اکوهیدرولوژی
دورهٔ ۱، شمارهٔ ۲، پاییز ۱۳۹۳، ص ۱۱۰-۹۹

اثر پوشش گیاهی نگهدارنده بر ریخت‌سنجی و ریخت‌شناسی بخش شریانی رودخانهٔ تالار

صالح یوسفی[۱]، حمیدرضا مرادی[۲*]، عبدالرسول تلوری[۳]، مهدی وفاخواه[۲]
۱. دانشجوی دکتری آبخیزداری دانشگاه تربیت مدرس
۲. دانشیار گروه آبخیزداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس
۳. دانشیار گروه عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

(تاریخ دریافت: ۹۳/۰۳/۲- تاریخ تصویب: ۹۳/۰۸/۱۸)

چکیده

در تحقیق حاضر، اثر پوشش گیاهی نگهدارندهٔ طبیعی بر تغییرات ریخت‌سنجی و ریخت‌شناسی بخش شریانی رودخانهٔ تالار بین سال‌های ۱۳۳٤ و ۱۳۹۲ بررسی شد. نقشهٔ کاربری اراضی سال‌های ۱۳۳٤و ۱۳۹۲ با استفاده از عکس‌های هوایی و روش بصری تهیه شد. نتایج نشان داد در طی دورهٔ تحقیق، پوشش نگهدارندهٔ طبیعی رودخانه، تغییرات زیادی داشته و حدود ۹٦ درصد آن از بین رفته است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که تجاوز به حریم رودخانه بسیار وسیع بوده و این نواحی به مناطق مسکونی و کشاورزی تبدیل شده است. سطح اراضی پوشش طبیعی منطقه نیز کاهش یافته است. ویژگی‌های ریخت‌سنجی و ریخت‌شناسی برای دو دورهٔ تحقیق اندازه‌گیری شد. نتایج آزمون t جفتی نشان داد که اختلاف معناداری در سطح اطمینان ۹۹ درصد بین میزان شاخص تغییرات شبکهٔ رودخانه، شاخص بریدگی، عرض رودخانه و طول جزایر رسوبی در دو دورهٔ تحقیق وجود دارد. برای بررسی تأثیر پوشش گیاهی طبیعی رودخانه بر تغییرات شاخص‌های ریخت‌سنجی و ریخت‌شناسی از آزمون واریانس یکطرفه استفاده شد. نتایج نشان داد که اختلاف معناداری بین شاخص تغییرات شبکهٔ رودخانه و شاخص بریدگی و همچنین عرض رودخانه در مناطق دارای پوشش گیاهی و مناطق بدون پوشش گیاهی در سطح اطمینان ۹۹ درصد وجود دارد. شاخص تغییرات شبکهٔ رودخانه در منطقه ٤/۱- متر بر سال است و همچنین در طول سال‌های تحقیق، شاخص بریدگی به‌مقدار ۱/۱۱ و عرض رودخانه به‌طور متوسط ۲۵۰ متر کاهش یافته است. تغییرات شاخص‌ها در مناطقی که پوشش گیاهی طبیعی رودخانه حذف شده بیشتر بوده است. در این مناطق به‌دلیل حذف پوشش گیاهی نگهدارنده در اثر فرسایش کناره‌ای و نیروی آب، رودخانه به‌صورت مستقیم در آمده و عرض آن کم شده است.

واژه‌های کلیدی: ریخت‌سنجی، ریخت‌شناسی، فرسایش کناره‌ای و پوشش گیاهی.

* نویسندهٔ مسئول
Email: hrmoradi@modares.ac.ir

مقدمه

رودخانه‌ها از پویاترین عارضه‌های طبیعی‌اند که خصوصیات ریخت‌شناسی آنها به‌علت پویایی آنها، همواره در حال تغییر است. رودها از طریق فرسایش و رسوب، مشخصات ریخت‌شناسی خود را تغییر می‌دهند یا آنها را تخریب یا ایجاد می‌کنند. این تغییرات به‌خصوص در دیواره‌های رودخانه بیشتر است [۲۱،۴۹]. شوم، رودخانه‌ها را به‌طور کلی به دو دستهٔ اصلی تقسیم کرد: گروه اول رودخانه‌های با بستر سنگی کنترل‌کننده که در محدودهٔ بین بیرون‌زدگی سنگ‌های تشکیل‌دهندهٔ مواد بستر و کناره‌ها که تعیین‌کنندهٔ شکل و ریخت رودخانه‌اند قرار می‌گیرند؛ و گروه دوم رودخانه‌های آبرفتی که در تغییر شکل، الگو و چگونگی پاسخ به شرایط هیدرولوژیکی خاص آزادند و بیشتر در دشت‌های سیلابی جریان دارند [۴۷]. رودخانه‌ها پس از عبور از کوهستان در دشت‌های سیلابی جریان می‌یابند. به‌علت تغییرات ناگهانی شیب و شرایط ریخت‌شناسی منطقه در دشت سیلابی الگوی حرکتی رودخانه‌ها نیز تغییر می‌کند. الگوی جریان در دشت‌های سیلابی بیشتر به‌صورت پیچان‌رود[1] و شریانی[2] است. توجه به پویایی رودخانه‌های مناطق دشتی از دیدگاه مدیریت رودخانه مانند کنترل سیلاب، کشتی‌رانی، فرسایش کنارهٔ رودخانه و حفاظت از اراضی و تأسیسات دارای اهمیت زیادی است. فرایندهای رودخانه‌های پیچانی و شریانی برای درک صحیح و اساسی اکوسیستم دشت‌های سیلابی مانند دخالت‌های انسانی که ممکن است موجب کاهش کیفیت آب، دخالت در اتصالات رودخانه‌ها و آبراهه‌های دشت سیلابی و کاهش زیستگاه‌های آبی و تنوع زیستی شود اهمیت زیادی دارد [۲،۳،۱۳،۲۸،۲۹،۳۰،۳۷،۳۹،۴۵].

تغییرات سریع در دشت سیلابی، موجب بروز مشکلات در کناره و تأسیسات موجود می‌شود [۲، ۳۲]. رودخانه‌های شریانی اشکال مهم ژئومورفولوژیکی- هیدرولوژیکی[3] هستند و به‌لحاظ جابه‌جایی‌های مکانی که در محدودهٔ دشت‌های سیلابی ایجاد می‌کنند، موجب تغییر ابعاد ریخت‌شناسی بستر جریان رودخانه و دشت‌های سیلابی می‌شوند [۴۰،۴۳، ۳۹، ۱۴،۲۲]. میزان حساسیت رودها شاخص مناسبی برای تغییرات زیست‌محیطی و پاسخ طبیعت به آنهاست [۴۳ ، ۸]. رودخانه‌های شریانی از دیدگاه اکولوژی و تنوع زیستی بسیار اهمیت دارند و اکثر این مناطق با فعالیت‌های انسانی در حال تهدیدند. رودهای شریانی، جزء کلیدی تحولات درازمدت چشم‌انداز در چرخهٔ فرسایش دیویسی شناسایی شده‌اند [۳۶، ۳۲]. اغلب رودخانه‌های پیچانی و شریانی در جلگه‌های حاصلخیز یافت می‌شوند که از دیدگاه کشاورزی و فعالیت‌های انسانی ارزش زیادی دارند و تحت فشارهای جمعیتی و صنعتی‌اند و از نظر کنترل سیلاب و مهاجرت رودخانه اهمیت دارند [۴۱،۲۰]. تغییرات شاخص‌ها و متغیرهای رودخانه‌های جلگه‌ای می‌تواند از دیدگاه‌های مختلفی مانند شهرسازی، سدسازی، فرسایش و رسوب و جاده‌سازی مهم باشد [۱۹،۳۱]. پوشش گیاهی طبیعی رودخانه یکی از اجزای اصلی طبیعت است که موجب حفاظت رودخانه و کاهش فرسایش کناره‌ای رودخانه‌ها می‌شود [۸،۱۶]. بنابراین توجه به چگونگی تأثیر پوشش طبیعی رودخانه بر تغییرات ریخت‌شناسی و ریخت‌سنجی رودخانه می‌تواند برای مدیریت بهتر حوضه‌های آبخیز بسیار مهم باشد.

