بوم‌شناسی کاربردی/ سال سیزدهم / شماره دوم / ۱٤۰۳/ صفحات ٤۹ تا ٦۳

پایش اثرات تغییر کاربری و پوشش اراضی بر کیفیت زیستگاه‌های حوضه آبخیز هراز

سحر بازرگان[۱]، فاطمه رجائی*[۲]، فرهان احمدی میرقائد[۳] و مصطفی قلی پور[٤]

(تاریخ دریافت: ۱٤۰۳/۰٤/۰۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۳/۱۱/۱٦)

چکیده

کیفیت زیستگاه نوعی خدمات اکوسیستمی حمایتی است که تحت تأثیر تغییرات کاربری اراضی شکننده و آسیب پذیر می‌شود. هدف این مطالعه ارزیابی کیفیت زیستگاه‌های حوضه آبخیز هراز در استان مازندران بر مبنای تغییرات کاربری اراضی بود. با تهیه و آماده‌سازی داده‌های موردنیاز، مدل اینوست (InVEST) برای ارزیابی کیفیت زیستگاه‌های منطقه مطالعاتی مدنظر قرار گرفت. تصاویر کاربری اراضی سه دوره ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ با استفاده از تصاویر ماهواره‌های لندست ۷ و ۸ در محیط ادریسی سلوا آماده گردید. نتایج نشان داد که زیستگاه‌های واقع در بخش مرکزی حوضه در سال‌های مورد نظر دارای بالاترین کیفیت بودند در حالی که مناطق شمالی حوضه کمترین کیفیت را داشتند. میزان تغییرات کیفیت زیستگاه‌ها در بازه‌های زمانی ۲۰۱۰-۲۰۰۰، ۲۰۲۰-۲۰۱۰ و ۲۰۲۰-۲۰۰۰ حاکی از آن بود که نقاط داغ کیفیت زیستگاه‌ها در مناطق مرکزی و نقاط سرد در بخش‌های شمالی وجود دارند. از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ نقاط سرد کیفیت زیستگاه‌ها افزایش داشته اند در حالی که نقاط داغ کاهش یافته‌اند. به طور کلی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ کیفیت زیستگاه‌ها در ۱۸۰۱٦۳ هکتار از اراضی منطقه کاهشی و در ۲٤۰۹٦ هکتار افزایشی بوده است. بر این اساس، ضروری است در راستای توسعه و تبدیل کاربری‌ها در منطقه مطالعاتی استراتژی‌های مناسب به منظور حفظ کیفیت زیستگاه‌های طبیعی آن اتخاذ شود.

واژه‌های کلیدی: اینوست، حوضه آبخیز هراز، تحلیل نقاط داغ، خدمات اکوسیستم، کیفیت زیستگاه‌ها

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم محیط زیست، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

۲. استادیار، گروه علوم محیط زیست، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

۳. استادیار، گروه علوم محیط زیست، دانشکده علوم دریایی و محیطی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.

٤. استادیار،گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Rajaei_Fatemeh@znu.ac.ir

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-03-12]

[DOI: â€Ž 10.47176/ijae.13.2.1514.1]

مقدمه

خدمات اکوسیستمی شامل مجموعه گسترده‌ای از فرآیندها، ویژگی‌ها و اجزای منابع طبیعی هستند که از طریق تعامل بین ساختار و عملکرد اکوسیستم‌ها فراهم می‌شوند (۱). کیفیت زیستگاه یکی از مهمترین خدمات اکوسیستمی است که پتانسیل یک اکوسیستم را در ایجاد شرایط مناسب برای زیست و پایداری گونه‌ها و جمعیت‌های مختلف موجودات زنده بیان می‌کند و تا حدودی به عنوان شاخصی برای انعکاس تنوع زیستی منطقه‌ای در نظر گرفته می‌شود (۲۳). زیستگاههای با کیفیت مناسب قادر به پشتیبانی از گونه‌های مختلف گیاهی و جانوری هستند و به‌عنوان پناهگاه و محل تولیدمثل این موجودات عمل می‌کنند. ارزش کیفیت زیستگاه در دو بعد قابل‌توجه است (۱٤): نخست این که زیستگاه‌های باکیفیت بالا، تضمین‌کننده بقای گونه‌های ارزشمند و در معرض خطر هستند. این موضوع به‌ویژه در مناطق حفاظت‌شده و پارک‌های ملی که حفاظت از تنوع زیستی هدف اصلی آنهاست، اهمیت فراوانی دارد. دوم این که، به‌عنوان ذخایر بیولوژیکی و ژنتیکی ارزشمندی محسوب می‌شوند که می‌توانند در آینده برای اهداف مختلف مانند تحقیقات علمی، داروسازی و غیره مورداستفاده قرار گیرند. این ذخایر ژنتیکی نه‌تنها برای حفظ تنوع زیستی، بلکه برای رفع نیازهای آتی بشر نیز حائز اهمیت هستند، به همین دلیل، مطالعه و ارزیابی کیفیت زیستگاه‌ها به‌عنوان یک اولویت مهم در حوزه برنامه‌ریزی و مدیریت سرزمینی مطرح است تا بتوان با شناسایی و حفاظت از زیستگاه‌های باکیفیت مناسب، از تنوع زیستی و خدمات حیاتی اکوسیستم‌ها در راستای توسعه پایدار محافظت نمود.

خدمات اکوسیستم در سراسر جهان در نتیجه بهره‌برداری بیش از حد از منابع طبیعی، آلودگی ها، تغییرات اقلیمی و مسائل دیگر در حال کاهش است و در حال حاضر تقریبا ٦۰ درصد از خدمات اکوسیستم‌ها در نتیجه فعالیت‌های مختلف انسانی تخریب شده‌اند (۱٤). تأثیر کاربری زمین در این رابطه، یکی از عوامل تعیین‌کننده مهم عرضه خدمات اکوسیستمی است (۲۰ ,۸ ,٦). تغییرات کاربری اراضی باعث شده است که جنگل‌های کره زمین در طول چند دهه گذشته به‌شدت در حال کاهش باشند. این تغییرات در پوشش جنگلی تأثیرات مختلفی در ارائه خدمات اکوسیستمی از جمله تنوع زیستی، تغییر آب و هوا، رفاه انسان و غیره داشته است. بزرگ‌ترین علت مستقیم جنگل‌زدایی توسعه کشاورزی است، به‌طوری‌که ۷۰-۹۵ درصد از جنگل‌های از دست‌رفته در مناطق استوایی به کشاورزی تبدیل شده است. بر اساس تخمین‌ها بین ۷۰ تا ۸۰ درصد از تبدیل جنگل‌ها در آفریقا، حدود ۷۰ درصد در مناطق نیمه گرمسیری آسیا و بیش از ۹۰ درصد در آمریکای لاتین مرتبط با تغییر کاربری به کشاورزی بوده است (۹). ایران نیز از تغییرات شدید کاربری زمین مصون نمانده است. در دهه‌های اخیر مطالعات مختلف در ایران نشان داده که تبدیل کاربری جنگل به کاربری کشاورزی در ایران روند شدیداً افزایشی داشته است (۳۰ و ۲۷) به‌طوری‌که بررسی‌ها در طول ٤۱ سال حدود ۳۳۷۲۱ هکتار از سطح جنگل های شهرستان سردشت کاسته شده است (٤). متأسفانه در چندین سال گذشته، تخریب و شخم غیر قانونی مراتع نیز شکل سازمان‌یافته‌ای به خود گرفته به طوری‌که سطح بسیار وسیعی از مراتع به زیر شخم رفته و تبدیل به عرصه‌های کشاورزی شده است (۱۲). براساس تحقیقات غلامپور و همکاران (۹) از مهم‌ترین عوامل موثر تخریب مراتع، میتوان به تغییر کاربری اراضی اشاره کرد. همچنین افزایش جمعیت بهره‌بردار، مشاع بودن بهره‌برداری، عدم ثبات مدیریت و مالکیت، کم بودن سرانه مراتع، نادیده گرفتن مردم در مدیریت عرصه‌ها، عدم رعایت طول مدت بهره‌برداری و زمان ورود و خروج دام، عدم تثبیت حقوق بهره-برداری و وضعیت اقتصادی ضعیف کشاورزان و دامداران را از عوامل تخریب مراتع ایران می‌توان در نظر گرفت. تغییرات کاربری اراضی منجر به تفاوت‌های قابل‌توجهی در ساختار داخلی، فرآیندها و عملکرد اکوسیستم‌ها می‌شود که علت اصلی تخریب و از دست دادن کیفیت زیستگاه است (۱۳). همچنین

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-03-12]

[DOI: â€Ž 10.47176/ijae.13.2.1514.1]

رشد سریع شهرها در نیمه دوم قرن بیستم، به ویژه در کشورهای در حال توسعه، منجر به تغییرات گسترده در محیط زیست شده است. مهاجرت از روستاها به شهرها و گسترش بی‌رویه شهرنشینی، باعث دست‌اندازی انسان به طبیعت و تغییر کاربری زمین‌ها شده است. این تغییرات نه تنها به محیط زیست آسیب می‌رساند، بلکه ارزش خدمات اکوسیستمی را نیز کاهش می‌دهد.

