آمایش سرزمین
سال سوم ، شماره پنجم، پاییز و زمستان ۱۳۹۰
صفحات ۵۱ ـ ۷۰

مطالعه و ارزیابی قابلیت‌های مکانی و اکولوژیک حوضه آبخیز بابل‌رود با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)

امید کرمی[*1]، سیدمحمّد حسینی نصر[2]، حمید جلیل‌وند[3]، میرحسن میریعقوب‌زاده[4]

۱. کارشناس ارشد جنگل‌داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲. استادیار گروه جنگل‌داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۳. دانشیار گروه جنگل‌داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۴. دانشجوی دکتری آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

(تاریخ دریافت: ۹۰/۴/۲۵ ؛ تاریخ تصویب: ۹۰/۹/۱۶)

چکیده

الگوی نامناسب استفاده از سرزمین و تغییرات شدید در کاربری زمین باعث پیدایش بحران‌های محیط زیستی در سرزمین شده است. بنابراین لازم است که هر گونه برنامه‌ریزی در خصوص استقرار فعالیت‌های مختلف با نگرش به استعداد و قابلیت‌های سرزمین و با تفکر آمایشی صورت گیرد. در این مطالعه به ارزیابی توان اکولوژیک و مکان‌یابی کاربری‌ها در حوضه آبخیز بابل‌رود در استان مازندران پرداخته می‌شود. برای این منظور لایه‌ها و داده‌های لازم جمع‌آوری شده و سپس با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سیستمی و در محیط GIS ابتدا توان اکولوژیکی حوضه برای هر کدام از کاربری‌های جنگل‌داری، کشاورزی، مرتع‌داری، اکوتوریسم، توسعه شهری، روستایی و صنعتی و حفاظتی و حمایتی ارزیابی گردیده و سپس با توجه به مطالعات اجتماعی اقتصادی حوضه، نقشه آمایش سرزمین منطقه تهیه شده که براساس آن ۷۳/۲۸ درصد به کاربری جنگل‌داری، ۵/۵۳ درصد به تفرج متمرکز، ۱۳/۰۱ درصد به تفرج گسترده، ٦/۸۷ درصد به کشاورزی و ۱/۳۱ درصد به حفاظتی و حمایتی اختصاص یافت.

واژگان کلیدی

مکان‌یابی کاربری‌ها، توان اکولوژیکی، سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، حوضه آبخیز بابل‌رود.

*. نویسنده مسؤول تلفن : ۰۹۱۸۸۴۳۵۴۴۹ Email: omid64karami@gmail. com

مقدمه

نحوه سازمان‌دهی و سیمای محیط‌های طبیعی و انسان‌ساخت، باید آینه تمام‌نمای چگونگی روند توسعه ملی در هر سرزمینی باشد و توان اکولوژیکی محیط باید نشانگر جریان توسعه در آن سرزمین باشد (قراگوزلو، ۱۳۸٤، ص ۲٤). الگوی نامناسب استفاده از سرزمین و تغییرات شدید در کاربری زمین باعث پیدایش بحران‌های محیط زیستی از جمله تخریب و آلودگی منابع آب و خاک، پیشروی رو به گسترش بیابان‌ها، فرسایش خاک، شور و اسیدی شدن آن، تهی شدن منابع و کاهش تنوع زیستی و استعداد و قابلیت بهره‌وری سرزمین گردیده است که اثرات سویی بر روی زندگی نسل کنونی و نسل‌های آینده خواهد داشت (میرداوودی و همکاران، ۱۳۸۷، ص ۲٤۳). برنامه‌ریزی کاربری اراضی از منظر اکولوژیک یا آمایش سرزمین در مقیاس‌های ملی، منطقه‌ای و یا محلی تنها راه‌حل منطقی گسستن چرخه فقر در جامعه و بحران‌های محیط زیست و ایجاد بستر لازم برای رسیدن به توسعه پایدار است (راما کریشنا[1]، ۲۰۰۳، ص۳). بنابراین با توجه به وضعیت منابع زیستی کشور، لازم است هرگونه برنامه‌ریزی در خصوص استقرار فعالیت‌های مختلف صنعتی، کشاورزی، جنگل‌داری، توریسم، توسعه و عمران ملی و منطقه‌ای با نگرش به استعداد و قابلیت‌های سرزمین و در نظر گرفتن دیدگاه و تفکر آمایشی و اصول پایداری توسعه صورت پذیرد (مخدوم، ۱۳۸۹، ص ۱۹). تعیین کاربری‌های مناسب برای اراضی به منظور استفاده بهینه از سرزمین و جلوگیری از تخریب در اثر افزایش جمعیت می‌تواند گامی موثر در استرتژی توسعه پایدار باشد (پراتو[2]، ۲۰۰۷، ص ١٦٧) و آمایش سرزمین طبق ضوابطی با نگرش بازده پایدار برحسب توان و استعداد کمی و کیفی سرزمین برای استفاده‌های مختلف انسان از آن، به تعیین نوع کاربری از سرزمین می‌پردازد و از هدررفتگی منابع طبیعی و ضایع شدن محیط زیست و در نتیجه از فقر انسانی می‌کاهد (مخدوم، ۱۳۸۹، ص ۱۹).

سامانه اطلاعات جغرافیایی[3] (GIS) یک تکنیک اطلاعاتی مدرن همراه با کارکرد عالی در حفظ و نگهداری داده‌های مکانی، آنالیزهای مکانی و تصویربرداری و نقشه‌سازی

1. Ramakrishna
2. Prato
3. Geographical Information System

است (اینگ[1] و همکاران، ۲۰۰۲، ص ۸۹ ؛ لی[2] و همکاران، ۲۰۰٦، ص ۱۷٦؛ تیرومالیوسن[3] و همکاران، ۲۰۰۳، ص ٦٤٦). ریشه استفاده از GIS در ارزیابی سرزمین در تکنیک‌های روی هم‌گذاری است که توسط برنامه‌ریزان مناظر در آمریکا در اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم استفاده می‌شد (کالینز[4] و همکاران، ۲۰۰۱، ص ٦۱۲ ؛ استاینیتز[5] و همکاران، ۱۹۷٦، ص ٤٤٦) و همراه با پیشرفت سریع GIS و تکنولوژی رایانه‌ای، این تکنیک به طور وسیع در پروژه‌های تحقیقاتی در زمینه‌های مختلف منابع طبیعی، مدیریت محیط-زیست و ارزیابی آن‌ها کاربرد پیدا کرد (لن[6] و همکاران، ۲۰۰٤، ص ۱۱۰؛ مک‌نیل[7] و همکاران، ۲۰۰٦، ص ۲۸۲). تا جایی که امروزه یکی از مهم‌ترین کاربردهای GIS، کاربرد آن در ارزیابی و تهیه نقشه توان اکولوژیک مناطق مختلف و مدیریت و برنامه‌ریزی در این مناطق است (مالچفسکی[8]، ۲۰۰٤، ص ٤؛ باکو[9] و همکاران، ۲۰۰۵، ص ۲۳۹؛ لیو[10] و همکاران، ۲۰۰۷، ص ۲۳۳؛ بوباده[11] و همکاران، ۲۰۱۰، ص ٤۱). استفاده از تکنولوژی GIS در سال‌های اخیر در تهیه نقشه‌های توان اکولوژیک مناطق مختلف و مدیریت و برنامه‌ریزی کاربری‌های مختلف در کشور ما نیز رواج پیدا کرده است (بابایی و اونق، ۱۳۸۵، ص ۱۲۷؛ عدل وهمکاران، ۱۳۸٦؛ ص ۲۸۹؛ کرمیان و همکاران، ۱۳۸۷، ص ۱۸۳؛ امیری و همکاران، ۱۳۸۸؛ ص ۳۳).

