

محور مقاله: فرسایش آبی، سیلاب و حفاظت خاک و آب

برآورد میزان فرسایش و رسوب بر مبنای پردازش شیء‌گرایی تصاویر ماهواره‌ای و مدل MPSIAC

(مطالعه موردی: حوضه آبخیز ليقوان)

پناه محمدی^{۱*}، عباس احمدی^۲، بختیار فیضی‌زاده^۳، علی‌اصغر جعفرزاده^۴، مهدی رحمتی^۵^۱ دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز^۲ دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز^۳ استادیار گروه سنجش‌از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی دانشکده جغرافیا، دانشگاه تبریز^۴ استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز^۵ استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

چکیده

فرسایش خاک یکی از مهمترین مسائل زیست‌محیطی در جهان و ایران می‌باشد. لازمه مبارزه با فرسایش خاک و کاهش اثرات تخریبی آن وجود داده‌های کمی است تا بتوان به کمک آن مناطق بحرانی و نیازمند محافظت را شناسایی کرد. باتوجه به زمان‌بر بودن و هزینه بالای روش‌های سنتی، انجام تحقیقات اصولی با استفاده از فناوری‌های جدید سنجش‌از دور و تصاویر ماهواره‌ای ضروری می‌نماید. بنابراین در این تحقیق به منظور برآورد فرسایش و رسوب حوضه آبخیز ليقوان (به مساحت ۷۶ کیلومتر مربع) از مدل تجربی MPSIAC، روش‌های نوین سنجش‌از دور و پردازش شیء‌گرایی تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده است. برای این منظور وضعیت اطلاعات پایه‌ای با استفاده از نقشه‌های موجود، تصاویر ماهواره‌ای سنتینل-۲، داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی، هیدرومتری و عملیات صحرایی تهیه شده و وارد سیستم گردید. پس از تشکیل بانک اطلاعاتی و وزن‌دهی به لایه‌ها بر اساس مدل MPSIAC، نقشه پهنه‌بندی رسوب‌دهی حوضه با توجه به واحدهای هیدرولوژیک استخراج گردید. مقایسه مقادیر رسوب برآوردی و پهنه-بندی رسوب‌دهی حوضه نشان می‌دهد که حوضه از نظر مقادیر فرسایشی در کلاس کم تا زیاد قرار دارد. طبق نتایج بدست آمده، حدود ۲۸۲ تن خاک در طول یک سال از واحد سطح حوضه (کیلومتر مربع) فرسایش یافته و رسوب تولید می‌شود.

کلمات کلیدی: پردازش شیء‌گرا، فرسایش و رسوب، مدل MPSIAC، حوضه آبخیز ليقوان

مقدمه

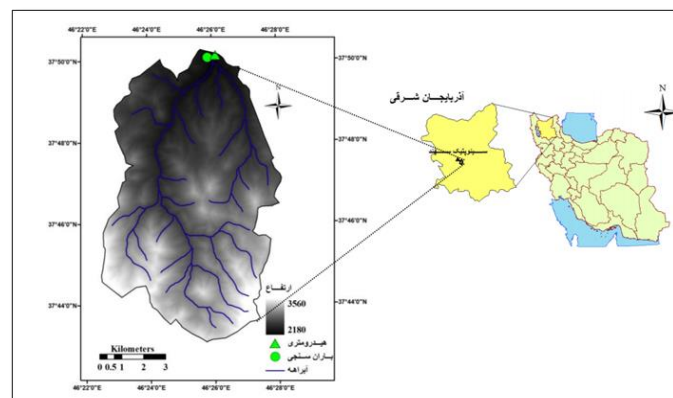
فرسایش خاک از جمله مهمترین عوامل زیست محیطی قرن حاضر در سرتاسر دنیا بویژه کشور ایران می‌باشد. رسوبات ناشی از این فرآیند ضمن آلودگی آب‌ها سبب پرشدن مخازن سدها و افت پتانسیل تولید و بهره‌وری زمین‌ها و محیط‌زیست و منابع طبیعی می‌باشد. بنابراین آگاهی از وضعیت فرسایش و حجم تولید رسوب سالیانه در حوضه‌های آبخیز بسیار مهم و نیازمند مطالعات بیشتر و هدفمند برای شناسایی عوامل موثر در این فرآیند می‌باشد (Zandi, 2012). باتوجه به اینکه اغلب مکان‌های جغرافیایی به لحاظ تفاوت در ستاختر ژئومورفولوژیکی، در مقابل عوامل فرسایش‌به‌طور یکسان آسیب‌پذیر نیستند، بنابراین اولین قدم در مقابله با پدیده فرسایش و مبارزه با آن، شناسایی و پهنه‌بندی مناطق آسیب‌پذیر و تعیین مقادیر کمی فرسایش و تولید رسوب است. یکی از کاربردی‌ترین روش‌های کمی که توانایی آن در برآورد دقیق‌تر تولید رسوب در حوضه‌های آبخیز ایران مورد ارزیابی قرار گرفته، مدل تجربی MPSIAC می‌باشد (رفاهی، ۱۳۸۵). Tangestani (۲۰۰۶) ضمن تهیه نقشه فرسایش در زیرحوضه آفرز در حوضه قره-آغاج، مقدار فرسایش و رسوب را با استفاده از تصاویر رقومی ETM+ و مدل‌های فیزیکی MPSIAC و EPM برآورد کرده و نتیجه گرفت که مدل MPSIAC نتایج بهتری را نسبت به مدل EPM برای حوضه موردنظر داده است.

