نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیست و سوم، شماره ۶۸، بهار ۱۴۰۲

بررسی تغییرات مورفولوژی رودخانه کارون و مخاطرات ناشی از آن (مطالعه موردی: بندقیر تا خرمشهر)

دریافت مقاله: ۹۸/۶/۲۱۴۰ **پذیرش نهایی:** ۹۸/۱۱/۱۹

صفحات: ۲۲۲-۱۹۹

امیر صفاری: دانشیار جغرافیا طبیعی، گروه جغرافیا طبیعی، دانشکده علوم جغرافیا، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
Email: saffari@khu.ac.ir
عزت اله قنواتی: دانشیار جغرافیا طبیعی، گروه جغرافیا طبیعی، دانشکده علوم جغرافیا، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
Email: ghanavati@khu.ac.ir
حمید علیپور دزفولی اصل: دانشجوی دکتری مخاطرات ژئومورفولوژی، گروه جغرافیا طبیعی، دانشکده علوم جغرافیا، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران[1].
Email: Halipour37@gmail.com

چکیده

مطالعه تغییرات مورفولوژی رودخانه‌ها و شناسایی علل این تغییرات، به طور گسترده‌ای در تعیین روند تکاملی رودخانه‌ها و برنامه‌ریزی در حفظ سیستم رودخانه‌ای، مفید و کاربردی است. رودخانه کارون، بازه بین بندقیر تا خرمشهر، با برخورداری از جریان دائمی و بزرگ در کشور، نقش مهمی در چرخه آبی کشور دارد. با توجه به تغییرات مورفولوژیکی این رودخانه که منجر به اختلال در روند عملکرد طبیعی رودخانه شده است، نیازمند به بررسی تغییرات مورفولوژی و یافتن علل آن می‌باشد. در این تحقیق با هدف بررسی این تغییرات با تصاویر ماهواره‌ای، تصایر لندست برای سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۵ و ۲۰۱۸ تهیه و پس از پردازش‌های مورد نیاز، تغییرات مورفولوژی استخراج گردید. نتایج نشان می‌دهد که از ۳۶ مقطع مورد بررسی، در ۲۹ مقطع عرض رودخانه کم شده است به طوری که در اطراف اهواز ۴۵۰ متر عرض رودخانه باریک شده است. جهت بررسی علل تغییرات، از پارامترهای مؤثر در تغییرات مانند بارش، دبی، ضریب روان‌آب، طول‌آبراهه، ضریب نفوذپذیری، لندفرم، لیتولوژی، تغییرات‌کاربری، اراضی بایر، درصد شیب، تراکم زهکشی و تراکم پوشش گیاهی، زمین‌شناسی و پهنه‌های سیل‌گیر استفاده گردید. پارامتر پهنه‌های سیل‌گیر، به منظور بررسی مخاطرات منطقه، با استفاده از مدل ANP_Fuzzy و پارامترهای اراضی‌بایر وتغییرات‌کاربری با استفاده از مدل SVM استخراج گردید. از بین عوامل مؤثر در این تغییرات که با استفاده از مدل‌های رگرسیون لجستیک و تحلیل عاملی مرود بررسی قرار گرفت، تغییرات‌کاربری، تراکم پوشش گیاهی و رسوب بوده است. این تغییرات منجر به از بین رفتن زیستگاه‌های طبیعی حاشیه رودخانه، توان خود پالایی آب، سیلاب‌های ناگهانی، تهدید و خسارت به سازه‌های انسانی، کشاورزی و ... گردیده است.

کلید واژگان: تغییرات مورفولوژی، سنجش از دور، رگرسیون لجستیک، مخاطرات، رودخانه کارون

---

۱ . **نویسنده مسئول:** تهران، دانشکده علوم جغرافیایی دانشگاه خوارزمی، گروه جغرافیای طبیعی

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.111.4]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.199]

مقدمه

رودخانه‌ها و آبراهه‌ها سیستمی کاملاً پویا بوده و الگوی مورفولوژیک آنها به طور پیوسته در طول زمان تغییر می‌کند. این تغییرات منجر به فرسایش کناره‌ای و آسیب‌رسانی به تأسیسات ساحلی و جابجایی مرز را به دنبال دارند. عوامل متعددی مانند انحراف آبراهه در کناره‌ها، کف‌کنی رود، فعالیت‌های انسانی، اختلاف سازند بستر و سیل‌خیزی منجر به تخریب دیواره، کف بستر و تغییر الگوی مجاری رودخانه می‌شوند(یمانی و شرفی، ۱۳۹۱). تغییرات مورفولوژیک شامل بستر رود که خود در نتیجه فرسایش و رسوب‌گذاری است و همچنین تغییر شکل رودخانه با توجه به کانال، عرض، موقعیت و الگوی رودخانه می‌باشد(مانجوسریی و همکاران[1]، ۲۰۱۵). این تغییرات به دلایل طبیعی(مثل تغییرات آب و هوا) و یا تأثیرات انسانی(مثل برداشت آب و احداث سازه و یا برداشت رسوب) رخ می‌دهد، باعث از دست دادن بخش‌های بزرگی از حوضه در درازمدت می‌شود(هانشو و همکاران[2]، ۲۰۱۳ و دی سلیلو و نونس[3]، ۲۰۱۳). مطالعه تغییرات ژئومورفولوژیکی رودخانه‌ها و رابطه آن با عوامل تأثیرگذار طبیعی و انسانی به طور گسترده‌ای به عنوان یک ابزار مفید به منظور مشخص شدن روند تکاملی رودخانه‌ها و برنامه‌ریزی درست برای حفاظت و بازسازی رودخانه‌ها شناخته می‌شود (کریکی و همکاران[4]، ۲۰۱۵). ولی بررسی تأثیرات عوامل طبیعی و انسانی روی حوضه آبخیر و کانال رودخانه، به صورت جداگانه بسیار دشوار است به ویژه زمانی که این دو عامل با هم ترکیب شده باشند(واسیج و همکاران[5]، ۲۰۱۳). از تغییرات مهم مورفولوژیکی، تغییر در عرض بستر و شکلگیری جزایر آبرفتی می‌باشند که در نتیجه تأثیر هیدرولوژی و میزان انتقال رسوب در سیستم رودخانه رخ می دهد(بویکس[6]، ۲۰۰۷). مطالعه ایجاد این تغییرات و درک اساسی آن به بررسی روند مورفولوژیکی رودخانه‌ها کمک می‌کند. عدم توانایی رودخانه برای جابجایی بار بستر و انباشته شدن آن، شکل اولیه جزایر تغییر در عرض بستر را به وجود می‌آورد و پس از رسوب‌گذاری بیشتر در جهت طولی و عرضی گسترش می‌یابد(رسلن و سالما[7]، ۲۰۱۵). رودخانه کارون با در بر گرفتن بیش از ۱۵درصد از جریان‌های سطحی کشور یکی از پرآب‌ترین و بزرگ‌ترین و طولانی‌ترین رودخانه‌هایی است که در داخل ایران قرار دارد(مقیمی، ۱۳۸۸). از مهم‌ترین تغییرات رودخانه کارون کاهش عرض بستر رودخانه و ایجاد جزایر رسوبی تحت عنوان سدهای ماسه‌ای در بستر رودخانه می‌باشد که بیشترین تعداد آن در محدوده شهر اهواز شکل‌گرفته است. در بستر رودخانه کارون به دلیل وجود جزایر و تپه‌های ماسه‌ای، کاهش دبی در حوضه با توجه به تغییرات مورفولوژی، باعث اختلال در روند عملکرد طبیعی رودخانه شده و در مواقع پرآبی منجر به وقوع سیلاب‌های مخرب شده است. وسعت زیاد این رودخانه و اهمیت اقتصادی آن به‌عنوان تنها رودخانه قابل کشتیرانی در ایران و همچنین طرح‌ها و پروژه‌های زیادی که در این حوضه اجرا شده است که

1 - Manjusree at al
2 - Henshaw at al
3 - Di Silvio and Nones
4 - Clerici at al
5 - Wasige at al
6 - Boix
7 - Raslan and Salama

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.111.4]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.199]

منجر به تغییر سیستم ژئومورفولوژی آن گردیده است. تغییرات به وقع پیوسته در سواحل و رسوب‌گذاری، دارای تأثیرات قابل‌ملاحظه در زمینه از دست رفتن اراضی کشاورزی، تهدید شهرها، تأسیسات صنعتی ساحلی، پل‌ها، تلمبه‌خانه‌های کنار رودخانه و غیره شده است. به همین دلیل در این تحقیق بررسی تغییرات ژئومورفولوژیکی رودخانه کارون و مخاطرات ناشی از آن از منظر تأثیرات سیلابی پرداخته شده است.

تحقیقات زیادی در زمینه تغییرات مورفولوژی صورت گرفته است استیونسون[1] (۲۰۰۹) طی تحقیقی روی رودخانه کلیر آنالیز حساسیت را برای مدل یک بعدی RAS - HEC و تغییر مورفولوژی انجام داد. در این تحقیق، مدل TIN منطقه، بر اساس داده‌های عمق آب در رودخانه، طی سال‌های ۱۹۷۱ تا ۲۰۰۷ در قالب سه لایه TIN تهیه شد. نتایج نشان داد موقعیت مقاطع عرضی طی عملیات کالیبراسیون مدل تغییرات چندانی نداشت و از طرفی، شکل واقعی مقاطع طی عملیات درون‌یابی به همان شکل اولیه حفظ شده بود. آنالیز حساسیت مدل، همچنین، نشان داد زمانی که تغییرات ضریب زبری مانینگ ۵ درصد است، تغییرات سطح تراز آب در پایین‌دست ۲ سانتی‌متر است که این مسئله نشان می‌دهد اگر فرایند کالیبراسیون به‌درستی صورت نگیرد، شبیه‌سازی ممکن است به خطا منجر شود. باوا و همکاران[2] (۲۰۱۴) در بررسی عوامل کنترل کننده تنوع مورفولوژیکی و نقش قدرت جریان بر روی رودخانه یامونا در غرب هندوستان، نتیجه گرفتند که ارتباط نزدیکی بین قدرت جریان و تغییرات مورفولوژی کانال وجود دارد. اولرو (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای در رودخانه ابرو در اسپانیا به بررسی تغییرات مورفولوژیکی و جابجایی رودخانه طی ۸۰ سال پرداخت. نتایج تحقیق نشان داد که در بازه زمانی مورد مطالعه، این رودخانه دارای تغییرات زیادی بوده است و در برخی مناطق رودخانه تا بیشتر از ۷ کیلومتر جابه‌جا شده است. کریکی و همکاران(۲۰۱۵) تغییرات مورفولوژی رودخانه تارو در ایتالیا را در دو قرن اخیر با استفاده از پارامترهای مورفولوژیکی و مستندات تاریخی مانند نقشه‌ها و عکس‌های هوایی، مورد بررسی قرار داده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که بیشترین تغییرات در مورفولوژی رودخانه به دلیل فعالیت‌های انسانی با اهداف کشاورزی و صنعتی، پل‌سازی و ایجاد سواحل بوده است که در نتیجه منجر به تنگ‌شدگی و کاهش عرض بستر مقطع کانال رودخانه گردیده است. در ایران نیز مطالعاتی زیادی در این زمنیه صورت گرفته است که چند نمونه از آن اشاره خواهد شد. قنواتی و همکاران (۱۳۹۳)، به بررسی تغییرات خط ساحلی رودخانه مند بوشهر با استفاده از سنجش از دور پرداخته‌اند، و با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست بین سال‌های ۱۹۷۳ تا ۲۰۱۵، نقشه‌های توپوگرافی ۵۰۰۰۰ و زمین‌شناسی ۱۰۰۰۰۰ استفاده کردند و با استفاده از روش‌های بصری، و آماری و همچنین اتوماتیک تغییرات رخ داده شده در ۲۸ سال را مورد بررسی قرار دادند نتایج نشان می‌دهد که با توجه به شیب کم رودخانه، تغییرات بسیار چشم‌گیر بوده است به طوری که ۴۸,۴۷ کیلومتر از منطقه در طول بازه مورد مطالعه به زیر آب رفته است در این تحقیق بیشترین میزان تغییرات را در دهانه دلتای رودخانه مند زبانه ساحلی منطقه شناسایی شده است. همچنین پیشنهاد کردند به علت ناپایداری ساحل و وجود مخاطرات جریانی و هیدرولوژیکی، هرگونه اقدامات تأسیسات زیربنایی، باید با

