

تغییرات مورفولوژیکی در دشت آبرفتی و جلگه ساحلی (نمونه موردی: رودخانه بهمنشیر)

لیلا ابراهیمی جمنانی - استادیار گروه جغرافیا، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران.
مریم ایلانلو* - استادیار گروه جغرافیا، واحد ماهشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ماهشهر، ایران.
زینب حمید- کارشناسی ارشد گروه جغرافیا، واحد ماهشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ماهشهر، ایران.

پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۰۸/۰۴ تأیید نهایی: ۱۴۰۳/۱۲/۱۵

چکیده

تغییرات مورفولوژیکی متناسب به فعالیت‌های انسانی یکی از محرک‌های اساسی تغییرات محیطی در سطوح محلی، منطقه‌ای و جهانی است. مطالعات مورفولوژی در افزایش درک و نظارت بر تغییرات محیطی حیاتی شده است. از این جنبه، مطالعه حاضر به جزئیات وضعیت مکانی-زمانی جلگه آبرفتی و ساحلی رودخانه بهمنشیر در شهرستان آبادان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای Landsat، LISS III و Sentinel 2A برای سال‌های ۱۹۷۳، ۱۹۸۶، ۱۹۹۹، ۲۰۱۲ و ۲۰۲۴ می‌پردازد. در این مطالعه از سنجش از دور (RS)، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سیستم تحلیل خط ساحلی دیجیتال (DSAS) برای شناسایی تغییرات مورفولوژیکی و تأثیرات آنها استفاده شده است. تفسیر ویژگی‌های مورفولوژیکی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای زمانی و تکنیک طبقه‌بندی‌کننده حداکثر احتمال (MLC) انجام شده و اثرات آن با روش تحلیل فضایی ArcGIS مورد بررسی قرار گرفت. دینامیک ساحل رودخانه با استفاده از مدل DSAS ارزیابی و کمی‌سازی شد. نتایج مطالعه نشان داد که هر دو لندفرم ژئومورفیک دشت آبرفتی و جلگه ساحلی تحت فشار فعالیت‌های انسانی در طول سال‌ها به‌ویژه پس از سال ۲۰۱۲ تغییر یافته‌اند. به طوری که حجم رسوبات آبرفتی از ۹۷٫۳ کیلومتر مربع در سال ۱۹۷۳ به ۱۰۸٫۸ کیلومتر مربع در سال ۲۰۲۴ رسیده است. از دیگر نتایج تحقیق این می‌باشد که، سواحل رودخانه بهمنشیر در دشت آبرفتی با فرسایش قابل توجهی در سال‌های اخیر به دلیل افزایش زراعت و گسترش سکونتگاه‌ها و صنایع مواجه بوده است در حالی که جلگه ساحلی در سال‌های اخیر به دلیل افزایش بار معلق رودخانه و پسروری آب دریا افزایش چشمگیری داشته است. همچنین مطالعات نشان داد که ۴ مورد از ۷ دهستان مورد مطالعه، بیشتر از ۴۰ درصد آبرفت‌های خود را به دلیل فعالیت‌های انسانی را از دست داده‌اند.

واژگان کلیدی: لندفرم، جلگه آبرفتی، مورفولوژی، رودخانه بهمنشیر.

مقدمه

سیستم رودخانه‌ای و محیط آن یکی از پرباران‌ترین مناطق با واحدهای ژئومورفولوژی حاصلخیز مختلف از جمله جلگه‌های آبرفتی و ساحلی است که هرازگاهی در معرض تغییرات هستند. جلگه آبرفتی دارای شکلی مسطح و وسیع است که از ته نشین شدن رسوبات رودخانه در یک دوره طولانی از ارتفاعات نشات می‌گیرد و دارای خاک حاصلخیز برای کشاورزی است (سارکار و همکاران^۱، ۲۰۲۲). تغییر کاربری و فعالیت‌های ناپایدار در راستای توسعه تهدیدی برای پویایی ژئومورفیک رودخانه‌ها محسوب می‌شود (رینالدی^۲، ۲۰۲۳؛ لی و همکاران^۳، ۲۰۱۷) و می‌تواند موجب تغییرات مورفولوژی رودخانه‌ها و در نتیجه تغییر در ساحل رودخانه گردد (بروشکه و سوکوتی^۴، ۲۰۱۷؛ اودین و همکاران^۵، ۲۰۲۱). با توجه به این که جلگه‌های ساحلی عمدتاً اکوسیستم‌های پویایی هستند. می‌توان از گذشته تا کنون مورد توجه بشر بوده و منجر شده سکونتگاه‌ها و فعالیت‌های انسانی (مالیک و همکاران^۶، ۲۰۲۴). در این مناطق شکل گیرد جلگه‌های آبرفتی و ساحلی در سال‌های اخیر به دلیل افزایش فعالیت‌های انسانی دستخوش تغییرات قابل توجهی شده است (کومو و همکاران^۷، ۲۰۱۸). مطالعه تغییرات مورفولوژیکی رودخانه با استفاده از RS & Gis به پایش و مدیریت منطقه و همچنین کارهای حفاظتی کمک می‌کند (منجوسری و همکاران^۸، ۲۰۲۳).

در این زمینه مطالعاتی در سطح ایران و جهان صورت پذیرفته است که به برخی از آن‌ها در ذیل اشاره می‌گردد. آمویچوکو^۹ و همکاران (۲۰۲۴) به بینش یادگیری ماشینی تأثیرات انسانی و طبیعی بر تغییر شکل بستر رودخانه در یک رودخانه بزرگ جلگه‌ای پرداختند. نتایج تفاوت‌های قابل توجهی را در از دست دادن و افزایش رسوب در سراسر رودخانه نشان داد. در منطقه مورد مطالعه برخی از بخش‌های کانال به طور قابل توجهی عمیق‌تر شده‌اند، با اختلاف عمق مشخص ۱۷،۲۰- متر بین RM 92 و ۹۴، که به طور بالقوه ناشی از وجود سنگ آهک و بزرگ شدن یک فروچاله یا چشمه در بستر رودخانه است. مدل RF سد سازی (بیش از ۲۸ درصد) را به عنوان مهم‌ترین عامل انسانی در تغییر شکل بستر رودخانه شناسایی کرد. این مطالعه بر تعامل عوامل طبیعی و انسانی در ژئومورفولوژی رودخانه و پتانسیل یادگیری ماشینی برای شناسایی این پویایی‌ها و اطلاع‌رسانی مدیریت رودخانه مبتنی بر داده‌ها و استراتژی‌های حفاظت تأکید می‌کند. چن^{۱۰} و همکاران (۲۰۲۳) به تکامل شکل زمین در دوران کواترنر و عوامل کنترل کننده آن در رودخانه یولین در فلات شمال تبت پرداختند. نتایج نشان داد که بریدگی رودخانه عمدتاً در دوره‌های تغییر آب و هوا رخ داده است. در مجموع، نتایج نشان می‌دهد که تکامل لندفرم‌های رودخانه‌ای در امتداد رودخانه یولین تابعی از تعامل بین فعالیت‌های تکتونیکی منطقه‌ای و تغییرات آب و هوایی است.

