

شناسایی و استخراج تغییرات ماسوله رودخان استان گیلان در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا

۲۰۲۰ با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای

موسی عابدینی^۱، بهناز سرایی^۲^{۱*} - استاد ژئومورفولوژی دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی^۲ - دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی

* ایمیل نویسنده مسئول: Abedini@uma.ac.ir

چکیده

رودخانه به عنوان سیستمی پویا، مکان و خصوصیات مورفولوژیکی خود را همواره بر حسب زمان، عوامل ژئومورفیک، زمین شناختی، هیدرولوژیکی و گاه در اثر دخالت بشر تغییر می دهد. ماسوله رودخان یکی از مهمترین رودخانه‌های ایران است که شکل‌گیری هندسه بستر در بازه‌های مختلف با یکدیگر تفاوت فاحشی دارد. این رودخانه تحت تاثیر عوامل مختلفی نظیر زمین‌شناسی منطقه، خصوصیات تشکیلات آبرفتی، مشخصات هیدرولوژیکی حوضه بالادست آن، سازه‌های موجود در آن و شرایط هیدرولیکی جریان، دارای رفتار مورفولوژیکی پویایی است. هدف این مقاله شناسایی و استخراج تغییرات ماسوله رودخان استان گیلان در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای بوده است. تصاویر مورد استفاده تصاویر ماهواره لندست ۵ به تاریخ ۰۶/۰۶/۲۰۰۰ و لندست ۸ به تاریخ ۰۶/۱۳/۲۰۲۰ بوده است. جهت پردازش تصاویر روش طبقه بندی SVM و شاخص های MNDWI، NDWI، AWEI و WRI استفاده شد. تغییرات بررسی شده در روش طبقه بندی SVM نشان داد مساحت رودخانه از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ به مقدار ۳۱۴،۲۶ هکتار کاهش یافته است. این تغییرات به معنی افزایش ساخت و سازه‌ها در بستر رودخانه و کاهش میزان آب ماسوله رودخان می باشد. با مقایسه ضریب کاپا و دقت کلی پردازش تصاویر مشاهده شد شاخص AWEI با ضریب کاپا و دقت کلی ۰،۹۳ و ۰،۹۵ در سال ۲۰۰۰ و ضریب کاپا و دقت کلی ۰،۹۴ و ۰،۹۶ در سال ۲۰۲۰ دارای بالاترین دقت بوده و مسیر ماسوله رودخان در این شاخص به Google earth منتقل شد. با بررسی مسیر رودخانه در بازه زمانی ۲۰ ساله مشاهده شد، در کیلومتر ۵ از شروع حوضه، مسیر رودخانه ۱۰۰ متر به سمت جنوب، در کیلومتر ۷،۵ رودخانه مسیر آن به اندازه ۵۰ متر به سمت جنوب، در کیلومتر ۲۹،۳، به اندازه ۴۵ متر به سمت جنوب، در کیلومتر ۴۸ به اندازه ۳۸ متر به سمت شمال و در کیلومترهای ۵۰ تا ۵۶ به طور ممتد تغییر مسیر داشته و علت این تغییر مسیر فرسایش بالا در این قسمت از ماسوله رودخان است.

کلمات کلیدی

" شاخص آب، " ماسوله رودخان "، " تغییرات بستر "، " سنجش از دور ".

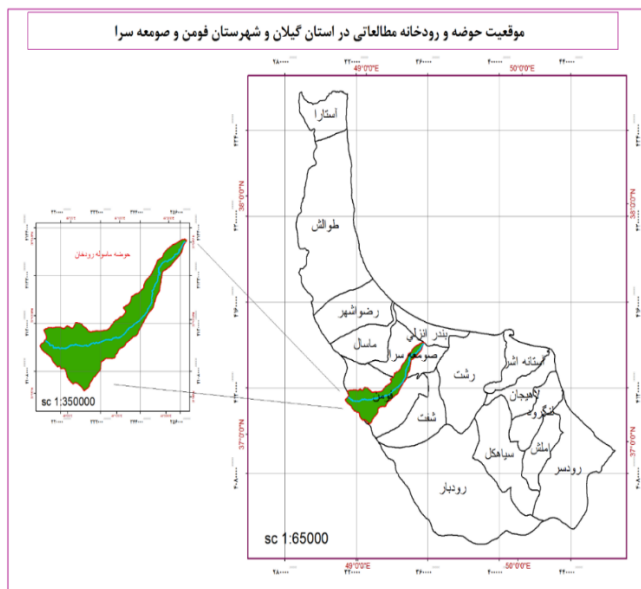
۱- مقدمه

رودخانه‌ها به ندرت در تمام مسیر خود بستری منظم و مستقیم دارند. بلکه بسته به ساختمان زمین، شکل ناهمواری‌ها و همچنین شرایط آب و هوایی، دینامیک جریان رودخانه ناپایدار بوده و سبب تغییر در آبراهه شده و مسیر رود را پیچ و خم‌دار می کند (احمدی، ۱۳۸۵). نظارت تغییرات مورفولوژیک بستر رودخانه‌ها امری ضروری است و در این میان سنجش از راه دور ابزاری توانمند می باشد. با این رویکرد، در این پژوهش، شناسایی و استخراج تغییرات ماسوله رودخان استان گیلان در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای انجام شده است. در این زمینه تحقیقاتی نیز در ایران و جهان انجام پذیرفته است. محققان مختلف در سرتاسر جهان به قابلیت تصاویر ماهواره‌ای و تلفیق آن با سیستم اطلاعات جغرافیایی جهت مشخص شدن کامل وضعیت رودخانه و پایش تغییرات آن در فواصل زمانی مختلف اشاره کرده‌اند (Sarkar et al, ۲۰۱۲; Pan, ۲۰۱۳). (Doll et al, ۲۰۰۳). معیار ضریب بریدگی را برای طبقه بندی الگوی رودخانه استفاده کرده و نتیجه گرفتند که بر اساس این پارامتر، رودخانه می‌تواند به صورت عمیق، کم عرض و کم عمق یا عریض می باشد. همچنین وجود سیلاب دشت‌ها توسط این فاکتور به صورت کمی در آمده و مورد مطالعه قرار می‌گیرد. (Ollero, ۲۰۱۰). در مطالعه‌ای در رودخانه Ebro در اسپانیا به بررسی تغییرات مورفولوژیکی

مهم‌ترین عوامل موثر در تغییرات بستر رودخانه، عوامل طبیعی (شدت بارندگی، شیب زمین، نفوذپذیری، پوشش گیاهی و...) و انسانی (تغییرات کاربری اراضی، تخریب پوشش گیاهی، تجاوز به حریم رودخانه‌ها، و دخالت غیر اصولی می‌باشد. همچنین تعیین مناطق آسیب‌پذیر سیل برای تصمیم گیرندگان برای برنامه‌ریزی و فعالیت‌های مدیریتی مهم است (عابدینی و همکاران، ۱۴۰۱: ۱۸۷). پیدایش و شکل‌گیری آبراهه‌های طبیعی که همان رودخانه‌ها هستند، متاثر از عوامل مختلفی چون شرایط آب و هوایی، زمین شناسی و جغرافیایی است. یک رودخانه ممکن است در سازندی مقاوم نسبت به فرسایش تشکیل شود، در این صورت موقعیت و ابعاد آن ثابت می‌ماند. از جانب دیگر رودخانه می‌تواند در مصالح آبرفتی فرسایشی پدیدار شود. در چنین حالتی یک تمایل همیشگی برای تغییر پیوسته موقعیت رودخانه از طریق فرسایش و تشکیل مجدد دیواره‌های ساحلی یا کناره‌ها به وضوح قابل مشاهده است. تغییر الگوی هندسی رودخانه، ناپایداری بستر و فرسایش سواحل رودخانه نه تنها موجب خسارت به اراضی مستعد کشاورزی و تاسیسات مجاور ساحل رودخانه شده بلکه رسوبات حاصل از فرسایش موجب کاهش گنجایش مفید سدها شده و شرایط هیدرولوژیکی جریان را مختل می نماید.