پیشینهٔ تحقیق

در دهه‌های اخیر به مطالعات دربارهٔ تغییرات شکل رودها در مناطق دشتی به‌علت اهمیت و بزرگی مشکلات اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی ناشی از جابه‌جایی کناره‌های رودخانه بیشتر توجه شده است [۱۶]. براساس گفتهٔ کومو و همکاران تا سال ۲۰۰۸، ۲۲۰ مطالعه انتشار یافته که به بررسی تغییرات ریخت‌سنجی و مهاجرت رودخانه‌ها پرداخته‌اند [۳۸]. مطالعات رودخانه‌های آبرفتی از نظر مقیاس مکانی در دامنهٔ وسیعی از مطالعات در گرداب‌های کوچک [۱۱] تا بررسی تعدادی از پیچ‌ها در طول دشت سیلابی صورت گرفته است [۲۵]. از نظر مقیاس زمانی تحقیقات در حد مطالعهٔ اثر رخدادها بر تغییرات ریخت‌سنجی [۳۳] و مطالعات دربارهٔ تکامل رودخانه‌ها طی هزاران سال صورت گرفته است [۴۸، ۳۴، ۲۴، ۱۵]. گوردون و مینتمایر در کالیفرنیا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای داده‌های ۳۴ سال قبل از احداث سد و ۱۷ سال بعد از احداث سد به بررسی تأثیر کاربری اراضی و سد بر تغییرات ریخت‌شناسی و ریخت‌سنجی رودخانه پرداختند.

1. Meander rivers
2. Braided Rivers
3. Geomorphologic- Hydrologic

نتایج آنالیز واریانس دوطرفه نشان داد در دورهٔ قبل از احداث سد مساحت حد سرریزی رودخانه نسبت به زمان بعد از احداث سد کاهش یافت. تغییرات طول رودخانه در دورهٔ بعد از احداث سد ۶۴ درصد نسبت به دورهٔ قبل از احداث سد کاهش یافت. ایشان همچنین بیان کردند که بعد از دورهٔ احداث سد دبی پیک و رسوب معلق رودخانه کاهش یافت و پوشش گیاهی اطراف سد ۵۰ درصد افزایش پیدا کرد که موجب استحکام کناره‌ها و جلوگیری از مهاجرت رودخانه شده است [۲۶]. در مطالعه‌ای دیگر اوله‌رو در اسپانیا به بررسی تغییرات ریخت‌سنجی و ریخت‌شناسی رودخانهٔ اِبرو[1] طی ۸۰ سال پرداخت. نتایج نشان داد طی دورهٔ مطالعاتی از ۴۲ مئاندر مورد بررسی، در ۳۸ مورد افزایش ضریب خمیدگی، در ۳۳ مورد مهاجرت رودخانه و در ۲۷ مورد بریدگی مئاندر رخ داده است. او میزان تغییرات مئاندر را در سال‌های ۱۹۲۷ تا ۱۹۵۷ به‌طور متوسط ۱۲/۲ متر در سال بیان کرد، درحالی که این مقدار برای دورهٔ ۱۹۵۷ تا ۱۹۸۱ به‌طور متوسط ۴/۲ متر در سال بود و از سال ۱۹۸۱ تا ۲۰۰۴ تغییرات نامحسوس بود. همچنین پوشش طبیعی کنار رودخانه به‌علت استفاده از اراضی توسط انسان برای کاربری‌های دیگر دچار تغییرات کاهشی چشمگیری شد [۴۳]. کامپوریل و ریدولفی در مطالعه‌ای به بررسی نقش دوگانهٔ پوشش گیاهی نگهدارنده و ضریب خمیدگی پرداختند. نتایج ایشان نشان داد که پوشش گیاهی نگهدارنده، تأثیر هیدرولیکی مؤثری بر ارتفاع آب، مقاومت رسوبات کناره‌ای در مقابل فرسایش و ضریب زبری رودخانه دارد و موجب افزایش ضریب خمیدگی رودخانه می‌شود [۱۴]. یانان و همکاران در مطالعه‌ای در چین به بررسی تغییرات رودخانه‌ها در ژوهای[2] چین با استفاده از داده‌های تصاویر لندست طی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۹ پرداختند. نتایج نشان داد که سطح رودخانه‌ها به‌واسطهٔ طرح‌های احیای اراضی طی دورهٔ مطالعاتی ۶ درصد افزایش یافته است [۵۰]. در داخل کشور تحقیقاتی در زمینهٔ تغییرات ریخت‌سنجی و ریخت‌شناسی رودخانه‌های جلگه‌ای صورت گرفته است که به مهم‌ترین آنها اشاره می‌شود. فرخی و همکاران با بررسی تغییرات پلان رودخانهٔ دز با استفاده از سنجش از دور و GIS نتیجه گرفتند که رودخانه بیشتر از الگوی پیچان‌رودی تبعیت می‌کند و سواحل آن جابه‌جایی زیادی داشته است [۵]. ارشد و همکاران روند تغییرات ریخت‌سنجی و ریخت‌شناسی رودخانهٔ کارون را براساس چهار سری از تصاویر ماهوارهٔ Landsat و IRS بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که خصوصیات قوس‌ها در حال تغییر بوده و تراکم و اندازهٔ انحنای قوس‌ها به‌سمت پایین‌دست جابه‌جا شده است. [۱] در آذربایجان شرقی، رضایی‌مقدم و خوشدل به بررسی پیچ‌وخم‌های اهرچای پرداختند. یافته‌های آنان نشان داد که بیشترین درصد مئاندر مربوط به مئاندرهای دارای سینوسیتهٔ بالای ۱/۵ است. آنان علت اصلی تغییرات مئاندرها طی دهه‌های اخیر را تعرض به حریم رودخانه دانستند [۴]. مقصودی و همکاران در مطالعه‌ای دربارهٔ روند تغییرات الگوی ریخت‌سنجی رودخانهٔ خرم‌آباد با استفاده از RS و GIS بیان کردند که تعداد پیچ‌ها طی دورهٔ مطالعاتی افزایش یافته است. آنان علت اصلی این تغییرات را تغییر کاربری اراضی منطقه و دخل و تصرف انسانی دانستند [۷]. مرادی کیورز و همکاران به بررسی اثر پوشش گیاهی بر تغییرات مورفولوژی رودخانهٔ کارون پرداختند. آنان بیان کردند در مناطقی که پوشش گیاهی نگهدارنده حذف شده است رودخانه دارای پویایی بیشتری است و عرض رودخانه در مناطق دارای پوشش گیاهی نگهدارنده باثبات‌تر است [۶]. مرور منابع نشان می‌دهد که مطالعات بسیار کمی به‌خصوص در داخل کشور دربارهٔ چگونگی تأثیر پوشش گیاهی طبیعی رودخانه‌های آبرفتی بر تغییرات ریخت سنجی آنها صورت گرفته است. حال آنکه اهمیت اکولوژیکی و هیدرولوژیکی این قسمت‌ها بسیار فراوان است. پوشش نگهدارندهٔ رودخانه، عامل بسیار مهمی در حفاظت طبیعی کناره‌های رودخانه‌هاست. بنابراین در تحقیق حاضر با استفاده از فن سنجش از دور و سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی تلاش شد چگونگی تأثیر پوشش گیاهی نگهدارنده بر ریخت‌سنجی و ریخت‌شناسی رودخانه‌های شریانی که اهمیت زیادی از نظر موقعیت مکانی و سکونتگاه انسانی دارند بررسی شود.