امروزه سنجش‌ازدور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی به دلیل صرفه‌جویی در وقت و هزینه، و ارائه نتایج دقیق‌تر نسبت به روش‌های سنتی، با استقبال زیادی از سوی محققین مواجه شده و به‌عنوان ابزاری قدرتمند و ارزان جهت مدیریت، ارزیابی و اداره پدیده‌ها و منابع زمینی، از سیستم‌های پیشرفته مطالعات منابع طبیعی بخصوص در مطالعات فرسایش خاک و رسوب‌دهی حوضه‌های آبخیز به‌شمار می‌آید (Höbling و همکاران، ۲۰۱۵). با توجه به مزیت‌ها و ویژگی‌های سنجش‌ازدور، از جمله تشخیص عوارض و پدیده‌های زمینی بدون دخالت و تماس فیزیکی و با کاربرد تابش امواج الکترومغناطیسی به سطح عوارض و ثبت موج برگشتی به وسیله سنجنده‌ها، امکان دید کلی و جزئی را در منطقه فراهم می‌کند (Feyzizadeh و

همکاران (۱۳۸۶). همچنین پیشرفت‌های خوب در علوم کامپیوتر و هوش مصنوعی، منجر به توسعه تکنیک‌های جدید مانند پردازش شیء‌گرا^۱، به منظور استخراج اتوماتیک اشیاء طبیعی از تصاویر ماهواره‌ای، شده است (Baatz و همکاران، ۲۰۰۰). پردازش شیء‌گرا یکی از روش‌های طبقه‌بندی و استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد که در آن براساس ویژگی‌های طیفی، شکلی و زمینه‌ای شیء و با استفاده از دانش کارشناسی، نسبت به شناسایی عوارض مورد نظر اقدام می‌شود (Brodsky و همکاران، ۲۰۰۶). Feyzizadeh و همکاران (۲۰۰۹) نقشه کاربری اراضی استان آذربایجان غربی را با دو روش طبقه‌بندی پیکسل پایه^۲ (الگوریتم حداکثر احتمال) و شیء‌گرا (الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه) و با استفاده از تصاویر سنجنده HDR ماهواره SPOT-5 تهیه کردند. نتایج مربوط به صحت کلی طبقه‌بندی آنها نشان داد که روش طبقه‌بندی شیء‌گرا با افزایش دقت معادل ۷٪ در هر دو شاخص صحت کلی و ضریب کاپا از دقت بالاتری برخوردار است. روش طبقه‌بندی شیء‌گرا تا حد وسیعی سنجش از دور را به حوزه‌هایی که منجر به تصمیم‌گیری می‌شوند، وارد می‌سازد و قادر است از پتانسیل اطلاعات نهفته در تصاویر ماهواره‌ای با رزولوشن بالا استفاده کند (Saidzadeh, ۱۳۹۴). علی‌رغم ارائه و توسعه روش‌های نوین پردازش تصاویر ماهواره‌ای برای شناسایی تغییرات سطح زمین، در اغلب تحقیقات انجام شده در ایران، بصورت مطالعات میدانی و با صرف وقت و هزینه بالا، نسبت به شناسایی و تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی اقدام می‌شود، بنابراین لزوم ارائه و استفاده از این روش‌های نوین که از سرعت و دقت مناسبی برخوردار هستند، ضروری می‌نماید. لذا هدف از این تحقیق برآورد فرسایش و رسوب حوضه آبخیز لیقوان با کاربرد روش پردازش شیء‌گرای تصاویر ماهواره‌ای، جهت تهیه نقشه‌های پوشش زمین و کاربری اراضی، و استفاده از آنها در مدل فیزیکی MPSIAC و تهیه نقشه پهنه‌بندی تولید رسوب منطقه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

حوضه لیقوان از زیرحوضه‌های مهم آجی‌چای بوده که با وسعتی معادل ۷۶ کیلومتر مربع و محیط ۴۲/۱۳ کیلومتر در استان آذربایجان شرقی در دامنه شمالی کوه سه‌سهند ما بین طول‌های شرقی ۴۶° ۲۵' تا ۴۶° ۲۶' و عرض‌های شمالی ۳۷° ۴۵' تا ۳۷° ۵۰' گسترده شده است. بلندترین نقطه حوضه با ارتفاع ۳۶۲۰ متر از سطح دریای آزاد در جنوب شرقی ارتفاعات سه‌سهند و پایین‌ترین نقطه آن با ارتفاع ۲۱۴۰ متر در محل ایستگاه هیدرومتری لیقوان می‌باشد. شکل ۱ موقعیت حوضه آبخیز لیقوان را نشان می‌دهد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در ایران و استان آذربایجان شرقی

روش به کارگرفته شده در تحقیق حاضر مدل تحلیلی توصیفی MPSIAC است که با توجه به اهداف اصلی از منابع متعدد اسنادی، مشاهداتی و میدانی در آن استفاده شده است. در این روش نقشه‌های توپوگرافی منطقه (جهت تهیه نقشه‌های موضوعی و پایه)، نقشه‌های زمین‌شناسی و خاکشناسی، داده‌های هواشناسی و هیدرومتری مورد استفاده قرار می‌گیرند. علاوه بر این در تحقیق حاضر از تکنولوژی سنجش از دور و پردازش

