

بررسی مقایسه‌ای تغییرات کاربری اراضی و تأثیر آن بر میزان فرسایش با استفاده از روش طبقه‌بندی شی‌اگرا در حوضه‌ی سیمینه‌رود بوکان

صیاد اصغری سراسکانرود*؛ دانشیار ژئومورفولوژی، گروه جغرافیا، دانشکده‌ی ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

دنیا پالیزیان؛ دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، گروه جغرافیا، دانشکده‌ی ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیلی

الناز پیروزی؛ دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، گروه جغرافیا، دانشکده‌ی ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

تاریخچه مقاله (تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۵/۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۷/۸)

چکیده

تهیه نقشه‌ی کاربری اراضی با استفاده از داده‌های دورسنجی، یکی از جدیدترین و پرکاربردترین روش‌های تهیه نقشه‌ی کاربری اراضی و مقایسه‌ی کاربری‌های موجود است. عدم رعایت قابلیت توسعه‌ی زمین در انتخاب کاربری‌ها و مدیریت غیر اصولی آنها، باعث فرسایش می‌شود. پژوهش حاضر به منظور بررسی روند تغییرات کاربری اراضی و تأثیر آن بر فرسایش، با استفاده از تصاویر سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷ سنجده ASTER ماهواره‌ی Terra انجام شده است. نقشه‌ی کاربری اراضی نیز با استفاده از روش شی‌اگرا تهیه شد. برای ارزیابی صحت نتایج، از داده‌های آموزشی استفاده شد. سپس مهم‌ترین روش‌های ارزیابی صحت، شامل دقت کلی و ضریب کاپای طبقه‌بندی استخراج شد که برای سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷ به ترتیب ۰/۸۹ و ۰/۹۲ درصد بود. نقشه‌ی پهنه‌بندی فرسایش با استفاده از نقشه‌های کاربری اراضی، حاصل و عوامل شامل شیب، لیتولوژی، فاصله از جاده، فاصله از آبراهه، بارش و خاک با استفاده از روش وزندهی کرتیک و روش WLC انجام شد. نتایج نشان داد در نقشه‌ی کاربری حاصل، بیشترین میزان مساحت در سال ۲۰۰۰ به کاربری مراتع اختصاص دارد که در سال ۲۰۱۷ به طور چشمگیری این کاربری کاهش یافته و به زمین‌های زراعی تبدیل شده است. با توجه به نقشه‌ی پهنه‌بندی فرسایش سال ۲۰۰۰، به ترتیب ۸/۷۹ و ۲۸/۲ درصد و با توجه به پهنه‌بندی فرسایش ۲۰۱۷، به ترتیب ۱۱/۰۴ و ۳۴/۰۸ درصد از مساحت شهرستان در دو طبقه‌ی بسیار پرخطر و پرخطر قرار دارد. می‌توان افزایش مساحت مربوط به طبقات بسیار پرخطر و پرخطر فرسایشی را در حوضه‌ی مورد مطالعه بدین علت دانست: تبدیل اراضی با پوشش مرتعی به اراضی زراعت آبی، افزایش مناطق مسکونی در حاشیه‌ی رودخانه، رعایت نکردن حریم رودخانه، افزایش خطوط ارتباطی و به تبع آن دخالت انسان در محیط.

واژگان کلیدی: سیمینه رود، فرسایش، کاربری اراضی، GIS، RS.

۱- مقدمه

یکی از مخاطرات محیطی و بحران‌های اکولوژیکی که امروزه جهان با آن روبروست، پدیده‌ی تغییر کاربری اراضی است (Mousavi et al, 2014). تسریع روند تغییرات کاربری اراضی به تغییرات چشمگیر در کمره‌ی زمین و تحول کاربری‌ها منجر شده؛ به طوری که سطوحی از عرصه‌های طبیعی همچون جنگل‌ها و اراضی کشاورزی به اراضی شهری

تبدیل شده‌اند (Gharagozloo, 2004). تغییرات صورت گرفته در کاربری اراضی، برنامه‌ریزان را بر آن داشته تا برای شناخت راهکارهای مبارزه با این تغییرات به مطالعه‌ی اراضی بپردازند؛ زیرا غالباً این تغییرات مخرب هستند و در راستای توسعه‌ی شهری و از بین بردن محیط‌زیست طبیعی صورت گرفته‌است. آشکارسازی تغییرات در طی یک دوره-ی زمانی، امکان آگاهی از تغییرات را فراهم می‌سازد (Sharifi et al, 2015). برای این منظور می‌توان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و بررسی آنها، تغییرات صورت گرفته در کاربری اراضی را در کمترین زمان و هزینه نسبت به روش‌های سنتی برآورد کرد (Badr, 1999). از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌های موضوعی به دست می‌آید که بیانگر کمیت، کیفیت و چگونگی توزیع پدیده‌های مختلف سطح زمین است (Rahdari et al, 2013).

تغییرات کاربری اراضی یکی از عوامل مهم در فرسایش خاک است. تلفات خاک بر اثر شستشو و تولید رواناب در اراضی شیب‌دار - که ناشی از بروز پدیده‌ی فرسایش است - می‌تواند بر اثر تبدیل اراضی مرتعی به دیم به وجود آید و تخریب اراضی را در برداشته باشد (Sokouty Oskouee et al, 2010). امروزه پدیده‌ی فرسایش خاک به دلیل دخالت‌های غیرکارشناسانه‌ی انسان، از روند طبیعی خود خارج شده و تبعات جبران‌ناپذیری از جمله هدر رفت خاک، کاهش سطح زمین‌های کشاورزی، کاهش عمر مفید سدهای مخزنی و ... را در پی داشته‌است (Karam et al, 2010). استفاده از داده‌های سنجش از دور در محیط GIS، می‌تواند شناخت مناسبی از چگونگی تغییرات کاربری اراضی و راهکارهایی مناسب در مدیریت آن ارائه دهد (Coppin et al, 2004). همچنین با اطلاع از روند تغییرات کاربری اراضی می‌توان در راستای جلوگیری از فرسایش خاک و هدایت اکوسیستم، به سمت تعادل قدم برداشت (Nazari et al, 2010).

تاکنون مطالعات فراوانی پیرامون نقشه‌های کاربری و تهیه‌ی آن، بررسی تغییرات این نقشه‌ها و نقش کاربری در فرسایش خاک در ایران و سایر کشورها انجام شده‌است که در ادامه به برخی از آنها اشاره می‌شود: Erhad و همکاران (۲۰۰۵) با تصاویر ماهواره‌ای به تهیه‌ی نقشه‌ی خطر فرسایش در کشور آلمان پرداختند. نتایج حاصل بیانگر آن است که خطر فرسایش در منطقه بیشتر تحت‌تأثیر خصوصیات خاک و اقلیم است و علت آن، افزایش شاخص فرسایش باران. Chu و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی افزایش تغییرات الگوی رودخانه‌ی هوانگ‌هو در چین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، نتیجه گرفتند که در دوره‌ی زمانی ۲۷ ساله بیشترین فرسایش در بالا دست دیاو کو و شینگیانگو رخ داده و به طرف خط ساحلی عقب‌نشینی داشته‌است. Esfandyari و همکاران (2014) در مطالعه‌ای در حوضه‌ی رود ورس، به بررسی تأثیر کاربری اراضی بر فرسایش پرداختند و به این نتیجه دست یافتند که کاربری زراعی از بیشترین پتانسیل برای فرسایش برخوردار است و مراتع از کمترین پتانسیل. Moradi و همکاران (2016) نیز به ارزیابی تغییر کاربری اراضی مرتعی به دیم‌زار در دو شهرستان رابر و ارزوئیه پرداختند. نتایج نشان داد که گسترش فعالیت‌های زراعی سبب می‌شود مراتع به زمین‌های کم بازده تبدیل شود. Feyzizadeh (2017)، تغییرات کاربری اراضی و نقش آن در فرسایش حوضه‌ی علویان را بررسی کردند. آنها دریافتند که تبدیل اراضی مرتعی پر تراکم به مراتع کم تراکم و زراعت دیم، مهم‌ترین عامل در فرسایش منطقه است. Asghari Saraskanroud و همکاران (2017) نیز به بررسی روند تغییرات کاربری اراضی شهرستان نیر و تأثیر آن بر فرسایش منطقه پرداختند. آنها به این نتیجه رسیدند که به ترتیب ۱۲/۵۴ و ۲۶/۵۱ درصد از مساحت شهرستان، در دو طبقه‌ی بسیار پرخطر و پرخطر قرار دارد. به طور عمده مناطق