با توجه به اهمیتی که ارزیابی توان اکولوژیکی و تخصیص کاربری‌ها به سرزمین براساس توان و پتانسیل سرزمین در جلوگیری از تخریب منابع و نیز ایجاد زمینه‌های رسیدن به توسعه پایدار دارد و نیز با توجه به اینکه تاکنون برای حوضه آبخیز بابل‌رود برنامه‌ریزی برای مدیریت کاربری‌ها صورت نگرفته است، در این پژوهش به ارزیابی توان

1. Ying
2. Li
3. Thirumalaivasan
4. Collins
5. Steinitz
6. Lan
7. McNeil
8. Malczewski
9. Bocco
10. Liu
11. Bobade

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

اکولوژیکی این منطقه برای کاربری‌های مختلف و سپس تخصیص آن به کاربری‌های مختلف پرداخته شد و برای این منظور از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه حوضه آبخیز بابل‌رود در استان مازندران و در محدوده دو شهرستان بابل و سوادکوه است که در مختصاتی بین ″۱۲ ′۰۲ °۳۶ تا ″۵۰ ′۲۲ °۳۶ عرض شمالی و ″۳۹ ′۳۸ °۵۲ تا″۲٤ ′٥٥ °۵۲ طول شرقی قرار گرفته است. مساحت این حوضه بالغ بر ۵۱۷۲۵ هکتار می‌باشد، حداقل ارتفاع حوضه ۵۰ متر در بخش شمالی آن و حداکثر آن ۳۲۸۰ متر در منتهی الیه جنوب غربی حوضه است. میانگین دمای متوسط سالیانه در حوضه ١٤/١٤ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالیانه در حوضه ۷۸۲ میلی‌متر است و بر اساس روش آمبرژه اقلیم حوضه از نوع نیمه مرطوب سرد می‌باشد. قسمت اعظم سطح حوضه پوشیده از جنگل است و در آن علاوه بر جنگل، مراتع، زمین‌های کشاورزی و مناطق مسکونی نیز وجود دارند. با توجه به تنوع عوامل فیزیوگرافی در سطح حوضه و وجود جنگل‌های ارزشمند و رودخانه مهم بابل‌رود و شاخه‌های آن، اهمیت برنامه‌ریزی برای مدیریت کاربری‌های مختلف در این ناحیه (که تاکنون به صورت علمی و مدون برای آن صورت نگرفته است) مشخص می‌شود.

جمعیت حدود ۱۷۰۰۰ نفری منطقه مورد مطالعه ساکن روستاها و دهکده‌ها می‌باشند و هم‌چنین به صورت خانوارهای منفردی که به طور پراکنده در حوضه سکونت گزیده‌اند. درآمد تعداد اندکی از خانوارها از محل حقوق استخدامی و کارگری روزمزد تامین می‌شود. بسیاری از فعالیت‌هایی که خانوارهای ساکن منطقه به آن می‌پردازند، حتی معاش آنان را نیز تامین نمی‌کند، به همین دلیل هم اغلب این خانوارها برای کسب درآمد بیش‌تر به انجام چند فعالیت مختلف می‌پردازند. عمده فعالیت ساکنان این ناحیه کشاورزی و زراعت است و سپس فعالیت‌هایی مانند گله‌داری. عده‌ای هم با مهاجرت به شهرهای اطراف یا شهرهای دورتر به دنبال کار می‌روند. در کل امرار معاش مردم منطقه وابسته به زمین‌های کشاورزی اندکی که دارند و نیز جنگل‌ها و مراتع منطقه که مورد چرای دام‌هایشان قرار می‌گیرد، است. حدود ۸۰ درصد از سطح منطقه پوشیده از جنگل می‌باشد. اراضی جنگلی محدوده مورد مطالعه در کل منطقه وجود دارد که مساحت آنها در حدود ٤١٢٢٦ هکتار است. در مناطق مرتفع‌تر کاربری عمده اراضی، مراتع ییلاقی است. درخصوص مراتع آمار متفاوتی

وجود دارد، این تفاوت آمار از اختلاف مساحت سامانه‌های عرفی با مساحت واقعی مراتع ناشی می‌شود. اما بر طبق نقشه کاربری اراضی منطقه مساحت مراتع منطقه حدود ۲۷۵ هکتار می‌باشد. حدود ۹۲٦۷ هکتار سطح منطقه در حال حاضر به کاربری کشاورزی اختصاص دارد و حدود ۱ تا ۲ درصد از سطح منطقه هم شامل روستاها و تاسیسات موجود در منطقه می‌باشد. (گزارش طرح جامع مدیریت منابع حوضه آبخیز بابل‌رود، ۱۳۸۷، صص ۵۳-۵٦).

در این مطالعه به منظور تهیه نقشه آمایش سرزمین با توجه به توان اکولوژیکی حوضه یا برنامه‌ریزی استفاده از سرزمین سه مرحله صورت گرفت. شکل ۱ مراحل انجام این تحقیق را به صورت خلاصه نشان می‌دهد.

مرحله اول: جمع‌آوری، تهیه و طبقه‌بندی داده‌ها و لایه‌های مورد نیاز. به منظور انجام این تحقیق لایه‌های مختلف پوشش گیاهی، شدت فرسایش، خاک‌شناسی و سنگ‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ از اداره کل منابع طبیعی استان مازندران و مرکز مدیریت پروژه آب و خاک سد البرز جمع‌آوری و سپس رقومی و طبقه‌بندی شدند. برای تهیه نقشه‌های هم‌دما و هم‌بارش داده‌های هواشناسی مربوط به ۱٦ ایستگاه هواشناسی و باران-سنجی پراکنده در سطح منطقه یا اطراف منطقه مورد مطالعه از ادارات کل هواشناسی و آب منطقه‌ای استان مازندران جمع‌آوری شدند و در محیط GIS به روش درون‌یابی[1] IDW نقشه‌های هم‌باران و هم‌دما تولید شدند. این روش درون‌یابی یکی از روش‌هایی است که در مطالعات جغرافیایی از آن زیاد استفاده می‌شود. فرض اساسی این روش بر آن است که با افزایش فاصله میزان تاثیر پارامترها در برآورد سطح کاهش می‌یابد. در این پیش‌بینی، عامل وزن براساس فاصله نقاط از یکدیگر تعیین می‌شود، یعنی به نقاط نزدیک محل نمونه وزن بیش‌تر و به نقاط دورتر وزن کم‌تر اختصاص می‌یابد (فرجی سبکبار و عزیزی، ۱۳۸۵، ص ۳). در این مطالعه پس از مقایسه تهیه نقشه‌های هم‌دما و هم‌باران با استفاده از روش‌های مختلف درون‌یابی روش IDW به عنوان روش مناسب با منطقه مورد مطالعه انتخاب شد و با این روش نقشه‌های هم‌دما و هم‌باران منطقه مورد مطالعه تهیه شدند.

