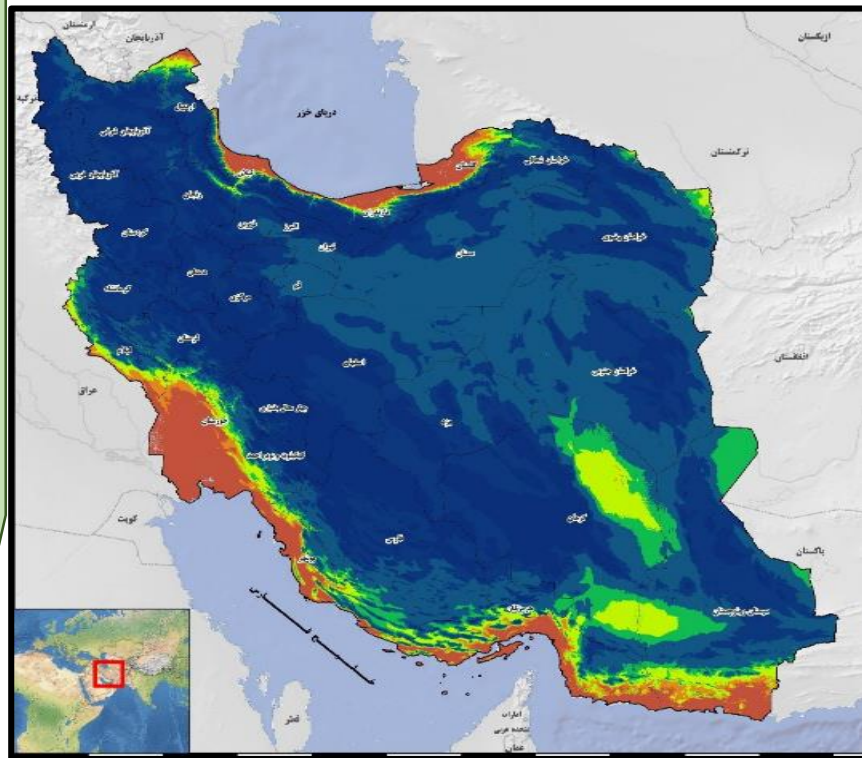


مطالعات سند ملی آمایش سرزمین

حسایت اکولوژیکی سرزمین و توازن بهره برداری از آن (پیوست ۴ گزارش تلفیقی)



مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده نگری

گروه پژوهشی آمایش سرزمین، توسعه و توازن منطقه‌ای

مجموعه گزارش شماره ۱۳۰

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

شناسه گزارش

عنوان	مطالعات سند ملی آمایش سرزمین حساسیت اکولوژیکی سرزمین و توازن بهره‌برداری از آن (پیوست ۴ گزارش تلفیق)
کد شناسه	۹۹-۷-۱۰۱۸۰
پدیدآوردگان	مصطفی کشتکار- مهرداد کاشف
	همکاران: دکتر محسن ابراهیمی خوسفی- دکتر مینا ابوطالبی
ناظر	دکتر فرزاد پوراصغر سنگاچین
	امور ذی‌ربط در سازمان برنامه و بودجه کشور امور برنامه‌ریزی، نظارت و آمایش سرزمین
مشاور علمی	مهندس حسین آرامی
ناظر علمی	شورای عالی سیاستگذاری و راهبری تدوین سند ملی آمایش سرزمین
واحد ذی‌ربط در مرکز	گروه پژوهشی آمایش سرزمین، توسعه و توازن منطقه‌ای دبیر گروه: دکتر مرتضی مهر علی تبار فیروزجایی اعضای گروه (به ترتیب الفباء): دکتر محسن ابراهیمی خوسفی، دکتر مینا ابوطالبی، دکتر مهدی رازپور، مهرداد کاشف مبارکه، مصطفی کشتکار و دکتر حمید محمدی
	مسئول هماهنگی و نظارت سعید غلامی نتاج، مدیر کل دفتر خدمات پژوهشی و کاربست یافته‌های پژوهشی
ناشر	مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری
تاریخ انتشار	زمستان ۱۳۹۹
مطالب این گزارش لزوماً بیانگر نظر رسمی سازمان برنامه و بودجه کشور و مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری نیست.	
حقوق معنوی اثر به پدیدآوردگان و حقوق مادی آن، به مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری سازمان برنامه و بودجه کشور تعلق دارد و استفاده از آن با ذکر مأخذ بلامانع است.	
آدرس: تهران - خیابان استاد نجات‌اللهی - خیابان سپند - پلاک ۱۶ شماره تماس ۰۲۱-۴۳۳۰۶۰۰۰ شماره پیام‌رسان ۰۹۹۲۱۵۷۵۸۴۳	
http://www.dfrc.ir/	

پیشگفتار

تنظیم روابط بین عوامل انسانی، اقتصادی و محیطی با انگیزه بهره‌مندی از سرزمین در جهت استفاده شایسته و پایدار از توان انسانی و طبیعی، مورد توجه آمایش سرزمین است. به بیانی دیگر، آمایش سرزمین به دنبال چیدمان سه مؤلفه مهم جمعیت، سرمایه و منابع طبیعی برای تحقق مطلوب‌ترین، عادلانه‌ترین و پایدارترین سازمان فضایی در سرزمین است. در این راستا، بدیهی است که آمایش سرزمین در چارچوب اصول مصوب، از طریق حفاظت کاربری‌های پایدار اراضی، افزایش بهره‌وری، کارایی و بازده اقتصادی، گسترش عدالت اجتماعی، رفع فقر و محرومیت، برقراری تعادل و توازن در برخورداری از سطح معقول توسعه و رفاه در تمام مناطق جغرافیایی، ایجاد و تحکیم پیوندهای اقتصادی درون و برون منطقه‌ای و هماهنگ‌سازی تأثیرات فضایی- زمانی سیاست‌های بخشی، استانی، منطقه‌ای و ملی به‌گونه‌ای عمل کرده تا بتواند اهداف چشم‌انداز بلندمدت توسعه کشور و مدیریت یکپارچه سرزمین را به‌صورت تحقق‌پذیر، متوازن، پایدار و عادلانه عملی سازد. در مجموع می‌توان چنین بیان داشت که آمایش سرزمین نوعی برنامه‌ریزی فضایی راهبردی است که با بهره‌مندی از خرد، دانش و بینش سرزمینی، به دنبال تحقق اهداف زیر است:

- توسعه فضایی متعادل و متوازن سرزمین با رعایت توان اکولوژیک؛
- حفظ وحدت و یکپارچگی سرزمین؛
- بهره‌وری بهینه از سرزمین، متناسب با ظرفیت‌های فضایی و موقعیت مکانی همچون هاب ارتباطی و اقتصاد دریاپایه؛
- توجه ویژه به قلمروهای خاص سرزمینی؛
- کاهش اختلاف در بهره‌مندی نواحی و اقوام گوناگون کشور از مواهب توسعه؛
- ارتقاء بهره‌وری و کارایی اقتصادی؛
- ارتقاء رقابت‌پذیری بین‌المللی، مبتنی بر فعال‌سازی مزیت‌های مغفول‌مانده و خلق مزیت‌های جدید سرزمینی و
- ارتقاء کیفیت زندگی ساکنان همه مناطق کشور.

آمایش سرزمین، با عنایت به اهمیت موضوع و ضرورت و نقش آن در نظام برنامه‌ریزی همواره مورد تأکید سازمان برنامه و بودجه کشور بوده، به نحوی که در پنج دهه گذشته، چهار دوره مطالعات آمایش سرزمین در کشور تجربه شده است. در ادامه تلاش‌های صورت گرفته برای تدوین سند ملی آمایش سرزمین؛ در دوره اخیر، پس از آغاز به کار دولت تدبیر و امید و احیای سازمان برنامه و بودجه کشور، با توجه به اهمیت موضوع و با استناد به تکلیف

قانونی ماده ۲۶ قانون برنامه ششم توسعه، تدوین سند ملی آمایش سرزمین مدنظر قرار گرفت و انجام آن به مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری سپرده شد. متعاقب آن مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری، به‌منظور بهره‌مندی حداکثری از مجموعه مطالعات و گزارش‌های انجام شده در کشور؛ بهره‌گیری از تمام اندوخته دولت و توان علمی کشور در راستای تدوین سند جامع، به‌عنوان نقشه راه توسعه بلندمدت کشور، ساختار اجرایی تدوین سند ملی آمایش با هدف عضویت معاونت وزارتخانه‌ها و دستگاه‌های اجرایی ذی‌ربط و همچنین اساتید و صاحب‌نظران برجسته کشور در ترکیب تمامی کارگروه‌ها، شکل داد و بر این اساس مطالعات سند ملی آمایش سرزمین در قالب ۱۹ گروه مطالعاتی با حضور بیش از ۷۰ نفر از صاحب‌نظران برجسته کشور و کارشناسان مجرب در حوزه‌های جمعیتی، محیط‌زیست، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی انجام پذیرفت که ماحصل آن تدوین بیش از ۴۰ جلد گزارش پشتیبان سند ملی آمایش سرزمین بوده که این گزارش بخشی از آن مجموعه است.

امید است نتایج حاصل از سند ملی آمایش سرزمین، راهنمای مناسبی برای تمامی ذی‌نفعان بوده و نویدبخش تحقق توسعه پایدار در سرزمین ایران باشد. در پایان واجب می‌دانم مراتب تشکر و قدردانی صمیمانه خود از کلیه کسانی که در راهبری، هدایت و تدوین سند ملی آمایش سرزمین در قالب شورای مشورتی و سیاست‌گذاری، کمیته علمی و کمیته اجرایی سهیم بوده‌اند را ابراز دارم.

علیرضا آزموده اردلان

رئیس مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
أ	خلاصه مدیریتی
۱	مقدمه
۲	۱- تعیین میزان بهره‌برداری پایدار از منابع
۳	۱-۱- مروری بر ظرفیت بهره‌برداری
۴	۱-۲- بررسی جایگاه ظرفیت برد در آمایش سرزمین
۵	۲- ارزیابی توازن بهره‌برداری از سرزمین
۶	۲-۱- مدل تخریب و تعیین اولویت توسعه محیط‌زیست
۸	۲-۱-۱- مناطق آسیب‌پذیر سرزمین
۹	۲-۱-۲- مناطق حساس اکولوژیکی سرزمین
۱۲	۲-۱-۳- تعیین تراکم فیزیولوژیک واحدهای مطالعاتی
۱۲	۲-۲- نتایج مدل‌سازی و تولید نقشه‌ی نهایی مدل تخریب
۲۷	۲-۳- تعیین توازن و بهره‌برداری از سرزمین
۲۷	۲-۳-۱- ارزیابی توان اکولوژیک
۳۶	۲-۳-۲- قلمروهای مستعد توسعه، مستلزم تشبیت و نیازمند بازسازی
۴۱	۳- بحث و نتیجه‌گیری
۴۳	منابع

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۶.....	شکل ۱: مدل تلفیقی تعیین توازن بهره برداری از سرزمین
۲۸.....	شکل ۲: مدل مفهومی روش ارزیابی توان اکولوژیک در مطالعات سند ملی آمایش سرزمین
۳۷.....	شکل ۳: چارت مفهومی جایگاه تعاریف قلمروهای توسعه

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۱.....	جدول ۱: مقادیر ترجیحات برای مقایسه‌های زوجی
۲۱.....	جدول ۲: طبقه بندی ضریب حساسیت
۲۵.....	جدول ۳: طبقه بندی تصمیم‌گیری ضریب تخریب

فهرست نقشه‌ها

عنوان	صفحه
نقشه ۱: حساسیت بر اساس عامل ارتفاع در پهنه سرزمین	۱۳
نقشه ۲: حساسیت بر اساس عامل خاکشناسی در پهنه سرزمین	۱۴
نقشه ۳: حساسیت بر اساس عامل شیب در پهنه سرزمین	۱۵
نقشه ۴: حساسیت بر اساس عامل جهت شیب در پهنه سرزمین	۱۶
نقشه ۵: حساسیت بر اساس عامل کاربری و پوشش اراضی در پهنه سرزمین	۱۷
نقشه ۶: حساسیت بر اساس عامل سیل در پهنه سرزمین	۱۸
نقشه ۷: حساسیت بر اساس عامل گسل در پهنه سرزمین	۱۹
نقشه ۸: حساسیت بر اساس عامل لغزش در پهنه سرزمین	۲۰
نقشه ۹: پهنه حساسیت اکولوژیکی در کشور	۲۲
نقشه ۱۰: طبقات آسیب‌پذیری اکولوژیکی در پهنه سرزمین	۲۳
نقشه ۱۱: مناطق اولویت توسعه، تثبیت و بازسازی (شدت تخریب محیط‌زیست)	۲۶
نقشه ۱۲: ارزیابی توان اکولوژیک- پهنه‌های مستعد توسعه صنعتی	۲۹
نقشه ۱۳: ارزیابی توان اکولوژیک- پهنه‌های مستعد توسعه کشاورزی دیم	۳۰
نقشه ۱۴: ارزیابی توان اکولوژیک- پهنه‌های مستعد توسعه کشاورزی آبی	۳۱
نقشه ۱۵: ارزیابی توان اکولوژیک- پهنه‌های مستعد توسعه مرتعداری	۳۲
نقشه ۱۶: ارزیابی توان اکولوژیک- پهنه‌های مستعد حفاظت	۳۳
نقشه ۱۷: ارزیابی توان اکولوژیک- پهنه‌های مستعد توسعه سکونتگاه	۳۴
نقشه ۱۸: ارزیابی توان اکولوژیک- پهنه‌های مستعد توسعه جنگلداری	۳۵
نقشه ۱۹: مناطق مستعد توسعه، توسعه منوط به بازسازی، تثبیت و بازسازی کاربری سکونتگاهی	۳۸
نقشه ۲۰: مناطق مستعد توسعه، توسعه منوط به بازسازی، تثبیت و بازسازی کاربری کشاورزی	۳۹
نقشه ۲۱: مناطق مستعد توسعه، توسعه منوط به بازسازی، تثبیت و بازسازی کاربری صنعت	۴۰

خلاصه مدیریتی

بحث ظرفیت برد و کاربرد آن در برنامه‌ریزی توسعه کالبدی در ایران سابقه‌ای کمتر از دو دهه داشته و تعداد مقالات و طرح‌های پژوهشی و دانشگاهی انجام شده در این زمینه انگشت شمار است. در مقالات چاپ شده و همچنین کتاب‌های موجود، بحث ظرفیت برد عمدتاً در قالب مباحث و مسائل کلی مربوط به محدودیت‌های ناشی از بهره‌برداری بی‌رویه از منابع مطرح شده و یا تمرکز اصلی بر موضوع اندازه‌گیری تراکم در برنامه‌ریزی شهری و یا معرفی اصول و روش‌های برآورد ظرفیت برد تفرجگاهی بوده است. بنابراین لازم است تا تلاش‌های علمی و جدی جهت نیل به معرفی روش‌های برآورد ظرفیت برد در مباحث مختلف صورت گیرد. ارزیابی ظرفیت سرزمین با استفاده از سیستم شاخص مبنا نه تنها فشار به منابع را مشخص می‌کند بلکه هماهنگی بین منابع اکولوژیک، سیستم‌های اقتصادی، اجتماعی و محیطی را بررسی می‌کند؛ بنابراین، شاخص‌های انتخابی باید توانایی توصیف این ارتباطات را داشته باشند. علاوه بر آن، شاخص‌ها باید قابل فهم بوده و از دخالت عوامل زیاد در بررسی ظرفیت برد خودداری شود.

برای انجام پژوهش پیش رو، تلاش شد تا از چارچوب روش مدل تخریب استفاده شود و در راستای تدوین سند ملی آمایش سرزمین به منظور تعیین ظرفیت برد محیطی و تعیین مناطق مستعد حفاظت، بازسازی و توسعه سرزمین شدت تخریب تعیین و با توجه به محدودیت‌ها و به روز شدن اطلاعات و نیز توجه به مقیاس، این روش بهبود پیدا کند. ارزیابی مدل تخریب، سیستمی پیچیده و چندمعیاره است که در ارتباط مستقیم با توسعه اقتصادی، اجتماعی و محیطی می‌باشد. روش ارائه شده در این پژوهش با تخمین ظرفیت برد از طریق شاخص‌های پایداری محیط و منابع علاوه بر اینکه به طور کمی به برنامه‌ریزان سرزمین در مورد بالا یا پایین بودن ظرفیت بارگذاری کاربری هشدار می‌دهد به پژوهشگر این امکان را می‌دهد تا به نسبت شرایط و منطقه مورد مطالعه از شاخص‌های متفاوت استفاده کند. در اجرای مدل پایه، مبنای کار واحد نشانزد است که می‌تواند واحدهای طبیعی یا شبکه‌های فرضی یا مرز سیاسی باشند.

بنابراین می‌توان در تعریف روش کار و مدل تلفیق این‌گونه بیان کرد؛ ۱- این مدل با کاربست مدل تخریب، نواحی قابل توسعه و غیر قابل توسعه و مناطق ترمیم را مشخص می‌کند. در کنار این دیگر شاخص‌های استفاده شده؛ هات اسپات‌ها و کلداسپات‌های مخاطرات طبیعی در سرزمین مورد بررسی قرار می‌گیرند. همچنین تغییرات اقلیمی و نیز تغییرات کاربری اراضی مدل‌سازی شدند و به صورت لایه‌های ورودی در تعیین توازن مورد استفاده قرار گرفتند. ۲- سپس، توازن و عدم توازن میان توان اکولوژیک و کاربری موجود فعالیت و جمعیت بررسی می‌شود. ۳- در مرحله نهایی، اطلاعات مستخرج از مرحله دوم، یعنی نوع توازن هر کاربری و نواحی دارای بالانس یا قابلیت توسعه با خروجی مرحله اول؛ یعنی مدل تخریب تلاقی داده شدند. بر این اساس نواحی توسعه، ترمیم و تثبیت

ارائه شده و قلمروهای مستعد توسعه، مستلزم تثبیت و نیازمند بازسازی به صورت مکانی معرفی شدند. نتایج این مطالعه گواه این امر است که مساحت زیادی از سرزمین ایران دارای قلمرو حساس است و از طرفی با توجه به شرایط استفاده از منابع، مناطق دارای اولویت توسعه به شدت محدود است و حتی مناطقی به علت شدت بارگذاری به وسیله مخاطرات مختلف، تهدید می‌شوند.

مقدمه

رشد شتابان جمعیت و توسعه کشورها در جهان امروز و به خصوص کشورهای در حال توسعه و پیامدهای آن برای جوامع و ساکنانش موجب توجه جدی صاحب‌نظران و برنامه‌ریزان به مفهوم توسعه پایدار شده است (قرخلو و حسینی، ۱۳۸۵). کشورهای در حال توسعه به منظور جبران عقب‌ماندگی‌ها، فرار از فقر سیاسی، اقتصادی و فرهنگی و برای رسیدن به توسعه متعادل، متوازن و همه‌جانبه که منجر به بهبود زندگی همه انسان‌ها گردد، نیازمند شناخت صحیح و برنامه‌ریزی‌های مناسب در سطح ملی و منطقه‌ای هستند (ساسان‌پور، ۱۳۹۰).

برای داشتن توسعه پایدار، گام اول اطلاع از وضعیت پایداری منطقه است تا در صورت ناپایدار بودن، برنامه‌ریزی لازم برای نیل به سمت توسعه پایدار صورت گرفته و اجرا شود (صرافی، ۱۳۸۰). برای اندازه‌گیری سطح پایداری، روش‌های کمی و کیفی مختلفی وجود دارد. یکی از اجزای ضروری برای ارزیابی کلی میزان پیشرفت به سوی توسعه پایدار، شاخص‌ها هستند. شاخص‌های مطلوب، متغیرهایی هستند که اطلاعات مربوط را خلاصه یا ساده کرده باشند، پدیده‌های با اهمیت را ملموس و قابل درک ساخته، اطلاعات را به صورت کمی (مقداری) برآورد کرده و ارتباط لازم را با اطلاعات برقرار نمایند (حداد تهرانی و محرم‌نژاد، ۱۳۸۱). با وجود تأکید بر تدوین و کاربرد شاخص‌های توسعه پایدار و سپری شدن حدود دو دهه از تصویب دستور کار ۲۱ در اجلاس عالی زمین و تشکیل کمیته توسعه پایدار^۱ که در آن بر تدوین و کاربرد شاخص‌های توسعه پایدار تأکید شد، هنوز اتفاق نظری در خصوص شاخص‌های تبیین‌کننده پایداری، طراحی و استفاده از آنها برای سنجش پایداری و همچنین روش‌های جامع و کامل که مورد پذیرش تمامی صاحب‌نظران در سراسر جهان باشد به وجود نیامده است. با این حال، در طی سال‌های گذشته شاخص‌های متعددی برای سنجش و اندازه‌گیری توسعه پایدار مطرح شده و گاهی نیز شاخص پایداری کشورها که توسط نهادهای بین‌المللی به صورت سالانه منتشر می‌شوند، ابزارهای ارزشمندی برای ارزیابی عملکرد کشورها و مقایسه آنها در زمینه توسعه پایدار قلمداد می‌شوند (وانگ^۲ و لیو،^۳ ۲۰۱۹). از جمله کاربرد شاخص‌ها می‌توان به ارزیابی شرایط و حساسیت‌ها، مقایسه بین مکان‌ها و موقعیت‌ها، ارزیابی شرایط و گرایش‌ها در ارتباط با اهداف و مقاصد، تأمین اطلاعات هشداردهنده، پیش‌بینی شرایط و روند آینده اشاره کرد (حداد تهرانی و محرم‌نژاد، ۱۳۸۱).

