دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"
دوره دهم، شماره بیستم و یکم
http://pec.gonbad.ac.ir

ارزیابی و پایش تغییرات کاربری/پوشش‌زمین در حوضه کشکان با رویکرد آینده‌نگری در مدیریت خدمات اکوسیستمی

مرتضی قبادی[1*]، معصومه احمدی پری[2]

[1] استادیار گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم آباد
[2] دانش‌آموخته دکتری محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۰۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۲۱

چکیده

تغییرات کاربری/ پوشش‌زمین یکی از عوامل اصلی در تغییرات محیط‌زیست است. این تغییرات به‌طور مستقیم بر ارزش خدمات اکوسیستمی تأثیر می‌گذارد. هدف تحقیق حاضر، ارزیابی اثر تغییر کاربری/ پوشش سرزمین در حوزه کشکان بر خدمات اکوسیستمی آن است. این تحقیق در سه مرحله شامل تجزیه و تحلیل تغییر پوشش‌زمین، پیش‌بینی تغییر آن و ذخیره و ترسیب کربن انجام گرفت. از تصاویر ماهواره‌ای لندست سنجنده‌های TM، +ETM و OLI برای تهیه نقشه‌های پوشش‌زمین در سه دوره زمانی ۱۳۷۰، ۱۳۸۵ و ۱۴۰۰ استفاده شد. در محیط نرم‌افزار TerrSet، از مدل‌ساز LCM برای پیش‌بینی تغییر پوشش زمین در سال ۱۴۳۰ و از مدل‌ساز ESM برای ذخیره و ترسیب‌کربن استفاده گردید. داده‌های مربوط به میزان کربن موجود در منابع ذخیره کربن از گزارش‌های IPCC استخراج شد. صحت‌سنجی با استفاده از ماتریس خطا ارزیابی شد. نتایج نشان می‌دهد که اکوسیستم‌های جنگلی بیشترین تغییرات پوشش‌زمین را داشته‌اند و بیشترین نقاط داغ از دست‌دادن کربن در جنگل‌ها است. در سال ۱۳۷۰ حدود ۴۴/۳۵ درصد از مساحت منطقه معادل با ۴۱۱۳/۸ کیلومتر مربع را اکوسیستم‌های جنگلی تشکیل می‌داد، در حالی که در سال ۱۴۰۰ به ۲۶ درصد معادل با ۲۴۱۱/۷ کیلومتر مربع کاهش یافته است. بر اساس چشم‌انداز آینده‌پژوهی در سال ۱۴۳۰، حدود ۱۲۰۵/۸ کیلومتر مربع از مساحت حوضه را اکوسیستم‌های جنگلی تشکیل می‌دهد و بین سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۳۰ حدود ۱۵۸۰۰۰ میلی‌گرم کربن آزاد خواهد شد. نتایج می‌تواند توسط برنامه‌ریزان و مدیران محیط‌زیست برای بهبود و حفاظت از پوشش‌های طبیعی منطقه، به‌ویژه جنگل‌ها برای حفاظت از خدمات اکوسیستم و تداوم آن‌ها استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: **برنامه‌ریزی محیط‌زیست، سیمای سرزمین، سنجش‌ازدور، سیستم اطلاعات جغرافیایی، مدیریت اکوسیستم**

مقدمه

تغییر در کاربری و پوشش زمین از جمله مهمترین محرک‌های زیست‌محیطی تغییر اکوسیستم‌ها با تاثیر بر چرخه جهانی کربن، آب و هوا، تنوع‌زیستی و اکولوژی سیمای سرزمین است (Kabisch et al., 2019). تغییر کاربری اراضی باعث ایجاد تغییرات چشمگیر در الگوهای سیمای سرزمین می‌شود و به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم بر تنوع‌زیستی و فرآیندهای زیست‌محیطی تأثیر می‌گذارد؛ بنابراین بررسی و مشاهده تغییرات کاربری اراضی برای فهم پویایی پوشش کاربری اراضی در مقیاس‌های زمانی مختلف، برای مدیریت مؤثر بر زمین امری بااهمیت است (پناهنده و عزیزی، ۱۳۹۹). تغییر اکوسیستم‌ها در سال‌های اخیر چنان شتاب‌زده صورت گرفته است که سازگاری موجودات زنده با تغییرات محیطی به سختی صورت می‌گیرد که این امر ناشی از بی‌توجهی به مقیاس زمان در بهره‌برداری از منابع پایه محیطی بوده است. از سوی دیگر رشد سریع جمعیت انسانی زیربنای بسیاری از مشکلات محیط‌زیستی است (Alba & Barros, 2011). افزایش روزافزون جمعیت، فشار بر

*نویسنده مسئول: ghobadi.m@lu.ac.ir

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-24]