تعیین میزان تغییرات در طول دوره مطالعه است. نتایج بررسی نشان می دهد که در دوره مطالعه میزان تغییرات رودخانه افزایش پیدا کرده و طول رودخانه بیشتر شده است. یمانی و همکاران (۱۳۹۴) در این مطالعه به منظور بررسی تغییرات زمانی و مکانی بستر رودخانه ارس از تصاویر ماهواره‌ای Landsat سنجنده OLI و TM در بازه‌ی زمانی ۱۹۸۷ الی ۲۰۱۳ و همچنین از تصاویر ماهواره IRS سنجنده P^۵ هم برای تفسیر دقیق‌تر عوارض کناره‌های رودخانه استفاده گردید. ضرایب هندسی رودخانه برای دو دوره زمانی فوق مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصله تغییرات و جابجایی عرضی زیادی را طی ۲۶ سال اخیر (در بعضی نقاط ۱/۷ کیلومتر) نشان داد. بیش‌ترین میزان این تغییرات در قسمت پایین‌دست بازه انتخابی صورت گرفته است. مطالعه عوامل مؤثر در تغییرات عرضی رودخانه ارس نیز نشان داد که پایین بودن شیب رودخانه و همچنین جریان رودخانه بر روی بستر آبرفتی جوان فرسایش پذیر از مهم‌ترین عوامل تغییرات عرضی این رودخانه بوده است و سایر عوامل تأثیرگذار در مرتبه بعدی قرار گرفته‌اند. کوهی زاده دهکردی و همکاران (۱۳۹۸) بررسی تغییرات ریخت‌شناسی رودخانه بازفت با استفاده از بررسی تصاویر ماهواره ای در یک بازه سی ساله نشان داد که بیشترین تغییرات در بازه ۶۲ تا ۸۴ کیلومتری رودخانه می‌باشد که دلیل آن وجود پیچان‌ها در نزدیکی ایستگاه هیدرومتری موز و زیر شاخه‌های جانبی متعدد در این دو بازه است. بررسی مساحت فرسایش و رسوب‌گذاری در دوره‌های بلندمدت نشان داد در سال‌های ۷۳-۱۳۶۴، ۸۴-۱۳۷۳ و ۹۴-۱۳۸۴ رودخانه با رسوب گذاری سواحل همراه بوده است. برای دوره ۳۰ ساله ۹۴-۱۳۶۴ متوسط رسوب گذاری و فرسایش رودخانه به ترتیب حدود ۶۹/۴۳ و ۴۲/۳۴ هکتار برآورد می شود که در این شرایط ۲۷/۰۹ هکتار زمین ناشی از رسوب گذاری ایجاد شده است. در دوره کوتاه مدت نتایج نشان می دهد تفاوت زیادی بین متوسط رسوب گذاری و فرسایش ساحل چپ وجود ندارد و در این ساحل مساحت رسوب گذاری حدود ۲ درصد بیشتر از فرسایش می باشد، این در حالیست که در ساحل راست رسوب گذاری حدود ۸ درصد از فرسایش بیشتر بوده که این اختلاف در سطح ۹۵٪ معنی دار است. کیم و رکروس (۲۰۲۱) این مطالعه تأثیر انسان بر تغییر شکل پلان رودخانه در زمینه پویایی کانال رودخانه کوتاه‌مدت و بلندمدت در سیستم رودخانه هیمالیا Sutlej-Beas ارزیابی کرد. نتایج نشان می‌دهد که ویژگی‌های پلان فرم‌های رودخانه به‌طور قابل‌توجهی در بازه‌های زمانی صد ساله، سالانه، فصلی و ماهانه تغییر کرده‌اند و تغییرات مکانی و زمانی قوی بین و درون هر دو رودخانه را نشان می‌دهند. در Sutlej، این روند در طول ۳۰ سال گذشته ادامه داشته است، که احتمالاً توسط اثر تجمعی برداشت آب و تغییرات آب و هوایی (مسیر رمپ) اعمال شده است. در Beas، الگوی تغییر در معیارهای پلان رودخانه در همان دوره کمتر مشخص بود و بیشتر در طول رودخانه متغیر بود، که احتمالاً به عملیات سدهای مختلف مرتبط است که درجه بالاتری از تغییرپذیری جریان و جریان‌های اوج را حفظ می‌کنند (مسیر مطبوعاتی). نرخ فرسایش محلی بالا ناشی از استخراج سنگدانه (اپیزودیک) در Sutlej نیز مشاهده شد (مسیر پالس). پاسخ‌های مشاهده‌شده به فعالیت‌های انسانی که به‌عنوان مسیرهای

و مهاجرت رودخانه طی ۸۰ سال پرداخت. نتایج ایشان نشان داد که در طول دوره مورد مطالعه این رودخانه دارای تغییرات زیادی بوده است و در برخی مناطق رودخانه تا بیشتر از ۷ کیلومتر جابه شده است. رضایی مقدم و همکاران، (۱۳۹۰)، اقدام به بررسی تغییرات شکل هندسی رودخانه قزل-اوزن را با تأکید بر عوامل ژئومورفولوژیک و زمین شناسی انجام کرده‌اند. نتیجه تحقیق نشان داد که طول زیاد رودخانه و عبور از تشکیلات مارنی و فرسایش پذیر، باعث شده که هندسه رودخانه در بازه دشتی شدیداً تحت تأثیر لیتولوژی بستر شکل بگیرد و فرسایش کناری و توان رودخانه نقش عمده در پیچان رودی رودخانه داشته باشد. حسن پور و همکاران، (۱۳۹۵)، در مورد پیش‌بینی تغییرات مسیر رودخانه کارون و اثرات تغییر اقلیم با استفاده از RS و GIS کار کرده‌اند. با توجه به بررسی‌های صورت گرفته در تحقیق تغییر اقلیم نقش قابل توجهی در تغییرات مسیر رودخانه کارون داشته و همچنین تغییرات رود کارون نیز در منطقه باعث تغییر در وضعیت اقلیم منطقه می‌شود. المدرسی و همکاران، (۱۳۹۷)، به بررسی نقش عوامل مؤثر بر پیچان‌رود شدن و تغییرات رودخانه دالکی با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداخت. نتایج نشان داد شیب و جنس سازندها، مهم‌ترین عوامل تغییرات و پیچان‌رود شدن رودخانه دالکی است؛ به طوری که افزایش و کاهش شیب و جنس سازندها، طبقه‌بندی کرومولوژیک - تاریخی این رودخانه را به سه قسمت رودخانه جوان، بالغ و مسن تقسیم می‌کند. در این رودخانه در بازه زمانی ۳۸ ساله تعداد پیچان‌رودها بیشتر شده و جابه‌جایی مسیر رودخانه نسبت به قبل بسیار افزایش یافته است. شایان و همکاران (۱۳۹۳) با استفاده از داده‌های سنجش از دور و پیمایش میدانی، تغییرات مورفولوژیک بستر رود مُند طی یک دوره ۵۷ ساله در پنج بازه زمانی (۱۳۳۴، ۱۳۶۴، ۱۳۷۳، ۱۳۷۹، ۱۳۹۱) استخراج و تحلیل شود. نتایج تحقیق نشان داد که در طی سال‌های ۱۳۳۴ تا ۱۳۹۱ تغییرات مورفولوژی بستر رود مند بسیار زیاد بوده، به طوری که در مصب رودخانه نزدیک به ۵/۳ کیلومتر جا به جایی بستر مشاهده گردید. مقایسه فضایی بستر رود در سال ۱۳۳۴ نسبت به سال ۱۳۹۱، بیانگر این مطلب بوده که ۴۲/۵۲ کیلومترمربع به کناره چپ اضافه شده در حالی که در کناره راست این مقدار ۸/۳۳ کیلومترمربع محاسبه گردید. شیب آرام دلتا (کاهش سرعت آب و به جاگذاری مواد رسوبی رود در بستر)، پوشش گیاهی کناره و بستر رود (به دام انداختن رسوبات در بستر رود) و انسان (ایجاد سد در سطح حوضه آبریز مند، ساخت پل و سکوهای حفاظتی در کف بستر و انتقال آب رود به سایت پرورش میگو) از جمله عوامل مهم در تغییر بستر رود مند هستند. مرشدی و علوی پناه (۱۳۸۹) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، لایه‌های GIS، مطالعات میدانی، بررسی آمار اقلیمی و هیدرولوژیکی، شدت و نوع تغییرات حاشیه رودخانه کارون به مساحت حدود ۴۰۰۰ کیلومترمربع بررسی شده است. تغییرات ژئومورفولوژیک این بازه از رودخانه به مدت ۵۲ سال - از سال ۱۹۵۵ تا ۲۰۰۷ - مورد آنالیز قرار گرفته و از تصاویر ماهواره‌های Landsat، Terra IRS، عکس‌های هوایی و نقشه‌های توپوگرافی استفاده شده است. هدف از انجام این پژوهش، شناسایی مهم‌ترین اشکال ژئومورفیک ساحل رودخانه کارون و