1 - Stevenson
2 - Bawa et al

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.111.4]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.199]

توجه به تغییرات مورفولوژیکی ساحلی باشد. رشیدی(۱۳۹۵) در تحقیقی به بررسی علل ایجاد و تغییرات جزایر در رودخانه کارون پرداخته است، در این تحقیق از داده‌های ماهواره‌ای لندست و IRS در طی سال‌های ۱۹۵۴ تا ۲۰۱۱ استفاده نموده‌اند، نتایج نشان می‌دهد که رودخانه کارون دچار تغییرات چشم‌گیری در مورفولوژی شده است همچنین عرض بستر رودخانه در محدوده شهری اهواز کاهش شدیدی داشته است. ایشان علل اصلی تغییرات را در کاهش دبی بیان نموده‌اند که در نتیجه سدسازی و ذخیره آب بوده است. همچنین ساخت پل-های متعدد در اطراف رودخانه کارون و عوامل زمین‌شناسی و پوشش‌گیاهی، از دیگر علل تغییرات مورفولوژی بیان کرده‌اند. کریمی و همکاران(۱۳۹۵) در تحقیقی به بررسی عوامل تکتونیکی بر تغییر طولی رودخانه علا مرودشت پرداخته‌اند. در این تحقیق از داده‌های مدل رقومی ارتفاعی[1]، شاخص تقارن حوضه، شاخص هیپسومتری، شاخص نرمال شده نیمرخ طولی رودخانه، شاخص گرادیان طولی رودخانه و شاخص تقعر استفاده کرده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که به علت فعالیت گسل در زیرحوضه، نوسانات ارتفاعی نیمرخ طولی رودخانه نسبت به سایر زیرحوضه‌ها بیشتر است، همچنین به علت وجود تغییرات سنگ‌شناسی در طول رودخانه، مقادیر ناهنجاری نیز مشاهده می‌شود که در شاخص‌های ژئومورفیک نشان‌دهنده مهمترین تغییرات در نیمرخ طولی رودخانه علامرودشت است. بروشکه و حسینی(۱۳۹۵) به بررسی روند تغییرات مورفولوژی رودخانه زرینه‌رود با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی پرداختند. به منظور انجام این مطالعه از عکس‌های هوایی سال‌های ۱۳۳۴ و ۱۳۴۶ و نقشه‌های توپوگرافی سال ۱۳۷۵ و تصاویر اسپات[2] در سال ۱۳۸۲ استفاده شده است. بررسی‌ها نشان داد که وسعت حریم بستر از ۵۶۱/۱ هکتار به ۲۲۱/۳ هکتار کاهش یافته و مورفولوژی بستر به شکل ظاهری قوس‌ها متحول شده است. وسعت سدهای ماسه‌ای در داخل بستر در سال‌های ۱۳۴۶ و ۱۳۸۲ به ترتیب ۱۳/۶۸و ۲/۸۶ هکتار بوده که نشان‌دهنده نوسانات زیاد آبدهی و تغییر شرایط هیدرولوژیکی و هیدرولیکی رودخانه است. تعداد پیچان‌رودها از چهار مورد به سه مورد تقلیل یافته و بستر رودخانه در ابتدای بازه از حالت پیچان‌رودی خارج و حالت مستقیم و شریانی پیدا کرده است. بیشترین عامل تأثیرگذار در تغییرات مورفولوژی، تغییر در رژیم هیدرولوژیکی به دلیل احداث سد، کاهش قابل ملاحظه رواناب در رودخانه و انباشت بار رسوبی در مسیر بستر است. تقوی مقدم(۱۳۹۶) ژئومرفودینامیک تغییرات خط ساحلی قاعده دلتای رودخانه مند بوشهر را با تصاویر ماهواره‌ای بین سال‌های ۱۹۷۳ تا ۲۰۱۵ مورد بررسی قرار دادند و با این نتیجه رسیده‌اند که به علت شیب کم، تغییرات محسوس بوده است به نحوی که در این سال‌ها ۴۸,۴۷ کیلومتر مربع از منطقه مورد مطالعه به زیرآب رفته است همچنین در دوره ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۶ سرعت پیشروی آب به ساحل بسیار زیادتر از دوره ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۵ بوده است که منجر به تغییر مورفولوژی ساحل و رودخانه مند گردیده است. حسینی و همکاران(۱۳۹۸) بررسی روند تغییرات مورفولوژیکی رودخانه دز با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی در حدفاصل روستای ایشان سخی تا بندقیر با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست بین سال‌های ۱۳۵۲، ۱۳۷۸، ۱۳۸۷، ۱۳۹۲ و ۱۳۹۷ مورد بررسی قرار داده‌اند. آنان در این

1 - Digital Elevation Model
2 - SPOT

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.111.4]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.199]

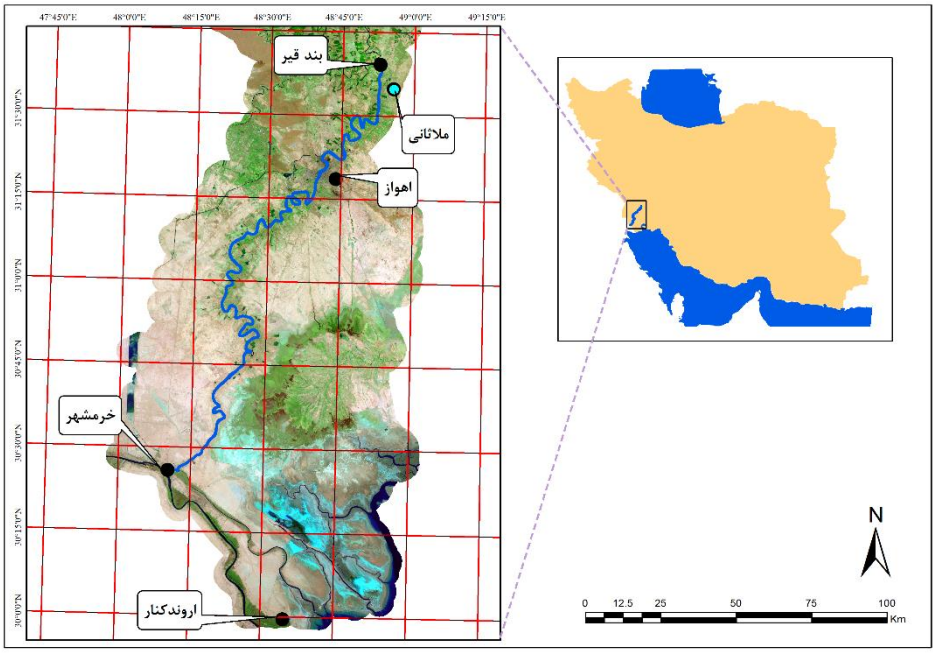
تحقیق پس از رقومی‌سازی تصاویر و استخراج پهنه رودخانه، پارامترها و شاخص‌های مؤثر مورفولوژیکی در پنج بازه مکانی و زمانی از محدوده مطالعه تعیین کرده‌اند. به این نتیجه رسیده‌اند که در کل بازه‌های مورد مطالعه، رودخانه دارای حالت سینوسی بوده و متوسط مقادیر شعاع رودخانه درطی ۱۳۵۲ تا ۱۳۹۷ به ترتیب از ۱۰۳۶ به ۱۲۵۲ متر افزایش یافته است. زاویه مرکزی انحناءهای رودخانه دز نیز به بیشترین درصد فراوانی (از ۵۸ به ۶۷ درصد) در سال ۱۳۹۷ رسیده و به الگوی پیچان‌رودی تبدیل شده است. هم چنین در طول ۴۵ سال گذشته در تمام بازه‌ها مقدار متوسط شعاع نسبی از۰۸/۴ در سال ۱۳۵۲به کمترین مقدار خود یعنی ۱۹/۳ در سال ۱۳۹۷ رسیده است که این کاهش نشان دهنده فرسایش شدید سواحل خارجی قوس‌ها و رسوب‌گذاری در قوس داخلی در این بازه می‌باشد. بنابراین هدف از این مطالعه، بررسی تغییرات صورت گرفته در مورفولوژی رودخانه کارون در محدوده بین بند قیر تا خرمشهر طی ۲۸ سال گذشته با تصاویر ماهواه‌ای و یافتن علل تغییرات صورت گرفته با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک می‌باشد.

روش تحقیق

معرفی محدوده مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه رودخانه کارون حد فاصل بین بند قیر تا خرمشهر می‌باشد که در طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۴ دقیقه و ۵۶ ثانیه تا ۴۸ درجه و ۵۲ دقیقه و ۲۹ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۵ دقیقه و ۴ ثانیه تا ۳۱ درجه و ۳۹ دقیقه و ۲۱ ثانیه شمالی قرار گرفته است شکل(۱). بازه مورد مطالعه از بندقیر تا خرمشهر به طول تقریبی۲۸۰ کیلومتر را شامل می‌شود. از ساختمان زمین‌شناسی به جز دشت خوزستان می‌باشد. سازندهای کنگلومرای بختیاری پلیوسن، سازند آغاجاری الیگوسن- میوسن (مارن، سیلت و ماسه سنگ) و آبرفت‌های کواترنری وضعیت زمین شناسی این ناحیه را نشان می‌دهد (رشیدی، ۱۳۹۵). از لحاظ الگوی ژئومورفولوژیکی رودخانه کارون در محدوده بندقیر تا خرمشهر به صورت مستقیم و پیچان‌رودی می‌باشد به طوری که این رودخانه از بند قیر تا ۱۸ کیلومتر به سمت اهواز، به صورت مستقیم بوده و پس از آن به پیچان‌رودی تبدیل می‌گردد. وجود بریدگی‌های شاخ گاوی در طرفین رودخانه شطیط از ویژگی‌های بارز ژئومورفولوژی در الگوی پیچان‌رودی منطقه می‌باشد. همچنین این رودخانه پس از الگوی مستقیم در واقع در اطراف بندقیر تا شهر ملاثانی در بخش پیچان‌رودی قرار داشته و سپس در مسیر حدود ۱۳ کیلومتر(حدفاصل شهر ملاثانی تا ویس) دارای مسیری کاملاً مستقیم تبدیل می‌گردد. بخش مذکور از موارد نادر در قواره‌های رودخانه‌ای است و بندرت می‌توان نظیر آن را یافت در فاصله مذکور طول رودخانه ۲۷/۵ برابر عرض متوسط آن برآورد شده است. پس از ملاثانی نیز مجدداً شکل پیچان‌رودی به خود گرفته و تا انتهای مسیر همین حالت برقرار است (آل یاسین، ۱۳۷۹). از دیدگاه پوشش گیاهی، موقعیت طبیعی منطقه بین بند قیر تا خرمشهر باعث گردیده است تا بخشی از پوشش گیاهی شامل مرتع، جنگل و بیشه‌زار وجود داشته باشد و همچنین گیاهان چوبی و برخی از درختان و درختچه‌های دست کاشت که از گذشته‌های دور در این منطقه کشت می‌شده و یا در حال حاضر به تعداد زیاد در سطح وسیعی در منطقه کاشته شده است وجود دارد.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.111.4]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.199]