با طبقه‌ی بسیار پرخطر و پرخطر در هر دو دوره‌ی زمانی، در کاربری‌های زراعت دیم و زراعت آبی- باغات قرار دارند. Martínez Murillo و همکاران (2011)، به مدل‌سازی اثر تغییرات کاربری زمین بر رواناب و فرسایش خاک در جنوب اسپانیا پرداختند و به این نتیجه رسیدند که افزایش کشت دیم و تبدیل پوشش گیاهی به مناطق مسکونی و راه‌های ارتباطی، به طور محسوسی باعث فرسایش خاک شده‌است. bayat و همکاران (2012) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در حوزه‌ی آبخیز دریاچه‌ی ارومیه، به شبیه‌سازی تأثیر مدیریت کاربری اراضی بر فرسایش خاک پرداختند. نتایج نشان داد بیشترین میزان فرسایش مربوط به زیر حوضه‌هایی است که از نظر اقدامات حفاظتی در اولویت هستند. روند تغییر شدت فرسایش در اثر تغییر کاربری نیز به صورت خطی و مثبت بود. Rozo و همکاران (2014) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست، فرسایش مسیر رود آمازون را بررسی کردند. آنها به این نتیجه رسیدند که رسوب‌گذاری بین سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۶، شدیدتر از رسوب‌گذاری بین سال‌های ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۱ است.

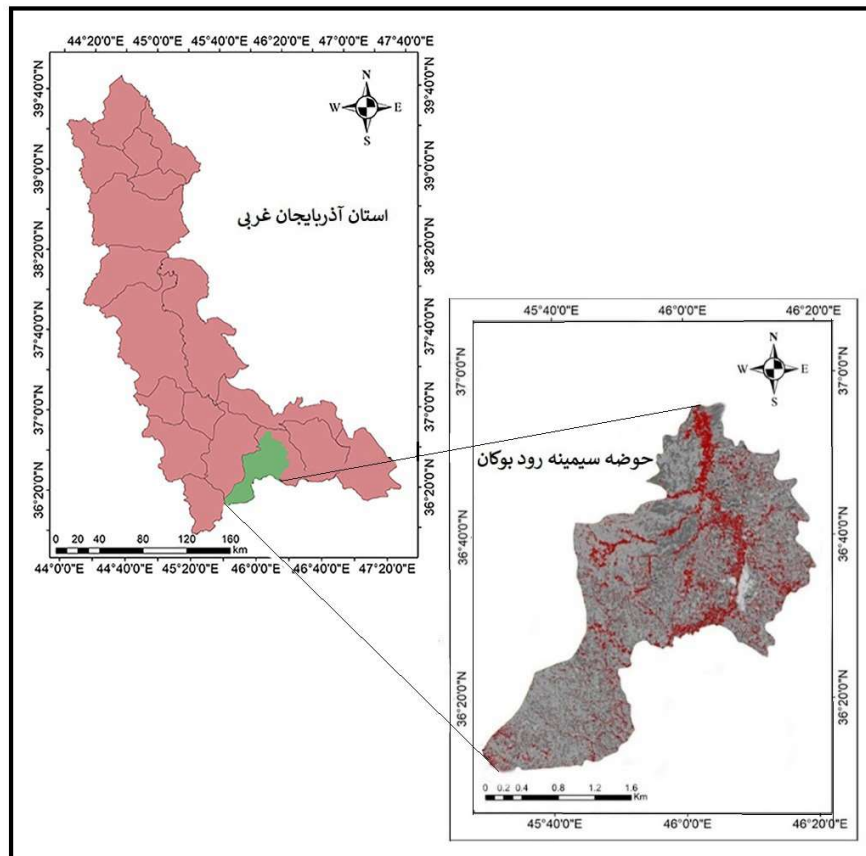
Da Silva و همکاران (2016)، تأثیر تغییرات کاربری زمین بر عملکرد فرسایش خاک را در رودخانه‌ی سانفرانسیسکو بررسی کردند. آنها معتقدند که تغییرات کاربری اراضی، در دسترسی به منابع آب تغییر ایجاد کرده و همین عامل به ایجاد کشت دیم و افزایش فرسایش در منطقه منجر شده‌است. Santos و همکاران (2017) به بررسی تغییرات کاربری اراضی و نقش آن بر فرسایش خاک پرداختند. آنها برای این امر از تصاویر ماهواره‌ای لندست طی سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ استفاده کردند. نتایج به دست آمده نشان داد که سطح زمین‌های کشاورزی و مراتع در این مناطق کاهش یافته و میزان فرسایش ۱۰ برابر افزایش داشته‌است.

حوضه‌ی سیمینه‌رود در استان آذربایجان غربی - که از کوهستان‌های منطقه‌ی سقز، بانه و کردستان عراق سرچشمه می‌گیرد - به سبب قرار گرفتن در منطقه‌ی کوهستانی و پر شیب و کمبود پوشش گیاهی در حوضه، میزان فرسایش و رسوب خاک در آن شدید است. همچنین فعالیت‌ها و اقدامات نادرست انسانی از جمله چرای بی‌رویه‌ی دام-ها، کشت مداوم بدون توجه به توان زمین و شخم غیر اصولی به تشدید فرسایش خاک در این منطقه منجر شده‌است. لذا با توجه به موارد ذکر شده، مطالعه‌ی خطر فرسایش در سطح حوضه ضروری به نظر می‌رسد. همچنین با توجه به اهمیت مطالعه‌ی تغییر کاربری‌ها و نقش آن در فرسایش خاک در گذر زمان و با تأکید بر بررسی کارایی و دقت نتایج حاصل از به کارگیری داده‌های سنجش از دور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، در این پژوهش نیز تغییرات کاربری اراضی در حوضه‌ی سیمینه‌رود شهرستان بوکان و نقش آن در خطر فرسایش خاک (بین سال‌های ۲۰۱۶-۲۰۰۰) مطالعه شد.

۲- منطقه‌ی مورد مطالعه

رودخانه‌ی سیمینه‌رود در استان آذربایجان غربی در بخش گسترده‌ای از حوزه‌ی استحفاظی شهرستان بوکان قرار دارد. مساحت حوضه‌ی این رودخانه در شهرستان بوکان ۱۶۵۸/۴۷۸۲ کیلومتر مربع، بین طول شرقی ۴۵ درجه ۴۰ دقیقه تا ۴۶ درجه ۲۴ دقیقه و عرض شمالی ۳۶ درجه ۵۱ دقیقه تا ۳۶ درجه ۱۲ دقیقه است (شکل ۱). این رودخانه از کوهستان-های منطقه‌ی سقز، بانه و کردستان عراق سرچشمه گرفته‌است و پس از عبور از وسط شهر بوکان و اطراف شهر میاندوآب به دریاچه‌ی ارومیه می‌ریزد. رودخانه‌ی سیمینه‌رود بوکان که در سال‌های نه چندان دور یکی از پرآب‌ترین رودخانه‌های ایران به شمار می‌آمد، اکنون بعد از خشکسالی‌های چند سال گذشته، بخش‌های مختلفی از بستر آن در حال

فرسایش است. این موضوع به کاهش عملکرد و زیبایی این رودخانه منجر می‌شود و امروزه به یک مسأله‌ی اساسی تبدیل شده‌است.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی مورد مطالعه