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه (منبع: نگارندگان)

روش تحقیق

روش انجام تحقیق تحلیلی مکانی-میدانی بوده، بدین صورت بوده است که پس از انجام مطالعات اولیه و تهیه تصاویر ماهواره‌ای مناسب پردازش‌های لازم انجام شد. تصاویر مورد استفاده در پژوهش، تصاویر ماهواره لندست ۵ به تاریخ ۲۰۰۶/۰۶/۰۶ و لندست ۸ به تاریخ ۲۰۲۰/۰۶/۱۳ بوده است که در جدول (۱) مشخصات تصاویر مورد استفاده نشان داده شده است. به منظور بررسی تغییرات کاربری مسیر رودخانه، طبقه‌بندی تصویر انجام گردید و شاخص‌ها اعمال شد که به تفصیل بیان می‌گردد.

جدول ۱- مشخصات تصاویر مورد استفاده در طبقه‌بندی حوضه

مطالعاتی (منبع: نگارندگان)

ردی ف	نام ماهواره	نام سنجنده	ROW&PATH	تاریخ تصویر
۱	Landsat	TM	۱۶۶&۰۳۴	۲۰۰۶/۰۶/۰۶
۲	Landsat	OLI_TIRS	۱۶۶&۰۳۴	۲۰۲۰/۰۶/۱۳

پیش پردازش تصاویر

۱. تصحیحات هندسی

معمولاً تصاویر رقومی دارای انحرافات قابل توجهی هستند، به طوری که این گونه تصاویر نمی‌توانند به عنوان نقشه‌های مسطحاتی به طور مستقیم مورد استفاده قرار گیرند. منظور از تصحیحات هندسی جبران خطاهایی است به نحوی که لایه‌ی رقومی تصحیح شده قابلیت انطباق با موقعیت‌های سطح زمین را داشته باشد (شنایی هویزه و زارعی، ۱۳۹۵). جهت تدقیق و بالانس کردن ژئورفرنس تصویر و تصحیح خطای هندسی تصویر سال ۲۰۰۰ در این مطالعه از لایه وکتوری آبراهه‌ها و جاده‌ها و همچنین تعداد ۲۰۰ نقطه زمینی استفاده شد.

۲. تصحیحات اتمسفری

تکاملی بیان می‌شوند، اهمیت تأثیرات میراث انسانی بر سیستم‌های رودخانه‌ای را تأیید می‌کنند و بر وابستگی به مقیاس‌های مکانی و زمانی برای تعیین مسیرهای تغییر تأکید می‌کنند. ارزیابی و مفهوم‌سازی چندمقیاسی بینش‌هایی را در مورد ابعاد مختلف تأثیر انسانی بر تغییر پلان رودخانه ارائه می‌کند، که برای توسعه استراتژی‌های مدیریت کل‌نگر حیاتی است. عابدینی و همکاران (۱۴۰۲) به پهنه‌بندی خطر وقوع سیلاب حوضه بالادست ایستگاه هیدرومتری پل سلطان در و تغییرات بستر رودخانه مشکین شهر پرداختند. نتایج نشان داده که عوامل شیب، لیتولوژی، کاربری و ارتفاع به ترتیب با مقادیر وزنی؛ ۰/۱۶۴، ۰/۱۵۶، ۰/۱۱۸، ۰/۱۱۶ بیش‌ترین تأثیر را بر ایجاد سیل در منطقه مطالعاتی دارند. همچنین، با توجه به نتایج به دست آمده به ترتیب ۲۰/۴۶ و ۳۲/۰۲ کیلومترمربع از مساحت محدوده، در طبقه بسیار پرخطر و پرخطر قرار دارند که نشانگر پتانسیل بالای این حوضه برای وقوع سیلاب می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه

حوضه آبخیز ماسوله رودخان با مساحت ۳۸۵۳۷،۳۵ هکتار در شمال ایران و در جنوب غربی استان گیلان، در دامنه‌های شمالی البرز غربی (کوه‌های تالش) قرار دارد. از نظر جغرافیایی در شمال به قله مرتفع شاه معلم و خط الرأس دامنه شمال البرز (حدمرز استان اردبیل) و در جنوب با حوضه آبریز قلعه رودخان (هم مرز با ارتفاعات زنجان) و در غرب منتهی به خط الرأس های البرز شمالی (منتهی به حوضه آبریز قزل اوزن) و از شرق به محل خروجی حوضه منتهی به تالاب بندر انزلی محدود می‌گردد. این حوضه کوهستانی بین مختصات ۴۹ درجه و ۱۸ دقیقه و ۲۰ ثانیه تا ۴۸ درجه و ۵۴ دقیقه و ۳۰ ثانیه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۴ دقیقه و ۳ ثانیه تا ۳۷ درجه و ۲۰ دقیقه و ۱۰ ثانیه عرض شمالی واقع شده است. شکل (۱) نقشه موقعیت جغرافیایی حوضه مورد تحقیق را نشان می‌دهد. پست‌ترین منطقه حوضه مطالعاتی در مدخل خروجی رودخانه ماسوله با ۲۰- متر از سطح دریا و بلندترین نقطه آن با ۳۰۴۰ متر در ارتفاعات شاه معلم قرار دارد. در شکل ۱، نمایی از محدوده طرح مشاهده می‌گردد. مهمترین رودخانه دائمی این حوضه ماسوله رودخان می‌باشد که رودخانه اصلی حوضه است. از رودخانه‌های فرعی حوضه می‌توان به آبرود، گیلونده، چرگا اشاره کرد.

در این رابطه مقادیر مثبت نشان دهنده آب است. زیرا آب در باند MIR بیشتر از NIR جذب می شود. همچنین مقادیر منفی نشان دهنده عناصر غیر آب و پدیده های دست ساخت انسان می باشند. زیرا این عوارض در باند MIR انعکاس بیشتری از خود نشان می دهند. خاک و پوشش گیاهی نیز دارای مقادیر منفی می باشند (Xu, 2006).

۳. شاخص استخراج خودکار آب AWEI

شاخص استخراج خودکار آب برای بهبود صحت طبقه بندی آب در مناطقی که دارای سطوح سایه و تاریک هستند توسط (Feyisa) و همکارانش در سال ۲۰۱۴ ارائه گشت که ایشان برای توسعه این شاخص از پنج باند ماهواره لندست استفاده کردند و هدف این شاخص را آشکارسازی و بارزسازی آب از سایر پدیده ها با اعمال ضرایب مختلف ابراز داشتند. این شاخص در دوبعد، یکی حذف پیکسل های سایه و دیگری حذف پیکسل های غیر آب که شامل پدیده های تیره انسان ساخت در مناطق شهری هستند، توسعه یافت.