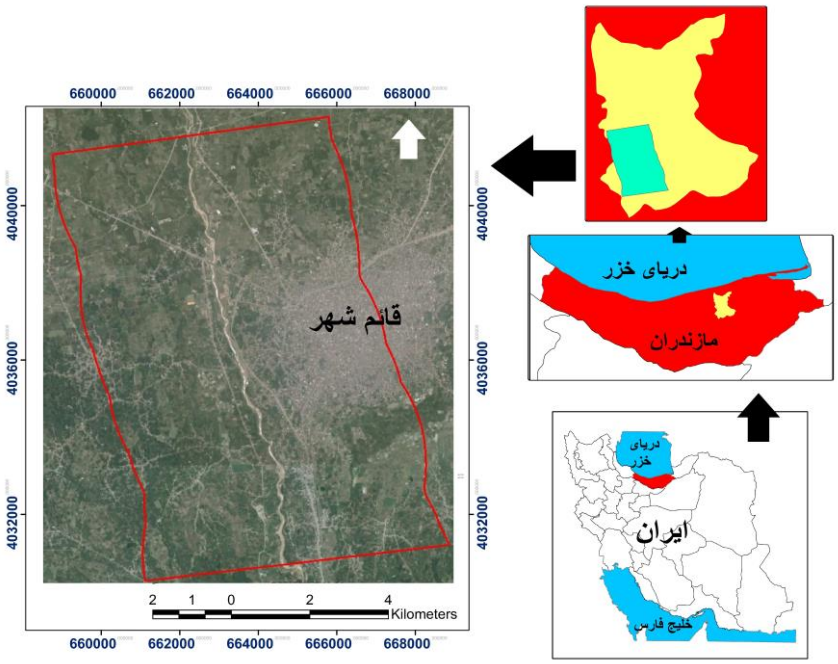
مواد و روش‌ها

منطقهٔ تحقیق

حوضهٔ آبخیز تالار یکی از بزرگ‌ترین حوضه‌های منتهی به دریای خزر است. طول کل رودخانه از سرشاخه‌ها تا دریا

1. Ebro
2. Zhuhai

حدود ۱۵۰ کیلومتر و سرچشمهٔ آن کوه‌های البرز است [۴۶]. رودخانهٔ تالار در استان مازندران قرار گرفته و پس از عبور از شهرهای زیرآب، شیرگاه، قائمشهر و عرب‌خیل به دریا می‌ریزد. میانگین بارش درازمدت در حوضهٔ آبخیز تالار حدود ۷۲۹ میلی‌متر است. منطقهٔ تحقیق از نظر ژئومورفولوژیکی منطقه‌ای آبرفتی با مساحت ۸۳۳۲ هکتار است. طول مسیر مستقیم در رودخانه در حدود ۱۱/۵۵ کیلومتر و میانگین دبی درازمدت آن ۱۴/۳ متر مکعب بر ثانیه است. در این تحقیق رودخانهٔ مورد نظر برای مطالعات جزئی‌تر به ده مقطع یکسان تقسیم شد. میانگین، حداقل و حداکثر ارتفاع منطقه به‌ترتیب ۵۴، ۱۰ و ۱۸۳ متر از سطح دریا و شیب متوسط آن ۱/۹۶ درصد است (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقهٔ تحقیق بر روی نقشهٔ ایران و استان

داده‌های استفاده‌شده

در این تحقیق از عکس‌های هوایی سال‌های ۱۳۳۴ و ۱۳۹۲ با مقیاس ۱:۴۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰ و همچنین نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ که از سازمان نقشه‌برداری کشور تهیه گردید استفاده شد. تصاویر تهیه‌شده با استفاده از اسکنر با دقت ۱۲۰۰dpi اسکن شده و به‌کمک نرم‌افزار ENVI 4.8 با استفاده از روش پیکسل‌پایه به‌صورت موزاییک تهیه شدند. نمونه‌های کنترلی برای زمین‌مرجع کردن عکس‌های هوایی هر دوره به‌کمک دستگاه موقعیت‌یاب جهانی[1] و بازدید میدانی تعیین شدند و در نهایت، عکس‌های موزاییک‌شده به‌کمک ۷۹ نقطهٔ زمینی کنترل شده و با میزان خطای ریشهٔ مربعات ۰/۵۶ پیکسل زمین‌مرجع شدند [۳۵، ۶].

1. Global Position System

متغیرهای ریخت‌سنجی و ریخت‌شناسی

با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS 10 محدودهٔ کانال رودخانه و نقشهٔ کاربری اراضی برای هریک از دوره‌های تحقیق با استفاده از آنالیز بصری عکس‌های هوایی تعیین شد. در این تحقیق نقشهٔ کاربری اراضی در منطقهٔ تحقیق در هفت طبقه تعیین شد [۹]. نقشه‌های تهیه‌شده به‌کمک بازدید میدانی اصلاح و نهایی شد. همچنین متغیرهای مطالعاتی رودخانه برای سال‌های ۱۳۳۴ و ۱۳۹۲ اندازه‌گیری شد. محدودهٔ تحقیق با استفاده از حریم ۳/۵ کیلومتری از هر طرف رودخانه مشخص شد. در این تحقیق متغیرهای رودخانه از قبیل عرض رودخانه[2] (W)، طول جریان رودخانه[3] (S)، طول مستقیم بازه[4] (L)، مساحت مناطق

2. Width
3. Flow length
4. Straight Length

فرسایشی[1] (EA)، مساحت مناطق رسوبی[2] (ED) و طول جزایر رسوبی[3] (BL) برای مقاطع مختلف و در دو دورهٔ تحقیق تعیین شد. همچنین شاخص‌های ریخت‌شناسی در تحقیق حاضر شامل شاخص بریدگی[4] (BI)، ضریب خمیدگی[5] (C) و شاخص تغییرات شبکهٔ رودخانه[6] (RNCI) برای دوره‌های مورد مطالعه مشخص شد [۲۷، ۱۸، ۱۲، ۱۰، ۹].

$$C = \frac{S}{L} \quad (۱)$$

$$BI = \frac{\sum BL}{L} \quad (۲)$$

$$RNCI = (\frac{\sum EA - \sum DA}{L}) / Y \quad (۳)$$

در تحقیق حاضر عرض رودخانه که یکی از متغیرهای مهم است با استفاده از ۱۱۵۵ ترانسکت عرضی با فاصله‌های ۱۰ متری از یکدیگر تعیین و همچنین بیشترین طول جزایر رسوبی در نرم‌افزار ArcGIS 10 اندازه‌گیری شد (شکل ۲).