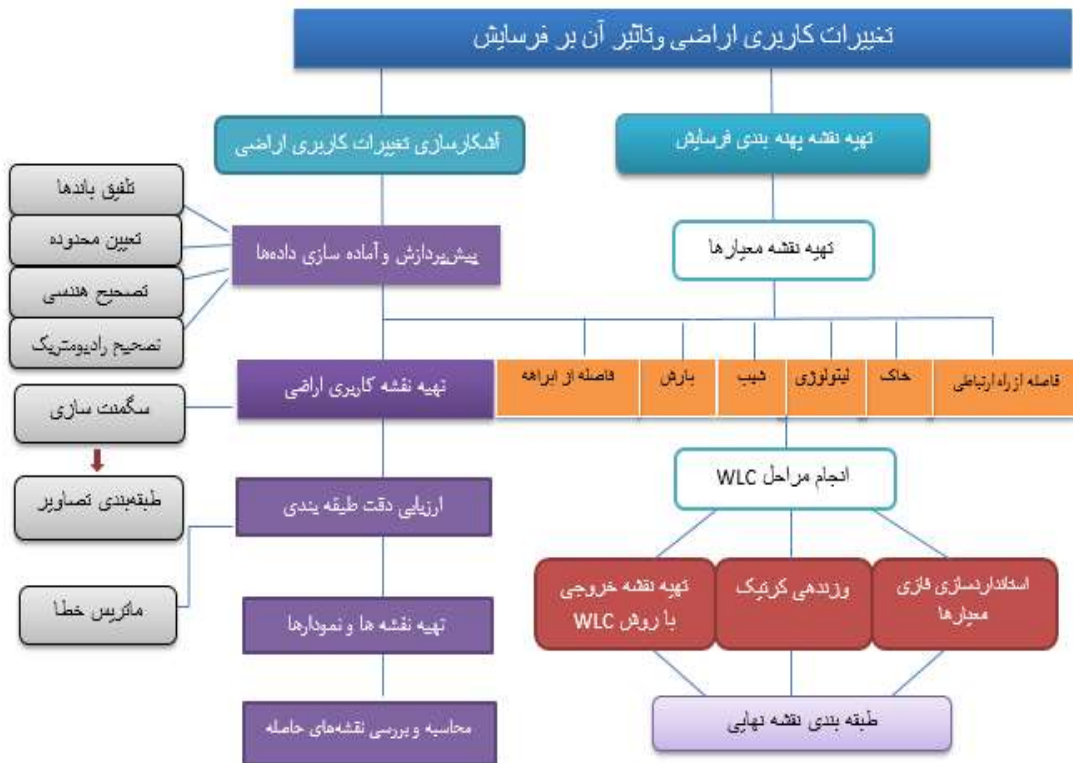
۳- مواد و روش

پژوهش حاضر از نوع کاربردی و روش تحقیق آن، تحلیلی مبتنی بر تلفیق آنالیز داده‌ها و تکنیک‌های دورسنجی و سیستم اطلاعات جغرافیایی است. با استفاده از نقشه‌ی توپوگرافی بوکان (با مقیاس ۱:۵۰,۰۰۰)، لایه‌های فاصله از آبراهه، فاصله از جاده و شیب ترسیم شد. نقشه‌ی خاک محدوده‌ی مورد مطالعه، با استفاده از نقشه‌ی خاک استان و نقشه‌ی زمین‌شناسی محدوده نیز با توجه به نقشه‌ی زمین‌شناسی استان به مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ تهیه شد. نقشه‌ی بارش حوضه با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی موجود در سطح منطقه (جدول ۱) و با به دست آوردن معادله‌ی گرادیان بارش ($P=0.253 H-74.51$) ترسیم شد. برای شناسایی منطقه و تهیه‌ی نقشه‌ی کاربردی، از نقشه‌ی کاربردی اراضی شهرستان و تصاویر google earth و تصاویر ماهواره‌ی TERRA، سنجنده استر - که مربوط به سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷ است - استفاده شد. برای پردازش تصاویر و تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز از نرم‌افزارهای ENVI 5.3، Arc GIS 10.5، Idrisi، selvi و Excel استفاده شده‌است.

جدول ۱: مشخصات ایستگاه‌های مورد استفاده

| ردیف | ایستگاه سینوپتیک | طول جغرافیایی | عرض جغرافیایی | میانگین بارش به میلی‌متر | دوره آماری |
|------|------------------|---------------|---------------|--------------------------|------------|
| ۱ | ارومیه | ۴۵ ۰۳ | ۳۷ ۳۲ | ۳۳۴ | ۱۳۹۷-۱۳۸۰ |
| ۲ | بوکان | ۴۵ ۱۴ | ۳۶ ۳۲ | ۳۶۰ | |
| ۳ | پیرانشهر | ۴۵ ۰۸ | ۳۶ ۴۰ | ۶۶۴ | |
| ۴ | میاندوآب | ۴۶ ۳۰ | ۳۶ ۵۸ | ۴۲۳ | |
| ۵ | مهاباد | ۴۵ ۴۳ | ۳۶ ۴۶ | ۴۰۱ | |
| ۶ | خوی | ۴۴ ۵۸ | ۳۸ ۲۳ | ۲۸۵ | |
| ۷ | ماکو | ۴۴ ۲۶ | ۳۹ ۲۰ | ۳۰۷ | |
| ۸ | سردشت | ۴۵ ۳۰ | ۳۶ ۰۹ | ۸۰۹ | |
| ۹ | تکاب | ۴۷ ۰۴ | ۳۶ ۲۳ | ۳۳۸ | |

در تحقیق حاضر، از تصاویر سنجنده‌ی ASTER برای طبقه‌بندی و بررسی تغییرات کاربری اراضی با روش شیء گرا استفاده شد. به منظور آماده‌سازی برای طبقه‌بندی و انجام پردازش بر روی آنها، ابتدا پیش‌پردازش‌های لازم بر روی تصاویر صورت گرفت. برای پوشش‌دهی کامل منطقه‌ی موردنظر، ۶ تصویر تهیه و تصحیحات رادیومتریکی و اتمسفری بر روی هر یک از تصاویر اعمال شد. سپس تصاویر موردنظر با استفاده از ابزارهای موزائیک به هم متصل و تصاویر موزائیک شده از محدوده‌ی مورد نظر جدا شد. پیش‌پردازش تصاویر نیز در نرم‌افزار ENVI و با روش FLAASH صورت گرفت. سپس به منظور طبقه‌بندی شیء گرا، از نرم‌افزار eCognition Developer 64 و برای ارزیابی نتایج طبقه‌بندی، از ضریب کاپا برای بررسی دقت طبقه‌بندی نقشه‌ها استفاده شد. در محاسبه‌ی ضریب کاپا، پیکسل‌هایی که درست طبقه‌بندی نشده‌است نیز دخالت داده می‌شود؛ از این رو، معیار مناسبی برای مقایسه‌ی نتایج طبقه‌بندی‌های مختلف است. در نهایت به منظور گرفتن خروجی نهایی، به نرم‌افزار Arc GIS انتقال داده شد و خروجی موردنظر از این نرم‌افزار دریافت شد. بعد از تهیه‌ی نقشه‌ی کاربری اراضی، دم منطقه‌ی موردنظر از سایت USGS دریافت شد و در نرم‌افزار Arc GIS با در دست داشتن دم منطقه، شیب و جهت آن و توپوگرافی منطقه حاصل شد. سپس با در نظر گرفتن عوامل شیب، لیتولوژی، فاصله از جاده، فاصله از آبراهه، بارش، خاک و کاربری اراضی، با استفاده از روش‌های وزن-دهی کرتیک و WLC و فازی، نقشه‌ی پهنه‌بندی فرسایش در دو بازه‌ی زمانی ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ تهیه شد. شکل (۲) فرآیند کلی پژوهش را نشان می‌دهد.