¹ - Object-Oriented Processing

² - Pixel base classification

شیء‌گرایی تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده و با پردازش تصاویر ماهواره‌ای سنتینل-۲ با استفاده از نرم‌افزارهای ERDAS و eCognition، نقشه پوشش زمین و وضعیت کاربری اراضی بعنوان بخشی دیگر از مستندات مورد نیاز تحقیق تهیه گردید. برای تهیه این نقشه‌ها از تصاویر ماهواره‌ای سنتینل-۲ (سال ۲۰۱۶) و باندهای ۲ تا ۸ (با ضریب تاثیرگذاری صفر تا یک برای هر باند) استفاده شد. به منظور افزایش دقت و صحت طبقه‌بندی و با روش پردازش شیء‌گرا، از نمونه‌های واقعیت زمینی برداشت شده با استفاده از GPS و مشاهدات میدانی و عکس‌های هوایی نیز استفاده شد. جهت اجرای مراحل مختلف تحقیق ابتدا حوضه مورد مطالعه به ۱۳ واحد کاری تقسیم شده و سپس ارزش عددی مربوط به هر کدام از عوامل نه‌گانه مدل MPSIAC محاسبه شدند. مطالعات میدانی مورد نیاز برآورد میزان فرسایش و رسوب با استفاده از مدل MPSIAC، شامل نمونه‌برداری و تهیه گزارش‌های منطقه‌ای در ارتباط با فرسایش و رسوب و بررسی وضعیت فرسایش و انواع آن در حوضه می‌باشد که برای این منظور، ضمن نمونه‌برداری خاک جهت انجام مطالعات آزمایشگاهی، امتیاز هر یک از فاکتورهای مدل MPSIAC، نیز تعیین شده و بر اساس شدت و ضعف هر عامل، ارزش عددی هر کدام از آنها با استفاده از روابط ارائه شده در جدول ۱ محاسبه گردید.

جدول ۱. عوامل موثر در مدل MPSIAC و نحوه امتیاز دهی به آن

ردیف	عوامل MPSIAC	امتیاز	محاسبه امتیاز عامل MPSIAC	شرح پارامترها
۱	زمین شناسی سطحی	۰ - ۱۰	$Y_1 = X_1$	X_1 شاخص فرسایش پذیری سنگها
۲	خاک	۰ - ۱۰	$Y_2 = 16.67X_2$	X_2 فرسایش پذیری خاک
۳	آب و هوا	۰ - ۱۰	$Y_3 = 0.2X_3$	X_3 بارندگی ۶ ساعته
۴	رواناب (جریانهای سطحی)	۰ - ۱۰	$Y_4 = 0.006R + 10Q_P$	R ارتفاع رواناب و Q_P دبی ویژه
۵	پستی و بلندی	۰ - ۲۰	$Y_5 = 0.33X_5$	X_5 شیب متوسط حوضه بر حسب درصد
۶	پوشش زمین	۱۰ - ۱۰	$Y_6 = 0.2X_6$	X_6 درصد زمین لخت (لاشبرگ و سنگ)
۷	کاربری اراضی	۱۰ - ۱۰	$Y_7 = 20 - 0.2P_c$	P_c درصد تاج پوشش
۸	وضعیت فعلی فرسایش	۰ - ۲۵	$Y_8 = 0.25 S.S.F$	SSF فرسایش سطحی خاک
۹	فرسایش رودخانه‌ای	۰ - ۲۵	$Y_9 = 1.67 S.S.F.g$	S.S.F.g فرسایش خندقی خاک

در این مدل پس از تعیین امتیاز عددی ۹ فاکتور در نظر گرفته شده و به محاسبه جمع جبری نمرات آنها، جهت تعیین درجه رسوب‌دهی در هر یک از اجزای واحد اراضی، از ماتریس استاندارد (جدول ۲) استفاده می‌شود (Ahmadi, ۱۳۸۶). اما به منظور اعمال دقت بیشتر و کاهش اشتباه در برون‌یابی و درون‌یابی، به منظور محاسبه میزان تولید رسوب از رابطه ۱ استفاده می‌شود:

$$Q_s = 38.77e^{0.0353R} \quad (1)$$

که در آن Q_s ، میزان رسوب‌دهی سالانه در واحد سطح بر حسب مترمکعب بر کیلومتر مربع در سال و R ، درجه‌ی رسوب‌دهی یا حاصل جمع نمرات عوامل ۹ گانه مدل MPSIAC و بطور نرمال برحسب مترمکعب بر کیلومتر در سال می‌باشد.

جدول ۲. ماتریس استاندارد طبقه‌بندی کلاس تولید رسوب در مدل MPSIAC

کلاس رسوب‌دهی	طبقه‌بندی کیفی	درجه رسوب‌دهی (مجموع امتیازات عددی)	تولید رسوب (مترمکعب بر کیلومتر مربع در سال)
۵	خیلی زیاد	۱۵۰-۱۰۰	بیش از ۱۴۵۰
۴	زیاد	۱۰۰-۷۵	۴۵۰-۱۴۵۰
۳	متوسط	۷۵-۵۰	۲۵۰-۴۵۰
۲	کم	۵۰-۲۵	۹۵-۲۵۰
۱	ناچیز	۲۵-۰	کمتر از ۹۵