عرصه‌های طبیعی را افزایش داده و بهره‌برداری بی‌رویه و غیراصولی از ارضی و تغییر کاربری‌ها، باعث واکنش‌های متفاوت اکوسیستم‌های شده است (Lu & Weng, 2017). فعالیت‌های انسانی مثل تخریب پوشش‌گیاهی و تغییر پوشش‌سرزمین، توسعه کشت غلط و تکنیک‌های نامناسب کشاورزی مکانسیم‌های طبیعی را تغییر داده و موجب تغییر کاربری و پوشش سرزمین گردیده است (Gobattoni et al., 2009). برای درک و شناخت تغییرات سیمای سرزمین در طول زمان، کمی کردن کاربری/پوشش سیمای‌سرزمین امری لازم و ضروری است (Dadashpoor et al., 2019). کمی کردن سیمای‌سرزمین نقش مهمی در فهم اساس سیمای‌سرزمین و تغییرات ممکن در آینده دارد (Kabisch et al., 2019). از طرفی تغییر کاربری/پوشش زمین به عنوان یکی از محرک‌های مهم از دست دادن خدمات اکوسیستمی شناسایی شده است (Wang et al, 2018; Hasan et al, 2020). بنابراین، درک اینکه چگونه تغییرات پوشش‌زمین بر ارزش‌های خدمات اکوسیستم تأثیر می‌گذارد، به‌عنوان چارچوبی برای انتقال ارزش‌ها و مزایای مدیریت مناسب زمین به سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان و مدیران زمین، مطرح است (Biedemariam et al, 2022). علی‌رغم سهم زیاد خدمات اکوسیستمی در حمایت از اکوسیستم‌های طبیعی و رفاه انسان، خدمات اکوسیستم در مقیاس حوزه‌های آبخیز به‌دلیل رشد جمعیت، شهرنشینی و گسترش سکونتگاه‌های انسانی و کشاورزی در حال کاهش و از بین رفتن است (Ma et a, 2022). از آنجایی که تهیه خدمات اکوسیستمی مستقیماً با نوع اکوسیستم ها مرتبط است، تغییرات در کاربری و پوشش زمین می‌تواند باعث تغییرات در خدمات اکوسیستمی شود (Hasan et al, 2020; Fang et al, 2022). بنابراین، تغییرات کاربری و پوشش زمین در نتیجه فعالیت‌های طبیعی و انسانی منجر به اثرات نامطلوب بر تنوع زیستی و اکوسیستم‌ها می‌شود و در نتیجه بر توانایی آن‌ها در ارائه خدمات اکوسیستمی تأثیر می‌گذارد (Ma et a, 2022). تاکنون تلاش‌های زیادی به‌منظور توسعه روش‌ها و فرایندهای مناسب در کمی کردن الگوهای تغییرات کاربری و پوشش سرزمین و بررسی تاثیرات آن بر روی خدمات اکوسیستمی انجام شده است و رویکردهای مختلف برای ارزیابی و مطالعه این تغییرات و تاثیرات استفاده شده است (Wang et al, 2018; Hasan et al, 2020; Fang et al, 2022). از طرفی امروزه سامانه‌های سنجش از دور و اطلاعات جغرافیایی با گسترش سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری در قالب مدل‌ها به‌طور فزاینده‌ای در برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست به‌کارگرفته‌می‌شوند، همچنین ماهواره‌های سنجش از دور از رایج‌ترین منبع داده برای تشخیص، کمی‌سازی و نقشه‌سازی الگوی‌های تغییرات سرزمین هستند. بنابراین آشکارسازی و مدل‌سازی تغییرات کاربری ارضی با استفاده از داده‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌تواند شناخت مناسبی از چگونگی تغییرات سیمای‌سرزمین به‌دست داده، در مدیریت آن راهکارهای مناسبی ارائه دهد. در ارتباط با تغییرات پوشش زمین و اثرات آن بر خدمات اکوسیستمی مطالعات مختلفی صورت گرفته است (زرندیان و همکاران،۱۳۹۴؛ شاهی و همکاران، ۱۳۹۶؛ شعبانی و کامیاب، ۱۳۹۸؛ رحیمی و همکاران، ۱۴۰۰؛ شارما و همکاران، ۲۰۱۹؛ اچمد و همکاران، ۲۰۲۰؛ جاپلقی و همکاران، ۲۰۲۲). تحقیقات انجام شده با کمی‌کردن الگوهای تغییرات کاربری و پوشش‌سرزمین نشان دادند که تغییرات در کاربری و پوشش‌زمین باعث تغییرات در خدمات اکوسیستمی و تخریب سیمای سرزمین شده است. حوضه آبخیز کشکان نیز از این امر مستثنا نیست؛ به‌طوری‌که در این منطقه، رشد جمعیت و توسعه فعالیت‌های انسانی موجب تغییرات گسترده ای در پوشش‌سرزمین شده است (مهدی نسب و شائی، ۱۳۹۲؛ چاپلقی و همکاران، ۱۳۹۶). از آنجا که این اقدامات بدون توجه به ظرفیت برد محیط‌زیست صورت گرفته است و پیامدهای ناشی از آن همه بخش‌های محیط زیست را تحت تاثیر قرار می‌دهد، از این‌رو بررسی تغییرات سیمای سرزمین منطقه اهمیت می‌یابد. هدف تحقیق حاضر بررسی روند تغییرات پوشش زمین در گذشته و پیش‌بینی آینده تغییرات با پرداختن به سوالات کلیدی زیر است: چه میزان تغییرات پوشش‌زمین اتفاق افتاده است و چقدر در آینده رخ خواهد داد؟ چگونه روند تغییرات پوشش زمین بر ترسیب کربن تأثیر می‌گذارد؟

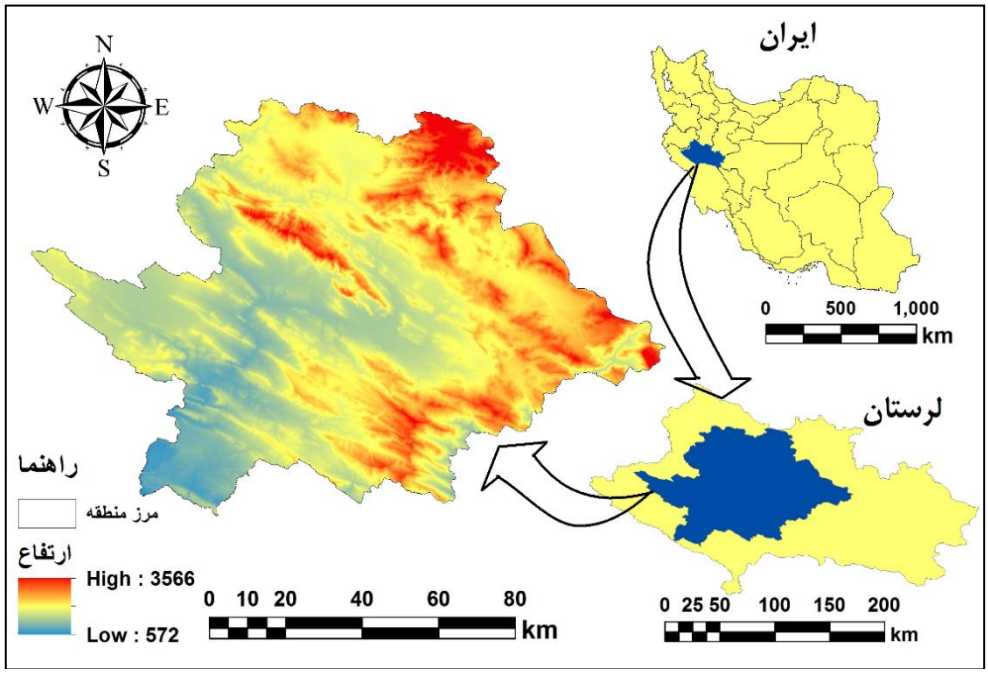
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز کشکان با مساحت ۹۲۷۵/۷ کیلومترمربع، در جنوب غربی ایران در استان لرستان و در مختصات جغرافیایی ″۱۲ °۴۷ تا ″۵۹ °۴۸ طول شرقی و ″۸ °۳۳ تا ″۲ °۳۴ عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱). حوضه آبریز

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-24]

کشکان یکی از زیرحوضه‌های مهم حوضه آبریز کرخه است (قبادی و همکاران، ۱۴۰۰). از نظر فیزیوگرافی، حوضه دارای عدم تجانس ساختاری است که بالاترین ارتفاع آن حدود ۳۵۶۶ متر و پایین ترین ارتفاع آن ۵۷۲ متر است. از نظر آب و هوا، اختلاف ثبت شده بین حداکثر و حداقل مطلق دما بیش از ۸۰ درجه سانتیگراد است. حداکثر دمای ثبت شده ۴۷/۴ درجه سانتیگراد و حداقل دمای مطلق ثبت شده ۳۵- درجه سانتیگراد است. میانگین بارش سالانه ۵۵۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر است. به‌طور کلی در سطح حوزه سه ناحیه مشخص آب و هوایی دیده می‌شود: سرد کوهستانی، معتدل مرکزی و گرم جنوبی. این حوضه در محدوده جنگل های زاگرس واقع شده است و بخش قابل توجهی از کاربری/پوشش زمین در این محدوده را پوشش‌های جنگلی و مرتعی در بر دارد. در طول سال‌های اخیر، تغییرات در پوشش‌سرزمین حوضه کشکان موجب برهم خوردن توازن و تعادل عناصر و اجزای سرزمین حوضه شده است (مهدی نسب و شائی، ۱۳۹۲؛ چاپلقی و همکاران، ۱۳۹۶؛ گراوند و همکاران، ۱۴۰۰).