برای تولید نقشه‌های شیب، جهت دامنه و ارتفاع از سطح دریا منطقه مورد مطالعه از

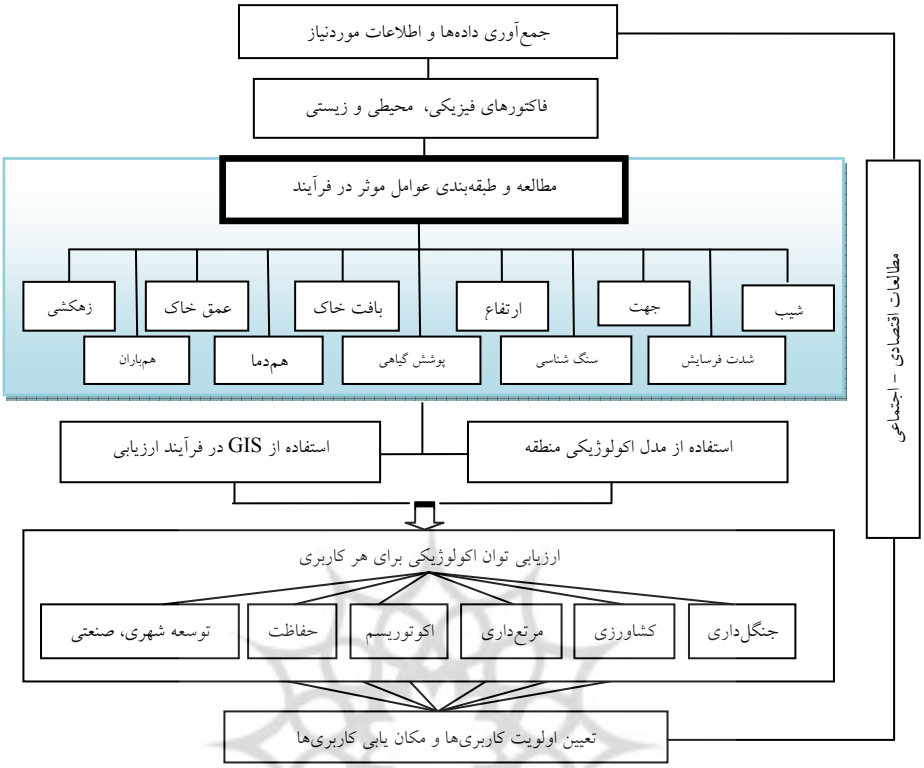
1. Interpolation

نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و با فاصله خطوط میزان ۱۰ متری استفاده شد. به این صورت که پس از تهیه مدل رقومی ارتفاعی[1] (DEM) منطقه، نقشه‌های شیب، جهت دامنه و ارتفاع از سطح دریا از آن استخراج شد.

مرحله دوم: ارزیابی توان اکولوژیک. در این مطالعه به منظور ارزیابی توان اکولوژیک منطقه مورد مطالعه از روش تجزیه و تحلیل سیستمی (مخدوم، ۱۳۸۹، ص ۱۸۵) استفاده شد. مدل اکولوژیکی به کار رفته در این روش با جمع‌آوری نتایج بررسی‌های انجام یافته در سرزمین ایران و کشورهایی که از نظر اکولوژیکی به ایران شباهت دارند، برای شش نوع کاربری مرسوم ساخته شده است (مخدوم، ۱۳۸۹، ص ۱۸٤). از ویژگی‌های این مدل ساخته شدن آن براساس ویژگی‌های کلی ایران است. در این مطالعه به منظور ارزیابی دقیق‌تر ابتدا مدل اکولوژیکی خاص منطقه با توجه به شرایط موجود منطقه و داده‌های موجود ساخته شد. سپس با استفاده از منطق بولین[2] نقشه‌های مورد نیاز در فرآیند مکان‌یابی با هم تلفیق شد و نقشه اولیه واحدهای محیط زیستی تهیه شد. تنوع عوامل فیزیکی و زیستی و اقلیمی در منطقه مورد مطالعه سبب شده بود که بعضی از واحدهای اولیه محیط زیستی دارای مساحتی کم‌تر از یک هکتار باشند. مساحت‌های حدود یک هکتار در عمل و در عرصه برای ایجاد فعالیت‌های مختلف مساحت ناچیزی است که سبب می‌شود انجام هر فعالیتی در این مساحت کم غیراقتصادی باشد، بنابراین واحدهای کم‌تر از پنج هکتار در واحدهای بزرگ‌تر ادغام شد و نقشه نهایی واحدهای محیط زیستی منطقه تهیه شد. سپس با توجه به خصوصیات هر واحد محیط زیستی و مقایسه آن با مدل اکولوژیکی تهیه شده برای هر کاربری، توان اکولوژیکی واحد محیط زیستی به دست آمد. این کار در محیط GIS می‌تواند از طریق زبان پرسجوی ساختاری[3] صورت گیرد. متداول‌ترین کاربرد زبان پرسجوگر در GIS بازیابی داده‌ها و انجام عملیات جبری و منطقی است (امیری و همکاران، ۱۳۸۸، ص ۳۷). در نهایت نقشه توان اکولوژیکی برای هر کدام از کاربری‌های جنگل‌داری، اکوتوریسم، کشاورزی، مرتع‌داری و توسعه شهری، روستایی و صنعتی به دست آمد. برای تهیه نقشه کاربری

1. Digital Elevation Model
2. Boolean logic
3. Structured Query Language

حفاظتی و حمایتی از مدل طراحی شده برای این کـاربری در ایـران (مخـدوم، ۱۳۸۹، ص ۱۹۹) استفاده شد. در این مدل داشتن بعضی شرایط خاص در سرزمین سبب می‌شود برای حفاظت در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۱. مراحل تهیه نقشه مکان‌یابی کاربری‌ها در سطح منطقه مورد مطالعه

مرحله سوم: تهیه نقشه آمایش سرزمین منطقه با توجه به توان اکولـوزیکی. بـرای تهیه نقشه مکان‌یابی کاربری‌ها و اولویت‌بندی بین کاربری‌ها از نتـایج مطالعـات اجتمـاعی اقتصادی صورت گرفته در منطقه و نیز نقشه کاربری اراضی منطقـه مـورد مطالعـه اسـتفاده شد. برای تعیین اولویت کاربری‌ها در مرحله آخر فرآیند آمایش سرزمین دو روش کیفـی و کمی وجود دارد که روش کیفی براساس پیش‌فرض‌های از قبل تهیه شده است و اساس آن مقایسه نقشه توان اکولوژیک منطقه و نقشه کاربری اراضی منطقـه مـی‌باشـد. امـا در روش کمی که در این مطالعه استفاده شد چهـار سـناریوی وسـعت کـاربری‌هـای فعلـی منطقـه، اقتصادی، اجتماعی و اکولوژیکی تعریف می‌شوند و جایگـاه هـر کـاربری در هـر سـناریو

تعیین شده و براساس اولویت کاربری در هر سناریو امتیازی از ۱۰ به آن اختصاص می‌یابد به این صورت که کاربری‌ای که بیش‌ترین اولویت را در سناریو دارد، امتیاز ۱۰ می‌گیرد و به ترتیب با کسر درجه اولویت کاربری در سناریو، به همان میزان یک امتیاز از امتیاز آن کم می‌شود. هم‌چنین با توجه به طبقه توان هر کاربری به میزان $(n - 1)$ امتیاز از امتیاز اولیه‌ای که به هر کاربری در سناریو اختصاص داده شده است، کسر می‌شود (n در اینجا طبقه توان کاربری می‌باشد). و در نهایت در هر واحد محیط زیستی با توجه به مجموع امتیازات حاصل شده از چهار سناریوی ذکر شده، کاربری‌های مختلف اولویت‌بندی شدند. بر این اساس نقشه آمایش سرزمین برای منطقه مورد مطالعه تهیه شد.