در مرحله اول نقشه پایه منطقه مطالعاتی بر روی نقشه‌های مقیاس ۱/۲۵۰۰۰ تهیه و محدوده مورد مطالعه بر اساس خصوصیات هیدرولوژیکی و خط الرأس‌های حوضه آبخیز تعیین گردید. در این مرحله با استفاده از این نقشه‌های پایه و اطلاعات و داده‌های هواشناسی، بارندگی و هیدرومتری، نقشه‌های عامل زمین‌شناسی، خاک، توپوگرافی، آب و هوا، رواناب، فرسایش سطحی و رودخانه‌ای تهیه شد. همانطور که اشاره شد برای تهیه نقشه‌های پوشش زمین و کاربری اراضی نیز از تصاویر ماهواره سنتینل-۲ استفاده شد. این تصاویر که بصورت رایگان از سایت Copernicus قابل دانلود می‌باشند، دارای قدرت تفکیک زمانی ۵ و ۱۰ روز، قدرت تفکیک مکانی ۱۰، ۲۰ و ۶۰ متر و قدرت تفکیک طیفی ۱۳ باند هستند (جدول ۳). قبل از فرآیند طبقه‌بندی، تمامی خطاهای سیستماتیک و غیرسیستماتیک موجود در تصاویر با اعمال پیش‌پردازش‌های تصحیح هندسی، تصحیح رادیومتریکی و اتمسفری برطرف گردید. به منظور آماده‌سازی تصاویر جهت ورود به طبقه‌بندی و بررسی و تجزیه و تحلیل آنها از نرم‌افزارهای ERDAS، ArcGIS و eCognition استفاده شد.

جدول ۳. مشخصات باندهای ماهواره سنتینل-۲ استفاده شده در این تحقیق

باند	ویژگی	عرض باند (نانومتر)	طول موج مرکزی باند (میکرومتر)	قدرت تفکیک (متر)
باند ۲	باند آبی	۶۵	۰/۴۹۰	۱۰
باند ۳	باند سبز	۳۵	۰/۵۶۰	۱۰
باند ۴	باند قرمز	۳۰	۰/۶۶۵	۱۰
باند ۵	لبه قرمز پوشش گیاهی	۱۵	۰/۷۰۵	۲۰
باند ۶	لبه قرمز پوشش گیاهی	۱۵	۰/۷۴۰	۲۰
باند ۷	لبه قرمز پوشش گیاهی	۲۰	۰/۷۸۳	۲۰
باند ۸	مادون قرمز نزدیک	۱۱۵	۰/۸۴۲	۱۰

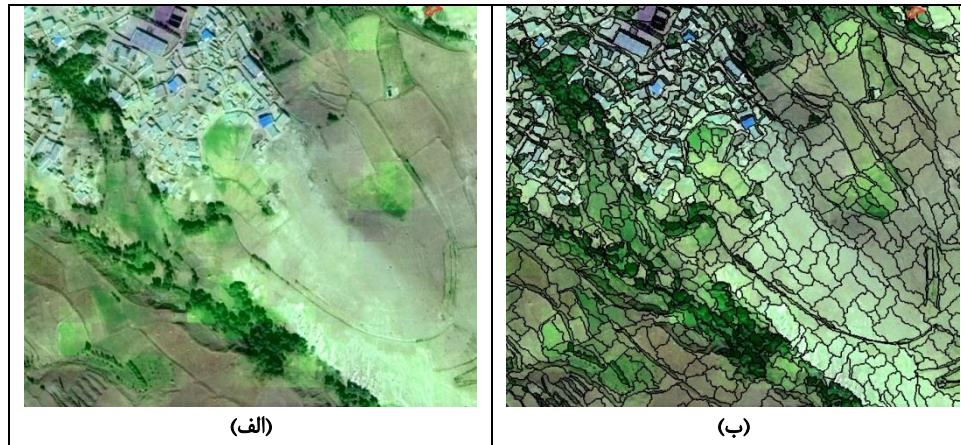
فرآیند طبقه‌بندی تصاویر به روش شیء‌گرا شامل دو مرحله اصلی قطعه‌بندی^۴ و طبقه‌بندی^۵ می‌باشد که در آن ارزیابی اشیاء هر کلاس، از تابع عضویت که ارزش آن معمولاً بین صفر (بیانگر عدم احتمال وابستگی مطلق) و یک (بیانگر نسبت عضویت کامل هر پیکسل در کلاسی خاص) متغیر است، استفاده می‌گردد (Feyzizadeh و همکاران، ۱۳۸۶). در این نوع طبقه‌بندی، اشیاء تصویری حاصل از فرآیند قطعه‌بندی مبنای طبقه‌بندی هستند که هر کدام از این اشیاء روی سطح تصویر دارای حجم زیادی از اطلاعات نقاط متناظر زمینی می‌باشند. به همین خاطر این مرحله از طبقه‌بندی بسیار مهم بوده و هرچقدر قطعه‌بندی با دقت بیشتری انجام شود، مستقیماً روی کیفیت طبقه‌بندی به لحاظ دقت و صحت نیز تاثیرگذار خواهد بود (Feyzizadeh، ۱۳۸۷). برای قطعه‌بندی تصاویر از اطلاعات مربوط به ویژگی‌های هندسی هر کدام از کلاس‌های کاربری اراضی استفاده شد. برای این منظور مقیاس‌های مختلفی مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته و از بین آنها بهترین وزن‌دهی برای قطعه‌بندی انتخاب گردید (جدول ۴).

جدول ۴: مقادیر و وزن پارامترها برای قطعه‌بندی تصاویر

پارامتر	مقیاس	شکل	فشرده‌گی	شیب	مدل رقومی ارتفاع	باندهای ۲ تا ۸ تصاویر سنتینل
وزن لایه‌ها	۵۰	۰/۷	۰/۳	۰	۰	۱

⁴ - Segmentation

⁵ - Classification



شکل ۲: نمایش تصویر اصلی (الف) و قطعه‌بندی شده (ب)