-
1. Commission on Sustainable Development (CSD)
 2. Wang
 3. Liu

۱- تعیین میزان بهره‌برداری پایدار از منابع

ناپایداری توسعه جوامع بشری در دو قرن اخیر (پس از انقلاب صنعتی) و پیامدهای زیان‌بار آن که تابعی از متغیرهای جمعیت، سرانه‌ها و الگوی مصرف است، توجه به اصل پایداری را هر چه بیشتر مورد تأکید قرار می‌دهد. با بروز ضایعات محیط زیستی و کاهش سطح عمومی زندگی، به‌ویژه در جوامع شهری طی دو دهه گذشته، رهیافت توسعه پایدار به عنوان مهم‌ترین موضوع دهه آخر قرن بیستم، از سوی سازمان ملل مطرح شد. برای داشتن توسعه پایدار، گام اول اطلاع از وضعیت پایداری منطقه است تا در غیر این صورت، برنامه‌ریزی لازم توسعه پایدار آن انجام گرفته و اجرا شود. امروزه انسان با چالش‌های بی‌سابقه‌ای در عرصه‌های محیط‌زیستی روبه‌رو است و در این زمینه ایده یکسان و همه‌جانبه‌ای میان صاحب‌نظران اکولوژی وجود دارد مبنی بر اینکه اکوسیستم‌ها در سطوح موجود فعالیت‌های اقتصادی و عرصه‌های مادی، دیگر قادر به پایداری نیستند؛ زیرا فشارهای اقتصادی بر منابع طبیعی بیش از پیش رو به افزایش است (ارجمندنی، ۱۳۸۵).

مفهوم ظرفیت برد ابزاری در حال تحول برای نظارت بر توسعه پایدار است. این مفهوم از اکولوژی، بر اساس تئوری منحنی رشد لجستیک توسط ورهالست در سال ۱۸۳۸ سرچشمه گرفته است (ادوم،^۱ ۱۹۷۱ و ما^۲ و همکاران، ۲۰۱۷). امروزه بسیاری از دانشمندان بر وجود آستانه خاصی از توسعه که عبور از آن، اختلالات برگشت‌ناپذیر محیط طبیعی را در پی خواهد داشت، تأکید دارند (واکرناگل^۳ و همکاران، ۲۰۰۲). برنامه‌ریزان ظرفیت برد یک منطقه را به صورت توانایی یک ناحیه برای جا دادن رشد جمعیت و توسعه فیزیکی بدون ایجاد خسارت فیزیکی یا تخریب، قابل توجه می‌دانند. از طرفی با تمرکز بر جنبه‌های فیزیکی، لیو (۲۰۱۲) عوامل تعیین‌کننده ظرفیت برد را چهار عامل زمین، آب، حمل و نقل و محیط‌زیست می‌دانند.

امروزه دستیابی به رشد و توسعه پایدار از مباحث عمده کشورها به شمار می‌رود؛ اما کمتر دستور کار عملیاتی به منظور تحقق این موضوع پیشنهاد شده است. سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی تحقق اهداف توسعه پایدار مستلزم استفاده از شیوه‌های مدون کمی و کیفی برای ارزیابی، مقایسه و انتخاب است. در همین راستا یکی از مهم‌ترین ابزارهای پیچیده برای اندازه‌گیری پایداری مکان‌های خاص یا سبک‌های زندگی، تحلیل ظرفیت قابل بارگذاری است. این مدل با تبدیل منابع مورد نیاز به زمین برای تأمین و جبران آلودگی، معیاری مناسب برای ارزیابی آثار زندگی مدرن را فراهم می‌کند. این آثار می‌توانند برای افراد، شهرها، مناطق و کشورها مورد محاسبه قرار بگیرند. مدل تخریب به عنوان نوعی از ظرفیت برد بر چالش‌های انسان با طبیعت و بر تداوم زندگی با طبیعت

1. Odum
2. Ma
3. Wackernagel

و تنظیم روابط خود با باقی‌مانده طبیعت تأکید دارد. این روش همچنین نشان می‌دهد که در درازمدت، انسان نمی‌تواند با مصرف بی‌نهایت از منابع زیستی به زندگی ادامه دهد.

۱-۱- مروری بر ظرفیت بهره‌برداری

استفاده از واژه ظرفیت برد برای اولین بار در منابع مختلف، متفاوت ذکر شده است. سایره (۲۰۰۸) معتقد است واژه ظرفیت برد برای اولین بار توسط جان سی کلهون^۱ وزیر امور خارجه آمریکا در مجلس سنا در سال ۱۸۴۵ به کار برده شد که مربوط به سیستم‌های تجاری و حمل و نقل دریایی کالاها و استفاده از واحد تناژ بوده است. در واقع تناژ واحدی برای اندازه‌گیری میزان بار حمل شده است. برخی منابع بیان می‌کنند که مفهوم ظرفیت برد برای اولین بار در آزمایشگاه کشت میکروارگانیسم‌ها در قرن نوزدهم به کار برده شد (زیمرر، ۱۹۹۴). برخی از محققان ارزیابی می‌کنند که تاریخچه آن به مدیریت حیات وحش و مراتع برای چرای دام برمی‌گردد (ادوارد، ۱۹۹۵). ظرفیت برد در ابتدا ابزاری برای تخمین تعداد جمعیت خودکفا بوده است. از نقطه‌نظر منابع، معیارهای مهم تعیین ظرفیت برد پایه‌ای جهت نیازهای ضروری انسان برای بقای فیزیکی جمعیت شامل غذا، آب، سرپناه و انرژی بوده است. هر یک از این پارامترها گویای نیاز زمین مورد استفاده در راه‌های مختلف است و سهم آنها نیز در مدل‌سازی ظرفیت برد متفاوت خواهد بود. به‌علاوه ترکیب معیارها نیز وابسته به در دسترس بودن داده‌ها است. در حالی که ساختار اصلی مدل ظرفیت برد مبتنی بر مطالعات انجام شده یکسان بوده است، اما دو روش به احتمال زیاد دقیقاً به طور یکسان نخواهند بود (لن و همکاران ۲۰۱۴). به هر حال اگر تمام پتانسیل منابع، اثرات و محدودیت‌های اجتماعی در یک مدل ظرفیت برد گنجانیده شود، وسعت و پیچیدگی بحث ممکن است آن را فراتر از حد پروژه ببرد؛ در نتیجه، استراتژی برای اولویت‌بندی مورد نیاز است. این مسئله که ازدیاد جمعیت توسط جمعیت‌شناسان به چالش کشیده شده است، از نظریه مالتوس مربوط به ۲۰۰ سال پیش نشئت می‌گیرد. وی استدلال کرد در حالی که جمعیت انسانی به طور بالقوه نمایی رشد می‌کند منابع مورد نیاز انسانی نسبتاً محدود باقی می‌ماند. بسیاری از منتقدان مالتوس استدلال می‌کنند که پیش‌بینی‌های وی از ازدیاد جمعیت بر نمی‌تابد، چراکه پیشرفت فناوری و استفاده از سوخت‌های فسیلی با انرژی بالا برای گسترش قابل توجهی از منابع رواج یافته‌اند. تاکنون تولیدات و مصارف صنعتی هزینه‌های مشکلات اجتماعی، نابرابری‌های اقتصادی و تنزل محیط‌زیست را در پی داشته است و نشان می‌دهد که استراتژی‌های جدید برنامه‌ریزی استفاده از زمین، نیاز به مقابله با چالش‌های پیش رو دارد (لن، ۲۰۱۰).

1. John C. Calhoun

۱-۲- بررسی جایگاه ظرفیت برد در آمایش سرزمین

تجربه نشان می‌دهد بسیاری از سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیرانی که در رأس جریان برنامه‌ریزی قرار دارند، به دنبال اتخاذ تصمیم بر پایه اهداف مشخص و قابل ارزشیابی برای بهره‌برداری و مدیریت پایدار سرزمین هستند. در عین حال در جستجوی یافتن پاسخ‌های روشن و ساده و ترجیحاً کمی برای حداقل سه پرسش اساسی زیر هستند:

- چه مکان یا گزینه‌های مکانی برای کار یا فعالیت مورد نظر مناسب است؟
- پیامدها و آثار فعالیت‌های مورد نظر چیست و چگونه می‌توان بیشترین بهره‌برداری و بهره‌مندی را از سرزمین و منابع آن با کمترین خسارات و آسیب‌ها به دست آورد؟
- ظرفیت سرزمین برای اداره پایدار و درخور خدمات مورد انتظار و پذیرش بار حاصل از فعالیت‌ها و کاربری‌های مورد نظر در بازه زمانی برنامه‌ریزی چه اندازه است؟

از طرف دیگر متخصصانی که مسئولیت ارائه پاسخ‌های مناسب به پرسش‌های یاد شده را به عهده می‌گیرند در عمل با موضوع پیچیده و متغیری در ارتباط بوده و نیازمند بهره‌گیری از روش‌ها و تکنیک‌های مناسب برای درک، شناخت، آسیب‌شناسی، تجزیه و تحلیل و پیش‌بینی هستند (طیبیان و همکاران، ۱۳۸۶).

بحث ظرفیت برد و کاربرد آن در برنامه‌ریزی توسعه کالبدی در ایران سابقه‌ای کمتر از دو دهه داشته و تعداد مقالات و طرح‌های پژوهشی و دانشگاهی انجام شده در این زمینه، محدود است. در مقالات چاپ شده و همچنین کتاب‌های موجود بحث ظرفیت برد عمدتاً در قالب مباحث و مسائل کلی مربوط به محدودیت‌های ناشی از بهره‌برداری بی‌رویه از منابع مطرح گردیده و یا تمرکز اصلی بر موضوع اندازه‌گیری تراکم در برنامه‌ریزی شهری یا معرفی اصول و روش‌های برآورد ظرفیت برد تفرجگاهی بوده است. در سال‌های اخیر برآورد ظرفیت برد زیستگاه‌ها نیز به عنوان فصلی از طرح جامع مدیریت مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط‌زیست در حال انجام است. با کاربرد مفهوم ظرفیت برد در برنامه‌ریزی توسعه توریسم در نیمه دوم دهه ۱۹۹۰ پیشرفت‌های قابل توجهی در این زمینه به دست آمد و مفهوم جدید با عنوان ظرفیت برد اجتماعی و روان‌شناختی به ادبیات ارزیابی محیط‌زیست اضافه شد که نقطه عطفی در کاربرد این مفهوم به شمار می‌رود. ظرفیت برد طبیعی طبق تعریف اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت^۱ در سال ۱۹۹۱ عبارت است از: «ظرفیت یک اکوسیستم که بتواند به تعداد معینی موجود زنده سالم پناه بدهد، به طوری که توان تولیدی، باروری، سازش‌پذیری و توان تجدیدپذیری آن‌ها حفظ شود. همچنین ظرفیت برد انسان طبق تعریف میزان حداکثر

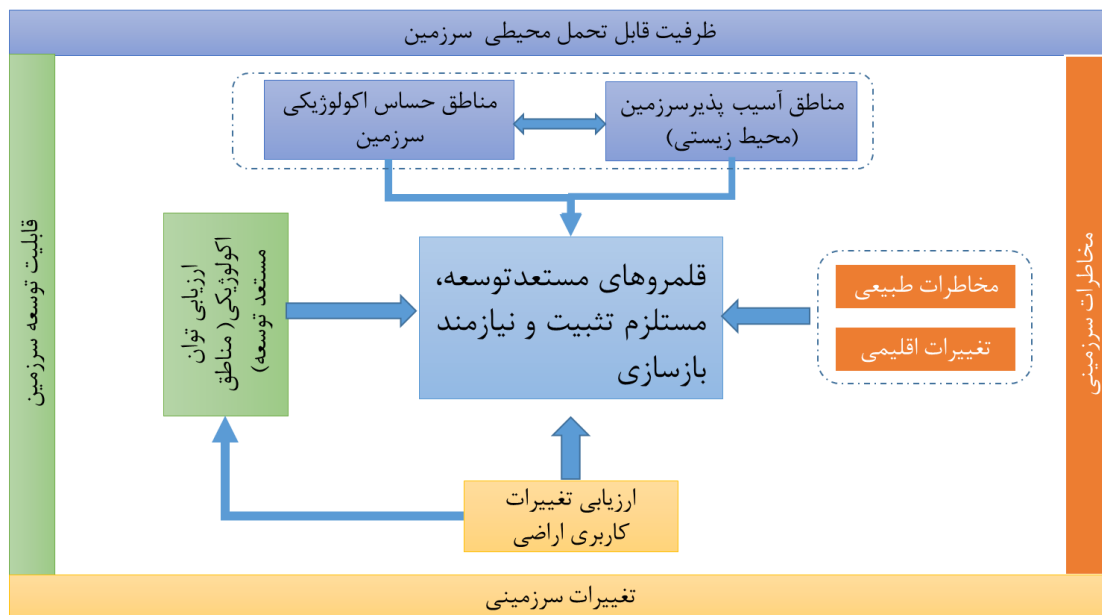
1. International Union for Conservation of Nature (IUCN)

مصرف منابع و تخلیه پسماند و پساب که بتواند بدون دخالت در یکپارچگی عملکردی و قدرت فرآوری اکوسیستم مربوطه به حیات خود ادامه دهد».

مفهوم ظرفیت برد به طور ذاتی مفهومی ثابت، ساکن و ساده نیست؛ بلکه در ارتباط نزدیک با تکنولوژی، ترجیحات و همچنین ساختار تولید و مصرف است. همچنین، این مفهوم به تعامل بین محیط فیزیکی و زیستی مربوط است. مطالعات زیادی برای تعیین کمیت ظرفیت برد جمعیت برای کاربری اراضی خاص وجود دارد، اما ماهیت پیچیده سبک‌های زندگی مدرن این روند را پیچیده کرده است. از همین سو جهت ارزیابی بهره‌برداری از منابع، مدل مفهومی ایجاد و در مطالعات به کار گرفته شد که در ادامه به شرح آن پرداخته می‌شود.

۲- ارزیابی توازن بهره‌برداری از سرزمین

با روند روزافزون توسعه و استفاده یک سویه از زمین به نفع انسان بدون در نظر گرفتن توان اکولوژیکی آن، محیط توان برآورد نیازهای کنونی بهره‌کشان را ندارد و نتیجه این امر به خطر افتادن سلامتی و بقای انسان است. بسیاری از صاحب‌نظران محیط‌زیستی معتقد هستند که تداوم روش و الگوهای سنتی اقتصادی و مصرف بدون حساب منابع طبیعی، نیازهای انسان را به خطر انداخته است. بنابراین، ظرفیت بار بوم‌شناختی (اکولوژیک) آن نباید افزایش یابد و با ملاحظات محیط‌زیستی سازگار باشد. بنابراین، باید تداوم و پایداری آن در بستر بوم‌شناختی امکان‌پذیر شود (ارجمندنیا، ۱۳۸۰). توازن بهره‌برداری از سرزمین ناظر بر وجود هماهنگی میان مصرف و تولید منبع بر اساس شناسایی آستانه‌ها است؛ بنابراین، بر اساس یک متغیر یا معیار معین قابل اندازه‌گیری است. در واقع، بهره‌برداری متوازن، یعنی از منابع به اندازه مقداری از تولید آن یا به نسبتی از اندوخته آن برداشت شود که توازن بین منابع و مصارف در بازه‌های زمانی بلندمدت برقرار شود. بنابراین، فرایند سنجش توازن توجه به هماهنگی میان درون‌داد (Input) و برون‌داد (Output) یک سیستم است. به منظور تعیین این توازن، ضرورت دارد که مناطق مستعد توسعه، تثبیت و بازسازی تعیین شود. شکل ۱ فرایند مدل تلفیقی تعیین توازن بهره‌برداری از سرزمین را نشان می‌دهد؛ که بر اساس آن با بهره‌گیری از خروجی‌های ارزیابی توان اکولوژیکی، مناطق حساس اکولوژیکی و آسیب‌پذیر سرزمین، کاربری‌های وضع موجود، مناطق تحت تأثیر تغییرات اقلیم سرزمین و مخاطرات سرزمین مناطق دارای اولویت بازسازی، تثبیت و توسعه سرزمین برای چهار کاربری توسعه شهری، صنعتی، کشاورزی تعیین شد.



شکل ۱: مدل تلفیقی تعیین توازن بهره‌برداری از سرزمین

مطابق مطالب ذکر شده در ادامه به شرح هر جز از مدل تلفیق توازن و بهره‌برداری از سرزمین پرداخته می‌شود.

۲-۱- مدل تخریب و تعیین اولویت توسعه محیط‌زیست

امروزه بسیاری از دولت‌ها و به‌تبع آن مدیران بخشی در پی یافتن راهی برای رشد و پیشرفت بیشتر هستند. پیشرفت در قالب راهکارهایی که گاهاً به اسم توسعه، موجب تخریب بسیاری از زیرساخت‌های لازم برای توسعه یک منطقه یا ناحیه در درازمدت می‌شوند. از این‌رو می‌توان بیان کرد که دیدگاه «رشد حداکثری» و گمانه «توسعه به هر قیمتی» در روزگار کنونی دیگر چندان قابل قبول و امکان‌پذیر نیست (یاوری و فاضل بیگی، ۱۳۹۰). بررسی سابقه‌های موضوعی اجرای طرح‌ها و پروژه‌های عمرانی در ایران نشان می‌دهد که در بسیاری از برنامه‌ها و پروژه‌ها، همانند برخی از کشورهای در حال توسعه، اهمیت محیط‌زیست از دید تصمیم‌گیران پنهان بوده و بسیاری از تصمیم‌گیری‌ها بدون توجه به ملاحظه‌های محیط‌زیستی، طراحی و مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. پیامد چنین اقدام‌هایی ایجاد و گسترش آلودگی‌های مختلف محیط‌زیستی و همچنین تخریب و تهی‌سازی شدید منابع محیطی در ایران بوده است. در این ارتباط، با جدی‌تر شدن بحران‌های محیط‌زیستی، بشر هر روزه به اشتباه‌های گذشته خود در ارتباط با مفاهیم رشد و توسعه، بیشتر آگاه می‌شود. امروزه بسیاری بر این باورند که تجربه توسعه اقتصادی در گذشته و درک محدودیت‌های بستر پذیرنده توسعه، یعنی محیط‌زیست را طی چند دهه گذشته به وجود آورده است، به طوری که بشر به‌درستی

در یافته است که برای فعالیت‌های او در محیط‌زیست حد و مرزی وجود دارد و به منظور پایداری اکوسیستم‌های مورد بهره‌برداری نباید از آن گذر کرد.

با توجه به توسعه روزافزون بشر نیاز هر چه بیشتر به توسعه پایدار احساس می‌شود، توسعه‌هایی که علاوه بر پاسخگویی به این نیاز کمترین آثار سوء را بر طبیعت بگذارد. نظر به اینکه لازمه تداوم پیشرفت در زمینه‌های مختلف اجتماعی، فرهنگی و توسعه اقتصادی با ایجاد یک برنامه مدیریتی با توجه ویژه به محیط‌زیست امکان‌پذیر می‌شود، از این‌رو باید هماهنگی‌های لازم بین برنامه‌های اقتصادی، اجتماعی و محیطی نیز برقرار شود تا تمامی برنامه‌ها همسو با هم بتوانند عملکرد مثبتی را از خود به جای گذارند. اما مشکلات محیط‌زیستی پیش‌آمده در دهه‌های اخیر نشان می‌دهد که بشر در مواجهه با طبیعت و محیط‌زیست که بقای وی به طور اجتناب‌ناپذیری به آن وابسته است، شیوه معقولی را اتخاذ نکرده و به جای جامع‌نگری و برنامه‌ریزی برای بهره‌وری پایدار از محیط پیرامونش، به بهره‌گیری و منفعت‌جویی ناپایدار از آن پرداخته است.