نتایج

در این مطالعه در اولین قدم مدل اکولوژیکی متناسب با شرایط منطقه و داده‌های موجود منطقه برای هر کدام از کاربری‌های جنگل‌داری (جدول ۱)، کشاورزی (جدول ۲)، اکوتوریسم (جدول ۳)، مرتع‌داری (جدول ٤) و توسعه شهری روستایی و صنعتی (جدول ۵) ایجاد شد.

جدول ۱. مدل اکولوژیکی منطقه مورد مطالعه برای ارزیابی توان جنگل‌داری

فاکتور	طبقه ۱	طبقه ۲	طبقه ۳	طبقه ٤	طبقه ۵	طبقه ٦	طبقه ۷
ارتفاع (متر)	۰ – ۱۰۰۰	۱۰۰۰–۰	۱٤۰۰ –۰	۱۸۰۰–٤۰۰	۲٦۰۰–۱۸۰۰	۲٦۰۰–۰	۲۸۰۰–۰
درصد شیب	۲۵–۰	۳۵–۰	٤۵–۰	۵۵–۰	٦۵–۰	۷۵–۰	بیش از ۷۵
جهت دامنه	شمالی	شمالی	غربی	شرقی	شرقی	جنوبی	جنوبی
بافت خاک	لومی	لومی	لومی تا سیلتی لومی	لومی تا شنی لومی	سیلتی لومی	شنی لومی	شنی لومی
عمق خاک	عمیق	عمیق	نیمه‌عمیق	نیمه‌عمیق	کم‌عمق	کم‌عمق	کم‌عمق
شرایط زهکشی	عالی	عالی	خوب	متوسط	متوسط	ضعیف	ضعیف
شدت فرسایش	خیلی کم	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	شدید	شدید
تراکم پوشش گیاهی	بیش از ٦۵٪	بیش از ٦۵٪	بیش از ٦۵٪	٦۵– ۳۰٪	٦۵– ۳۰٪	۳۰٪ >	۳۰٪ >
گونه‌های درختی	درجه ۱ تجاری	درجه ۱ تجاری	درجه ۲ تجاری	درجه ۳ تجاری	درجه ۳ تجاری	درجه ٤ تجاری	درجه ٤ تجاری
موجودی در هکتار (M^3/ha)	بیش از ۳۵۰	بیش از ۳۵۰	۳۵۰–۲۵۰	۳۵۰–۲۵۰	۱۰۰–۲۵۰	۱۰۰ >	۱۰۰ >
سنگ مادر	سنگ آهک و رس	سنگ آهک و رس	آذرین، آبرفتی	آذرین، آبرفتی	گرانیت، شیست، لس	گرانیت، شیست، لس	مارنی

جدول ۲. مدل اکولوژیکی منطقه مورد مطالعه برای ارزیابی توان کشاورزی

فاکتور	طبقه ۱	طبقه ۲	طبقه ۳	طبقه ٤	طبقه ۵	طبقه ٦
درصد شیب	۵-۰	۸-۰	۸-۰	۱۵-۸	۱۵-۸	۳۰-۱۵
بافت خاک	لومی	لومی	لومی تا سیلتی لومی	لومی تا شنی لومی	سیلتی لومی	شنی لومی
عمق خاک	عمیق	عمیق	نیمه‌عمیق	نیمه‌عمیق	کم‌عمق	کم‌عمق
شرایط زهکشی	عالی	عالی	خوب	متوسط	متوسط	ضعیف
شدت فرسایش	خیلی کم	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	شدید
تراکم پوشش گیاهی	بدون پوشش درختی	بدون پوشش درختی	٪۳۰ >	٪۳۰ >	٪۳۰ -٦۵	٪۳۰ -٦۵
سنگ مادر	مخروطه‌افکنه‌ها	آبرفتی	آبرفتی	سایر سنگ‌ها	سایر سنگ‌ها	مارنی

جدول ۳. مدل اکولوژیکی منطقه مورد مطالعه برای ارزیابی توان تفرجی

فاکتور	تفرج متمرکز طبقه ۱	تفرج متمرکز طبقه ۲	تفرج گسترده طبقه ۱	تفرج گسترده طبقه ۲
میانگین دما (درجه سانتی‌گراد)	۲۵-۲۱	۳۰-۲۱	۲۵-۲۱	۳۰-۲۱
درصد شیب	۵-۰	۱۵-۵	۲۵-۰	۵۰-۲۵
بافت خاک	لومی	لومی تا سیلتی لومی	لومی تا شنی لومی	سیلتی لومی و شنی لومی
عمق خاک	عمیق	نیمه‌عمیق	نیمه‌عمیق	کم عمق
شرایط زهکشی	عالی	خوب	متوسط	ضعیف
شدت فرسایش	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد
تراکم پوشش درختی	٤۰-٪۸۰	کمتر از ٤۰٪	کمتر از ۸۰٪	کمتر از ۸۰٪
جهت دامنه	شرقی-جنوبی	شمالی-غربی	هر جهتی	هر جهتی
سنگ مادر	سنگ آهک و رس	آذرین، آبرفتی	گرانیت، شیست، لس	مارنی

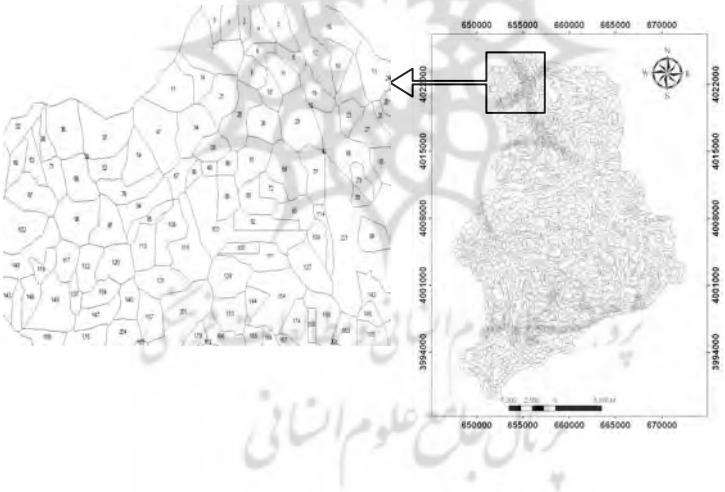
جدول ٤. مدل اکولوژیکی منطقه مورد مطالعه برای ارزیابی توان مرتع‌داری

فاکتور	طبقه ۱	طبقه ۲	طبقه ۳
درصد شیب	۱۵-۰	۱۵-۰	۳۰-۱۵
بافت خاک	لومی	لومی تا سیلتی لومی و لومی تاشنی لومی	سیلتی لومی و شنی لومی
عمق خاک	عمیق	نیمه عمیق	کم عمق
شرایط زهکشی	عالی	خوب و متوسط	ضعیف
شدت فرسایش	خیلی کم و کم	متوسط	زیاد
تراکم پوشش علفی	بیش از ٪۷۰	۵۰ — ٪۷۰	٪۷۰-۲۰
ترکیب گونه‌ای	غلات و حبوبات و خوش-خوراک‌ها	غلات و حبوبات و خوش-خوراک‌ها	غلات و حبوبات و خوش-خوراک‌ها
تولید علوفه خشک (kg/ha)	بیش از ۵۰۰	۵۰۰-۳۵۰	۳۵۰-۲۵۰
سنگ مادر	سنگ آهک، رس، آذرین، آبرفتی	گرانیت، شیست، لس	مارنی