امروزه مدل‌های مختلفی برای ارزیابی زیستگاه‌ها ارائه شده است، مانند مدل کیفیت زیستگاه اینوست (InVEST Habitat Quality, HQ-InVEST)، شاخص تناسب زیستگاه (Habitat Suitability Index, HSI)، ارزش‌های اجتماعی خدمات اکوسیستمی (Social Value of Ecosystem Services, SolVES) و مدل‌های یکپارچه خدمات اکوسیستمی (۱۳، ۲۸). مدل کیفیت زیستگاه اینوست از جمله پرکاربردترین و محبوب‌ترین مدل به شمار می‌رود چرا که روشی ساده برای ارزیابی کیفیت زیستگاه در مکان‌هایی با داده‌های محدود و نمونه‌برداری نشده، ارائه می‌دهد (۲۵). بعلاوه، از تهدیدات زیستگاه و کاربری زمین برای تخمین کیفیت زیستگاه استفاده می‌کند که کارآمدتر و دقیق‌تر است و منافع زیادی در محاسبه کیفیت زیستگاه در بازه‌های زمانی طولانی مدت دارد (۱۰). تاکنون، این مدل برای مطالعه کیفیت زیستگاه در مقیاس‌ها و مکان‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. پو و همکاران (۱۸) کیفیت زیستگاه‌های حوضه دریاچه تایهو در چین را با استفاده از مدل اینوست ارزیابی کردند. آنها اذعان داشتند که با تغییر کاربری در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ در منطقه مورد مطالعه‌شان، کیفیت زیستگاه‌های آن کاهش یافته است. احمدی میرقائد و سوری (۲) زیستگاه‌های حوضه آبخیز رودخانه تلوک در استان خوزستان را با استفاده از مدل کیفیت زیستگاه اینوست مورد ارزیابی قرار دادند. آنها نشان دادند که کیفیت زیستگاه‌های واقع در شمال و شرق منطقه نسبت به دیگر بخش‌ها بسیار بیشتر است. به علاوه، زیستگاه‌های جنگلی دارای کیفیت بالاتری نسبت به دیگر زیستگاه‌های حوضه دارد. در مطالعه دیگری، آنسیی و همکاران (۳) از مدل کیفیت زیستگاه اینوست برای تجزیه و تحلیل تغییر مکانی – زمانی کیفیت زیستگاه در انواع مختلف کاربری در حوضه وینک در اتیوپی استفاده نمودند. وو و همکاران (۲۹) نیز رابطه تغییرات مکانی – زمانی کیفیت زیستگاه‌های منطقه خلیج گوانگدونگ – هنگ کنگ در ماکائو را با استفاده از مدل اینوست در بازه زمانی ۱۹۹۵–۲۰۱۵ مورد مطالعه قرار دادند. نعمت‌الهی و همکاران (۱۷) کیفیت زیستگاه گونه‌های قوچ و میش اصفهان، پلنگ و خرس قهوه‌ای را با استفاده از مدل اینوست در استان چهار محال و بختیاری مدل‌سازی و ارتباط آن را با اثرات بوم‌شناختی شبکه جاده‌ای ارزیابی کردند. آنها با استفاده از نقشه‌های به‌دست آمده، درجه آسیب‌پذیری مناطق حفاظت‌شده را تعیین و راهکارهایی در راستای کاهش اثرات منفی شبکه جاده‌ای ارائه دادند. در مطالعه‌ای دیگر احمدی میرقائد و همکاران (۲۰۲۱) از روش‌های ارزیابی چندمعیاره (Multi Criteria Evaluation, MCE) برای ارزیابی تناسب زمین برای کاربری‌های مختلف استفاده نمودند و همچنین خدمات اکوسیستمی مانند بازده آب، کیفیت زیستگاه و کیفیت زیبایی‌شناختی را با استفاده از ارزش‌گذاری یکپارچه خدمات زیست‌محیطی (InVEST) در استان گلستان برآورد نمودند (۱). نتایج نشان داد که تفاوت‌های قابل‌توجهی بین بخش‌های شمالی و جنوبی منطقه موردمطالعه از نظر تناسب زمین و خدمات اکوسیستمی وجود دارد. در پژوهش شیبالسکی و همکاران (۲۲) ارتباط بین ارائه خدمات اکوسیستمی با تغییرات کاربری زمین بررسی گردید. روش کار شامل ارائه یک چهارچوب تحلیلی ترکیبی (مدل‌های هیدرولوژیکی، مدل‌های آماری توزیع گونه‌ها و توابع انتقال) در مناطق ساحلی دریای بالتیک بود. نتایج نشان داد که تغییرات فضایی قابل‌توجهی در خروجی‌های خدمات اکوسیستمی رخ می‌دهد و ارتباطی بین ارائه خدمات اکوسیستمی، تغییرات اقلیمی و کاربری اراضی زمین وجود دارد. یوآن و همکاران (۳۰) رابطه بین کاربری اراضی و خدمات اکوسیستمی در چین بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ با استفاده روش ارزیابی ارزش

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-03-12]

[DOI: â€Ž 10.47176/ijae.13.2.1514.1]

خدمات اکوسیستمی انجام دادند. نتایج نشان داد که ارزش خدمات اکوسیستمی در این مناطق در طول زمان افزایش یافته است.

حوضه آبخیز هراز با مساحتی حدود ٤٦١٢٩٣ هکتار در استان مازندران دارای تنوع گیاهی و جانوری بالایی بوده و زیستگاه بسیاری از گونه‌های مهم و در معرض خطر محسوب می‌شود. رودخانه هراز یکی از پرآب‌ترین رودخانه‌های حوضه آبخیز خزر و استان مازندران است که علاوه بر تأمین آب کشاورزی منطقه، نقش مهمی در ایجاد زیستگاه مناسب آبزیان دارد. متأسفانه در سال‌های اخیر، فشارهای ناشی از فعالیت‌های انسانی همچون جنگل‌زدایی، چرای بی‌رویه دام، ساخت‌وسازهای گسترده و آلودگی‌های زیست‌محیطی، به‌شدت به کیفیت زیستگاه‌های آن آسیب رسانده است. تخریب جنگل‌های هیرکانی این منطقه و تغییر کاربری اراضی، موجب کاهش شدید پوشش گیاهی و در نتیجه، تخریب زیستگاه گونه‌های جانوری مختلف شده است. بنابراین، انجام این تحقیق باهدف تدوین چارچوبی برای برنامه‌ریزی استفاده از سرزمین در حوضه‌های آبخیز، با تأکید بر پتانسیل خدمات اکوسیستمی، می‌تواند بهره‌برداری پایدار از منابع آب و سرزمین و کیفیت زیستگاه را تسهیل نماید و به حل مسائل مربوط به کیفیت زیستگاه و محیط‌زیست کمک نماید. در انجام این تحقیق هدف‌های زیر مورد توجه قرار گرفت: (الف) ارزیابی پویایی مکانی-زمانی پوشش زمین کاربری زمین در سال‌های ۲۰۱۰،۲۰۰۰ و ۲۰۲۰ و (ب) ارزیابی تغییرات خدمات اکوسیستمی کیفیت زیستگاه‌های منطقه مطالعاتی تحت تأثیر تغییرات کاربری زمین در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰. نتایج این پژوهش علاوه بر شناسایی کیفیت زیستگاه‌های منطقه مطالعاتی، می‌تواند یک راهنمای مهم در راستای حفاظت و مدیریت محیط زیستی آن در برابر تخریب بیشتر و ترویج توسعه پایدار در این منطقه را در اختیار قرار دهد.

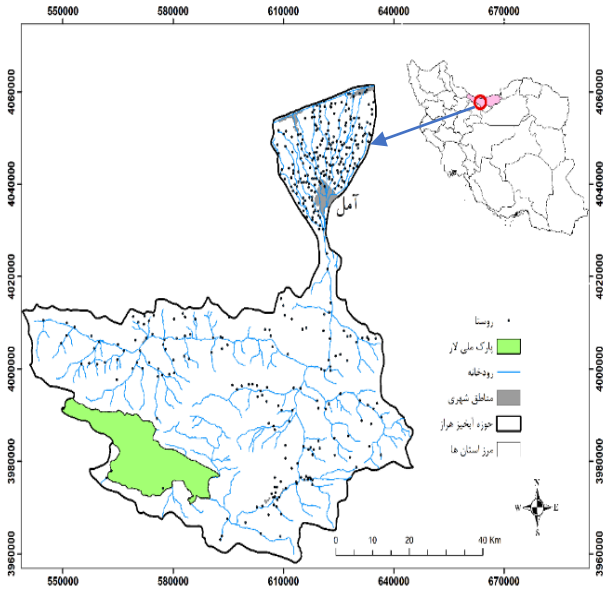
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

