بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در بالادست حوضه سد زاینده‌رود مطالعه موردی: (حوضه آبخیز توف سفید، استان چهارمحال و بختیاری)

مهدی پژوهش*، لطفعلی چراغپور، علیرضا داوودیان و عاطفه بزرگمهر[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۷/۲۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۴/۲۴)

چکیده

در تحقیق حاضر به‌منظور بررسی تغییرات ایجاد شده در کاربری اراضی حوضه آبخیز توف سفید واقع در بخش شمال غربی استان چهارمحال و بختیاری طی یک دوره ۲۵ ساله، تصاویر ماهواره لندست TM مربوط به سال ۱۹۹۱ میلادی در ابتدای دوره و تصاویر ماهواره لندست ۸ مربوط به سال ۲۰۱۵ میلادی در انتهای دوره، تهیه و با انجام پردازش‌های اولیه و تصحیحات اتمسفری روی تصاویر، نقشه‌های کاربری اراضی به روش طبقه‌بندی نظارت شده با تعیین شش کاربری عمده شامل: باغ، مرتع با پوشش علفی، گونزار، کشاورزی، پوشش سنگی و خاک لخت تهیه شد. همچنین با استفاده از تصویر گوگل ارث برای سال ۲۰۱۵ و عکس‌های هوایی برای سال ۱۹۹۱، نقشه‌های واقعیت زمینی برای هر دو تاریخ مذکور ایجاد شد و با بررسی صحت طبقه‌بندی‌ها، ضریب کاپا بالای ۰/۷ درصد به‌دست آمد و درستی طبقه‌بندی‌ها تأیید شد. درنهایت بررسی نقشه‌های ۱۹۹۱ و ۲۰۱۵ و مقایسه آنها نشان داد که تغییرات ایجاد شده در کاربری‌های اراضی منطقه مورد مطالعه، در طول این دوره ۲۵ ساله روند نامناسب و سیر قهقرایی را برای طبیعت منطقه مورد مطالعه داشته است. نتایج نشان داد که کاربری کشاورزی با ۴۹/۳۶ درصد تغییر، بیشترین تغییرات را در افزایش سطح اراضی دارای این کاربری داشته است و کاربری مرتع با پوشش علفی نیز با ۳۲/۶۵ درصد تغییر، بیشترین تغییر را در کاهش سطح اراضی دارای این کاربری نشان داد. همچنین کاربری خاک لخت با ۱۲ درصد تغییر، کمترین میزان تغییرات را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: تصاویر ماهواره‌ای، تغییرات کاربری اراضی، طبقه‌بندی نظارت شده، ضریب کاپا.

۱. گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: drpajoohesh@gmail.com

مقدمه

استفاده از زمین بدون در نظر گرفتن توان‌های محیطی آن، باعث پیامدهای ناگواری، همچون فرسایش خاک و تخریب منابع طبیعی می‌شود، در حالی که با استفاده درست و به‌جا و تعیین کاربری مناسب برای اراضی در یک منطقه، می‌توان ضمن افزایش درآمد ساکنین منطقه، موجبات کاهش فرسایش و به تبع آن کاهش تولید رسوب را فراهم کرد. کاربری اراضی به‌طور ذاتی درباره همه جنبه‌های فضایی و فعالیت‌های انسان در زمین و طریقه‌ای که سطح زمین می‌تواند برای نیازهای مختلف آماده شده و از آن بهره‌برداری شود، بحث می‌کند (۱۷). از دیدگاه برنامه‌ریزی و ارزیابی زیست‌محیطی؛ نادرستی نوع استفاده از سرزمین و مدیریت غلط، بر مشکلات می‌افزاید و نادیده گرفتن محدودیت و توان سرزمین و آسیب‌پذیری آن در مقابل تغییرات تحمیلی، شدت مشکلات را افزایش داده است (۸). نیاز رو به رشد جوامع بشری به استفاده از زمین به‌واسطه افزایش مستمر جمعیت و نیز تغییر در الگوی زندگی پیامدهای گسترده‌ای در سرتاسر کره زمین داشته است. تغییر کاربری‌های مختلف زمین و غالباً بدون توجه به استعدادهای ذاتی آن، از معمول‌ترین دخالت‌های بشر در طبیعت تلقی شده و همواره پدیده‌هایی از قبیل سیلاب و فرسایش خاک را به‌دنبال دارد (۱۴). همچنین تبدیل مراتع دائمی به اراضی کشاورزی آن هم از نوع کشاورزی مکانیزه باعث تشدید فرسایش می‌شود (۷). خاک از جمله منابع طبیعی دیر تجدید شونده است و حفاظت خاک بستگی به‌نحوه استفاده از آن دارد.

در ایران، مراتع و جنگل‌ها به‌طور عمده در مکان‌هایی قرار دارند که دارای توان و استعداد تخریب بالایی هستند. خاک این مناطق در طی سالیان متمادی همراه با گونه‌های بومی استقرار یافته و دارای بازده طبیعی خود هستند ولی با انجام عملیات خاک‌ورزی از حالت طبیعی خارج و به‌شدت تخریب‌پذیر شده و بازده کمی خواهد داشت (۹). به همین دلیل مسئله تخریب خاک به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مسائل پیش‌روی بشر است به‌طوری که متخصصین بر این باورند که تخریب خاک عامل اصلی کاهش تولیدات کشاورزی در واحد سطح و نیز تغییرات شدید محیطی مانند گرم شدن زمین، آلودگی‌های زیست‌محیطی و کاهش تنوع زیستی است (۵ و ۱۲).