جدول ۵. مدل اکولوژیکی منطقه مورد مطالعه برای ارزیابی توان توسعه شهری، روستایی و صنعتی

فاکتور	طبقه ۱	طبقه ۲
میانگین دمای سالانه (میلی‌متر)	۸۰۰-۵۰۰	۱۱۰۰-۵۰۰
میانگین بارندگی سالانه (درجه سانتی‌گراد)	۱۸-۲۱ درجه	۱۱-۲۱
درصد شیب	۱۰-۰	۱۰-۱۵
ارتفاع از سطح دریا (متر)	۱۲۰۰-۴۰۰	۰-۴۰۰ و ۱۲۰۰-۱۸۰۰
جهت دامنه	جنوبی	غربی و شرقی
بافت خاک	لومی	لومی تا سیلتی لومی و لومی تاشنی لومی
عمق خاک	عمیق	نیمه عمیق
شرایط زهکشی	عالی	خوب و متوسط
شدت فرسایش	خیلی کم و کم	متوسط
تراکم پوشش درختی	کمتر از ۳۰٪	۶۰-۳۰٪
سنگ مادر	آذرین، آبرفتی	سنگ آهک، رس، گرانیت، شیست، لس

پس از تهیه نقشه‌های مورد نیاز پژوهش که شامل نقشه‌های شیب، جهت دامنه، ارتفاع، بافت خاک، عمق خاک، زهکشی خاک، شدت فرسایش، سنگ‌شناسی، پوشش گیاهی، هم‌دما و هم‌باران بود، این نقشه‌ها با توجه به مدل‌های اکولوژیکی ساخته شده طبقه‌بندی شدند و با هم تلفیق شدند و نقشه واحدهای محیط زیستی منطقه مورد مطالعه با ۲۳۸۶ واحد تولید شد (شکل ۲) در این نقشه هر واحد دارای خصوصیات متفاوت از سایر واحدها است (جدول ٦).



شکل ۲. نقشه واحدهای محیط زیستی منطقه مورد مطالعه

جدول ۶. ویژگی‌های تعدادی از واحدهای محیط زیستی منطقه مورد مطالعه

واحد	درصد شیب	جهت دامنه	بافت خاک	عمق خاک	شرایط زهکشی	دما	بارندگی	فرسایش	سنگ مادری	ارتفاع	پوشش درختی	پوشش علفی	مساحت (M^2)
۱	۰-۵	غربی	شنی لومی	کم عمق	خوب	۱۱-۱۷	۸۰۰-۱۱۰۰	خیلی کم	مخروطه افکنه	۵۱-۴۰۰	بدون پوشش	بدون پوشش	۱۱۱۶۹۳
۲	۱۵-۲۵	شرقی	شنی لومی	کم عمق	عالی	۱۱-۱۷	۸۰۰-۱۱۰۰	متوسط	مخروطه افکنه	۵۱-۴۰۰	بدون پوشش	بدون پوشش	۱۳۶۱۷۵
۳	۰-۵	شرقی	شنی لومی	کم عمق	عالی	۱۱-۱۷	۸۰۰-۱۱۰۰	خیلی کم	مخروطه افکنه	۵۱-۴۰۰	بدون پوشش	بدون پوشش	۱۴۰۹۸۴
۴	۱۵-۲۵	شرقی	شنی لومی	کم عمق	عالی	۱۱-۱۷	۸۰۰-۱۱۰۰	متوسط	کنگلومرا	۵۱-۴۰۰	بدون پوشش	بدون پوشش	۱۳۷۸۸۹
۵	۰-۵	غربی	شنی لومی	کم عمق	خوب	۱۱-۱۷	۸۰۰-۱۱۰۰	خیلی کم	مخروطه افکنه	۵۱-۴۰۰	بدون پوشش	بدون پوشش	۱۶۱۵۱۹
۶	۰-۵	غربی	شنی لومی	کم عمق	خوب	۱۱-۱۷	۸۰۰-۱۱۰۰	خیلی کم	آبرفتی	۵۱-۴۰۰	بدون پوشش	بدون پوشش	۳۵۵۳۳۱
۷	۰-۵	شمالی	شنی لومی	کم عمق	خوب	۱۱-۱۷	۸۰۰-۱۱۰۰	خیلی کم	مخروطه افکنه	۵۱-۴۰۰	بدون پوشش	بدون پوشش	۸۰۲۵۹۷
۸	۱۰-۱۵	شرقی	شنی لومی	کم عمق	عالی	۱۱-۱۷	۸۰۰-۱۱۰۰	متوسط	کنگلومرا	۵۱-۴۰۰	بدون پوشش	بدون پوشش	۴۴۵۵۸۶
۹	۰-۵	جنوبی	شنی لومی	کم عمق	خوب	۱۱-۱۷	۸۰۰-۱۱۰۰	خیلی کم	مخروطه افکنه	۵۱-۴۰۰	بدون پوشش	بدون پوشش	۸۷۷۷۸۸
۱۰	۰-۵	شمالی	شنی لومی	کم عمق	خوب	۱۱-۱۷	۸۰۰-۱۱۰۰	متوسط	مخروطه افکنه	۵۱-۴۰۰	بدون پوشش	بدون پوشش	۱۳۲۱۶۷

در مرحله بعد با توجه به مدل اکولوژیکی برای هر کدام از کاربری‌ها و نقشه واحدهای محیط زیستی، توان حوضه برای کاربری‌های جنگل‌داری، کشاورزی، مرتع‌داری، اکوتوریسم، حفاظتی و حمایتی و توسعه شهری، روستایی و صنعتی مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج به صورت زیر بود.

کاربری جنگل‌داری: نتایج ارزیابی توان اکولوژیکی برای کاربری جنگل‌داری نشان داد که طبقه چهار با سطحی معادل با ۴۱/۱ درصد از سطح منطقه، بیش‌ترین سطح را به خود اختصاص داده است. قسمت‌های شمالی حوضه به جز نواحی‌ای که برای جنگل‌داری نامناسب هستند توان بالاتری برای این کاربری دارند، به طوری‌که با حرکت از شمال حوضه به قسمت‌های جنوبی حوضه، از میزان توان حوضه برای این کاربری کاسته می‌شود (شکل ۲).

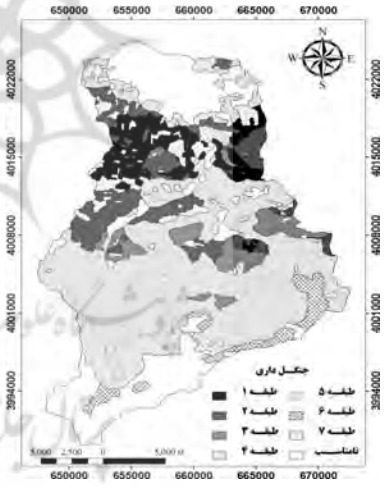
کاربری کشاورزی: نتایج ارزیابی توان اکولوژیکی برای کاربری کشاورزی (شکل ۳) نشان داد که اصولاً منطقه توان طبقه یک کشاورزی که همان کشاورزی آبی بدون محدودیت است را ندارد و مناطقی که دارای توان‌های درجه دو و سه هستند، بیش‌تر در مناطق جلگه‌ای و بدون شیب شمال حوضه قرار گرفته‌اند. حدود ۸/۷۵ درصد از منطقه دارای توان درجه چهار برای کشاورزی می‌باشد که این مقدار با سطحی برابر با ۴۵۲۷/۷۲ هکتار بیش‌ترین سطح را نسبت به سایر طبقات کشاورزی در منطقه به خود اختصاص داده است.