شکل ۲: فلوجارت مراحل تحقیق

۴- یافته‌ها (نتایج)

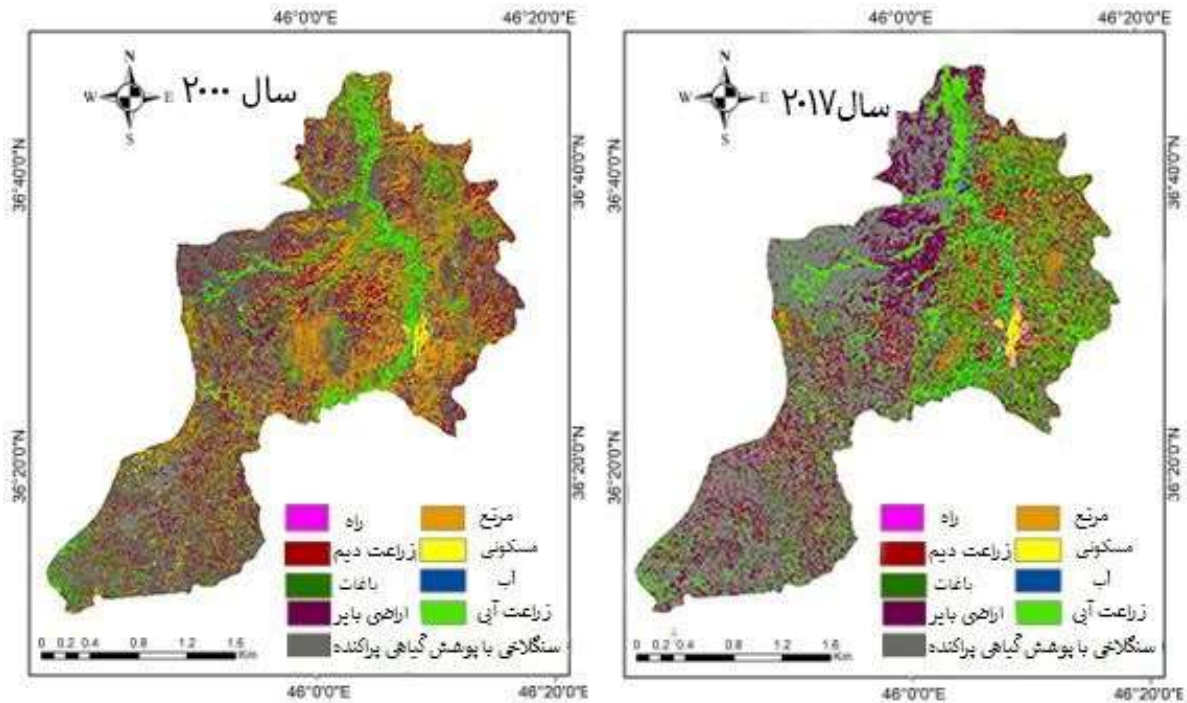
انواع پوشش و کاربری اراضی در منطقه‌ی مورد مطالعه

کاربری‌های موردنظر با پوشش اراضی آنها در ۹ طبقه، دسته‌بندی شدند که در جدول ۲ ارائه شده‌است.

جدول ۲: انواع کاربری‌ها و پوشش اراضی موجود در سطح حوضه‌ی مورد مطالعه

| پوشش اراضی | کاربری اراضی |
|-------------------------------------|------------------|
| زراعت آبی | اراضی کشاورزی |
| زراعت دیم | |
| باغات | اراضی انسان ساخت |
| مسکونی | |
| خطوط ارتباطی | منابع آبی |
| رودخانه | |
| مرتع | سایر کاربری‌ها |
| اراضی سنگلاخی با پوشش گیاهی پراکنده | |
| اراضی بایر | |

در نهایت لایه‌های به دست آمده، برای محاسبه‌ی مساحت کاربری‌ها و تهیه‌ی نقشه‌ی خروجی مناسب به نرم‌افزار Arc GIS 10.5 انتقال داده شد. نقشه‌ی کاربری اراضی سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶، در شکل (۳) نمایش داده شده‌است.



شکل ۳: نقشه‌ی کاربری اراضی سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷ حوضه‌ی سیمینه رود شهرستان بوکان

با توجه به نقشه‌ی حاصل، نتایج نشان می‌دهد بیشترین میزان مساحت در سال ۲۰۰۰ مربوط به کاربری مراتع با ۵۴۱/۹۷۹ کیلومترمربع است؛ حال آنکه در سال ۲۰۱۷ بیشترین میزان مساحت به اراضی سنگلاخی با پوشش اراضی پراکنده به مقدار ۵۹۱/۷۰ کیلومترمربع اختصاص داشته‌است. همچنین کمترین میزان کاربری‌ها به ترتیب در هر دو دوره‌ی ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷ به کاربری‌های خطوط ارتباطی (۵/۳۵۸ و ۸/۱۹۲ کیلومترمربع)، مناطق مسکونی (۹/۱۴۱ و ۱۵/۶۳۹ کیلومترمربع) و آب (۲۲/۳۲۰ و ۱۸/۴۸۰) اختصاص یافته‌است (جدول ۳).

مقایسه‌ی درصد مربوط به وسعت انواع کلاس‌های کاربری اراضی در حوضه‌ی مورد مطالعه بین سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷، در شکل (۴) نمایش داده شده‌است. با توجه به نتایج حاصل، روند کاهش مراتع، میزان آب و زراعت دیم و روند افزایشی کاربری‌های زراعت آبی، اراضی بایر، اراضی سنگلاخی و مناطق مسکونی را مشاهده می‌کنیم. آنچه در این نقشه‌ها بسیار واضح است، کاهش بیش از حد مراتع و تبدیل شدن آن به زمین‌های زراعی است.

جدول ۳: مساحت و میزان تغییرات هر نوع از کاربرهای اراضی در حوضه‌ی سیمینه رود شهرستان بوکان

| رشد تغییرات | مساحت به کیلومتر مربع | | | نوع کاربری |
|-------------|-----------------------|----------|----------|------------------------------|
| | تفاوت | سال ۲۰۱۷ | سال ۲۰۰۰ | |
| افزایشی | ۶/۴۹۸ | ۱۵/۶۳۹ | ۹/۱۴۱ | مناطق مسکونی |
| کاهشی | ۳/۸۴ | ۱۸/۴۸۰ | ۲۲/۳۲۰ | آب |
| کاهشی | ۵۹/۷۷۷ | ۶۲/۴۱۴ | ۱۲۲/۱۹۱ | زراعت دیم |
| افزایشی | ۷/۶۳۳ | ۱۰۴/۲۴۱ | ۹۶/۶۰۸ | باغات |
| افزایشی | ۱۸۰/۴۰۸ | ۳۲۲/۷۶۷ | ۱۴۲/۳۵۹ | زراعت آبی |
| افزایشی | ۹۶/۷۸۵ | ۵۹۴/۹۸۱ | ۴۹۸/۱۹۶ | سنگلاخ با پوشش گیاهی پراکنده |
| افزایشی | ۱۲۹/۲۴۵ | ۳۴۹/۵۹۱ | ۲۲۰/۳۴۶ | اراضی بایر |
| افزایشی | ۲/۸۳۴ | ۸/۱۹۲ | ۵/۳۵۸ | خطوط ارتباطی |
| کاهشی | ۳۵۹/۸۰۶ | ۱۸۲/۱۷۳ | ۵۴۱/۹۷۹ | مراتع |