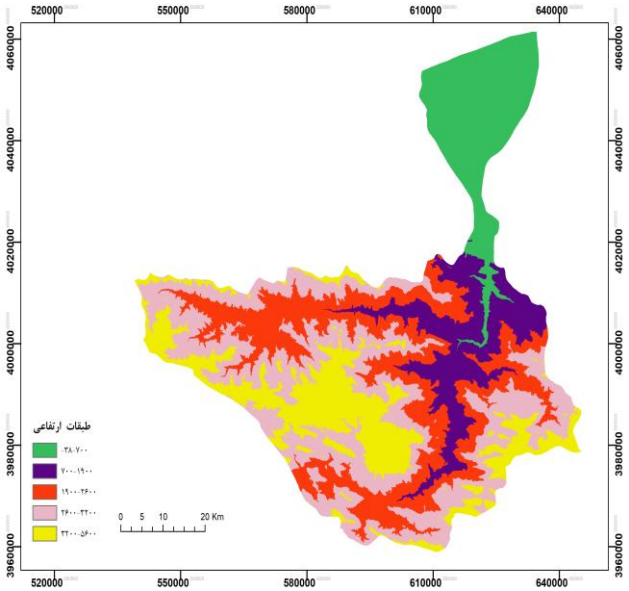
دو شهرستان اصلی این حوضه آبخیز آمل و بابل هستند که جمعیت قابل‌توجهی را در منطقه شمال کشور در خود جای‌داده است. در دشت آمل - بابل شهر فریدون‌کنار، کله بست، گزنگ مرزیکلا، بابل، خوشرودپی، زرگر محله، سرخرود، رینه، بابلسر، امیر کلا، آمل، محمودآباد و شهرهای جدیدی چون سیمرغ و هادی شهر و ایزد شهر و غیره طی سالیان اخیر در آن شکل‌گرفته‌اند. منطقه پارک ملی لار از جمله مناطق حفاظت شده کشور محسوب می‌گردد که در این حوضه واقع شده است. این منطقه ناحیه‌ای کوهستانی با دره‌های عمیق و پر آب در استان مازندران است که رود هراز آن را به دو نیمه شرقی و غربی تقسیم می‌کند (۱۵). حوضه آبخیز هراز دارای اقلیم سرد در بخشهای جنوبی، کوهستانی در مناطق میانی و پیش از رسیدن به جلگه در ارتفاعات پایین تر دارای اقلیم معتدل کوهپایه ای و در منطقه پست تر در دشت آمل دارای آب و هوای معتدل و مرطوب جلگه ای است. از نظر دمایی یک حوضه معتدل محسوب می گردد. دمای هوا در این حوضه به شدت تابع ارتفاع بوده و از حداقل ٢٦- در مناطق کوهستانی تا حداکثر ۳۸ درجه در مناطق جلگه ای متغیر است و میانگین بارش آن در حدود ۷۰۰ میلیمتر است (١٦) .حوضه آبخیز رودخانه هزار در قسمت جنوبی از ارتفاعات البرز مرکزی در محدوده ای با ارتفاع ۳۵۰۰ متر از سطح دریا شروع شده و با شیب نسبتا زیادی در امتداد فاصله کوتاه رشته کوه البرز تا ساحل دریا در مجاورت منطقه سرخرود به دریای خزر به ارتفاع ۲۷- از سطح دریاهای آزاد می رسد. مهمترین سرچشمه رود هراز از قله ٤٣٧٥ متری پالان گردن در ٦٦ کیلومتری جنوب شرقی چالوس، با نام لار جاری می شود و پس از دریافت آبهای مهم دیگری مثل آب ،سفید، الرم، آب چهل بره، آب سیاه پلاس، آب امام پهنک، سه سنگ دیو آسیاب ورارود، دلی چای و چشمه ملک و عبور از ده پلور با نام هراز، بـه سمت دریای مازندران جاری می گردد. البته در راه باز رودها و

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-03-12]

[DOI: â€Ž 10.47176/ijae.13.2.1514.1]



شکل ۱. منطقه مورد مطالعه



شکل ۲. طبقات ارتفاعی منطقه مورد مطالعه

چشمه هایی به آن می پیوندند که مهمترین آنها لاسم، تلخ رود، آب رزان، آب مشک انبار، پنجاب نمارساق، هراز آب پردمه، شیر کلارود، چلورود و هلی چال هستند. طول رود هراز ۱۸۵ کیلومتر میباشد و از کنار بلندترین قله ایران، دماوند می گذرد. قسمت زیادی از این مسیر لاریجان نام دارد که نام خود را از روی سرچشمه اصلی هراز، لار گرفته است. قسمتهای وسیعی از حوزه آبخیز از جنگل باغات و مزارع پوشیده شده و از آب رودخانه اصلی هراز و شاخه های آن برای آبیاری مزارع و باغات واقع در نواحی دشتی و کم شیب استفاده می گردد (۱۶ و ۱۵). در شکل ۱ موقعیت و شکل ۲ طبقات ارتفاعی حوضه آبریز هراز نشان داده شده است.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-03-12]

[DOI: â€Ž 10.47176/ijae.13.2.1514.1]

جدول ۱.داده های مورد استفاده در این مطالعه

داده	واحد	منبع و نحوه آماده سازی
مدل رقومی ارتفاعی	m	استخراج شده از داده های SRTM در سامانه گوگل ارث انجین
کاربری اراضی	....	استخراج شده از تصاویر لندست
نقشه رس خاک	٪	استخراج شده از داده های جهانی خاک در سامانه گوگل ارث انجین
نقشه سیلت خاک	٪	استخراج شده از داده های جهانی خاک در سامانه گوگل ارث انجین
نقشه شن خاک	٪	استخراج شده از داده های جهانی خاک در سامانه گوگل ارث انجین
نقشه ماده آلی خاک	٪	استخراج شده از داده های جهانی خاک در سامانه گوگل ارث انجین
داده‌های میانگین بارندگی ماهانه و سالانه	mm	استخراج شده از آمار ایستگاه‌های هواشناسی موجود در منطقه و داده‌های اقلیمی TerraClimate در سامانه گوگل ارث انجین
شاخص نرمال شده تفاوت گیاهی (NDVI)	....	استخراج شده بر اساس باندهای قرمز و مادون قرمز لندست
فاکتور K	t ha hr (MJ ha mm)-1	استخراج شده بر اساس داده های درصد رس، سلیت، شن و ماده آلی خاک

جمع‌آوری و تهیه داده‌ها

در این مطالعه مدل رقومی ارتفاعی، کاربری اراضی (۳۰ متر)، ویژگی‌های خاک، داده‌های اقلیمی و پوشش گیاهی (۳۰ متر) منطقه مطالعاتی تهیه و مورد استفاده قرار گرفتند (جدول ۱). داده‌های موردنیاز در سامانه گوگل ارث انجین، گزارشات موجود و بازدیدهای میدانی و نیز بر اساس پردازش تصاویر لندست تهیه شدند. مدل رقومی ارتفاعی از داده‌های SRTM (۳۰ متر) و ویژگی‌های بافت و ماده آلی خاک از داده‌های جهانی خاک فائو (۳۰ متر) استخراج شدند. داده‌های میانگین بارندگی ماهانه و سالانه منطقه بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی موجود در منطقه و داده‌های اقلیمی TerraClimate با استفاده از گوگل ارث انجین (۱۰۰۰ متر) نقشه‌سازی شدند. شاخص نرمال شده تفاوت گیاهی (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) نیز بر اساس باندهای قرمز و مادون قرمز ماهواره لندست ۸ مربوط به سال ۲۰۲۲ و با استفاده از معادله ۱ در سامانه گوگل ارث انجین محاسبه گردید (۲۱).

$$NDVI = \frac{NIR-R}{NIR+R} \quad (1)$$

تهیه نقشه پوشش اراضی

نقشه‌های کاربری اراضی سه دوره زمانی ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ بر اساس تصاویر ماهواره‌های لندست ۷ و ۸ تهیه گردید. تصاویر به ترتیب مربوط به تاریخ‌های ۲۰۰۰/۷/۱۸، ۲۰۱۰/۶/۱۲ و ۲۰۲۰/۶/۱۵ بودند. تصحیحات رادیومتریک و اتمسفری به ترتیب با استفاده از روش‌های Radiometric correction و FLAASH در محیط نرم‌افزار ENVI 5.3 انجام شد. برای طبقه‌بندی تصاویر از روش نظارت شده الگوریتم حداکثر احتمال استفاده شد (۱۹). با بررسی تصاویر Google Earth و بازدیدهای میدانی، هفت طبقه پوشش و کاربری از جمله: کشاورزی، جنگل، مراتع، درختچه‌زار، مناطق آبی، ساخته شده‌ها و مناطق برفی در منطقه مشخص گردید و بر اساس آنها نمونه‌های تعلیمی تعیین شد. در طبقه بندی منابع آبی از بررسی چشمی، الگوریتم Tasseled Cap و نیز لایه نسبت باند ۵ به ۲ بهره گرفته شد. همچنین در طبقه بندی کاربری کشاورزی از تصویر رنگ کاذب و نیز بررسی چشمی استفاده شد. در نهایت، به منظور اعتبارسنجی نقشه پوشش و کاربری زمین، ارزیابی صحت با محاسبه ضریب کاپا و صحت کلی انجام شد (۷).