معادلات ارائه شده توسط فیزیا و همکارانش به صورت زیر می باشد:

$$\text{رابطه ۳: } AWEI_{-sh} = 4 \times (Green - SWIR1) - (0.25 \times NIR + 2.75 \times SWIR2)$$

$$\text{رابطه ۴: } AWEI_{-sh} = 2.5 + Green - 1.5 \times (NIR + SWIR1) - 0.25 \times SWIR2$$

مقدار آستانه بهینه برای AWEI از ۰,۱۵ - تا ۰,۴۵ متغیر است. (اصغری سراسکانرود و همکاران، ۱۳۹۹) در مطالعه خود مقدار آستانه برای ایجاد هماهنگی بین شاخص های دیگر را صفر در نظر گرفتند. به گفته ایشان انتخاب آستانه ی صفر نتایج بهتری نسبت به سایر شاخص ها داشت (Feyisa et al, 2014).

۴. شاخص نسبت آب WRI

این شاخص نسبت کل بازتابش باندهای قرمز و سبز به باندهای مادون قرمز میانی و نزدیک است. مقادیر بزرگ تر از یک، آب هستند (Li et al, 2013). رابطه ارائه شده توسط لی و همکارانش به صورت زیر می باشد:

$$\text{رابطه ۶: } WRI = \frac{Green + Red}{NIR + SWIR1}$$

طبقه بندی تصویر جهت استخراج ماسوله رودخان

ماشین بردار پشتیبان یک روش کلاسه بندی الگو است که اولین بار توسط وپینگ معرفی شد (Burges, 1998). این روش یک روش آماری غیر پارامتریک نظارت شده است (Mountrakis et al, 2011). SVM تقریباً شبیه شبکه های عصبی بوده که با استفاده از یک تابع کرنل سیگموئیدی، معادل شبکه عصبی پرسپترون دو لایه ای می باشد (Rao, 2013). به عبارتی این تابع داده های آموزشی را که به صورت غیرخطی در فضای چندبعدی با استفاده از تابع کرنل طرح ریزی می شود را در یک مجموعه داده به صورت خطی از هم جدا می کند که نتیجه آن طبقه بندی

تصحیح اتمسفری در مواردی که شدت سیگنال ارسالی از طرف پدیده ها مانند اقیانوس از اثرات اتمسفری کمتر باشد نیز ضروری است. آب جذب کننده امواج الکترومغناطیس خصوصاً در باندهای طول موج بلند مانند قرمز و مادون قرمز نزدیک است و بنابراین مقدار انرژی بازتابی از سطح پهنه های آبی به مراتب کمتر است و بیشتر اثرات اتمسفری توسط سنجنده ی ماهواره دریافت و ثبت می شود (فاطمی و رضایی، ۱۳۹۱). در این مطالعه از روش کاهش ارزش عددی پیکسل های تیره برای تصحیح اتمسفری تصاویر استفاده شده است. در این روش، یک مقدار ثابتی از ارزش کل پیکسل ها در یک باند مشخص کاسته می شود تا تصحیحات اتمسفری بر روی هر تصویر ماهواره ای اعمال شود (Chavez, 1988).

پردازش تصاویر

شاخص های استخراج آب

۱. شاخص اختلاف آب نرمال شده NDWI

شاخص اختلاف آب نرمال شده یکی از شاخص های سنجنش از دوری است که حساس به تغییرات آب است. این شاخص با استفاده از انعکاسات مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز با طول موج کوتاه محاسبه می شود. دامنه ی تغییرات این شاخص نیز بین ۶ تا ۶+ می باشد. آب در این شاخص دارای مقادیر مثبت می باشد (Salmon et al, 2013). این شاخص توسط McFeeters در سال ۱۹۹۶ پیشنهاد شد تا آب را در تصاویر و داده های سنجنش از دوری آشکارسازی کند. وی از باند مادون قرمز نزدیک (NIR) و سبز برای این منظور استفاده کرد. با توجه به اینکه آب در باند سبز دارای انعکاس بالا و در باند مادون قرمز نزدیک دارای انعکاس پایین است شاخص NDWI به صورت رابطه زیر تعریف می شود (McFeeters, 1996):

رابطه ۱:

$$NDWI = \frac{(Green - NIR)}{(Green + NIR)}$$

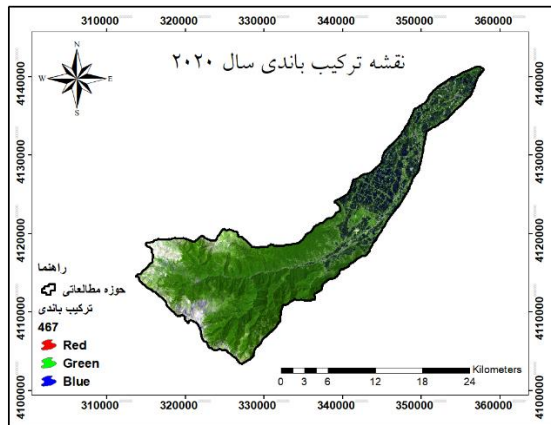
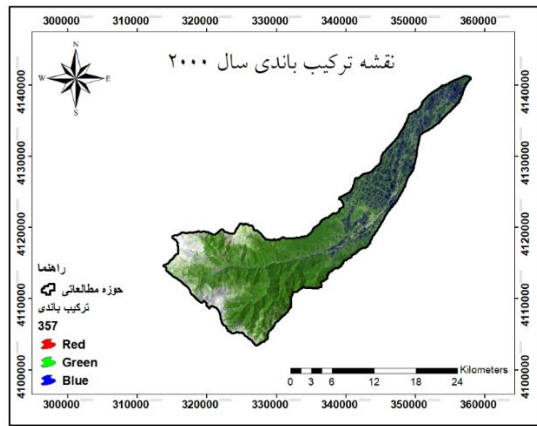
در NDWI مقادیر مثبت نشان دهنده ی آب و مقادیر منفی نشان دهنده ی پدیده های غیر آبی همچون خاک و پوشش گیاهی است (McFeeters, 1996).

۲. شاخص تفاضل نرمال شده آبی اصلاح شده MNDWI

با جایگذاری باند مادون قرمز میانی با مادون قرمز نزدیک در فرمول NDWI، شاخص MNDWI حاصل شد. هدف اصلی استفاده از MNDWI کاهش و حذف نویز ایجاد شده در NDWI بود. این شاخص توسط ژو (Xu) بیان شد و او رابطه زیر را برای این شاخص معرفی کرد:

رابطه ۲:

$$MNDWI = \frac{(Green - MIR)}{(Green + MIR)}$$



شکل ۲: نقشه ترکیب باندی سال ۲۰۰۰ حوضه مورد تحقیق (شکل ۲)
نقشه ترکیب باندی سال ۲۰۲۰ حوضه مورد تحقیق (منبع: نگارندگان)

خطی بین داده ها می باشد که از جمله قابلیت های آن می باشد و قدرت تفکیک پذیری را افزایش می دهد (Vapnik, ۱۹۹۹). ویژگی اصلی این روش توانایی بالا در استفاده از نمونه های تعلیمی کمتر و رسیدن به دقت بالاتر نسبت به سایر روشهای قبلی می باشد (Mantero et al, ۲۰۰۵). این طبقه بندی کننده به صورت باینری عمل کرده و دو کلاس را با استفاده از یک فراصفحه از هم جدا می کند. (Srivastava & Bhambu, ۲۰۰۹). برای تعریف نحوه قرارگیری این صفحه از کرنل هایی استفاده می گردد که کرنل چندجمله ای به صورت ذیل است.

$$K(x_i, x_j) = (g x_i^T x_j + r)^d, g > 0$$

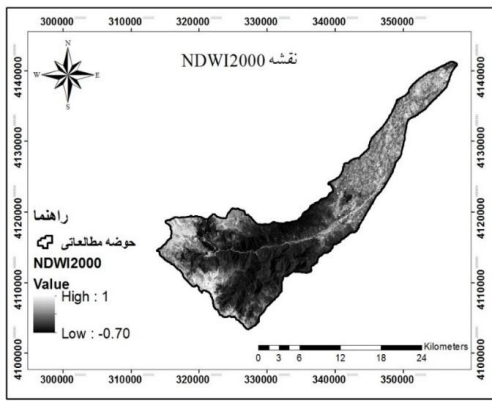
رابطه ۷:

x_i, x_j : مجموعه ای از داده های آموزشی، g گاما: یک پارامتر تعریف شده توسط کاربر به عنوان عرض کرنل، d : درجه چندجمله ای، r اربیب یا تمایل و T ماتریس واحد. در این کرنل از پارامتری به عنوان پهنالی برای بهبود خطای طبقه بندی استفاده می شود که افزایش آن تا حدی باعث کم شدن خطای طبقه بندی می شود. همچنین از یک مقدار به عنوان آستانه تحریک بایاس استفاده می گردد.