صفاری و همکاران (۱۴۰۲) در پژوهشی به بررسی تغییرات مورفولوژی رودخانه کارون و مخاطرات ناشی از آن (مطالعه موردی: بندقییر تا خرم شهر) پرداخت. نتایج نشان می‌دهد که از ۳۶ مقطع مورد بررسی، در ۲۹ مقطع عرض رودخانه کم شده است به طوری که در اطراف ماهشهر ۴۵۰ متر عرض رودخانه باریک شده است. از بین عوامل موثر در این تغییرات که با استفاده از مدل‌های رگرسیون لجستیک و تحلیل عاملی مرود بررسی قرار گرفت، تغییرات کاربری، تراکم پوشش گیاهی و رسوب بوده است. این تغییرات منجر به از بین رفتن زیستگاه‌های طبیعی حاشیه رودخانه، توان خود پالایی آب،

1. Sarkar et al

2. Rinaldi

3. Li et al

4. Brooshkeh and Sokuti

5. Uddin et al

6. Mallick et al

7. Kumm et al

8. Manjusree et al

9. Amobichukwu

10. Chen

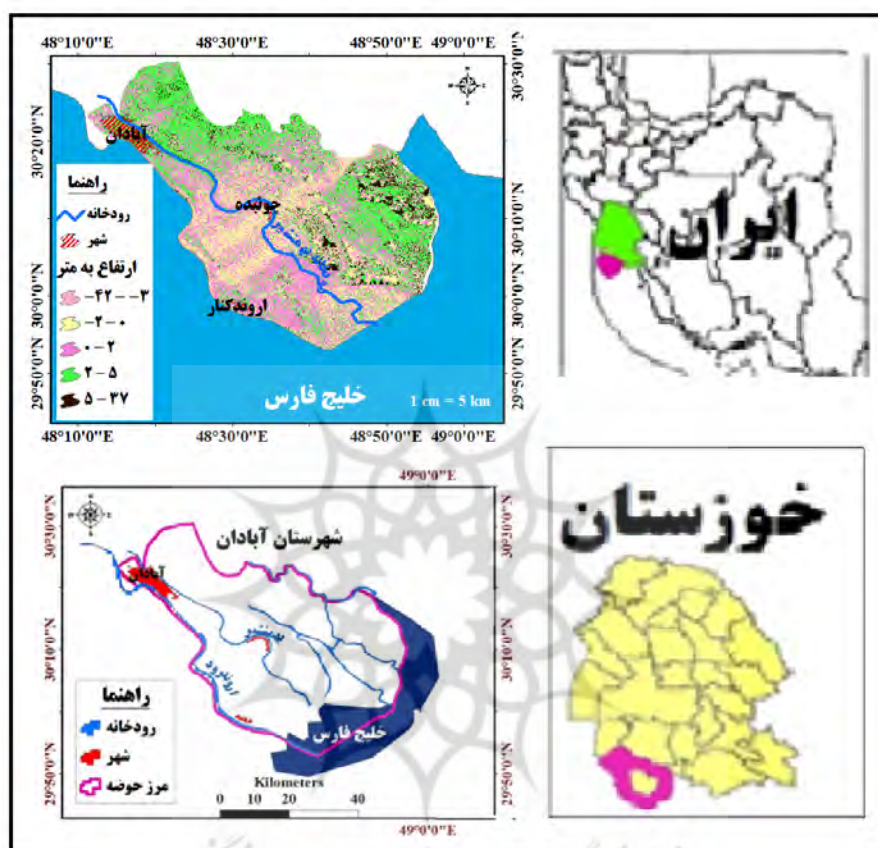
سیلاب‌های ناگهانی، تهدید و خسارت به سازه‌های انسانی، کشاورزی و... گردیده است. رحیم‌پور و همکاران (۱۴۰۰) به تحلیل تغییرات فضایی حساسیت خطر وقوع سیل برپایه نوعی مدل ترکیبی نوین (مطالعه موردی: حوضه آبریز الوندچای، شهرستان خوی) پرداختند. نتایج حاصل از اجرای مدل تحقیق نشان داد که پارامترهای شیب، گروه‌های هیدرولوژیکی خاک، ارتفاع و پوشش گیاهی تأثیر مهمی در وقوع سیل دارند. در نهایت نقشه حساسیت خطر وقوع سیل در پنج طبقه شامل حساسیت خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد تهیه شد. نتایج نشان داد مناطقی که حساسیت زیادی از نظر خطر وقوع سیل دارند، اغلب در پایین دست حوضه متمرکزند که مناطق مسطح و کم‌ارتفاع را شامل می‌شوند. جعفری و همکاران (۱۴۰۰) دو دهه پیش تالاب مهارلو با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در گوگل ارث انجین پرداختند. نتایج آزمون من-کندال دلالت بر آن داشت که تغییرات توده‌های آبی، پوشش گیاهی، میزان بارش و تراز آب زیرزمینی به ترتیب دارای روند کاهشی، افزایشی و کاهشی بوده است و در رابطه با مقادیر تبخیر-تعرق، روندی مشاهده نشد. به نظر می‌رسد در حوضه مورد مطالعه، افزایش وسعت پوشش گیاهی و متعاقب آن برداشت آب از سفره‌های زیرزمینی به مرور زمان بر روند کاهشی وسعت توده‌های آبی تالاب تأثیر گذاشته است. پیشنهاد می‌گردد به منظور مدیریت بهینه‌ی این تالاب و جلوگیری از خشک شدن آن، حد بستر و حریم تالاب، با استفاده از سایر شاخص‌های دورسنجی آبی تعیین گردد. شرفی و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی تغییرات مکانی - زمانی مورفولوژی رودخانه سیلاخور در استان لرستان پرداختند. نتایج نشان داد. برآورد میزان فرسایش، رسوبگذاری و محدوده‌های بدون تغییر رودخانه نیز نشان داد که بیشترین میزان فرسایش در بازه زمانی ۲۰۰۵-۱۹۹۵، بیشترین مقدار افزایش (رسوبگذاری) در بازه‌های زمانی ۲۰۰۵-۱۹۹۵ و ۲۰۱۵-۲۰۰۵ و بیشترین مساحت بدون تغییر در بازه زمانی ۲۰۱۵-۲۰۰۵ بوده است. حسین زاده و همکاران (۱۳۹۶) به مطالعه تغییرات ژئومورفولوژی بستر رودخانه کارون و علل آن از سال ۱۹۵۴ تا ۲۰۱۱ (۱۳۳۴ تا ۱۳۹۱) پرداختند. نتایج حاصل از بررسی‌ها نشان داد که طی ۵۷ سال تغییرات چشمگیری در مورفولوژی رودخانه از جمله تغییر در عرض رودخانه به‌ویژه در محدوده شهر اهواز، تغییر در مائدها و ایجاد جزایر رسوبی به وجود آمده است. ایلدرمی و شیخی‌پور (۱۳۹۵) به بررسی تغییرات مورفولوژی رودخانه و نقش آن در فرسایش و رسوب‌گذاری با استفاده از HEC-RAS (مطالعه موردی: رودخانه خرم‌آباد - دوآب ویسیان) پرداختند. نتایج حاصل از اجرای مدل نشان داد که ظرفیت حمل رسوب در بازه مورد مطالعه رودخانه خرم‌آباد - دوآب ویسیان متغیر می‌باشد.