ارزیابی کیفیت زیستگاه‌ها

مدل کیفیت زیستگاه اینوست (HQ-InVEST) به منظور ارزیابی کیفیت زیستگاه‌های منطقه مطالعاتی مدنظر قرار گرفت. این

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-03-12]

[DOI: â€Ž 10.47176/ijae.13.2.1514.1]

جدول ۲. ارزش‌های تعیین شده برای زیستگاه‌ها، منابع تهدید و حساسیت زیستگاه‌ها به منابع تهدید

تغییرات در فضا	اهمیت تهدید	حداکثر اثرگذاری منابع تهدید (km)	مناطق برفی	ساخته شده	مناطق آبی	درختچه زار	مرتع	جنگل	کشاورزی	پوشش	
			۰/۵	۰/۱	۰/۸	۰/۶	۰/۶	۰/۹	۰/٤	ارزش زیستگاهی	
خطی	۰/۷	۳	۰/۵	۰	۰/۸	۰/۶	۰/۶	۰/۸	۰/۱	کشاورزی	حساسیت به منابع تهدید
نمایی	۰/۹	۳	۰/٦	۰	۰/۹	۰/۷	۰/۷	۰/۹	۰/٤	ساخته شده ها	

مدل کیفیت زیستگاهی را با توجه به معادله ۲ برآورد می‌کند و ورودی‌های آن شامل نقشه کاربری اراضی، زیستگاه‌ها و عوامل تهدید است. در این راستا، پنج عامل باید مورد توجه قرار گیرد که شامل فاصله اثرگذاری و روند تهدید، ارزش زیستگاهی، اهمیت منابع تهدید، حساسیت زیستگاه‌ها به منابع تهدید و سطح اقدامات حفاظتی می‌باشد. فاصله اثرگذاری منبع تهدید بر یک زیستگاه خاص بر حسب کیلومتر درنظر گرفته می‌شود و تغییرپذیری آن در فضا بصورت نمایی یا خطی تعریف می‌شود. سه عامل ارزش زیستگاهی، اهمیت منابع تهدید و حساسیت زیستگاه‌ها به منابع تهدید با توجه به شرایط منطقه و بر اساس نظرات کارشناسی (۷ کارشناس با تخصص‌های محیط زیست و منابع طبیعی) و منابع علمی در مقیاس صفر تا ۱ ارزشگذاری شدند. نمونه پرسشنامه در بخش پیوست درج شده است. در این مطالعه عوامل مذکور مطابق با جدول ۲ تعریف شدند. سطح اقدامات حفاظتی نیز با توجه به نوع مدیریت و وجود مناطق حفاظت شده در منطقه در مقیاس صفر تا ۱ ارزشگذاری شد و به صورت یک لایه وکتوری به مدل معرفی گردید (۲٤).

$$Q_{xj} = H_j\left(1 - \left(D_{xj}^z / D_{xj}^z + k^z\right)\right) \qquad (۲)$$

Qxj، H_j و D_{xj} به ترتیب بیانگر کیفیت زیستگاه، ارزش مطلوبیت زیستگاهی و سطح تخریب کلی در پیکسل x با کاربری j هستند. z ضریبی برابر با ۲/۵ است. K ثابت نیم اشباع است که کالیبراسیون مدل بر مبنای آن انجام می‌شود. K به طور پیش فرض برابر ۰/۵ در نظر گرفته می‌شود و با یکبار اجرای مدل، نصف بیشترین مقدار ارزش تخریب برای آن منظور می‌شود (۱۱ و ۲٤).

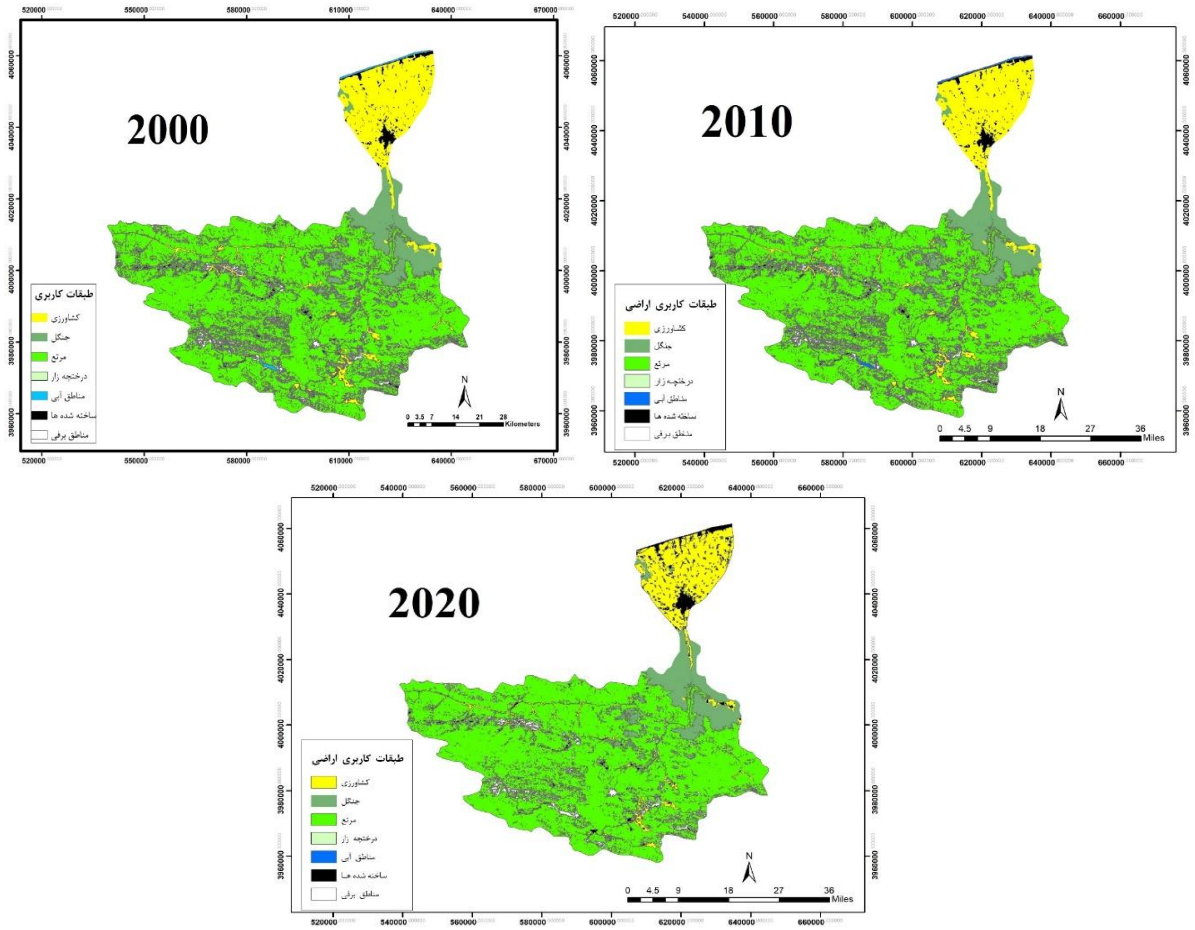
پس از تهیه نقشه کیفیت زیستگاهها در سالهای مختلف، نقشه نقاط داغ و سرد آنها بر اساس تحلیل نقاط داغ (Hotspot Analysis) در ArcGIS تهیه گردید. تحلیل آماری نقشه نقاط سرد (Coldspot, CS) و داغ (Hotspot, HS) کیفیت زیستگاه‌ها در سطوح مختلف معناداری ۹۹٪ (P-value<0.01)، ۹۵٪ (P-value<0.05) و ۹۰٪ (P-value<0.1) در سال ۲۰۰۰ –۲۰۱۰– ۲۰۲۰ با استفاده از آنالیز هات اسپات در GIS انجام شد.