آنالیز آماری

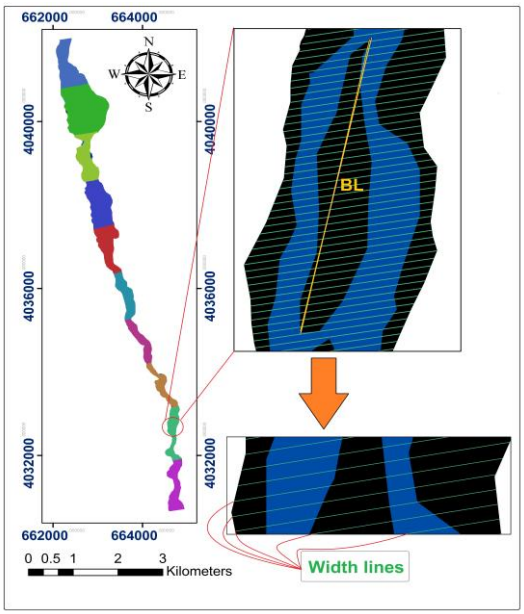
در تحقیق حاضر داده‌های کمی استخراج‌شده از اندازه‌گیری‌ها با استفاده از آزمون نرمالیتهٔ کولموگروف-اسمیرنوف آزمون شده و همچنین به‌منظور بررسی وجود یا نبود اختلاف معنادار بین متغیرهای اندازه‌گیری‌شده در دو زمان مطالعاتی از آزمون t جفتی استفاده شد. به‌منظور بررسی تأثیر پوشش گیاهی نگهدارنده بر تغییرات متغیرها نیز از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه استفاده شد [۲۶، ۶].

یافته‌ها

نقشهٔ کاربری اراضی سال‌های ۱۳۳۴ و ۱۳۹۲ با استفاده از روش بصری و رقومی‌سازی در محیط نرم‌افزار ArcGIS 10 تهیه شد (شکل‌های ۳ و ۴). در نقشه‌های تهیه‌شده اراضی کشاورزی شامل مناطقی است که بیشتر کشت‌ها برنج و گندم هستند. اراضی باغی در منطقهٔ تحقیق شامل مرکبات و باغ‌های میوه است. مناطق رسوبگذاری در نقشه‌های تهیه‌شده شامل مناطقی از بستر سیلابی است که جزایر رسوبی را به‌وجود آورده‌اند و در این نقاط، رودخانه بار اضافی رسوبی خود را جا گذاشته است. مناطق مسکونی شامل کلیهٔ مناطقی است که انسان در منطقه به‌منظور سکونت، صنعت، ارتباطات و توسعه ایجاد کرده است. پوشش گیاهی نگهدارنده در منطقهٔ تحقیق شامل آن بخش از اراضی با پوشش گیاهی درختی یا علفی اطراف رودخانه است که توسط طبیعت و آب موجود در کنار رودخانه استقرار پیدا کرده و به‌طور طبیعی موجب حفاظت ترانشه‌های کنار رودخانه شده است. همچنین پهنهٔ آبی در رودخانه شامل مناطق رودخانه و آب‌بندهای موجود است.

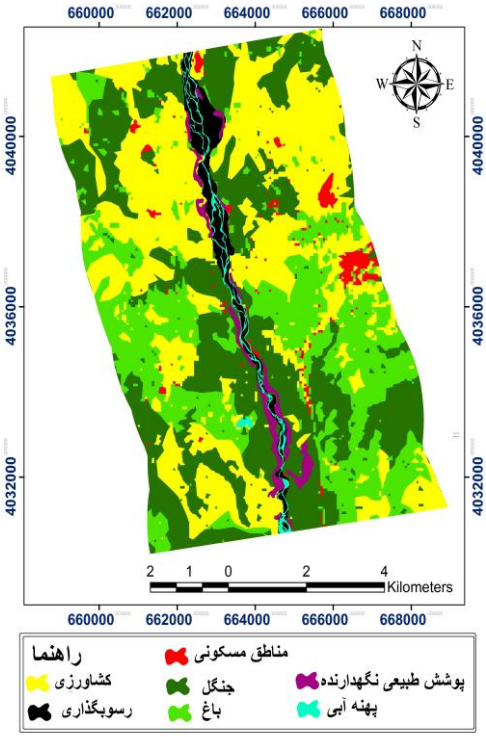
نتایج این بخش از تحقیق نشان داد که در طول دورهٔ تحقیق (۱۳۹۲-۱۳۳۴) کاربری اراضی در طول منطقهٔ تحقیق دچار تغییرات زیادی شده است، به‌طوری که کاربری مسکونی در منطقهٔ تحقیق حدود شانزده‌برابر شده و پوشش جنگلی و پوشش نگهدارنده تغییرات بسیاری یافته‌اند (جدول ۱).

همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد، در طی دورهٔ تحقیق پوشش نگهدارندهٔ طبیعی رودخانه که در اطراف رودخانه رشد می‌کند و به‌شدت بر شدت فرسایش و رسوبگذاری کناره‌ای تأثیرگذار است، تغییرات زیادی داشته و حدود ۹۶ درصد آن از بین رفته است. از طرف دیگر، میزان پهنهٔ آبی تغییرات زیادی در مقایسه با بقیهٔ کاربری‌ها نداشته است (شکل ۵).

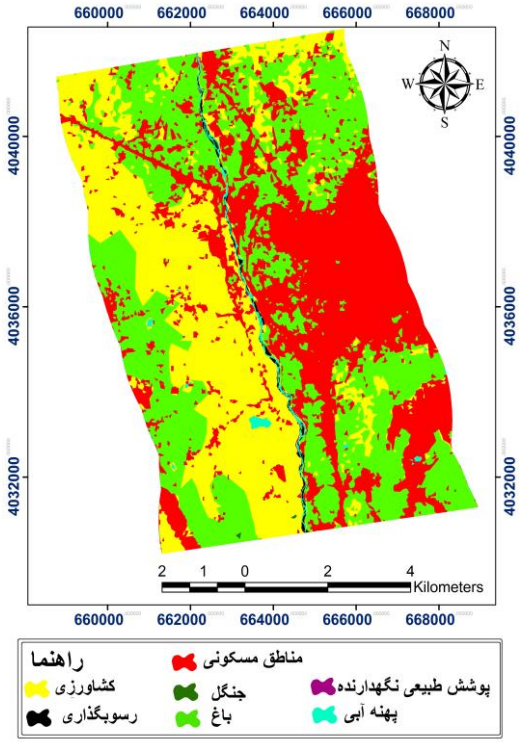


شکل ۲. روش اندازه‌گیری عرض رودخانه و طول مناطق رسوبی

1. Erosion Area
2. Sediment Area
3. Sediment Bar Length
4. Braided Index
5. Sinuosity Index
6. River Network Change Index



