دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی

سال شانزدهم، شماره‌ی ۵۵
پاییز ۱۳۹۵، صفحات ۱۳۵-۱۱۱

سمیه خالقی[۱]
شهرام روستایی[۲]
علی محمد خورشید دوست[۳]
محمد حسین رضایی مقدم[٤]
محمدعلی قربانی[٥]

بررسی نقش انسان در تغییرات مورفولوژی مجرای رودخانه لیقوان چای

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۱۱

چکیده

نقش انسان به‌طور مستقیم و غیرمستقیم، میزان آب و رسوب ورودی به رودخانه‌ها را تغییر داده و منجر به تغییر ژئومتری مجرا مانند تغییر عرض و عمق رودخانه می‌شود. در این تحقیق با استفاده از نقشه‌برداری میدانی مسیر رودخانه لیقوان و مدل HEC-RAS[٦]، تغییرات مورفولوژیکی رودخانه لیقوان و نقش انسان در این تغییرات مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که روند سیستماتیکی بین متغیرهای مورفولوژیکی و فاصله از پایین‌دست رودخانه وجود ندارد به‌طوری که عرض، عمق، نسبت عرض به عمق، سطح مقطع پر به‌طور سیستماتیک به طرف

۱- استادیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه شهید بهشتی. E-mail: s_khaleghi@sbu.ac.ir
۲- استاد گروه جغرافیا طبیعی، دانشگاه تبریز.
۳- استاد گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، اهر، ایران.
٤- استاد گروه ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز.
٥- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه تبریز.

6- Hydrologic Engineering Center-River Analysis System

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

پایین‌دست جریان افزایش نیافته است که نشان‌دهنده تاثیر عوامل غیرطبیعی (نظیر مداخلات انسانی) در تغییر مورفولوژی مجرا در کنار عوامل طبیعی است. تغییرات عرض و عمق در مقاطع مختلف رودخانه متفاوت بوده به‌طوری که تعدادی از تغییرات در عرض مجرا در اثر کانالیزه کردن مسیر رودخانه (مقاطع ۲، ٦، ۸ و ۱۲) قابل مشاهده است همچنین تغییرات عرض و عمق مجرا در سایر مقاطع نظیر مقاطع ٤ و ۵ در اثر افزایش زمین‌های کشاورزی و گسترش خانه‌سازی و ویلاسازی در حریم رودخانه بوده است. همچنین تغییرات مورفولوژیکی مجرا طی دهه اخیر نیز نشان می‌دهد که فرآیند غالب در بازه مورد مطالعه، حفر و باریک شدن مجرا می‌باشد. تنها در بعضی مقاطع، رسوب‌گذاری مشاهده شده که این مقاطع در بالادست بازه مورد مطالعه قرار گرفته‌اند و در بقیه مقاطع فرآیند حفر غالب بوده است. در مجموع در مجرای رودخانه لیقوان چای فرآیند حفر و باریک شدن غالب است هر چند در مقاطعی نظیر ۹ و ۱۰ مجرا عریض شده و در مقاطع ۱، ۲، ۳، ۵ و ۷ رسوب‌گذاری اندکی مشاهده می‌شود. همه این تغییرات نشان داد که در تغییرات مجرای رودخانه لیقوان، در کنار عوامل طبیعی (افزایش دبی حداکثر)، نقش عوامل انسانی (کانالیزه کردن مجرا و تغییر کاربری حریم رودخانه) تاثیر بسزایی داشته است.

کلید واژه‌ها: مورفولوژی مجرا، مقطع عرضی، دخالت انسان، رودخانه لیقوان چای.

مقدمه

رودخانه‌ها بر اساس عوامل متعدد تاریخی، تکتونیکی، لیتولوژی، اقلیمی و انسانی به انواع گوناگونی تقسیم می‌شوند. عوامل متعددی از جمله زمان، دبی، بار رسوبی و سطح اساس بر آن تاثیرگذار بوده و رودخانه به‌صورت حفر[۷]، رسوب‌گذاری[۸]، تغییر الگو و تغییر شکل مجرا به آن پاسخ می‌دهد. در کل یک رودخانه در مقیاس زمانی و مکانی متحمل تغییراتی می‌شود؛ بنابراین رودخانه‌های گوناگون و متنوعی در مکان‌های مختلف قابل مشاهده است که این رودخانه‌ها در طول زمان در پاسخ به کنترل‌های بالادست و پایین‌دست تغییر می‌یابند (شوم[۹]، ۲۰۰۵: ۷). در واقع به‌طور طبیعی، تعدیل چشم‌انداز توسط عوامل کنترلی[۱۰] درونی مانند شیب، توپوگرافی و نوع رسوبات و عوامل کنترلی بیرونی مانند تغییر اقلیم، تغییر در موجودی رسوب و تغییرات در پوشش گیاهی است این تغییرات از روی شواهدی قابل تشخیص است که عبارتند از: ۱- مشاهدات مستقیم (مشاهده فرسایش ساحلی، پاسخ رودخانه به