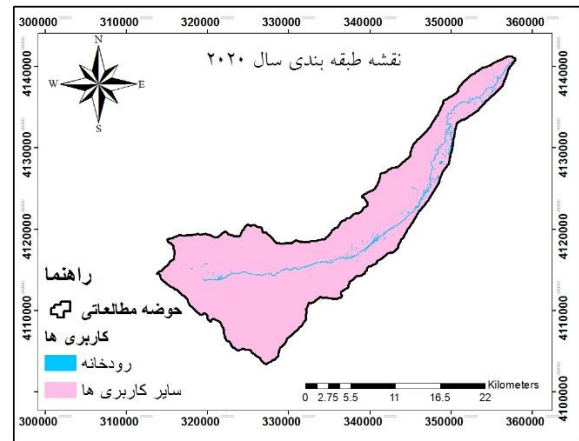
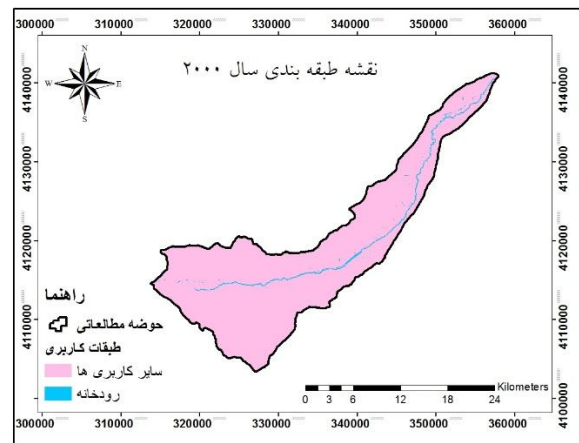
۳- بیان نتایج

طبقه بندی تصویر

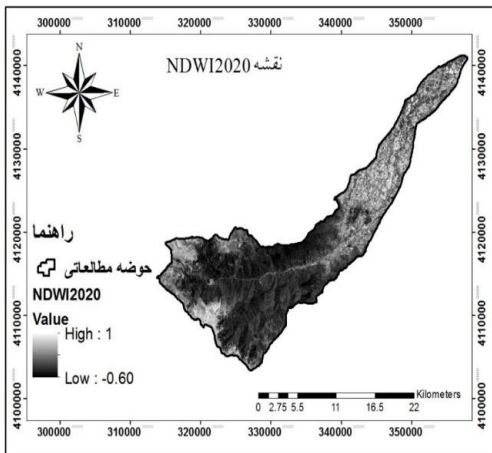
بهترین ترکیب باندی سال های ۲۰۰۰ و ۲۰۲۰ با توجه به تفسیر چشمی برای حوضه ماسوله رودخان در سال ۲۰۰۰، ترکیب باندهای ۳۵۷ و در سال ۲۰۲۰، ترکیب باندهای ۴۶۷ انتخاب گردید که در شکل (۲) و (۳)، نقشه ترکیب باندی سال ۲۰۰۰ و ۲۰۲۰ حوضه مورد تحقیق مشاهده می گردد. سپس از ترکیب باندی ساخته شده با روش SVM، طبقه بندی تصویر به ۲ کلاس کاربری رودخانه و سایر کاربری ها انجام پذیرفت که در شکل (۴) و (۵) نشان داده شده است.



شکل (۶): نقشه شاخص اختلاف آب نرمال شده NDWI حوضه مورد تحقیق سال ۲۰۰۰ (منبع: نگارندگان)



شکل ۴: نقشه طبقه بندی سال ۲۰۰۰ حوضه مورد تحقیق با روش SVM شکل (۵) نقشه طبقه بندی سال ۲۰۰۰ حوضه مورد تحقیق با روش SVM (منبع: نگارندگان)



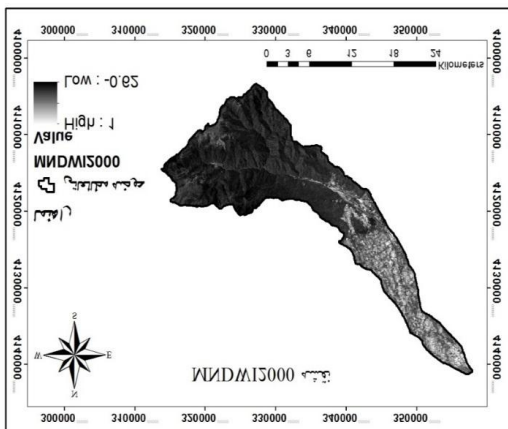
شکل (۷) نقشه شاخص اختلاف آب نرمال شده NDWI حوضه مورد تحقیق سال ۲۰۲۰ (منبع: نگارندگان)

در شکل های (۶) و (۷) مناطق نزدیک به ارزش ۱، پوشش آبی و ماسوله رودخان را در حوضه مطالعاتی نشان داده است.

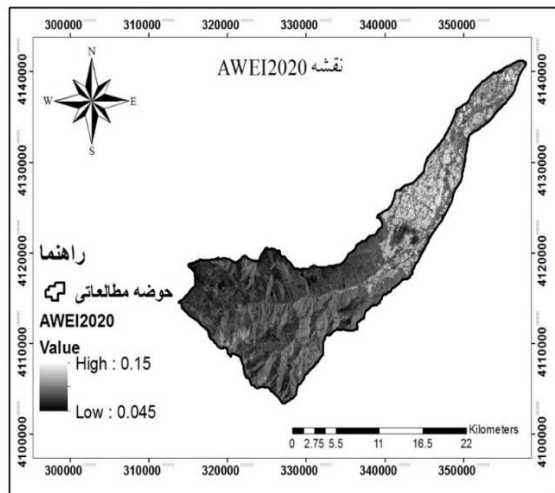
جدول ۲- مساحت کلاس های طبقه بندی حوضه مورد تحقیق (منبع: نگارندگان)

ردیف	کلاس کاری	مساحت سال ۲۰۰۰ (هکتار)	مساحت سال ۲۰۲۰ (هکتار)	تغییرات (هکتار)
۱	رودخانه	۹۹۷,۵۶	۶۸۳,۳۰	-۳۱۴,۲۶
۲	سایر کاربری ها	۳۷۵۴۱,۷۳	۳۷۸۵۰,۱۴	۳۰۸,۴۱

تغییرات بررسی شده نشان می دهد مساحت رودخانه از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ به مقدار ۳۱۴,۲۶ هکتار کاهش یافته است. این تغییرات به معنی افزایش ساخت و سازها در بستر رودخانه و کاهش میزان آب ماسوله رودخان می باشد. سپس با استفاده از شاخص های استخراج آب، مسیر رودخانه استخراج گردید که به شکل های (۶) تا (۱۳) می باشد.