نتایج و بحث

بررسی تغییرات کاربری و پوشش اراضی دوره‌های ۲۰۰۰،۲۰۱۰،۲۰۲۰

نقشه‌های پوشش و کاربری اراضی در هفت طبقه (کشاورزی، جنگل، مرتع، درختچه زار، مناطق آبی، ساخته‌شده‌ها و مناطق برفی) تهیه گردید (شکل ۳ و ٤). طبقه‌بندی اراضی نشان داد که در سال ۲۰۰۰ طبقات کشاورزی، جنگل، مرتع، درختچه‌زار، مناطق آبی، ساخته‌شده‌ها و مناطق برفی به ترتیب ۵۵٦۹۲، ٤۰۳۸۰، ۳۲۷۵۰۸، ۸۳۲۰، ۱۷۲٦، ٦۱۲۸، ۲۱۳۸۱ هکتار از سطح منطقه را دربرگرفته‌اند. در سال ۲۰۱۰ نیز طبقات مذکور به ترتیب ۵۵۳۲٦، ٤۰۲۸۲، ۳۲۷۵٦۹، ۸۳٤٦، ۱٦۵۲، ٦۵۷۲ ، ۲۱۳۸۹ هکتار را و در سال ۲۰۲۰ به ترتیب ۵۰٦۵۰، ٤۰۰۵۲، ۳۳۲۹۵٤، ۵٦۸۳، ۲٤٤۹، ۱۰٦۸۸، ۱۸٦۵۹ هکتار از مساحت حوضه را شامل شدند (شکل ٤). مقایسه این نتایج نشان می‌دهد که تغییرات پوشش و کاربری اراضی در کل حوضه از ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ تغییرات کمتر و از ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ تغییرات بیشتری داشته است. تغییرات طبقات پوشش و کاربری اراضی مرتع و ساخته

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-03-12]
[DOI: â€Ž 10.47176/ijae.13.2.1514.1]



شکل ۳. نقشه کاربری اراضی دوره های مختلف

شکل ٤. مساحت اختصاص‌یافته به هر پوشش در سال‌های مختلف

شده ها در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ افزایشی و تغییرات طبقات پوشش و کاربری اراضی کشاورزی، جنگل، درختچه زار، مناطق آبی و مناطق برفی کاهشی بوده است. بر اساس نتایج این پژوهش، مشخص شد که تغییر در نوع پوشش و کاربری اراضی تأثیر مستقیمی بر کیفیت زیستگاه‌های موجود در منطقه دارد، به طوری‌که مناطق جنگلی دارای بالاترین کیفیت زیستگاه هستند. وجود پوشش گیاهی متنوع و گونه‌های درختی

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-03-12]

[DOI: â€Ž 10.47176/ijae.13.2.1514.1]

جدول ۳. مساحت اختصاص یافته به کلاس های مختلف کیفیت زیستگاهها در سال های مختلف

کیفیت زیستگاه	۲۰۰۰		۲۰۱۰		۲۰۲۰	
	ha	%	ha	%	ha	%
خیلی کم	۷۲٤۸	۱/٦	۷٦۷٤	۱/۷	۱۳۷۵۰	۳/۰
کم	٦۰۰۷۹	۱۳/۰	۵۹٦۹٦	۱۲/۹	۷۲۲۹۲	۱۵/۷
متوسط	۱۳۷٦۰۹	۲۹/۸	۱۳۷۵۳۸	۲۹/۸	۱٤۲۰۰۱	۳۰/۸
زیاد	۲۲٦۹۸۲	٤۹/۲	۲۲۷۰۹۷	٤۹/۲	۲۰٦۳۱۵	٤٤/۷
خیلی زیاد	۲۹۲۸۰	٦/۳	۲۹۱۲۹	٦/۳	۲٦ ۷۷۸	۵/۸

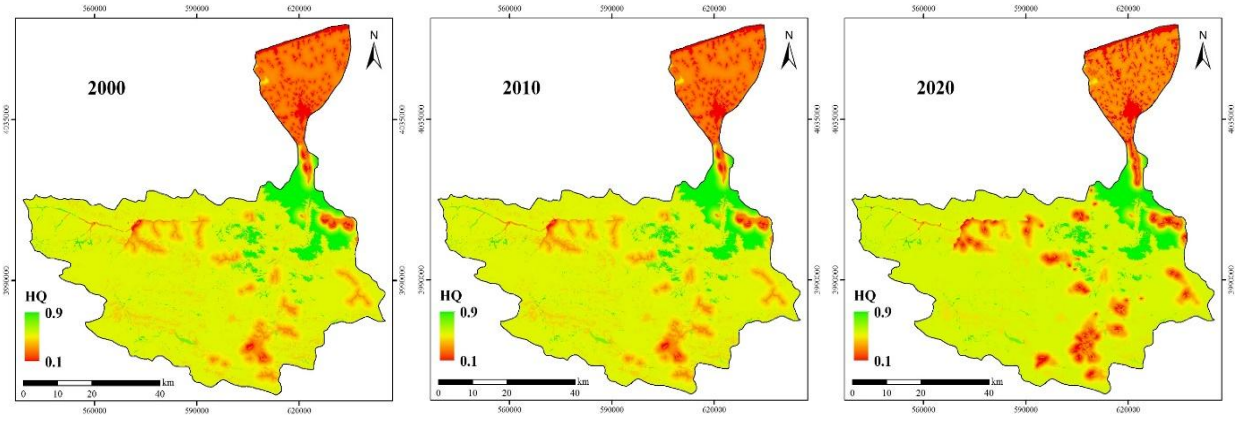
در این مناطق، نقش مهمی در افزایش تنوع اکولوژیکی و پایداری زیستگاه‌ها ایفا می‌کند. در مقابل، مناطق ساخت‌وساز شده کم‌ترین کیفیت زیستگاهی را به خود اختصاص داده‌اند. این موضوع به دلیل تأثیر عوامل انسان‌ساخت و فعالیت‌های انسانی است که باعث کاهش ارتباطات اکولوژیکی و از هم گسیختگی زیستگاه‌های طبیعی در این مناطق می‌شود. در مجموع، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که تغییرات پوشش و کاربری اراضی، به ویژه افزایش مناطق ساخت‌وساز و کاهش سطح مناطق جنگلی، به طور مستقیم بر کیفیت زیستگاه‌های موجود تأثیرگذار است و توجه به این موضوع در برنامه‌ریزی‌های مربوط به مدیریت و حفاظت از محیط زیست اهمیت بالایی دارد. نتایج این مطالعه تغییرات چشم‌گیری در اراضی حوضه آبخیز هراز طی ۳۰ سال اخیر نشان داد، به‌طوری‌که در دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰، مناطق جنگلی هیرکانی شدیداً کاهش و عمدتاً به کاربری مرتع تبدیل شده‌اند. بیش‌ترین میزان تخریب در حوضه آبخیز تجن در اطراف زمین‌های کشاورزی قبلی به‌علت در دسترس بودن آن‌ها رخ داده است. از طرف دیگر، تغییرات پوشش و کاربری اراضی شدید و فعالیت روستاییان و حضور دام در مناطق جنگلی از دیگر عوامل تخریب جنگل است (۲۵). فعالیت‌های کشاورزی اغلب محرک اصلی در پویایی سیمای سرزمین است. هم‌چنین رشد زمین‌های مرتعی در منطقه مورد مطالعه می‌تواند به این دلیل باشد که پس از تبدیل کاربری جنگل به کاربری کشاورزی به‌دلیل توانایی پایین، زمین‌های کشاورزی پس از چند بار کشت حاصلخیزی لازم را ندارند و این اراضی رها شده و بعد از رها شدن توسط مراتع جایگزین می‌شوند که این مسئله وجود طرح آمایش سرزمین را ضروری میداند. این نتایج با مطالعات والسلاو و روگان (۲٦) و شولز و همکاران (۲۳) هم‌خوانی دارد. نتایج شوشتری و همکاران (۲۵) در حوضه آبخیز نکا نشان داد طی سال‌های ۱۳۵۸ تا ۱۳۸۹ میزان کاهش جنگل ۲٦۰۰ هکتار بود. در تحقیقی دیگر یوسفی و همکاران (۳۰) تغییرات کاربری اراضی شهر مریوان در غرب کشور را با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای بررسی کردند و بیان داشتند مساحت اراضی جنگلی کاهش و مناطق مسکونی افزایش چشم‌گیری داشته است. هم‌چنین مطالعه وفایی و همکاران (۲۷) در مریوان نشان داد در طول دوره ۱۳٦۸ تا ۱۳۹۰، ۱۳۳٤ هکتار جنگل با نرخ ۰/۲ درصد در سال تخریب شده است و زمین‌های کشاورزی در منطقه افزایش‌یافته است. نتایج اعتبار سنجی کاربری و پوشش اراضی برای شاخص صحت کلی ۹۱ درصد و برای ضریب کاپا ۰/۸۷ به دست آمد.

ارزیابی کیفیت زیستگاه

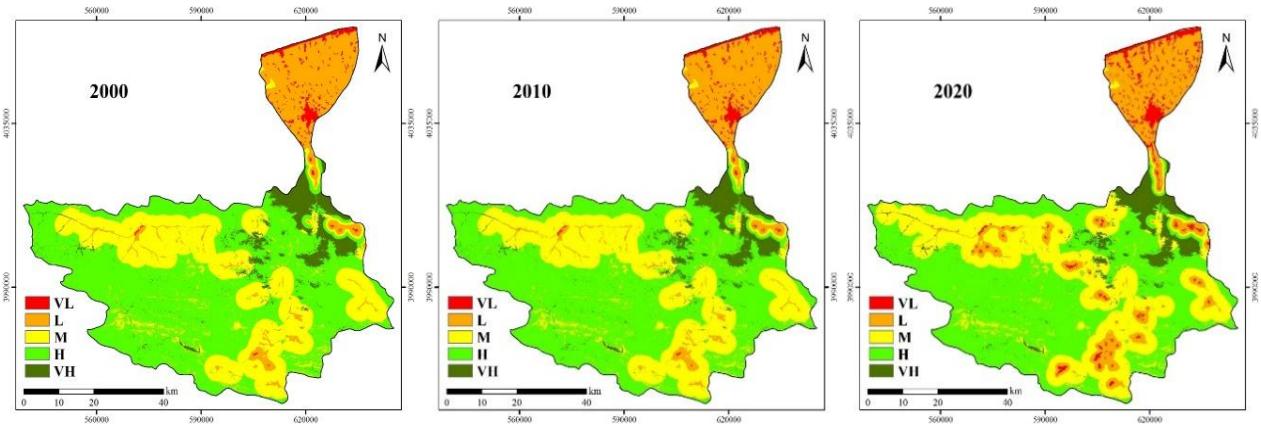
نقشه های کیفیت زیستگاه های منطقه مطالعاتی در سالهای ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ حاصل از مدلسازی HQ-InVEST در شکل ۵ نشان داده شده است. شکل ٦ نیز نقشه های طبقه بندی شده کیفیت زیستگاه‌ها در پنج کلاس کیفیت خیلی کم (۰/۲– ۰)، کم (۰/٤ – ۰/۲)، متوسط (۰/٦ – ۰/٤)، زیاد (۰/۸ – ۰/٦) و خیلی زیاد (۱ – ۰/۸) را در سالهای مذکور نشان می دهد. مساحت اختصاص یافته به هر کلاس نیز در جدول ۳ نشان داده