امروزه تغییرات بدون برنامه‌ریزی اراضی به یک مشکل حاد تبدیل شده و بیشتر تغییرات کاربری اراضی بدون توجه به اثرات زیست‌محیطی آن صورت می‌گیرد. در چهار دهه گذشته تغییرات کاربری اراضی در ایران با سرعت فزاینده در بعضی جهات نامطلوب به وقوع پیوسته و این باعث تشدید روند تخریب اراضی شده است. امروزه استفاده از فناوری سنجش از دور به‌عنوان یکی از منابع مهم برای مدیریت عرصه‌های منابع طبیعی مطرح شده است. از مزایای تصاویر ماهواره‌ای می‌توان دسترسی به نقاط دور افتاده و کوهستانی، دقت نسبتاً خوب، پوشش وسیع و قابل تکرار بودن را نام برد (۲۰ و ۱۰). تصاویر ماهواره‌ای ابزاری مناسب برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی و سپس ارزیابی تغییرات محیط زیستی و اکوسیستمی در مقیاس‌های زمانی و مکانی مختلف است (۱۶ و ۲۱). به‌دلیل برخورداری از قابلیت‌های بالا در تهیه نقشه‌های کاربری اراضی و شناسایی تغییرات رخ داده در زمان‌های مختلف با دقت بالا، اطلاعات ارزشمندی را برای تصمیم‌گیران به‌منظور برنامه‌ریزی‌های مدیریتی، فهم بهتر مکانیسم تغییرات و الگوی تغییرات کاربری اراضی فراهم می‌کند (۱۳). پژوهشگران زیادی به بررسی و مطالعه روش‌های پایش تغییرات کاربری اراضی/ پوشش با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و تکنیک‌های سنجش از دور پرداختند. راوات و همکاران (۱۸) برای بررسی تغییرات کاربری اراضی/ پوشش، از تصاویر لندست TM سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۱۰ در منطقه‌ای از هند استفاده کردند. در این مطالعه از روش طبقه‌بندی نظارت شده بیشترین احتمال برای تهیه نقشه کاربری اراضی در پنج طبقه کاربری مناطق شهری، پوشش گیاهی، کشاورزی، پهنه‌های آبی و شن‌زارها استفاده شد. نتایج نشان داد کاربری‌های کشاورزی، پهنه‌های آبی و پوشش گیاهی روند کاهشی داشته و شن‌زارها و مناطق مسکونی در دوره ۲۰ ساله

توسعه پیدا کرده است. عبدلکاوی و همکاران (۱) به‌وسیله طبقه‌بندی نظارت شده تصاویر ماهواره‌ای لندست سال‌های ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۹ دلتای شرقی رود نیل به این نتیجه رسیدند که بیشترین تغییرات در تبدیل زمین‌های بایر به مزارع کشاورزی بوده است. زارع و همکاران (۲۲) با تهیه نقشه تغییرات کاربری از تصاویر سنجنده TM ماهواره لندست مربوط به سال‌های ۱۹۸۶، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۳ طی یک بازه زمانی۲۸ ساله با استفاده از طبقه‌بندی به روش حداکثر نشان داد بیشترین تغییرات کاربری اراضی مربوط به تبدیل کاربری کشاورزی به کاربری شهری در منطقه نور بوده، به‌طوری که روند تغییرات کاربری جنگل و کشاورزی منفی و کاربری مسکونی مثبت بوده است. سبزقبایی و همکاران (۱۹) با ارزیابی تغییرات کاربری اراضی در دوره ۱۵ ساله با تصاویر ماهواره‌ای ETM و OLI و طبقه‌بندی نظارت شده نشان دادند در این بازه زمانی اراضی کشاورزی، جنگل و پهنه آبی به اراضی باغی و مسکونی تبدیل شده‌اند. کوچ و همکاران (۱۱) با مطالعه‌ای که برای بررسی اثر تخریب جنگل و تغییر کاربری اراضی روی شاخص‌های اکوفیزیولوژیکی کربن و نیتروژن خاک انجام دادند، نتیجه گرفتند که با تبدیل کاربری جنگل به سایر کاربری‌ها کیفیت زیستی خاک کاهش معنی‌داری یافته است. همچنین نظری (۱۵) با مطالعه تغییر کاربری اراضی مرتعی به زمین‌های زراعی آبی و دیم در منطقه میانه، نتیجه گرفت که تغییر کاربری اراضی باعث کاهش کیفیت خاک منطقه مورد مطالعه شده است. براتی قهفرخی و همکاران (۴) در تحقیقی دیگر به بررسی تغییرات کاربری اراضی در زیرحوضه قلعه شاهرخ با استفاده از تکنیک سنجش از دور (دوره زمانی ۱۳۸۱-۱۳۵۴) پرداختند. برای این منظور برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی حوضه، پس از انجام تصحیحات و آنالیزهای مختلف بارزسازی شامل FCC، PCA روی سنجنده‌های TM، ETM+ و MSS واحدهای کاربری اراضی مختلف با انجام نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی و بررسی شد.

با توجه به آنکه، حوضه مورد مطالعه، یکی از زیرحوضه‌های سد زاینده‌رود و تأمین کننده آب مناطق پایین‌دست سد است، از این‌رو هر گونه تخریب خاک و تغییر کاربری اراضی می‌تواند مشکلاتی برای ساکنین حوضه ایجاد کند. به‌طورکلی هدف از این تحقیق بررسی میزان تغییرات کاربری اراضی در یک دوره ۲۵ ساله، با تهیه نقشه‌های به‌روز کاربری اراضی منطقه است. برای این منظور روند تغییرات کاربری‌ها در طی زمان مشخص می‌شود تا برنامه‌ریزان و بهره‌برداران منطقه بدانند که چه تغییراتی در کاربری اراضی منطقه اتفاق افتاده و چه پیامدهایی داشته‌اند، تا در آینده با برنامه‌ریزی بهتری از اراضی منطقه استفاده کنند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه حوضه توف سفید، قسمتی از حوضه آبخیز بزرگ زاینده‌رود واقع در استان چهارمحال و بختیاری و شهرستان کوهرنگ (بخش مرکزی) است که در محدوده طول‌های جغرافیایی "۵۰°۰۶'۵۷ و "۵۰°۱۷'۱۰ شرقی و عرض‌های جغرافیایی "۳۲°۳۰'۳۳ و "۳۲°۳۹'۲۳ شمالی قراردارد. وسعت منطقه مورد بررسی ۱۱۷/۹ کیلومترمربع و محیط آن نیز برابر با ۵۰/۸ کیلومتر است و دارای ارتفاع متوسط ۲۶۴۵/۷ متر از سطح دریا و در اقلیم نیمه‌مرطوب کوهستانی واقع شده است. در شکل (۱) نمایی کلی از منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است.