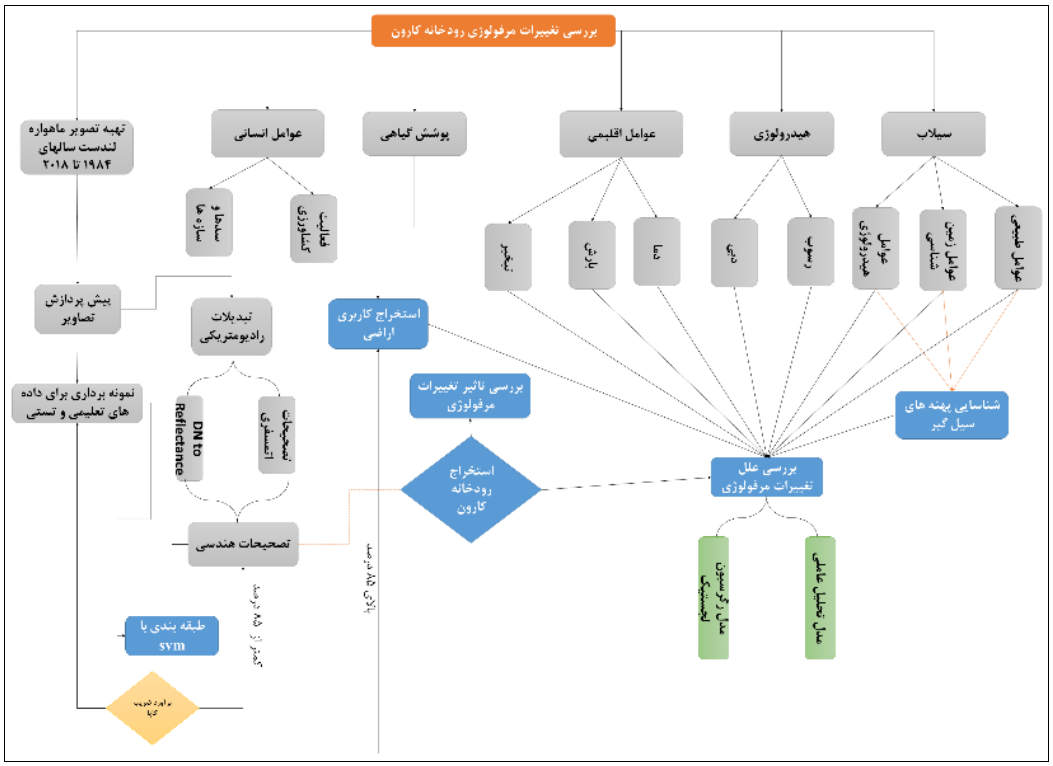


شکل(۱). موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

داده و روش کار

در این پژوهش، با استفاده از سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای لندست در طی بازه ۲۸ ساله(۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸) جهت مشخص نمودن محدوده دقیق رودخانه و بستر آن در طول بازه زمانی مورد مطالعه مورد استفاده قرار گرفت. همچنین میزان جابجایی‌ها، نوع مورفولوژی تغییر یافته شامل نوع و میزان ماندری شدن و جزایر تشکیل شده و الگوهای تغییر یافته، نوع کاربری اراضی اطراف رودخانه، سازه‌های مصنوعی شامل عوارض انسان‌ساخت، پهنه‌های آبی استخراج شدند. پس از آن خصوصیات هیدرولوژی شامل رسوب و دبی و مشخصات اقلیمی شامل پارامترهای بارش، تبخیر و دما در رودخانه در بازه زمانی مورد مطالعه، در ۴ ایستگاه شامل بندقیر، ملاثانی، اهواز و فارسیات. بررسی گردید و نقشه‌های آن‌ها از طریق GIS تولید شد. وضعیت شیب و ارتفاع حوضه با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی سنجنده SRTM در دقت ۱۲,۵ متر استخراج گردید. به منظور تهیه نقشه خطرپذیری سیلاب با استفاده از مدل ANP- FUZZY به دلیل عملکرد مناسب این مدل در مکان‌یابی با استفاده از تحلیل شبکه‌ای بین معیارهای مورد استفاده و معیارهای هیدرولوژی(زیرمعیارهای دبی، ضریب روان آب، طول آبراهه، و بارندگی)، زمین‌شناسی(زیرمعیارهای سنگ شناسی، ضریب نفوذپذیری و خاک‌شناسی) و ژئومورفولوژی(زیرمعیارهای لندفرم، ارتفاع، شیب، جهت شیب، تراکم زهکشی و تراکم پوشش گیاهی) و عامل انسانی، استفاده گردید. در نهایت به منظور بررسی عوامل مؤثر در تغییرات صورت گرفته در بازه‌های زمانی و مکانی از مدل‌های رگرسیون لجستیک استفاده شدند. در شکل(۲) مراحل انجام پژوهش به صورت دیاگرام نشان داده شده است.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.111.4]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.199]



شکل(۲). مراحل انجام پژوهش

نتایج

بررسی تغییرات مورفولوژی رودخانه کارون

به منظور بررسی تغییرات مورفولوژی رودخانه کارون، با توجه به داده‌های تصاویر ماهواره‌ای و همچنین با هدف بررسی دقیق تغییرات صورت گرفته و علل تغییرات آن، بازه مورد مطالعه به دو دوره زمانی(دوره اول از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۵ و دوره دوم از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۸) تقسیم گردید. هدف از تقسیم بازه زمانی قبل و بعد از سال ۲۰۰۵ به علت کاهش میزان بارندگی و دبی در ۱۵ سال اخیر در حوضه مورد مطالعه می‌باشد.

بررسی تغییرات صورت گرفته در دوره زمانی اول و دوم

به منظور بررسی وضعیت تغییرات مورفولوژی رودخانه کارون، براساس وجود تغییرات مکانی شدید در ۴ بازه و همچنین تغییر کاربری و فعالیت‌های کشاورزی و انسانی در این بازه‌ها، محدوده مورد مطالعه را به ۴ بازه مکانی تقسیم‌بندی شده است. در ادامه به بررسی وضعیت بازه‌های مکانی مورد مطالعه پرداخته خواهد شد.

بازه اول بین بند قیر تا اهواز را شامل می‌شود به طول ۷۴ کیلومتر که از شهرهای ملاثانی، ویس و شیبان عبور می‌کند شکل(۳). با توجه به تراکم نقاط جمعیتی در استان خوزستان و بالأخص در این بازه مطالعاتی، وضعیت کاربری اراضی و پوشش گیاهی این محدوده در این بازه به فعالیت‌های کشاورزی اختصاص دارد. الگوی رودخانه در این بازه از بند قیر تا ویس به طول ۱۸ کیلومتر به‌صورت مستقیم بوده ولی از ویس تا اهواز دارای

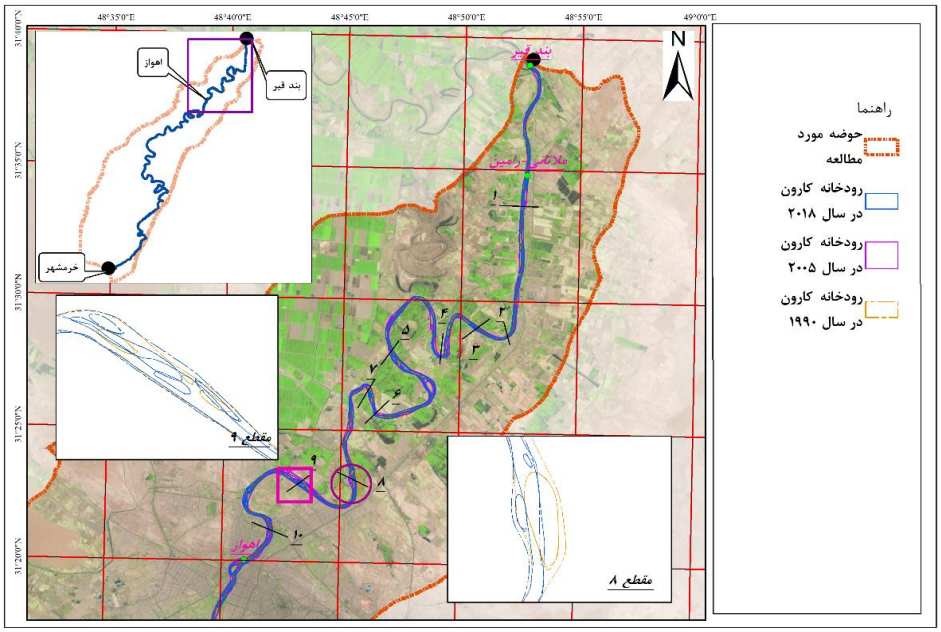
[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.111.4]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.199]

الگوی پیچان‌رودی می‌باشد که و در دوره زمانی ۲۸ ساله، بین ۵ تا ۴۴۸ متر در عرض بستر رودخانه جابجایی صورت گرفته است جدول(۱). در این بازه مکانی ۱۰ مقطع که بیشترین تغییرات صورت گرفته بود مورد بررسی قرار گرفت و میزان تغییرات عرض بستر رودخانه و نوع تغییر موفولوژیکی با استفاده از سنجش از دور استخراج گردید که بیشترین تغییرات با کاهش ۴۴۸ متری در عرض بستر رودخانه، مربوط به مقطع شماره ۸، شکل(۳) می‌باشد. در مقاطع دیگر، در طول دوره زمانی استفاده شده به جز مقاطع ۵، ۶ و ۷ عرض مقاطع کاهش پیداکرده است. تنها در مقاطع شماره ۱۰ و ۶ دو جزیره جدید تشکیل‌شده است. مهم‌ترین دلیل تغییرات در بازه ۸ از بین رفتن پوشش گیاهی بوده است، به‌طوری‌که در سال ۱۹۹۰ این بخش از رودخانه دارای پوشش گیاهی بوده که در طول دوره مورد مطالعه، از بین رفته است و منجر به فرسایش ساحلی در بستر طغیانی رود گردیده است.

جدول (۱). تغییرات مورفولوژی رودخانه کارون از بند قیر تا اهواز

نوع تغییر مورفولوژی	میزان تغییرات عرض بستر رودخانه به متر			عرض رودخانه			مقطع
	از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸	از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۸	از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۵	۲۰۱۸	۲۰۰۵	۱۹۹۰	
تغییر در عرض بستر	-۲۴۶	-۲۲۴	-۲۲	۱۴۱	۳۶۵	۳۸۷	۱
تغییر در عرض بستر	-۵	-۱۵۸	۱۵۳	۱۹۷	۳۵۵	۲۰۲	۲
تغییر در عرض بستر	-۱۲۰	۱۵	-۱۳۵	۲۷۴	۲۵۹	۳۹۴	۳
تغییر در عرض بستر	-۸۹	-۱۱۰	۲۱	۱۵۲	۲۶۲	۲۴۱	۴
تغییر در عرض بستر	۴۶	۱۷۰	-۱۲۴	۴۶۹	۲۹۹	۴۲۳	۵
تغییر در عرض بستر	۲۱۷	-۵	۲۲۲	۶۷۵	۶۸۰	۴۵۸	۶
تغییر در عرض بستر	۱۳۲	۱۶	۱۱۶	۳۹۰	۳۷۴	۲۵۸	۷
تغییر در عرض بستر	-۴۴۸	-۲۴۶	-۲۰۲	۲۵۴	۵۰۰	۷۰۲	۸
تغییر در عرض بستر	-۳۴۹	-۲۸۴	-۶۵	۲۳۵	۵۱۹	۵۸۴	۹
تغییر در اندازه جزیره و تغییر در عرض بستر	-۱۵۳	۱۰	-۱۶۳	۳۱۰	۳۰۰	۴۶۳	۱۰

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.111.4]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.199]



شکل(۳). نقشه تغییرات رودخانه کارون از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ از بند قیر تا اهواز