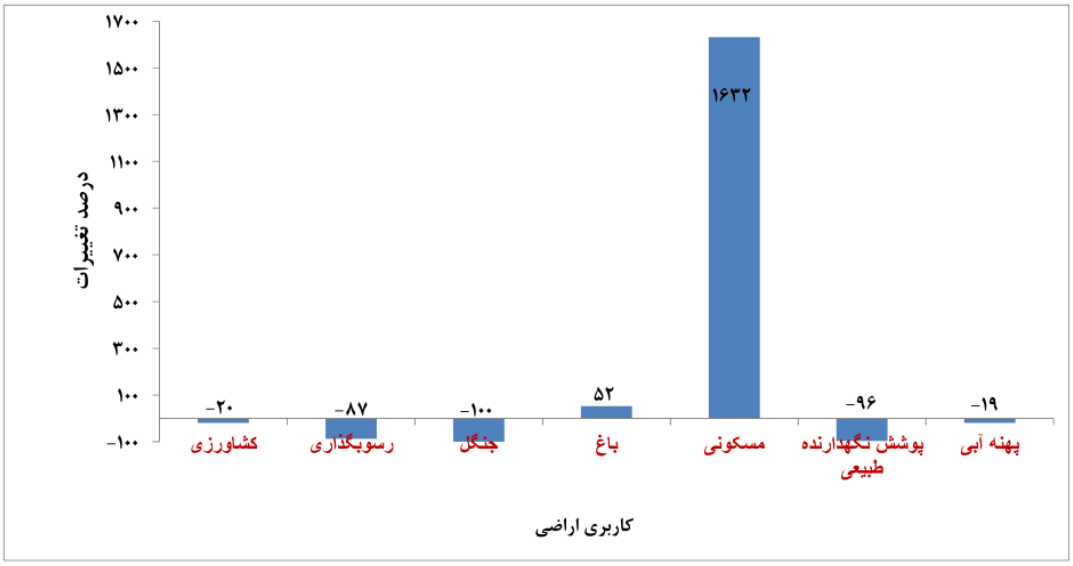
شکل ۳. نقشهٔ کاربری اراضی سال ۱۳۳۴



شکل۴. نقشهٔ کاربری اراضی سال ۱۳۹۲

جدول ۱. مساحت کاربری‌های مختلف در دورهٔ تحقیق برحسب هکتار

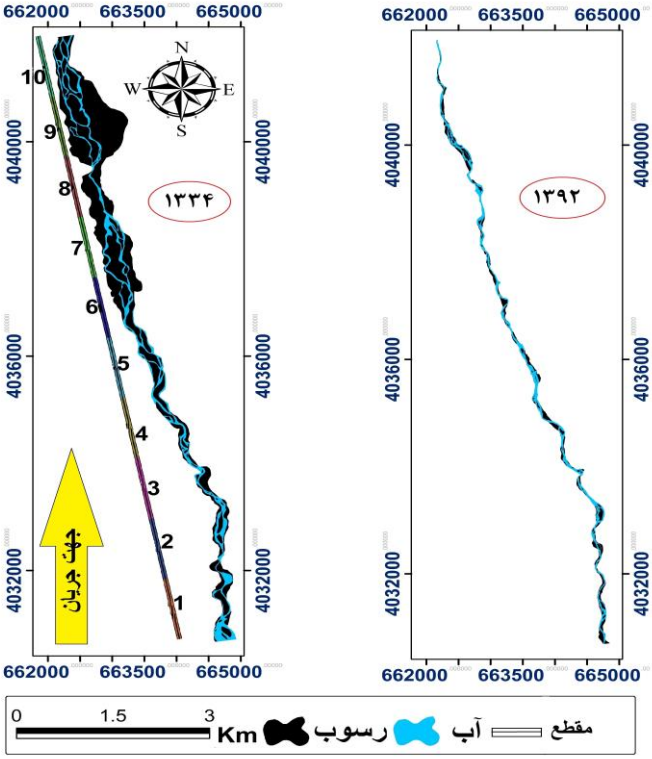
سال	کشاورزی	رسوبگذاری	جنگل	باغ	مسکونی	پوشش نگهدارندهٔ طبیعی	پهنهٔ آبی
۱۳۳۴	۳۰۱۱/۷	۲۶۰	۲۶۲۸/۷	۲۰۳۵	۱۵۶/۱	۱۵۳/۳	۸۸/۱
۱۳۹۲	۲۴۱۷/۷	۳۳/۵	۲/۲	۳۰۹۹/۹	۲۷۰۲/۴	۵/۷	۷۱/۴



شکل ۵. درصد تغییرات کاربری اراضی طی سال‌های ۱۳۳۴ تا ۱۳۹۲

کانال رودخانه که شامل مناطق رسوبگذاری و مناطق آبی رودخانه است، از نقشهٔ کاربری اراضی سال‌های ۱۳۳۴ و ۱۳۹۲ استخراج شد (شکل ۶). نتایج نشان می‌دهد که در طول دورهٔ تحقیق مساحت کانال از ۹۵ هکتار به ۴۳ هکتار کاهش یافته است.

همان‌طور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، در طول ۵۸ سال گذشته به‌علت فشار جمعیتی و رشد و توسعه در منطقه، اراضی کشاورزی و باغی با نزدیک شدن به اراضی حریم رودخانه موجب باریک شدن مسیر رودخانه شده است. در طول ده مقطع تعیین‌شده در رودخانه و همچنین در طول کل رودخانهٔ مطالعاتی، ویژگی‌های ریخت‌سنجی تحت بررسی، تعیین و استخراج شد (جدول ۲).



شکل ۶. تغییرات مکانی رودخانه و مناطق رسوبی طی سال‌های ۱۳۳۴ تا ۱۳۹۲

جدول ۲. ویژگی‌های ریخت‌سنجی رودخانه در دورهٔ مطالعاتی

مقطع	طول جزایر رسوبی (متر)		طول جریان (متر)		عرض کانال (متر)	
	۱۳۹۲	۱۳۳۴	۱۳۹۲	۱۳۳۴	۱۳۹۲	۱۳۳۴
۱۰	۴۰۱	۳۰۷۳	۱۲۷۳	۱۲۶۴	۳۶	۳۵۵
۹	۸۵۶	۱۶۸۱	۱۳۱۵	۱۲۴۸	۹۲	۷۹۹
۸	۳۱۰	۳۴۳	۱۳۴۲	۱۲۲۱	۶۲	۳۰۴
۷	۳۵۳	۲۰۹۴	۱۲۱۷	۱۱۷۶	۵۳	۴۳۳
۶	۷۳۲	۲۷۶۶	۱۳۰۱	۱۳۱۸	۵۹	۳۰۳
۵	۷۳۹	۲۰۸۸	۱۲۳۳	۱۲۹۵	۷۷	۲۰۵
۴	۳۴۲	۱۴۰۴	۱۲۷۳	۱۳۲۴	۷۷	۱۶۸
۳	۴۴۹	۱۱۵۴	۱۴۰۵	۱۳۵۵	۷۲	۱۵۴
۲	۵۸۸	۱۰۸۸	۱۴۵۶	۱۳۵۰	۷۰	۱۶۵
۱	۴۲۵	۱۷۴۵	۱۳۴۲	۱۳۳۰	۷۳	۲۱۰