کاربری اکوتوریسم: توان طبیعت‌گردی منطقه در قالب دو نوع تفرج متمرکز و گسترده مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج نشان داد که ۰/٤٦ درصد از سطح منطقه دارای توان درجه یک برای تفرج متمرکز و ١٦/٤٦ درصد مناسب برای تفرج متمرکز طبقه دو بود. هم‌چنین ٣٦/١٨ درصد از سطح منطقه برای تفرج گسترده طبقه یک و ٤٢/٢٥ درصد برای تفرج گسترده طبقه دو مناسب بود (شکل ٤).

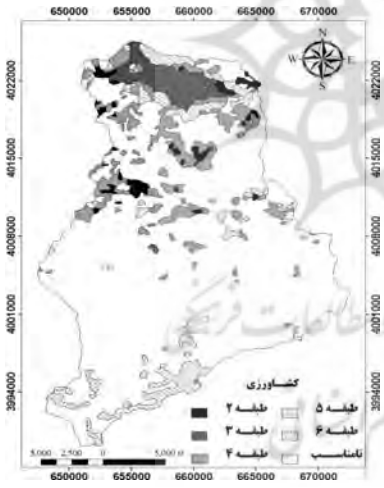
کاربری مرتع‌داری: در این مطالعه کاربری مرتع‌داری در سه طبقه مورد ارزیابی قرار گرفت و مشخص شد که تنها ۰/۰۲۵ درصد از سطح منطقه که معادل ۱۳/۱۷ هکتار بود دارای توان درجه یک برای مرتع‌داری می‌باشد (شکل ۵).

کاربری توسعه شهری، روستایی و صنعتی: منطقه مورد مطالعه دارای توان درجه یک توسعه شهری، صنعتی و روستایی نیست و تنها ٥/٦٦ درصد سطح منطقه برای کاربری توسعه شهری، روستایی و صنعتی درجه دو مناسب است و ٩٤/٣٦ درصد از سطح حوضه برای این کاربری نامناسب می‌باشد (شکل ٦).

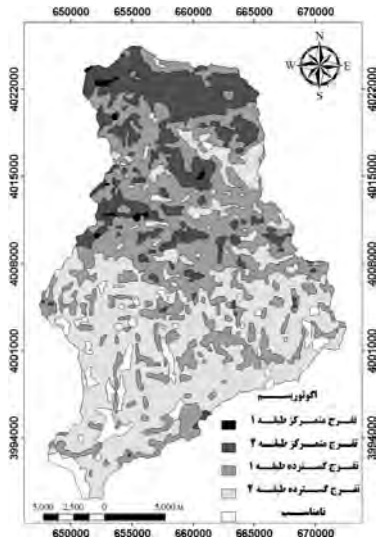
کاربری حفاظتی و حمایتی: نتایج ارزیابی توان اکولوژیکی حوضه مورد مطالعه برای حفاظتی و حمایتی نشان داد که ۱/۰۱ درصد از سطح حوضه به دلیل محدودیت شیب و نامناسب بودن برای سایر کاربری‌ها و ٤/٩٥ درصد از سطح منطقه مورد مطالعه بود به دلیل وجود گونه درختی بسیار باارزش سرخدار برای حفاظت و حمایت مناسب می‌باشد (شکل ۷).



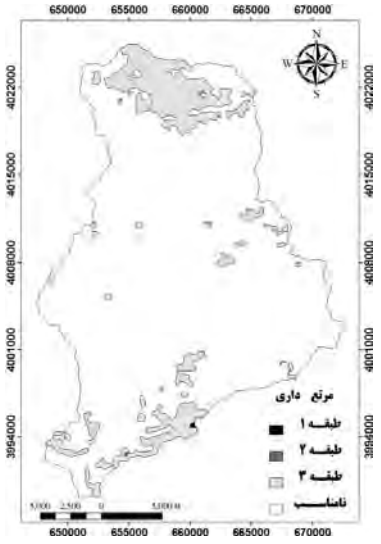
شکل ۳. نقشه توان اکولوژیکی برای کاربری جنگل‌داری



شکل ٤. نقشه توان اکولوژیکی برای کاربری کشاورزی

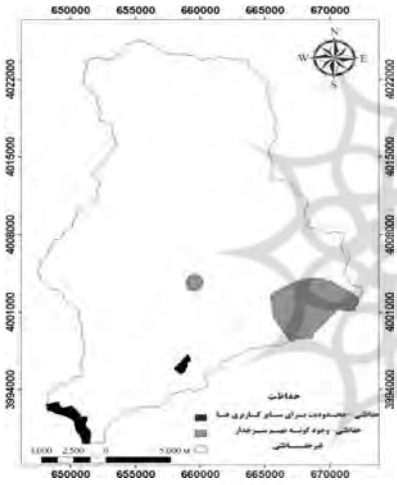


شکل ۵. نقشه توان اکولوژیکی برای کاربری اکوتوریسم



شکل ۶. نقشه توان اکولوژیکی برای کاربری مرتع‌داری

شکل ۷. نقشه توان اکولوژیکی برای کاربری توسعه شهری، ...



شکل ۸. نقشه توان اکولوژیکی برای کاربری حفاظتی

براساس نتایج حاصل از تهیه نقشه آمایش سرزمین منطقه (شکل ۸)، ۷۳/۲۸ درصد از سطح منطقه (۹۸ /۳۷۹۰۱ هکتار) به کاربری جنگل‌داری اختصاص داده شد. هم‌چنین ۵/۵۳ درصد از سطح منطقه به کاربری تفرج متمرکز و ۱۳/۰۱ درصد از سطح منطقه به کاربری تفرج گسترده اختصاص داده شد. حدود ٦/٨٧ درصد از سطح منطقه برای کاربری

کشاورزی و ۱/۳۱ درصد سطح منطقه برای حفاظتی و حمایتی مناسب در نظر گرفته شد (جدول ۷). جدول ۸ تفاوت بین مساحت نقشه مکان‌یابی اکولوژیکی کاربری‌ها و درصد وسعت فعلی کاربری‌ها در سطح حوضه آبخیز را نشان می‌دهد.