ارزیابی طبقه‌بندی

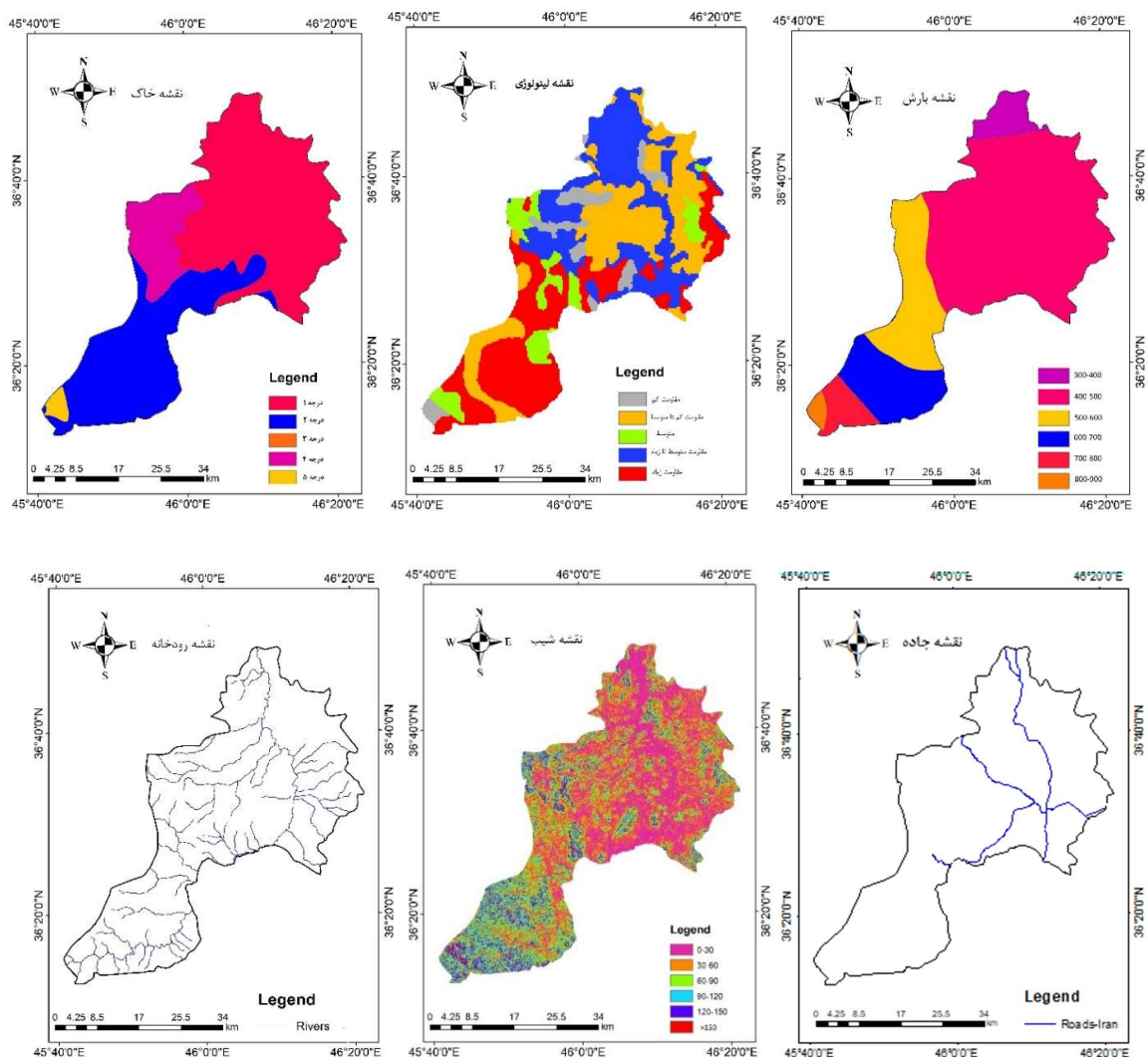
برای سنجش میزان دقت طبقه‌بندی، در تصاویر طبقه‌بندی شده برای هر دو زمان از نمونه‌های تعلیمی استفاده شد. روش معمول و استاندارد برای تعیین دقت نقشه‌های طبقه‌بندی شده، استفاده از ماتریس خطا است. پیکسل‌هایی که درست طبقه‌بندی شده‌اند، روی قطر اصلی قرار می‌گیرند و عناصر غیر قطری، مجموعه خطاها هستند (Fatemi and Rezaei, 2005) که بر اساس ماتریس خطا و ضریب کاپا محاسبه می‌شود. یافته‌های مربوط به صحت طبقه‌بندی برای نقشه‌های کاربری سال‌های ۲۰۱۷ و ۲۰۰۰ محدودی مطالعاتی، در جدول (۴) ذکر شده‌است. بر اساس این جدول، در هر دو تصویر میزان ضریب کاپا قابل قبول است و ضرایب ارزیابی (ضریب کاپا) استخراج شده در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷، به ترتیب ۰/۸۹ و ۰/۹۲ درصد است.

جدول ۴: نتایج ارزیابی دقت تصاویر کلاس‌بندی شده کاربری اراضی در بازه ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷

| نوع کاربری | دقت کاربر (درصد) | | دقت تولید کننده (درصد) | | ضریب کاپا |
|------------------------------|------------------|-------|------------------------|-------|-----------|
| | ۲۰۰۰ | ۲۰۱۷ | ۲۰۰۰ | ۲۰۱۷ | |
| اراضی بایر | ۹۴/۴۷ | ۹۵/۰۳ | ۹۲/۲۱ | ۹۲/۳۲ | |
| زراعت آبی | ۸۹/۷۸ | ۹۴/۱۲ | ۸۷/۳۵ | ۹۱/۸۰ | |
| سنگلاخ با پوشش گیاهی پراکنده | ۹۱/۵۵ | ۹۱/۲۲ | ۹۰/۶۸ | ۸۷/۳۳ | |
| آب | ۱ | ۹۹/۲ | ۹۹/۲۰ | ۹۸/۹۶ | ۰/۸۹ |
| مسکونی | ۹۲/۵۳ | ۹۴/۳۶ | ۹۵/۹۶ | ۹۲/۸۸ | ۰/۹۲ |
| باغات | ۸۶/۵۰ | ۹۰/۰۶ | ۸۸/۶۶ | ۹۰/۱۸ | |
| راه ارتباطی | ۸۸/۱۸ | ۹۰/۵۱ | ۹۰/۶۲ | ۹۵/۳۷ | |
| زراعت دیم | ۸۹/۲۷ | ۹۰/۲۴ | ۸۶/۵۷ | ۸۹/۷۷ | |