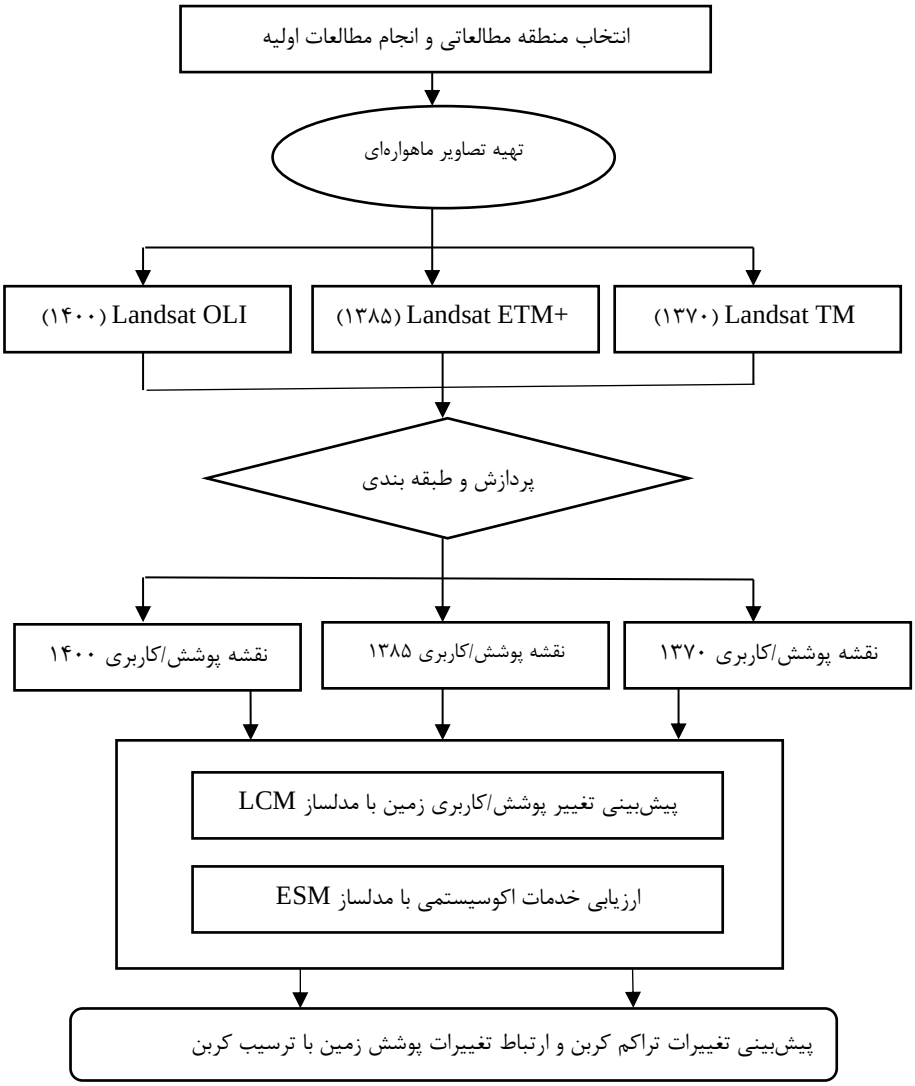


شکل ۱-موقعیت حوضه کشکان در ایران و استان لرستان

روش تحقیق

شکل (۲) مراحل ارزیابی و پایش تغییرات کاربری/ پوشش زمین در حوضه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. این تحقیق در سه مرحله انجام گرفت: گام اول تجزیه و تحلیل تغییر پوشش زمین و آماده‌سازی برای پیش‌بینی، گام دوم پیش‌بینی تغییر پوشش زمین با مدل‌ساز تغییر زمین (LCM) و گام سوم ذخیره و ترسیب کربن با استفاده از مدل‌ساز خدمات اکوسیستم (ESM) است. در ادامه مراحل انجام تحقیق توضیح داده شده است.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-24]



شکل ۲- مراحل ارزیابی و تحلیل کاربری/پوشش زمین

به منظور تحلیل و مدل‌سازی تصاویر ماهواره‌ای، طبقه-بندی تصاویر، ارزیابی دقت طبقه‌بندی و تهیه نقشه‌های پوشش زمین از نرم افزار TerrSet استفاده شد. همچنین در محیط این نرم‌افزار، از تحلیل زنجیره مارکوف در مدل‌ساز تغییر زمین (LCM) برای پیش‌بینی تغییر پوشش زمین و از مدل‌ساز خدمات اکوسیستم (ESM) برای ذخیره و ترسیب کربن استفاده گردید (Eastman, 2015). تصاویر لندست از سنجنده‌های مختلف TM، +ETM و OLI که به ترتیب برای سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۸۵ و ۱۴۰۰ دانلود شده‌اند. همچنین داده‌های کربن از داده‌های هیات بین‌دولتی تغییرات اقلیمی (IPCC) استخراج شد. به منظور تجزیه و تحلیل تغییرات پوشش زمین، تصاویر Landsat با استفاده از روش حداکثر احتمال به ۷ کلاس طبقه‌بندی شدند: جنگل (LC1)، کشاورزی پراکنده دیم (LC2)، کشاورزی آبی (LC3)، کشاورزی دیم (LC4)، مرتع (LC5)، مسکونی (LC6) و پهنه‌های آبی (LC7). رویکرد نظارت شده روش حداکثر احتمال، یک تکنیک طبقه‌بندی پرکاربرد در سنجش از دور، برای طبقه‌بندی کاربری و پوشش زمین است (منصوری و همکاران، ۱۴۰۰). ارزیابی صحت نقشه‌های پوشش زمین طبقه‌بندی شده با استفاده از ۲۰۰ نقطه کنترل زمینی در نرم افزار TerrSet با کمک ضریب دقت کلی و کاپا انجام شد. براساس مهمترین تغییرات پوشش زمین در سال های ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۵ و ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۰ انتقال از همه طبقات دیگر به جنگل به عنوان مدل فرعی جنگل‌زدایی انتخاب شد (Belay et al, 2022). مدل‌سازی پتانسیل انتقال در LCM در نرم افزار TerrSet انجام شد.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-24]

به منظور محاسبه ذخیره و ترسیب کربن با استفاده از مدل‌ساز خدمات اکوسیستمی در نرم‌افزار، چهار منبع اصلی ذخیره‌سازی کربن شامل زیست توده روزمینی، زیست توده زیرزمینی، ماده آلی خاک و لاشبرگ از گزارش‌های هیات بین دولتی تغییر اقلیم استخراج شد (Yamanoshita, 2019). یک چرخه کربن ساده شده در مدل‌ساز مربوط، در نرم‌افزار TerrSet برای تخمین مقدار کربن ذخیره‌شده و برای محاسبه مقدار کل زیست توده تخریب‌شده در نظر گرفته شد (Eastman, 2015). برای تخمین ذخیره و ترسیب کربن، نقشه‌های پوشش زمین به صورت رستری و جدول مخازن کربن در فایل csv تهیه شد. در پایان فرایندها، نقشه‌های مربوط به کربن ترسیب و ذخیره شد و ارزش آن تهیه گردید. مقدار کربن ترسیب‌شده بر اساس تفاوت بین میزان کربن زمان حال و آینده در سطح پوشش زمین محاسبه شد. نقشه به دست آمده میزان ترسیب کربن را نشان می‌دهد که در آن مقادیر مثبت نشان‌دهنده ترسیب کربن و مقادیر منفی نشان‌دهنده کربن آزادشده به اتمسفر است (von Haaren et al, 2019). ارزش کربن ذخیره‌شده نیز نشان‌دهنده قیمت کربن در بازار کربن به دلار آمریکا است که ارزش کل کربن ذخیره‌شده در سیمای سرزمین را بر اساس پوشش فعلی زمین تعیین می‌کند. مدل‌ساز خدمات اکوسیستمی می‌تواند میزان تغییرات خالص در ذخایر کربن را با استفاده از نقشه‌های پوشش زمین فعلی و آینده که میزان ذخیره‌سازی و انتشار کربن را تعیین می‌کند، تخمین بزند (Eastman, 2015). در این فرآیند، مقدار کل کربن جداشده در طول دوره مطالعه و ارزش اقتصادی آن مشخص خواهد شد.