7- Incision
8- Aggradation
9- Schumm
10- Conrolling factors

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

وقایع سیلابی و تعدیل رودخانه) ۲- ثبت تاریخی (نقشه‌های قدیمی و عکس‌های هوایی)، ۳- شواهد رسوب‌شناسی، ٤-تکنیک‌های سن‌یابی ۵- استدلال استنتاجی (جایگزینی فضا به جای زمان) (بریرلی و فریرز[11]، ۲۰۰۵: ۱۸۸- ۱۸٦)؛ اما همیشه تفسیر تغییرات مجرا آسان نیست چون نیازمند تجزیه‌وتحلیل کمی مورفولوژی مجرا و فاکتورهای کنترلی طبیعی و انسانی و تشخیص رابطه بین تغییرات مجرا و فاکتورهای کنترلی است (زیلیانی و سورین[12]، ۲۰۱۲: ۱۰٤). همان‌طور که گفته شد در کنار عوامل طبیعی، یکی از فاکتورهای کنترل کننده تغییرات رودخانه، عوامل انسانی و نقش انسان در فرآیند تغییرات ژئومورفیک رودخانه‌ها است. نقش انسان در تغییر مجرای رودخانه قابل ملاحظه است، به‌طوری که فعالیت‌های مهندسی مثل کانال‌سازی، سدسازی، انحراف و ایجاد نهرها و اثرات غیرمستقیم در تغییر مجاری رودخانه‌ای از طریق کاربری اراضی مانند تسطیح زمین، کشاورزی متمرکز و وقوع آتش‌سوزی، خانه‌سازی و شهرنشینی قابل تجزیه‌وتحلیل می‌باشد (گرگوری، ۲۰۰٦: ۱۷۲). بنابراین مبحث تغییرات ناشی از فعالیت انسان و تاثیرات آن بر مورفولوژی رودخانه حائز اهمیت است. وقوع سیل طی ۱۰ سال اخیر در استان آذربایجان‌شرقی که بیش‌تر آن‌ها در بهار و تابستان اتفاق می‌افتد که مهم‌ترین علل خسارت، ناآگاهی از قانون و مسائل فنی، بی‌اعتنایی به قانون و سودجویی همچنین وجود مشکلاتی از قبیل مشکلات حوضه آبریز از جمله فرسایش شدید در حوضه و افزایش رواناب، چرای بی‌رویه و تغییر کاربری، تغییرات اقلیمی و مشکلات آبراهه از قبیل احداث سازه‌های غیرفنی، تصرف بستر و عوامل طبیعی در بروز این خسارت‌ها دخیل هستند لذا رعایت حریم بستر رودخانه‌ها و جلوگیری از احداث سازه‌های غیراصولی و استفاده از نظرات کارشناسی ضروری به نظر می‌رسد. در این زمینه، حوضه آبریز لیقوان به‌عنوان یک منطقه نیمه‌خشک، به تغییرات محیطی و مداخلات انسانی حساس بوده لذا در این تحقیق نقش انسانی در تغییر مورفولوژی مجرای رودخانه لیقوان مورد مطالعه و بررسی قرار خواهد گرفت.

پیشینه پژوهش

مجرای رودخانه همواره در اثر عوامل انسانی (مانند فعالیت‌های کاربری، سدسازی، کانالیزه کردن مجرای رودخانه و غیره) تغییر می‌یابد که این تغییر از طریق دبی شکل دهنده به مجرا (دبی مقطع پر یا دبی لبریز)[13] و تغییرات رسوبی

11- Brierly and Fryirs
12- Ziliani and Surian
13- Bankfull discharge

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

اعمال می‌شود (کریستنر جونیور، ۲۰۰۹: ۱۱). در زمینه بررسی نقش انسان در تغییرات مورفولوژی رودخانه مطالعات فراوانی صورت گرفته است از جمله بیاتی خطیبی (۱۳۸۷) به بررسی نحوه‌ی تأثیر سد سهند بر تغییرمورفولوژی بستر جریان رودخانه قرنقو، بر ویژگی‌های فرسایشی و رسوب‌زایی آن پرداخته است. نتایج نشان داد که بخش‌های بالادست حوضه از نظر شدت فرسایش، در وضعیت نسبتاً بحرانی قرار دارند و فعالیت فرآیندهای مختلف فرسایشی و وقوع و لغزش‌های نسبتاً بزرگ در کناره دره‌ها و در نزدیکی سد سهند، رسوبات زیادی را وارد آبراهه‌ها می‌کنند که بعد از آبگیری سد، این رسوبات در پشت سد نهشته خواهند شد. با عنایت به وضع موجود از نظر فعالیت فرآیندهای فرسایشی، پیش‌بینی‌های صورت گرفته، حاکی از بروز تغییرات عمده در مقطع عرضی و طولی بستر جریان و همچنین در میزان و مکان رسوب‌گذاری و کندوکاری بعد از احداث سد سهند است. یمانی و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی تاثیر فعالیت‌های انسانی بر پایداری ٤٠ کیلومتر از کرانه‌های رودخانه اترک پرداختند و با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای در دوره زمانی ٤٤ سال مشخص کردند که در اثر تغییرات کاربری اطراف رودخانه، فرسایش کرانه‌های رودخانه افزایش یافته است.