بازه دوم بین اهواز تا فارسیات به طول ۸۵ کیلومتر می‌باشد. در این بازه نیز بیشتر کاربری اراضی و پوشش گیاهی به فعالیت‌های کشاورزی می‌باشد. این بازه مکانی در ۱۷ مقطع مورد بررسی قرار گرفت و تغییرات عرض بستر رودخانه و جزایر آن با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای شناسایی شد جدول(۲). همان‌طور که مشخص می-باشد میزان تغییرات و جابجایی مسیر رودخانه در کل دوره زمانی مورد مطالعه، بین ۶۹ تا ۴۱۵ متر می‌باشد. به دلیل وجود تغییرات زیاد در این بازه که همراه با رسوب‌گذاری‌های زیاد بوده جزایر زیادی ایجاد شده است. در این بازه وجود سازندهای سخت زمین‌شناسی آغاجاری و همچنین قرار گرفتن طاقدیس اهواز، که به‌صورت عمود بر رودخانه در این بازه قرارگرفته است به‌عنوان عامل اصلی زمین‌شناسی در کنار سازند سخت آغاجاری در محدود کردن میزان جابجایی کناری و فرسایش کناری در اطراف شهر اهواز عمل می‌کند. به همین علت فرسایش کناری در این بخش از رودخانه بسیار کم می‌باشد اما در حاشیه پیچان‌رودها به علت فعالیت‌های انسانی نظیر انجام فعالیت کشاورزی در حریم و بستر طغیانی رود و فعالیت‌های ساحل سازی و پل‌سازی، باعث بیشترین تغییرات در بستر طغیانی پیچان‌رودها شده است که همین عامل منجر به تخریب اراضی کشاورزی و باغات می‌گردد. در این بازه فعالیت‌های انسانی و کشاورزی در حریم رودخانه به‌وضوح قابل تشخیص است. به‌عنوان مثال روستای کوت امیر و ام‌التمیر که در نزدیکی ماندر رودخانه واقع در مجاورت شهر اهواز قرار دارد، خطر آسیب دیدن آن‌ها بسیار زیاد می‌باشد. به علت گسترش شهری اهواز در طول بازه زمانی مورد مطالعه، میزان تغییرات در این محدوده قابل محاسبه نیست. تنها مسئله‌ای که از بازدیدهای میدانی و شواهد تاریخی رودخانه کارون وجود دارد این است که رودخانه کارون در این محدوده دارای افزایش عمق و فرسایش بستر می‌باشد. این بازه مکانی بیشترین تغییرات را شامل می‌شود، به‌طوری‌که در طول سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۵

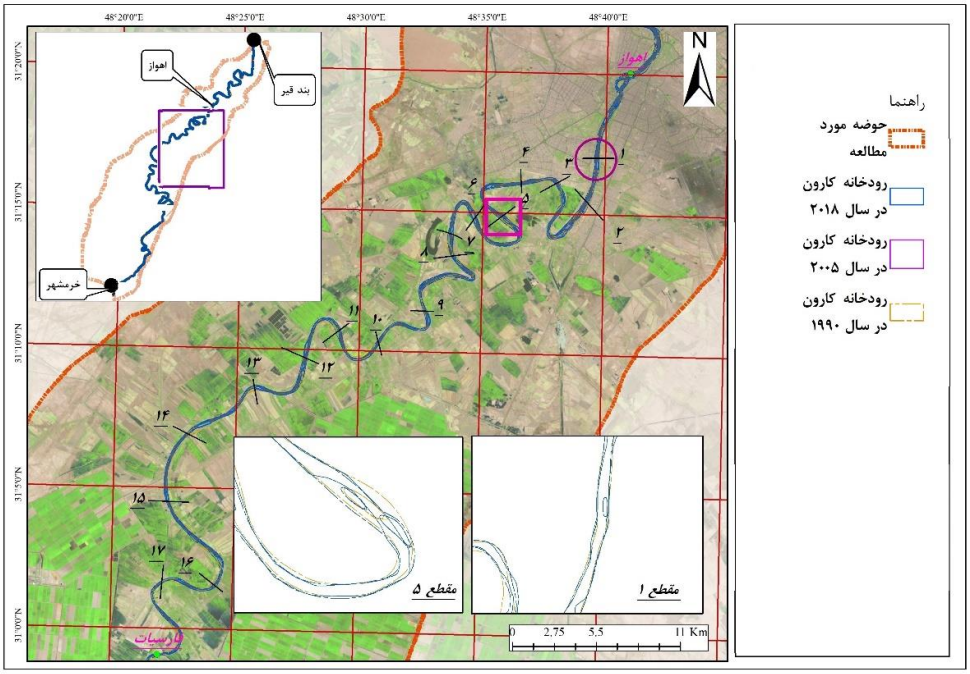
[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.111.4]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.199]

عرض رودخانه کاهش پیداکرده است. همان‌طور که در جدول(۲) نشان داده‌شده است، در مقطع شماره ۵ حدوداً ۴۱۵ متر عرض بستر کاهش پیداکرده است. در بازه بین اهواز تا فارسیات، ۹ جزیره کوچک داخل رودخانه ایجادشده است و اغلب تغییرات مورفولوژی در این بازه به‌صورت جابجایی مسیر رود و ایجاد جزایر داخل رودخانه می‌باشد. دلیل تغییرات در بازه شماره ۵، عامل فعالیت کشاورزی و از بین رفتن مراتع واقع در حریم رودخانه می‌باشد. نتایج تحلیل تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد که این بخش از رودخانه در سال ۱۹۹۰ دارای بخش وسیعی از مراتع بوده است که تا سال ۲۰۱۸ به مرور زمان این مراتع که نقش تثبیت‌کننده خاک در منطقه را داشته‌اند از بین رفته و فعالیت کشاورزی در آن انجام گردیده است. نتایج نشان می‌دهد که با حذف پوشش گیاهی طبیعی و خودرو این منطقه توسط فعالیت انسانی، عمل فرسایش منجر به پس رفت آب رودخانه گردیده است شکل(۴). با کاهش عرض بستر رودخانه، فعالیت‌های انسانی در بستر و حریم رودخانه افزایش پیدا کرده و با ورود حجم آب بیشتر از ظرفیت رودخانه، منجر به ایجاد سیلاب‌های مخرب در منطقه گردیده است به طوری که با ورود ۳ میلیارد و ۸۰۰ میلیون متر مکعب آب در سیلاب بهار سال ۹۸ (سازمان آب و منطقه ای استان خوزستان) به منطقه، منجر به خسارات خیلی زیادی بر تأسیسات انسانی و محصولات کشاورزی شده است.

جدول(۲). تغییرات مورفولوژی رودخانه کارون از اهواز تا فارسیات

مقطع	عرض رودخانه			میزان تغییرات عرض بستر رودخانه به متر			نوع تغییر مورفولوژی
	۱۹۹۰	۲۰۰۵	۲۰۱۸	از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۵	از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۸	از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸	
۱	۲۵۳	۲۶۵	۳۲۲	۱۲	۵۷	۶۹	تغییر در اندازه جزیره و تغییر در عرض بستر
۲	۴۳۲	۳۰۴	۳۴۵	-۱۲۸	۴۱	-۸۷	تغییر در اندازه جزیره و تغییر در عرض بستر
۳	۳۱۲	۱۳۸	۱۱۵	-۱۷۴	-۲۳	-۱۹۷	تغییر در عرض بستر
۴	۳۴۶	۱۸۶	۲۰۱	-۱۶۰	۱۵	-۱۴۵	تغییر در عرض بستر
۵	۵۵۵	۴۰۷	۱۴۰	-۱۴۸	-۲۶۷	-۴۱۵	تغییر در اندازه جزیره و تغییر در عرض بستر
۶	۳۴۸	۲۶۰	۴۲۴	-۸۸	۱۶۴	۷۶	تغییر در اندازه جزیره و تغییر در عرض بستر
۷	۴۰۰	۳۸۸	۲۳۰	-۱۲	-۱۵۸	-۱۷۰	تغییر در اندازه جزیره و تغییر در عرض بستر
۸	۳۳۴	۴۷۲	۲۲۱	۱۳۸	-۲۵۱	-۱۱۳	تغییر در عرض بستر
۹	۳۵۷	۲۸۸	۲۶۵	-۶۹	-۲۳	-۹۲	تغییر در اندازه جزیره و تغییر در عرض بستر
۱۰	۳۹۳	۲۵۳	۳۲۵	-۱۴۰	۷۲	-۶۸	تغییر در عرض بستر
۱۱	۵۵۷	۱۹۱	۲۰۳	-۳۶۶	۱۲	-۳۵۴	تغییر در اندازه جزیره و تغییر در عرض بستر
۱۲	۳۰۶	۳۱۴	۱۶۲	۸	-۱۵۲	-۱۴۴	تغییر در اندازه جزیره
۱۳	۳۹۳	۱۹۵	۲۸۸	-۱۹۸	۹۳	-۱۰۵	تغییر در عرض بستر
۱۴	۴۰۰	۱۷۲	۲۶۸	-۲۲۸	۹۶	-۱۳۲	تغییر در عرض بستر
۱۵	۲۹۱	۲۴۶	۱۹۱	-۴۵	-۵۵	-۱۰۰	تغییر در اندازه جزیره
۱۶	۳۶۷	۳۵۰	۱۵۶	-۱۷	-۱۹۴	-۲۱۱	تغییر در اندازه جزیره و تغییر در عرض بستر
۱۷	۳۲۳	۲۴۲	۲۲۱	-۸۱	-۲۱	-۱۰۲	تغییر در اندازه جزیره و تغییر در عرض بستر

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.111.4]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.199]



شکل(۴). نقشه تغییرات رودخانه کارون از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ از اهواز تا فارسیات

بازه سوم بین فارسیات تا روستای امسواد را شامل می‌شود شکل(۵). به طول ۶۵ کیلومتر است. فعالیت‌های انسانی که شامل فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی می‌باشد در این بازه بیشتر از بازه‌های قبل بوده است به‌طوری‌که پوشش‌گیاهی غالب در اطراف رودخانه، اراضی کشاورزی می‌باشد. یکی از فعالیت‌های صنعتی وجود کشت و صنعت نیشکر امیرکبیر در بخش غربی رودخانه کارون و سلمان فارسی و دعبل خزاعی در بخش شرقی رودخانه کارون، در این بازه می‌باشد که آب مورد نیاز خود را به‌وسیله پمپاژ از کارون تأمین می‌کنند که با این عمل امکان عقب‌نشینی آب و ایجاد و توسعه ساحل در حاشیه رودخانه وجود دارد. در این بازه ۹ پیچان رود وجود دارد که پیچان‌رودهای این بازه به‌صورت ساده و مرکب بوده و میزان تغییرات آن در فاصله بین ۲۷ تا ۳۱۱ متر می‌باشد. این پیچان‌رودها تا روستای دارخوین ادامه داشته و از روستای دارخوین تا امسواد مسیر رودخانه از الگوی مستقیم تبعیت می‌کند و تنها در نزدیکی امسواد یک جزیره داخل رودخانه قرار دارد جدول(۳). در این بازه مکانی، بیشترین تغییرات با ۳۱۱ متر کاهش در عرض بستر رودخانه، در مقطع ۷ اتفاق افتاده است. این تغییرات نشان می‌دهد که در این بازه نیز ۲۷ تا ۳۱۱ متر (مقطع شماره ۷) عرض بستر رودخانه کاهش پیداکرده است و در مقاطع ۲ و ۶ به ترتیب ۸۸ و ۲۸ متر عرض بستر رودخانه افزایش داشته و در باقی موارد کاهش در عرض بستر رودخانه مشاهده می‌شود. همچنین در مقاطع ۴،۳،۱ و ۵ به ترتیب ۳۴۲، ۵۸۰، ۲۷۰ و ۲۸۰ متر علاوه بر کاهش هر بستر(به میزان به ترتیب ۱۶۸، ۲۷، ۴۳ و ۱۱۴ متر) در مسیر رودخانه جابجایی اتفاق افتاده است شکل(۵). نتایج تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد که در مقطع شماره ۷ (بیشترین تغییر رخ‌داده‌شده) در سال ۱۹۹۰ نوع پوشش گیاهی به‌صورت مرتع بوده است. در سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۸ در طی زمان فعالیت کشاورزی افزایش پیداکرده است و منجر به از بین رفتن گیاهان مرتعی شده است.