هدف از این پژوهش بررسی تغییرات مورفولوژیکی در دشت آبرفتی و جلگه ساحلی رودخانه بهمنشیر با استفاده از GIS و RS می‌باشد.

موقعیت منطقه مورد مطالعه

رودخانه بهمنشیر در جنوب غربی ایران و در استان خوزستان واقع شده که مهمترین منبع تامین آب شرب و کشاورزی شهرستان‌های خرمشهر و آبادان است. بهمنشیر همان شاخه اصلی کارون است که ابتدا بهمن اردشیر و به مرور زمان بهمن شیر نام گرفت. این رود که ۱۶۸ کیلومتر طول دارد در شمال جزیره آبادان جاری است و به خلیج فارس می‌ریزد و از آن نهرهای متعددی منشعب می‌شود که کرانه‌های دو طرف رود را آبیاری می‌کند (فعال، ۱۳۸۸). رودخانه کارون پس از رسیدن به خرمشهر به ۲ شاخه تقسیم می‌شود، شاخه اول به اروندرود، سپس اروندرود نیز به خلیج فارس می‌ریزد. شاخه دوم، رودخانه بهمنشیر را تشکیل می‌دهد که حدود ۹۰ کیلومتر طول دارد و آب کارون را به سمت خلیج فارس منتقل می‌کند، ساحل بهمنشیر از سر سبزترین و خرما خیزترین نخلستان‌های ایران به شمار می‌رود که با دارا بودن خاک آبرفتی حاصلخیز و آب مناسب از دیرباز محل تولید مرغوب‌ترین خرماهای ایران بوده است. در سال‌های اخیر به دلیل سد سازی غیر اصولی و خشکسالی و کشاورزی سنتی و ورود پس آب‌های شور و حاوی سموم از برخی مزارع کشاورزی بالادست کارون، مشکلات زیادی از جمله کم شدن سطح آب بهمنشیر و غلبه آب شور دریا بر میزان آب رودخانه و در نتیجه

شوری بالای آب این رودخانه و تاثیر منفی بر کشاورزی و نخلستان‌های منطقه گذاشته است. به دلیل کاهش شدید آب ورودی به این رودخانه و کم شدن جریان آب و عدم لایروبی به موقع و مستمر آن، چند سالیست که رسوبات باعث شده عمق رودخانه رو به کاهش بگذارد.



شکل ۱: نقشه موقعیت جغرافیایی رودخانه بهمنشیر

روش تحقیق

این مطالعه رویکرد پرکاربرد استفاده از تصاویر ماهواره‌ای زمانی منطقه را برای ترسیم لندفرم‌های مورفولوژیکی و تغییرات آنها از طریق تکنیک‌های زمین فضایی اتخاذ گردیده است. دینامیک کرانه رودخانه با استفاده از مدل DSAS برای تعیین مکان‌های فرسایش و رسوب مورد مطالعه قرار گرفت. مراحل این تحقیق به شرح ذیل می‌باشد:

۱. پردازش تصویر تصاویر ماهواره‌ای

از نرم افزارهای پردازش تصویر مانند ERDAS IMAGINE 2015 و ENVI 5.5 برای پیش پردازش تصاویر ماهواره‌ای در جدول (۱) استفاده شد. تصاویر پیش پردازش شده برای ویژگی‌های مورفولوژیکی مختلف برای دوره‌های ۱۹۷۳، ۱۹۸۶، ۱۹۹۹، ۲۰۱۲ و ۲۰۲۴ با استفاده از طبقه‌بندی کننده حداکثر احتمال (MLC) تفسیر شدند، زیرا این تکنیک دقت خوبی در طبقه‌بندی نظارت شده ارائه می‌کند (Kaliraj et al., 2017).

جدول ۱: تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در پژوهش

نوع ماهواره	سال	وضوح تصویر
-------------	-----	------------

۳۰	۱۹۷۳	Landsat MSS
۳۰	۱۹۸۶	Landsat MSS
۲۳/۶	۱۹۹۹	LISS II
۲۳/۶	۲۰۱۲	LISS III
۱۰	۲۰۲۴	Sentinel 2A

۲. حذف نویز داده‌های Sentinel-2 MSI

نویز در محصول SENTINEL-2 سطح C1 با اعمال الگوریتم تصحیح جوی (AC) حذف می‌شود که بازتاب بالای اتمسفر (TOA) را به بازتاب پایین اتمسفر (BOA) تبدیل می‌کند و این الگوریتم اصلاح بر اساس الگوریتم پیشنهادی در Atmospheric / تصحیح توپوگرافی برای تصاویر ماهواره‌ای است (Richter and Schlöpfer, 2011). این روش اصلاح جو را بر اساس مدل انتقال تابشی LIBRA، DTRAN انجام می‌دهد (Mayer and Kylling, 2005).

۳. طبقه‌بندی کننده حداکثر احتمال^۱

روش طبقه‌بندی نظارت شده طبقه‌بندی حداکثر احتمال (MLC) یکی از روش‌های طبقه‌بندی ویژگی‌های زمین پرکاربرد است. Maximum Likelihood Classification فرض می‌کند که آمار هر کلاس در هر باند به طور معمول توزیع شده است و احتمال تعلق یک پیکسل معین به یک کلاس خاص را محاسبه می‌کند. در این روش، هر پیکسل به کلاسی که بیشترین احتمال (یعنی حداکثر احتمال) را دارد، اختصاص داده می‌شود. مزیت روش MLC به عنوان یک طبقه‌بندی کننده پارامتری، واریانس کوواریانس در توزیع‌های کلاس را در نظر می‌گیرد و MLC به طور قابل توجهی خوب عمل می‌کند.

۴. تجزیه و تحلیل تغییر ویژگی‌های مورفولوژیکی

ویژگی‌های ژئومورفولوژی تفسیر شده با جزئیاتی مانند موقعیت‌های جغرافیایی، شناسه‌های منحصربه‌فرد، مساحت در کیلومتر مربع و کلاس‌های لندفرم‌ها تعیین و به عنوان یک پایگاه داده فضایی در قالب GIS تهیه گردید. سپس وسعت فضایی ویژگی‌های مختلف کلاس‌ها محاسبه شد و تغییرات در گستره‌های فضایی آنها برای دوره‌های مختلف زمانی توسط فعالیت‌های ناشی از انسان ارزیابی شد.

۵. تغییرات کرانه رودخانه با استفاده از DSAS

DSAS پرکاربردترین ابزار برای مطالعه تغییرات خط ساحلی یا حاشیه رودخانه در یک دوره زمانی با استفاده از مجموعه داده‌های تاریخی است (Nithu Raj et al., 2019; Nguyen et al., 2010). این مدل محاسبات نرخ حرکت خط ساحلی یا ساحل رودخانه را ارائه می‌دهد. DSAS از روش پایه برای محاسبه آمار نرخ تغییر خطوط ساحلی سری‌های زمانی مختلف استفاده می‌کند (Sreeshma and Vargheese, 2012). یک خط مبنا با توجه به مجموعه داده‌های تاریخی در نظر گرفته شده اختصاص داده می‌شود و ترانسکت‌ها به صورت عمود از خط مبنا به مجموعه داده‌های تاریخی در فاصله زمانی دلخواه طبق برنامه کاربر ترسیم می‌شوند.