پهنه‌بندی فرسایش خاک

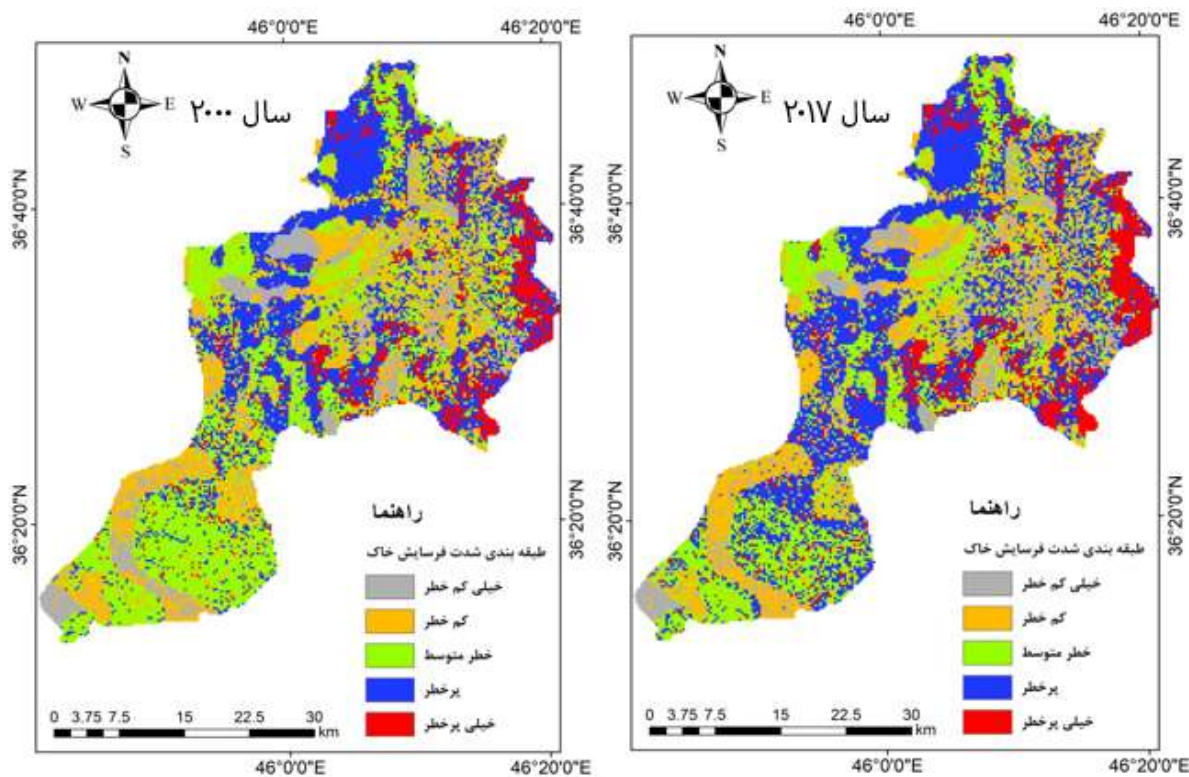
برای پهنه‌بندی فرسایش با توجه به نقشه‌ی کاربری مربوط به دو دوره‌ی زمانی و نقشه‌ی سایر معیارهای مطرح (شکل ۴)، ابتدا وزن‌دهی معیارها انجام شد. مفروضات پایه‌ای و وزن نهایی حاصل از وزن‌دهی کرتیک، در بین معیارهای مطرح در پهنه‌بندی فرسایش محدوده‌ی مورد مطالعه در جدول ۵ آورده شده‌است. سپس با اجرای دیگر مراحل مدل WLC، نقشه‌ی پهنه‌بندی فرسایش در حوضه‌ی سیمینه رود شهرستان بوکان در ۵ طبقه‌ی بسیار پرخطر تا بسیار کم خطر، در دو بازه‌ی زمانی ۲۰۱۷ و ۲۰۰۰ حاصل شد (شکل ۵). مساحت و تعداد پیکسل‌های مربوط به هر یک از طبقات خطر نیز در جدول ۶ ذکر شده‌است.



شکل ۴: نقشه معیارهای مطرح در پهنه‌بندی فرسایش حوضه مورد مطالعه

جدول ۵: مجموع تضاد، انحراف معیار، میزان اطلاعات و وزن نهایی معیارها در پهنه‌بندی فرسایش در حوضه‌ی سیمینه رود بوکان

| وزن نهایی | میزان اطلاعات | انحراف معیار | مجموع تضاد | معیار | سال |
|-----------|---------------|--------------|------------|------------------|---------------------------------|
| ۰/۱۷۴ | ۱/۲۵۰ | ۰/۳۵۹ | ۰/۴۷۹ | شیب | ۲۰۰۰ با استفاده از مستطک کرک |
| ۰/۱۵۴ | ۱/۱۰۵ | ۰/۴۰۲ | ۲/۶۳۲ | لیتولوژی | |
| ۰/۱۶۹ | ۱/۲۱۵ | ۰/۳۷۶ | ۲/۸۰۴ | کاربری | |
| ۰/۱۴۰ | ۱/۰۱۰ | ۰/۴۴۱ | ۲/۲۹۱ | خاک | |
| ۰/۱۴۵ | ۱/۰۴۵ | ۰/۳۷۲ | ۲/۷۸۱ | بارش | |
| ۰/۱۱۱ | ۰/۳۹۱ | ۰/۴۳۴ | ۱/۹۷۶ | فاصله از رودخانه | |
| ۰/۱۰۳ | ۰/۷۴۱ | ۰/۳۹۱ | ۱/۸۹۵ | راه | |
| ۰/۱۶۱ | ۱/۲۰۵ | ۰/۳۵۹ | ۳/۳۵۲ | شیب | ۲۰۱۷ با استفاده از مستطک کرک |
| ۰/۱۴۹ | ۱/۱۱۲ | ۰/۴۰۲ | ۲/۷۶۶ | لیتولوژی | |
| ۰/۲۰۲ | ۱/۵۱۱ | ۰/۴۷۸ | ۳/۱۵۸ | کاربری | |
| ۰/۱۳۷ | ۱/۰۲۴ | ۰/۴۴۱ | ۲/۳۲۲ | خاک | |
| ۰/۱۳۷ | ۱/۰۲۴ | ۰/۳۷۲ | ۲/۷۰۵ | بارش | |
| ۰/۱۱۲ | ۰/۸۳۴ | ۰/۴۳۴ | ۱/۹۲۲ | فاصله از رودخانه | |
| ۰/۰۹۸ | ۰/۷۳۵ | ۰/۳۹۱ | ۱/۸۸۰ | راه | |



شکل ۵: نقشه‌ی پهنه‌بندی فرسایش سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ حوضه سیمینه رود در شهرستان بوکان با استفاده از روش WLC

جدول ۶. اطلاعات طبقات خطر فرسایش سال‌های ۲۰۱۷ و ۲۰۰۰ حوضه سیمینه رود در شهرستان بوکان

| طبقه خطر | بسیار پرخطر | پرخطر | خطر متوسط | کم خطر | بسیار کم خطر | |
|---------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|--------------|---------|
| دامنه ارزشی | ۰/۷۷-۰/۹۵ | ۰/۵۹-۰/۷۶ | ۰/۴۲-۰/۵۸ | ۰/۲۴-۰/۴۱ | ۰/۰-۰/۲۳ | |
| سال ۲۰۰۰ | مساحت به km^2 | ۱۴۷/۹۲۴ | ۴۷۰/۵۱۱ | ۵۱۲/۷۱۰ | ۳۷۳/۲۹۶ | ۱۶۶/۶۱۷ |
| مساحت به درصد | ۸/۷۹ | ۲۸/۲ | ۳۰/۶۴ | ۲۲/۳۲ | ۹/۹۳ | |
| سال ۲۰۱۷ | مساحت به km^2 | ۱۸۵/۹۷۱ | ۵۷۱/۰۸۲ | ۴۱۰/۳۰۰ | ۳۶۹/۳۲۲ | ۱۴۰/۴۲۷ |
| مساحت به درصد | ۱۱/۰۴ | ۳۴/۰۸ | ۲۴/۴۷ | ۲۲/۰۲ | ۸/۳۵ | |

با توجه به نقشه‌های پهنه‌بندی فرسایش در محدوده‌ی مطالعاتی، می‌توان گفت در نقشه‌ی فرسایش سال ۲۰۱۷ و ۲۰۰۰ به طور عمده مناطق با طبقه‌ی بسیار پرخطر و پرخطر در کاربری‌های زراعی، مسکونی، بدون پوشش و بایر قرار دارند و مناطق با خطر کم و بسیار کم در کاربری مراتع. در سال ۲۰۰۰ مساحت طبقه‌ی بسیار پرخطر، ۱۴۷/۹۲۴ کیلومترمربع بوده‌است که مقدار این طبقه از خطر در سال ۲۰۱۷ ۱۸۵/۹۷۱ کیلومترمربع افزایش یافته‌است. مساحت طبقه‌ی پرخطر نیز از ۴۷۰/۵۱۱ کیلومترمربع در سال ۲۰۰۰، به ۵۷۱/۰۸۱ کیلومترمربع در سال ۲۰۱۷ افزایش یافته‌است که علت این امر در درجه‌ی اول، تبدیل اراضی با پوشش مرتعی به اراضی زراعی است. بدین دلیل که جمعیت شهرها در حال افزایش است، گسترش فعالیت‌های کشاورزی برای رفع نیازهای مردم نیز ضروری می‌باشد. با توجه به اینکه رکن اساسی کشاورزی در اراضی زراعی، وجود خاک و آب مناسب است معمولاً اراضی مرتعی، قابل دسترس‌ترین اراضی برای تبدیل شدن به اراضی زراعی هستند. لذا در سطح حوضه‌ی مطالعاتی نیز کاربری مراتع در طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ به میزان ۳۵۲/۷۹ کیلومترمربع کاهش یافته و به زمین زراعی تبدیل شده‌است. باید توجه داشت که تغییر کاربری اراضی مرتعی در زمین‌های کشاورزی به ویژه در مناطق پر شیب کوهستانی، علاوه بر فرسایش خاک به جاری شدن سیل نیز منجر خواهد شد و کیفیت پویای خاک را نیز تحت تأثیر قرار خواهد داد.