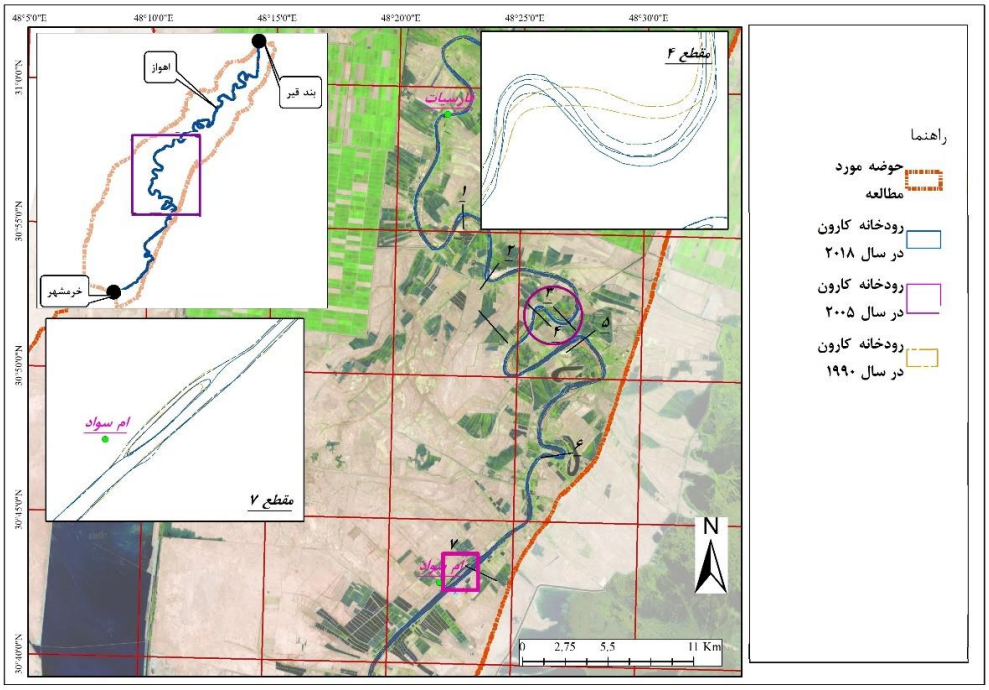
[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.111.4]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.199]

این عملیات منجر به کاهش توان خودپالایی رودخانه گردیده است و با ادامه فعالیت کشاورزی در حریم و بستر طغیانی رودخانه، منجر به عقب‌نشینی ساحلی رودخانه و کاهش بستر طغیانی رود گردیده است. در مقطع ۳ با توجه به اینکه میزان جابجایی بستر طغیانی رود کمترین مقدار بوده است(۲۷ متر) اما در این مقطع و پیچان‌رود، رودخانه از مسیر خود به طول ۵۷۰ متر جابجا شده است و پیچان‌رود کاملاً تغییر شکل داده است مهم‌ترین دلیل آن شیب کم در این بخش از رودخانه و ته نشینی حجم زیادی از رسوبات حمل شده توسط رودخانه می‌باشد.

جدول (۳). تغییرات مورفولوژی رودخانه کارون از فارسیات تا ام‌سواد

نوع تغییر مورفولوژی	میزان تغییرات عرض بستر رودخانه به متر			عرض رودخانه			مقطع
	از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸	از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۸	از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۵	۲۰۱۸	۲۰۰۵	۱۹۹۰	
تغییر در عرض بستر	-۱۶۸	-۱۱	-۱۵۷	۳۰۴	۳۱۵	۴۷۲	۱
تغییر در اندازه جزیره	۸۸	۲۰	۶۸	۳۷۶	۳۵۶	۲۸۸	۲
تغییر در عرض بستر	-۲۷	-۴	-۲۳	۱۳۷	۱۴۱	۱۶۴	۳
تغییر در عرض بستر	-۴۳	۲۶	-۶۹	۱۵۷	۱۳۱	۲۰۰	۴
تغییر در عرض بستر	-۱۱۴	-۲۲	-۹۲	۱۴۰	۱۶۲	۲۵۴	۵
تغییر در اندازه جزیره	۲۸	۱۴۴	-۱۱۶	۴۰۰	۲۵۶	۳۷۲	۶
از بین رفتن جزیره و تغییر در عرض بستر	-۳۱۱	-۲۷۸	-۳۳	۲۴۱	۵۱۹	۵۵۲	۷

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.111.4]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.199]



شکل(۵). نقشه تغییرات رودخانه کارون از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ از فارسیات تا ام سواد

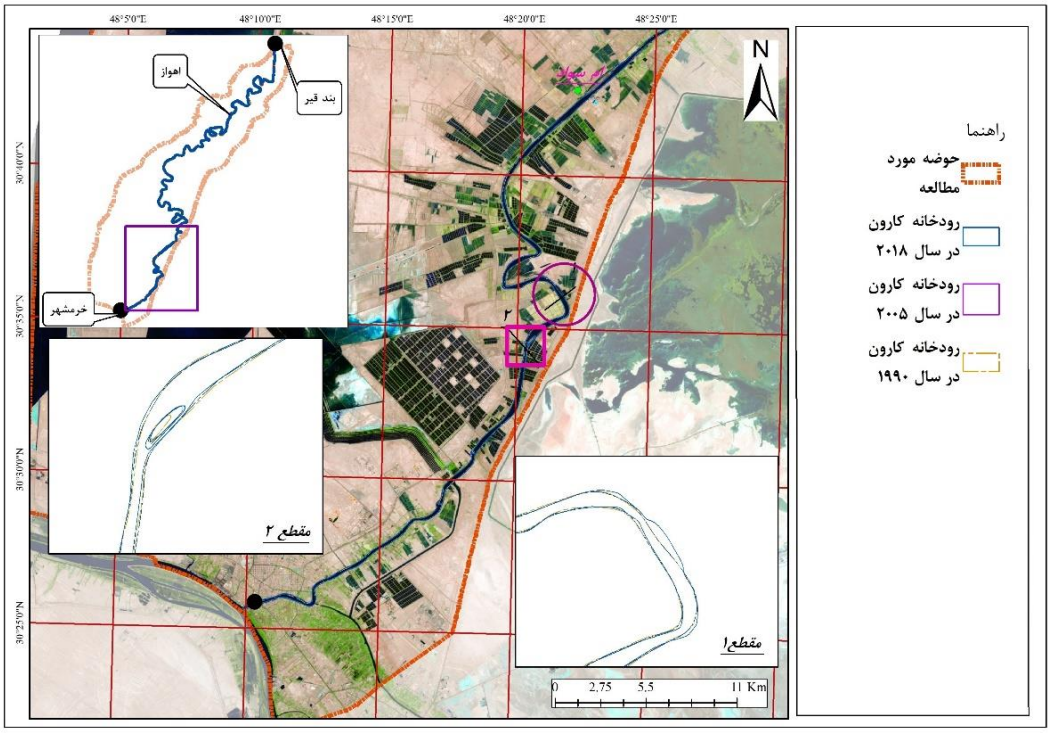
بازه چهارم بین روستای امسواد تا خرمشهر به طول ۴۷ کیلومتر را شامل می‌شود شکل(۶). از لحاظ کاربری اراضی پوشش گیاهی این بازه به‌صورت مرتع بوده است. این بازه دارای حداقل تغییرات و جابجایی را شامل می‌شود. در این محدوده از رودخانه کارون محدوده‌ای نسبتاً آرام و باثبات است و میزان فرسایش کناری در این بازه به‌شدت پایین می‌باشد. از دلایل عمده آن داشتن شیب کم منطقه و کاهش قدرت فرسایشی رودخانه می‌باشد. موقعیت قرارگیری این بازه به‌عنوان نقطه پایانی مصب رودخانه، منجر گردیده است تا رسوبات در این بخش تخلیه گردد. این تغییرات به علت کم بودن شیب رودخانه، ریزتر شدن مواد بستر و همچنین کم شدن ظرفیت حمل رسوب می‌باشد. در این بازه تنها در دو مقطع بیشترین تغییرات مشاهده می‌شود که در مقطع شماره ۱ بیشترین تغییرات را داشته است به طوری که عرض رودخانه در سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ به ترتیب ۱۷۴ و ۳۶۵ متر بوده است در واقع حدوداً ۱۹۱ متر افزایش عرض بستر وجود داشته و طرفی دیگر در مقطع شماره ۲ تنها اندازه جزیره افزایش پیداکرده است و عرض بستر مسیر رودخانه تغییر چندانی نداشته است. علی‌رغم اینکه در این بخش از رودخانه فعالیت کشاورزی گسترش پیداکرده و عامل انسانی به حریم و بستر طغیانی رودخانه تجاوز کرده است، اما مهم‌ترین دلیل تغییرات، داشتن شیب کم در این بخش از رودخانه می‌باشد چرا که این عامل منجر به کاهش قدرت حمل شده و رسوبات حمل شده در بستر رود ته‌نشست کرده و منجر به بالا آمدن عمق رودخانه گردیده است. این عامل در افزایش بستر طغیانی رودخانه کمک می‌کند. اما در مقطع ۲، به علت داشتن پوشش گیاهی خودرو، نقش مانع در مقابل آب عمل کرده و منجر به ته‌نشینی

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.111.4]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.199]

رسوبات شده است. این عامل به‌مرورزمان باعث از بین رفتن تحلیل بستر طغیانی رودخانه کارون به‌اندازه ۲۵ متر و افزایش جزیره پوینت بار واقع در محل شده است جدول(۴).

جدول (۴). تغییرات مورفولوژی رودخانه کارون از ام‌سواد تا خرمشهر

نوع تغییر مورفولوژی	میزان تغییرات عرض بستر رودخانه به متر			عرض رودخانه			مقطع
	از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸	از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۸	از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۵	۲۰۱۸	۲۰۰۵	۱۹۹۰	
تغییر در عرض بستر	۱۹۱	۱۸۵	۶	۳۶۵	۱۸۰	۱۷۴	۱
افزایش اندازه جزیره	-۲۵	-۱۷	-۸	۴۳۳	۴۵۰	۴۵۸	۲



شکل(۶). نقشه تغییرات رودخانه کارون از سال ۱۹۹۰تا ۲۰۱۸ از ام سواد تا خرمشهر

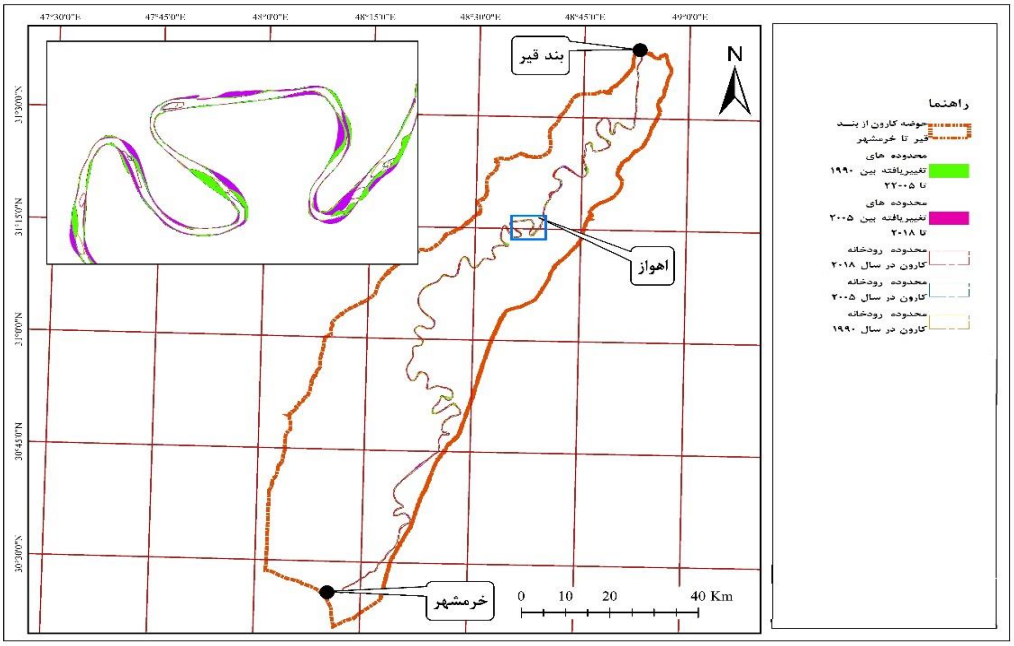
بررسی عوامل مؤثر در تغییرات مورفولوژی رودخانه