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-03-12]

[DOI: â€Ž 10.47176/ijae.13.2.1514.1]



شکل ۵. نقشه کیفیت زیستگاه‌ها در سال ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰



شکل ٦. نقشه طبقه بندی کیفیت زیستگاه‌ها در سال ۲۰۲۰-۲۰۱۰-۲۰۰۰

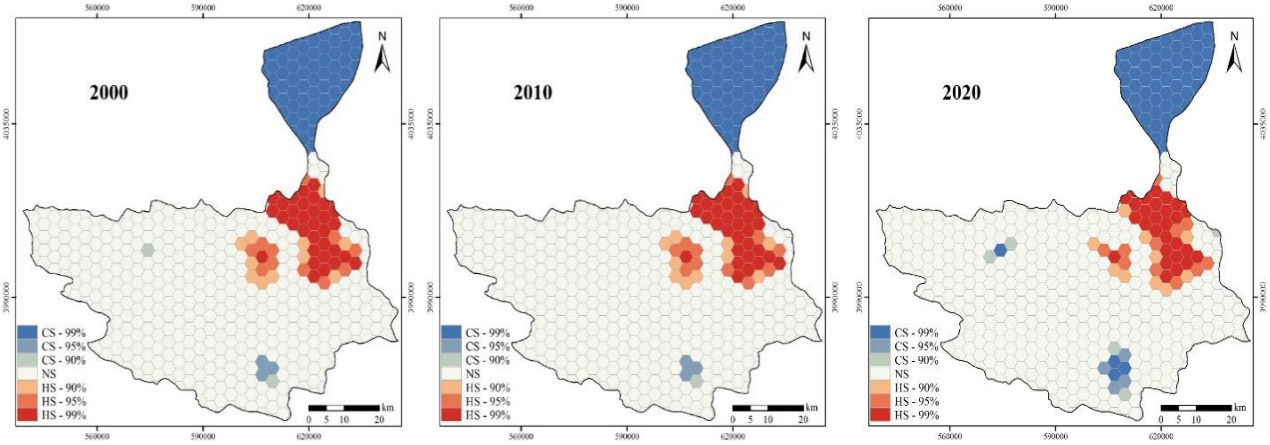
(VL: خیلی کم، L: کم، M: متوسط، H: زیاد و VH: خیلی زیاد)

شده است. نتایج نشان داد که زیستگاه‌های واقع در بخش مرکزی حوضه در سالهای مورد نظر دارای بالاترین کیفیت بودند در حالی که مناطق شمالی حوضه کمترین کیفیت را داشتند. بخش وسیعی از نیمه جنوبی حوضه دارای کیفیت متوسط بود با این حال در این پهنه های بخش های محدودی وجود دارند که کیفیت آنها از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ کاهش یافته است. طبقه بندی کیفیت زیستگاه‌ها نیز نشان داد که در سال ۲۰۰۰ طبقات کیفیت خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد به ترتیب ۷۲٤۸، ٦۰۰۷۹، ۱۳۷٦۰۹، ۲۲٦۹۸۲ و ۲۹۲۱۸ هکتار از سطح منطقه را دربرگرفته اند. در سال ۲۰۱۰ نیز طبقات مذکور به ترتیب ۷٦۷٤، ٥۹٦۹٦، ۱۳۷٥۳۸، ۲۲۷۰۹۷ و ۲۹۱۲۹ هکتار را و در سال ۲۰۲۰ به ترتیب ۱۳۷٥۰، ۷۲۲۹۲، ۱٤۲۰۰۱، ۲۰٦۳۱٥ و ۲٦۷۷۸ هکتار از مساحت حوضه را شامل شدند. مقایسه این نتایج نشان می دهد که کیفیت زیستگاه‌ها در کل حوضه از ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ تغییرات کمتر و از ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ تغییرات بیشتری داشته است. تغییرات طبقات کیفیت خیلی کم، کم و متوسط در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ افزایشی و تغییرات طبقات کیفیت زیاد و خیلی زیاد کاهشی بوده است.

با استفاده از آنالیز نقاط داغ وضعیت کیفیت زیستگاه‌ها تحلیل گردید که نتایج آن در شکل ۷ مشخص شده است. نتایج حاکی از آن بود که نقاط داغ کیفیت زیستگاه‌ها در مناطق مرکزی و نقاط سرد در بخش های شمالی وجود دارند. نقاط داغ کیفیت زیستگاه‌ها در سالهای ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ به ترتیب ٥۲۲۸٥، ٥۲۲۸٦ و ٤٦۷٥۱ هکتار و نقاط سرد در سالهای

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-03-12]

[DOI: â€Ž 10.47176/ijae.13.2.1514.1]



شکل ۷. نقشه نقاط سرد (CS) و داغ (HS) کیفیت زیستگاه‌ها در سطوح مختلف معناداری در سال ۲۰۰۰ –۲۰۱۰–۲۰۲۰

جدول ٤. میانگین کیفیت زیستگاهها در پوشش‌های مختلف در سالهای ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰

پوشش	۲۰۰۰	۲۰۱۰	۲۰۲۰
کشاورزی	۰/۳٦۳	۰/۳٦۲	۰/۳٤۹
جنگل	۰/۷۹٦	۰/۷۹٥	۰/۷٥٥
مرتع	۰/٥۸٦	۰/٥۸٦	۰/٥۷۲
درختچه زار	۰/٥۸۳	۰/٥۸۳	۰/٥٦٥
مناطق آبی	۰/۳٥۰	۰/۳٥۰	۰/۳۳۷
ساخته شده ها	۰/۱	۰/۱	۰/۱
مناطق برفی	۰/٤۸۸	۰/٤۸۸	۰/٤۷۲
کل حوضه	۰/٥٦٦	۰/٥٦٥	۰/٥٤۷

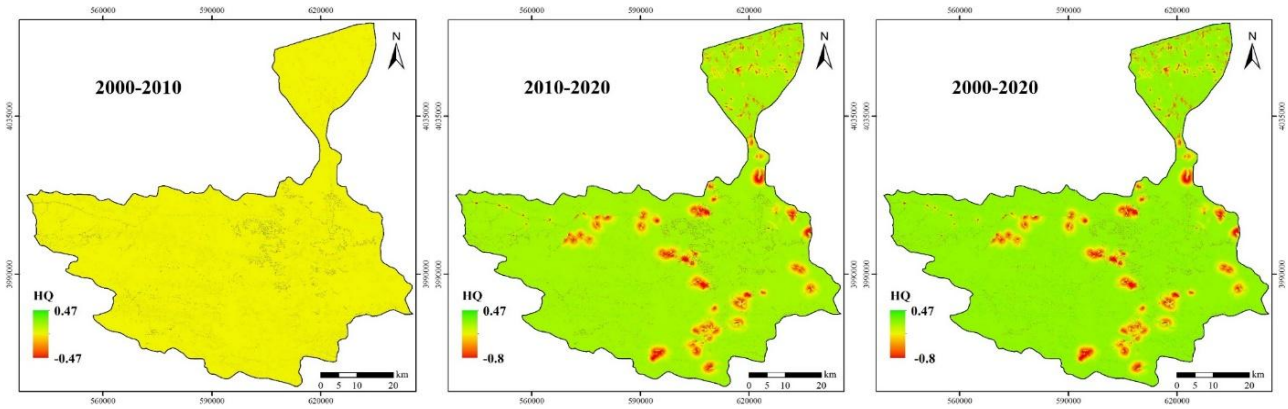
مذکور به ترتیب ٦۰٦۳۲، ٥۹٦۳۲ و ٦۸۰٤۱ هکتار از اراضی حوضه را شامل شدند. بدین ترتیب مشاهده شد که از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ نقاط سرد کیفیت زیستگاه‌ها افزایش در حالی که نقاط داغ کاهش یافته اند.