پس از انجام قطعه‌بندی تعداد کلاس‌های مورد نیاز برای طبقه‌بندی به همراه خصوصیات بصری مربوط به هر کلاس و اطلاعات پایه و مورد نیاز طبقه‌بندی شیء‌گرا تعیین می‌شود. در تحقیق حاضر پس از تعیین کلاس‌های کاربری اراضی در محیط نرم افزار eCognition اطلاعات مربوط به هر کلاس استخراج و بدین وسیله سیستم دانش پایه مورد نیاز طبقه‌بندی تشکیل گردید. از بین روشهای مختلف طبقه‌بندی در این نرم‌افزار، روش طبقه‌بندی فازی بصورت خودکار و با استفاده از الگوریتم نزدیکترین همسایه توابع عضویت چند بعدی را ایجاد می‌کند که در آن شیء‌های تصویری بر اساس فضای عوارض و نمونه‌های معین طبقه‌بندی می‌شوند (Feyzizadeh, 1387). این تکنیک بصورت یک فرایند تکرارپذیر در نرم‌افزار eCognition انجام می‌گردد تا بالاترین درجه عضویت برای هر کدام از شیء‌های تصویری حاصل و در نهایت هریک از اشیاء تصویری به یکی (یا هیچکدام) از کلاس‌ها اختصاص یابد. نمونه‌های آموزشی که اساس طبقه‌بندی در این روش می‌باشند، با استفاده از عملیات میدانی و نمونه‌برداری با استفاده از GPS و همچنین نقاط کنترل از طریق گوگل‌ارث تهیه و در مرحله بعد در محیط نرم‌افزار eCognition بر سطح تصویر پیاده شدند. به منظور ارزیابی دقت طبقه‌بندی نیز از پارامترهای آماری ضریب کاپا و دقت کلی استفاده شد. (روابط ۳ و ۴).

$$Kappa = \frac{P_0 - P_c}{1 - P_c} * 100 \quad (3)$$

که در آن P_0 درستی مشاهده شده و P_c توافق مورد انتظار است.

$$OA = \frac{1}{N} \sum P_{ii} \quad (4)$$

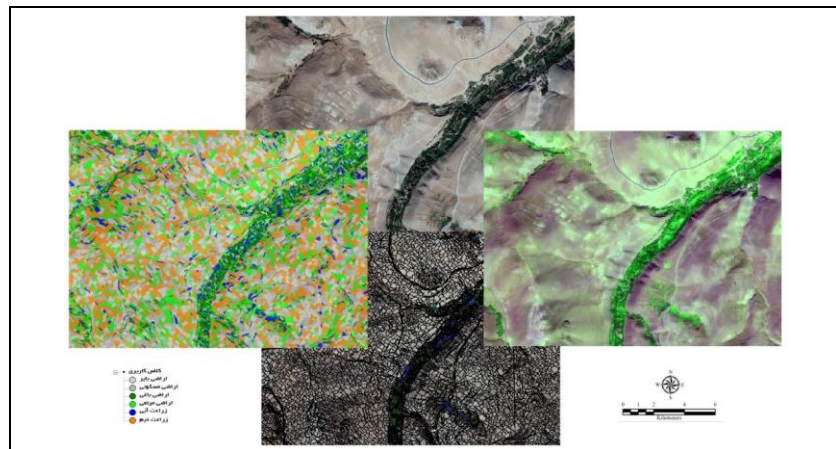
در این رابطه OA دقت کلی، N تعداد پیکسل‌های آزمایشی و $\sum P_{ii}$ جمع عناصر قطر ماتریس خطا می‌باشد.

نتایج و بحث

برای آشکارسازی و پهنه‌بندی فرسایش و رسوب حوضه مورد مطالعه با استفاده از روش تجربی MPSIAC، نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی و خاکشناسی، داده‌های هواشناسی، هیدرومتری و تصاویر ماهواره‌ای سنتینل-۲ مورد استفاده قرار گرفتند. به منظور تهیه نقشه پوشش گیاهی از شاخص NDVI استفاده گردید که بر اساس رفتارهای مختلف نمایش داده‌شده بوسیله اختلاف در طول موجهای الکترومغناطیسی گسیل شده از گیاهان می‌باشد و از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$NDVI = \frac{P_{nir} - P_{red}}{P_{nir} + P_{red}} \quad (2)$$

که در آن P_{red} و P_{nir} به ترتیب بازتابندگی باندهای مادون قرمز نزدیک و قرمز می‌باشند. مقدار این شاخص بین -۱ و +۱ می‌باشد که مقادیر منفی آن (اعداد نزدیک به -۱) نشان دهنده پهنه‌های آبی، مقادیر نزدیک به صفر (بین -۰.۱ تا +۰.۱) معمولاً نشان دهنده سطوح برهنه سنگی، ماسه‌ای یا برفی و مقادیر بالا (اعداد نزدیک به +۱) نشان دهنده پوشش گیاهی است. بر اساس نتایج به دست آمده از طبقه‌بندی، استفاده از اشیاء حاصله از قطعه‌بندی، باعث بهبود دقت و صحت طبقه‌بندی تصاویر در فرآیند مدلسازی شیء‌گرا می‌شوند که علت آن اطلاعات زیاد نهفته در هر کدام از قطعات با اشیاء زمینی متناظر خود می‌باشد.



شکل ۳. نمایش تصویر طبقه‌بندی شده کاربری اراضی و پوشش گیاهی

مقدار محاسبه شده برای شاخص‌های ضریب کاپا و دقت کلی به ترتیب برابر ۸۹ و ۹۳ درصد بدست آمد که نشان‌دهنده دقت خوب و قابل قبول طبقه‌بندی با استفاده از روش شیء‌گرا می‌باشد. از دلایل اصلی دقت و صحت بالا در روش طبقه‌بندی شیء‌گرا می‌توان به این موضوع اشاره کرد که بر خلاف روش‌های معمول طبقه‌بندی، در این روش علاوه بر اطلاعات طیفی از اطلاعات دیگری مانند بافت، شکل، موقعیت و محتوا نیز در فرآیند طبقه‌بندی استفاده می‌شود. بنابراین استفاده از پردازش شیء‌گرای تصاویر ماهواره‌ای بعنوان یک روش سریع، دقیق و آسان می‌تواند جایگزین روش‌های سنتی ارزیابی و امتیازدهی فاکتورهای مدل MPSIAC مورد استفاده قرار گیرد.