استفاده غیرمنطقی انسان از سرزمین از دو جنبه قابل بحث است؛ نخست به اجرای مدیریت غلط در رابطه با اداره سرزمین یا نحوه بهره‌برداری مربوط می‌شود و دیگری در رابطه با نادرستی نوع استفاده از سرزمین مصداق پیدا می‌کند (مخدوم، ۱۳۷۸). سرزمین محدودیت‌های خاص خود را دارد، برای زندگی در چارچوب این محدودیت‌ها و برای حصول اطمینان از پایداری منابع هرگونه بهره‌برداری از طبیعت باید پس از ارزیابی منابع و در چارچوب توان‌ها و ظرفیت‌های محیط صورت گیرد. ارزیابی آثار توسعه بر محیط‌زیست روشی است در دل فرایند یادشده که برای اطمینان از رعایت ضوابط، معیارها و قوانین زیست‌محیطی در طرح‌های مختلف ابداع شده و هدف اصلی آن پیش‌بینی، شناسایی و تجزیه و تحلیل دقیق کلیه آثار مثبت و منفی یک طرح بر محیط‌زیست طبیعی و انسانی است.

بنابراین در راستای گزارش ارزیابی حدود توسعه جهت تعیین میزان بار قابل تحمل بر واحدهای اکولوژیک، مدل‌سازی مناطق آسیب‌پذیر سرزمین (مدل تخریب) پیشنهاد می‌شود. این مدل برای اولین بار در سال ۱۳۷۲ توسط مجید مخدوم فرخنده ابداع شد و در ارزیابی آثار توسعه بر محیط‌زیست استان آذربایجان شرقی مورد استفاده قرار گرفت. در حقیقت هدف از استفاده این مدل بررسی پدیده‌های تخریب، عوامل تخریب، شدت تخریب و درجه آسیب‌پذیری بوم‌سازگان‌هاست تا بدین ترتیب بتوان در پروژه‌های آتی از بروز تخریب جلوگیری کرده و راه‌های جلوگیری از تکرار آن را در کوتاه‌مدت نیز نشان داد. همچنین می‌توان به تصمیم‌گیرندگان به صورت کمی درجات توسعه در گذشته، امکان توسعه در آینده و تبعات آن را به طور ساده نشان داد. مدل

تخریب محیط‌زیست در واقع یکی از روش‌های ارزیابی آثار محیط زیستی است که آثار فعالیت‌های انسانی را در مقیاس منطقه‌ای یا آبخیز تحلیل کرده و مقدار آن را به طور کمی مشخص می‌کند.

مدل تخریب محیط‌زیست در دسته‌بندی کلی مدل‌ها در دسته مدل‌های اطلاع‌رسان برای آگاهی مدیریت کلان طرح‌ها قرار دارد. این مدل از نوع تجزیه و تحلیل سیستمی است و در آن روش مدل‌سازی ریاضی به کار گرفته می‌شود.

در حقیقت هدف از به‌کارگیری این مدل این است که به تصمیم‌گیران درجه‌های توسعه در گذشته و امکان توسعه در آینده را به طور کمی و ساده نشان دهد (یارعلی و همکاران، ۱۳۸۹). تاکنون مدل تخریب با موفقیت در مناطق مختلف ایران به کار برده شده است که می‌توان به ارزیابی اثرات محیط‌زیست بر محیط‌زیست استان هرمزگان (مخدوم و منصور، ۱۳۷۸)، استان همدان (چمنی و همکاران، ۱۳۸۴) و آمایش استان گیلان (۱۳۹۷) اشاره کرد.

۲-۱-۱- مناطق آسیب‌پذیر سرزمین

جهت برآورد مناطق آسیب‌پذیر سرزمین از مدل تخریب استفاده شد. مدل تخریب محیط‌زیست در واقع یکی از روش‌های ارزیابی آثار محیط زیستی است که آثار فعالیت‌های انسانی را تحلیل و مقدار آن را به طور کمی مشخص می‌کند. مدل تخریب محیط‌زیست در دسته‌بندی کلی مدل‌ها در دسته مدل‌های اطلاع‌رسان برای آگاهی مدیریت کلان طرح‌ها قرار دارد. این مدل از نوع تجزیه و تحلیل سیستمی است و در آن روش مدل‌سازی ریاضی به کار گرفته می‌شود. در حقیقت هدف از به‌کارگیری این مدل این است که به تصمیم‌گیران درجه‌های توسعه در گذشته و امکان توسعه در آینده را به طور کمی و ساده نشان دهد.

در این راستا در تدوین آمایش ملی به منظور تعیین ظرفیت برد محیطی و تعیین مناطق مستعد حفاظت، بازسازی و توسعه سرزمین شدت تخریب تعیین و با توجه به محدودیت‌ها و به‌روز شدن اطلاعات و نیز توجه به مقیاس این روش بهبود یافت. در اجرای مدل تخریب، مبنای کار واحد نشانزد است که می‌تواند واحدهای طبیعی و یا شبکه‌های فرضی یا سیاسی باشند.

برای انجام پژوهش حاضر، تلاش شد تا از چارچوب روش مدل تخریب استفاده شود و در عوض با توجه به محدودیت‌ها و به‌روز شدن اطلاعات و نیز توجه به مقیاس این روش بهبود پیدا کند. این پژوهش واحد پیکسل برای ارزیابی میزان حساسیت استفاده شد، اما جهت سهولت درک و اجرای مدل تخریب در عمل برای ارزیابی شدت تخریب مرز سیاسی استان‌های کشور مبنای کار قرار گرفت. نوری در سال ۱۳۷۶ در سطح استان

کرمانشاه برای اولین بار در کشور، مرزبندی سیاسی شهرستان را به کار گرفت تا با اجرای مدل، میزان تخریب محیط‌زیست ناشی از فعالیت‌های انسانی را در راستای ملموس کردن نتایج اجرای مدل برای تصمیم‌گیران سیاسی و اقتصادی تعیین کند (نوری، ۱۳۷۶). قابل ذکر است از این روش در اولین تجربه آمایش، در آمایش سرزمین گیلان بهره گرفته شد.

برای نشان دادن میزان تخریب در هر یک از واحدهای کاری مدل‌های خطی به کار گرفته می‌شود، از ویژگی‌های عمده این مدل تکیه بر قضاوت کارشناسی یا اطلاعات کارشناسان در واحدهای نشانزد است. نخست با بررسی میدانی و کتابخانه‌ای تمام عوامل تخریب در هر یک از این واحدها شناسایی و فهرست می‌شود و مراحل بعدی شامل تعیین آسیب‌پذیری اکولوژیک و تراکم فیزیولوژیک است. در نهایت میزان تخریب بر اساس این سه جزء در هر واحد کاری مشخص می‌شود.

(۱)

$$DCi = (\sum AiLi + Dpi) / Ei$$

DC_i: ضریب تخریب هر واحد

A_i: عامل تخریب هر واحد

L_i: شدت عامل تخریب هر واحد

D_{pi}: تراکم فیزیولوژیک هر واحد

E_i: آسیب‌پذیری بوم‌شناختی هر واحد

۲-۱-۲- مناطق حساس اکولوژیکی سرزمین

گام اول در ارزیابی مدل تخریب برآورد و شناسایی مناطق حساس اکولوژیک سرزمین است، چراکه رشد روزافزون استفاده از منابع طبیعی و افزایش آلودگی‌های محیطی و اثرات سوء آن بر سرزمین توجه به رویکرد توسعه پایدار ضروری است، توسعه‌ای که به روابط بین نسلی توجه نموده و کمترین آثار سوء را بر طبیعت بگذارد. نظر به اینکه لازمه تداوم پیشرفت در زمینه‌های مختلف اجتماعی، فرهنگی و توسعه اقتصادی توجه ویژه به محیط‌زیست است، لذا پایداری محیط‌زیست به طور عام و سرزمین به عنوان بستر فعالیت‌ها به طور اخص پیش‌نیاز هرگونه توسعه قلمداد می‌شود، از این‌رو باید هماهنگی‌های لازم بین برنامه‌های اقتصادی، اجتماعی و محیطی نیز برقرار شود تا تمامی برنامه‌های توسعه و بارگذاری در پهنه سرزمین به صورتی یکپارچه و همسو بتوانند عملکرد مثبتی را از خود به جای گذارند و از سوی دیگر نیز پایداری محیط‌زیست و سرزمین را تضمین نمایند. اما مشکلات محیط‌زیستی پیش‌آمده در دهه‌های اخیر نشان می‌دهد که بشر در مواجهه با محیط‌زیست که بقای وی به طور اجتناب‌ناپذیری به آن وابسته است، شیوه معقول و پایداری را اتخاذ نکرده

است و توجه صرف به رشد اقتصادی به جای توجه به رویکرد توسعه پایدار باعث استفاده غیرمنطقی انسان از سرزمین شده که از یک طرف به مدیریت غلط در رابطه با اداره سرزمین یا نحوه بهره‌برداری مربوط می‌شود و از سوی دیگر، در رابطه با نادرستی نوع استفاده از سرزمین مصداق پیدا می‌کند. پیامدهای این نگاه یک سو به مبتنی بر رشد اقتصادی صرف، برهم خوردن تعادل‌های محیط‌زیست و تشدید ناپایداری‌های اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی در ابعاد مکانی و زمانی مختلف است که می‌تواند به بی‌ثباتی و ناپایداری نظام‌های اجتماعی منتهی شود.

بهره‌برداری مطلوب و پایدار از سرزمین محدودیت‌های خاص خود را دارد، برای ادامه بقا و زندگی در چارچوب چنین محدودیت‌هایی جهت تضمین پایداری منابع موجود در سرزمین هرگونه بهره‌برداری از طبیعت باید مبتنی بر ارزیابی منابع و در چارچوب توان‌ها و ظرفیت‌های محیط صورت گیرد. بر این اساس تعیین مناطق حساس اکولوژیکی سرزمین گام مؤثری در ارزیابی محیط‌زیست برای تضمین ضوابط، معیارها و قوانین محیط‌زیستی در طرح‌های توسعه و بارگذاری انواع فعالیت‌ها است که هدف اصلی آن پیش‌بینی، شناسایی و تجزیه و تحلیل دقیق کلیه آثار مثبت و منفی توسعه بر محیط‌زیست طبیعی، انسانی و سرانجام ارائه راهکارهای مشخص و پایدار است.

در این مطالعه با توجه به شرایط کشور و بر اساس نظر کارشناسی، مهم‌ترین معیارهای اکولوژیکی مورد استفاده در ارزیابی حساسیت؛ از جمله ارتفاع، جهت، شیب، کاربری اراضی، تراکم پوشش گیاهی، عمق خاک، فرسایش‌پذیری، سیل‌خیزی، زلزله‌خیزی و زمین‌لغزش انتخاب شد. برای کدگذاری شاخص‌های محیط‌زیستی مورد نظر از اصل مقادیر آستانه‌ی در علم بوم‌شناختی استفاده شد. بر اساس این اصل، با نزدیک شدن یا فراتر رفتن شاخص‌های محیط‌زیستی از مقادیر آستانه‌ای خود، حساسیت محیط‌زیستی اجزای زیست‌بوم‌ها افزایش می‌یابد و در صورت تداوم ممکن است به مرز فروپاشی برسند.

برای برآورد درجه آسیب‌پذیری و نیز برای قابل مقایسه بودن عوامل مختلف و به کارگیری معیارها در ارزیابی چندمعیاره از روش فازی استفاده شد. برای استاندارد نمودن لایه‌ها از توابع عضویت مجموعه‌های فازی استفاده می‌شود. مجموعه‌های فازی، مجموعه‌هایی هستند که دارای مرز مشخصی نبوده و به عبارت دیگر، گذار بین عضویت و عدم عضویت یک موقعیت در مجموعه تدریجی است (ماهینی و کامیاب، ۱۳۸۸). یک مجموعه فازی دارای درجه عضویتی است که معمولاً بین ۰ تا ۱ قرار دارد و مشخص‌کننده عدم عضویت (۰) تا عضویت کامل (۱) است. سه نمونه از توابع عضویت رایج مجموعه‌های فازی عبارتند از: توابع سیگموئیدی، λ شکل و خطی و تعریف شده توسط کاربر. هرکدام از این توابع دارای سه شکل افزایشی یکنواخت، کاهش یکنواخت و متقارن هستند (ایستمن، ۲۰۰۹).

در این روش از نوعی وزن دهی کمی با استفاده از ترجیحات استفاده می شود که در آن عوامل مؤثر، سطح به سطح شکسته شده و عوامل سطوح مختلف وابستگی به هم ندارند و بر اساس یک ماتریس مقایسه زوجی رتبه بندی می شوند. درجات اهمیت معمولاً به صورت خیلی ضعیف: ۱، ضعیف: ۳، متوسط: ۵، خوب: ۷، عالی: ۹ است. بعد از طراحی ساختار سلسله مراتبی در این روش، پرسشنامه هایی تنظیم می شود که هدف آن مقایسه زوجی معیارها در هر سطح با توجه به معیار موجود (ماتریس مربوط به مدل کاربری) در یک سطح بالاتر است (کبودی، ۱۳۹۱). از این رو جهت برآورد وزن هر یک از عوامل اکولوژیکی بر اساس مقایسه زوجی، ماتریس آثار متقابل به منظور تحلیل سیستم ادراکی محیط زیست تشکیل شد. بر اساس این روش، یک ماتریس از عوامل اکولوژیکی مورد نظر تهیه شده، به طوری که تأثیرگذاری هر عامل اکولوژیکی بر عامل دیگری و میزان تأثیر آن ها مورد سنجش قرار گرفت. در این پژوهش با توجه به ساختار سلسله مراتبی در سطوح مختلف، اهمیت نسبی معیارها با نظر کارشناسی مورد مقایسه قرار گرفت. کارشناسان مطابق جدول ۱ وزن دهی لایه ها را انجام دادند. برای تعیین درجه دقت و صحت وزن دهی از شاخص سازگاری استفاده شد. چنانچه شاخص سازگاری معادل ۰/۱ یا کمتر از آن باشد وزن دهی صحیح و در غیر این صورت وزن های نسبی داده شده به معیارها باید تغییر یابند و وزن دهی مجدداً انجام شود (اردکانی و همکاران، ۱۳۹۰).

جدول ۱: مقادیر ترجیحات برای مقایسه های زوجی

مقدار عددی	ترجیحات (قضاوت شفاهی)
۹	کاملاً مرجح یا کاملاً مهم تر و یا کاملاً مطلوب تر
۷	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی
۵	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی
۳	کمی مرجح یا کمی مهم تر و یا کمی مطلوب تر
۱	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان
۲ و ۴ و ۶ و ۸	ترجیحات بین فواصل فوق

منبع: اردکانی و همکاران، ۱۳۹۰

سپس، از طریق مقایسه درجه اهمیت عوامل اکولوژیکی با هم جدول مربوط به فرایند تحلیل سلسله مراتبی لایه های عوامل اکولوژیکی برای تعیین ارجحیت لایه ها نسبت به هم تشکیل شد. برای برآورد درجه آسیب پذیری، بعد از روی هم گذاری لایه ها و توجه به دامنه اعداد به دست آمده (بین صفر و یک) بر اساس رابطه ۲ در چهار طبقه درجه بندی می شوند.

(۲)

$$E = \sum(a - b) / 4$$

که در این رابطه:

E: عدد افزایشی یا فاصله میان طبقات

$\sum b$: مجموع حداکثر میزان آسیب‌پذیری

$\sum a$: مجموع حداقل میزان آسیب‌پذیری

$\sum(a-b)$: تفاضل حداقل و حداکثری

۲-۱-۳- تعیین تراکم فیزیولوژیک واحدهای مطالعاتی

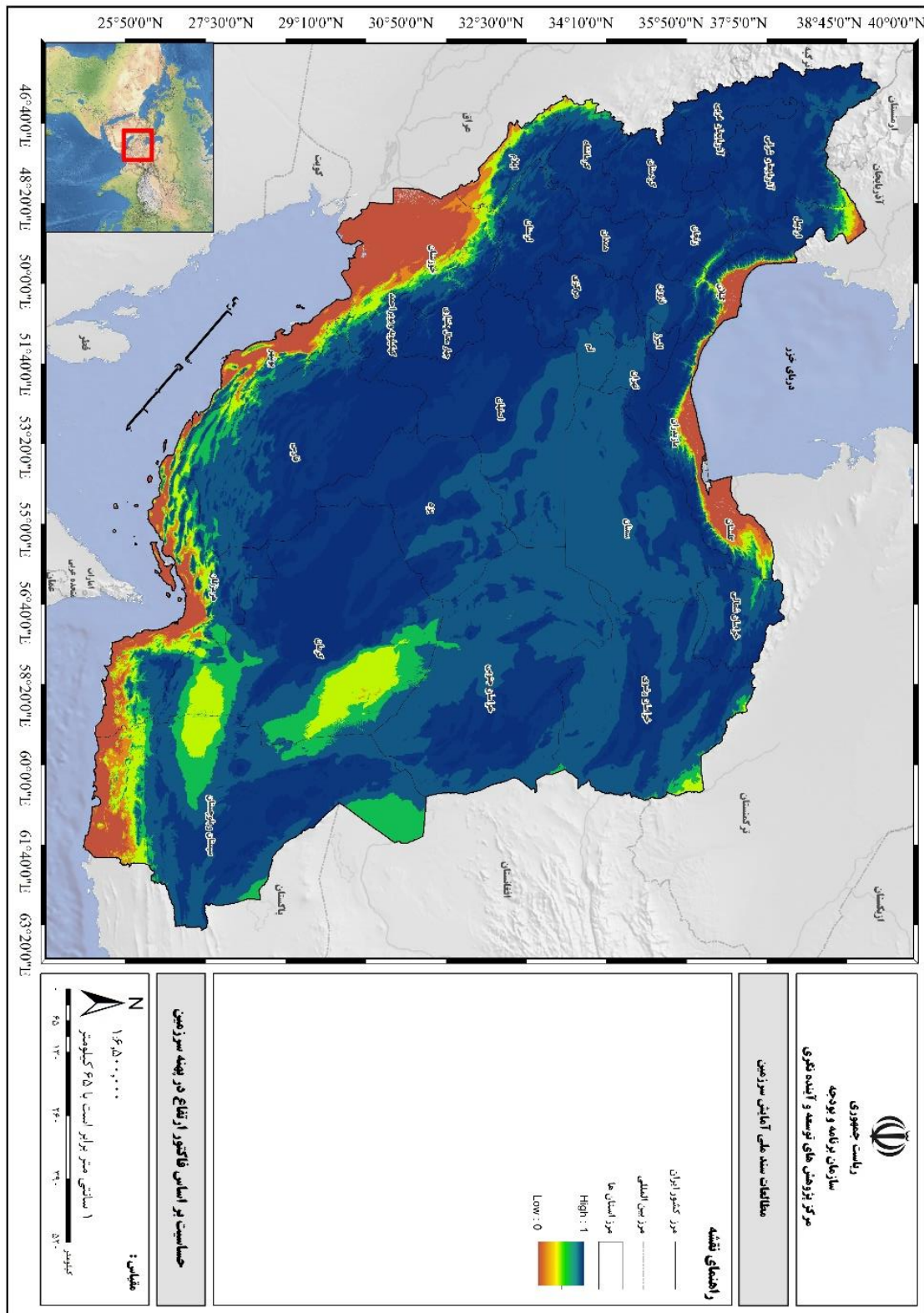
تراکم فیزیولوژیک از تقسیم جمعیت هر واحد نشانزد بر مجموع مساحت زمین‌های کشاورزی همان واحد به دست می‌آید؛ بنابراین، نقشه تراکم فیزیولوژیک منطقه بر این مبنا تهیه شد.