میزان کیفیت زیستگاه‌ها برای هر کاربری نیز محاسبه گردید که نتایج آن در جدول ٤ آورده شده است. میانگین ارزش کیفیت زیستگاه‌ها در پوشش و کاربریهای جنگل، مرتع، درختچه زار، مناطق برفی، کشاورزی، مناطق آبی و ساخته شده ها در سال ۲۰۰۰ به ترتیب ۰/۷۹٦، ۰/٥۸٦، ۰/٥۸۳، ۰/٤۸۸، ۰/۳٦۳، ۰/۳٥، ۰/۱، در سال ۲۰۱۰ به ترتیب ۰/۷۹٥، ۰/٥۸٦، ۰/۳۸۳، ۰/٤۸۸، ۰/۳٦۲، ۰/۳٥٦ و ۰/۱ و در سال ۲۰۲۰ به ترتیب ۰/۷٥٥، ۰/٥۷۲، ۰/٥٦٥، ۰/٤۷۲، ۰/۳٤۹، ۰/۳۳۷ و ۰/۱ به دست آمد. این نتایج نشان می دهد که کیفیت زیستگاه‌ها در تمامی پوشش و کاربریها بجز ساخته شده ها از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ روندی کاهشی داشته است. به علاوه مشخص گردید که زیستگاه‌های جنگلی و ساخته شده ها به ترتیب دارای بیشترین و کمترین کیفیت بودند.

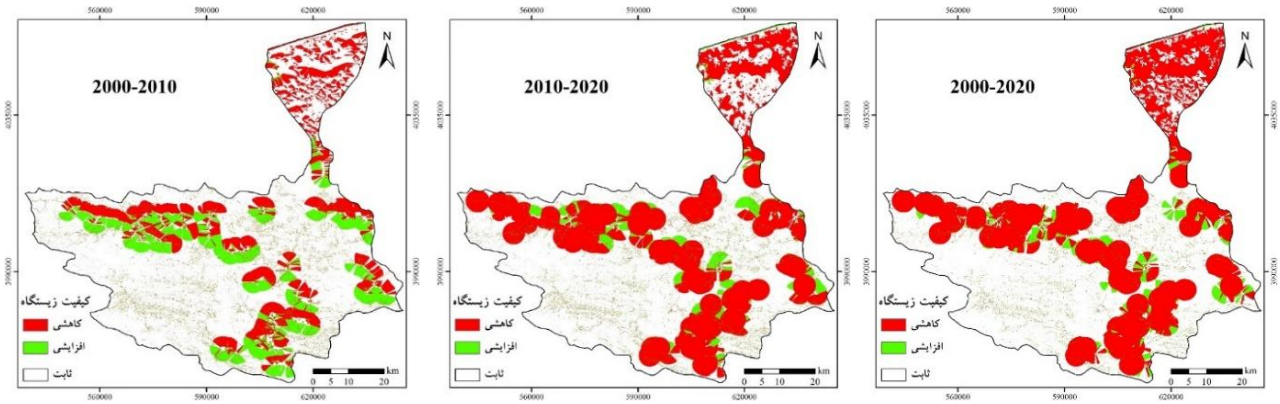
میزان تغییرات کیفیت زیستگاه‌ها در بازه های زمانی ۲۰۰۰–۲۰۱۰، ۲۰۱۰–۲۰۲۰ و ۲۰۰۰–۲۰۲۰ محاسبه شد که نتایج آن در شکل های ۸ و ۹ و جدول ٥ ارائه شده است. نتایج نشان داد که تغییرات کیفیت زیستگاه‌ها در بازه زمانی ۲۰۱۰–۲۰۲۰ نسبت به ۲۰۰۰–۲۰۱۰ بسیار بیشتر بوده است به طوریکه مساحت تغییرات کاهشی و افزایشی در دهه ۲۰۲۰–۲۰۱۰ به ترتیب ۱۷٤۷۹۱ و ۲۸٤٥٥ هکتار بوده است این تغییرات در حالی که در دهه ۲۰۱۰–۲۰۰۰ به ترتیب در ۸۸۱۲٦ و ٦٦۰۹۱ هکتار از اراضی منطقه اتفاق افتاده است. به طور کلی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ کیفیت زیستگاه‌ها در ۱۸۰۱٦۳ هکتار از اراضی منطقه کاهشی و ۲٤۰۹٦ هکتار افزایشی بوده است. در بقیه مناطق کیفیت زیستگاه‌ها تقریباً ثابت بود.

نتایج این پژوهش نشان داد که تحت تأثیر نوع کاربری و تغییرات آنها کیفیت زیستگاه‌ها تغییر می کند. مشخص گردید

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-03-12]
[DOI: â€Ž 10.47176/ijae.13.2.1514.1]



شکل ۸. تغییرات کیفیت زیستگاه‌ها در دهه ۲۰۰۰–۲۰۱۰، در دهه ۲۰۱۰–۲۰۲۰ و در دهه ۲۰۱۰–۲۰۲۰



شکل ۹. تغییرات افزایشی و کاهشی کیفیت زیستگاه‌ها در منطقه مطالعاتی در دهه ۲۰۱۰–۲۰۰۰، ۲۰۲۰–۲۰۱۰ و ۲۰۲۰–۲۰۰۰

جدول ۵. مساحت اختصاص یافته به کلاس های تغییرات کاهشی، افزایشی و ثابت کیفیت زیستگاه‌ها

تغییرات کیفیت زیستگاه‌ها	مساحت (هکتار)		
	۲۰۰۰–۲۰۱۰	۲۰۱۰–۲۰۲۰	۲۰۰۰–۲۰۲۰
کاهشی	۸۸۱۲۶	۱۷۴۷۹۱	۱۸۰۱۶۳
افزایشی	۶۶۰۹۱	۲۸۴۵۵	۲۴۰۹۶
ثابت	۳۰۶۹۱۸	۲۵۷۸۸۹	۲۵۶۸۷۵

که اراضی جنگلی بیشترین کیفیت زیستگاه‌ها را در منطقه دارند به دلیل اینکه وجود پوشش گیاهی و گونه های درختی می‌تواند در افزایش تنوع اکولوژیک و پایداری زیستگاه‌ها اثر مثبت دارند. به علاوه، ساخته شده ها کمترین کیفیت زیستگاهی را دارا بودند به دلیل این که عناصر انسان ساخت و فعالیتهای انسانی باعث کاهش ارتباطات اکولوژیک و از هم گسیختگی زیستگاه‌های طبیعی می شود. در مطالعات قبلی نیز این نتایج مورد تأیید قرار گرفتند. براکوت و همکاران (۲۰۲۴) اذعان داشتند که با افزایش فعالیت‌های انسانی کیفیت زیستگاه‌های طبیعی کاهش می یابد (۵). احمدی میرقائد و سوری با ارزیابی کیفیت زیستگاه‌های حوضه آبخیز زیارت در استان گلستان با استفاده از مدل اینوست، تأیید کردند که اراضی جنگلی دارای بیشترین کیفیت زیستگاهی و ساخته شده ها کمترین کیفیت زیستگاهی را دارند (۱). هی و همکاران نیز

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-03-12]

[DOI: â€Ž 10.47176/ijae.13.2.1514.1]

تأکید کردند که کیفیت زیستگاه‌های طبیعی تحت تأثیر تغییرات کاربری اراضی کاهش می یابد (۱۱).

نتیجه گیری

در این پژوهش کیفیت زیستگاه های حوضه آبخیز هراز در سالهای ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ با استفاده از مدل اینوست ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که زیستگاه‌های واقع در مناطق مرکزی حوضه بالاترین کیفیت و مناطق شمالی کمترین کیفیت را دارا بودند. به علاوه مشخص گردید که کیفیت زیستگاه‌ها در کل حوضه در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ روندی کاهشی داشته است. با این وجود این تغییرات از ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ کمتر و از ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ شدت بیشتری داشته است. نتایج حاکی از آن بود که زیستگاه‌های جنگلی و ساخته شده ها به ترتیب دارای بیشترین و کمترین کیفیت بودند و در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ کیفیت زیستگاهی در تمامی پوشش و کاربری ها به جز ساخته شده ها روندی کاهشی داشته است. نتایج این مطالعه تأیید کرد که کیفیت زیستگاه‌های طبیعی تحت تأثیر تغییرات کاربری اراضی تغییر می کند. بر این اساس، ضروری است در راستای توسعه و تبدیل کاربری ها در منطقه مطالعاتی استراتژی های مناسب به منظور حفظ کیفیت زیستگاه‌های طبیعی آن اتخاذ شود. نتایج این مطالعه اطلاعات مناسبی در مورد کیفیت زیستگاه های منطقه و تفکیک مناطق با بیشترین کیفیت از بخش های با کیفیت پائین تر ارائه داده است که می تواند برای اتخاذ راهبردهای مناسب مدیریتی در منطقه حائز اهمیت باشد. پیشنهاد می شود در تحقیقات آتی کیفیت زیستگاهها در منطقه بر اساس سناریوهای مختلف مدیریتی و اهداف توسعه در منطقه بر اساس مدل ها و روش های نوین در تلفیق با مدل اینوست انجام شود.