در درجه‌ی دوم، علت افزایش مساحت طبقه‌ی بسیار پرخطر را می‌توان در موارد زیر دانست: افزایش مناطق مسکونی در حاشیه و بستر رودخانه با رعایت نکردن حریم آن، افزایش خطوط ارتباطی، تبدیل مناطق بایر به مناطق مسکونی و به تبع آن دخالت انسان در محیط (مانند ایجاد ترانژه برای جاده‌سازی و عدم رعایت اصول مکانیک خاک در احداث مناطق مسکونی، ابنیه‌ی فنی و ...).

۵- بحث و نتیجه‌گیری

اطلاع از نسبت کاربری‌ها و نحوه‌ی تغییرات آن در گذر زمان، یکی از مهم‌ترین موارد در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری است. خاک نیز یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی هر کشور است. امروزه تخریب خاک، رفاه انسان حتی حیات او را نیز تهدید می‌کند. نوع بهره‌برداری از اراضی، عامل بسیار مهمی در فرسایش و تولید رسوب حوضه‌های آبخیز به شمار می‌رود. لذا در این تحقیق با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، به ارزیابی و پایش تغییرات کاربری اراضی در حوضه‌ی سیمینه رود بوکان - که بین سال‌های ۲۰۱۷ - ۲۰۰۰ رخ داده است - و نقش آن در فرسایش خاک پرداخته شد. تعداد کاربری اراضی - با توجه به تصاویر و نقشه‌های کاربری موجود و شرایط منطقه‌ی مورد مطالعه - برای تهیه‌ی نقشه‌ی

پوشش زمین به ۹ کلاس تقسیم شده است که عبارتند از: زراعت آبی، زراعت دیم، باغات، مناطق مسکونی، خطوط ارتباطی، رودخانه‌ها، مرتع، اراضی سنگلاخی با پوشش گیاهی پراکنده و اراضی بایر. نتایج نشان داد که در سال ۲۰۰۰، غالب‌ترین مقدار مساحت کاربری‌ها مربوط به کاربری مراتع با ۵۳۴/۹۶ کیلومتر مربع است و در سال ۲۰۱۷، بیشترین میزان مساحت مربوط به اراضی سنگلاخی با پوشش اراضی پراکنده به مقدار ۵۹۱/۷۰ کیلومتر مربع است. همچنین با توجه به نتایج پژوهش، در طی بازه‌ی زمانی مورد مطالعه مراتع، میزان آب و زراعت دیم کاهش یافته و در مقابل کاربری‌های زراعت آبی، اراضی بایر، اراضی سنگلاخی و مناطق مسکونی روند افزایشی داشته است.

طبق نتایج حاصل از پهنه‌بندی خطر فرسایش در سطح حوضه‌ی سیمینه رود بوکان، مساحت طبقه‌ی بسیار پرخطر و پرخطر به ترتیب از ۸/۷۹ و ۲۸/۲ درصد در سال ۲۰۰۰، به ۱۱/۰۴ و ۳۴/۰۸ درصد در سال ۲۰۱۷ افزایش یافته است که علت این امر را می‌توان به ترتیب در افزایش ۱۸۰/۴۰۸، ۱۲۹/۲۴۵، ۹۶/۷۸۵ و ۶/۴۹۸ کیلومتر مربع از مساحت زراعت آبی، اراضی بایر، مناطق سنگلاخی و مناطق مسکونی و کاهش ۳۵۹/۸۰۶ کیلومتر مربع از سطح مراتع دانست. در منطقه‌ی مورد مطالعه با تبدیل مرتع به زمین زراعی و شخم خوردن مراتع در شیب‌های تند، احتمال افزایش رواناب و فرسایش بیشتر می‌شود. بنابراین، با توجه به نقشه‌های پهنه‌بندی فرسایش در محدوده‌ی مطالعاتی در سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷، به طور عمده مناطق با طبقه‌ی بسیار پرخطر و پرخطر در کاربری‌های بدون پوشش و بایر، و زراعت آبی قرار دارند؛ حال آنکه مناطق با خطر کم و بسیار کم در کاربری مراتع قرار گرفته‌اند. می‌توان گفت نتایج مطالعه با نتایج مطالعات افرادی چون Esfandiyari و همکاران (2014)، Moradi و همکاران (2016)، Feyzizadeh (2017)، Asghari و همکاران (2017)، Saraskanroud و همکاران (2017)، Martínez Murillo و همکاران (2011) و Da Silva و همکاران (2016) تطابق دارد؛ بدین صورت که آنها نیز معتقدند کاربری زراعی از بیشترین پتانسیل برای ایجاد فرسایش برخوردار است و مراتع از کمترین پتانسیل. همچنین می‌توان گفت که نتیجه به دست آمده مانند نتیجه‌ی مطالعه‌ی Martínez-Murillo (2011)، بر نقش پوشش گیاهی در ایجاد فرسایش و تبدیل کردن آن به مناطق مسکونی تأکید دارد.

به نظر می‌رسد لازم است در جهت حفظ عرصه‌های طبیعی، تثبیت و قانونی کردن کاربری اراضی و کنترل فرسایش، اقداماتی برای حفاظت از خاک و آب در مناطق با پتانسیل فرسایشی بالا در چارچوب طرح‌های حفاظتی در دستور کار متخصصان و مدیران اراضی قرار گیرد. از سوی دیگر، هر گونه تغییر در کاربری اراضی حوضه‌ی مورد مطالعه، بایستی بر اساس آگاهی و دانش کافی از محدودیت‌های زیست محیطی منطقه و خطرات احتمالی ناشی از تغییر کاربری باشد.

منابع

1. Asghari Saraskanroud, S.; Aghayari, L.; & E. piroozi, 2016. Study of landuse change and its effect on erosion in Nir city using GIS and RS (Case study: Nir county), *The Journal of RS & GIS for Natural Resources*, 8(4), 49-62. (In Persian)
2. Badr, R., 1999. Using of remote sensing and geographic information system in the physical development of the city Shahreza, Master's thesis University of Tarbiat Modarres, (In Persian).
3. Bayat, R.; Sarreshtedari, A.; Jafari Ardakani, A.; & R. sokouti oskouee, 2011. Simulation of land use management effect on soil erosion of Orumiyeh lake watershed, *Journal of Watershed Engineering and Management*, 4(3), 118-127.