^۱ - Maximum likelihood classifier

در این مطالعه ترانسکت در فاصله ۲۰۰ متر، ۱۰۰ متر، ۵۰ متر، ۵۰ متری در نظر گرفته شد. از آنجایی که پیچ و خم رودخانه بهمن شیر زیاد است، فاصله ترانسکت نزدیک برای داده‌های تغییرات بهتر خط رودخانه در نظر گرفته شد. این مدل نرخ تغییرات مجموعه داده‌های تاریخی را از خط مبنا اجرا می‌کند و پارامترهای مختلفی مانند حرکت خط ساحلی خالص (NSM)، نرخ رگرسیون خطی (LRR) و نرخ نقطه پایانی (EPR) را ارائه می‌کند (Suhaimi et al., 2018). آمار به دست آمده برای طبقه‌بندی فرسایش و برافزایش با استفاده از جدول طبقه‌بندی (۲) محاسبه شد. بر این اساس، فرسایش و رسوب و مکان‌های پایدار ساحل رودخانه در طول دوره مورد مطالعه به دست آمد. تغییرات در ناحیه فضایی ساحل رودخانه برای تجزیه و تحلیل بیشتر مطالعه کمی شد.

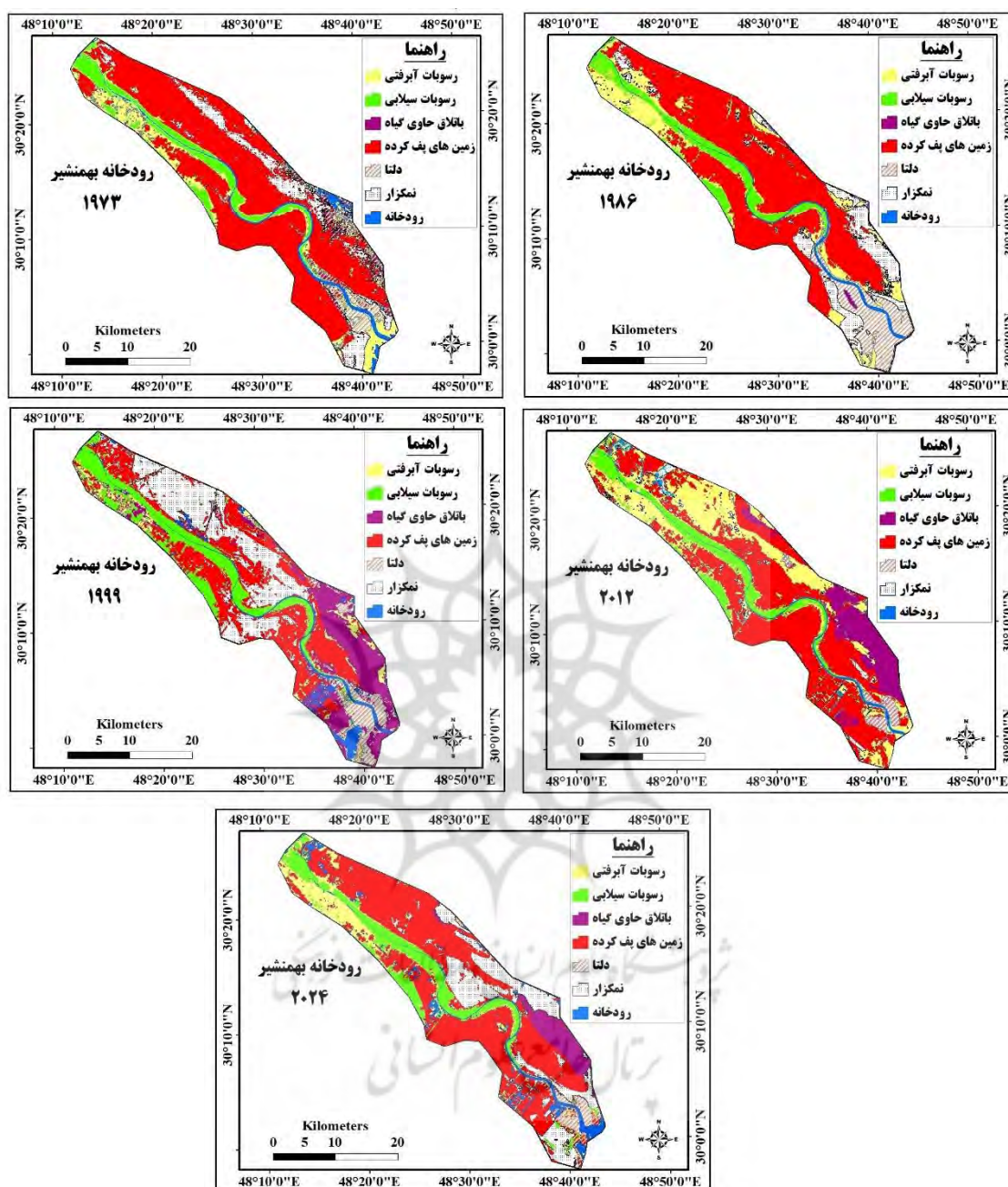
جدول ۲: طبقه‌بندی رسوب / فرسایش

محدوده	کلاس
رسوب زیاد	۵ متر
رسوب متوسط	۵ تا ۲ متر
رسوب کم	۲ تا ۰/۵ متر
پایدار	۰/۵ تا ۰/۵ - متر
فرسایش کم	۰/۵ - تا ۲- متر
فرسایش متوسط	۲ تا ۵-
فرسایش زیاد	کمتر از ۵ - متر

(منبع: Ramesh et al, 2021)