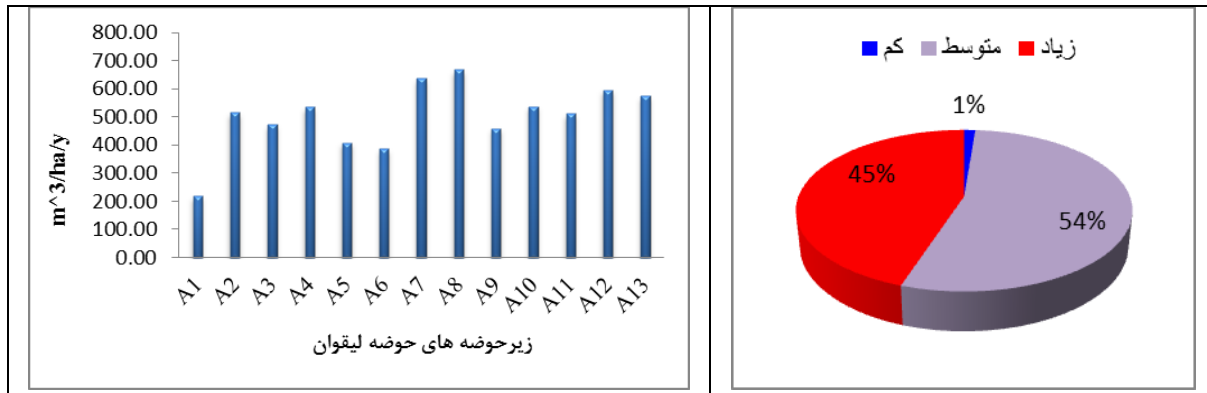
جدول ۵. امتیاز عوامل ۹ گانه مدل MPSIAC و میزان رسوبدهی هریک از زیرحوضه‌ها و کل حوضه آبخیز لیقوان

زیرحوضه	مساحت (Km ²)	زمین‌شناسی	خاک	آب و هوا	رواناب	توپوگرافی	پوشش زمین	کاربری اراضی	فرسایش سطحی	فرسایش رودخانه‌ای	R	Qs (m ³ /Km ² /Y)
A1	۱/۸۹	۸/۰	۴/۶	۵	۸/۸۸	۴/۸۹	۳/۰۰	۴/۰۰	۷/۲۵	۳/۳۴	۴۸/۹۶	۲۱۸/۲۷
A2	۳/۳۲	۶/۶	۵/۴	۵	۷/۸۵	۶/۱۳	۷/۱۸	۱۵/۳۳	۱۱/۵۰	۸/۳۵	۷۳/۳۴	۵۱۶/۰۸
A3	۵/۲۶	۵/۶	۵/۳	۵	۹/۳۸	۵/۳۹	۴/۷۴	۷/۸۱	۱۴/۲۵	۱۳/۳۶	۷۰/۸۳	۴۷۲/۴۲
A4	۱۲/۳۸	۶/۰	۴/۳	۵	۸/۶۷	۵/۸۷	۵/۲۵	۸/۸۸	۱۳/۷۵	۱۶/۷۰	۷۴/۴۲	۵۳۶/۱۱
A5	۳/۰۲	۶/۳	۳/۳	۵	۷/۹۶	۵/۴۸	۵/۰۸	۸/۵۲	۱۱/۷۵	۱۳/۳۶	۶۶/۷۵	۴۰۸/۹۴
A6	۲/۷۷	۶/۰	۵/۳	۵	۸/۱۵	۷/۱۶	۶/۴۰	۱۰/۹۹	۷/۷۵	۸/۳۵	۶۵/۱۰	۳۸۵/۸۵
A7	۹/۷۱	۴/۲	۵/۳	۵	۶/۸۲	۷/۴۵	۵/۸۸	۹/۷۶	۱۶/۵۰	۱۸/۳۷	۷۹/۲۸	۶۳۶/۴۵
A8	۳/۵۱	۵/۴	۴/۹	۵	۷/۵۶	۶/۳۵	۶/۵۳	۱۱/۱۷	۱۳/۷۵	۲۰/۰۴	۸۰/۷۰	۶۶۹/۱۸
A9	۵/۷۳	۶/۳	۶/۶	۵	۷/۹۶	۶/۱۷	۵/۳۸	۸/۵۰	۱۰/۷۵	۱۳/۳۶	۷۰/۰۱	۴۵۸/۹۴
A10	۲/۱۴	۴/۳	۴/۹	۵	۷/۱۶	۸/۶۵	۶/۳۶	۱۰/۶۱	۱۲/۵۰	۱۵/۰۳	۷۴/۵۰	۵۳۷/۷۴
A11	۷/۳۹	۴/۱	۳/۷	۵	۷/۶۶	۶/۹۳	۶/۲۸	۱۰/۵۳	۱۰/۵۰	۱۸/۳۷	۷۳/۰۷	۵۱۱/۱۲
A12	۱۰/۴۶	۴/۱	۴/۰	۵	۶/۳۸	۶/۸۵	۶/۲۰	۱۰/۱۷	۱۸/۰۰	۱۶/۷۰	۷۷/۴۰	۵۹۵/۵۴
A13	۷/۱۷	۳/۳	۳/۳	۵	۶/۲۸	۷/۰۶	۶/۳۹	۱۰/۸۶	۱۷/۵۰	۱۶/۷۰	۷۶/۳۹	۵۷۴/۷۰
کل حوضه	۷۴/۷۶	۵/۱	۴/۴	۵	۷/۶۰	۶/۵۴	۵/۸۱	۹/۲۱	۱۲/۷۵	۱۳/۹۷	۵۶/۲۳	۲۸۲/۱۴