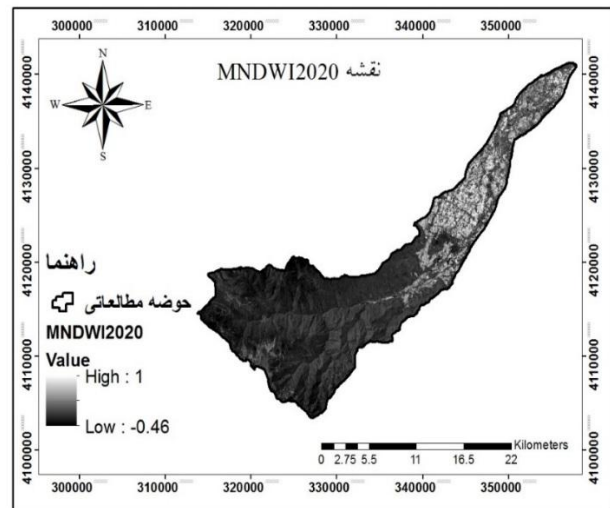


شکل (۸) نقشه شاخص تفاضل نرمال شده آبی اصلاح شده MNDWI حوضه مورد تحقیق سال ۲۰۰۰ (منبع: نگارندگان)



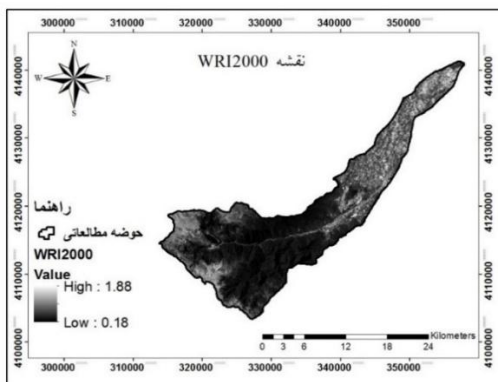
شکل (۱۱) نقشه شاخص استخراج خودکار آب AWEI حوضه مورد تحقیق سال ۲۰۲۰ (منبع: نگارندگان)

در شکل های (۱۰) و (۱۱) مقادیر نزدیک به ۰،۱۵ نشان دهنده محدوده آبی و مسیر ماسوله رودخان در محدوده مطالعاتی پژوهش می باشد.

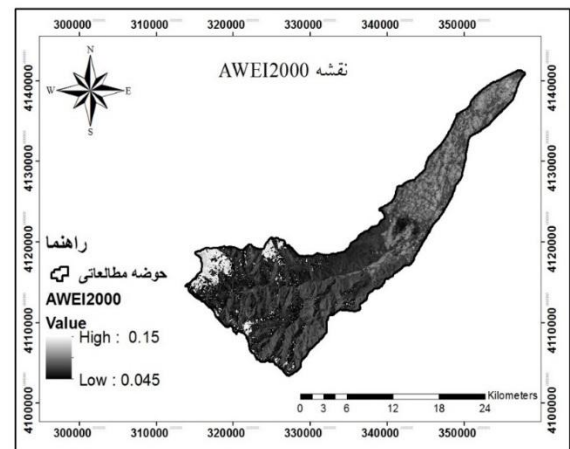


شکل (۹) نقشه شاخص تفاضل نرمال شده آبی اصلاح شده MNDWI حوضه مورد تحقیق سال ۲۰۲۰ (منبع: نگارندگان)

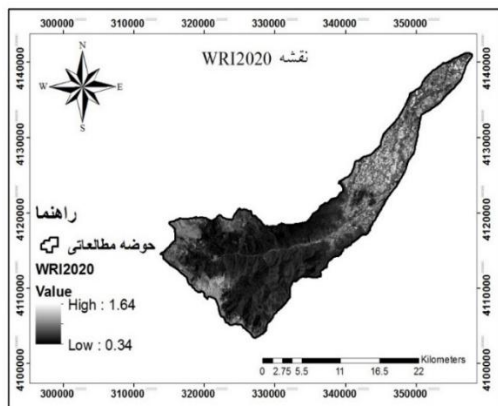
در شکل های (۸) و (۹) مقادیر مثبت نشان دهنده محدوده آبی و مسیر ماسوله رودخان در محدوده مطالعاتی پژوهش می باشد.



شکل (۱۲) نقشه شاخص نسبت آب WRI حوضه مورد تحقیق سال ۲۰۰۰ (منبع: نگارندگان)



شکل (۱۰) نقشه شاخص استخراج خودکار آب AWEI حوضه مورد تحقیق سال ۲۰۰۰ (منبع: نگارندگان)



شکل (۱۳) نقشه شاخص نسبت آب WRI حوضه مورد تحقیق سال ۲۰۲۰ (منبع: نگارندگان)

در شکل های (۱۲) و (۱۳) مقادیر بزرگ تر از ۱ نشان دهنده محدوده آبی و مسیر ماسوله رودخان در محدوده مطالعاتی پژوهش می باشد. در نهایت

ماسوله رودخان یکی از مهمترین رودخانه‌های ایران است که شکل‌گیری هندسه بستر در بازه های مختلف با یکدیگر تفاوت فاحشی دارد. این رودخانه تحت تاثیر عوامل مختلفی نظیر زمین شناسی منطقه، خصوصیات تشکیلات آبرفتی، مشخصات هیدرولوژیکی حوضه بالادست آن، سازه های موجود در آن و شرایط هیدرولیکی جریان، دارای رفتار مورفولوژیکی پویایی است. هدف این مقاله شناسایی و استخراج تغییرات ماسوله رودخان استان گیلان در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره ای بوده است. تصاویر مورد استفاده تصاویر ماهواره لندست ۵ به تاریخ ۰۶/۰۶/۲۰۰۰ و لندست ۸ به تاریخ ۰۶/۱۳/۲۰۲۰ بوده است. جهت پردازش تصاویر روش طبقه بندی SVM و شاخص های WRI، MNDWI، NDWI و AWEI استفاده شد. تغییرات بررسی شده در روش طبقه بندی SVM نشان داد مساحت رودخانه از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ به مقدار ۳۱۴،۲۶ هکتار کاهش یافته است. این تغییرات به معنی افزایش ساخت و سازها در بستر رودخانه و کاهش میزان آب ماسوله رودخان می‌باشد. با مقایسه ضریب کاپا و دقت کلی پردازش تصاویر مشاهده شد شاخص AWEI با ضریب کاپا و دقت کلی ۰،۹۳ و ۰،۹۵ در سال ۲۰۰۰ و ضریب کاپا و دقت کلی ۰،۹۴ و ۰،۹۶ در سال ۲۰۲۰ دارای بالاترین دقت بوده و مسیر ماسوله رودخان در این شاخص به Google earth منتقل شد. با بررسی مسیر رودخانه در بازه زمانی ۲۰ ساله مشاهده شد، در کیلومتر ۵ از شروع حوضه، مسیر رودخانه ۱۰۰ متر به سمت جنوب، در کیلومتر ۷،۵ رودخانه مسیر آن به اندازه ۵۰ متر به سمت جنوب، در کیلومتر ۲۹،۳، به اندازه ۴۵ متر به سمت جنوب، در کیلومتر ۴۸ به اندازه ۳۸ متر به سمت شمال و در کیلومترهای ۵۰ تا ۵۶ به طور ممتد تغییر مسیر داشته و علت این تغییر مسیر فرسایش بالا در این قسمت از ماسوله رودخان است.

ارزیابی دقت نقشه های تهیه شده با استفاده از پارامترهای ضریب کاپا و دقت کلی انجام شد. در تصاویر جدیدتر می‌باشد که علت آن را می توان وجود نمونه‌های کنترل زمینی نزدیک تر از نظر زمانی به این سال ها و قدرت تفکیک بیشتر این تصاویر دانست.