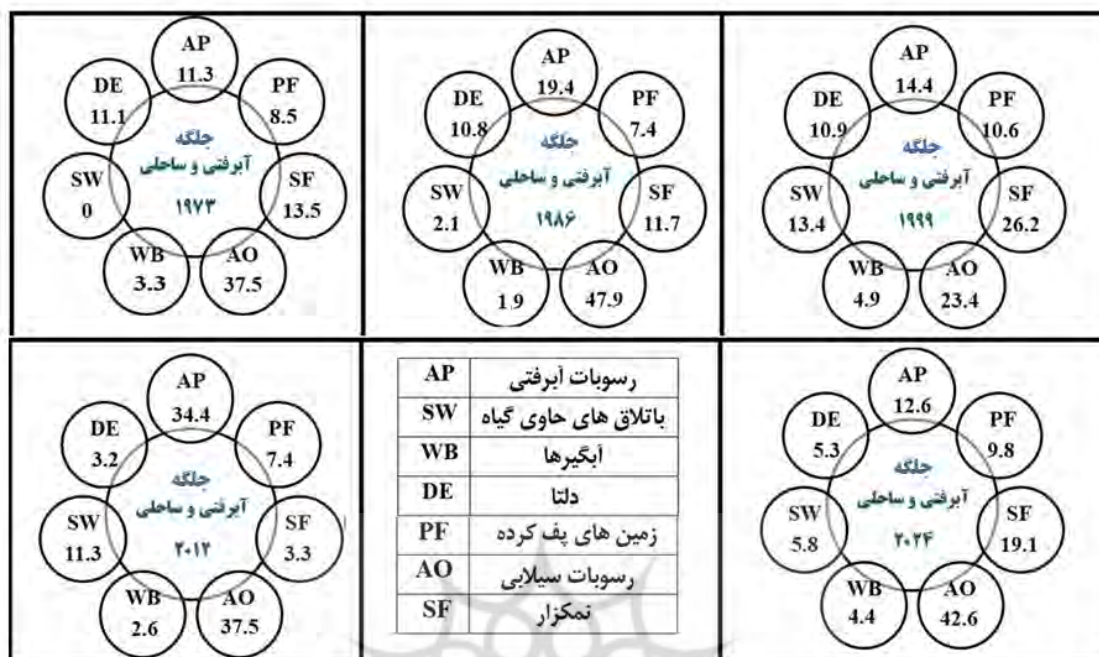
بحث و یافته‌ها

تصاویر ماهواره‌ای پیش‌فرآوری شده سال‌های ۱۹۷۳، ۱۹۸۶، ۱۹۹۹، ۲۰۱۲ و ۲۰۲۴ با استفاده از طبقه‌بندی‌کننده حداکثر احتمال (MLC) طبقه‌بندی شدند و سایر ویژگی‌های مورفولوژیکی در جلگه آبرفتی و جلگه ساحلی اطراف رودخانه بهمن شیر نقشه‌برداری شدند. این ویژگی‌ها شامل آبگیرها، باتلاق‌ها، زمین‌های پف کرده، دلتا، نمکزارها (فعال و متروک)، جلگه‌های سیلابی و مناطق آبرفتی می‌شوند که در شکل (۳) نشان داده شده است. ویژگی‌های مورفولوژیکی شناسایی شده در بازه‌های زمانی مختلف در جلگه آبرفتی و ساحلی رودخانه بهمن شیر در شکل ۳ به تفصیل مشخص شده است.

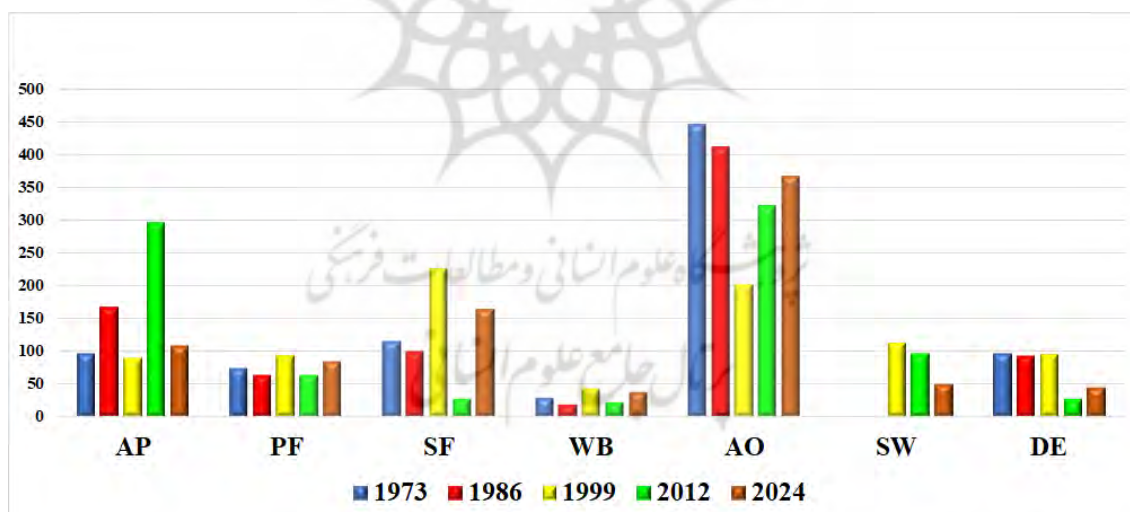


شکل ۲: تغییرات در جلگه و جلگه آبرفتی

مجموع وسعت فضایی دشت آبرفتی اطراف رودخانه بهمنشیر حدود ۸۵۷/۴ کیلومتر مربع است که توسط پژوهش نشان داده شده است. دشت آبرفتی در قسمت بالا دست منطقه و جلگه ساحلی در قسمت پایین دست واقع شده است. شکل ۳ و ۴ تغییرات نامتناسب فرم و اشکال ژئومورفولوژیکی در دشت آبرفتی و جلگه ساحلی رودخانه بهمنشیر را در بازه‌های زمانی مورد مطالعه نشان می‌دهد. از نکات قابل توجه گسترش نمک‌زارها از ۳/۳ درصد در سال ۲۰۱۲ به ۱۹/۱ درصد در سال ۲۰۲۴ یا ۱۳/۵ درصد در سال ۱۹۷۳ به ۲۷/۵ درصد در سال ۱۹۹۹ می‌باشد. در تمامی بازه‌های زمانی زمین‌های پف کرده بیشترین وسعت را در منطقه دارند. از دیگر نکات دیگر همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده است، رشد آبگیرها، کاهش وسعت دلتا و افزایش باتلاق در سطح منطقه در سال ۲۰۲۴ می‌باشد. بیشترین وسعت جلگه آبرفتی در سال ۲۰۱۲ با وسعت ۲۹۵/۸ کیلومتر مربع و ۳۴/۴ درصد است.

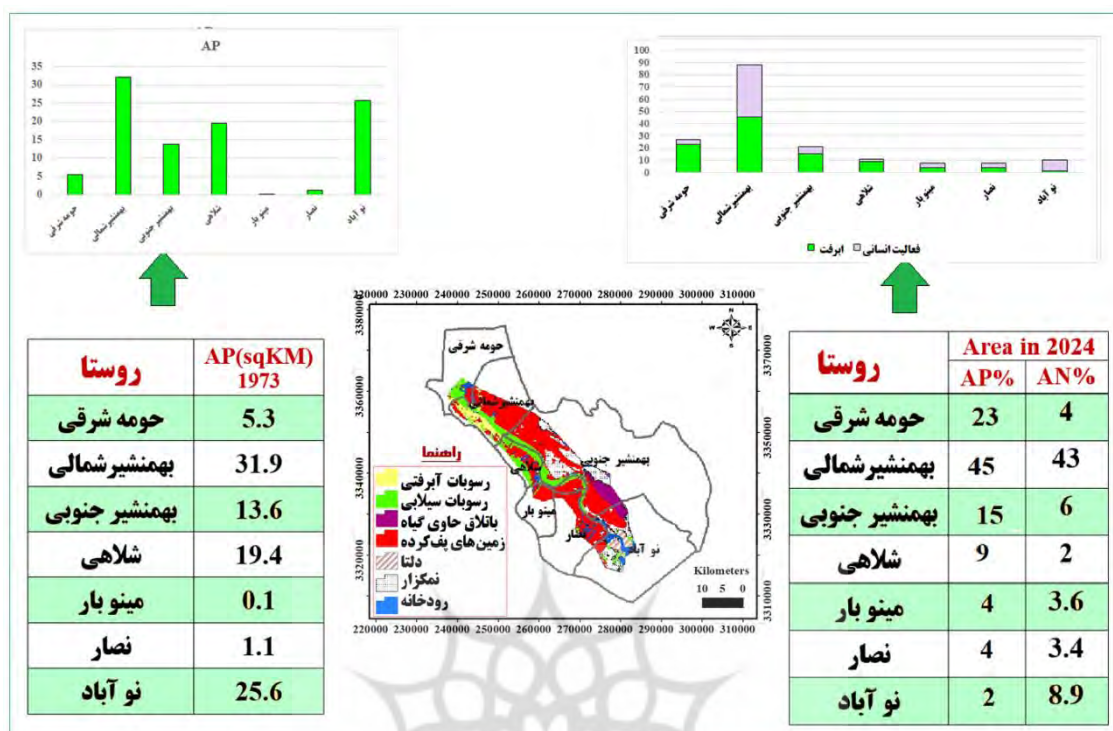


شکل ۳: تغییرات وسعت لندفرمها در طی بازه زمانی ۱۹۷۳ تا ۲۰۲۴ در جلگه آبرفتی و جلگه ساحلی رودخانه بهمنشیر