امتیاز و ارزش عددی محاسبه شده فاکتورهای مدل MPSIAC، برای هر کدام از زیرحوضه‌ها در جدول ۵ ارائه شده است. طبق نتایج ارائه شده در این جدول، مقدار درجه رسوبدهی کل حوضه برابر ۵۸/۲۳ و میزان میزان رسوبدهی سالانه نیز ۲۸۲/۱۴ مترمکعب بر کیلومتر مربع در سال به دست آمد. بنابراین بر اساس ماتریس استاندارد طبقه‌بندی کلاس درجه رسوبدهی و تولید رسوب در مدل MPSIAC، کل منطقه در کلاس متوسط طبقه-

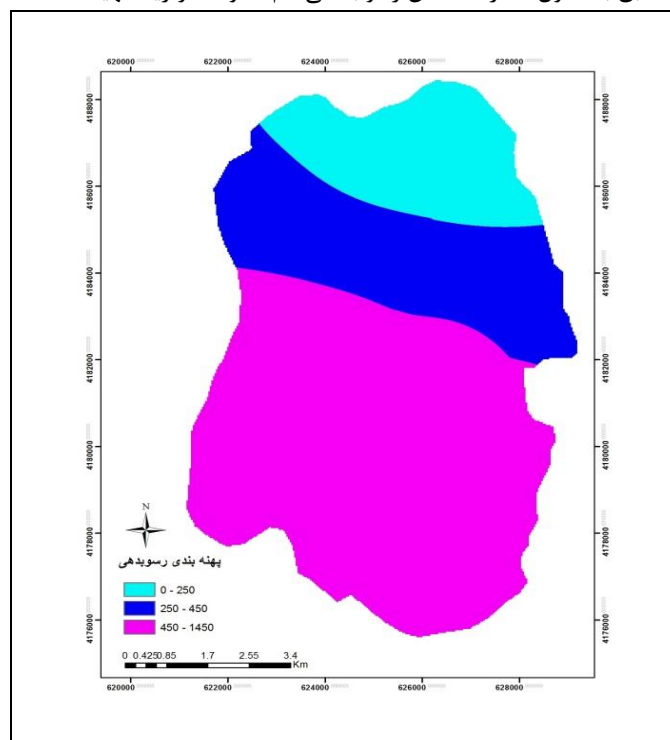
دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

بندی شده و زیرحوضه‌های A1 و A8 نیز با حداقل و حداکثر رسوبدهی به ترتیب در کلاس‌های رسوبدهی کم و زیاد طبقه‌بندی شدند. علت اینکه زیرحوضه A1 دارای حداقل رسوبدهی می‌باشد را می‌توان به تراکم بالای پوشش گیاهی و درختی در این زیرحوضه نسبت داد که طبق نقشه‌های کاربری اراضی نیز در محدوده کاربری باغی، زراعت آبی و پوشش متراکم درختی بوده و به لحاظ درجه شیب متوسط نیز در بین سایر زیرحوضه‌ها از حدقل شیب (۱۳/۹۸) برخوردار می‌باشد در حالیکه زیرحوضه A8 به لحاظ پوشش گیاهی ضعیف و دارای درجه شیب متوسط بالا (۱۹/۲۴) است.



شکل ۴. درصد مساحت هر کدام از کلاسهای فرسایش کم، متوسط و زیاد و اولویت بندی زیرحوضه‌ها از نظر فرسایش

در نهایت پس از محاسبه درجه و میزان رسوبدهی در هر کدام از واحدهای کاری منطقه مورد مطالعه، نقشه‌ی پهنه‌بندی درجه‌ی رسوب-دهی به‌دست آمد (شکل ۵)، این نقشه مطابق با جدول ۲ در ۳ کلاس رسوبدهی کم، متوسط و زیاد تهیه شد.



شکل ۵: پهنه‌بندی رسوبدهی حوضه آبخیز ليقوان

نتایج ارائه شده در شکل‌های ۴ و ۵، نشان داد که بخش اعظم حوضه مورد مطالعه تحت‌تأثیر رسوبدهی زیاد می‌باشد (۵۴ درصد از مساحت کل حوضه) و هرچه به سمت شمالی منطقه پیش‌روی می‌رویم میزان رسوبدهی حوضه کمتر می‌شود. با توجه به اینکه بخش‌های جنوبی منطقه مورد مطالعه (محدوده دامنه‌های کوه سهند) عمدتاً به لحاظ پوشش گیاهی و مرتعی ضعیف بوده و بصورت زمین‌های بایر می‌باشند و همچنین با توجه به

شیب بالا، این بخش از حوضه مورد مطالعه مستعد فرسایش و تلفات خاک می‌باشد. اما قسمت‌های شمالی منطقه بخاطر فعالیت‌های کشاورزی و تولیدات علوفه‌ای از طرف روستائیان دارای پوشش گیاهی غنی‌تری بوده و به‌همین خاطر فرسایش و در نتیجه میزان رسوب تولید شده کاهش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