روش‌ها

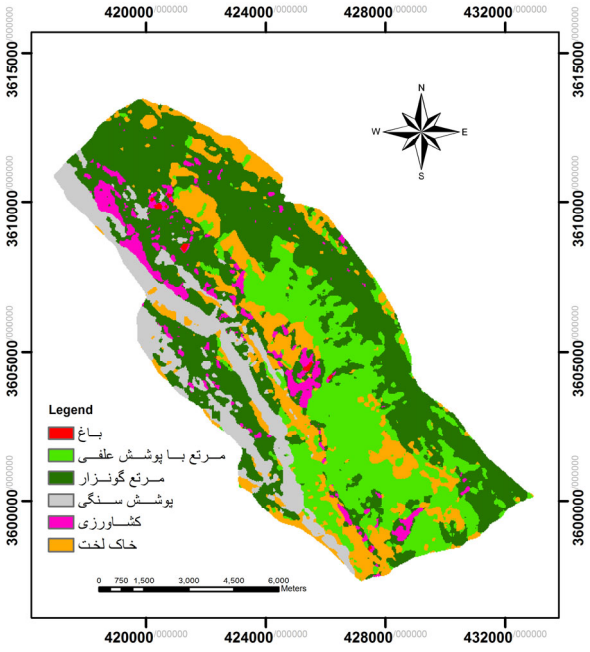
برای بررسی تغییرات ایجاد شده در کاربری‌های اراضی منطقه، نیاز به تهیه تصاویر ماهواره‌ای بود که در این مطالعه، برای سال ۱۹۹۱، از تصاویر ماهواره لندست TM که در هفت باند مربوط به تاریخ شانزدهم ژوئن ۱۹۹۱ و برای سال ۲۰۱۵، از تصاویر ماهواره لندست ۸ (OLI) که در ۱۱ باند و در تاریخ هجدهم ژوئن ۲۰۱۵ تهیه شده‌اند، استفاده شد. اگر چه این تصاویر به‌صورت ژئورفرنس شده در اختیار کاربران قرار می‌گیرند، اما برای حصول اطمینان از موقعیت مکانی عوارض، عملیات زمین

شکل ۱. موقعیت حوضه آبخیز مورد مطالعه (حوضه توف سفید) در استان چهارمحال و بختیاری

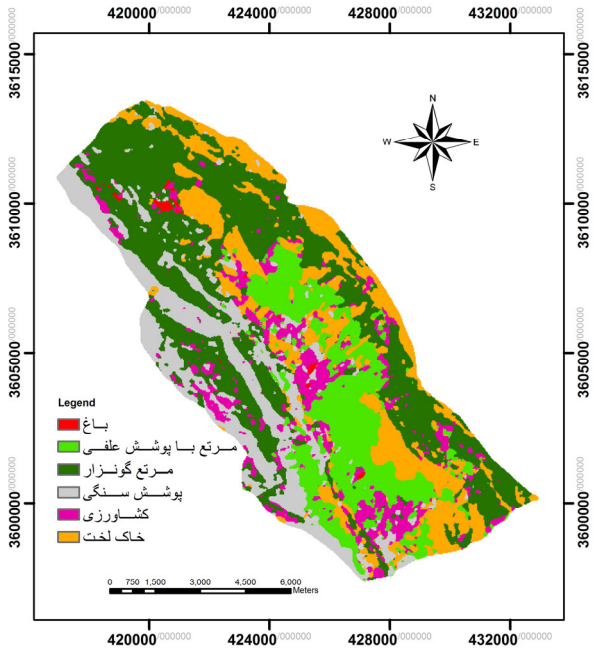
مرجع‌سازی، مجدداً انجام شد. اندازه پیکسل‌ها در این تصاویر ۳۰ در ۳۰ متر است. پردازش‌های اولیه شامل؛ تصحیحات هندسی و تصحیح اتمسفری به روش Cost و با کمک پارامترهای سال، ماه، روز تصویربرداری، زاویه دید ماهواره، ارتفاع خورشید، میانگین طول موج هر باند، Lmax، Lmin در محیط نرم‌افزار IDRISI Taiga روی تصاویر اولیه صورت گرفت، سپس تصاویر در محدوده منطقه مورد مطالعه برش داده شد و در ادامه تصویر ترکیب رنگی باندهای ۴۳۲ برای تصاویر لندست TM مربوط به سال ۱۹۹۱ (باند طیفی مادون قرمز نزدیک، باند قرمز و باند سبز که به‌ترتیب شماره های ۴، ۳ و ۲ است) و ترکیب باندی ۵۴۳ (از باند طیفی مادون قرمز نزدیک، باند قرمز و باند سبز که به‌ترتیب شماره‌های ۵، ۴ و ۳ است) برای تصاویر لندست ۸ مربوط به سال ۲۰۱۵ ایجاد شد که با ایجاد تصویر ترکیب رنگی کاذب، عوارض با وضوح بیشتر در تفکیک کاربری‌ها و بررسی پوشش‌های گیاهی با دقت بیشتری استفاده شد.