شکل ۴: تغییرات نامتناسب لندفرمهای ژئومورفولوژیکی در جلگه آبرفتی و ساحلی رودخانه بهمنشیر

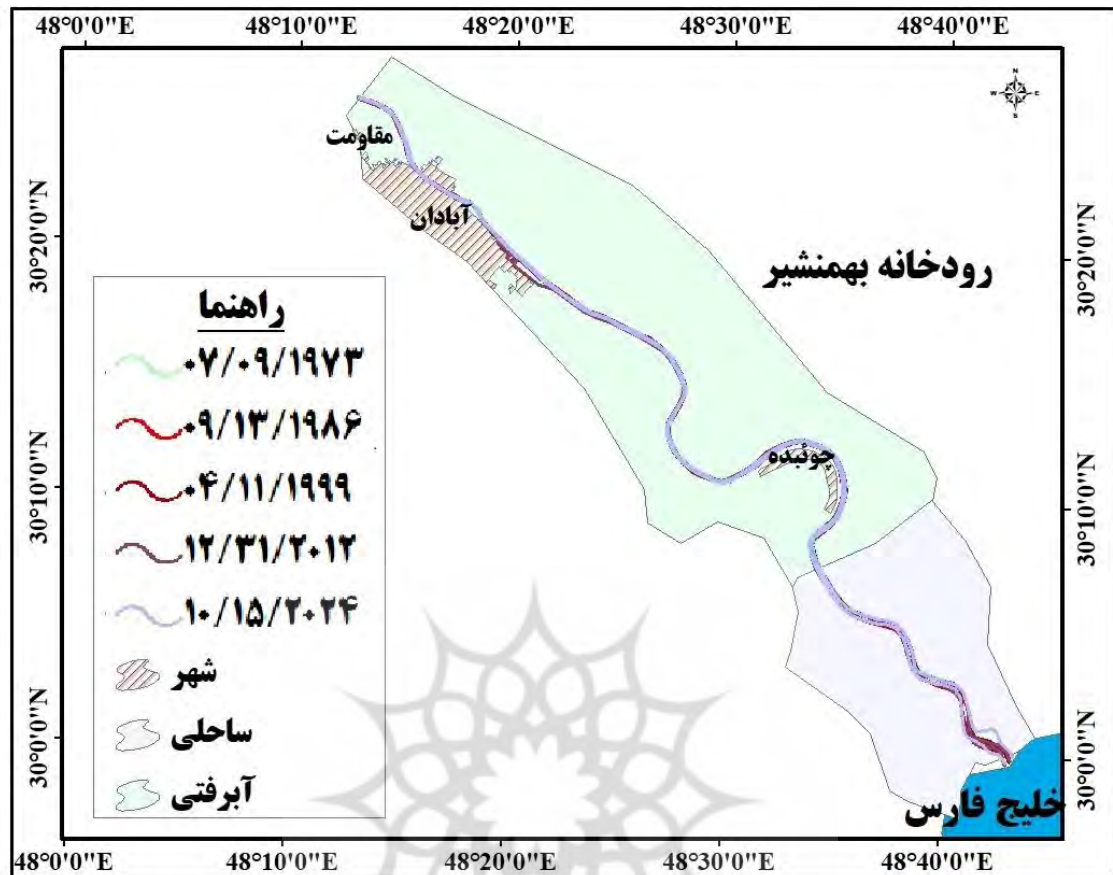
مناطق مسکونی همانطور که شکل (۵) نشان می‌دهد بر روی جلگه‌های آبرفتی و سیلابی قرار گرفته‌اند. روستاها و نسبت جلگه آبرفتی و ساحلی آنها در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۵: توزیع روستایی و پویایی جلگه آبرفتی و ساحلی

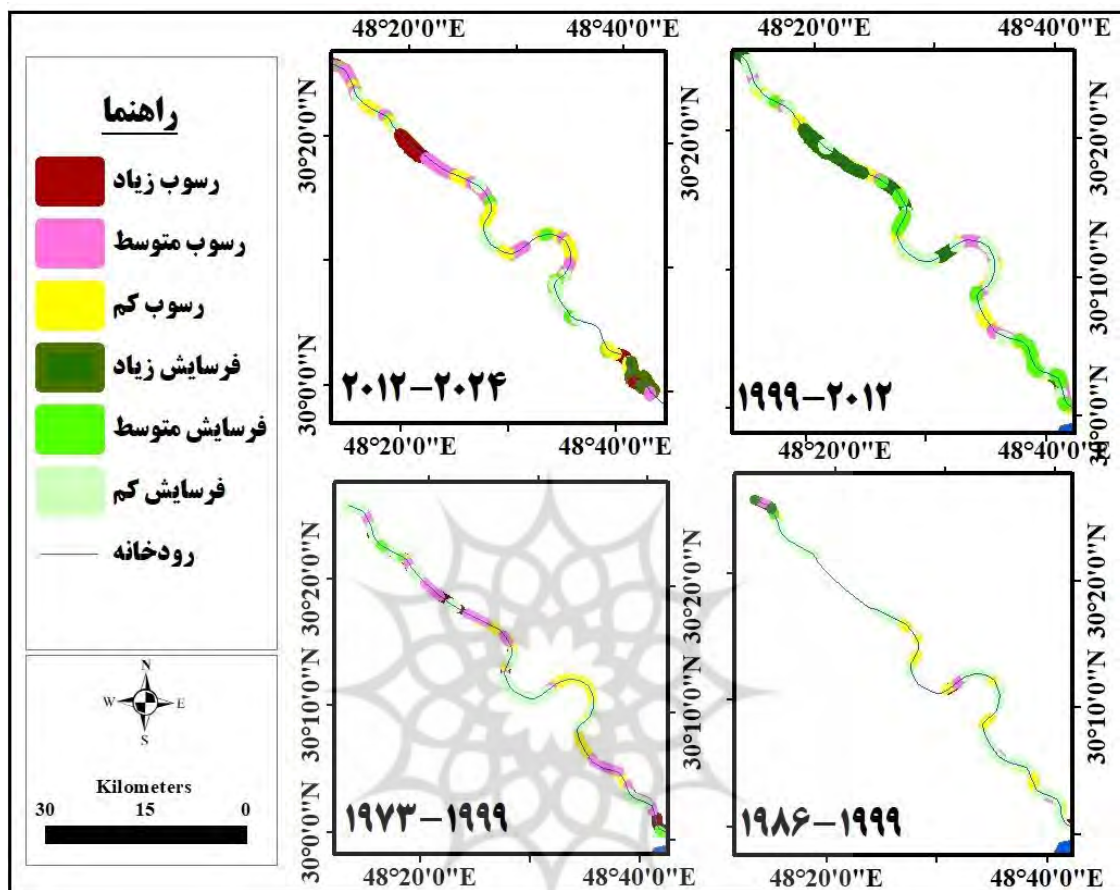
همانطور که بر روی شکل ۵ مشخص است بیشترین آبرفت در دهستان بهمنشیر شمالی و نوآباد قرار دارد. اما در سال ۲۰۲۴ همانطور که بر روی نقشه مشخص است. و بیشترین فعالیت اقتصادی نیز در این دو منطقه قرار دارد. قرارگیری شهرآبادان در بهمنشیر شمالی منجر به افزایش فعالیت‌های انسانی در این منطقه شده است. نکته قابل تامل افزایش فعالیت‌های انسانی از طریق ایجاد اسکله و بندر و تأسیسات آن در نوآباد در طی سال‌های اخیر می‌باشد. حجم رسوبات آبرفتی در سال ۱۹۷۳ در نوآباد زیاد بوده است اما در سال ۲۰۲۴ کاهش می‌یابد. این به دلیل افزایش وسعت دلتا و نمکزارها می‌باشد. در بهمنشیر جنوبی نسبت فعالیت انسانی به آبرفت موجود در منطقه کم است. این به این دلیل است که تنها مرکز مهم این منطقه شهر چوئیده می‌باشد که اطراف آنرا نخلستان‌ها احاطه کرده و عمده فعالیت مردم در این منطقه کشاورزی می‌باشد. نوآباد بیشتر بر روی رسوبات سیلابی گسترش یافته است.