4. Chu, Z. X.; Sun, S. K.; Zhai, K.; & H. Xu, 2006. Changing pattern of accretion/erosion of the modern Yellow River (Huanghe) subaerial delta, China: Based on Remote Sensing of Environment, 75, 230-244.
5. Coppin, P.; Jonckheere, I.; Nackaerts, K.; Muys, B.; & E. Lambin, 2004. Digital change detection methods in ecosystem monitoring: A review, *International Journal of Remote Sensing*, 25(9), 1565-1596.
6. Da Silva, V. P. R.; Silva, M. T.; & E. P. De Souza, 2016. Influence of land use change on sediment yield: a case study of the sub-middle of the sao francisco river basin, *Soil and Water Engineering*, 36 (6), 1005-1015.
7. Erhard, M.; Boken, H.; & F. Glante, 2005. The assessment of the actual soil erosion risk in Germany, based on CORINE land- cover and statistical data from the main representative survey of land use.
8. Esfandiari, M.; Moeini, A.; & R. Moqadasi, 2014. Effect of land use and vegetation on erosion forms and sediment production (Case Study: Watershed Vers Qazvin province), *Territory (Sarzamin)*, 11 (42), 51-62. (In Persian)
9. Fatemi, B., & Y. Rezaei, (2005). "Principles of Remote Sensing", Tehran: Azadeh Press, 296 p. (In Persian)
10. Feizizadeh, B., 2017, Modeling the Trends of the Land Use Cover Change and Its Impacts on the Erosion System of the Allavian Dam Based on the Remote Sensing and GIS Techniques, *Hydrogeomorphology*, 3 (11), 21-38. (In Persian)
11. Gharagozloo, A., 2004. GIS and Evaluation and Program Planning Environmental, Published by National Cartographic. (In Persian)
12. Karam, A.; Safarian, A.; & Sh. Hajje Foroshnia, 2010. Estimation of soil erosion in the watershed zoning Mamlou (zaragh Tehran) using methods modified universal equation of soil erosion and the analytic hierarchy process, *Researches in Earth Sciences*, 1(2), 73-86. (In Persian)
13. Martínez-Murillo, M. J. F.; Lopez Vicente, M.; Poesen, J.; & J. D. Ruiz Sinoga, 2011. Modelling the effects of land use changes on runoff and soil Eerosion in two Mediterranean catchments with active gullies (South of Spain), *Landform Analysis*, 17(1), 99-104.
14. Moradi, A.; Jafari, M.; Arzani, H.; & M. Ebrahimi, 2016. Assessment of land use changes into dry land using satellite images and Geographical information system (GIS), *Journal of Rs and GIS for Natural Resources*, 7 (11), 89-100. (In Persian)
15. Mousavi, H.; Ranjbar, A.; & M. Haseli, 2014. Monitoring and Trending of Landuse Changes in Abarkooh Basin using Satellite Images (1976-2014), *The Journal of Geographical Data (SEPEHR)*, 25(97), 129-146. (In Persian)
16. Nazari Samani, A.; Ghorbani, M.; & H. R. Koohbenani, 2010. Assessment of land use change trend in Taleghan watershed in 1987- 2001, *Rangeland*, 4(3), 442-450. (In Persian)
17. Rahdari, V.; Maleki, S.; & E. Abtin, 2013. Investigation on satellite data capability for wetland region zooninig (case study hamoun wildlife refuge), *Journal of wetland ecobiology*, 5(4), 67-78. (In Persian).
18. Roza, M. G.; Nogueira, A. C. R.; & C. Soto Castro, 2014. Remote Sensing-based analysis of the planform changes in the Upper Amazon River over the period 1986-2006, *Journal of South American Earth Science*, 51, 28-44.
19. Santos, J. C. N.; Andrade, E. M.; Medeiros, P. H. A.; & M. Joao, 2017. Land use impact on soil erosion at different scales in the Brazilian semi-arid, *Revista Ciencia Agronomica*, 48(2), 251-260.
20. Sharifi, L.; Kamel, S.; & B. Feizizadeh, 2015. Monitoring Bioenvironmental Impacts of Dam Construction on Land Use Cover Changes in Sattarkhan Basin Using Multi-Temporal Satellite Imagery, *Iranica Journal of Energy and Environment*, 6 (1), 39-46. (In Persian).

21. Sokouty Oskouee, R.; Nikami, D.; & N. Qa'imian, 2010. Investigating the effect of hillslope on soil losses in pasture and dryland landuse, Proceedings of the 6th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering and 4th National Conference on Erosion and Sediment. 1-7. (In Persian)

A Comparative Study of Land-Use Change and its Impact on Erosion Rate Using Object-Oriented Classification Method in Simineh Rood Basin of Boukan

Sayyad asghari saraskanrood¹: *Associate professor of Geomorphology, Department of geography, Faculty Literature of Humanities, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil*

Delnya Palizban: *MS.c Student in RS and GIS, Department of geography, Faculty Literature of Humanities, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil*

Elnaz piroozi: *Ph.D. Student in Geomorphology, Department of geography, Faculty Literature of Humanities, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil*

Article History (Received: 2018/7/30

Accepted: 2018/9/30)

Extended abstract

1- Introduction

Human beings have always sought to assess changes and discover changes. Soil erosion is one of the most important factors in soil degradation and reduction of fertility. Today, erosion of the soil due to non-expert human intervention has been removed from its natural process and has led to irreparable consequences. Considering the importance of studying changes in land use and its role in soil erosion over time, land use changes in Simineh Rood of the Boukan County in West Azarbaijan province and its role in soil erosion (between 2000 and 2017) were studied.

2- Methodology

The current research was conducted based on the integration of data analysis and remote sensing techniques as well as the geographic information system. In the present study, the layers of distance from the waterway and the distance from the road and the slope were delineated using Boukan topographic map. Also, the soil map of the area was prepared, using the soil map of the province. Moreover, the geology map of the area was sketched according to the geology map of the province. The basin rainfall map was set out using Boukan meteorological stations data as well as the adjacent stations, obtaining gradient equation of precipitation. To identify the area and to prepare a map of the city, the map of the county lands and the images of the google earth and the terra images of the Terrestrial Sensor, pertaining to the years 2000 and 2017, were utilized. ENVI 5.3, Arc GIS 10.5, Idrisi selvi and Excel were employed for the processing of the images and for the analyses of the data. The land use map of the basin was prepared using an object-oriented method. The WLC method as a multi-criteria analysis technique was applied to prepare the erosion zonation map.

3- Results

The map of the studied basin was prepared in 9 classes (aquaculture, rainforest, orchards, residential areas, communication lines, water, pasture, rocky lands with scattered vegetation and Bayer lands) through an object-oriented method. According to the obtained map, the results showed that the highest area in 2000 was related to the use of rangeland with a total area of 541.979 square miles. In 2017, the highest amount of land covered with the rocky lands with a dispersed land cover

¹ Corresponding Author: s.asghari@uma.ac.ir

was 591.70. Also, the lowest usage rates in both years included the use of communication lines with 5.358 and 8.192 km², the residential areas with 9.141 and 15.639 sq. Km, and the water with 22.320 and 18.480. The coefficients of evaluation (Kappa coefficient) extracted in 2000 and 2017 were 0/89 and 0/92, respectively. According to the erosion zoning maps in the area, in 2000 the area of the high risk class was 147.924 sq. Km, which increased to 185.971 sq. Km in 2017. In contrast with the high risk area of 470,511 sq km in 2000, it increased to 571 .081 sq km in 2017.

4- Discussion & Conclusions

According to the results of the study, during the study period, pastures, drought and water decreased, and in contrast with the use of aquaculture, dry land, rocky land and residential areas, there was an increasing trend. According to the results of erosion hazard zonation, the area of high-risk and high risk classes increased from 8.79% and 28.2% in 2000 to 11.04% and 34.08%, respectively, in 2017. This can be attributed to an increase of 180.408, 129.245, 96.875, and 6.498 km² from the area of arable land, bayer lands, rocks and residential areas, and a decrease of 359.806 square kilometers of rangelands. Therefore, according to the erosion zoning maps in the study area, in 2000 and 2017, the areas with high-risk categories are either unused or with agronomic uses, and the areas with low risk are very little in the pastures. It can be concluded that the results of the study are as follows: the studies of Esfandiari et al. (2014), Moradi (2016), Faizizadeh (2017), Asghari et al. (2017), Martinsmurilo et al. (2011) and Dasilova et al. (2016) are consistent with the fact that crops are the most common and the pastures have the least potential for erosion.

Key Words: Landuse, Simineh Rood, Erosion, GIS, RS.