نتایج

نقشه‌های پوشش زمین تولیدشده در فرایند طبقه‌بندی تصاویر لندست دارای دقت طبقه‌بندی بیش از ۹۰ درصد بودند. جدول ۱ نتایج ارزیابی صحت طبقه‌بندی سه دوره زمانی ۱۳۷۰، ۱۳۸۵ و ۱۴۰۰ را نشان می‌دهد. در تمام نقشه‌های تهیه‌شده، بیشترین تمرکز اکوسیستم‌های جنگلی در حوضه آبخیز کشکان در غرب، مرکز و جنوب شرق نشان داده شده است (شکل ۲).

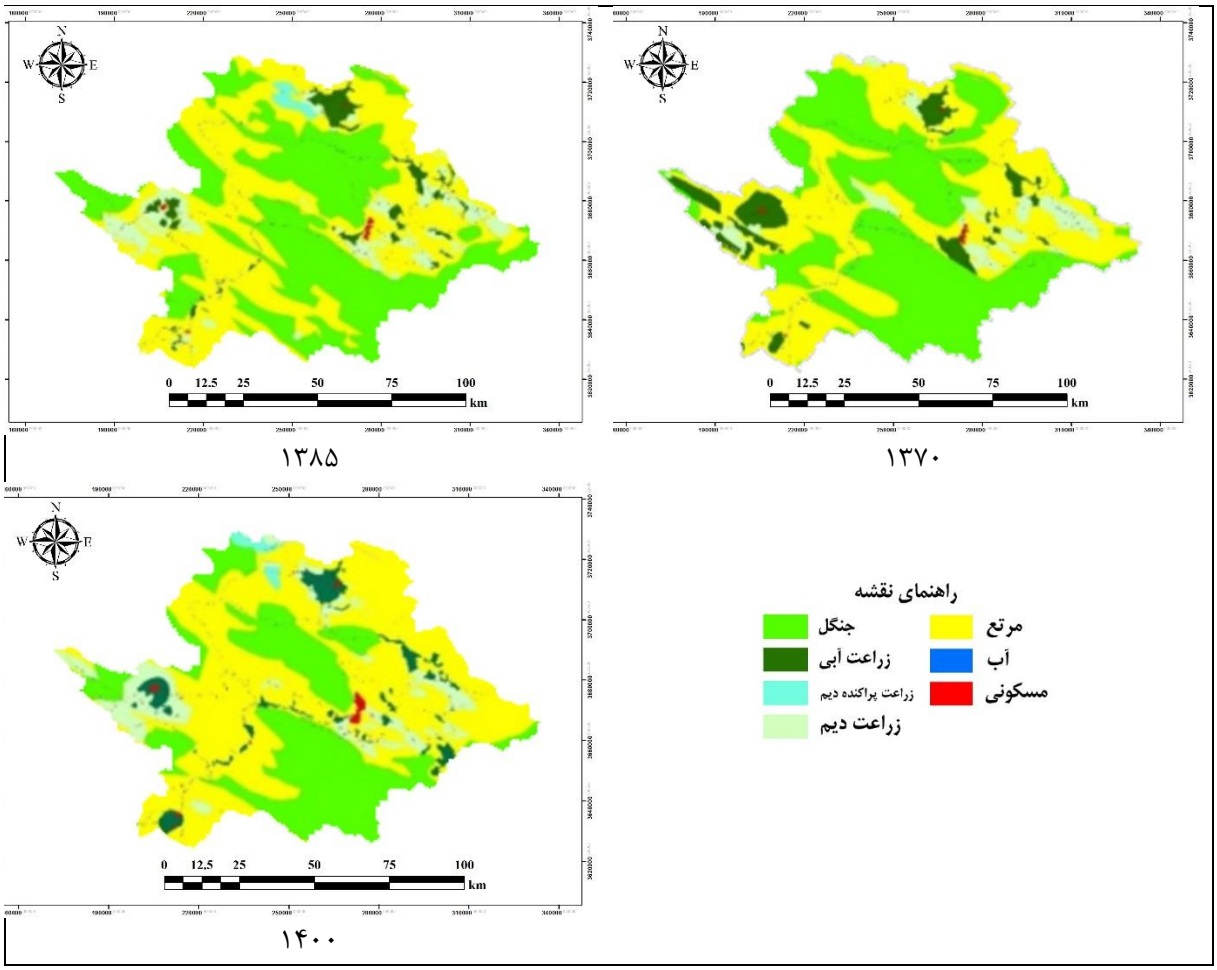
همان‌طورکه در شکل ۳ و ۴ نشان داده شده است، در سال ۱۳۷۰ حدود ۴۴/۳۵ درصد از مساحت منطقه معدل با ۴۱۱۳/۸ کیلومتر مربع را اکوسیستم‌های جنگلی تشکیل می‌دهد، در حالی که در سال ۱۴۰۰ به ۲۶ درصد معادل با ۲۴۱۱/۷ کیلومتر مربع کاهش یافته است. طبق شکل ۳، از سال ۱۳۷۰ تا ۱۴۰۰ بیش از ۱۷۰۰ کیلومتر مربع هکتار از پوشش‌های جنگلی تبدیل شده است. همچنین بیش از ۶۴۰ کیلومتر مربع از اراضی زیر کشت دیم و پراکنده تغییر یافته، در حالی که اراضی زیر کشت دیم حدود ۳۷۴/۷ کیلومتر مربع افزایش داشته است.

نقشه‌های پوشش زمین تولید شده با استفاده از LCM در شکل ۵ نشان داده شده است که تغییرات پوشش زمین را برای سال‌های ۱۴۳۰ پیش‌بینی می‌کند و توزیع تغییرات پوشش زمین را در منطقه مورد مطالعه در آینده به تصویر می‌کشد. همان‌طورکه در شکل ۶ بر اساس یک سناریوی آینده‌پژوهی در سال ۱۴۳۰ نشان داده شده است، حدود ۱۲۰۵/۸ کیلومتر مربع از مساحت حوضه را اکوسیستم‌های جنگلی تشکیل می‌دهد، درحالی‌که ۵۹۸۲/۸ کیلومتر مربع به مرتع تبدیل می‌شود. از سوی دیگر کشاورزی دیم به طور مداوم در حال افزایش است به‌طوری‌که در سال ۱۴۳۰ به ۱۰۳۸/۹ کیلومتر مربع تبدیل خواهد شد. همچنین بر اساس نقشه به‌دست‌آمده سایر کاربری‌های ناشی از توسعه انسانی به‌طور مداوم در حال افزایش است.