مدل رگرسیون لجستیک

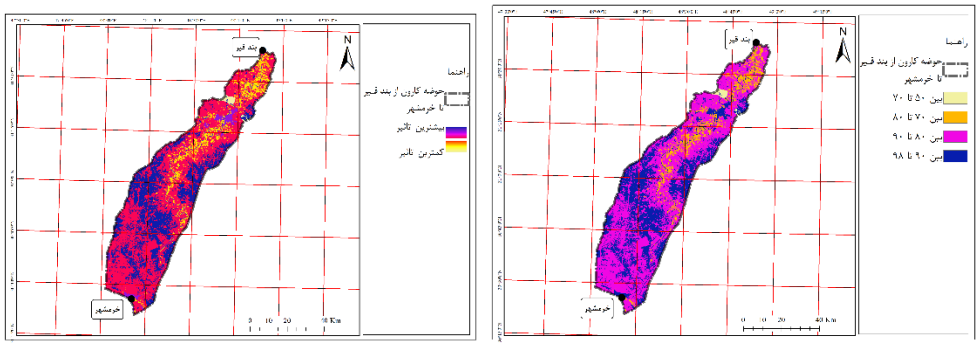
برای شناسایی علل تغییرات در مورفولوژی رودخانه کارون از مدل رگرسیون لجستیک استفاده شده است. باتوجه به نیاز مدل رگرسیون لجستیک به متغیرهای مستقل و وابسته، ابتدا محدوده‌های تغییر یافته در مورفولوژی رودخانه بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ به عنوان متغیر وابسته استخراج گردید شکل(۷) پس از آن، عوامل مؤثر در تغییرات که شامل فاکتورهای دبی و رسوب، تراکم زهکشی، طول رودخانه، بارش، ضریب نفوذپذیری، خاک شناسی، تراکم پوشش‌گیاهی، عوامل انسانی، اراضی بایر و بدون کاربری، پهنه‌های سیل‌گیر،

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.111.4]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.199]

درصد شیب، زمین‌شناسی، لندفرم و روان آب، پس از پردازش و نرمال‌سازی آن‌ها، به عنوان متغیرهای مستقل به مدل معرفی گردیدند شکل(۸). سپس تغییرات ایجاد شده در هر بازه مکانی، به صورت مستقل مورد آنالیز قرار گرفت که نتایج آن به صورت جداول(۵ و ۶) نشان داده شده است.

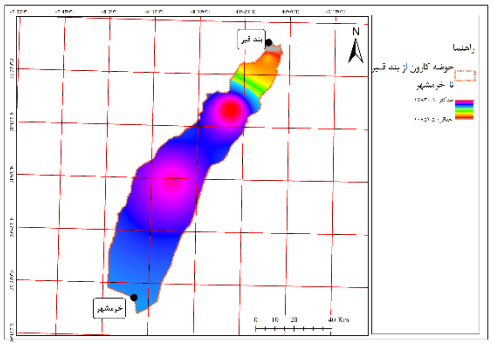


شکل(۷). موقعیت محدوده‌های تغییر یافته بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸

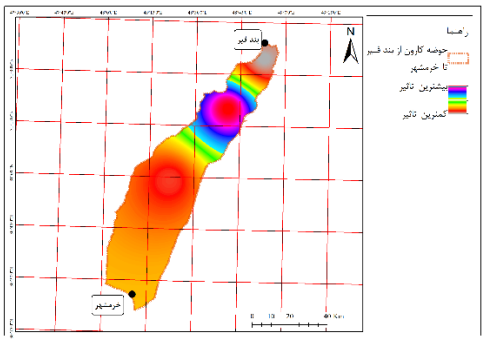


نفوذپذیری خاک (CN) حوضه **نفوذپذیری خاک (CN) حوضه نرمال شده**

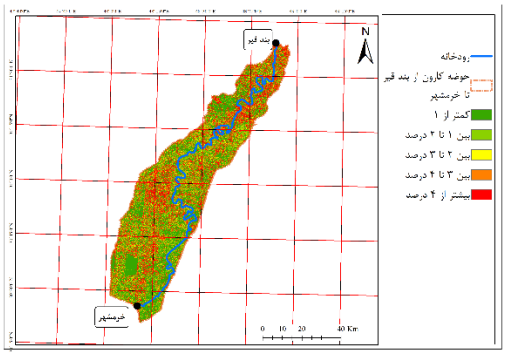
[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.111.4]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.199]



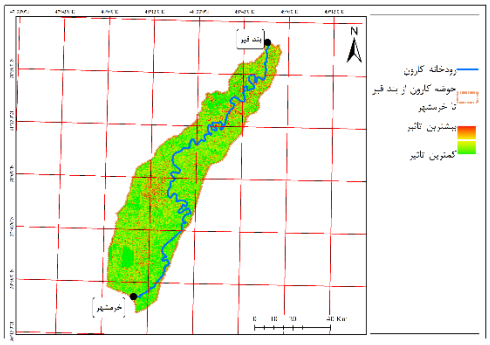
میانگین دبی حوضه



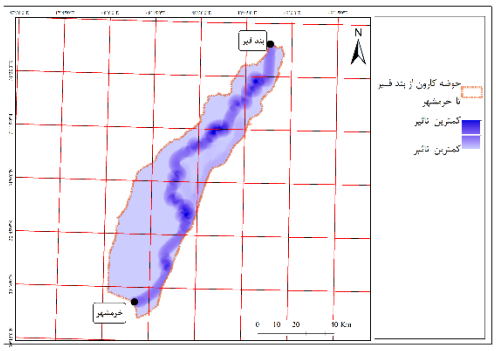
میانگین دبی حوضه نرمال شده



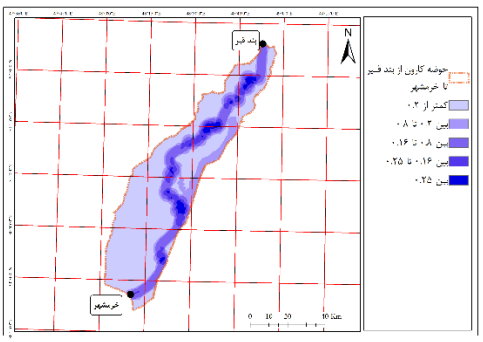
درصد شیب حوضه



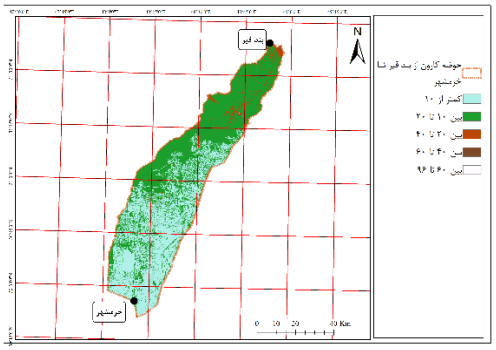
درصد شیب حوضه نرمال شده

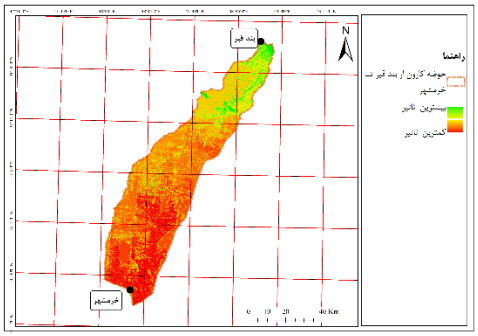


تراکم زهکشی حوضه



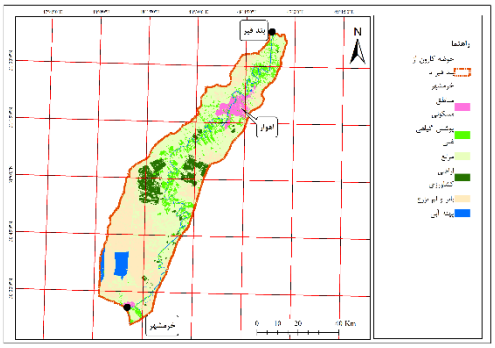
تراکم زهکشی حوضه نرمال شده



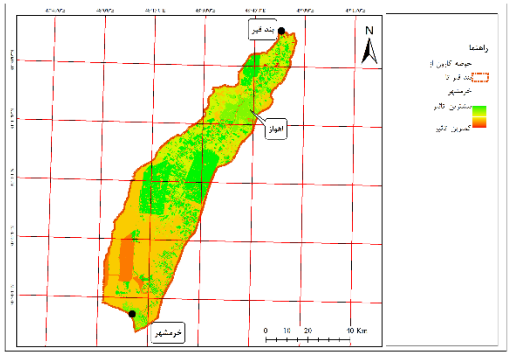


[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.111.4]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.199]

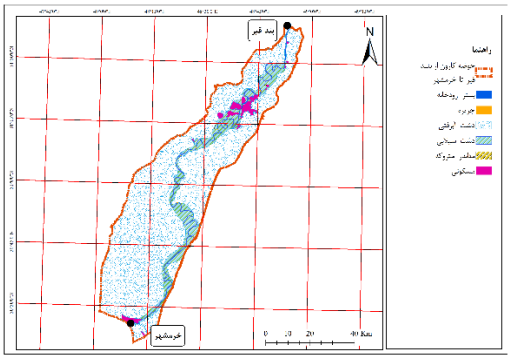
ارتفاع حوضه



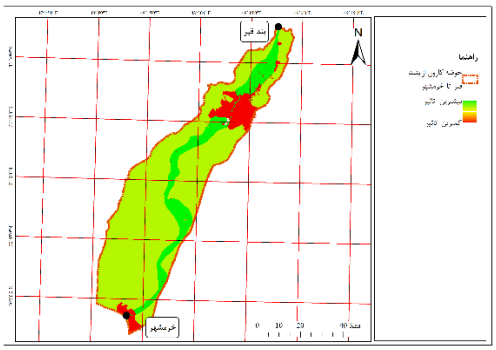
ارتفاع حوضه نرمال شده



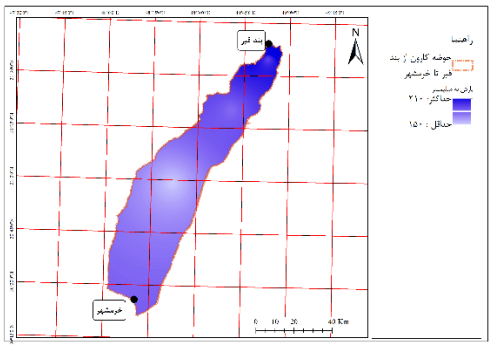
کاربری اراضی حوضه



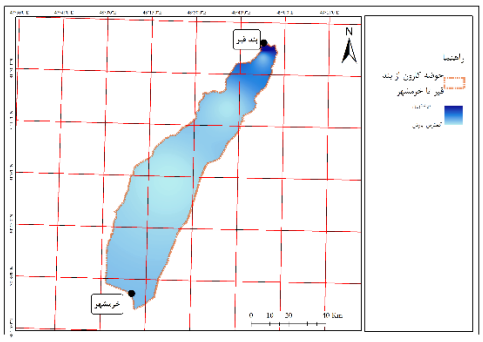
کاربری اراضی حوضه نرمال شده



ژئومورفولوژی حوضه



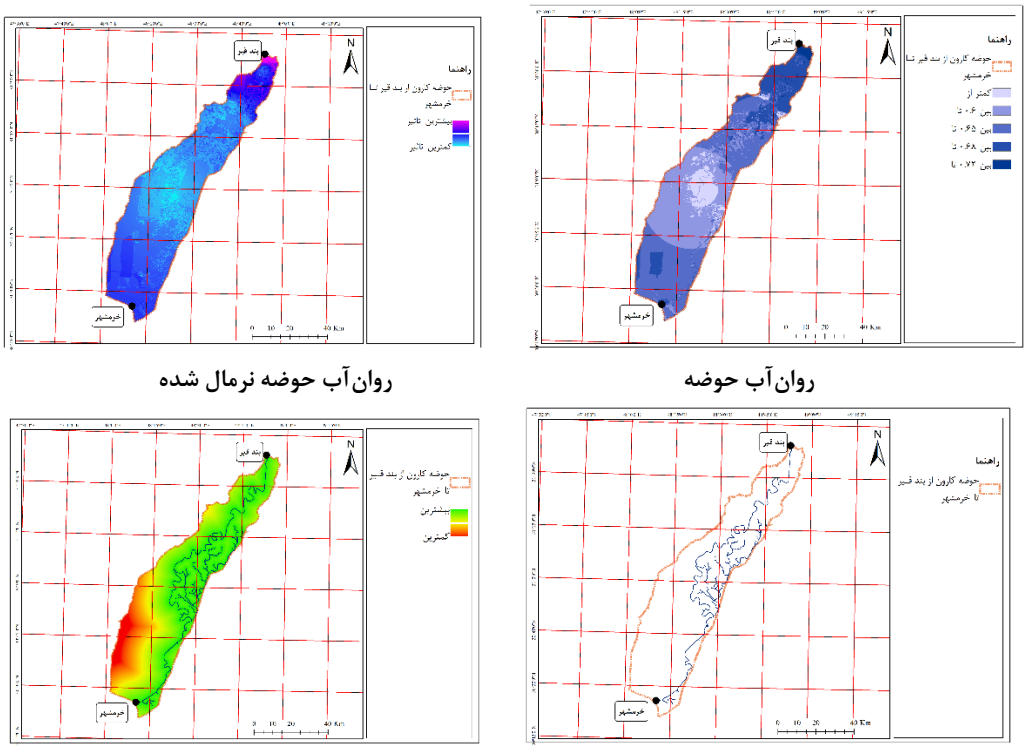
ژئومورفولوژی حوضه نرمال شده



میانگین بارش حوضه

میانگین بارش نرمال شده حوضه

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.111.4]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.199]