در مرحله بعد تغییرات کناره رودخانه بهمنشیر در بازه‌های زمانی مختلف ترسیم شد. نتایج نشان داد طول رودخانه بهمنشیر در سال ۱۹۷۳ برابر با ۱۶۵/۶ کیلومتر، در سال ۱۹۸۶ برابر با ۱۶۶/۷ کیلومتر، در سال ۱۹۹۹ در حدود ۱۶۷ کیلومتر، در سال ۲۰۱۲ در حدود ۱۷۱/۸ کیلومتر، در سال ۲۰۲۴ در حدود ۱۶۸/۹ کیلومتر مربع بوده است (شکل ۶). بیشترین وسعت در سال ۲۰۱۲ و کمترین وسعت در سال ۱۹۷۳ می‌باشد که همزمان با خشکسالی در منطقه بوده است. در بازه زمانی ۱۹۷۳ تا ۱۹۸۶ منطقه دچار خشکسالی شده است و همزمان به دلیل سدسازی در بالادست رودخانه کارون حجم ورودی آب به رودخانه کاهش چشمگیری داشته است.

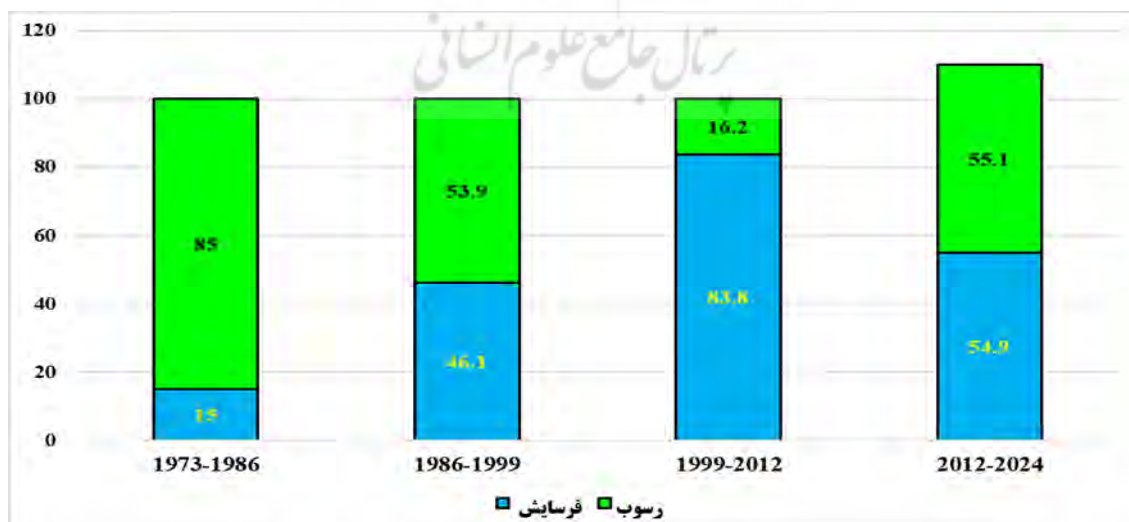


شکل ۶: تغییرات کناره رودخانه بهمنشیر در بازه‌های زمانی مختلف

همانطور که شکل (۷) نشان می‌دهد در تمامی بازه‌های زمانی به جز ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۲ رسوب‌گذاری بر فرسایش غلبه داشته است. همانطور که شکل (۴) هم نشان می‌دهد حجم رسوبات آبرفتی و سیلابی به مرور زمان افزایش یافته است. در بازه زمانی ۱۹۷۳ - ۱۹۸۶ میزان رسوب ۸۵٪ و فرسایش ۱۵٪، در بازه زمانی ۱۹۸۶ - ۱۹۹۹ میزان رسوب ۵۳٪ و فرسایش ۴۶٪، در بازه زمانی ۱۹۹۹ - ۲۰۱۲ میزان رسوب ۱۶٪ و فرسایش ۸۳٪ و در بازه زمانی ۲۰۱۲ - ۲۰۲۴ میزان رسوب ۵۵٪ و فرسایش ۵۴٪ صورت گرفته است.



شکل ۷: پهنه‌بندی فرسایش / رسوب رودخانه بهمنشیر در بازه‌های زمانی مختلف



شکل ۸: درصد فرسایش / رسوب رودخانه بهمنشیر در بازه‌های زمانی مختلف

نتیجه گیری

در این مطالعه، تغییرات دشت آبرفتی و جلگه ساحلی رودخانه بهمنشیر برای دوره زمانی ۱۹۷۳ تا ۲۰۲۴ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست در فصل پائیز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. این مطالعه نشان داد که هر دو لندفرم ژئومورفیک آبرفتی و ساحلی تحت فشار فعالیت‌های انسانی در طول سال‌ها به‌ویژه پس از سال ۲۰۱۲ تغییر یافته‌اند. به طوری که حجم رسوبات آبرفتی از ۹۷٫۳ کیلومتر مربع در سال ۱۹۷۳ به ۱۰۸٫۸ کیلومتر مربع در سال ۲۰۲۴ رسیده است. و حجم رسوبات سیلابی از ۷۳٫۷ کیلومتر مربع در سال ۱۹۷۳ به ۸۴٫۳ کیلومتر مربع در سال ۲۰۲۴ افزایش داشته است. نتایج مطالعه نشان داد سواحل رودخانه بهمنشیر در دشت آبرفتی با فرسایش قابل توجهی در سال‌های اخیر به دلیل افزایش زراعت و گسترش سکونتگاه‌ها و صنایع مواجه بوده است. در حالی که در جلگه ساحلی در سال‌های اخیر به دلیل افزایش بار معلق رودخانه و پسروری آب دریا گسترش چشمگیری داشته است. و وضعیت فرسایش / رسوبگذاری ساحل رودخانه نشان داد که ساحل راست رودخانه بهمنشیر به دلیل فعالیت‌های انسانی فرسایش بیشتری نسبت به ساحل چپ داشته است. همچنین مطالعات نشان داد که ۴ مورد از ۷ دهستان مورد مطالعه چهل در صد آبرفت‌های خود را به دلیل فعالیت‌های انسانی را از دست داده‌اند. این مطالعه ترکیبی از ارزیابی تغییرات مورفولوژیکی لندفرم‌های حاصلخیز ناشی از فعالیت‌های انسانی از جمله پویایی ساحل رودخانه است. نتیجه این مطالعه می‌تواند به‌عنوان شاخصی برای ارزیابی اثرات اجتماعی-اقتصادی ساکنان محلی وابسته به کار را نشان دهد و همچنین می‌تواند به عنوان ورودی اصلی برای ترسیم برنامه‌های مؤثر برای کاهش تغییر شکل‌های زمین‌های حاصلخیز مبتنی بر رودخانه برای اطمینان از پایداری آنها به عنوان بهره‌مندی از خدمات طبیعی خود به انسان در نظر گرفته شود.