با توجه به بازدیدهای میدانی و برداشتن نقاط شاهد زمینی از کاربری‌های مختلف منطقه با استفاده از GPS، شش کاربری عمده شامل؛ باغ، مرتع با پوشش علفی، مرتع گونزار، پوشش سنگی، کشاورزی و خاک لخت، برای منطقه مورد مطالعه مشخص شد. سپس بر اساس رنگ پیکسل‌ها و با کمک نقاط شاهد زمینی، از روی تصاویر ترکیب رنگی تهیه شده، نمونه‌های تعلیمی برای هریک از کاربری‌ها، تهیه و از روی تصاویر رقومی‌سازی شده به‌صورت یک فایل وکتوری ذخیره شدند. در ادامه طبقه‌بندی نظارت شده به روش حداکثر احتمال، انجام، و نقشه‌های کاربری اراضی تهیه شد. به‌منظور ارزیابی دقت پایگاه

شکل ۲. موقعیت حوضه مورد مطالعه و آبراهه‌های واقع در آن



شکل ۳. نقشه کاربری اراضی سال ۱۹۹۱



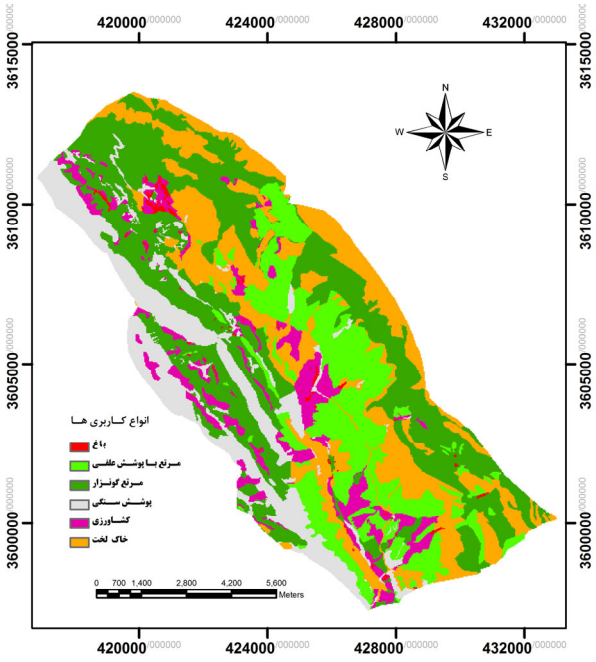
شکل ۴. نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۱۵

اطلاعات زمینی گوگل ارث ابتدا مرز منطقه در محیط نرم‌افزار Arc GIS به فرمت Kmz تبدیل شد تا روی تصویر گوگل ارث منطبق شود. در مرحله بعد با استفاده از لایه‌های خطی (جاده‌ها و آبراهه‌ها) روی تصویر قرار داده شد که بیانگر انطباق خوب این لایه با تصویر است. شکل (۲) دقت مطالعاتی تصویر ماهوارهای Google Earth با استفاده از لایه‌های خطی را نشان می‌دهد.

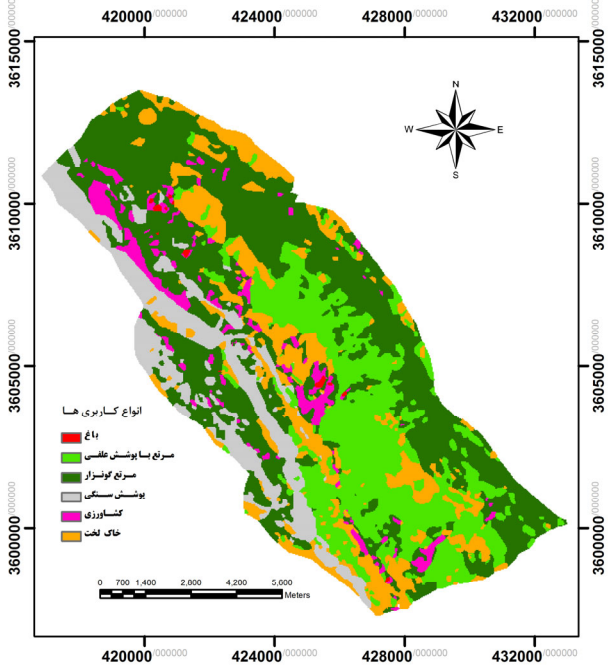
نتایج

بعد از تهیه نقشه‌های کاربری اراضی به روش نظارت شده (شکل‌های ۳ و ۴)، این نقشه‌ها با استفاده از نقشه واقعیت زمینی منطقه بررسی صحت شدند.

با استفاده از تصاویر گوگل ارث و همچنین عکس‌های هوایی، نقشه‌های واقعیت زمینی تهیه شدند. بدین‌صورت که با استفاده از تصویر گوگل ارث مربوط به سال ۲۰۱۵ در منطقه



شکل ۵. نقشه واقعیت زمینی سال ۱۹۹۱



شکل ۶. نقشه واقعیت زمینی سال ۲۰۱۵

مورد مطالعه، نقشه واقعیت زمینی برای مقایسه نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۱۵ در فرمت وکتور تهیه شد. برای تهیه نقشه واقعیت زمینی برای سال ۱۹۹۱، با توجه به اینکه تصویر گوگل مربوط به آن زمان وجود نداشت، از عکس‌های هوایی مربوط به سال ۱۹۹۷ میلادی (برابر با ۱۳۷۶ شمسی)، به‌دلیل نزدیک‌ترین تصاویر واقعی از لحاظ زمانی به سال ۱۹۹۱ (برابر با ۱۳۷۰ شمسی)، نقشه واقعیت زمینی برای بررسی صحت نقشه کاربری اراضی سال ۱۹۹۱در فرمت وکتور تهیه شد. سپس با کمک تکنیک‌های مناسب در نرم‌افزار IDRISI فایل‌های وکتوری به رستر تبدیل شدند. بعد از مقایسه نقشه‌های رستری واقعیت زمینی با نقشه‌های کاربری اراضی تهیه شده، ضریب کاپا برای هر دو نقشه ۱۹۹۱ و ۲۰۱۵، بیش از ۰/۷ به‌دست آمد و صحت طبقه‌بندی‌ها و نقشه‌های کاربری اراضی تهیه شده، تأیید شد (شکل‌های ۵ و ۶). برای بررسی دقت طبقه‌بندی، از روش ماتریس خطای طبقه‌بندی کاربری اراضی به روش حداکثر احتمال (۱۹۹۱) و ماتریس خطای طبقه‌بندی کاربری اراضی به روش حداکثر احتمال (۲۰۱۵) استفاده شد که در جداول (۱ و ۲)، نتایج نشان داده شده است.