۲-۲- نتایج مدل‌سازی و تولید نقشه نهایی مدل تخریب

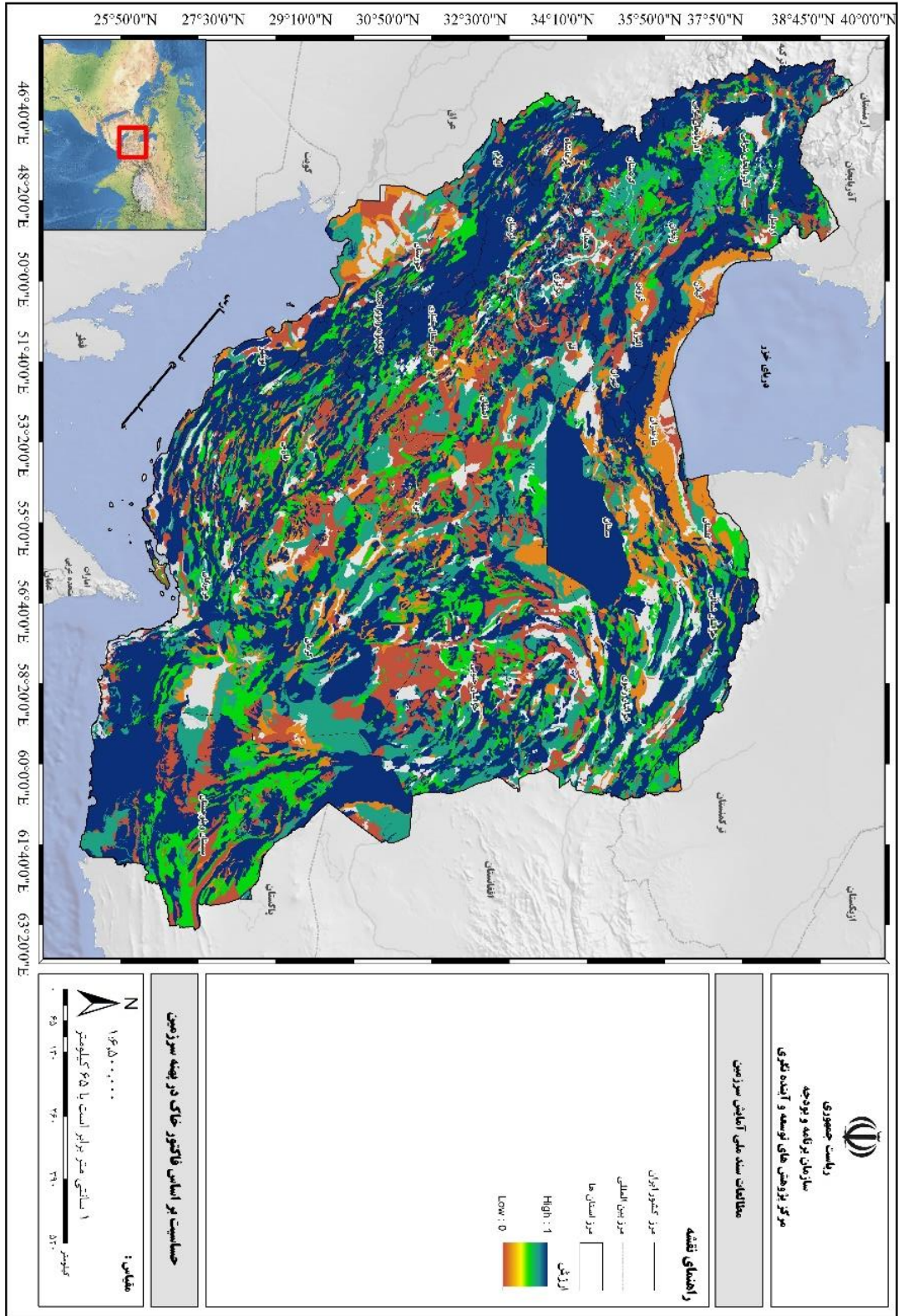
به منظور اجرای مدل تخریب ابتدا مدل حساسیت اجرا و نتایج آن مورد تحلیل قرار گرفت. برای انجام این امر برخی از لایه‌ها از حالت وکتوری^۱ به حالت رستری^۲ تغییر داده شد. در ادامه در محیط نرم‌افزار ادریسی با استفاده از ماژول فازی استاندارد شدند. نقشه‌های ۱ تا ۸ میزان حساسیت نسبت به هر عامل را بیان می‌کنند.

1. Vector
2. Raster

حسایت اولوژیکی سرزمین و توازن بهره برداری از آن (پوست کاژراش تلفیق)

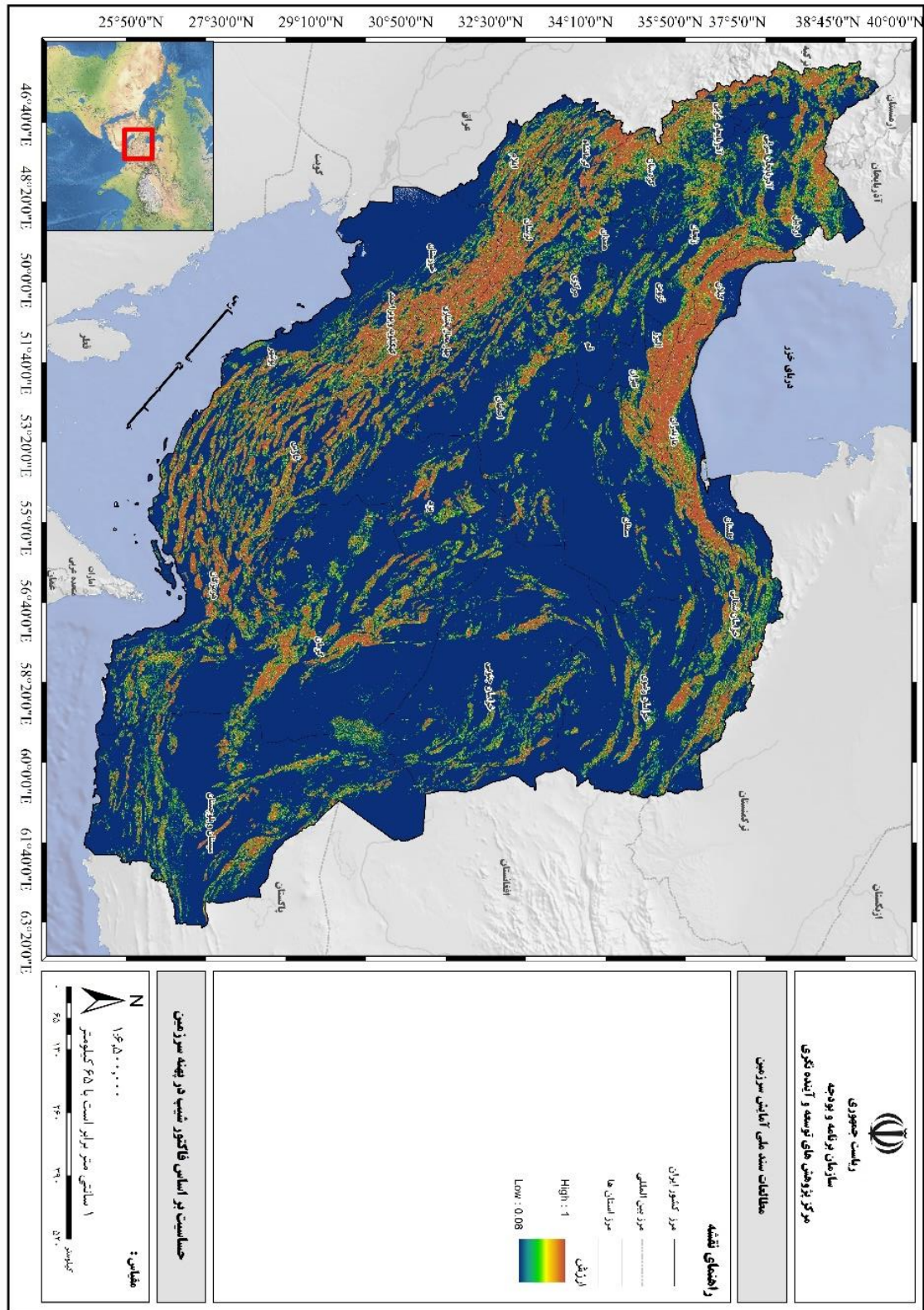


نقشه ۱: حساسیت بر اساس عامل ارتفاع در پهنه سرزمین

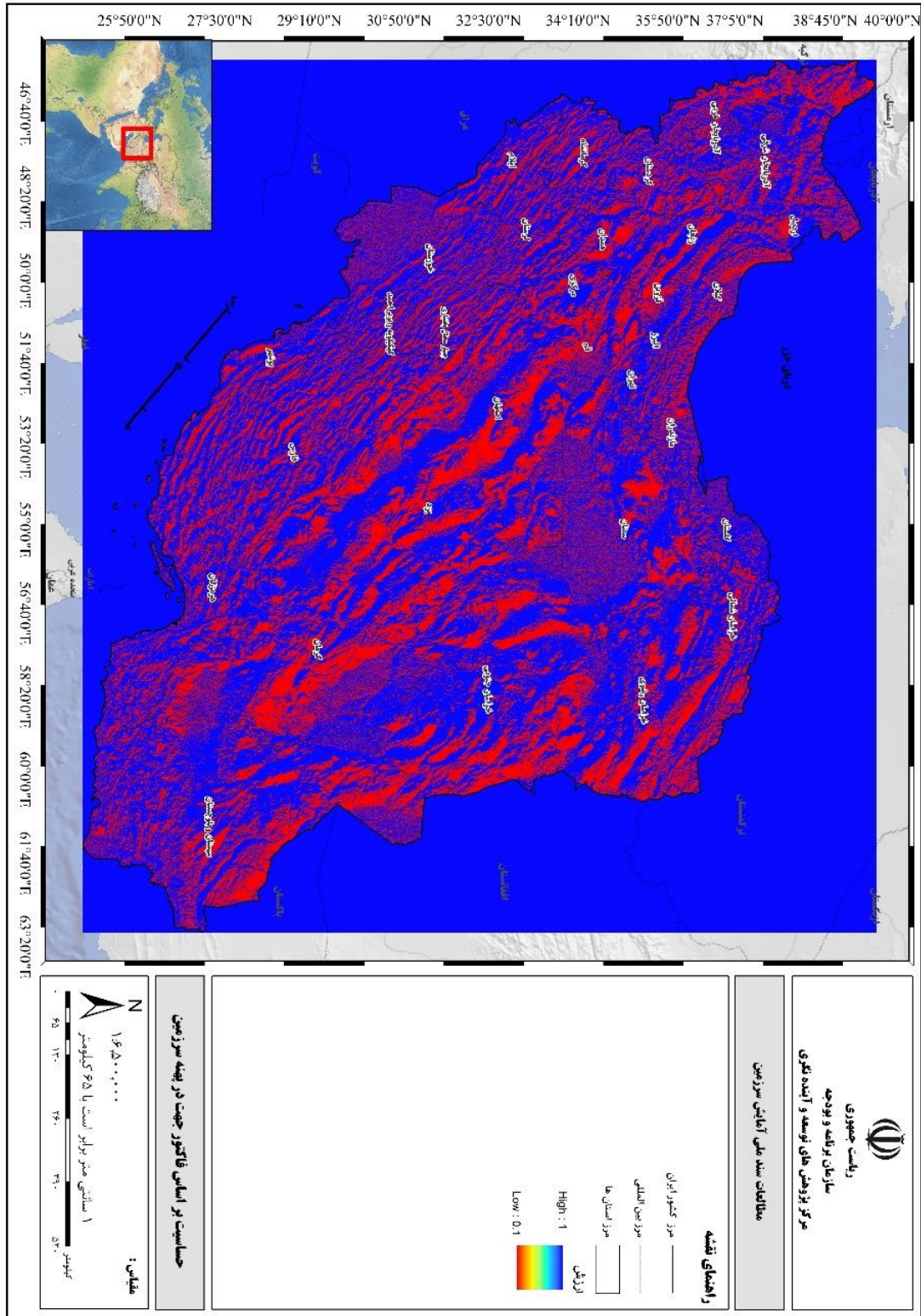


نقشه ۲: حساسیت بر اساس عامل خاکشناسی در پهنه سرزمین

حسایت اکولوژیکی سرزمین و توازن بهره برداری از آن (پیوست گزارش تلفیق)

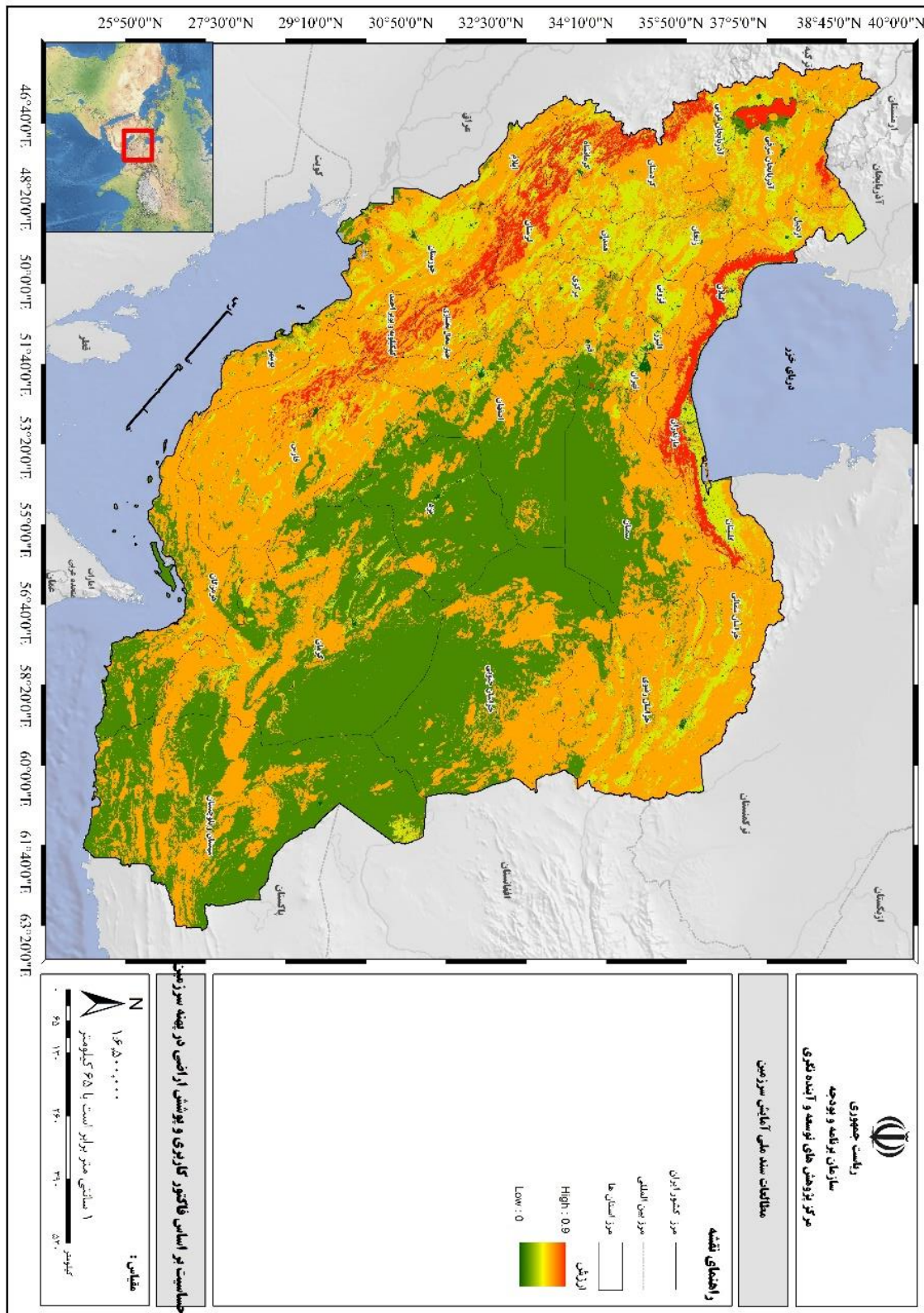


نقشه ۳: حساسیت بر اساس عامل شیب در پهنه سرزمین

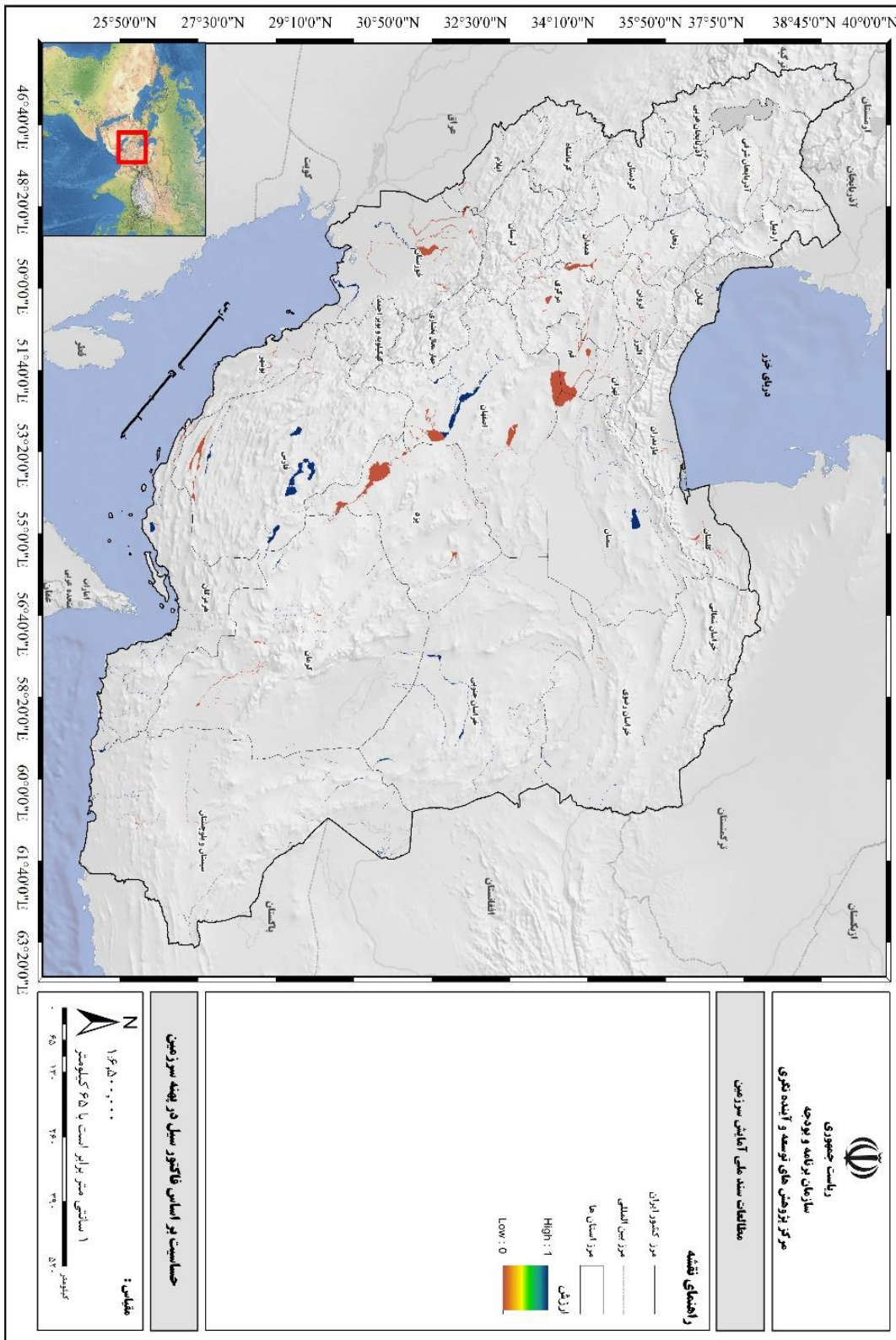


نقشه ۴: حساسیت بر اساس عامل جهت شیب در پهنه سرزمین

حسایت اکولوژیکی سرزمین و توازن بهره برداری از آن (پیوست گزارش تلفیق)