روان‌آب حوضه — روان‌آب حوضه نرمال شده

رودخانه‌های حوضه — رودخانه‌های نرمال شده حوضه

شکل (۸). معیارهای مورد استفاده برای یافتن علل تغییرات صورت گرفته در مورفولوژی رودخانه کارون

نتایج حاصل از مدل رگرسیون لجستیک نشان می‌دهد که برای دوره اول(سال‌های بین ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۵) متغیر دبی آب و تراکم پوشش گیاهی با داشتن ضریب تأثیرپذیری بالا، به عنوان مهمترین عامل در تغییرات مورفولوژی می‌باشند. به این مفهوم که در محدوده‌هایی که دبی و پوشش گیاهی بیشترین تغییرات را داشته است، میزان تغییرات زیاد می‌باشد جدول(۵) و برای دوره دوم(سال‌های بین ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۸) متغیر تراکم پوشش گیاهی و عامل انسانی با داشتن ضریب تأثیرپذیری بالا، به عنوان مهمترین عوامل در تغییرات بوده‌اند. به این مفهوم که در محدوده‌هایی با تراکم پوشش گیاهی و فعالیت‌های انسانی بیشتر، میزان تغییرات نیز زیادتر بوده است جدول(۶). همچنین برای دوره دوم عامل رسوب پس از عوامل پوشش گیاهی و انسانی بیشترین تأثیر را در تغییرات داشته‌اند.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.111.4]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.199]

جدول(۵). نتایج رگرسیون لجستیک برای بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۵

دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۵		بازه مکانی اول	بازه مکانی دوم	بازه مکانی سوم	بازه مکانی چهارم
ردیف	متغیر	ضریب	ضریب	ضریب	ضریب
۱	عرض از مبدا	-۲۷۶۳.۵۱	-۶۸۹۵.۳۵	-۳۵۸۷.۱۹	-۸۵۸۶.۳۳
۲	بارش	۳.۷۹	۵.۹۰	۸.۲۶	۳.۲۷
۳	ضریب نفوذ پذیری	۰.۴۶	۰.۶۷	۳.۲۶	۰.۲۵
۴	دبی	۵۱۶.۴۵	-۶۷۸.۲۵	-۳.۲۶	۶۱۸.۲۷
۵	تراکم زهکشی	۰.۲۷	۱.۲۷	۰.۲۵	۳۵.۳۳
۷	لیتولوژی	-۹.۴۹	-۱۱.۲۶	-۰.۳۵	۰.۳۶
۸	تراکم پوشش گیاهی	۵۵۹.۳۲	۵۷۸۷.۳۷	۹۸۷.۳۳	۷۷۳۵.۲۶
۹	تغییرات کاربری	۱۶۸۶.۷۲	۱۲۵۷.۳۷	۱۲۴۵۷.۳۷	۱۸۸۸.۳۳
۱۰	اراضی بایر	۴.۰۰	۵.۰۳	۸۸.۳۲	۶.۳۳
۱۱	پهنه های سیل گیر	۵.۸۸	۹.۲۶	۷.۲۷	۵.۲۳
۱۲	رسوب	-۰.۰۵	-۰.۰۳	-۰.۳۳	۶.۳۳
۱۳	درصد شیب	-۰.۳۱	۱.۲۶	۰.۲۵	۰.۳۳
۱۴	زمین شناسی	-۰.۵۳	۰.۳۲	-۴۲.۳۳	۰.۳۶
۱۵	لندفرم	۰.۴۸	۰.۲۴	-۱.۱۱	۰.۲۷
۱۶	روان آب	-۷.۶۳	-۰.۲۶	-۰.۲۶	۰.۸۷

جدول(۶). نتایج رگرسیون لجستیک برای بازه زمانی ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۸

دوره ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۸		بازه مکانی اول	بازه مکانی دوم	بازه مکانی سوم	بازه مکانی چهارم
ردیف	متغیر	ضریب	ضریب	ضریب	ضریب
۱	عرض از مبدا	-۲۱۸۴.۵۰	-۳۱۴۵.۲۶	-۲۱۴۵.۲۶	-۵۲۶۵.۷۸
۲	بارش	۹.۸۲	۱۱.۲۶	۱۰.۲۷	۸.۲۵
۳	ضریب نفوذ پذیری	-۰.۱۸	-۰.۲۱	-۰.۹۳	۰.۸۳
۴	دبی	-۰.۲۹	۱۱.۲۵	۱.۳۳	۲.۳۳
۵	تراکم زهکشی	-۱.۰۸	-۱.۳۳	-۲.۳۳	-۵۳.۳۳
۷	لیتولوژی	۲۱.۲۸	-۵۸.۳۳	-۸۸.۳۳	-۶۵.۳۳
۸	تراکم پوشش گیاهی	۴۸۱.۶۴	۸۸۸.۳۳	۱۶۵۸.۳۲	۸۸۵.۳۳
۹	تغییرات کاربری	۱۵۰۵.۲۳	۱۹۸۷.۳۳	۱۲۵۴.۳۳	۱۵۸۷.۳۶
۱۰	اراضی بایر	۱۷۶.۵۹	۱۱۲.۳۳	۲۲.۳۶	۷۵۶.۳۳
۱۱	پهنه های سیل گیر	۲.۴۱	۶.۳۳	۴۵.۳۳	۵۴۸.۳۳

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.111.4]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.199]

۱۲	رسوب	۲۳۱.۸۵	۸۵۳.۲۵	۰.۲۹	۵۳۱.۸۵
۱۳	درصد شیب	-۰.۱۱	-۱۵۷.۳۳	۰.۳۳	۰.۸۸
۱۴	زمین شناسی	۰.۲۶	-۱.۲۷	۱.۳۳	۶۵.۳۳
۱۵	لندفرم	۱.۰۸	-۱۵۴.۳۷	-۲۳.۳۳	-۲.۳۳
۱۶	روان آب	-۱۳.۲۳	۱.۳۳	-۰.۸۶	۰.۴۷

به منظور بررسی میزان دقت مدل رگرسیون در تعیین متغیرهای مؤثر در تغییرات، از پارامترهایPseudo R2 و ROC استفاده شده است. در پارامتر Pseudo R2 که میزان برازش را نشان می‌دهد، در صورتی که به عدد ۱ نزدیکتر باشد به معنای برازش کامل و عدد صفر به معنای عدم برازش است. در مطالعات سنجش از دوری و GIS مقدار عددی ۰/۲ به معنای برازش نسبتا مطلوب است(خودآموز نرم افزار ادریسی[1]) و پارامتر ROC متغیر آماری دیگری است که در صورتی که به عدد ۱ نزدیکتر باشد به معنای برازش کامل و ۰/۵ برازش تصادفی است. در نتیجه این دوره میزان Pseudo R2 برای دوره اول مطالعاتی برابر با ۰/۷۲۱۲ و برای دوره دوم مطالعات در بازه اول برابر با ۰/۷۸۲۸ همچنین میزان ROC برای دوره اول مطالعاتی برابر با ۰/۹۹۴۴ و برای دوره دوم مطالعاتی در بازه اول برابر با ۰/۹۹۴۸ می‌باشد که نشان از برازش درست مدل رگرسیون دارد. نتایج ارزیابی مدل رگرسیون در بازه‌های مورد مطالعه در جدول(۷) ارائه شده است.

جدول(۷). نتایج حاصل از ارزیابی مدل رگرسیون لجسیتیک

بازه مورد مطالعه		Pseudo R2	ROC
دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۵	بازه اول	۰.۷۲۱۲	۰.۹۹۴۴
	بازه دوم	۰.۸۴۲۵	۰.۹۹۴۲
	بازه سوم	۰.۶۸۷۵	۰.۹۹۲۱
	بازه چهارم	۰.۷۷۵۸	۰.۹۹۹۹
دوره ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۸	بازه اول	۰.۷۸۲۸	۰.۹۹۴۸
	بازه دوم	۰.۷۸۴۴	۰.۹۹۳۴
	بازه سوم	۰.۷۹۵۶	۰.۹۹۵۷
	بازه چهارم	۰.۸۰۱۲	۰.۹۹۸۵

مخاطرات ناشی از تغییرات مورفولوژی رودخانه

اثرات تغییر مورفولوژی رودخانه بر فرسایش و رسوب‌گذاری: با تغییر مورفولوژی رودخانه کارون منجر به از بین رفتن پوشش گیاهی و افزایش فرسایش خاک می‌گردد. همین عامل باعث از بین رفتن تأسیسات و سازه-های مجاور رودخانه، زمین‌های کشاورزی، کاهش عمق رودخانه و افزایش بستر رود می‌گردد. در بخش‌هایی از

1 - IDRISI Software Help

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.111.4]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.199]

رودخانه کارون مانند بازه شماره ۱ در مجاورت روستای‌های دغاغله و حده در شمال اهواز که توسط سازند آغاجاری تشکیل شده است تغییر مورفولوژی رودخانه کمتر دیده شده است. به طوری که ابعاد آن در طول دوره مورد مطالعه ثابت مانده است. از طرفی دیگر در بازه دوم، در محدوده روستای کوت عبداله و گاومیش آباد، به دلیل این‌که شیب بستر به شدت پایین بوده و از سازند سست تشکیل یافته است منجر به انباشت رسوبات آبرفتی گردیده شده است، بیشترین تغییرات را به خود دیده است به همین دلیل حجم رسوبات این بخش افزایش یافته و منجر به تغییر در ساختار جداره رودخانه شده است به طوری که باعث تشکیل جزایر در این بخش شده است.

اثرات تغییر مورفولوژی رودخانه بر پوشش گیاهی: تغییر مورفولوژی روخانه کارون با تخریب بخش وسیعی از اراضی جنگلی و مرتعی همراه بوده و مستقیما بر پوشش گیاهی حاشیه رودخانه تأثیر گذاشته است همان‌طورکه، نتایج نشان می‌دهد، در طول دوره مورد مطالعه ۳۶ درصد از مراتع از بین رفته‌اند. با بررسی موقعیت پوشش گیاهی مرتعی نسبت به بخش‌های تغییر یافته در مورفولوژی رودخانه، بخش اعظمی از مراتع در حاشیه رودخانه در نتیجه تغییر مورفولوژی، از بین رفته است. خود این عامل نیز در افزایش توفان‌های گرد و غبار در محدوده مورد مطالعه مؤثر هستند. مهمترین گونه‌های گیاهی در محدوده مورد مطالعه شامل صنوبر، بید، گز و توسکا می‌باشد که به علت تغییرات صورت گرفته در مورفولوژی رودخانه، تغییرات صورت گرفته در پوشش گیاهی در بازه اول و مقاطع دو و سوم و همچنین بازه دوم مقاطع اول تا ششم گویای این مسئله است.