در گام بعدی، نقشه کاربری اراضی سال ۱۹۹۱ و نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۱۵ با کمک نرم‌افزار با هم مقایسه شدند. با توجه به نتایج به‌دست آمده حاصل از مقایسه نقشه‌ها (جدول ۳)، مشخص شد که طی دوره ۲۵ ساله، کاربری اراضی منطقه دستخوش تغییرات نامناسب شده است. به‌طوری که کاربری مراتع با پوشش علفی حدود ۳۲/۶ درصد و کاربری مرتع گونزار نیز ۱۴/۵۳ درصد، کاهش سطح را نشان می‌دهند. همچنین از سطوح کاربری‌های دیگر؛ کاربری کشاورزی حدود ۴۹/۳۶ درصد، کاربری باغ ۴۱/۲۲ درصد و کاربری خاک لخت نیز ۱۲ درصد، افزایش سطح را در نقشه کاربری اراضی ۲۰۱۵ نسبت به ۱۹۹۱ نشان می‌دهند.

نتایج جدول (۳) بیانگر تغییرات سطوح کاربری‌های مختلف در نقشه‌های کاربری اراضی ۲۰۱۵ نسبت به ۱۹۹۱ است. با توجه به نتایج جدول فوق، توسعه باغ به‌میزان ۴۱/۲۲ درصد و توسعه کشاورزی به‌میزان ۴۹/۳۶ درصد صورت گرفته است. با مقایسه پیکسل به پیکسل نقشه‌های کاربری اراضی و نتایج به‌دست آمده، در جدول (۴) و شکل (۷)، حالت متقاطعی که در آن کاربری‌های نقشه ۱۹۹۱ در ستون‌ها و کاربری‌های نقشه

جدول ۱. ماتریس خطای طبقه‌بندی کاربری اراضی به روش حداکثر احتمال (۱۹۹۱)

نوع کاربری	باغ	مرتع با پوشش علفی	مرتع گونزار	پوشش سنگی	کشاورزی	خاک لخت	خطای اضافه Commision	خطای حذف Ommision
باغ	۲۰۲	۳۸	۴۰	۱۵	۳۳	۱۳	٪۴۱/۲۳	٪۲۴/۶۴
مرتع با پوشش علفی	۱۸	۳۷۰	۳۱	۱۹	۱۶	۱۷	٪۱۸/۸۸	٪۱۵/۱۳
مرتع گونزار	۴	۲۸	۳۶۴	۱۸	۲۸	۱۵	٪۱۱/۴۵	٪۹/۲۱
پوشش سنگی	۹	۱۶	۱۴	۱۸۸	۱۴	۲۵	٪۱۴/۵۶	٪۱۳/۶۵
کشاورزی	۲۲	۱۵	۲۷	۱۷	۲۸۳	۳	٪۰/۵۸	٪۲/۳۴
خاک لخت	۱۴	۱۰	۷	۲۵	۵	۴۸۶	٪۱۰/۷۸	٪۱۲/۶۱
صحت تولید کننده	٪۶۰/۷۵	٪۷۹/۹۲	٪۸۲/۲۱	٪۷۱/۷۵	٪۸۱/۰۵	٪۸۵/۲۵	–	–
صحت کاربر	٪۸۷/۳۱	٪۷۸/۸۵	٪۷۸/۶۶	٪۷۵/۱۵	٪۷۸/۷۳	٪۸۹/۱۰	–	–

برای نقشه کاربری اراضی سال ۱۹۹۱ : صحت کلی = ۸۱/۰۳ درصد و کاپا = ۷۹ درصد

جدول ۲. ماتریس خطای طبقه‌بندی کاربری اراضی به روش حداکثر احتمال (۲۰۱۵)

نوع کاربری	باغ	مرتع با پوشش علفی	مرتع گونزار	پوشش سنگی	کشاورزی	خاک لخت	خطای اضافه Commision	خطای حذف Ommision
باغ	۳۰۴	۳۰	۳۵	۱۱	۴۲	۲۵	٪۳۱/۹۹	٪۱۴/۳۶
مرتع‌باپوشش علفی	۱۳	۳۶۰	۲۵	۱۴	۲۴	۱۷	٪۱۷/۶۶	٪۱۰/۳۴
مرتع گونزار	۱۴	۱۶	۳۹۳	۱۳	۲۰	۱۷	٪۱۰/۵۷	٪۵/۲۳
پوشش سنگی	۳	۱۱	۰	۲۶۶	۱۴	۳۷	٪۱۵/۴۱	٪۵/۸۸
کشاورزی	۲۱	۱۰	۱۳	۰	۲۹۸	۱۱	٪۳/۱۱	٪۰
خاک لخت	۰	۸	۱۲	۱۹	۰	۳۱۶	٪۱۰/۹۸	٪۲۵/۲۹
صحت تولید کننده	٪۶۸	٪۷۹/۴۷	٪۸۳/۰۸	٪۸۰/۳۶	٪۸۴/۴۲	٪۸۹/۰۱	–	–
صحت کاربر	٪۸۵/۶۳	٪۸۲/۷۶	٪۸۲/۲۲	٪۸۲/۳۵	٪۷۴/۸۷	٪۷۴/۷۰	–	–