شکل ۹. نقشه آمایش سرزمین حوضه آبخیز بابلرود

جدول ۷. مساحت هر یک از کاربری‌ها در نقشه آمایش سرزمین حوضه مورد مطالعه

کاربری	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)
جنگل‌داری	۳۷۹۰۱/۹۸	۷۳/۲۸
تفرج متمرکز	۲۸۶۳/۵۳	۵/۵۳
تفرج گسترده	۶۷۲۷/۶۳	۱۳/۰۱
کشاورزی	۳۵۵۲/۲۶	۶/۸۷
حفاظتی حمایتی	۶۷۹/۷۶	۱/۳۱

جدول ۸. اختلاف مساحت کاربری‌های مختلف در نقشه آمایش سرزمین منطقه و وسعت فعلی کاربری‌ها در سطح حوضه

اختلاف مساحت (درصد)	جنگل‌داری	کشاورزی	اکوتوریسم	مرتع‌داری	توسعه شهری	حفاظت
کاربری فعلی حوضه	۷۹/۷۰	۱۷/۹۲	–	۰/۵۳	۱/۸۵	–
آمایش سرزمین	۷۳/۲۸	۶/۸۷	۱۸/۵۴	–	–	۱/۳۱

نتیجه

در این مطالعه به منظور برنامه‌ریزی و مکان‌یابی کاربری‌ها با توجه به توان اکولوژیکی حوضه آبخیز بابل‌رود از روش تجزیه و تحلیلی سیستمی که نوعی روش چندعامله است و تعداد زیادی عامل محیطی و فیزیکی و پارامترهای اجتماعی اقتصادی را در فرآیند ارزیابی به کار می‌برد، استفاده شد. این روش حاصل سال‌ها مطالعات پژوهشگران داخلی و خارجی است که برای اولین بار در ایران توسط دکتر مخدوم در سال ۱۳٦٤ به کار برده شد.

در این مطالعه چون از روش ارزیابی چند عامله استفاده شد، برای ارزیابی توان منطقه مورد مطالعه از عوامل و فاکتورهای زیادی استفاده شد. با توجه به شرایط منطقه مورد مطالعه، به نظر می‌رسد که عوامل پوشش گیاهی، شیب و ارتفاع از سطح دریا دارای بیش‌ترین تاثیر در ارزیابی توان منطقه برای کاربری‌های مختلف بودند. زیرا تنوع این عوامل در سطح منطقه بسیار زیاد است به طور مثال شیب منطقه از مناطق مسطح تا شیب بالای ۷۰ درصد متنوع است و ارتفاع از سطح دریا در منطقه مورد مطالعه از ۵۰ تا ۳۲۸۰ متر متنوع است. به طور کلی در ارزیابی توان سرزمین در یک منطقه، عواملی بیش‌ترین تاثیر را خواهند داشت که دارای بیش‌ترین تنوع در سطح منطقه باشند و بیش‌ترین محدودیت را سبب شوند.

بر طبق نتایج به دست آمده قسمت اعظمی از حوضه آبخیز فقط توان اکولوژیکی برای کاربری جنگل‌داری را دارد و سایر کاربری‌ها در این نواحی به علت وجود جنگل-های انبوه و متراکم نمی‌توانند اجرا شوند. اما در قسمت‌های شمالی حوضه که به صورت جلگه‌ای و با شیب کم می‌باشد و دارای منابع فراوان آب می‌باشد تقریباً برای همه کاربری-ها به جز کاربری‌های جنگل‌داری و حفاظتی و حمایتی توان دارد. علت عدم توان برای جنگل‌داری، عدم وجود پوشش جنگلی و درختی است که اهمیت زیادی در ارزیابی توان اکولوژیکی برای جنگل‌داری دارد. هم‌چنین قسمت‌هایی از حوضه دارای توان برای چندین نوع کاربری هستند، یعنی واحدهای محیط زیستی در این مناطق برای توسعه چند کاربری توان دارند. این در حالی است که در بیش‌تر مواقع امکان اجرای همزمان چند کاربری در یک واحد امکان ندارد و باید بین گزینه‌های کاربری موجود بهترین کاربری را برای آن انتخاب کرد. این فرآیند تعیین اولویت کاربری‌ها نام دارد. بنابراین با توجه به مطالعات اجتماعی اقتصادی صورت گرفته در منطقه مورد مطالعه تعیین اولویت بین کاربری‌ها

صورت گرفت و بهترین کاربری برای هر واحد محیط زیستی انتخاب شد.

نتایج ارزیابی توان اکولوژیکی حوضه برای کاربری کشاورزی نشان داد که منطقه مورد مطالعه همانند مطالعه محبی و غلامی (۱۳۸۸) در حوضه تیل‌آباد گلستان و نیز کرمیان و همکاران (۱۳۸۷) در کوهدشت لرستان و بابایی و اونق (۱۳۸۵) در حوضه پشتکوه فاقد توان درجه یک برای کشاورزی می‌باشد که عوامل موثر در این را می‌توان تراکم پوشش درختی در منطقه و فاکتور شیب دانست و در جاهایی همانند بستر و نزدیک رودخانه‌ها که این دو عامل مهیا می‌باشند عمق خاک عامل محدودیت برای این طبقه است.

توان منطقه مورد مطالعه برای کاربری اکوتوریسم به ویژه تفرج گسترده خوب ارزیابی شد. این منطقه با اینکه فاقد تاسیسات زیربنایی و امکانات لازم جهت ارایه به گردشگران است، اما دارای مناطق بسیار زیبا، بکر و چشمگیری است که می‌توانند نظر هر بیننده‌ای را جلب نمایند. این در حالی است که در منطقه مورد مطالعه به گردشگری و تفرج توجهی نشده است. در این منطقه همانطور که انتظار می‌رفت سطح اعظم حوضه به کاربری جنگل‌داری اختصاص یافت و منطقه توان به کارگیری برای هر هفت طبقه جنگل‌داری را داشت که این نتیجه با نتایج مطالعات صورت گرفته در حوضه‌های مشابه همانند مطالعه عدل و همکاران (۱۳۸٦) در ناو اسالم و لساکوتی و امیری و همکاران (۱۳۸۸) در حوضه‌های دوهزار و سه‌هزار شمال کشور که دارای توان درجه یک برای جنگل‌داری هستند مطابقت می‌کند. این حوضه همانند مطالعه محبی و غلامی (۱۳۸۸) و کرمیان و همکاران (۱۳۸۷) فاقد توان درجه یک برای توسعه شهری، روستایی و صنعتی است و تنها محدوده کمی که حدود ۵/٦٦ درصد از سطح منطقه است برای این کاربری مناسب است که با توجه به پوشش درختی متراکم در سطح وسیعی از حوضه و نیز فاکتور شیب در قسمت‌های غیر جنگلی، قابل پیش‌بینی بود. قسمت‌هایی از حوضه برای کاربری حفاظتی و حمایتی مناسب می‌باشد که این قسمت‌ها به دلیل محدودیت شیب و وجود فرسایش شدید و عدم توان برای سایر کاربری‌ها انتخاب شدند. زیرا در این مناطق که توان انجام سایر کاربری‌ها را ندارند، اگر به فعالیتی خارج از توان آن پرداخته شود ممکن است سبب تخریب شدید در اکوسیستم شکننده آن شود. در قسمت‌هایی هم به دلیل وجود گونه بسیار مهم سرخدار که از گونه‌های باارزش و درواقع شاهکار و میراث جنگل‌های شمال است و از گونه‌های به جا مانده از دوران سوم زمین‌شناسی است مناسب حفاظتی و حمایتی در نظرگرفته شد.