اثرات تغییر مورفولوژی رودخانه بر اکولوژی حوضه کارون: حوضه آبریز کارون دارای ۳ تالاب به نام‌های میانگران، بندون و صنایع فولاد می‌باشد که این تلاب‌ها در پایداری اکولوژی و محیط‌زیست حوضه، سیل‌گیری، انباشت رسوبات و تغذیه آب زیرزمینی نقش بسیار مهمی را دارد. همچنین آبزیان و پرندگان بومی و مهاجر در اقتصاد منطقه بسیار نقش مهمی بازی می‌کنند به طوری که بیش از ۲۶۰ گونه جانوری و پرندگان در حوضه کارون و حدفاصل بین اهواز تا خرمشهر زندگی می‌کنند که با تغییرات صورت گرفته در مورفولوژی، منجر به از بین رفتن پالایندگی رودخانه شده و باعث کاهش آب تالاب ها گردیده است. بنابراین، خشک شدن بخش‌های زیادی از تالاب های مذکور، کاهش قدرت خودپالایی رودخانه و افزایش آلودگی ناشی از بهره‌برداری زیاد آب از حاشیه رودخانه کارون از مهمترین مخاطرات زیست محیطی می‌باشند.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تحقیق نشان می‌دهد که در دوره زمانی مورد مطالعه، رودخانه دستخوش تغییرات مورفولوژیک زیادی شده است. این تغییرات در قالب جابجایی مسیر به صورت کم و زیاد شدن عرض بستر و حذف و اضافه شدن جزایر می‌باشد. بیشترین تغییر در محدوده شهر اهواز در بازه مکانی اول و مقطع ۸ صورت گرفته است که دلیل اصلی آن فعالیت‌های انسانی در حریم و بستر رود بوده است. همچنین ایجاد جزایر رسوبی و توسعه آن خصوصا در بازه مکانی دوم، بین اهواز تا فارسیات، که به صورت جزایر طولی، عرضی و پوینت بار می‌باشد، از مهمترین تغییرات مورفولوژی بستر رودخانه کارون است. با توجه به این‌که این جزایر دارای پوشش گیاهی می‌باشد و به صورت مانع در مقابل جریان آب عمل می‌کرده است در شرایط کم آبی، تداخلی در جریان رودخانه نداشته است اما در سال‌های اخیر در بازه زمانی ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۸ به علت افزایش دبی رودخانه که در نتیجه

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.111.4]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.199]

سیلاب‌هایی با حجم زیاد بوده، در جریان آب، اختلال ایجاد کرده و باعث خارج شدن رودخانه از حریم خود شده است که این عامل خسارات زیادی به سازه‌های انسانی و مناطق مسکونی که در حریم رودخانه بوده وارد کرده است. این خسارت به این دلیل بوده که در طی دوره‌های کم آبی، عوامل انسانی در حریم رودخانه فعالیت داشته‌اند و منجر به تغییرات در مورفولوژی رودخانه گردیده که پس از افزایش دبی، با توجه به این‌که ۷۴ درصد از حوضه دارای پتانسیل سیل‌گیری دارند و قابلیت ذخیره وقوع سیل ۳ میلیارد و ۳۵۴ میلیون مترمکعب را دارند، باعث ایجاد سیلاب‌های ویرانگر در منطقه شده است. همچنین با توجه به تغییرات صورت گرفته در کاربری اراضی که از مهمترین دلایل تغییرات مورفولوژیکی بوده است، اراضی کشاورزی در اطراف رودخانه کارون ۲۶ درصد افزایش داشته است. از بعد مکانی، بیشترین فعالیت‌ها در حریم رودخانه صورت گرفته است. با توجه به این‌که این منطقه در موقعیت سیل‌گیری قرار دارد، تمامی فعالیت‌های انسانی در موقعیت خطرپذیری می‌باشد. از طرفی دیگر با بررسی روند تغییرات کاربری مسکونی و سازه‌های انسان‌ساخت شامل پل‌ها، پارک-های ساحلی، مراکز تفریحی، محدوده‌های سکونتگاهی، نتایج نشان می‌دهد که ۴۶۰ نفر از ساکنین در اطراف رودخانه کارون و همچنین ۴۷ موقعیت سکونتگاهی روستایی و شهری در معرض خطر سیل قرار دارند به دلیل آن‌که که با توجه به وضعیت توپوگرافی حوضه کارون و نتایج بدست آمده از نتیجه پهنه‌های سیل‌گیری، نتایج نشان می‌دهد که ۷۴ درصد از حوضه در خطر سیل‌گیری خیلی زیاد قرار دارد.

بررسی علل تغییرات با استفاده از مدل‌های رگرسیون لجستیک و تحلیل عاملی نشان می‌دهند که مهمترین عامل ایجاد تغییرات، تراکم پوشش گیاهی و فعالیت‌های انسانی می‌باشد که شامل سدسازی در بالادست رودخانه، فعالیت کشاورزی و صنعتی در حریم رودخانه، ساخت پل‌های متعدد در رودخانه، شهرک‌سازی و ساحل‌سازی در حریم و بستر سیلابی رودخانه می‌باشد. از دیگر عوامل، پوشش گیاهی در کناره‌های رودخانه، شیب و رسوبات آبرفتی در حریم و بستر رودخانه را می‌توان نام برد. نتایج این تحقیق با نتیجه پژوهش رشیدی در سال ۱۳۹۵ تحت عنوان مطالعه تغییرات مورفولوژیکی بستر رودخانه کارون و علل آن در سال‌های ۱۹۵۴ تا ۲۰۱۱ همسان بوده است. ایشان در تحقیق خود به این نتایج رسیده‌اند که مهمترین و اصلی‌ترین علت تغییرات مورفولوژی بستر رودخانه کارون دخالت‌های انسانی می‌باشد. این دخالت‌ها به صورت ساخت سد در بالادست رودخانه، ساخت پل‌های متعدد بر روی رودخانه به ویژه محدوده شهر اهواز، تغییر کاربری که شامل تغییر در عرض رودخانه به علت ساخت و سازهای شهری، ساحل سازی، تبدیل بستر سیلابی به زمین‌های کشاورزی و ساخت پارک‌های ساحلی می‌باشد. از بین رفتن پوشش‌گیاهی و کاهش دبی رودخانه به واسطه خشکسالی‌های هیدرولوژیکی و احداث سدهای متعدد در بالادست رودخانه از عوامل دیگر تغییرات مورفولوژی می‌باشند.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.111.4]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.199]

منابع

آل یاسین، احمد (۱۳۷۹). **کاربرد مهندسی رودخانه در رودخانه‌های دز و کارون**، نشریه شماره . ۳۳ وزارت نیرو، کمیته ملی سدهای بزرگ ایران.

بروشکه، ابراهیم؛ حسینی، سید احمد. (۱۳۹۵). **بررسی روند تغییرات مورفولوژی رودخانه زرینه رود با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی**، نشریه علمی-پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز، ۱۰۷-۱۱۴.

تقوی مقدم، ابراهیم؛ قنواتی، عزت اله؛ اکبری، الهه؛ حسینی، هاشم. (۱۳۹۶)، **تحلیل ژئومورفودینامیک تغییرات خط ساحلی قاعده دلتای رودخانه مند بوشهر با استفاده از سنجش از دور**، فصلنامه علمی و پژوهشی فضای جغرافیایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، ۱۷(۶۰): ۶۵-۸۰.

رشیدی، مریم؛ حسین زاده، سید رضا ؛ سپهر، عادل؛ زارعی، حیدر. (۱۳۹۴)، **بررسی علل ایجاد و توسعه جزایر رودخانه کارون – محدوده شهر اهواز**، دانشگاه فرودسی، دانشکده علوم انسانی دکتر علی شریعتی.

سازمان آب و منطقه‌ای استان خوزستان.

حسینی، سیدابراهیم؛ شفاعی بجستان، محمود؛ کاشفی پور، سید محمود؛ آخوندعلی، علی محمد. (۱۳۹۸)، **بررسی روند تغییرات مورفولوژیکی رودخانه دز با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی در حدفاصل روستای ایشان سخی تا بندقیر**، مجله علوم و مهندسی آبیاری دانشگاه چمران.

فاطمی عقدا؛ سیدمحمود، فرج اله فیاضی؛ علیپور، داریوش. (۱۳۸۰) ، **بررسی زمین‌شناسی مهندسی بخشی از رودخانه کرخه (روستای عبدالخان تا روستای الهایی)**، نشریه علوم دانشگاه تربیت معلم، ۱(۳ و ۶): ۳۳-۴۱.

قنواتی، عزت الله؛ تقوی مقدم، ابراهیم. (۱۳۹۳)، **ارزیابی تغییر و تحولات ژئومورفیک سواحل شمال خلیج فارس از بندر کنگان تا خور زیارت با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و GIS**، فصلنامه زمین شناسی ایران، ۸(۳۲): ۸۴۵-۸۶۲..

کریمی، هادی ؛ قنواتی، عزت اله ؛ یمانی، مجتبی ؛ صفاری، امیر، (۱۳۹۵)، **تأثیر تکتونیک در تغییرات نیمرخ طولی رودخانه‌ها - رودخانه علامرودشت در جنوب استان فارس**، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، ۵(۲): ۵۵-۶۳.

یمانی، مجتبی ؛ شرفی، سیامک. (۱۳۹۱)، **ژئومورفولوژی و عوامل مؤثر در فرسایش کناری رودخانه هررود در استان لرستان**، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، ۲۳(۱): ۱۳-۲۶.

Boix-Fayos G. Barberá F. López-Bermúdez V.M. Castillo M. (2007). **Effects of check dams, reforestation and land-use changes on river channel morphology: Case study of the Rogativa catchment (Murcia, Spain)** Geomorphology 91 (2007).

Bawa, N., Jain, V., Shekhar, Sh., Kumar, N. and Jyani, V. (2014). **Controls on morphological variability and role of stream power distribution pattern**, Yamuna River, western India. Elsevier, Geomorphology.

Clerici A. Perego S. Chelli A. Tellini C (2015) **Morphological changes of the floodplain reach of the Taro River (Northern Italy) in the last two centuries**, 527. 1106-1122.

Di Silvio G and Nones M (2013) **Morphodynamic reaction of a schematic river to sediment input changes:Analytical approaches**, pp 1-8.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.111.4]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.199]

Henshaw, A.J. Thorne, C.R. Clifford, N.J. (2013), **Identifying causes and controls of river bank erosion in a British upland catchment**, CATENA, 100, 107–119.

Manjusree. P, Satyanarayana. P, CM. Bhatt, Sharma. SVSP and Srinivasa Rao. G, (2015). "**River sensing and GIS for river morphology studies"**. Remote Sensing Applications Area, National Remote Sensing Centre ISRO, Department of Space, Hyderabad - 500 037.

Ollero, A. 2010. **Channel changes and floodplain management in the meandering middle Ebro River,** Spain. Geomorphology, 117(2):247-260.

Stevenson, D. (2009). 1D **HEC RAS model and sensitivity analysis for River Clair from 1971– 2007**, report prepared for international joint commission nternational upper Great Lakes study, Ottawa.

Treitz, P., (2003), **Remote sensing for mapping and monitoring land-cover and landuse change an introduction, www.elsevier.com.**

Jenesen, J., R, 1986, **Introductory Digital Image Processing, Prentice Hall**, USA, pp 177-226.

- Weng, Q., (2002), **Land Use Change Analysis in the Zhujiang Delta of China using Satellite Remote Sensing, GIS, and Stochastic Modeling,** Journal of Environmental Management, 64, 273-284.

Wasige, J. E., Groen, T. A., Smaling, E., & Jetten, V. (2013). **Monitoring basin-scale land cover changes in Kagera Basin of Lake Victoria using ancillary data and remote sensing**. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 21, 32-42.

Yan, Y., (2003), **Object-based Classification of Remote Sensing Data for Change Detection**. www.elsevier.com / locate / isprsjprs.

Yasser Raslan and Radwa Salama (2015) **Development of Nile River islands between Old Aswan Damand new Esna barrages**. 29. 77-92.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.111.4]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.199]