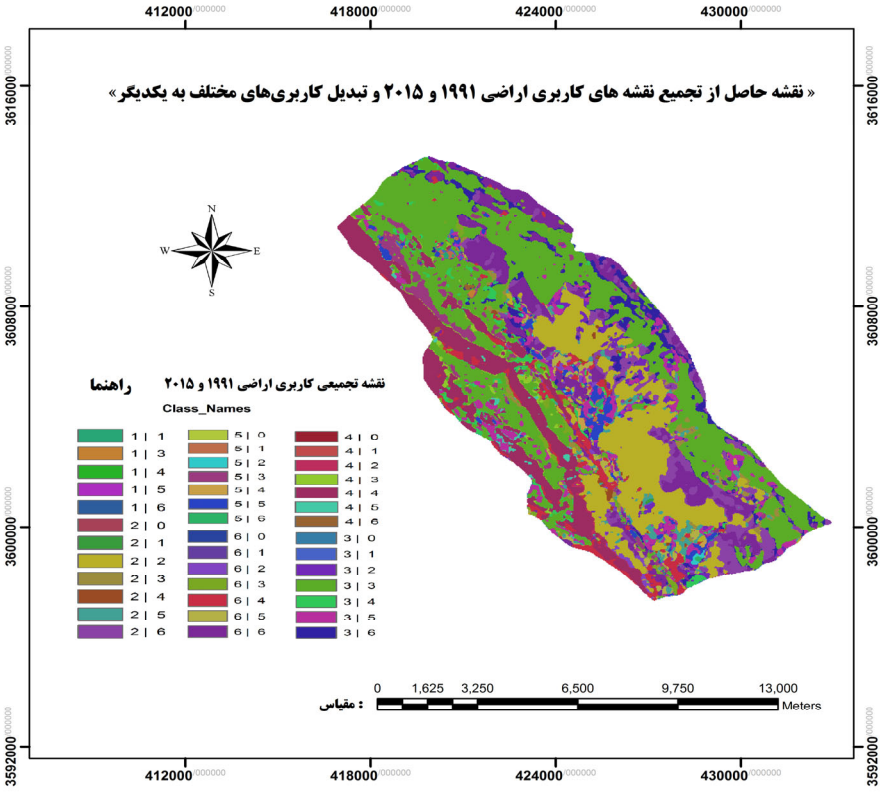
برای نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۱۵: صحت کلی = ۸۰/۳۰ درصد و کاپا = ۷۶/۴۰ درصد

جدول ۳. مقایسه سطوح کاربری‌های مختلف در تصاویر ۲۰۱۵ نسبت به ۱۹۹۱ (مساحت‌ها برحسب هکتار)

نوع کاربری	تصاویر ۱۹۹۱	تصاویر ۲۰۱۵	مقدار تغییرات	درصد تغیرات
باغ	۵۰/۹۴	۸۶/۶۷	۳۵/۷۳	+۴۱/۲۲
مرتع باپوشش علفی	۲۸۰۵/۹۳	۱۸۸۹/۵۵	۹۱۶/۳۸	−۳۲/۶۵
مرتع گونزار	۴۵۴۵/۷۲	۳۸۸۵/۲۱	۶۶۰/۵۱	−۱۴/۵۳
پوشش سنگی	۱۴۱۸/۷۶	۱۹۷۵/۹۵	۵۵۷/۱۹	+۲۸/۱۹
کشاورزی	۷۴۲/۹۵	۱۴۶۷/۲۷	۷۲۴/۳۲	+۴۹/۳۶
خاک لخت	۱۹۰۲/۴۲	۲۱۶۲/۰۷	۲۵۹/۶۵	+۱۲/۰۰

جدول ۴. جدول متقاطع تغییرات پیکسل به پیکسل نقشه کاربری اراضی ۱۹۹۱ (ستون‌ها) در برابر نقشه کاربری ۲۰۱۵ (ردیف‌ها)

نوع کاربری اراضی	باغ	مرتع با پوشش علفی	مرتع گونزار	پوشش سنگی	کشاورزی	خاک لخت	کل
باغ	۱۸۹	۵۲	۲۴۰	۱۶	۴۲۱	۴۵	۹۶۳
مرتع با پوشش علفی	۶	۱۶۹۵۳	۲۴۸۳	۳۰۸	۱۹۰	۱۰۵۵	۲۰۹۹۵
مرتع گونزار	۱۳۰	۲۰۰۳	۳۳۴۷۷	۱۳۶۴	۴۴۹۶	۱۶۹۹	۴۳۱۶۹
پوشش سنگی	۴۰	۶۵۳	۲۸۶۷	۱۳۰۸۲	۴۲۷	۴۸۸۱	۲۱۹۵۵
کشاورزی	۱۸۲	۳۹۳۹	۷۱۹۲	۳۴۱	۲۵۲۲	۱۶۲۷	۱۶۳۰۳
خاک لخت	۱۹	۷۵۷۲	۴۲۴۹	۱۵۳	۱۹۹	۱۱۸۳۱	۲۴۰۲۳
کل	۵۶۶	۳۱۱۷۷	۵۰۵۰۸	۱۵۷۶۴	۸۲۵۵	۲۱۱۳۸	۱۲۷۴۰۸



شکل ۷. نقشه جدول متقاطع مربوط به مقایسه پیکسل‌های کاربری‌های اراضی ۱۹۹۱ و ۲۰۱۵

۲۰۱۵ در ردیف‌ها و تعداد پیکسل‌های هر کاربری و تبدیل شده به دیگر کاربری‌ها، آورده شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

در تحقیق جاری، با استفاده از فناوری سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌های کاربری اراضی طی دو دوره زمانی متفاوت تهیه شد و روند تغییرات کاربری اراضی منطقه استخراج شد. نتایج صحت کلی و ضریب کاپای به‌دست آمده در تصاویر OLI، TM برای بررسی تغییرات در منطقه نشان داد که تصاویر ماهواره‌ای قابلیت شناسایی تغییرات را داراست.