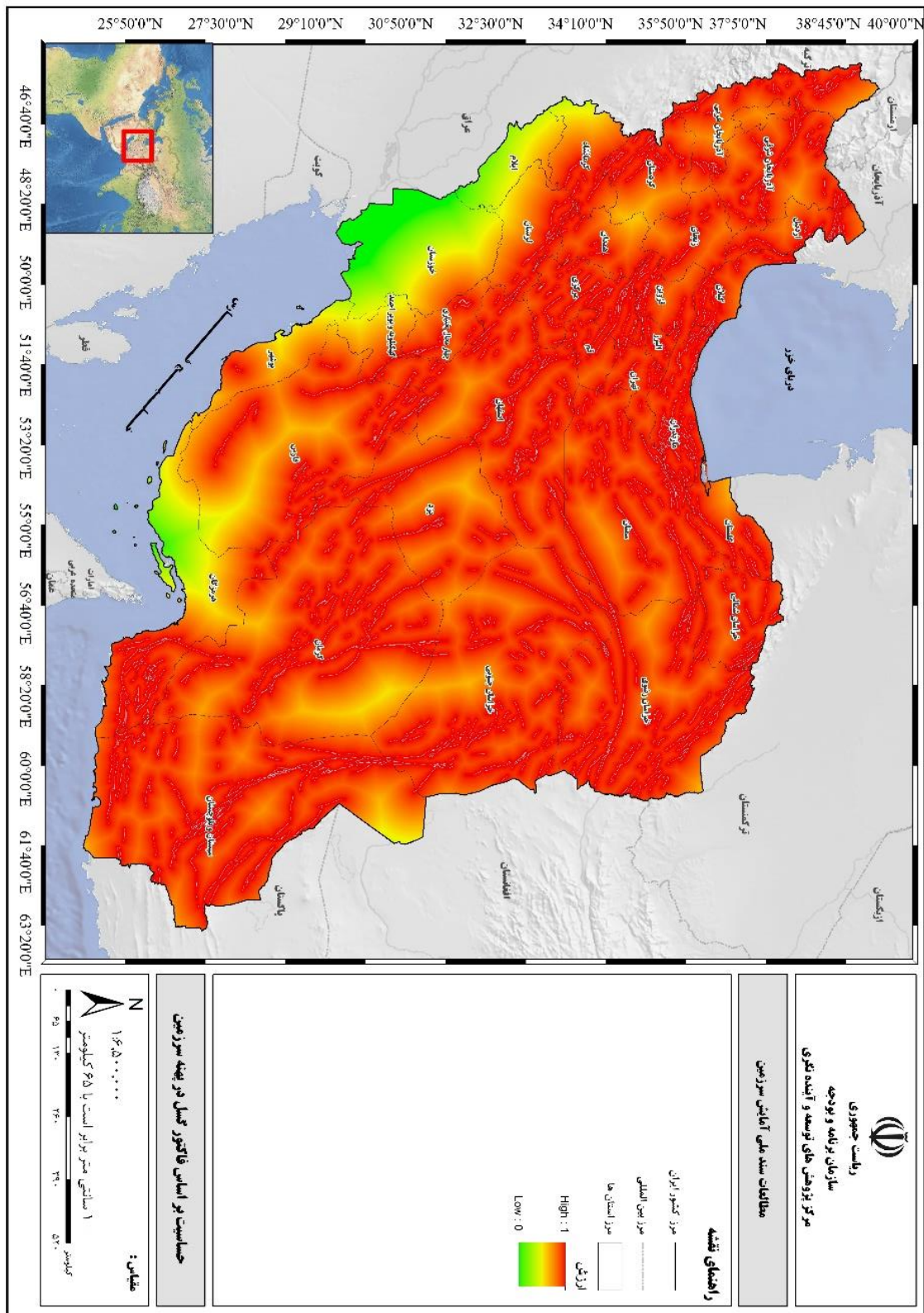


نقشه ۵: حسایت بر اساس عامل کاربری و پوشش اراضی در پهنه سرزمین

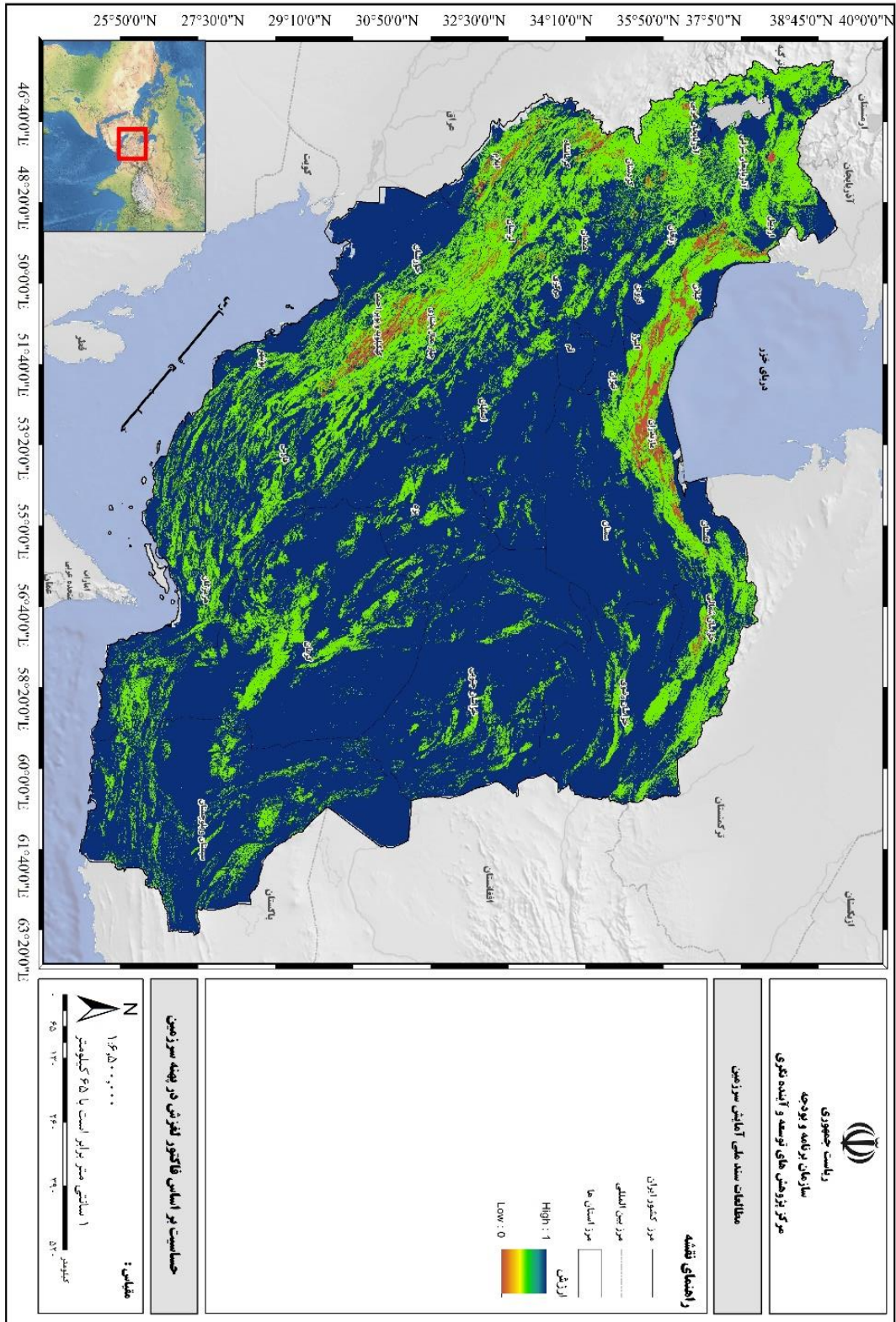


نقشه ۶: حساسیت بر اساس عامل سیل در پهنه سرزمین

حسایت اکولوژیکی سرزمین و توازن بهره برداری از آن (پیوست عکازارش تلفیق)



نقشه ۷: حسایت بر اساس عامل گسل در پهنه سرزمین



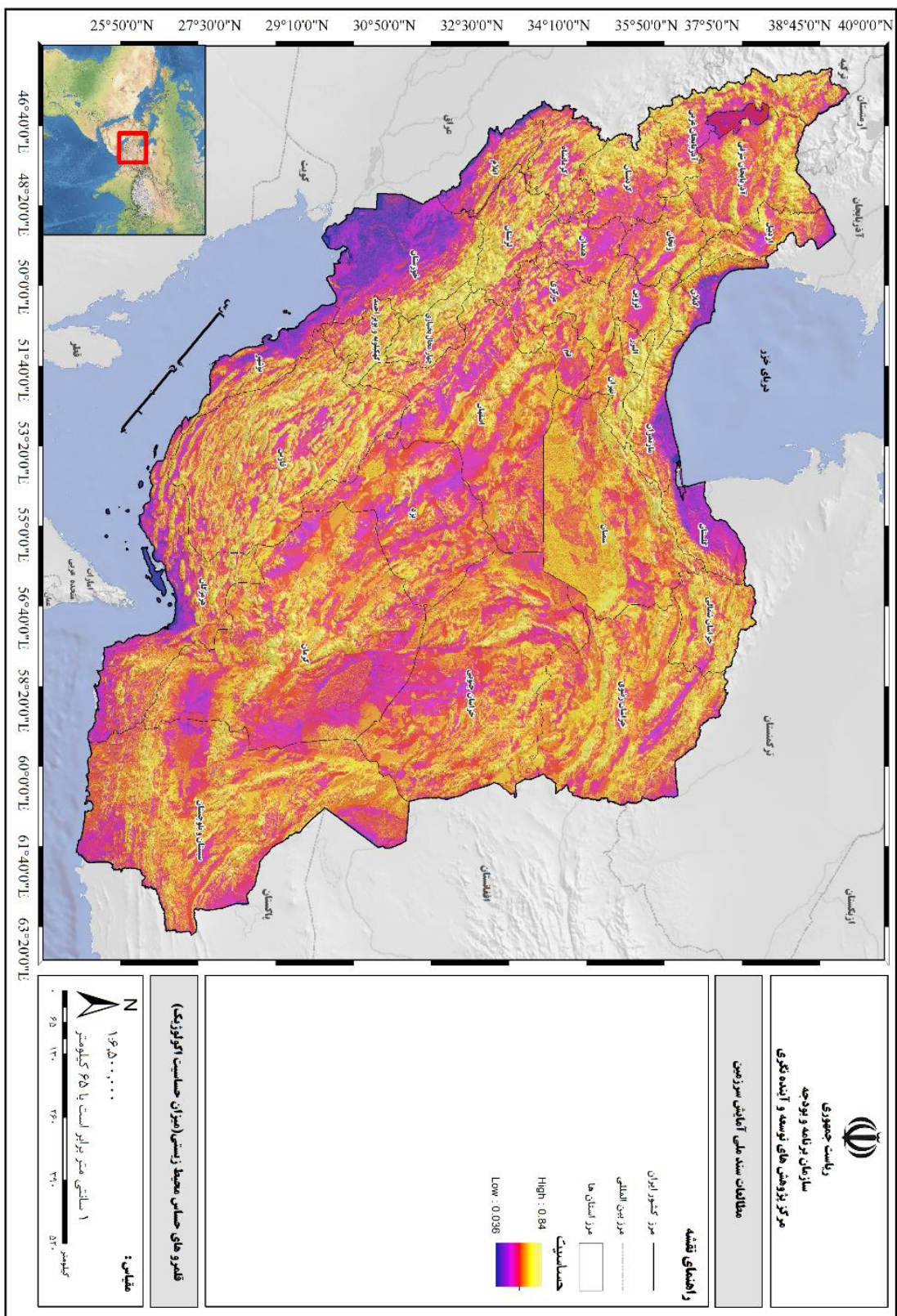
نقشه ۸: حساسیت بر اساس عامل لغزش در پهنه سرزمین

حسایت اکولوژیکی سرزمین و توازن بهره برداری از آن (پوسته گزارش تلفیق)

سپس، روی هم گذاری لایه های فازی شده برای محاسبه مدل حساسیت با استفاده از نرم افزار GIS به اجرا درآمد. بدین ترتیب که هر یک از نقشه ها در وزن تعیین شده ضرب و با یکدیگر جمع گردید و در نهایت طیف به دست آمده با استفاده از رابطه (۲) به ۴ طبقه تقسیم شد. نقشه ۹ نشان دهنده قلمروهای حساس اکولوژیکی در کشور است. جدول ۲ و نقشه ۱۰ توزیع فضایی حساسیت و طبقه بندی ضریب حساسیت را در مدل نهایی نشان می دهد.

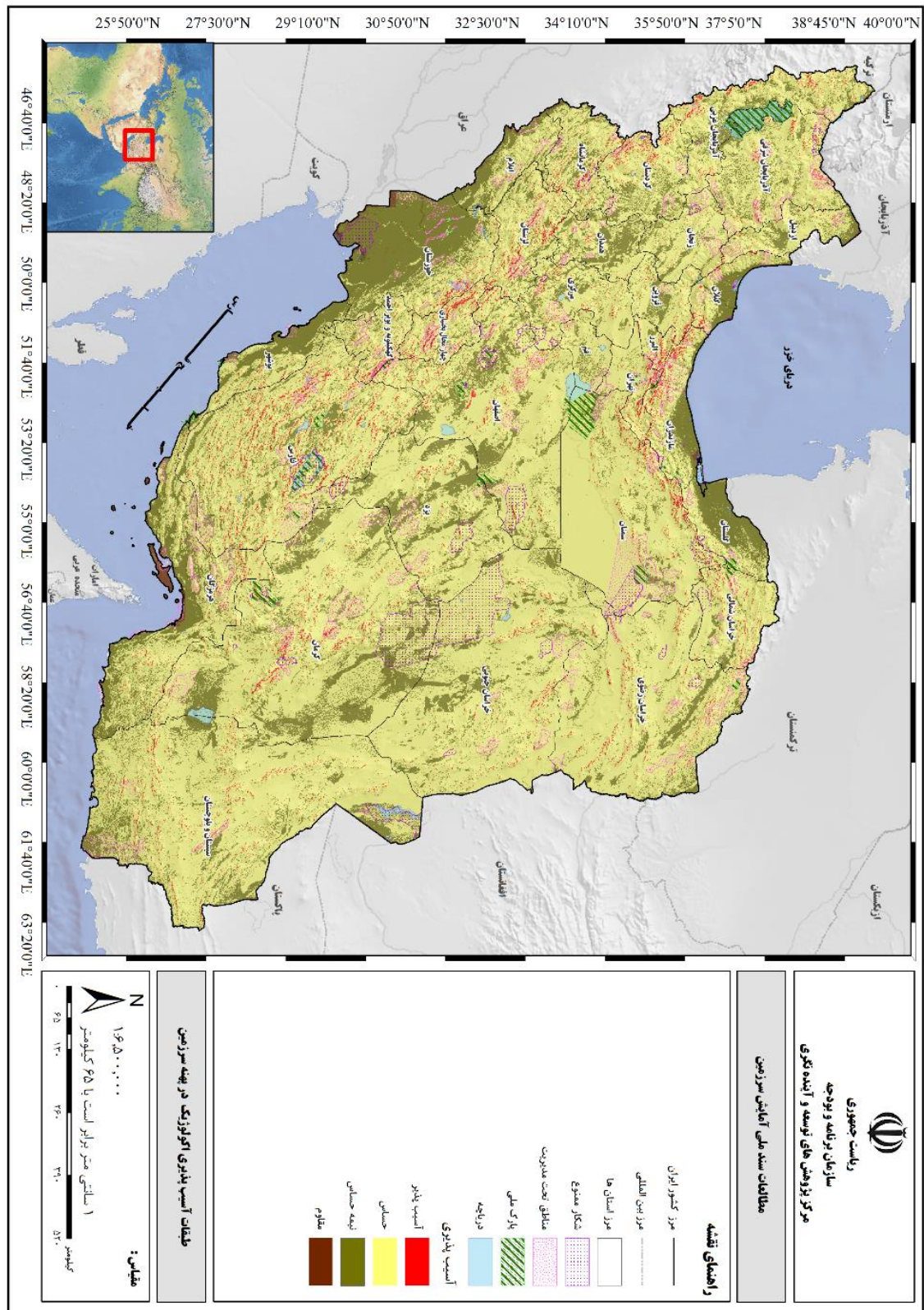
جدول ۲: طبقه بندی ضریب حساسیت

طبقه	ضریب حساسیت	بازه	مساحت (هکتار)	سهم هر طبقه به درصد
۱	آسیب پذیر	۰,۰۲۶-۰,۲۳۷	۴۴۸,۷۶	۰,۰۳
۲	حساس	۰,۲۳۶۸-۰,۴۳۸	۱۲۳۳۶,۷۳	۰,۷۵
۳	نیمه حساس	۰,۶۳۹-۰,۴۳۸	۴۴,۱۶	۹۹,۲۲
۴	مقاوم	۰,۶۳۹-۰,۸۴	۸۸,۶۱	۰,۰۱



نقشه ۹: پهنه حساسیت اکولوژیکی در کشور

حسایت اکولوژیکی سرزمین و توازن بهره برداری از آن (پوست عکازش تلفیق)



نقشه ۱۰: طبقات آسیب پذیری اکولوژیکی در پهنه سرزمین

باید یادآور شد که مناطق شناسایی شده صرفاً بر اساس معیارها و پارامترهای اکولوژیکی یاد شده تهیه گردیده‌اند و صرفاً تصویری بر مبنای پارامترها و معیارهای اکولوژیکی از منظر آسیب‌پذیری ارائه می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود مناطق شمالی استان وزن بیشتری از لحاظ حساسیت عوامل اکولوژیکی ذکر شده به خود گرفته‌اند، کمترین وزن مربوط به استان خوزستان و مهم‌ترین عاملی که باعث شده این مناطق وزن کمتری داشته باشند عامل توپوگرافی این استان بوده است.

سپس در ادامه جهت محاسبه شدت تخریب از رابطه ۳ استفاده شد. عوامل تخریب مورد استفاده در این پژوهش سرانه تولید پسماند، کیفیت هوا (تعداد روزهای آلوده)، سرانه مصرف کودهای شیمیایی، تخریب جنگل، شدت توسعه شهری، تولید کربن، تخریب مرتع، کاهش تنوع زیستی، رد پای اکولوژیکی کربن و برداشت آب زیرزمینی را شامل می‌شود.

تبدیل شاخص‌های اولیه به متغیرهای بدون واحد قبل از هر اقدامی بر روی شاخص‌ها لازم است. این کار باعث می‌شود تا بتوان آنها را با هم مقایسه کرد یا عملیات مختلف ریاضی را بر روی آنها انجام داد. شیوه‌های مختلفی برای نرمال‌سازی شاخص‌ها وجود دارد که بتوان آنها را از واحد خارج کرد. در این مطالعه، برای نرمال‌سازی از توابع فازی و روش حداقل- حداکثر استفاده شد که در آن شاخص‌ها در دامنه بین صفر و یک نرمال شدند. همچنین قابل ذکر است که هر شاخص اثرات مثبت و یا منفی بر سیستم دارد که باید به طور متفاوت نیز استانداردسازی گردند. رابطه ۳ و ۴ جهت استانداردسازی شاخص‌های مثبت یا منفی به کار رفته است (کنگ و اکسو، ۲۰۱۱ و کنگ و اکسو ۲۰۱۲).

(۳)

$$X'_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(X_{ij})}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})}$$

(۴)

$$X'_{ij} = \frac{\max(X_{ij}) - X_{ij}}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})}$$

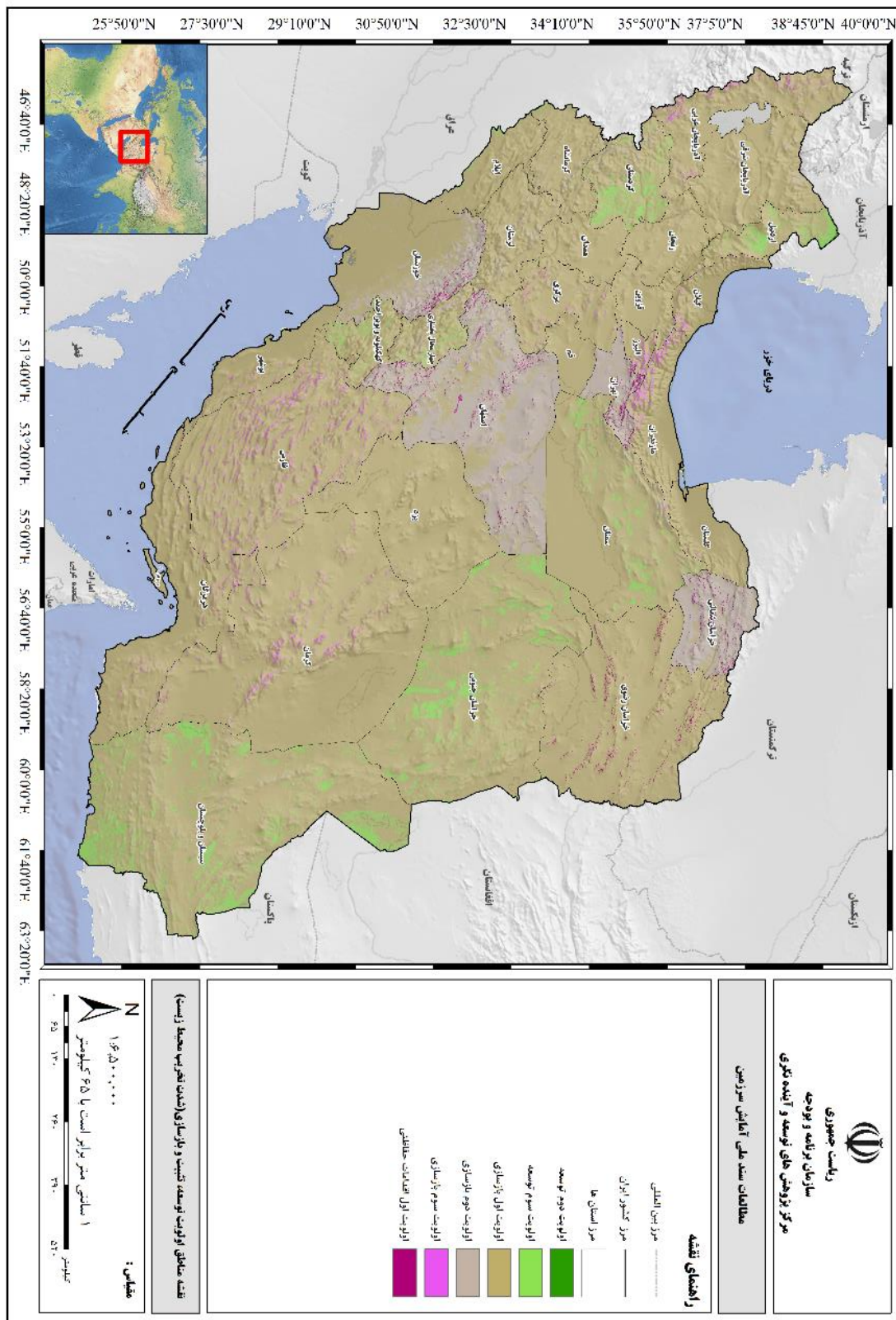
سپس جهت تعیین اولویت‌های توسعه از چارچوب مدل تخریب مطابق جدول ۱ زیر استفاده شد. بدین منظور ابتدا عوامل خطر برای هر استان مطابق نظر کارشناسان جمع‌آوری و سپس با استفاده از روش فازی، استاندارد شدند. در ادامه عوامل مذکور به ۴ کلاس تقسیم و مجموع عوامل تخریب در هر استان با تراکم فیزیولوژیکی صورت گرفت. در انتها طبقه‌بندی تصمیم‌گیری مطابق جدول ۳ انجام شد.