در نهایت آنچه مسلم است این است که در این حوضه به طور کامل از توان بالقوه سرزمین برای انواع کاربری‌ها استفاده نمی‌شود و بین کاربری‌های فعلی حوضه آبخیز و توان اکولوژیکی منطقه تفاوت بسیاری وجود دارد. به طور مثال با وجود توان نسبتاً مناسب منطقه برای تفرج و وجود طبیعت بسیار زیبا و چشمگیر که هر ساله پذیرای تعداد زیادی گردشگر از سطح کشور است، هیچ نوع امکانات و تسهیلاتی برای استفاده از این استعداد بالقوه در سطح حوضه وجود ندارد و به صورت برنامه‌ریزی شده هیچ قسمتی از منطقه مورد مطالعه برای اکوتوریسم در نظر گرفته نشده است تا بتوان از این توان بالقوه منطقه استفاده مناسب را برد و یا اینکه با وجود توان کم منطقه برای کاربری کشاورزی، در اکثر نواحی غیرجنگلی به فعالیت‌های کشاورزی پرداخته می‌شود. این روند ممکن است درگذر زمان سبب وارد آمدن خسارات محیط زیستی و هدررفت منابع و سرمایه‌های طبیعی و انسانی شود. در مناطقی نیز به علت شرایط حساسی که وجود دارد برنامه‌ریزی باید حفاظتی و حمایتی باشد و از پرداختن به سایر کاربری‌ها جلوگیری شود که این مورد نیز در منطقه دیده نمی‌شود. مورد دیگری که در منطقه قابل مشاهده است وجود روستاهای جنگلی فراوان در منطقه مورد مطالعه است. این درحالی است که به علت جنگلی بودن منطقه و کوهستانی بودن در قسمت‌های جنوبی منطقه توانی برای توسعه مسکونی ندارد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع و مآخذ

۱. امیری، م، ج؛ جلالی، س، غ؛ سلمان ماهینی، ع؛ حسینی، س، م. و آذری دهکردی، ف (۱۳۸۸)، *"ارزیابی توان اکولوژیک جنگل‌های حوضه‌های آبخیز دوهزار و سه‌هزار شمال ایران با استفاده از GIS"*، محیط شناسی، شماره۵۰ (۳۵)، صص۳۳-٤٤.

۲. بابایی، ع و اونق م (۱۳۸۵)، *"ارزیابی توان توسعه و آمایش حوضه آبخیز پشتکوه"* علوم کشاورزی و منابع طبیعی، شماره۱۳ (۱): صص ۱۲۷-۱۳۷.

۳. بی‌نام. (۱۳۸٤)، *"گزارش ضمایم طرح جامع (Master Plan) مدیریت منابع حوزه آبخیز بابلرود در چارچوب طرح جامع مدیریت منابع آب و خاک البرز"*، اداره کل منابع طبیعی استان مازندران، ص ۲۰۲.

٤. عدل، ح، ر. مخدوم، م. ؛ مروی مهاجر، م، ر (۱۳۸٦)، *" ارزیابی تطبیقی مهم‌ترین عوامل موثر در توان اکولوژیک سه منطقه غربی، مرکزی و شرقی جنگل‌های شمال ایران"*، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، شماره ۳ (۱۵): صص ۲۸۹-۳۰۰ .

۵. فرجی سبکبار، ح؛ عزیزی، ق (۱۳۸۵)، *" ارزیابی میزان دقت روش‌های درون‌یابی فضایی، مطالعه موردی: الگوسازی بارندگی حوضه کارده مشهد"* ، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۸، صص۱- ۱۵.

٦. قراگوزلو، ع (۱۳۸٤)، *"GIS و ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط زیست"*، سازمان نقشه‌برداری کشور، چاپ دوم، ص ۱۵۸.

۷. کرمیان، ر؛ پیامنی، ک؛ اونق، م (۱۳۸۷)، *"برنامه مدیریت حوضه آبخیز کوهدشت لرستان با استفاده از آمایش سرزمین"* ، علوم کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۱۵ (۲)، صص ۱۸۳- ۱۹۲ .

۸. محبی، ر ؛ غلامی، و (۱۳۸۸)، *" آمایش حوضه آبخیز تیل آباد گلستان، با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)"*، آمایش سرزمین، شماره۱ (۱): صص ۷۱-۸۷ .

۹. مخدوم، م (۱۳۸۹)، *"شالوده آمایش سرزمین"* ، دانشگاه تهران، چاپ نهم، ص۲۸۹.

۱۰. میرداوودی، ر؛ زاهدی‌پور، ح؛ مرادی، ح؛ و گودرزی، غ (۱۳۸۷). *"بررسی و تعیین توان اکولوژیک استان مرکزی از نظر کشاورزی و مرتع‌داری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)"*، تحقیقات مرتع و بیابان ایران. شماره ۱۵ (۲): صص ۲٤۲- ۲۵۵ .

11. Bobade, S. T., Bhashkar, B. P., Gaikwad, M. S., Raja, P., Gaikwad, S. S., Anantwar, S. G., Patil, S. V., Singh, S. R., and Maji, A. K. (2010), "*A GIS-based land use suitability assessment in Seoni district, Madhya, Pradesh, India*", Tropical Ecology, 51 (1) pp: 41-54 pp.

12. Bocco, G., Vela ´zquez, A., and Siebe, C. (2005), "*Using geomorphologic mapping to strengthen natural resource management in*

developing countries", The case of rural indigenous communities in Michoacan, Mexico. Catena, 60: pp: 239–253 pp.

13. Collins, M. G., Steiner, F. R., and Rushman, M. J. (2001), "*Land-use suitability analysis in the United States: historical development and promising technological achievemenst*", Environmental Management, 28 (5): pp: 611–621.
14. Lan, H. X., Zhou, C. H., and Wang, L. J. (2004), "*Landslide hazard spatial analysis and prediction using GIS in the Xiaojiang watershed, Yunnan, China*", Eng. Geol, 76: pp:109–128.
15. Li, A., Wang, A., Liang, S., and Zhou, W. (2006), "*Eco-environmental vulnerability evaluation in mountainous region using remote sensing and GIS-A case study in the upper reaches of Minjiang River. China*", Ecol. Model, 192 (1–2): pp:175–187.
16. Liu, Y., Lv, X., Qin, X., Gue, H., Yu, Y., Wang, J., and Mao, G. (2007), "*An integrated GIS-based analysis system for land-use management of lake areas in urban fringe*", Landscape and Urban Planning, 82: pp: 233–246.
17. Malczewski, J. (2004), "*GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview*", Journal of Progress in Planning, 62: pp:3-65.
18. McNeil, B. E., Martell, R. E., and Read, J. M. (2006), "*GIS and biogeochemical models for examining the legacy of forest disturbance in the Adirondack Park, NY, USA*", Ecol. Model, 195: 281–295 pp.
19. Prato, G. (2007). "*Evaluating land use plans under uncertainly*", Journal of Land Use Policy, 24: pp:165-174.
20. Ramakrishna, N. (2003), "*Production system planning for natural resource conservation in a micro watershed*", Electronic green Journal, (18): pp:1-10.
21. Steinitz, C., Parker, P., and Jordan, L. (1976), "*Hand drawn overlays: their history and prospective uses*", Landscape Architecture, 9: pp:444–455.
22. Thirumalaivasan, D., Karmegam, M., and Venugopal, K. (2003), "*AHP-DRASTIC: software for specific aquifer vulnerability assessment using DRASTIC model and GIS*", Environ. Model. Software, 18: pp: 645–656.
23. Wolfslehner, B., Herald, V. and Manfred, J. L. (2005), "*Application of the analytic network processing multi-criteria analysis of sustainable forest management*", Forest Ecology and Management, 207: pp:157–170.
24. Ying, x., Guang-Ming, Z., Gui-Qiu, C., Lin, T., Ke-Lin, W., and Dao-You, H. (2007), "*Combining AHP with GIS in synthetic evaluation of eco-environment quality—A case study of Hunan Province, China*", Ecological Modeling, 209: pp: 97-109.