علت این دقت بالا به‌دلیل استفاده از نرم‌افزار گوگل ارث در تهیه نقاط تعلیمی و سطح زیاد نقاط تعلیمی و دقت در انتخاب نقاط تعلیمی بود و صحت قابل قبولی از طبقه‌بندی حاصل شد. با مقایسه نقشه‌های کاربری اراضی در این منطقه، کاربری‌های مرتع با پوشش علفی و مرتع گونزار کاهش سطح را در سال ۲۰۱۵ نسبت به ۱۹۹۱ نشان داده‌اند، به‌طوری که بیشترین تعداد پیکسل کاربری مرتع با پوشش علفی و کاربری مرتع گونزار، به کاربری باغ و کشاورزی و یا خاک لخت تبدیل شده‌اند. به‌نحوی که کاربری مراتع با پوشش علفی حدود ۳۲/۶ درصد و کاربری مرتع گونزار نیز ۱۴/۵۳ درصد، کاهش سطح را نشان داده است. از دلایل کاهش سطح مراتع در این منطقه به‌خاطر چرای بیش از حد دام، آتش‌سوزی، خشکسالی و کاهش بارندگی‌های اخیر را نام برد که باعث افزایش سطح زمین‌های بایر نیز شده است (۱۹). این تغییر در نوع کاربری می‌تواند فرسایش بیشتر دامنه‌ها و بیابان‌زایی را به‌دنبال داشته باشد (۳). به‌جز دو کاربری مرتع با پوشش علفی و مرتع گونزار، سایر کاربری‌ها افزایش سطح را در نقشه‌های ۲۰۱۵ نسبت به ۱۹۹۱ نشان می‌دهند. بیشترین افزایش پیکسل و به‌دنبال آن افزایش سطح، مربوط به کاربری کشاورزی است. کاربری‌های پوشش سنگی، باغ و خاک لخت نیز افزایش تعداد پیکسل‌ها را نشان می‌دهند که این به معنای فرسایش‌یافتگی و تخریب مراتع منطقه، در طول دوره مورد مطالعه است. به‌دلیل کاهش پوشش گیاهی و تغییرات رخ داده در سطح طبیعی خاک و افزایش ضریب فرسایش‌پذیری خاک، سبب ایجاد تغییرات نامناسب در پوشش طبیعی و کاهش سطح آنها در منطقه شده است. این یافته با نتایج حاج عباسی و همکاران (۹) مطابقت دارد از سوی دیگر کیفیت زیستی خاک هم کاهش یافته است (۱۱ و ۱۵). همچنین از سطوح کاربری‌های دیگر؛ کاربری کشاورزی ۴۹/۳۶ درصد، کاربری باغ ۴۱/۲۲ درصد و کاربری خاک لخت نیز ۱۲ درصد، افزایش سطح را در نقشه کاربری اراضی ۲۰۱۵ نسبت به ۱۹۹۱ نشان می‌دهند. این افزایش سطح کشاورزی و باغ می‌تواند به‌دلیل تبدیل زمین بایر به کشاورزی به‌خاطر مساعد بودن نواحی خاصی از این منطقه برای کشاورزی باشد (۱۹ و ۱). همچنین علت اضافه شدن سطوحکشاورزی از تبدیل کاربری‌های مرتعی (مرتع با پوشش علفی و مرتع گونزار)، به دیل بهره‌کشی بیشتر از طبیعت و سودجویی مردم منطقه است. در این مورد نیز نتایج با یافته‌های نظری (۱۵) در مطالعه منطقه میانه شباهت دارد و این نتیجه با نتایجی که فاساگری (۷) در مطالعه یونار به‌دست آورد، نیز همخوانی دارد، چرا که فاساگری نیز نتیجه گرفت که علت افزایش فرسایش در حوضه آبخیز یونار تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی است. این تحقیق نشان داد که تغییرات ایجاد شده در کاربری‌های طبیعی در ۲۰۱۵ نسبت به ۱۹۹۱، شدت بیشتری داشته و عامل ایجاد این تغییرات، دخالت‌های انسانی بوده‌اند که باعث تغییرات در مراتع و تبدیل آنها به باغ و اراضی کشاورزی شده‌اند. روند تغییرات کاربری‌ها رابطه مستقیمی با افزایش جمعیت دارد، چرا که افزایش سطح اراضی باغی و کشاورزی و تبدیل مرتع به کشاورزی نتایج تلاش جمعیت رو به رشد برای تأمین مایحتاج غذایی است که این نتیجه مشابه مطالعه فیضی‌زاده (۶) است. در مدیریت بهتر منابع طبیعی، نقشه‌های کاربری اراضی و شناخت توان و استعداد اراضی لازم است و منبع مهم اطلاعاتی برای اتخاذ تصمیمات اصولی به‌شمار می‌رود (۱۹). با توجه به اینکه منابع طبیعی در حال زوال و تخریب هستند ولی عوامل مؤثر در تخریب کم و بیش شناسایی و معرفی شده‌اند و سهم این عوامل به‌طور دقیق در حوضه‌های اقتصادی و اجتماعی و فرهنگی بررسی نشده‌اند (۲) در صورتی که در روند قهقرایی تغییرات کاربری اراضی منطقه و مدیریت استفاده از اراضی، تجدید نظری صورت نپذیرد، متأسفانه آینده خوبی برای طبیعت منطقه پیش بینی نمی‌شود و لازم است که نهادهای متولی و بهره‌برداران محلی، نسبت به این تغییرات نامناسب در کاربری اراضی حساس شده و با یک برنامه‌ریزی دقیق، مناسب و آینده‌نگرانه، از تخریب بیشتر پوشش طبیعی منطقه جلوگیری کرده و موجبات پایداری اکوسیستم منطقه را فراهم آورند. همچنین با توجه به آنکه قسمت قابل توجهی از منطقه مورد

مطالعه، زمین‌های مرتعی و کشاورزی است و معیشت بخش بزرگی از آبخیزنشینان این منطقه به کشاورزی و دامداری وابسته است و نیاز به منابع آب برای آبیاری زمین‌های کشاورزی و همچنین شرب بیشتر است، مدیریت و برنامه‌ریزی به‌منظور حفظ منابع آب و اقدامات متناسب با تغییرات آینده امری ضروری است.