حسایت اکولوژیکی سرزمین و توازن بهره برداری از آن (پوست کزاش تلفیق)

جدول ۳: طبقه بندی تصمیم گیری ضریب تخریب

دامنه تخریب	اولویت بندی توسعه	تصمیم گیری برای توسعه
۱,۳۳-۰	اولویت اول توسعه	مستعد توسعه بیشتر
۲,۹۹-۱,۳۳	اولویت دوم توسعه	
۴,۹۹-۳	اولویت سوم توسعه	
تحت حفاظت سازمان محیط زیست با خطر زیاد زمین لرزه شوره زار فاقد منابع آب	اولویت چهارم غیر قابل توسعه	
۱۴,۹۹-۵	اولویت اول	نیازمند بازسازی
۱۹,۹۹-۱۵	اولویت دوم	
۲۹,۹۹-۲۰	اولویت سوم	
۴۶,۹۹-۳۰	اولویت اول	نیازمند اقدامات حفاظتی
۷۳,۴۹-۴۷	اولویت دوم	

نقشه ۱۱ بیانگر شدت تخریب محیط زیست و مناطق آسیب پذیر ایران است. بر این اساس اولویت مناطق برای توسعه، تثبیت و بازسازی تعیین شده است. چنانچه در این تصویر گویاست استان خراسان شمالی، اصفهان و خوزستان دارای مناطق قابل توجهی از طبقه اولویت حفاظت است که نشان دهنده فشار زیاد بر منابع شکننده این سرزمین ها است. از طرفی می توان گفت استان های اردبیل، کردستان و نیز سیستان و بلوچستان با توجه به کم بودن عوامل تخریب، مناطق با وسعت زیادتری برای توسعه را دارا هستند.



نقشه ۱۱: مناطق اولویت توسعه، تثبیت و بازسازی (شدت تخریب محیط‌زیست)

همان‌طور که در نقشه ۱۱ مشاهده می‌شود، بیشترین سهم کشور را طبقه اولویت اول بازسازی به خود اختصاص داده است. مهم‌ترین عاملی که باعث بالا رفتن مساحت این طبقه شده شدت زیاد عوامل تخریب در استان‌ها به نسبت حساسیت است. شدت تخریب در استان‌های تهران، البرز و اصفهان بالاتر از دیگر استان‌هاست. مهم‌ترین عامل درجه تخریب یافتگی بالا برای این استان‌ها تراکم بالای فیزیولوژیک، سرانه پایین‌تر فضای سبز در مقایسه با سایر استان‌ها و حساسیت بیشتر منطقه نسبت به بلایای طبیعی است. در ادامه جهت برآورد قلمروهای محیط زیستی به شرح و نحوه استخراج اطلاعات پرداخته می‌شود.

۲-۳- تعیین توازن و بهره‌برداری از سرزمین

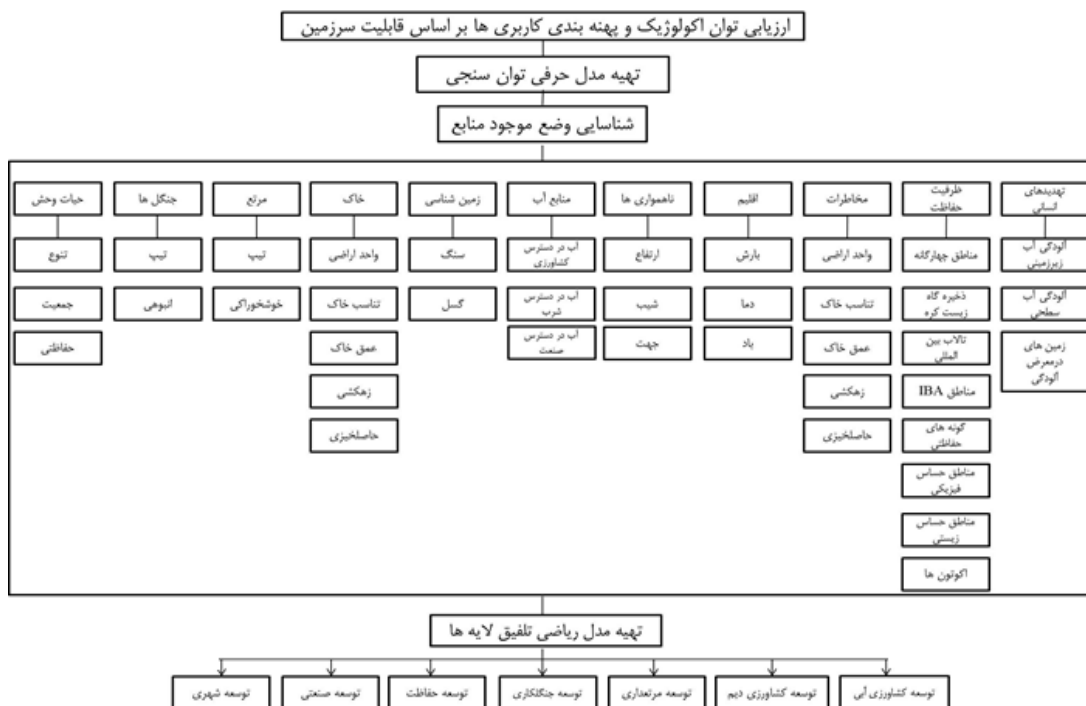
۲-۳-۱- ارزیابی توان اکولوژیک

کشور ایران نیز همانند سایر کشورهای جهان با مشکلات محیط زیستی، کمبود آب، گرمایش جهانی، عدم بهره‌برداری درست از امکانات و قابلیت‌های سرزمین، عدم تعادل و تمرکز شدید منابع در مناطق مختلف در کشور مواجه است که باید در برنامه آمایش ملی مورد توجه قرار گیرد. آمایش سرزمین به تنظیم رابطه بین انسان، سرزمین و فعالیت‌های انسان در سرزمین برای بهره‌برداری درخور و پایدار از جمیع امکانات انسانی و فضایی در جهت بهبود وضعیت مادی و معنوی اجتماع در طول زمان می‌پردازد. همان‌طور که می‌دانیم گام اول شالوده و سنگ بنای آمایش سرزمین، ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین است که در ادامه توضیح داده خواهد شد. ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین، تعیین قدرت بالقوه و طبیعی سرزمین برای استقرار کاربری و فعالیت‌های انسان است. برنامه‌ریزی محیطی شامل تنظیم رابطه انسان، سرزمین و فعالیت‌های انسان در زمین به منظور بهره‌برداری درخور، متناسب و پایدار از جمیع امکانات انسانی و فضایی در جهت بهبود وضعیت مادی و معنوی اجتماع در طول زمان است؛ به عبارت دیگر برنامه‌ریزی محیطی، یعنی انتخاب کاربری‌های صحیح در یک منطقه و یا یک حوضه آبخیز. بنابراین، در فرایند آمایش سرزمین از یک‌سو با منابع طبیعی و بیولوژیکی سرزمین روبه‌رو هستیم و از سوی دیگر با منابع اقتصادی و شرایط اجتماعی خاص سرزمین. در ادامه باید کاری را که در راستای پتانسیل منابع اکولوژیک سرزمین بوده و از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر و از نظر اجتماعی قابل پذیرش باشد، انتخاب کرد. ارزیابی توان اکولوژیک متکی بر مفروضات (مدل) یا معیارهای ضروری برای توسعه مناسب کاربری‌ها است و بر اساس وجود ویژگی‌های مناسب مکانی به تصمیم‌گیری می‌رسد. لذا این فرایند جزء روش‌های ارزیابی چندمعیاره مکانی^۱ است. ارزیابی توان اکولوژیک از روش‌های سنجش قابلیت اراضی محسوب می‌شود و با روش‌های سنجش تناسب اراضی تفاوت دارد. مفهوم قابلیت در

1. Spatial Multi-Criteria Assessment (SMCA)

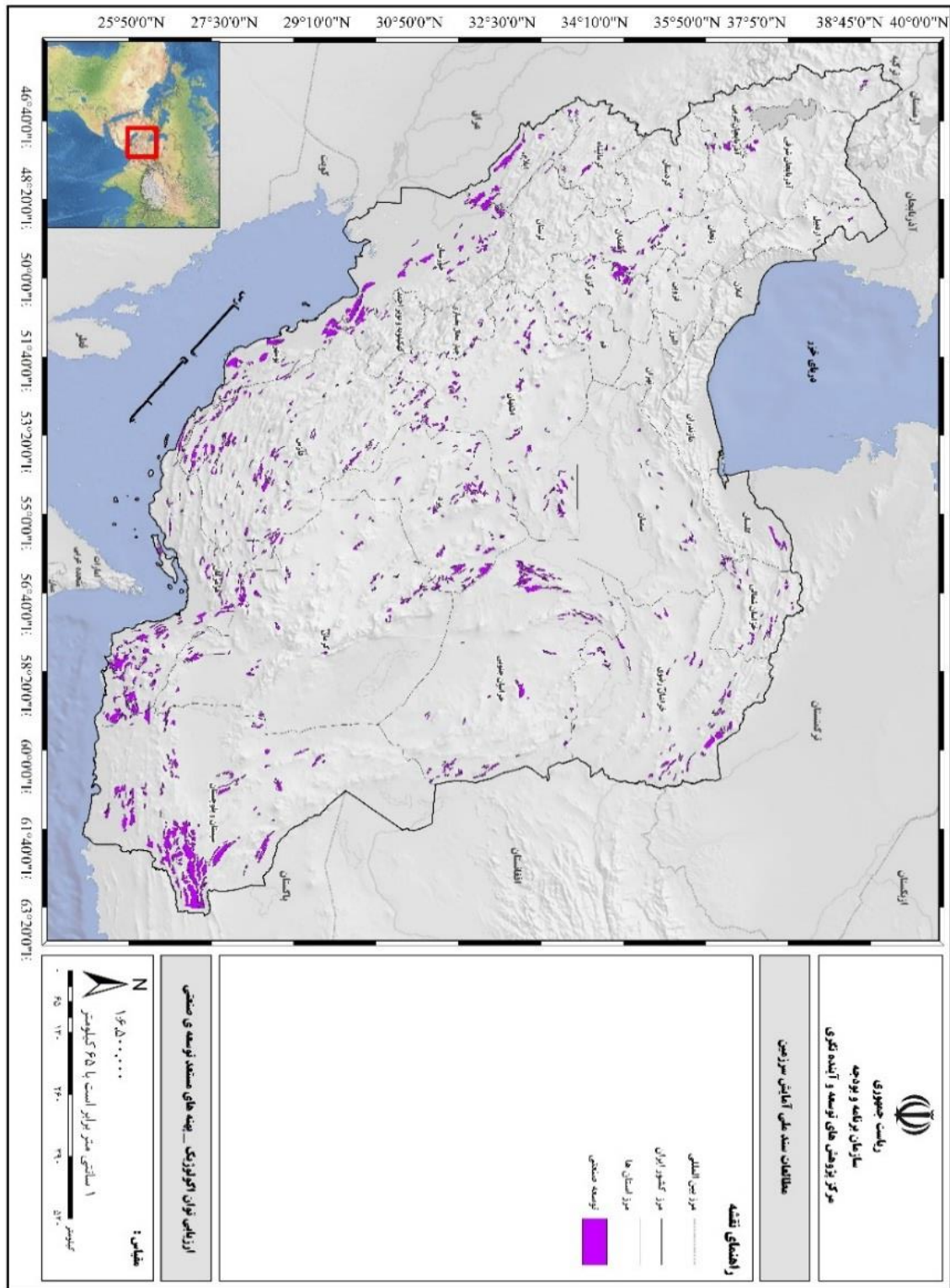
مطالعات برنامه‌ریزی سرزمین به معنی ظرفیت بالقوه زمین است که در سطحی معادل بهره‌برداری کلی از سرزمین مورد استفاده قرار می‌گیرد. قابلیت به عنوان توان ذاتی سرزمین برای استقرار کاربری‌ها و استفاده‌های انسانی در سطوح مشخص شناخته می‌شود. به بیان دیگر، قابلیت اراضی توانایی سرزمین در پذیرش یک نوع از کاربری و فشار ناشی از آن به طور دائم یا برای یک دوره مشخص و تحت مدیریت معین، بدون فرو افت توان زمین در طولانی مدت است.

جهت ارزیابی توازن بهره‌برداری از سرزمین، اطلاعات ارزیابی توان از گزارش «ارزیابی توان اکولوژیکی سرزمین» استفاده شد. توازن‌های فضایی توسعه کاربری‌ها مطابق قواعد ذکر شده در روش‌شناسی بر اساس همپوشانی مکانی کاربری‌های وضع موجود و توان‌سنجی شده مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفت. چنانچه وضع موجود کاربری خارج از پهنه توان‌سنجی شده باشد توسعه کاربری نامتعادل خوانده می‌شود و در گستره‌هایی که توان توسعه کاربری وجود دارد، اما در شرایط فعلی فاقد کاربری است؛ عرصه‌های توان ممکن برای توسعه کاربری خوانده می‌شود. این فضاها از جمله مکان‌هایی است که در آینده می‌تواند یکی از گزینه‌های تصمیم‌گیری مکانی برای توسعه فعالیت‌ها در حوزه جغرافیایی ایران باشد. در مطالعه مذکور ارزیابی توان مطابق شکل ۲ صورت گرفته که نتایج آن در نقشه‌های ۱۲ تا ۱۸ نشان داده شده است.

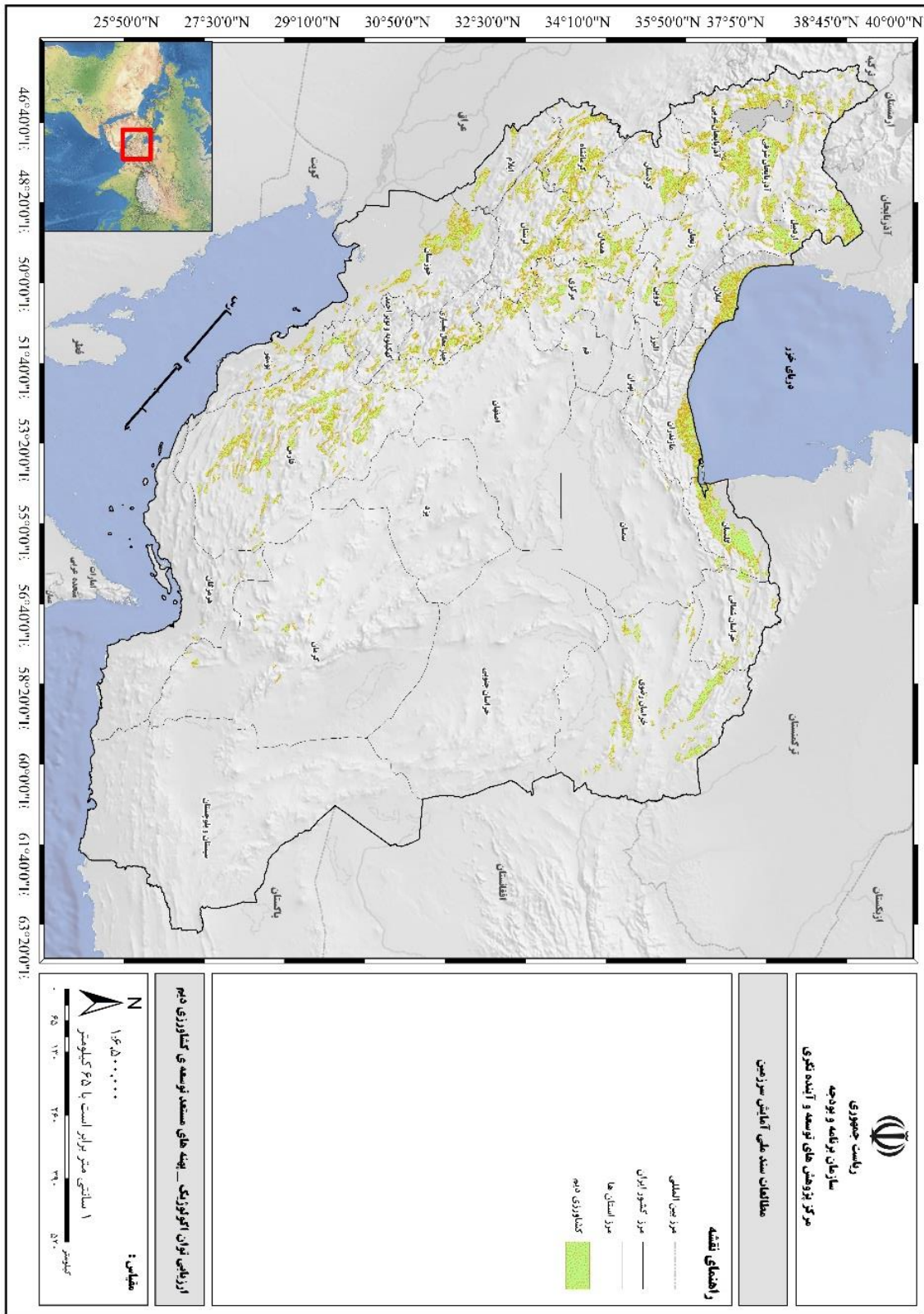


شکل ۲: مدل مفهومی روش ارزیابی توان اکولوژیک در مطالعات سند ملی آمایش سرزمین

حسایت اکولوژیکی سرزمین و توازن بهره برداری از آن (پیوست کارزارش تلفیق)