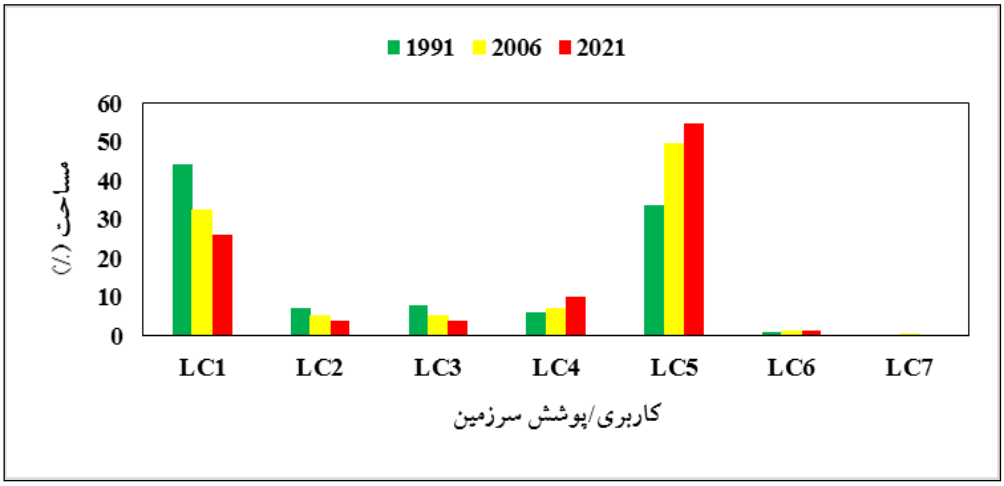
جدول ۱- ارزیابی صحت طبقه‌بندی سه دوره زمانی ۱۳۷۰، ۱۳۸۵ و ۱۴۰۰

سال	۱۳۷۰	۱۳۸۵	۱۴۰۰
دقت کلی	۹۵.۳۳٪	۹۶.۴۲٪	۹۶.۲۵٪
ضریب کاپا	۰/۹۶۲۴	۰/۹۴۵۳	۰/۹۴۸۱

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-24]

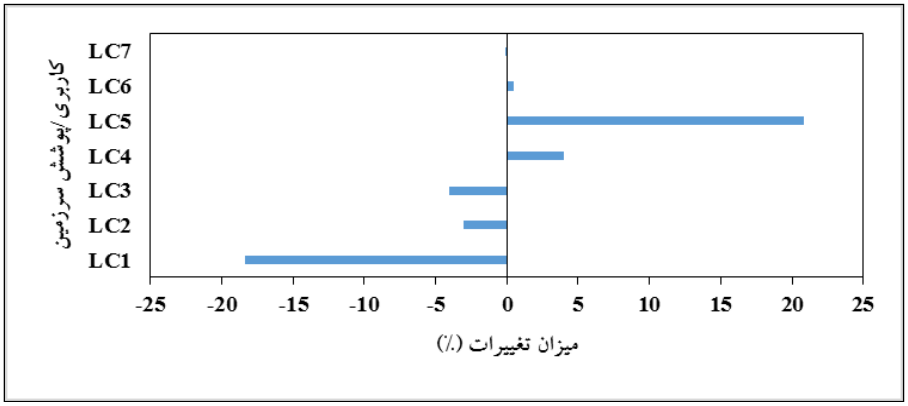


شکل ۲- تغییرات پوشش زمین در سه دوره زمانی ۱۳۷۰، ۱۳۸۵ و ۱۴۰۰

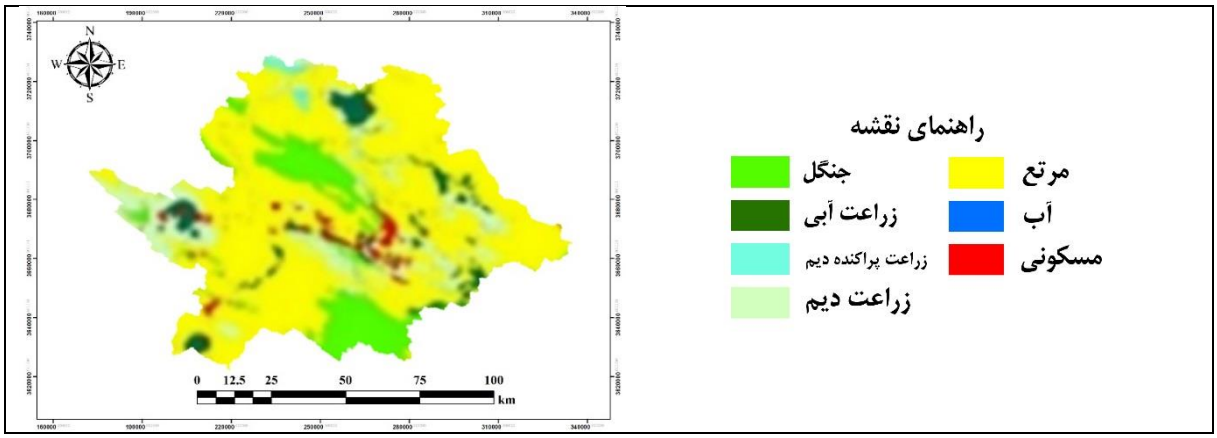


شکل ۳-درصد طبقات پوشش زمین در سه دوره زمانی ۱۳۷۰، ۱۳۸۵ و ۱۴۰۰

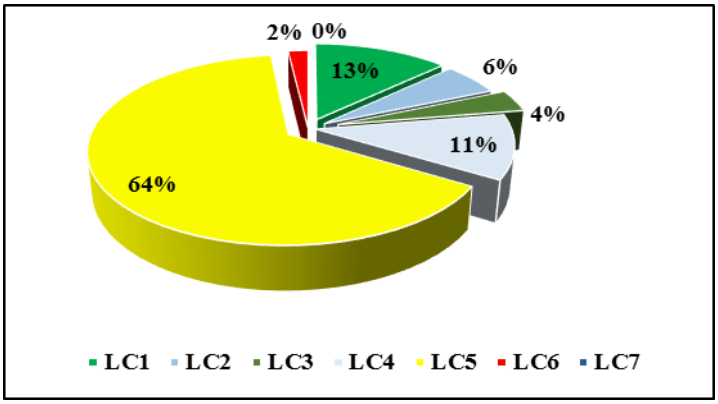
[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-24]



شکل ۴- میزان تغییرات پوشش زمینی در طی دوره ۳۰ ساله



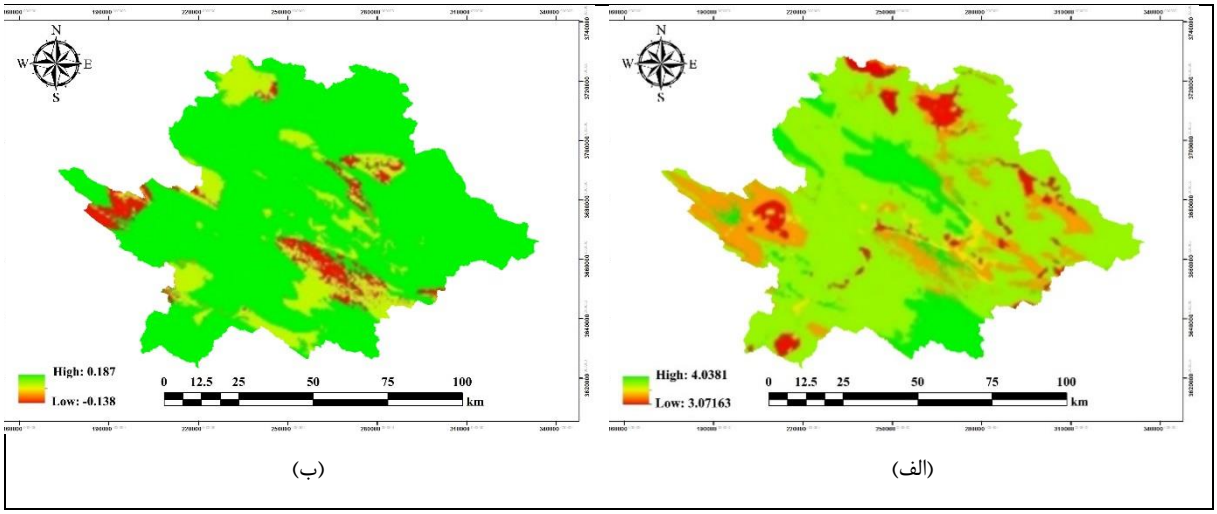
شکل ۵-پیش‌بینی تغییرات پوشش زمین در سال ۱۴۳۰