نتایج این بخش از تحقیق نشان داد که در طول ۵۸ سال مطالعاتی در منطقه، طول جریان در حدود ۲۷۸ متر و مجموع طول جزایر رسوبی ۱۲/۲ کیلومتر کاهش پیدا کرده است. همچنین این نتایج نشان می‌دهد که عرض کانال رودخانه به‌طور متوسط از ۳۰۸ متر به ۶۷ متر کاهش یافته است. نتایج حاصل از شاخص‌های ریخت‌شناسی در مقاطع مختلف برای دوره‌های تحقیق در جدول ۳ ارائه شده است. پایش شاخص‌های ریخت‌شناسی نشان داد که در طول دورهٔ تحقیق، رودخانه مرحلهٔ مهمی از تکامل خود را سپری کرده است. به‌طور کلی شاخص تغییر شبکهٔ رودخانه در طول ۶۰ سال گذشته در این منطقه ۴/۱- متر بر سال است. مقادیر منفی این شاخص بیانگر فرایند رسوبگذاری به‌عنوان فرایند غالب در رودخانه است [۴۲]. شاخص بریدگی نشان داد که این شاخص از ۱/۵۱ در سال ۱۳۳۴ به ۰/۴ در سال ۱۳۹۲ کاهش یافته است. همچنین شاخص ضریب خمیدگی در ول دورهٔ تحقیق نسبت به شاخص‌های دیگر تغییرات کمتری داشته است.

به‌منظور بررسی وجود یا نبود اختلاف معنادار بین ویژگی‌های مطالعاتی در دو دورهٔ مطالعاتی از آزمون t جفتی استفاده شد و نتایج در جدول ۴ ارائه شد.

نتایج آزمون t جفتی نشان می‌دهد که اختلاف معناداری بین طول جزایر رسوبی، عرض جریان، عرض کانال و شاخص بریدگی در سطح اطمینان ۹۹ درصد وجود دارد. همچنین اختلاف معناداری بین طول جریان و ضریب خمیدگی در دو دورهٔ مطالعاتی وجود ندارد. برای بررسی تأثیر پوشش طبیعی نگهدارنده بر تغییرات ریخت‌سنجی و ریخت‌شناسی رودخانه نیز از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه استفاده شد (جدول ۵). نتایج این بخش از تحقیق نشان داد که در برخی از شاخص‌ها و متغیرها اختلاف معناداری بین میزان تغییرات شاخص یا متغیر در مناطق دارای پوشش و مناطق بدون پوشش وجود دارد.

جدول ۳. ویژگی‌های ریخت‌شناسی رودخانه در دورهٔ تحقیق

مقطع	RNCI	BI		C	
	۱۳۳۴ تا ۱۳۹۲	۱۳۹۲	۱۳۳۴	۱۳۹۲	۱۳۳۴
۱۰	-۵/۴	۰/۳	۲/۷	۱/۱	۱/۰۹
۹	-۱۲/۲	۰/۷	۱/۵	۱/۱۴	۱/۰۸
۸	-۴/۱	۰/۳	۰/۳	۱/۱۶	۱/۰۶
۷	-۶/۴	۰/۳	۱/۸	۱/۰۵	۱/۰۲
۶	-۴/۱	۰/۶	۲/۴	۱/۱۳	۱/۱۴
۵	-۲/۲	۰/۶	۱/۸	۱/۰۷	۱/۱۲
۴	-۱/۵	۰/۳	۱/۲	۱/۱	۱/۱۵
۳	-۱/۴	۰/۴	۱	۱/۲۲	۱/۱۷
۲	-۱/۸	۰/۵	۰/۹	۱/۲۶	۱/۱۷
۱	-۲/۴	۰/۴	۱/۵	۱/۱۷	۱/۱۶

جدول ۴. نتایج آنالیز آزمون t جفتی ویژگی‌های ریخت‌سنجی و ریخت‌شناسی در طول دورهٔ تحقیق

پارامتر	انحراف از معیار	مقدار t	درجهٔ آزادی	Sig.
طول جزایر رسوبی	۷۷۷	۴/۹۷	۹	۰/۰۰۱
طول جریان	۶۱/۳۶	-۱/۴۲۲	۹	۰/۱۸۹
عرض کانال	۱۹۲/۹	۳/۹۷	۹	۰/۰۰۳
شاخص بریدگی	۰/۷	-۴/۸	۹	۰/۰۰۱
ضریب خمیدگی	۰/۰۵	۱/۴۵	۹	۰/۱۸۱

جدول ۵. نتایج تجزیهٔ واریانس ویژگی‌های ریخت‌سنجی و ریخت‌شناسی در مناطق دارای پوشش نگهدارنده و مناطق بدون پوشش نگهدارنده

عامل	سطح معناداری	آمارهٔ F
طول جزایر	۰/۲۳۲	۱/۶۷
طول جریان	۰/۸۱۹	۰/۰۵
عرض جریان	۰/۰۴۳	۵/۷۵
شاخص RNCI	۰/۰۴۹	۵/۳۵
شاخص BI	۰/۰۰۵	۱۴/۷۲
شاخص C	۰/۸۲۸	۰/۰۵۰

نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد که اختلاف معناداری بین تغییرات عرض جریان، شاخص RNCI و شاخص BI در دو منطقهٔ دارای پوشش نگهدارنده و مناطق بدون پوشش در سطح معناداری ۱ درصد وجود دارد، به‌طوری که تغییرات عرض جریان در مناطق دارای پوشش گیاهی طبیعی کمتر از مناطق بدون پوشش بوده و همچنین تغییرات شاخص‌های RNCI و BI در مناطق دارای پوشش کمتر از مناطق بدون پوشش است.