تشکر و قدردانی

از دانشگاه زنجان جهت حمایت های پژوهشی در خصوص این مطالعه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1- Ahmadi Mirghaed, F., and A. Souri. 2023. The effect of land use changes on water production in the Taraz watershed, Khuzestan province, southwest Iran. *Geography and Environmental Hazards* 2(2): 29-46.
2- Ahmadi Mirghaed, F. A., and B. Souri. 2021. Relationships between habitat quality and ecological properties across Ziarat Basin in northern Iran. *Environment, Development and Sustainability* 1:1-16.
3- Aneseyee, A. B., E. Elias, T. Soromessa and G. Feyisa. 2020. Land use/land cover change effect on soil erosion and sediment delivery in the Winike watershed, Omo Gibe Basin, Ethiopia. *Science of the Total Environment*, 728: 138776.
4- Arkhi, S. A., A. Mahmoudian and S. Emaduddin. 2021. Forecasting the risk of forest destruction using geographic information system and logistic regression model (case study: Sardasht city). *Geography and Environmental Hazards* 40: 92-69 .(In Persian)
5- Broquet, M. F., P. Cabral. Joao D. 2024. Habitat quality on the edge of anthropogenic pressures: predicting the impact of land use changes in the Brazilian Upper Paraguay River Basin. *Journal of Cleaner Production*,142546.
6- Das, A., and T. Bas. 2020. Assessment of peri-urban wetland ecological degradation through importance-performance analysis (IPA): A study on Chatra Wetland, *India Ecological Indicators* 114: 106274.
7- Eastman, J.R., Van Fossen, M.E. and Solarzano, L.A. (2005) Transition Potential Modeling for Land Cover Change. pp. 357-386. *In*: Maguire, D.J., Goodchild, M.F. and Batty, M. (Eds.), GIS, Spatial Analysis and Modeling, Esri Press.
8- Foley, J., R. DeFries and D. Gregory. 2005. Global consequences of land use. *Science* 309: 570-574.
9- Gholampour, K., J. Mahmoudi, K. Ahmadi and M Barati 2012. Study of social and economic factors influencing on rangelands degradation in Eshtehard, Karaj. *Natural Ecosystemsof Iran*, 3 (1): 75-84. (In Persian)
10- Gong, J., Y. Xie, E. Cao, Q. Huang and H. Li. 2019. Integration of InVEST-habitat quality model with landscape pattern indexes to assess mountain plant biodiversity change: A case study of Bailongjiang watershed in Gansu Province. *Journal of Geographical Sciences*, 29: 1193-1210.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-03-12]
[DOI: â€Ž 10.47176/ijae.13.2.1514.1]

11- He, J., J. Huang and C. Li. 2017. The evaluation for the impact of land use change on habitat quality: A joint contribution of cellular automata scenario simulation and habitat quality assessment model. *Ecological Modelling*, 366: 58-67.
12- Khalighi, M., H. Azarnivand, A. Mehrabi and T. Shamkhi. 2011. The role of management problems in the destruction and illegal plowing of pastures. *Pasture* 1: 91-100. (Persian)
13- Lei, J., Y. Chen and L. Li. 2022. Spatiotemporal change of habitat quality in Hainan Island of China based on changes in land use. *Ecological Indicators* 145: 109707.
14- The Millennium Ecosystem Assessment (MA). 2005. Ecosystems and human well-being: synthesis. A report of the millenium ecosystem assessement. Island Press, Washington, DC.
15- Mazandaran Province Regional Water Company, Water Resources Basic Studies Department (2009). Studies on updating the water resources atlas of the Mazandaran and eastern Gilan river basins (rivers between Sefid Rud and Ghare Su). Volume 1, Part 2, Section 1.
16- Mehrdadi, N. 2010. Preparation of an atlas of physical and chemical characteristics and pollution of the Talar, Babolroud, Haraz and Tajan rivers in a geographic information system environment, research project of the Regional Water Organization of Mazandaran Province.
17- Nematolahi, Sh., S. Fakharan and S. Jafari. 2019. Evaluation of the effect of the road network on reducing the quality of wildlife habitats in Chaharmahal and Bakhtiari province using the Vicinity Impact index. *Desert Management Journal* 8(16): 56-37. (In Persian)
18- Pu, J., A. Shen, C. Liu and B. Wen. 2024. Impacts of ecological land fragmentation on habitat quality in the Taihu Lake basin in Jiangsu Province, China. *Ecological Indicators* 158: 111611.
19- Rajaei, F., A. Esmaili Sari and A. Salmanmahiny. 2021. Application of Integrated Watershed Management Measures to Minimize the Land Use Change Impac. Water, 13, 2039. https://doi.org/10.3390/w13152039.
20- Rimal, B., R. Sharma, R. Kunwar, E. Storke and S Rijal 2019. Effects of land use and land cover change on ecosystem services in the Koshi River Basin, Eastern Nepal. *Ecosystem Service* 38: 100963
21- Rouse, J. W., R. H. Haas, J. A. Schell and D. W. Deering. 1974. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. *Catalog of NASA Special Publications*, 351(1): p.309.
22- Schibalski, A., M. Kleyer, M. Maier and B. Schröder. 2022. Spatiotemporally explicit prediction of future ecosystem service provisioning in response to climate change, sea level rise, and adaptation strategies. *Ecosystem Services*, 54: 101414.
23- Schulz, J. J., L. Cayuela, C. Echeverria and J. Salas. 2010. Monitoring land cover change of the dryland forest landscape of Central Chile (1975–2008). *Applied Geography* 30 (3): 436–447.
24- Sharp, R., H. T. Tallis, T. Ricketts, A. D. Guerry and S. A. Wood. 2014. InVEST Version 3.2. 0 User's Guide. The Natural Capital Project: Stanford, CA, USA. 306: p.114.
25- Shooshtari, S. J., and M. Gholamalifard. 2015. Scenario-based land cover change modeling and its implications for landscape pattern analysis in the Neka Watershed, Iran. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 1:1-19.
26- Valclav. K., and T. Rogan. 2009. Identifying trends in land use/land cover changes in the context of post-socialist transformation in Central Europe: A case study of the greater Olomouc region, Czech Republic. *GIS Science & Remote Sensing* 46(1): 54–76.
27- Vafai, S., A. Darvish-Sefat and M. Pir Bawqar. 2013. Monitoring and forecasting the trend of spatial changes in land use using LCM model, (case study: Marivan region), *Forest* 5(3): 336-323. (In Persian)
28- Wei, Q., M. Abudureheman, A. Halike and K. Yao 2022. Temporal and spatial variation analysis of habitat quality on the PLUS-InVEST model for Ebinur Lake Basin, China. *Ecological Indicators* 145: 109632.
29- Wu, L., C. Sun and F. Fan. 2021. Estimating the characteristic spatiotemporal variation in habitat quality using the InVEST Model—A case study from Guangdong–Hong Kong–Macao greater bay area. *Remote Sensing* 13(5): 1008.
30- Yousefi, S., H. Moradi, H. Hosseini and S. Mirzaei. 2018. Revealing changes in land use in Marivan using ETM and TM images. Remote sensing and geographic information system in natural resources. *Application of Remote Sensing and GIS in Natural Resources Sciences* 2(3):105-97.
31- Yuan, S., Z. Mei, C. Zhu and R. Cao. 2024. Investigating the spatio-temporal interactive relationship between land use structure and ecosystem services in urbanizing China. *Ecological Indicators* 158: 111315.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-03-12]

[DOI: â€Ž 10.47176/ijae.13.2.1514.1]

IJAE
Iranian Journal of Applied Ecology

Monitoring the effects of land use and land cover changes on habitat quality in the Haraz watershed

Sahar Bazargan[1], Fatemeh Rajaei[2*], Farhan Ahmadi Mirqaed[3] and Mostafa Gholipour[4]

(Received: June 27-2024; Accepted: February 04-2025)

Abstract

Habitat quality is a type of supporting ecosystem service that becomes fragile and vulnerable under the influence of land use changes. The aim of this study was to assess the quality of habitats in the Haraz watershed in Mazandaran province based on land use changes. The InVEST model was used to assess the quality of habitats in the study area. Land use images of three periods 2000, 2010 and 2020 were prepared using Landsat 7 and 8 satellite images in the Idrisi Selva environment. The results showed that the habitats located in the central part of the basin had the highest quality in the years considered, while the northern areas of the basin had the lowest quality. The rate of changes in habitat quality in the time periods 2000-2010, 2010-2020 and 2000-2020 indicated that habitat quality the hotspots are in the central regions and coldspots are in the northern parts. From 2000 to 2020, the coldspots of habitat quality have increased, while the hotspots have decreased. In general, from 2000 to 2020, habitat quality has decreased in 180,163 hectares and increased in 24,096 hectares of the region. Accordingly, it is necessary to adopt appropriate strategies in order to maintain the quality of its natural habitats in the development and conversion of land uses in the study area.

Keywords: InVEST, Haraz watershed, Hot spots analysis, Ecosystem services, Habitat quality.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-03-12]

1. Master's student, Department of Environmental Sciences, Faculty of Science, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Environmental Sciences, Faculty of Science, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Environmental Sciences, Faculty of Marine and Environmental Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran.
4. Assistant Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
* Corresponding Author, Email: Rajaei_Fatemeh@znu.ac.ir

[DOI: â€Ž 10.47176/ijae.13.2.1514.1]