شکل ۶-درصد طبقات پیش‌بینی تغییرات پوشش زمین در سال ۱۴۳۰

در این مطالعه، نقشه پوشش‌زمین در سال ۱۴۰۰ به‌عنوان نقشه پوشش زمین فعلی تعریف شده است؛ بنابراین، کربن فعلی یک مقدار ثابت است. همان‌طورکه در شکل ۷ نشان داده شده است، بیشترین نقاط داغ از دست دادن کربن در جنگل ها به دلیل تأثیرات انسانی بر مناطق طبیعی و تبدیل جنگل به پوشش‌های زمین ساخته شده توسط انسان رخ می‌دهد. از سوی دیگر میزان کربن جذب‌شده در فعالیت‌های انسانی مانند مناطق مسکونی، زمین‌های زیر کشت رو به کاهش است. همان‌طورکه در جدول ۲ نشان داده شده است، از سال ۱۴۰۰ تا ۱۴۳۰ بیش از ۱۵۸۰۰۰ میلی‌گرم کربن آزاد خواهد شد و این نشان‌دهنده شدت تخریب چشم‌انداز و فشار فعالیت‌های انسانی بر چشم‌اندازهای طبیعی است.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-24]



(ب) (الف)

شکل ۷-مقادیر پیش‌بینی‌شده کربن ذخیره‌شده (الف) و ترسیب‌شده (ب)

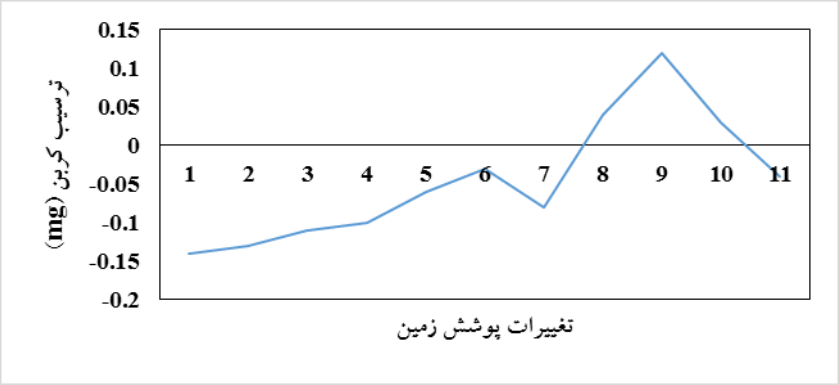
جدول ۲-نتایج پیش‌بینی تغییرات تراکم کربن در سال ۱۴۳۰

متغیرها	سال ۱۴۳۰
کل کربن (Mg)	۹۲۰۰۵۶۵۱/۳
ارزش کل کربن ذخیره‌شده ($US)	۱۳۸۰۹۱۲۸۲۰
سناریو کل کربن (Mg)	۹۱۸۲۰۵۰۸
کل کربن رسوب‌شده (Mg)	-۱۸۵۱۴۳/۲۲۱
ارزش کل کربن رسوب‌شده ($US)	-۱۰۵۳۴۶۴

همان‌طورکه در جدول ۲ نشان داده شده است، جبران اقتصادی تغییرات پوشش زمین در ترسیب کربن از سال ۱۴۰۰ تا ۱۴۳۰ بیش از یک میلیون دلار آمریکا است که نشان‌دهنده جبران بزرگ اقتصادی ناشی از ارتباط کربن ترسیب‌شده در منطقه است. مقایسه نقشه‌های پوشش اراضی با نقاط داغ ذخیره و ترسیب کربن نشان می‌دهد که بیشترین ذخیره و ترسیب کربن در جنگل‌ها و مراتع رخ می‌دهد در حالی که پوشش‌های زمین‌های ساخته شده توسط انسان مانند زمین‌های زیر کشت و مناطق مسکونی بیشترین تلفات کربن را به خود اختصاص داده‌اند.

شکل ۸ رابطه تغییرات پوشش زمین با ترسیب کربن را نشان می‌دهد. برای استخراج این نمودارها در هر بازه زمانی تحقیق، یک نقشه تغییر تهیه شده و رابطه آن با ترسیب کربن استخراج شده است. در هر نمودار، تغییرات عمده نشان داده شده است. بر اساس شکل ۸، هر تغییر با یک مقدار منحصربه‌فرد نشان داده شده است. به عنوان مثال، تبدیل جنگل به کشاورزی آبی مقادیر منفی را اشغال کرده است که نشان‌دهنده انتشار کربن است. همچنین تبدیل جنگل و مرتع به دیم رابطه مستقیمی با انتشار کربن دارد. نکته مهم این است که تبدیل جنگل به مرتع در تمام دوره‌ها منجر به انتشار کربن می‌شود که نشان‌دهنده اهمیت پوشش جنگلی در مقایسه با مرتع در ترسیب کربن است. همچنین تبدیل جنگل به مناطق مسکونی منجر به انتشار کربن می‌شود، به‌طوری‌که جنگل‌ها بیشترین میزان ترسیب کربن را به خود اختصاص داده‌اند، در حالی که تبدیل جنگل‌ها به پوشش‌های زمینی انسان‌ساز عامل اصلی انتشار کربن است.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-24]



شکل ۸-ارتباط تغییرات پوشش زمین با ترسیب کربن

(طبقه های تغییر پوشش زمین: ۱: C1 به C3، ۲: C5 به C3، ۳: C1 به C4، ۴: C3 به C5، ۵: C1 به C5، ۶: C1 به C7، ۷: C1 به C6، ۸: C3 به C6، ۹: C2 به C6، ۱۰: C4 به C6، ۱۱: C5 به C6)