منابع مورد استفاده

1. Abd El-Kawya, O. R., J. K. Rød, H. A. Ismail and A. S. Suliman. 2011. Land use and land cover change detection in the western Nile delta of Egypt using remote sensing data, *Journal of Applied Geography* 31: 483-494.
2. Ansari, N., J. SeyedAkhlaghiShal and M. H. Ghasemi. 2008. The socio-economic factors effective on the destruction of the country natural resources and its contribution in the destruction. *The Research of Iran Range and Desert* 15(4): 508-524. (In Farsi).
3. Bai, X., R. C. Sharma and T. R. Tateishi. 2017. A detailed and high-resolution land use and land cover change analysis over the past 16 years in the horqin sandy land, inner mongolia, mathematical problems in engineering, *Journal of Mathematical Problems in Engineering* 1-13
4. Barati ghahfarokhi, S., S. Soltani koopaei, S. G. Khage aldin and B. Rayegani. 1388. Investigation of land use change changes in qaleh shahrokh sub-basin using remote sensing technique (1974-2001). *Journal of Agricultural and Natural Resources Science and Technology* 13 (47): 349-365. (In Farsi).
5. Doran, J. W., M. Sarrantonio and M. A. Leibig. 1996. Soil health and sustainability. *Journal of Agronomy* 56: 1- 56.
6. Fayzizadeh, B. 2017. Modeling of land use change and its effects on erosion system in alavian dam basin using remote sensing techniques and GIS. *Journal of Hydrogiomorphology* 11: 38-21.
7. Fusagri, A. 2005. Soil erosion in the Catchment of the Unare River. Noticias Agricolas 28: 116-119.
8. Gharagozloo, A. 2015. GIS and Environmental Assessment and Planning, Second Edition, Country Surveying Organization, Tehran. (In Farsi).
9. Haj abasi M., A. Basalatpoora and A. Melali. 1997. The effect of converting rangeland to agricultural land on some physical and chemical properties of southern and southwest soils of Isfahan. *Journal of Agricultural and Natural Resources Science and Technolog* (In Farsi).
10. Jensen, J. R. 2007. Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective. Taylor & Francis Group LLC .Cartography and Geographic Information Science,Vol. 27, Issue 4.
11. Kooch, Y. and N. Moghimian. 1394. Effect of forest degradation and land use change on carbon and soil nitrogen fertility ecophysiological indices. *Forest Journal of Iran. Association of Foresters of Iran* 7(2): 243-256. (In Farsi).
12. Lal, R. 1997. Degradation and resilience of soils. Philosophical Transactions of the Royal Society. London (B). 325: 997-1010.
13. Lu, D., P. Mausel, E. Brondizio and E. Moran. 2004. Change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing* 25(12): 2365-2401.
14. Lundekvam, H. E., E. Romstad and L. Oygarden. 2003. Agricultural policies in Norway and effects on soil erosion. *Journal of Environmental Science & Policy* 6: 57–67.
15. Nazari, N. 1392. Change of pasture land use in arable land and rainfed land and its effect on important soil characteristics in the middle zone. *Quarterly Journal of Modern Agriculture Sustainable* 9(2): 43-50.
16. Ramankutty, N. 2006. Global land cover change: recent progress, remaining challenges. PP: 9- 40. *In:* Lambin, E. F. and H. Geist. (Eds.). Land-use and Land-cover Change. Springer. Berlin Heidelberg New York.
17. Razavian, M. 2012; Urban Land Use Planning, Secretariat Publications, Tehran. (In Farsi).
18. Rawat, J. S., V. Biswas and M. Kumar. 2013. Changes in land use/cover using geospatial techniques: a case study of Ramnagar town area, district Nainital, Uttarakhand, India. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science* 16(1): 111-117.
19. Sabzghobayei, GH; K. Jafarzadeh, S. Dashti, Sh. Yoosefi khaneghah and M. Bazm ara baleshti. 2017. Detection of Land Use Change Using Remote Sensing and GIS. *Science and Technology of the Environment* 19(3): 143-157.
20. Safanian, A. and L. Khodakarami. 1390. Preparation of land use map using Fuzzy classification method. *Land Design* 3(4): 95-114.
21. Xiao, T. Y., B. C. Huiping Liua and G. Xiaofeng. 2015. Land cover changed object detection in remote sensing data with medium spatial resolution. International *Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 38: 129–137.
22. Zare, M., T. Taymoorian and M. H. Joori. 2017. Monitoring land use/cover changes using indicators of intensity of change, degree of dynamics and comparison after classification. *Quarterly Journal of Ecosystems of Iran* 8(1): 123-136. (In Farsi).

Journal of Water and Soil Science (Science and Technology of Agriculture and Natural Resources) Vol. 23, Special Issue of Flood and Soil Erosion, Winter 2020, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Investigating the Land Use Changes in the Upstream of the Zayandehrood Dam (A Study Case: The Toff-sefid Watershed, Chaharmaha and Bakhtiari Province)

M. Pajoohesh*, L. Cheraghpoor, A. R. Davoodian Dehkordi and A. Bozorgmehr[1]

(Received: October 14-2017 ; Accepted: July 18-2018)

Abstract

River discharge is among the influential factors on the operation of water resources systems and the design of hydraulic structures, such as dams; so the study of it is of great importance. Several effective factors on this non-linear phenomenon have caused the discharge to be assumed as being accidental. According to the basics the chaos theory, the seemingly random and chaotic systems have regular patterns that are predictable. In this research, by using methods of phase space mapping, correlation dimension, largest Liapunov exponent and Fourier spectrum power, a period covering 43 years of Zayandehrud River discharge (1971-2013) was evaluated and analyzed based on the chaos theory. According to the results, the non-integer value of the correlation dimension for Eskandari and Ghale Shahrokh stations (3.34 and 3.6) showed that there was a chaotic behavior in the upstream of Zayandehrud-Dam Reservoir. On the other hand, in the Tanzimi-Dam station, the correlation dimension curve was ascending with respect to the embedding dimension, showing that the studied time-series in the downstream of Zayandehrud-Dam Reservoir was random. The slope of the Lyapunov exponent curve for Eskandari, Ghale Shahrokh and Tanzimi-Dam stations was 0.0104, 0.017 and 0.0192, respectively, and the prediction horizon in the chaotic stations was 96 and 59 days. The non-periodical feature of time series was studied by using the Fourier spectrum power. The wide bandwidth, besides other indices, showed that river discharge in the upstream stations of Zayandehrud Reservoir was chaotic.

Keywords: Zayandehrud Reservoir, Hydrometric station, Phase space, Correlation dimension, Fourier spectrum power, Prediction horizon

1. Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
*: Corresponding Author, Email: drpajoohesh@gmail.com