منابع

- ایلدرمی، ع.، شیخی پور، آ.، ۱۳۹۵، بررسی تغییرات مورفولوژی رودخانه و نقش آن در فرسایش و رسوبگذاری با استفاده از HEC-RAS (مطالعه موردی: رودخانه خرم‌آباد - دوآب ویسیان)، ۵(۳)، مجله ژئومورفولوژی کمی، صص ۱۴۵-۱۶۳.
- رحیم پور، ت.، رضائی مقدم، م.ح.، حجازی، ا.، ولی زاده کامران، ۱۴۰۰، تحلیل تغییرات فضایی حساسیت خطر وقوع سیل برپایه نوعی مدل ترکیبی نوین (مطالعه موردی: حوضه آبریز الوندچای، شهرستان خوی، مجله مدیریت مخاطرات محیطی، ۸(۴)، صص ۳۷۱-۳۹۳.
- حسین زاده، س.، رشیدی، م.، سپهر، ع.، زارعی، حیدر، ۱۳۹۶، مطالعه تغییرات ژئومورفولوژی بستر رودخانه کارون و علل آن از سال ۱۹۵۴ تا ۲۰۱۱ (۱۳۳۴ تا ۱۳۹۱)، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، ۱۸(۱)، صص ۴۳-۵۹.
- جعفری، شاهین، حمزه، س.، عبدالعظیمی، ه.، عطارچی، س.، ۱۴۰۰، دو دهه پایش تالاب مهارلو با استفاده از داده‌های ماهواره ای در گوگل ارث انجین، فصلنامه علمی پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، ۳۰(۱۱۸)، صص ۱۴۸-۱۵۳.
- شرفی، س.، سکوند، ح.، کمالی، ز.، ۱۳۹۸، بررسی تغییرات مکانی-زمانی مورفولوژی رودخانه سیلاخور در استان لرستان، ۸(۳)، صص ۱۱۵-۱۳۱.
- صفاری، ا.، قنوتی، ع.، علیپور دزفولی اصل، ۱۴۰۲، بررسی تغییرات مورفولوژی رودخانه کارون و مخاطرات ناشی از آن (مطالعه موردی: بندقیق تا خرمشهر)، ۳۳(۶۸)، صص ۱۹۹-۲۲۲.
- Brooshkeh, Ebrahim, Sokuti, Reza, 2017. Temporal and spatial variations of zarrineh-rood River morphology using RS and GIS. J. Geogr. Natural Disasters, 7 (1), 1-5.
- Kaliraj, S., Chandrasekar, N., Ramachandran, K.K., 2017a. Mapping of coastal landforms and volumetric change analysis in the south west coast of Kanyakumari south India using remote sensing and GIS techniques. Egypt. J. Remote Sens. Space Sci. 20 (2), 265-282.

- Kaliraj, S., Chandrasekar, N., Ramachandran, K.K., Srinivas, Y., Saravanan, S., 2017b. Coastal land use and land cover change and transformations of Kanyakumari coast, India using remote sensing and GIS. *Egypt. J. Remote Sens. Space Sci.* 20 (2), 169–185.
- Kumm, Matti, Lu, X.X., Rasphone, Akchousanh, Sarkkula, Juha, Koponen, Jorma, 2018). *Riverbank changes along the Mekong River: remote sensing detection in the Vientiane-Nong Khai area. Q. Int.* 186 (1), 100–112. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2007.10.015>.
- Li, L.Q., Lu, X.X., Chen, Z., 2017. River channel change during the last 50 years in the middle Yangtze River: an example of the Jianli reach. *Geomorphology*, 85(3):185–196.
- Mallick, Purnima, Survase, Rajesh, Dhuri, Manisha S, 2015. Coastal Zone Analyses around Mumbai- Thane Coast using multi-temporal Satellite data & GIS. *Int. J. Appl. Res.* 1 (11), 936–946.
- Manjusree P, Satyanarayana P, CM Bhatt, Sharma SVSP, Srinivasa Rao G, 2023. Remote Sensing and GIS for river morphology studies, Researchgate, 1-5.
- Mayer, B., Kylling, A., 2015. Technical note: The libRadtran software package for radiative transfer calculations – description and examples of use. *Atmos. Chem. Phys.* 5 (7), 1855–1877.
- Mallick, Purnima, Survase, Rajesh, Dhuri, Manisha S, 2015. Coastal Zone Analyses around Mumbai- Thane Coast using multi-temporal Satellite data & GIS. *Int. J. Appl. Res.* 1 (11), 936–946.
- Nithu Raj, Gurugnanam, B., Sudhakar, V., Glitson Francis, Pereira, 2019. Estuarine shoreline change analysis along the Ennore river mouth, south east coast of India, using Digital Shoreline Analysis System. *Geod. Geodyn.* 10 (3), 205–212.
- Nguyen, R., Purvaja, R., Rajakumari, S., Mary Divya Suganya, G., Sarunjith, K.J., Senthil Vel, A., 2010. Sediment cells and their dynamics along the coasts of India – a review. *J. Coastal Conserv.* 25 (31), 1–14.
- Rinaldi, Massimo, 2023. Recent channel adjustments in alluvial rivers of Tuscany, central Italy. *Earth Surf. Proc. Land.* 28 (6), 587–608.
- Richter, R., Schläpfer, D., 2011. Atmospheric/Topographic Correction for Satellite Imagery: ATCOR-2/3 UserGuide, DLR IB 565-01/11, Wessling, Germany.
- Sarkar et al, A.P., Vargheese, K.O., 2022. Longtime shoreline monitoring of the Cochin estuarine system, Southwest coast of India using Multi Temporal satellite data. *Int. J. Sci. Eng. Res.* 5 (7), 324–330.
- Suhaimi, H.M., Jamal, M.H., Ahmad, A., 2018. Assessment of river bank erosion at Kilim River, Langkawi using geospatial technique. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 169, 012012.
- Uddin, Kabir, Shrestha, Basanta, Shamsul Alam, M., 2011. Assessment Of morphological changes and vulnerability of river bank erosion alongside the river Jamuna using remote sensing. *ISPRS Proceedings, OP*, p. 63.