیاره تناسب اراضی برای کشاورزی با استفاده از GIS (مطالعه موردی: منطقه قزوین)، پژوهش‌های محیط‌زیست ۴، ۵۱-۶۰.

زبیری، م. و مجد، ع. ۱۳۸۳. آشنایی با فن سنجش‌ازدور و کاربرد در منابع طبیعی، تهران، نشر دانشگاهی، ۳۱۶.

سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور. ۱۳۸۹. مدل‌های کارگروه استعدادیابی اراضی برای تخصیص انواع کاربری‌ها، دفتر استعدادیابی و بهره‌برداری از اراضی.

شریفی‌پور، ر. و مخدوم، م. ۱۳۸۳. آمایش سرزمین حوزه آبخیز کبار- کهک قم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، مجله محیط‌شناسی ۳۴، ۸۹-۹۶.

علمی، م. ر. ۱۳۹۲. جزوه درسی ارزیابی و آمایش سرزمین، کارشناسی ارشد، گروه محیط‌زیست، دانشگاه یزد.

کرمی، ا.؛ حسینی نصر، س. م.؛ جلیلوند، ح. و میر یعقوب زاده، م. ح. ۱۳۹۱. ارزیابی توان اکولوژیکی حوزه آبخیز بابل رود برای جنگل‌داری با استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل ۱، ۱-۲۲.

کرمی کردعلیوند، ت. ۱۳۷۹. مدل‌سازی بهینه کاربری اراضی در منطقه خرم‌آباد با استفاده از سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد سنجش‌ازدور، دانشگاه تربیت مدرس.

مخدوم، م. ۱۳۸۱. شالوده آمایش سرزمین، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، چاپ پنجم.

مخدوم، م.؛ درویش‌صفت، ع. ا.؛ جعفر زاده، ه. و مخدوم، ع. ۱۳۹۰. ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط‌زیست با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ پنجم، تهران.

موحد، ع. و زاده دباغ، ن. ۱۳۸۹. ارزیابی توان اکولوژیک محدوده رودخانه دز حدفاصل سد تنظیمی تا بند قیر برای طبیعت‌گردی، مجله محیط‌شناسی ۵۵، ۱۳-۲۴.

میرکتولی، ج. و کنعانی، م. ر. ۱۳۹۰. ارزیابی توان اکولوژیک کاربری توسعه شهری با مدل تصمیم‌گیری چند معیاری MCDM و GIS (مطالعه موردی: شهرستان ساری)، پژوهش‌های جغرافیای انسانی ۷۷، ۷۵-۸۸.

www.SID.ir

Archive of SID

نقشه‌های توپوگرافی طبس، ۱:۲۵۰۰۰. سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۸۱.

نقشه‌های زمین‌شناسی، ۱:۱۰۰۰۰۰. شیت ۷۳۵۷ طبس، سازمان زمین‌شناسی کشور.

نوری، س. ه.؛ صیدایی، س. ا.؛ کیانی، ص.؛ سلطانی، ز. و نوروزی آوارگانی، ا. ۱۳۸۹. ارزیابی توان اکولوژیک محیط برای تعیین مناطق مستعد کشاورزی با استفاده از GIS (بخش مرکزی شهرستان کیار)، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی. ۳۷ (۱): ۳۳-۴۶.

Anderson, L. T. 1987. Seven methods for calculating land capability/ suitability. (American Planning Association. Planning Advisory Service). Report Issue 402.

Aronoff, S. 1995. Geographical Information System; A Management perspective, WDL Publications, Canada, Ottawa.

Burrough, P. A. & McDonnell, R. A. 1998. Principles of Geographical Information Systems. Oxford University Press, New York. 333 PP.

Rossiter, D. G. 1996. A theorical frame work for land evaluation. Geoderma. 72: 165-202.

Sante-Riveira, I.; Crecente-Maseda, R. & Miranda-Barros, D. 2008. GIS-based planning support system for rural land-use allocation, Computers and Electronics in Agriculture, 63(2): 257-273.

www.SID.ir