بحث و نتیجه‌گیری

حوضه آبخیز کشکان یکی از زیرحوضه‌های استراتژیک منطقه لرستان است که در چند دهه گذشته با تغییرات سریع پوشش اراضی مواجه بوده است؛ این در حالی است که در ابتدای دوره مطالعه حدود نیمی از مساحت منطقه را جنگل‌های زاگرس تشکیل می‌داد. به مرور اختلالات انسانی باعث جنگل‌زدایی شدید در این منطقه شدند که بر خدمات اکوسیستم نیز تأثیر قابل ملاحظه‌ای داشته است. مطالعات مشابه بیانگر این است که نیروهای محرکه اصلی تغییرات پوشش زمین این محدوده عبارتند از: قطع درختان، چرای بی‌رویه و توسعه پوشش‌زمین توسط انسان مانند مناطق مسکونی و زمین‌های زیر کشت (مهدی نسب و شائی، ۱۳۹۲؛ چاپلقی و همکاران، ۱۳۹۶؛ گرواند و همکاران، ۱۴۰۰). از این مطالعه نیز چنین برداشت می‌شود که توسعه مناطق مسکونی و زمین‌های زیر کشت یک موضوع کلیدی در تغییر پوشش زمین است. تغییر پوشش زمین و اثرات آن بر خدمات اکوسیستمی این حوضه، علی‌رغم اهمیت بسیار زیاد آن برای مدیریت منابع طبیعی در این منطقه، در پژوهش‌های موجود به صورت مانع و جامع مورد توجه قرار نگرفته است. ازاین‌رو در این مطالعه سعی شده است آشکارسازی تغییرات پوشش زمین از سال ۱۳۷۰ و ارزیابی تغییرات خدمات اکوسیستمی ناشی از این تغییرات با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای لندست انجام گیرد. استفاده از داده‌های سنجش از راه دور به‌دلیل ارزیابی تغییر پوشش زمین با تفکیک مکانی، طیفی و زمانی در مقیاس منطقه‌ای، عملی‌ترین و مقرون به صرفه‌ترین راه برای انجام این کار است (منصوری و همکاران، ۱۴۰۰). استفاده از مجموعه داده‌های جهانی از ضرایب ارزش اکوسیستم همراه با داده-های پوشش‌زمین، امکان حذف هزینه‌های جمع‌آوری داده-های زمینی و دریافت سریع و اطلاعات قابل اعتماد را فراهم می‌کند (Eastman, 2015). هاسن و همکاران (Hasan et al., 2020) اشاره کردند که تغییر پوشش زمین محرک اصلی تغییرات خدمات اکوسیستمی است. ذخیره و ترسیب کربن به عنوان یک خدمت اکوسیستمی کلیدی، رابطه مستقیمی با پوشش زمین دارد. بر اساس نتایج این مطالعه، ذخیره و ترسیب کربن در طبقات پوشش زمین در طول دوره مطالعه به‌دلیل نرخ بالای انتقال از پوشش طبیعی به ساخت انسان در نتیجه تأثیرات انسانی، کاهش می‌یابد. در حالی که تبدیل جنگل‌ها به مرتع به دلیل وسعت زیاد، بیشترین اتلاف کربن را در این طبقه از پوشش اراضی ایجاد می‌کند. این می‌تواند مقایسه خوبی بین جنگل و مرتع باشد که نشان‌دهنده توانایی جنگل‌ها در ترسیب کربن در مقابل مراتع به دلیل افزایش سطح پوشش، تراکم بیشتر پوشش-گیاهی و مقدار ضرایب تخصیصی بیشتر است، بنابراین کاهش مقادیر این جزء از اکوسیستم را نشان می‌دهد (Wang et al, 2018). به‌طور کلی، گذار از پوشش‌های طبیعی زمین، به‌ویژه جنگل‌ها به پوشش‌های زمین‌های ساخته‌شده توسط انسان مانند زمین‌های زیر کشت، مناطق مسکونی یا پوشش‌های طبیعی مانند مرتع باعث از دست دادن کربن می‌شود (Sharma et al, 2019). از سوی دیگر، تبدیل دیم پراکنده به مناطق مسکونی باعث ذخیره کربن می‌شود؛ زیرا میزان کربن ذخیره شده در اراضی تحت پوشش دیم پراکنده بسیار کم است، در حالی که در یک منطقه مسکونی به دلیل کاشت مناطق سبز مانند درختان،

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-24]

درختچه‌ها بسیار کم است. میزان ذخیره‌سازی و ترسیب کربن به‌عنوان خدمات اکوسیستمی منطقه به دلیل تخریب جنگل‌ها و گسترش پوشش‌های زمین ساخته‌شده توسط انسان بسیار کاهش یافته است که بر یافته‌های دیگر در جاهای دیگر تأکید می‌کند (Wang et al, 2018; Hasan et al, 2020; Biedemariam et al, 2022). دلیل اصلی افزایش انتشار کربن، جنگل زدایی سریع و شدید در منطقه است که منجر به جبران خسارت تجاری فراوانی در این منطقه می‌شود. مجموع کربن جداشده به دلیل اختلالات انسانی که باعث از بین رفتن خدمات اکوسیستم و در نهایت سلامت انسان خواهد شد، به‌طور مداوم در حال کاهش است. همچنین، تأثیر بر ارزش خالص خدمات اکوسیستم ناشی از تغییر زیاد در ارزش کل کربن نشان می‌دهد که فعالیت‌های انسانی در منطقه مورد مطالعه خسارت اقتصادی زیادی تحمیل می‌کند. جنگل علی‌رغم تغییر زیاد در مساحت، سهم زیادی در ارزش کل خدمات اکوسیستمی دارد، زیرا زمین‌های جنگلی مقدار بیشتری ذخیره و جداسازی کربن را فراهم می‌کنند (Japelaghi et al, 2022). نتایج نشان می‌دهد که اکوسیستم‌های جنگلی بیشترین تغییرات پوشش زمین را به دلیل اختلالات انسانی به خود اختصاص داده‌اند که منجر به کاهش ذخیره و ترسیب کربن شده است. نتایج می‌تواند توسط برنامه‌ریزان محیطی برای بهبود و حفاظت از پوشش‌های طبیعی زمین، به ویژه جنگل‌ها برای حفاظت از خدمات اکوسیستم و تداوم آنها استفاده شود. نتایج پژوهش فعلی، تصویر روشنی از روند موجود و آینده تغییرات پوشش‌زمین پیش‌روی برنامه‌ریزان و مدیران قرار می‌دهد؛ لذا پیشنهاد می‌گردد که از نتایج پژوهش حاضر در زمینه سیاست‌گذاری در منابع‌طبیعی و محیط‌زیست بهره گرفته شود. در واقع با توجه به نقشه‌های روند تغییرات و نقاط داغ کربن ارائه شده، مناطق آسیب‌پذیر و در معرض خطر تخریب شناسایی گردید، ازاین‌رو در صورت امکان در این مناطق از طرح‌های مدیریتی همچون قرق و حصارکشی استفاده شود و از تخریب این مناطق پیشگیری نموده و فرصت احیاء و بازسازی به آن ها داده شود. همچنین وضع قوانین و مقررات حمایتی برای پیشگیری از تغییر پوشش سرزمین و اجرای سخت‌گیرانه این قوانین در مناطقی که براساس نتایج تحقیق حاضر ظرفیت فراوانی برای تغییر کاربری دارند و به‌شدت در معرض تخریب هستند نیز پیشنهاد می‌گردد.

منابع

پناهنده، م.، عزیزی، م. ۱۳۹۹. بررسی تغییرات ساختاری حوزه آبخیز انزلی براساس رهیافت اکولوژی سیمای سرزمین. محیط زیست طبیعی. ۲(۶): ۲۲۷-۲۴۱.

جاپلقی، م.، غلامعلی فرد، م.، شایسته، ک. ۱۳۹۶. پایش و تحلیل الگوی سیمای سرزمین استان لرستان و فرآیند تغییر آن در محیطGIS . محیط زیست طبیعی. ۷۰(۱): ۱۵-۳۶.

رحیمی، خ.، پناهی، ف.، جعفری، م.، ملکیان، آ. ۱۴۰۰. بررسی پویایی تامین خدمات اکوسیستم حوضه دریاچه ارومیه در شرایط تغییر کاربری و پوشش سطح زمین. مهندسی آبیاری و آب ایران. ۴۶(۳): ۴۱۴-۴۲۹.

زرندیان، ا.، یاوری، ا.، جعفری، ح.، امیرنژاد، ح. ۱۳۹۴. مدلسازی اثرات تغییر کاربری زمین بر خدمات آبی اکوسیستم با استفاده از یک سامانه پشتیبان سیاستگذاری. علوم محیطی. ۱۳(۴): ۹۷-۱۱۱.

شاهی، ا.، کریمی، س.، جعفری، ح. ۱۳۹۶. ارزیابی اثرات تغییرات کاربری اراضی بر روی خدمات اکوسیستمی (ذخیره و ترسیب کربن) در راستای تحقق توسعه پایدار سرزمین. دومین همایش ملی رویکردهای نوین آمایش سرزمین در ایران.