جدول ۳- ضریب کاپا و دقت کلی طبقه‌بندی

حوضه مورد تحقیق (منبع: نگارندگان)

WRI	WRI	AWEI	AWEI	MNDWI	MNDWI	NDWI
۲۰۲۰	۲۰۰۰	۲۰۲۰	۲۰۰۰	۲۰۲۰	۲۰۰۰	۲۰۲۰
۰،۹۲	۰،۹۱	۰،۹۴	۰،۹۳	۰،۹۰	۰،۸۸	۰،۹۲
۰،۹۴	۰،۹۲	۰،۹۶	۰،۹۵	۰،۹۲	۰،۹۰	۰،۹۳

با مقایسه ضریب کاپا و دقت کلی پردازش تصاویر مشاهده شد شاخص AWEI با ضریب کاپا و دقت کلی ۰،۹۳ و ۰،۹۵ در سال ۲۰۰۰ و ضریب کاپا و دقت کلی ۰،۹۴ و ۰،۹۶ در سال ۲۰۲۰ دارای بالاترین دقت بوده و مسیر ماسوله رودخان در این شاخص به Google earth منتقل شد تا تغییرات مسیر رودخانه بررسی گردد. با بررسی مسیر رودخانه در بازه زمانی ۲۰ ساله مشاهده شد، در کیلومتر ۵ از شروع حوضه، مسیر رودخانه ۱۰۰ متر به سمت جنوب، در کیلومتر ۷،۵ رودخانه مسیر آن به اندازه ۵۰ متر به سمت جنوب، در کیلومتر ۲۹،۳، به اندازه ۴۵ متر به سمت جنوب، در کیلومتر ۴۸ به اندازه ۳۸ متر به سمت شمال و در کیلومترهای ۵۰ تا ۵۶ به طور ممتد تغییر مسیر داشته و علت این تغییر مسیر فرسایش بالا در این قسمت از ماسوله رودخان است.

۴- بحث و نتیجه گیری

منابع

- احمدی، حسن، (۱۳۸۵). ژئومورفولوژی کاربردی (فرسایش آبی)، جلد اول، انتشارات تهران، چاپ سوم. ۶۶۸ صفحه.
- آرخی، صالح، (۱۳۹۴). آشکارسازی تغییرات پوشش/کاربری اراضی با پردازش شیء‌گرایی تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از نرم افزار Idrisi selvi (مطالعه موردی: منطقه آبدانان)، فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، دوره ۲۴، شماره ۹۵.
- المدرسی، سید علی؛ خبازی، مصطفی؛ علیایی، علی؛ شهبازی، میثم، (۱۳۹۷)، بررسی نقش عوامل مؤثر بر پیچان‌رودشدن و تغییرات رودخانه دالکی با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۹، پیاپی ۶۹، شماره ۱، صص ۱۶۴-۱۷۶.
- حسن پور، سمانه؛ دادالهی سهراب، سهراب؛ علی، و علمی زاده، هیوا، (۱۳۹۵)، پیش بینی تغییرات مسیر رودخانه کارون و اثرات تغییر اقلیم با استفاده از RS و GIS، دومین همایش ملی توسعه پایدار دریا محور، خرمشهر، <https://civilica.com/doc/6116972>.
- رخش ماهپور، علی؛ و شاد، روزبه، (۱۳۹۴). ادغام زمانی - مکانی تصاویر ماهواره ای به منظور کاهش بازه ی پایش پدیده ها، اولین کنفرانس جغرافیا، عمران، شهرسازی، معماری، مدیریت شهری و توسعه پایدار، قم، <https://civilica.com/doc/517637>.
- رضایی مقدم، محمدحسین؛ ثروتی، محمدرضا؛ اصغری سراسکانرود، صباد، (۱۳۹۰)، بررسی تغییرات شکل هندسی رودخانه قزل اوزن با تاکید بر عوامل ژئومورفولوژیک و زمین شناسی، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۳، پیاپی ۴۶، شماره ۲، صص ۱-۱۸.
- شانی هویزه، سیده‌مائده؛ زارعی، حیدر، (۱۳۹۵). بررسی تغییرات کاربری اراضی طی دو دهه دوره زمانی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز ابوالعباس)، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، پژوهشنامه مدیریت حوضه آبخیز، سال هفتم، شماره ۱۴، صص ۲۳۷-۲۴۴.
- شایان، سیاوش، زارع، غلامرضا، یمانی، مجتبی، شریفی کیا، محمد، سلطان پور، محسن، (۱۳۹۳)، به کارگیری داده‌های سنجش از دور در آشکارسازی تغییرات اقلیمی پیچان رودی دلتای مند-بوشهر، فصلنامه علمی-پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، دوره ۲۴، شماره ۹۳، صص ۴۰-۲۷.

- فاطمی، سیدباقر؛ رضایی، یوسف، (۱۳۹۱). مبانی سنجش ازدور، چاپ سوم، انتشارات آزاده، شابک ۹۷۸۹۶۴۵۰۱۶۹۸۰-۳۵۰ ۲۹۶ صفحه.
- کوهی زاده دهکردی، آرش؛ صمدی بروجنی، حسین؛ خواستار بروجنی، میلاد؛ فتاحی، روح الله، (۱۳۹۸). بررسی تغییرات ریخت شناسی رودخانه بازفت در بازه سی ساله (۹۵-۱۳۶۵) با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست، نشریه پژوهش های حفاظت آب و خاک، شماره ۶ صص ۱۵۸-۱۳۹.
- عابدینی، موسی؛ فعال نذیری، مهدی؛ پیروزی، الناز (۱۴۰۲). ارزیابی و پهنه بندی خطر سیلاب با استفاده از تکنیک چند معیاره آراس و هیدروگراف واحد. مطالعه ی موردی: حوضه بالادست ایستگاه هیدروترم پل سلطان مشکین شهر. مجله مخاطرات محیط طبیعی، شماره ۳۵، دوره ۱۲. صص ۱۱۵-۱۳۷
- عابدینی، موسی؛ پیروزی، الناز؛ آقایاری، لیلیا (۱۴۰۱)، پهنه بندی خطر وقوع سیلاب در حوضه آبریز رضی چای با استفاده از مدل ویکور، مدیریت بحران، شماره ۲۲، پاییز و زمستان، صص ۱۹۷-۱۸۶.
- مرشدی، جعفر؛ علوی پناه، کاظم، (۱۳۸۹). آشکارسازی تغییرات ژئومورفیک مسیر رودخانه کارون با استفاده از داده های GIS و RS (بازه شوشتر تا اروندرود)، سال دوم، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۹
- یمانی، محبتی؛ رحیمی، مسعود، ویسی، عبدالکریم، (۱۳۹۴). مورفومتری و مقایسه تغییرات عرضی رودخانه ارس طی سه دهه اخیر مطالعه موردی: پایین دست سد میل مغان، پژوهش های ژئومورفولوژی کمی، شماره ۱۲، صص (۷۴ تا ۸۹).
- Chavez jr, P.S. ۱۹۸۸. An Improved Dark-Object Subtraction Technique for Atmospheric Scattering Correction of Multispectral Data. Remote Sensing of Environment, 24: 459-479.
- Doll, B. A., G. L. Grabow., K. R., Hall, H., Halley, W. A., Haman, G. D., Jennings and D. E. Wis. (۲۰۰۳). Stream Restoration: A natural channel design handbook, NC Stream Restoration Institute, NC State University, pp128.
- Feyisa, G, Meilby, H, Fensholt, R, Proud, S. (۲۰۱۴). Automated Water Extraction Index: A new technique for surface water mapping using Landsat imagery, Remote Sensing of Environment, 140: 23-35.
- Fisher, A, Flood, N, Danaher, T. (۲۰۱۶). Comparing Landsat water index methods for automated water classification in eastern Australia, Remote Sensing of Environment, 175:167-182.
- Li W, Du Z, Ling F, Zhou D, Wang H, Gui Y, Sun B, Zhang X. (۲۰۱۳). A comparison of land surface water mapping using the normalized difference water index from TM, ETM+ and ALI. Remote Sensing. ۲۰۱۳ □□□□□(۱۱):۵۵۳۰-۴۹.
- Mcfeters, S.K. (۱۹۹۶). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features, International Journal of Remote Sensing, 17(7): 1425-1432.
- Ollero, A., ۲۰۱۰. Channel changes and floodplain management in the meandering middle Ebro River, Spain, Geomorphology 117:247-260.
- Pan, S. (۲۰۱۳), "Application of Remote Sensing and GIS in Studying Changing River Course in Bankura District, West Bengal", International Journal of Geometrics and Geosciences, Vol. ۴, Issue ۱, pp.۱۴۹-۱۶۳.
- Sarkar, A.; Garg, R. D. and Sharma, N. (۲۰۱۲), "RS-GIS Based Assessment of River Dynamics of Brahmaputra River in India", Journal of Water Resource and Protection, Vol. 4, pp. 63-72.
- Salmon, B. P., Kleynhans.W., Bergh. F. van den, Olivier J. C., Grobler T. L., Wessels K. J. (۲۰۱۳)., "Land coverchange detection using the internal covariance matrix of the extended Kalman filter over multiple spectralbands," IEEE Journal of selected topics in applied earth observations and remote sensing, vol. 6, pp.1079-1085.
- Xu, H.(۲۰۰۶). Modification of normalized difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery, International Journal of Remote Sensing, 27(14):3025-3033.
- Vercruysec ,K., Grabowski, R.(۲۰۲۱) Human impact on river planform within the context of multi-timescale river channel dynamics in a Himalayan river system., Geomorphology, Volume ۳۸۱, ۱۵ May ۲۰۲۱, ۱۰۷۶۵۹.