حفاظت خاک و کنترل فرسایش با انجام اقدامات مدیرتی و با هدف مبارزه با فرسایش خاک و جلوگیری از تولید رسوب، نیازمند انجام مطالعات دقیق و شناسایی و عوامل تاثیر گذار در این فرآیند با تعیین مقادیر کمی تولید فرسایش و رسوب و پهنه‌بندی دقیق مناطق آسیب‌پذیر و مستعد فرسایش و تولید رسوب می‌باشد. برای نیل به این هدف استفاده از فناوری‌های نوین بویژه روش سنجش از دور و پردازش تصاویر ماهواره‌ای می‌تواند بسیاری از محدودیت‌های موجود در روشهای سنتی که عمدتاً با خطاهای زیادی نیز همراه می‌باشند را برطرف کرده و با بکارگیری آنها در مدل‌های برآورد فرسایش و رسوب، سبب افزایش دقت و صحت برآوردها و همچنین صرفه‌جویی در وقت و هزینه گردد. برای این منظور مدل تجربی MPSIAC انتخاب شده و به منظور برآورد امتیازات عوامل پوشش گیاهی و کاربری اراضی از طبقه‌بندی شیء‌گرای تصاویر ماهواره‌ای سنتینل-۲ استفاده شد. مقایسه نتایج حاصله با روشهای ارزیابی صحت (ضریب کاپا و دقت کلی) نشان داد که استفاده از روش شیء‌گرا باعث افزایش دقت طبقه‌بندی شده و بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و پردازش آنها با روش جدید شیء‌گرا ضمن صرفه‌جویی در وقت و هزینه، امکان امتیازدهی دقیق‌تر عوامل موثر در مدل MPSIAC فراهم گشته و بدین ترتیب نقشه‌ها و مقادیر کمی محاسبه شده نیز از دقت و صحت قابل قبولی برخوردار می‌باشند.

منابع

- رفاهی، ح. ۱۳۸۵. فرسایش آبی و کنترل آن. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ ۵: ۲۸۷-۲۸۴.
- سعیدزاده، ف. ۱۳۹۴. آشکارسازی تغییرات مناطق نیمه شهری در تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه نوری مبتنی بر آنالیز شیء‌گرا و ماشین بردار پشتیبان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی.
- فیضی زاده، ب.، عزیزی، ح. و ولیزاده، ک. ۱۳۸۶. استخراج کاربری های اراضی شهرستان ملکان با استفاده از تصاویر ماهواره ای ETM+ لندست ۷. مجله آمایش، ۲، ۹۳-۷۴.
- Baatz, M., and Schape, A. 2000. Multiresolution Segmentation: an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation, In: Strobl, L.J. Blaschket. and Griesebener T. (Eds), *Angewandte geographische informationseraabeitung XII, Beitrage zum AGIT Symposium Salzburg 2000*. Herbert Wichmann Verlag, Heidelberg, pp.12-23.
- Brodsky, L., and Boruvka, L. 2006. Object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for bare soil brightness mapping. *Soil and Water Research*. 1(3), 79-84.
- Feyzizadeh, B., and Helali, H. 2009. Comparison of pixel based and object-oriented methods in vegetation/landuse classification in western Azarbayejan. *Journal of Phisical Geography Research Quarterly*. 71(1), 73-84. (In Persian).
- Hölbling, D., Friedl, B., and Eisank, C. 2015. An object-based approach for semi-automated landslide change detection and attribution of changes to landslide classes in northern Taiwan. *Earth Science Informatics*, 8(2), 327-335.
- Tangestani, M. 2006. Comparison of EPM and PSIAC models in GIS for erosion and sediment yield assessment in a semi-arid environment: Afzar Catchment, Fars Province, Iran. *J.Asian.earth.sci*. 27,585-597.
- Zandi, J. 2012. Prioritization of controlling area on soil erosion using RS and GIS techniques (A case study: Vzaroud watershed, Mazandaran). M.Sc Dissertation. Faculty of Natural Resources. Sari Agricultural and Natural Resources University, 144 pages. (In Persian).



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Water Erosion, Flood, Soil and Water Conservation

Estimation of erosion and sediment based on Object Oriented Processing of Satellite Images and the MPSIAC Model (Case study: Lighvan watershed)

Mohamadi^{*1}, P., Ahmadi, A.,² Feyzizadeh, B.³ Jafarzadeh, A.A.⁴., Rahmati, M⁵

¹ PhD. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tabriz, Iran

² Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tabriz, Iran

³ Assistant Prof., Remote Sensing and GIS Department, Faculty of Geography University of Tabriz, Iran

⁴ Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tabriz, Iran

⁵ Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Maragheh, Iran

Abstract

Soil erosion is one of the most important environmental issues in the world and in Iran. Combating soil erosion and reducing its destructive effects requires quantity data to help identify critical areas that need protection. Due to the time and cost of traditional methods, it is essential to carry out systematic research using new remote sensing technologies and satellite imagery. Therefore, in this research to estimate the erosion and sedimentation of Lighvan watershed (76 km²), the experimental model of MPSIAC, modern remote sensing methods and object-oriented satellite imagery processing have been used. For this purpose, the basic information was prepared and logged in system using available maps, Satellite images of Sentinel -2, weather and hydrometric data and field operations. After forming the database and weighing the layers based on the MPSIAC model, the sediment map of the watershed was extracted according to the hydrological units. Comparison of estimated sediment values and zoning of watershed sediment shows that the watershed is located in low to high class in terms of erosion values. According to the results, about 282 tons of soil is erosion and sediment produced from per unit area (km²) per year.

Keywords: Object-oriented processing, erosion and sediment, MPSIAC model, Lighvan watershed

* Corresponding author, Email: panah.m83@gmail.com