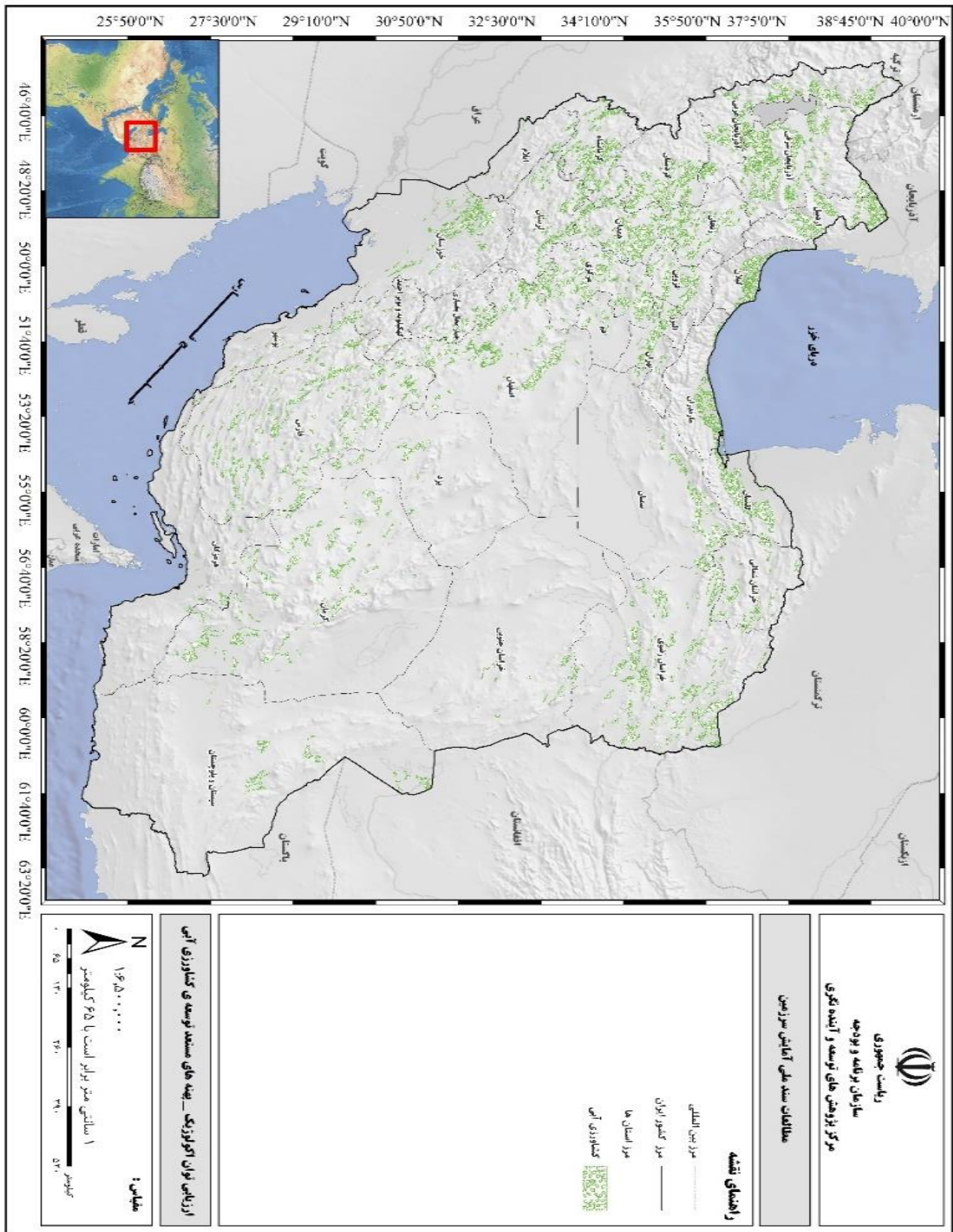


نقشه ۱۲: ارزیابی توان اکولوژیک - پهنه های مستعد توسعه صنعتی

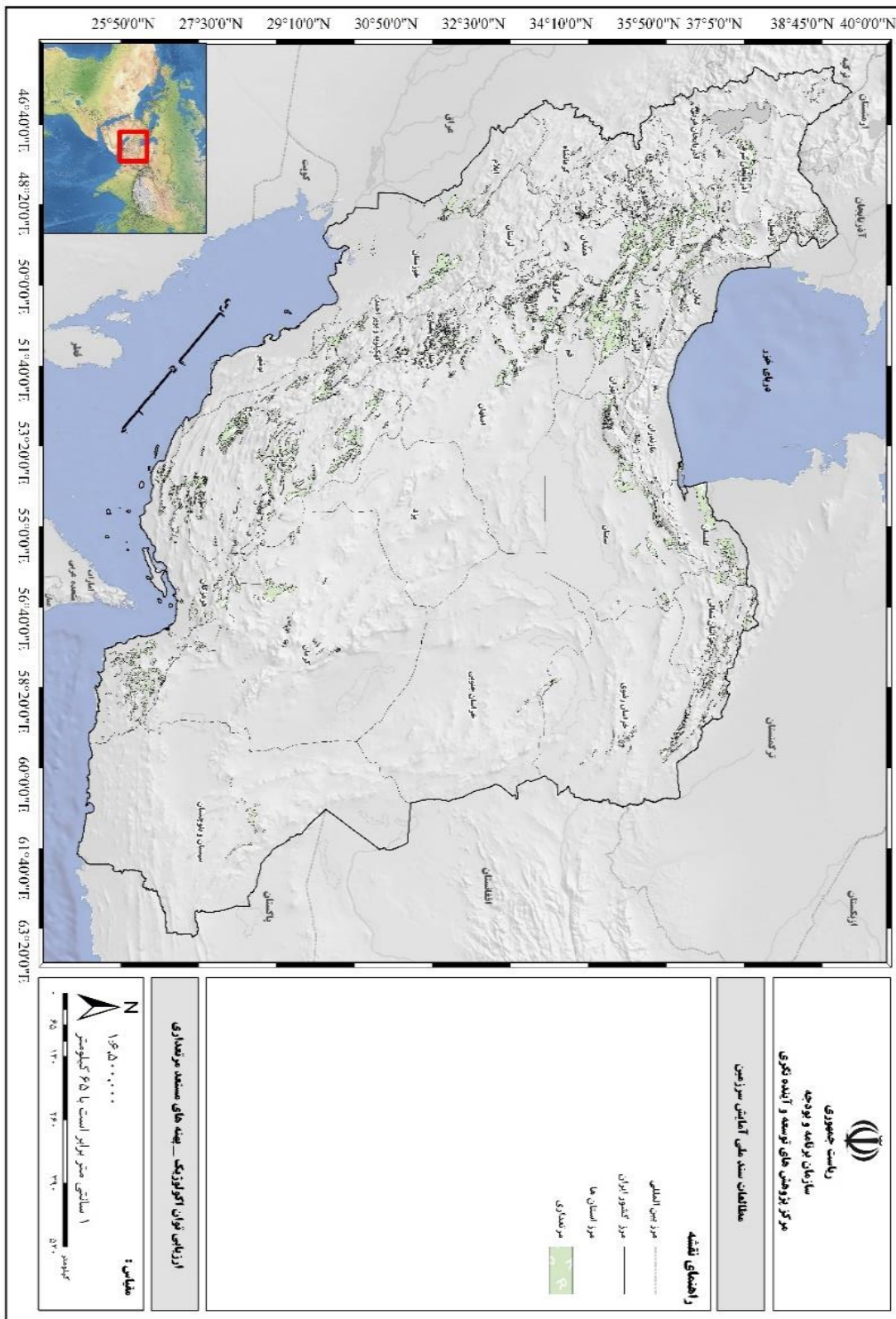


نقشه ۱۳: ارزیابی توان اکولوژیک - پهنه‌های مستعد توسعه کشاورزی دیم

حسایت اکولوژیکی سرزمین و توازن بهره برداری از آن (پوست کاراش تلفیق)

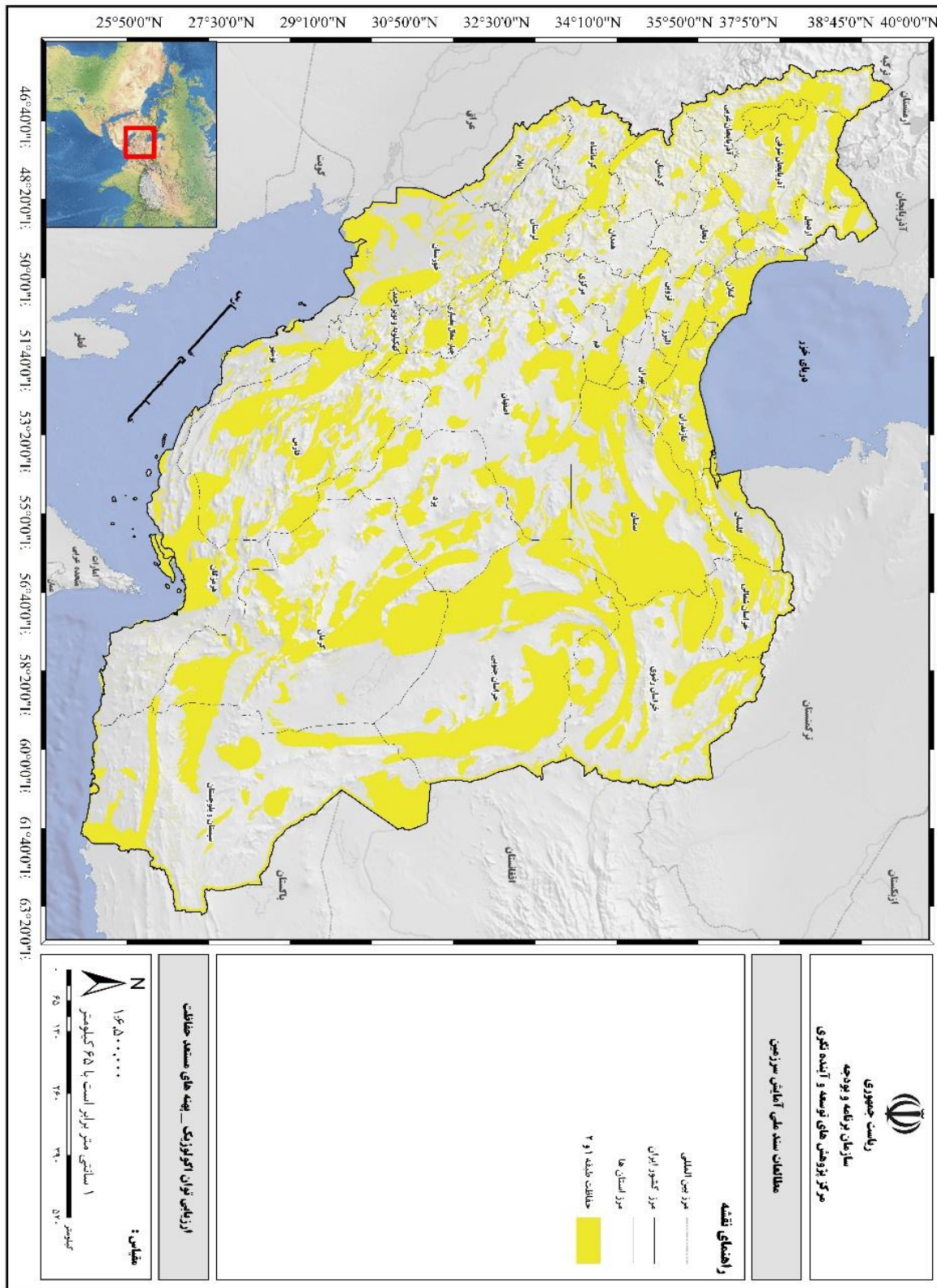


نقشه ۱۴: ارزیابی توان اکولوژیک - پهنه های مستعد توسعه کشاورزی آبی

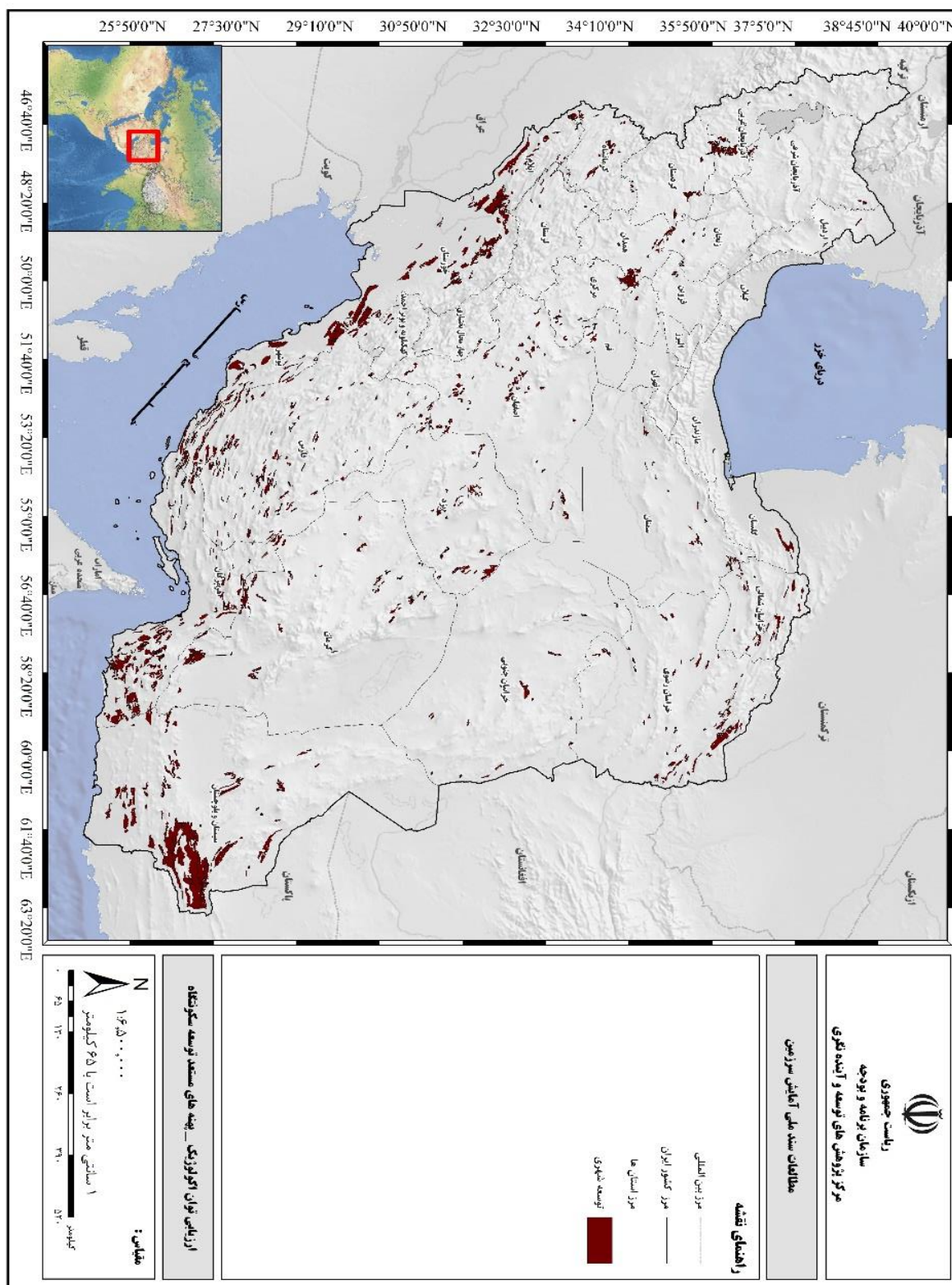


نقشه 15: ارزیابی توان اکولوژیک- پهنه‌های مستعد توسعه مرتعداری

حسایت اکولوژیکی سرزمین و توازن بهره برداری از آن (پیوست کارشناسی تلفیقی)

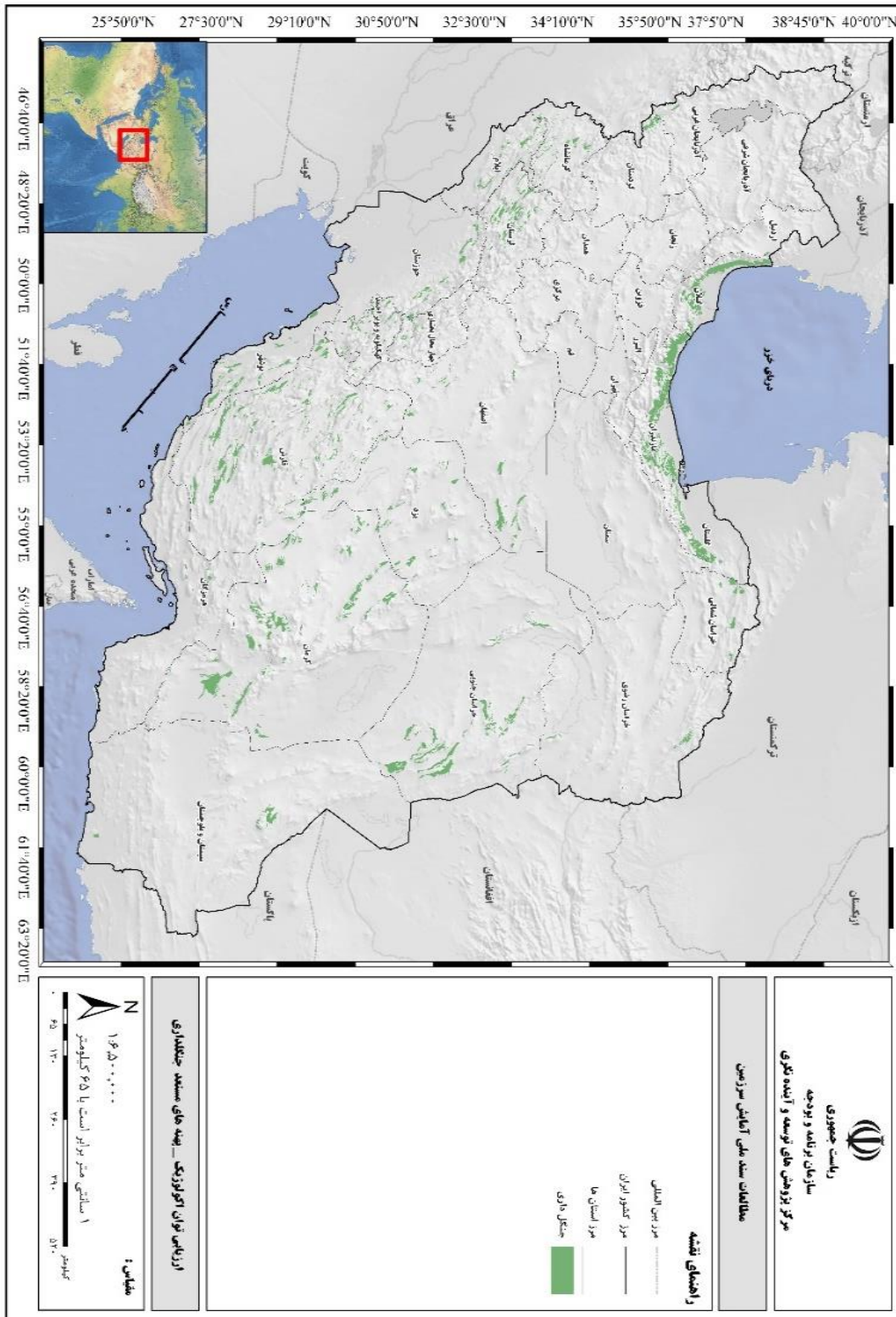


نقشه ۱۶: ارزیابی توان اکولوژیک - پهنه های مستعد حفاظت



نقشه ۱۷: ارزیابی توان اکولوژیک - پهنه‌های مستعد توسعه سکونتگاه

حسایت اکولوژیکی سرزمین و توازن بهره برداری از آن (پیوست گزارش تلفیق)



نقشه ۱۸: ارزیابی توان اکولوژیک- پهنه‌های مستعد توسعه جنگلداری

۲-۳-۲ - قلمروهای مستعد توسعه، مستلزم تثبیت و نیازمند بازسازی

با توجه به مدل تلفیق تعیین توازن بهره‌برداری از سرزمین که در شکل ۳ ارائه شده است، تعیین توازن بهره‌برداری از سرزمین صرفاً با ارزیابی توان اکولوژیک و اجتناب از مخاطرات نمی‌تواند پاسخگوی توسعه پایدار و درخور محیط‌زیست باشد. به همین منظور قلمروهای مستعد توسعه، توسعه منوط به بازسازی، تثبیت و بازسازی تعیین شد. تعاریف قلمروهای مستعد توسعه، توسعه منوط به بازسازی، تثبیت و بازسازی به شرح زیر است:

پهنه مستعد توسعه

پهنه‌هایی از سرزمین با توجه به وضعیت محیطی (شدت تخریب و حساسیت اکولوژیکی) و توان اکولوژیکی، ادامه فعالیت‌های موجود و همچنین استقرار جدید فعالیت و جمعیت در آن‌ها با رعایت ملاحظات محیط‌زیست امکان‌پذیر است.

پهنه مستعد توسعه منوط به بازسازی

پهنه‌هایی از سرزمین با توجه به وضعیت محیطی (شدت تخریب و حساسیت اکولوژیکی) و توان اکولوژیکی، ادامه فعالیت‌های وضع موجود بلامانع است، ولی استقرار جدید فعالیت و جمعیت در آن‌ها منوط به بازسازی محیط‌زیست و رعایت ملاحظات آن است.

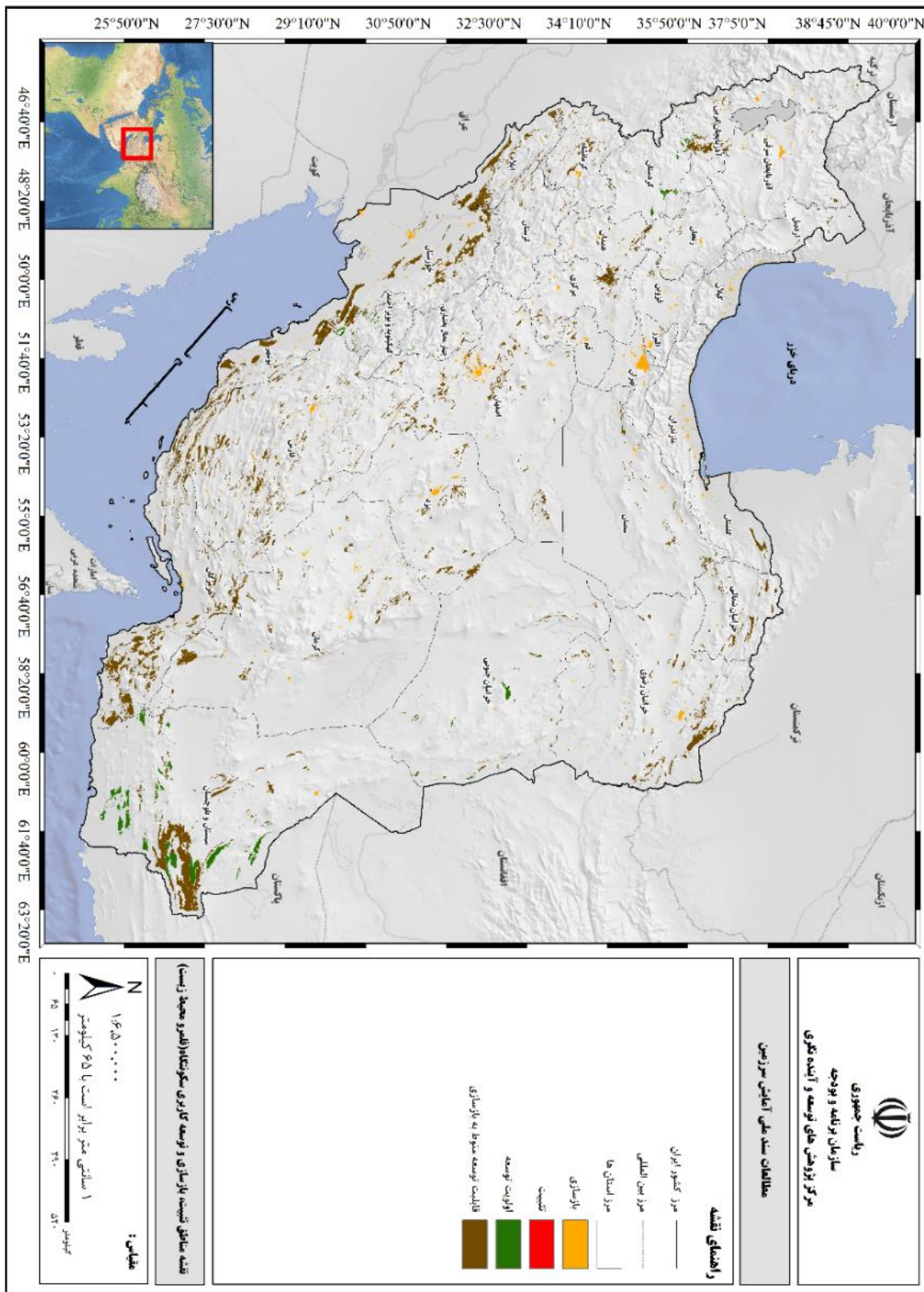
پهنه مستلزم تثبیت و بازسازی

پهنه‌هایی از سرزمین با توجه به وضعیت محیطی (شدت تخریب و حساسیت اکولوژیکی) و توان اکولوژیکی، امکان ادامه فعالیت‌های موجود مستلزم بازسازی محیط‌زیست بوده و همچنین استقرار جدید فعالیت و جمعیت در آن‌ها ممنوع است.