بحث و نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر برای اولین بار در کشور و در رودخانهٔ تالار به بررسی تأثیر پوشش گیاهی طبیعی در این رودخانه و بخش شریانی آن بر تغییرات ریخت‌سنجی و ریخت‌شناسی رودخانه پرداخته شد. با توجه به بازدیدهای صورت‌گرفته از منطقه و بررسی نقشه‌های تهیه‌شدهٔ کاربری اراضی سال‌های ۱۳۳۴ و ۱۳۹۲ منطقهٔ مطالعاتی رودخانه به‌خصوص در بستر سیلابی مورد تعدی انسان قرار گرفته است. ساکنان منطقه به‌دلیل مناسب بودن اراضی اطراف رودخانه به‌خصوص سواحل آبرفتی و پوشش نگهدارندهٔ اطراف رودخانه، به شخم زمین و تغییر کاربری منطقه به کشاورزی و دیگر کاربری‌ها اقدام کرده‌اند. شخم زمین و از بین بردن پوشش گیاهی طبیعی رودخانه سبب سست شدن خاک و در نتیجه تخریب بیشتر به‌ویژه در حاشیه‌های رودخانه شده است. به‌طور کلی در منطقهٔ تحقیق، رودخانه از حالت شریانی به‌حالت مستقیم تبدیل شده است. با توجه به نتایج آنالیز t جفتی اختلاف معناداری بین ویژگی‌های ریخت‌سنجی و ریخت‌شناسی رودخانه در دو دورهٔ مطالعاتی وجود دارد؛ البته اختلاف معناداری بین طول جریان و ضریب خمیدگی در دو دورهٔ مطالعاتی وجود ندارد. همچنین نتایج آنالیز واریانس بیان داشت که اختلاف معناداری بین تغییرات عرض، شاخص RNCI و شاخص BI در مناطق دارای پوشش طبیعی و مناطقی که پوشش آنها حذف شده است وجود دارد، به‌طوری که مناطق دارای پوشش طبیعی، پایداری بیشتر و تغییرات کمتری دارند. یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج تحقیق رضایی مقدم و خوشدل که نشان دادند علت اصلی تغییرات و افزایش عرض رودخانهٔ اهرچای، دخالت‌های انسانی است [۴] و همچنین با یافته‌های مقصودی و همکاران در رودخانهٔ خرم‌آباد که براساس آن، در طول دورهٔ مطالعاتی، تغییرات در تعداد پیچان رودهای مسیر ناشی از تغییر کاربری اراضی و دخل و تصرف در رودخانه است [۷] همخوانی دارد. همچنین یوسفی و همکاران در تحقیقی در رودخانهٔ کارون بیان کردند که از بین رفتن پوشش طبیعی رودخانه و گسترش زمین‌های کشاورزی به حریم رودخانه موجب تغییرات عرضی شده است [۹]. در مطالعات خارج از کشور نیز بین و همکاران [۱۰]، چو و همکاران [۱۷] و اوله‌رو [۴۳] به نتایج مشابهی دست یافته‌اند. از نتایج تحقیق حاضر می‌توان دریافت که پارامترهای ریخت‌شناسی و ریخت‌سنجی بخش شریانی رودخانهٔ تالار به‌شدت دچار تغییر شده‌اند. بخشی از این تغییرات به‌علت تجاوز انسان به حریم این رودخانه است و با اهداف گسترش اراضی کشاورزی و مسکونی، بیشتر حریم رودخانه و اراضی دارای پوشش طبیعی رودخانه که تأثیر بسیار مهمی در تعادل ریخت‌شناسی رودخانه دارند، از بین رفته و به کاربری‌های دیگر تبدیل شده‌اند. در این راستا تحقیق کیس و بلانکا که به بررسی تغییرات رودخانه طی ۵۰ سال پرداختند نیز بیانگر این موضوع است [۳۶]. داس و همکاران علت اصلی تغییرات ویژگی‌های ریخت‌شناسی و ریخت‌سنجی رودخانه را از بین رفتن پوشش نگهدارنده و تبدیل زمین‌های حاشیه‌ای به اراضی کشاورزی و مسکونی دانسته‌اند [۲۳]. یافته‌های تحقیق حاضر نشان می‌دهد که اراضی دارای پوشش طبیعی رودخانه، اهمیت زیادی از نظر حفاظتی دارند و فرسایش رودخانه‌ای به‌شدت تحت تأثیر پوشش گیاهی طبیعی رودخانه است. با توجه به یافته‌های این تحقیق می‌توان بیان کرد که متأسفانه در طول دهه‌های گذشته به‌علت

نبود دستگاه نظارتی مؤثر و ناآگاهی آبخیزنشینان از عواقب تغییر و تعدی به سیستم طبیعت، اراضی حاشیهٔ رودخانهٔ تالار، دچار تغییرات بسیار زیادی شده است. پوشش طبیعی نگهدارندهٔ رودخانه اعم از درختی و علفی به‌کمک ریشه‌های فرورفته در خاک موجب کنترل و کاهش نیروی آب و افزایش پایداری خاکدانه‌های حساس به فرسایش مناطق جلگه‌ای می‌شوند. همچنین این نتایج نشان می‌دهد عوامل طبیعی موجود در اکوسیستم مانند پوشش گیاهی نگهدارنده، موجب پایداری هیدرولوژیکی و ژئومورفولوژیکی اراضی رودخانه به‌ویژه در مناطق دشتی و جلگه‌ای می‌شوند. همچنین نتایج نشان می‌دهد که مدیران آبخیز با توجه به ارزش پوشش طبیعی رودخانه و حفاظت از آن می‌توانند از آسیب‌های ناشی از فرسایش در حوضه‌ها بکاهند.

منابع

۱. ارشد، صالح، مرید، سعید، میرابوالقاسمی، هادی، ۱۳۸۶، بررسی روند تغییرات مورفولوژیکی رودخانه‌ها با استفاده از سنجش از دور: مطالعهٔ موردی از گتوند تا فارسیاب (۱۳۶۹-۸۲). مجلهٔ علوم کشاورزی و منابع طبیعی، شمارهٔ ۱۴(۶): ۳۲-۱۷.

۲. بیاتی خطیبی، مریم، ۱۳۹۰، بررسی پتانسیل خطر وقوع سیل در مسیر رودخانه‌های مئاندری، با استفاده از شاخص LFH مطالعهٔ موردی: رودخانهٔ شور (واقع در دامنه‌های شرقی کوهستان سهند). پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شمارهٔ ۷۵: ۱۸-۱.

۳. جعفر بیگلو، منصور، ۱۳۹۱، بررسی تغییرات بستر و ویژگی‌های ژئومرفولوژیکی رودخانهٔ گیلان غرب در سال‌های ۱۳۴۴ تا ۱۳۸۱. پژوهش‌های ژئومرفولوژی کمی، شمارهٔ ۲: ۱۰۲-۸۷.

۴. رضایی‌مقدم، محمدحسین، خوشدل، کاظم، ۱۳۸۸. بررسی پیچ و خم‌های مئاندر اهرچای در محدودهٔ دشت ازومدل ورزقان. جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، شمارهٔ ۲۰(۳۳)، ص ۱۱۲-۱۰۱.

۵. فرخی، زهرا، بارانی، غلام‌عباس، ارشد، صالح، ۱۳۸۴، بررسی تغییرات پلان رودخانهٔ دز با استفاده از سنجش از دور و GIS. پنجمین کنفرانس هیدرولیک ایران. دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران.

۶. مرادی کیورز نصراله، یوسفی، صالح، ایمانی راد، حبیب، میرزایی، سمیه، ۱۳۹۲. بررسی اثر پوشش گیاهی نگهدارندهٔ طبیعی بر تغییرات مرفومتریک رودخانهٔ کارون با استفاده از سنجش از دور (۱۳۶۸-۱۳۸۴). مجلهٔ بین‌المللی پژوهشی تحلیلی زمین پویا، شمارهٔ ۵: ۴۲-۵۲.

۷. مقصودی، مهران، شرفی، سیامک، مقامی، یاسر، ۱۳۸۹. روند تغییرات الگوی مورفولوژیکی رودخانهٔ خرم‌آباد با استفاده از RS، GIS و Auto Cad. برنامه‌ریزی و آمایش فضای سبز، شمارهٔ ۱۴(۳)، ص ۲۷۵-۲۹۴.

۸. یوسفی، صالح، وفاخواه، مهدی، میرزایی، سمیه، توانگر، شهلا، ۱۳۹۲. تغییرات برخی از پارامترهای مورفولوژیکی رودخانهٔ کارون با استفاده از سنجش از دور(۸۴-۱۳۶۸). مجلهٔ GIS و RS ایران، شمارهٔ ۵(۱): ۸۵-۹۶.

۹. یوسفی، صالح، تازه، مهدی، میرزایی، سمیه، توانگر، شهلا، ۱۳۹۰. مقایسهٔ الگوریتم‌های مختلف طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای در تهیه نقشهٔ کاربری اراضی (مطالعه موردی شهرستان نور). مجلهٔ کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، شمارهٔ۲(۲): ۲۵-۱۵.