شعبانی، ن.، کامیاب، ح. ۱۳۹۸. تاثیر تغییر کاربری/پوشش زمین بر خدمات اکوسیستم در استان گلستان. علوم محیطی. ۱۷(۲): ۴۳-۵۶.

قبادی م.، نصری م.، سپه‌وند، ع. ۱۴۰۰. اولویت‌بندی کیفی رودخانه‌های حوضه کشکان در استان لرستان جهت توسعه آبزی‌پروری با استفاده از ترکیب روش‌های VIKOR و Fuzzy AHP. نشریه توسعه آبزی پروری. ۱۵(۳): ۱۲۶- ۱۱۱.

گراوند، ف.، محمدخان، ش.، حسینی، م.، پیرانی، پ. ۱۴۰۰. ارزیابی تغییرات کاربری اراضی بر ویژگی های هیدرولوژیک حوضه و پهنه های سیلابی رودخانه (مورد مطالعه: حوضه کشکان در استان لرستان). پژوهش آب ایران. ۴۱(۸): ۹۸- ۸۷.

منصوری، م.، باده یان، ض.، قبادی، م.، ملک نیا، ر.، محمدی، ج. ۱۴۰۰. کاربرد سنجه های اکولوژی سیمای سرزمین در تحلیل و کمی سازی پوشش زمین در اکوسیستم های جنگلی (منطقه مطالعاتی: زیرحوزه دادآباد شهرستان خرم آباد). حفاظت زیست بوم گیاهان. ۹(۱۸): ۱۵۱-۱۷۲.

مهدی نسب، م.، شائی، ع. ۱۳۹۲. تحلیل مکانی و کمی پوشش گیاهی جنگلی حوضه کشکان بر اساسGIS . کنفرانس ملی مخاطرات محیط زیست زاگرس.

Achmad, A., Ramli, I., Irwansyah, M. 2020. The impacts of land use and cover changes

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-24]

change on ecosystem services: A review. Environmental Development. 34(2): 100-127.

Japelaghi, M., Hajian, F., Gholamalifard, M., Pradhan, B., Maulud, K. N. A., Park, H. J. 2022. Modelling the Impact of Land Cover Changes on Carbon Storage and Sequestration in the Central Zagros Region, Iran Using Ecosystem Services Approach. Land. 11(3): 423-433.

Kabisch, N., Selsam, P., Kirsten, T., Lausch, A., Bumberger, J. 2019. A multi-sensor and multi-temporal remote sensing approach to detect land cover change dynamics in heterogeneous urban landscapes. Ecological indicators. 99(2): 273-282.

Lu, D., Weng, Q. 2017. A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance. International Journal of Remote Sensing. 28(5): 823-870.

Ma, S., Li, Y., Zhang, Y., Wang, L. J., Jiang, J., Zhang, J. 2022. Distinguishing the relative contributions of climate and land use/cover changes to ecosystem services from a geospatial perspective. Ecological Indicators. 136(8): 108-145.

Sharma, R., Rimal, B., Baral, H., Nehren, U., Paudyal, K., Sharma, S. Kandel, P. 2019. Impact of land cover change on ecosystem services in a tropical forested landscape. Resources. 8(1): 118-128.

Von Haaren, C., Lovett, A. A., Albert, C. 2019. Theories and Methods for Ecosystem Services Assessment in Landscape Planning. In Landscape Planning with Ecosystem Services. 27(2): 19-42.

Wang, Y., Dai, E., Yin, L., Ma, L. 2018. Land use/land cover change and the effects on ecosystem services in the Hengduan Mountain region. China. Ecosystem Services. 34(4): 55-67.

Yamanoshita, M. 2019. IPCC Special Report on Climate Change and Land. Institute for Global Environmental Strategies.

on ecosystem services value in urban highland areas. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 447(1): 112-124.

Alba, H. D., Barros, J. 2011. Deforestation in the kayabi indigenous territory: Simulating and predicting land use and land cover change in the brazilian amazon. Unpublished Master Thesis Birkbeck College. University of London.

Belay, T., Melese, T., Senamaw, A. 2022. Impacts of land use and land cover change on ecosystem service values in the Afroalpine area of Guna Mountain. Northwest Ethiopia. Heliyon. e12246.

Biedemariam, M., Birhane, E., Demissie, B., Tadesse, T., Gebresamuel, G., Habtu, S. 2022. Ecosystem service values as related to land use and land cover changes in Ethiopia: a review. Land. 11(12): 212-222.

Dadashpoor, H., Azizi, P., Moghadasi, M. 2019. Land use change, urbanization, and change in landscape pattern in a metropolitan area. Science of the Total Environment. 655(7): 707-719.

Eastman, J.R. 2015. Ecosystem Services Modeler. Chapter Nine: In TerrSet Manual; Clarklabs. Worcester. USA. 121(4): 249–252.

Fang, Z., Ding, T., Chen, J., Xue, S., Zhou, Q., Wang, Y. Yang, S. 2022. Impacts of land use/land cover changes on ecosystem services in ecologically fragile regions. Science of The Total Environment. 83(1): 154-167.

Gemmechis, W. A. 2022. Land Use Land Cover Dynamics Using CA-Markov Chain Model and Geospatial Techniques: A Case of Belete Gera Regional Forest Priority Area. South Western Ethiopia.

Gobattoni, F., Pelorosso, R., Santini, M., Rulli, M. C. 2009. An integrated modeling approach to evaluate likely climate and land use induced landscape changes. In EGU General Assembly Conference Abstracts. 6(5):132-149.

Hasan, S. S., Zhen, L., Miah, M. G., Ahamed, T., Samie, A. 2020. Impact of land use

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-24]

Monitoring and Assessment of land use/land cover changes in Kashkan basin using futures studies approach in managing ecosystem services

Morteza Ghobadi[*1], Masoumeh Ahmadipari[2]

[1]Assistant Professor, Department of Environment, Lorestan University, Khorramabad, Iran
[2]Phd, Department of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: 2022/12/30; Accepted: 2023/02/10

Abstract

Land use/cover change is one of the main factors in environmental changes. The changes directly affect the value of ecosystem services. The purpose of this research is to evaluate the effect of land use/land cover change in the Kashkan area on its ecosystem services. This research was carried out in three stages, including the analysis of land cover changes, prediction of changes, and carbon storage and sequestration. Landsat satellite images of TM, ETM+, and OLI sensors were used to prepare land cover maps in three periods of 1370, 1385, and 1400. In the TerrSet software environment, LCM modeler was used to predict land cover change in 1430 and ESM modeler was used for carbon storage and sequestration. Carbon storage data were extracted from IPCC emissions. Validity was evaluated using an error matrix. The results show that forest ecosystems have had the most land cover changes and the most hot spots of carbon loss are in forests. In 1370, about 44.35% of the area, equivalent to 4113.8 square kilometers, was made up of forest ecosystems, while in 1400, it decreased to 26%, equivalent to 2411.7 square kilometers. According to the future study scenario in 1430, about 1205.8 square kilometers of the area will be forest ecosystems, and between 1400 and 1430, about 158,000 mg of carbon will be released. The results can be used by environmental planners and managers to improve and protect the natural covers, especially forests, to protect ecosystem services and their continuity.

***Keywords*:** Environmental Planning, Landscape, Remote Sensing, Geographic Information System, Ecosystem Management

*Corresponding author: ghobadi.m@lu.ac.ir

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-24]