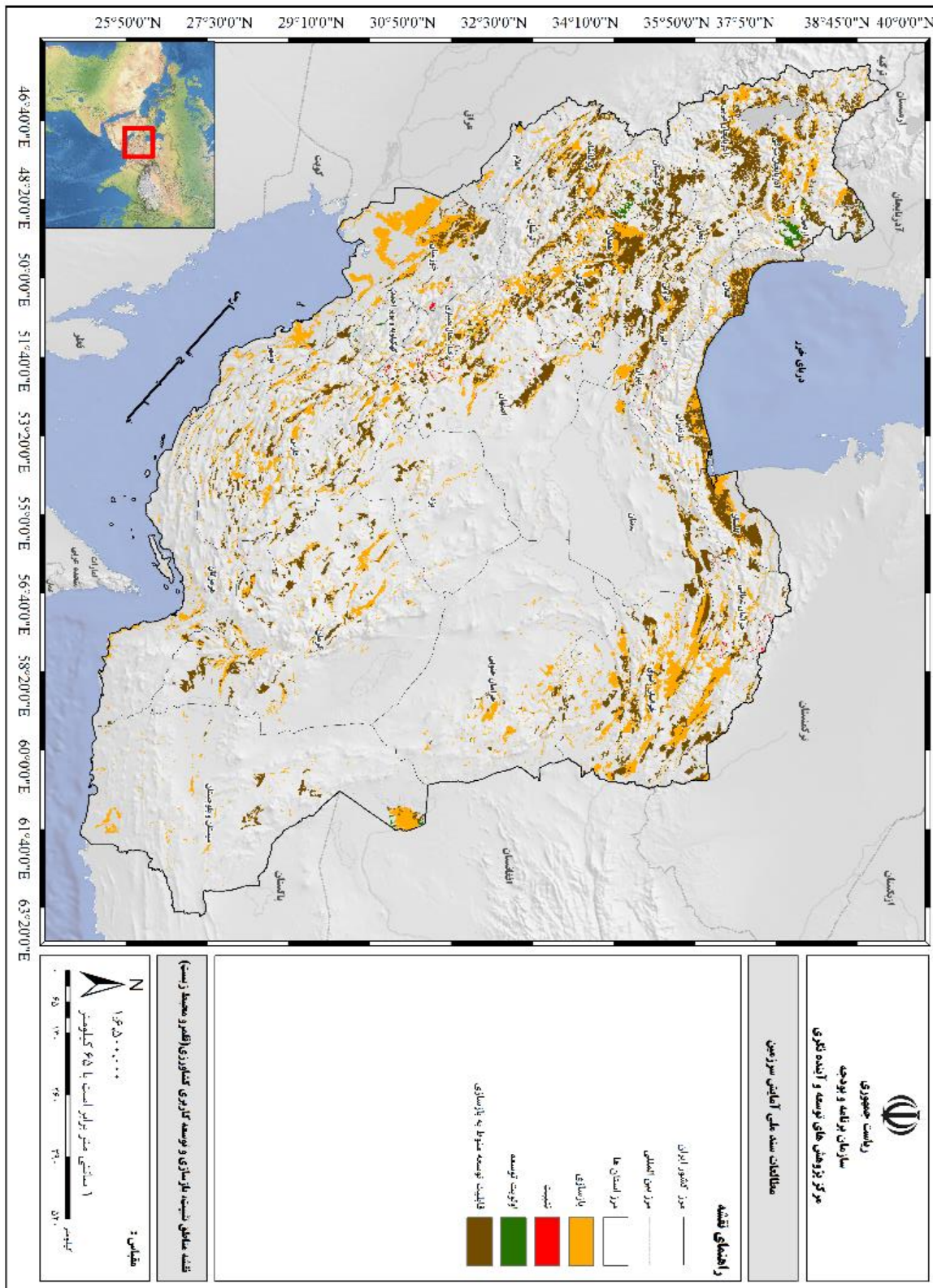
شکل ۳: چارت مفهومی جایگاه تعاریف قلمروهای توسعه

بدین منظور تعیین این مناطق، ابتدا مناطق مستعد توسعه آتی برای کاربری‌های مختلف بر اساس توان اکولوژیکی تعیین و سپس با کاربری‌های موجود مقایسه شد. سپس خروجی این مقایسه با مناطق تخریب محیط زیستی تلفیق شده و در نهایت مناطق اولویت بازسازی، تثبیت و توسعه سرزمین برای چهار کاربری گسترش شهری، صنعتی و کشاورزی تعیین گردید. با تعیین این بستر، امکان تعیین توازن بهره‌برداری از سرزمین امکان‌پذیر است. قابل ذکر است این قلمروها صرفاً به بیان پهنه‌های قابل توسعه در مقیاس ملی و ظرفیت‌زیستی استانی بر پایه ارزیابی توان بسنده کرده است. از سوی دیگر، تعیین دقیق هر فعالیت به دقت ارزیابی آن بستگی دارد که مطالعات دقیق و بنیادی به استان‌ها و مناطق واگذار می‌شود که علاوه بر افزایش دقت آن، نوع بارگذاری را مشخص کنند. نظر به اینکه هدف آمایش سرزمین، تعیین الگوی استقرار مطلوب فعالیت و جمعیت در پهنه سرزمین است، خروجی حاصل از تعیین توازن بهره‌برداری از سرزمین به عنوان ورودی اصلی تعیین الگوی استقرار مطلوب فعالیت و جمعیت محسوب می‌شود. نقشه‌های ۱۹، ۲۰ و ۲۱ به ترتیب قلمروهای مستعد توسعه، توسعه منوط به بازسازی، تثبیت و بازسازی کاربری‌های سکونتگاهی (شهری)، کشاورزی (کشت آبی) و صنعتی را نشان می‌دهد.

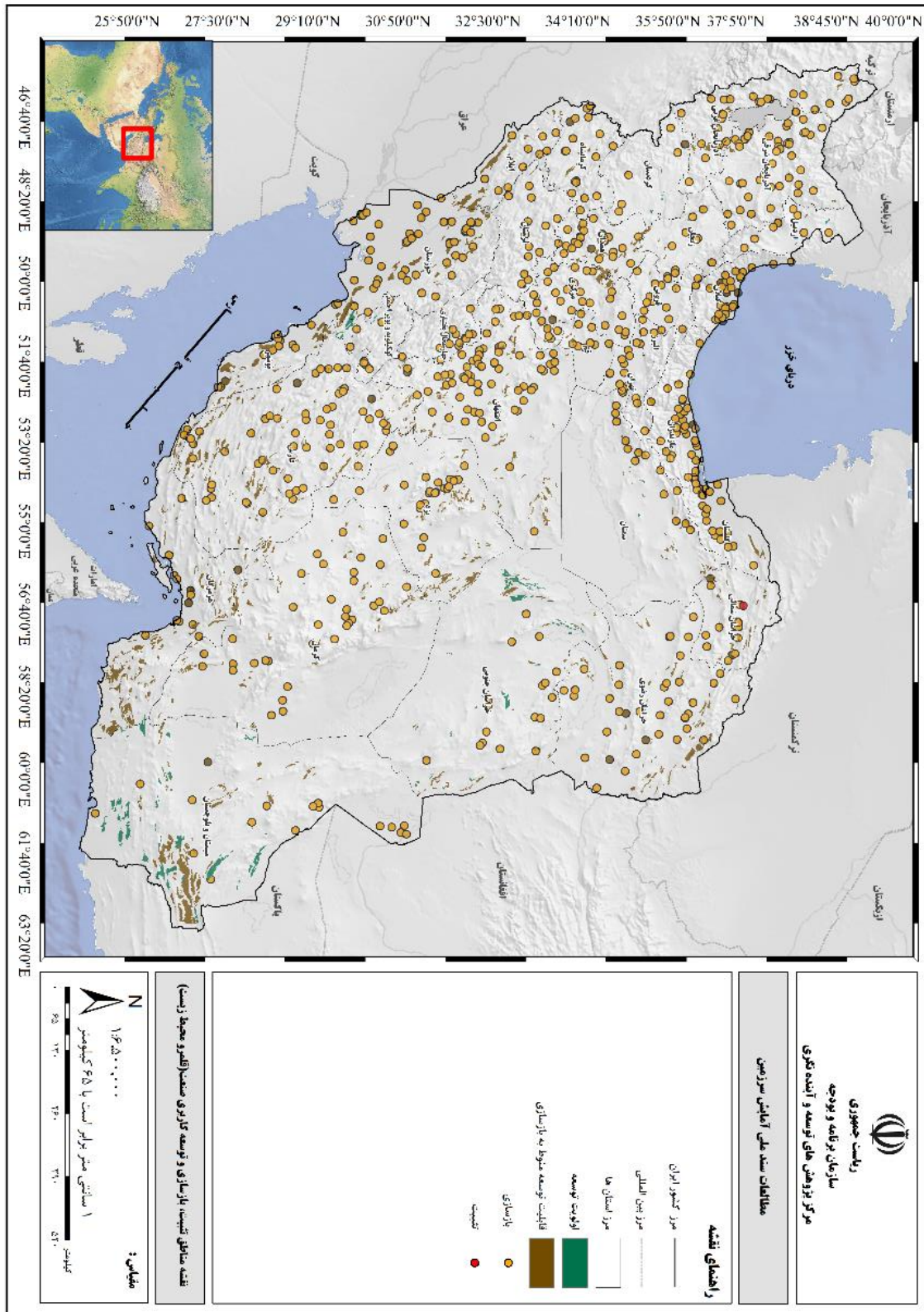


نقشه ۱۹: مناطق مستعد توسعه، توسعه منوط به بازسازی، تثبیت و بازسازی کاربری سکونتگاهی

حسایت اکولوژیکی سرزمین و توازن بهره برداری از آن (پوست عکازارش تلفیق)



نقشه ۲۰: مناطق مستعد توسعه، توسعه منوط به بازسازی، تثبیت و بازسازی کاربری کشاورزی



نقشه ۲۱: مناطق مستعد توسعه، توسعه منوط به بازسازی، تثبیت و بازسازی کاربری صنعت

نقشه ۲۱ نشان‌دهنده مناطق تثبیت، بازسازی و توسعه کاربری صنعتی است. با توجه به نقشه، مناطقی دارای «اولویت توسعه» می‌باشند که از توان اکولوژیکی برخوردار بوده و دارای شدت تخریب محیط زیستی اندکی باشند، از این‌رو مستعد توسعه صنعتی هستند. مناطقی که به عنوان «نیاز بازسازی» مطرح شده‌اند، نشان‌دهنده مناطقی هستند که اکنون قلمرو کشت آبی در وضع موجود می‌باشد، ولی برای تداوم بهره‌گیری از این مناطق نیاز به بازسازی و ترمیم محیط‌زیستی است. از طرفی توسعه در آنها منوط به بازسازی محیط‌زیستی می‌باشد. مناطق «دارای اولویت تثبیت» بیانگر مناطقی است که اکنون جزء قلمروهای فعلی صنعتی می‌باشد و در وضعیت پایدار است و نیاز به راهبرد و سیاست‌هایی جهت تثبیت و حفاظت دارد.

۳- بحث و نتیجه‌گیری

ارزیابی ظرفیت بارگذاری با استفاده از سیستم‌های شاخص نه‌تنها فشار به منابع را مشخص می‌نماید، بلکه هماهنگی بین منابع، سیستم‌های اقتصادی، اجتماعی و محیطی را نیز بررسی می‌کند. مدل تخریب، سیستمی پیچیده و چندمعیاره است که در ارتباط مستقیم با توسعه اقتصادی، اجتماعی و محیطی می‌باشد، بنابراین شاخص‌های انتخابی باید توانایی توصیف این ارتباط را داشته باشند. علاوه بر آن شاخص‌ها باید قابل فهم بوده و از دخالت عوامل زیاد در بررسی خودداری شود (اکسو و همکاران، ۲۰۱۱).

روش ارائه شده در این پژوهش؛ روشن و واضح است که با تخمین نوعی ظرفیت برد از طریق شاخص‌های پایداری منابع، علاوه بر اینکه به طور کمی به برنامه‌ریزان سرزمین در مورد بالا یا پایین بودن ظرفیت برد منابع هشدار می‌دهد به پژوهشگر این امکان را می‌دهد تا نسبت به شرایط و منطقه مورد مطالعه از شاخص‌های متفاوت استفاده کند.

در پژوهش حاضر مقایسه بین حساسیت اکولوژیکی استان‌ها و عوامل تخریب انجام شد. اگرچه این موارد فهرست کاملی از عوامل تخریب و حساسیت نیست؛ اما مقایسه آن، بیانگر این است که استان برای برآوردن نیازهای زیستی و پایداری خویش، آیا ظرفیت توسعه را دارد یا خیر؛ و راهکارها چیست؟

بالا بودن شدت تخریب و اختلاف زیاد آن با حساسیت منطقه بیانگر استفاده بیش از حد از ظرفیت زیستی است و برعکس. این امر بدان معناست که چنانچه در آینده روند کنونی مصرف همچنان به این طریق ادامه یابد، محیط طبیعی دیگر توان تأمین نیازهای جمعیت را ندارد.

جنبه کلیدی برای محاسبه قلمروهای محیط زیستی ارزیابی و کنترل سیاست‌ها و برنامه‌ها است. در اینجا نیز پژوهشگران و سیاست‌گذاران به دنبال پاسخ به چنین پرسش‌هایی هستند: قلمروهای محیط زیستی چه

سیاست‌ها و برنامه‌های خاصی را ایجاد می‌کند؟ اگر ساختار آنها تغییر یابد/ تعدیل شود، یا سیاست‌های جدیدی جایگزین شود، قلمروهای حساس محیط زیستی چه تأثیری می‌پذیرند؟ (وب سایت تحقیقات توسعه جهانی). از جمله سیاست‌هایی که می‌تواند به رفع معضل اختلاف بین میزان بهره‌برداری و حساسیت سرزمین کمک کند در دو دسته جای می‌گیرند. دسته اول، از دیدگاه ردپای اکولوژیک؛ و دسته دوم؛ از دیدگاه ظرفیت زیستی. از دیدگاه اول عواملی که می‌تواند به طور چشمگیری کاهش ردپا را در پی داشته باشد، کاهش یا تعدیل تقاضا و افزایش بهره‌وری در تولید است. دسته دوم، بررسی سناریوهای مربوط به افزایش ظرفیت زیستی منطقه با استفاده از افزایش سطوح سبز جهت افزایش ترسیب کربن^۱ است. شناخت و بررسی عوامل مؤثر بر شدت تخریب و استفاده از تکنولوژی و تجهیزات پیشرفته در صنعت، به کارگیری روش‌های مؤثر آبیاری و یا کاهش هدررفت تولید، تعیین الگوی کشت تقاضامحور، تاریخ کاشت، انتخاب رقم مناسب و افزایش بهره‌وری از جمله عوامل مؤثر بر کاهش ردپای کربن که یکی از عوامل مهم در بررسی مدل تخریب است، به شمار می‌روند.

منابع

- ایستمن، جی رونالد (۱۳۸۸). سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی کاربردی با نرم‌افزار ایدریسی. ترجمه عبدالرسول سلمان ماهینی و حمیدرضا کامیاب، تهران: مهر مهدیس.
- حسین‌زاده دلیر، کریم و فرزانه ساسان‌پور (۱۳۸۵). روش جاپای اکولوژیکی (بوم‌شناختی) در پایداری کلان‌شهرها با نگرشی بر کلان‌شهر تهران، تحقیقات جغرافیایی، سال بیست و یکم، شماره ۳، ۱۱۰-۸۳. ایستمن، جی رونالد (۱۳۸۸). سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی کاربردی با نرم‌افزار ایدریسی. ترجمه عبدالرسول سلمان ماهینی و حمیدرضا کامیاب، تهران: مهر مهدیس.
- سلمان ماهینی، عبدالرسول (۱۳۹۲). ارزیابی توان و آمایش سرزمین به منظور مدیریت یکپارچه حوزه آبخیز حبله‌رود، سازمان جنگل‌ها مراتع و آبخیزداری کشور. تهران: پونه.
- صادقی چهارده، سمانه، ایمان اسکندری‌نژاد و محمد دهدار درگاهی (۱۳۹۳). تعیین ظرفیت برد گردشگری طبیعت در مناطق کوهستانی ایران (نمونه موردی: سیب چال، خاس خانی و آغوزی)، فضای گردشگری، سال چهارم، شماره ۱۴.
- طیبیبیان، محمد، احد ستوده و کامران شایسته (۱۳۸۶). جستاری بر مفاهیم و روش‌های برآورد کمی ظرفیت برد و ارائه یک نمونه کاربردی بر پایه تجربه برنامه‌ریزی راهبردی توسعه گردشگری دره عباس‌آباد- گنجانمه همدان، هنرهای زیبا. شماره ۲۹، ۱۷-۲۸.
- علوی‌پناه، سید کاظم (۱۳۹۷). کاربرد سنجش از دور در علوم زمین (علوم خاک). تهران: دانشگاه تهران.
- مخدوم، مجید (۱۳۹۳). شالوده آمایش سرزمین ۲۲۰۳، تهران: دانشگاه تهران.
- Edwards, R. Y., & Fowle, C. D. (1955). The concept of carrying capacity. In *Transactions of the 20th North American Wildlife Conference* (589-602).
- Liu, H. (2012). Comprehensive carrying capacity of the urban agglomeration in the Yangtze River Delta, China. *Habitat International*, Vol.36, No.4, 462-470.
- Ma, P., Ye, G., Peng, X., Liu, J., Qi, J., & Jia, S. (2017). Development of an index system for evaluation of ecological carrying capacity of marine ecosystems. *Ocean & Coastal Management*, Vol.144, 23-30.
- Makhdoum, M. F. (2002). Degradation model: a quantitative EIA instrument, acting as a Decision Support System (DSS) for environmental management. *Environmental management*, Vol.30, No.1, 151-156.
- Manning, R., Wang, B., Valliere, W., Lawson, S., & Newman, P. (2002). Research to estimate and manage carrying capacity of a tourist attraction: a study of Alcatraz Island. *Journal of Sustainable Tourism*, Vol.10, No.5, 388-404.
- Wackernagel, M., Schulz, N. B., Deumling, D., Linares, A. C., Jenkins, M., Kapos, V., ... & Randers, J. (2002). Tracking the ecological overshoot of the human economy. *Proceedings of the national Academy of Sciences*, Vol.99, No.14, 9266-9271.

- Wang, L., & Liu, H. (2019). Comprehensive evaluation of regional resources and environmental carrying capacity using a PS-DR-DP theoretical model. *Journal of Geographical Sciences*, Vol.29, No.3, 363-376.
- ZHOU, L. G., & LIANG, H. (2006). Relative Carrying Capacity of Water Resources in Karst Region of Guiyang Province [J]. *Resources Science*, Vol.28, No.2, 22-27.
- Zurong, D. I. N. G., & Jing, L. I. (2011). Ecological Footprint and Reflections on Green Development of Hangzhou. *Energy Procedia*, Vol.5, 118-124.