10. Bin, Z. et al., 2008, Meanders of the Jialing River in China: morphology and formation. Chinese Science Bulletin, 53(2),pp. 267-281.

11. Blanckaert, K. and de Vriend, H.J. 2003. Nonlinear modeling of mean flow redistribution in curved open channels. Water Resources Research, 39 (12), pp 1375.

12. Brice, J.C. 1960. Index for description of channel braiding. Geological Society of America Bulletin, 85, pp. 581–586.

13. Brookes, A. and Shields, F.D.J. 1996. River Channel Restoration: Guiding Principles for Sustainable Projects. John Wiley and Sons, Chichester, UK.

14. Camporeale, C. and Ridolfi, L. 2010. Interplay among river meandering, discharge stochasticity and riparian vegetation. Journal of Hydrology, 382(1-4):pp.138-144.

15. Camporeale, C. et al., 2007. Hierarchy of models for meandering rivers and related morphodynamic processes. Reviews of Geophysics 45 (1), RG1001, http://dx.doi.org/10.1029/2005RG000185.

16. Chen, D. and Tang, C. 2012. Evaluating secondary flows in the evolution of sine-generated meanders. Geomorphology, 163–164:pp. 37–44.

17. Chu Z.X, et al., 2006. Changing pattern of accretion/erosion of the modern Yellow River (Huanghe) sub aerial delta, China: Based on remote sensing images. Mar Geol 227: pp. 13–30.

18. Constantine, J.A. and Dunne, T. 2008. Meander cutoff and the controls on the production of oxbow lakes. Geology, 36, pp. 23-26.

19. Crosato, A. 2009. Physical explanations of variations in river meander migration rates from model comparison. Earth Surface Processes and Landforms 34(15): pp. 2078-2086.

20. Crosato, A. 2010. Analysis and modelling of river meandering. Ph.D thesis, Delft University 267pp.

21. Cserke´ sz-Nagy, A. et al., 2010. Erosional scours and meander development in response to river engineering: middle Tisza region, Hungary. Proceedings of the Geologists' Association, 121, pp. 238-247.

22. Dai, S.B. et al., 2008. Impacts of Dams on the Sediment Flux of the Pearl River, Southern China. Catena, 76(1):pp. 36-43.

23. Das T.K, et al., 2014. River bank erosion induced human displacement and its consequences. Living Review in Landscape Research, 83: pp. 5-35.

24. Frascati, A. and Lanzoni, S. 2010. Long-term river meandering as a part of chaotic dynamics? A contribution from mathematical modeling. Earth Surface Processes and Landforms, 35, pp. 791–802.

25. Gautier, E. et al., 2007. Temporal relations between meander deformations, water discharge and sediment fluxes in the floodplain of the Rio Beni (Bolivian Amazonia). Earth Surface Processes and Landforms 32 (2), pp. 230–248.

26. Gordon, E. and Meentemeyer, R.K. 2006. Effects of dam operation and land use on stream channel morphology and riparian vegetation. Geomorphology, 82, pp. 412– 429.

27. Grenfell, M.C. et al., 2013. Mediative adjustment of river dynamics: The role of chute channels in tropical sand-bed meandering rivers. Sedimentary Geology, doi: 10.1016/j.sedgeo.2013.06.007.

28. Güneralp, İ. and Rhoads, B.L. 2009. Empirical analysis of the platform curvature migration relation of meandering rivers. Water Resources Research, 45(9), pp. 1-15.

29. Güneralp, İ. et al., 2012. Advances and challenges in meandering channels research. Geomorphology, 163-164, pp. 1-9.

30. Gurnell, A.M., et al., 2006. Initial adjustments within a new river channel: Interactions between fluvial processes, colonizing vegetation, and bank profile development. Environmental Management, 38 (4), pp. 580–596.

31. Heo, J., et al., 2009. Characterization and prediction of meandering channel migration in the GIS environment: a case study of the Sabine River in the USA. Environmental Monitoring and Assessment, 152(1-4): pp.155-165.

32. Hooke, J.M. 2013. River meandering. In: Shroder, J. (Editor in Chief), Wohl, E. (Ed.), Treatise on Geomorphology. Academic Press, San Diego, CA, vol. 9, Fluvial Geomorphology, pp. 260–288.

33. Hooke, J.M., 2004. Cutoffs galore!: occurrence and causes of multiple cutoffs on a meandering river. Geomorphology 61, 225–238.

34. Howard, A.D., 2009. How to make a meandering river. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 106 (41),pp. 17245–17246.

35. Hughes, M.L. et al., 2006. Accuracy assessment of georectified aerial photographs: implications for measuring lateral channel movement in a GIS. Geomorphology, 74: pp. 1–16.

36. Kiss, T. and Blanka, V., 2012. River channel response to climate- and human-induced hydrological changes: Case study on the meandering Hernád River, Hungary. Geomorphology, 175–176, pp. 115–125.

37. Kondolf, G.M. 2006. River restoration and meanders. Ecology and Society 11 (2), pp 42.

38. Kummu, M. et al., 2008. Riverbank changes along the Mekong River: remote sensing detection in the Vientiane–Nong Khai area. Quaternary International, 186, pp.100–112.

39. Lagasse, P.F. et al., 2004. Handbook for Predicting Stream Meander Migration. National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board, Washington, D.C.

40. Lofthouse, C. and Robert, A. 2008. Riffle–pool sequences and meander morphology. Geomorphology 99(4): pp. 214-223.

41. Muhar, S. et al., 2005. Habersack, H., 2005. Restoring riverine landscapes: successes and deficits in the context of ecological integrity. 6th Intern. Gravel Bed Rivers Workshop, Lienz, Austria, 5-9 September 2005.

42. Nelson N.C, et al., 2013. Spatial and temporal patterns in channel change on the Snake River downstream from Jackson Lake dam, Wyoming. Geomorphology: http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2013.03.019.

43. Ollero, A. 2010. Channel changes and flood plain management in the meandering middle Ebro River, Spain. Geomorphology, 117, pp. 247–260.

44. Perucca, E., et al., 2006. Influence of river meandering dynamics on riparian vegetation pattern formation. Journal of Geophysical Research-Biogeosciences111: pp. 1-10 (G01001).

45. Piégay, H., et al., 2005. A review of techniques available for delimiting the erodible river corridor: a sustainable approach to managing bank erosion. River Research and Applications, 21(7), pp. 773-789.

46. Safaripour, M, et al., 2012. Flood risk assessment using GIS (Case study: Golestan province, Iran). Pol. J. Environ. Stud, 21(6): pp. 1817-1824.

47. Schumm, S.A. 1971. Fluvial geomorphology in river mechanics, Water Resources Publication, Fort Collins, pp. 365-395.

48. Sun, T., et al., 1996. A simulation model for meandering rivers. Water Resources Research 32 (9), pp. 2937–2954.

49. Van De Wiel, M., et al., 2011. Modelling the response of river systems to environmental change: Progress, problems and prospects for palaeo-environmental reconstructions. Earth-Science Reviews, 104, pp. 167-185.

50. Yanan, L., et al., 2011. Dynamic Monitoring and Driving Force Analysis on Rivers and Lakes in Zhuhai City Using Remote Sensing Technologies. Procedia Environmental Sciences, 10, pp.2677 – 2683.