Identification and extraction of changes in masuleh river in Guilan province in the period 2000 to 2020 using satellite image processing

Mousa Abedini¹; Behnaz Sarai²

1- Professor of Geomorphology, Faculty of Social Sciences, Mohagheh Ardabili University, Ardabil, Iran .Email: abedini@uma.ac.ir

2-PhD student in Professor of Geomorphology, Faculty of Social Sciences, Mohagheh Ardabili University, Ardabil, Iran

Email address: Abedini@uma.ac.ir

Abstract:

As a dynamic system, the river always changes its location and morphological characteristics according to time, geomorphic, geological, hydrological factors and sometimes due to human intervention. Masuleh Rudkhan is one of the most important rivers in Iran that the formation of bed geometry in different periods is very different from each other. This river has a dynamic morphological behavior under the influence of various factors such as the geology of the region, the characteristics of the alluvial structure, the hydrological characteristics of its upstream basin, the structures in it and the hydraulic conditions of the flow. The purpose of this paper was to identify and extract the changes of Masouleh Rudkhan in Guilan province in the period 2000 to 2020 using satellite image processing. The images used were the images of Landsat 5 satellite on 06/06/2000 and Landsat 8 on 13/06/2020. SVM classification method and NDWI, MNDWI, AWEI and WRI indices were used for image processing. Changes in the SVM classification method showed that the river area has decreased by 314.26 hectares from 2000 to 2020. These changes mean an increase in construction on the riverbed and a decrease in the amount of water in the river. Comparing kappa coefficient and overall image processing accuracy, it was observed that AWEI index with kappa coefficient and overall accuracy of 0.93 and 0.95 in 2000 and kappa coefficient and overall accuracy of 0.94 and 0.96 in 2020 had the highest accuracy and Masouleh Rudkhan route in this index to Google earth moved. By examining the river route in a period of 20 years, it was observed that at 5 km from the beginning of the basin, the river route is 100 meters to the south, at 7.5 km, the river route is 50 meters to the south, at 29.3 km, it is 45 meters to On the south side, at km 48, it is 38 meters to the north and at km 50 to 56, it has changed continuously and the reason for this change is the high erosion in this part of Masouleh River.

Keywords: Masuleh River, changes, water index, remote sensing

1- Introduction

The emergence and formation of natural waterways, which are the same as rivers, is affected by various factors such as climatic conditions, geology and geography. A river may form in an erosion-resistant structure, in which case its position and dimensions remain constant. On the other hand, the river can appear in eroded alluvial materials. In such a case, a constant tendency to continuously change the position of the river through erosion and reformation of coastal walls along the sides is clearly visible. Changes in the geometric pattern of the river, bed instability and erosion of the river banks not only cause damage to agricultural lands and facilities adjacent to the river bank, but also sediments from erosion reduce the useful capacity of dams and disrupt the hydrological conditions of the flow. Rivers rarely have regular and direct flow all the way. Rather, depending on the structure of the land, the shape of the roughness and also the climatic conditions, the dynamics of the river flow is unstable and causes changes in the waterways and twists the course of the river (Ahmadi, 2006). Monitoring the morphological changes of the riverbeds is essential and in the meantime, remote sensing is a powerful tool. With this approach, in this study, identification and extraction of the changes in Masouleh Rudkhan of Gilan in the period of 2000 to 2020 has been conducted using satellite image processing.

2- Materials and Methods

Research Method

The method of conducting research was spatial-field analysis; in this way, after conducting preliminary studies and preparing appropriate satellite images, the necessary processing was performed. The images used in the research were Landsat 5 satellite images dated 2009/06/06 and Landsat 8 images dated 2020/06/13 which are illustrated in Table (1) of the specifications of the images used. In order to study the changes in the river route, images were classified and indicators were applied, which are described in detail.

- **Pre-processing the Images**

1. Geometric Corrections: Usually digital images have significant deviations, so that such images cannot be used directly as surface maps. Geometric corrections are meant to compensate for errors so that the corrected digital layer is able to adapt to ground surface positions (Shenani Hoveizeh and Zarei, 2016). In this study, the vector layer of waterways and route as well as 200 land points were used.

2. Atmosphere Corrections: Atmosphere corrections are also necessary in cases where the intensity of the signal sent by phenomena such as the ocean is less than the atmospheric effects. Water absorbs electromagnetic waves, especially in long wavelength bands such as red and infrared; therefore, the amount of reflected energy from the surface of water zones is much less and most atmospheric effects are received and recorded by satellite sensors (Fatemi and Rezaei, 2012). In this study, the numerical value reduction method of dark pixels has been utilized for atmospheric correction of images. In this method, a constant value of the total pixels in a given band is reduced to apply atmospheric corrections to each satellite image (Chavez, 1988).

Discussion and Conclusion

Masouleh Rudkhan is one of the most important rivers in Iran that the formation of bed geometry in different periods is very different from each other. This river has dynamic morphological behavior under the influence of various factors such as geology of the region, characteristics of alluvial formations, hydrological characteristics of its upstream basin, structures in it and hydraulic conditions of the stream. The purpose of this article is to identify and extract the changes of Masouleh Rudkhan in Gilan province in the period 2000 to 2020 using satellite image processing. The images employed were the images of Landsat 5 satellite on 2009/06/06 and Landsat 8 on 2020/06/13. SVM classification method and AWEI, MNDWI, NDW, and WRI indices were used for image processing. The changes studied in the SVM classification method showed that the river area has decreased 26,314 hectares from ۲۰۰۰ □□ ۲۰۲۰. These changes mean an increase in construction on the riverbed and a decrease in the amount of water in the river. Comparing Kappa coefficient and overall image processing accuracy, it was observed that AWEI index with Kappa coefficient and overall accuracy of 0.93 and 0.95 in 2000, and Kappa coefficient and overall accuracy of 0.94 and 0.96 in 2020 had the highest accuracy and Masouleh Rudkhan route was transferred to Google Earth in this index. Examining the river route over a period of 20 years, it was observed that at 5 kms from the beginning of the basin, the river route is 100 meters to the south, at 7.5 kms, the river route is 50 meters to the south, at 48 kms, as much as 38 meters to the north, and at 50 to 56 kms, it has changed direction continuously, and the reason for this change of direction is the high erosion in this part of the Masouleh river.

Key words: "Water index, "Masouleh Rudkhan", ", Bed changes", "Remote sensing".