کلیفتن[14] (۱۹۸۹) در مطالعه تاثیر گیاهان و کاربری اراضی روی مورفولوژی مجرا بازه‌های ویکی آپ کریک[15] در کوه‌های آبی اورگن مرکزی[16] با استفاده از مطالعات میدانی و مدارک موجود، دریافت که اختلاف در مورفولوژی این بازه‌ها در اثر ساختار پوشش گیاهی اطراف رودخانه، فیزیوگرافی و کاربری اراضی می‌باشد.

سورین (۱۹۹۹) به بررسی تغییرات مجرای رودخانه پیاو[17] در آلپ‌های شرقی در ایتالیا در پاسخ به مداخلات انسانی در سیستم‌های رودخانه‌ای پرداخته است جهت ثبت این تغییرات به تحلیل تاریخی نقشه‌ها و عکس‌های هوایی پرداخته و اشکال مورفولوژیکی مانند شکل پلان، عرض مجرا، شاخص چند شاخگی و ارتفاع بستر مورد آزمون قرار گرفته است. نتایج نشان داد که به علت کاهش جریان و ذخیره رسوبی، تغییرات اساسی مجرا در رودخانه در طول این قرن و دهه‌های اخیر رخ داده است.

سورین و رینالدی (۲۰۰۳) به بررسی پاسخ رودخانه به آشفتگی‌های ایجاد شده توسط انسان به‌صورت تعدیل مجرا در قرون گذشته و دهه‌های گذشته پرداخته‌اند. آن‌ها در این مقاله با مروری بر همه مطالعات منتشرشده و داده‌های موجود به بازسازی یک طرح کلی از تعدیل مجاری اصلی رودخانه ایتالیا در طی ۱۰۰ سال گذشته پرداخته و بیان کرده‌اند که دو نوع تعدیل مجرا قابل تشخیص است ۱- برش مجرا در حدود ۳ تا ٤ متر و در مواردی ۱۰ متر ۲-

14- Clifton
15- Wickiup Creek
17- Blue Mountains of central Oregon
18- Piave
19- Vanacker et al.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

باریک شدن مجرا با کاهش عرض مجرا تا ۵۰٪ یا بیش‌تر. در تعدادی از بازه‌ها، تعدیل مجرا منجر به تغییر در الگوی مجرا از چند شاخه به مآندری شده که ناشی از انواع مداخلات انسانی مثل استخراج رسوب، سدسازی و کانال‌سازی است.

ونکر و همکاران[۱۸] (۲۰۰۵) در مطالعه پاسخ مجرای رودخانه به تغییرات کوتاه‌مدت ناشی از فعالیت‌های انسانی در اکوسیستم‌های آند[۱۹]، به ارزیابی پاسخ ژئومورفیک و هیدرولوژیک یک سیستم آبرفتی به تغییرات محیطی ناشی از عامل انسانی در حوضه زهکشی رودخانه دلگ[۲۰] (۸۸ km^2) واقع در جنوب آندهای اکوادر پرداختند. آن‌ها داده‌های تاریخی در زمینه کاربری اراضی، مورفولوژی و رسوب‌شناسی مجرا را بر اساس تجزیه‌وتحلیل فضایی عکس‌های هوایی و نقشه‌برداری میدانی گردآوری کردند. تجزیه‌وتحلیل پروفیل‌های مقطع عرضی و داده‌های رسوب‌شناسی، یک تغییر اساسی در مورفولوژی و رسوب‌شناسی رودخانه در طول چهار دهه اخیر را نشان داد که عبارتند از ۱- باریک شدن مجرای فعال رودخانه بیش از ٪۴۵ ۲- برش بستر رودخانه بیش از ۱/۰ متر ۳- کاهش اندازه متوسط قطر ذرات سطح بستر از ۱۳/۲ سانتی‌متر به ٤/۷ سانتی‌متر. الگوی فضایی پوشش زمین در حوضه به‌طور قابل توجهی تغییر کرده است. با وجود تغییرات زیاد در سازمان فضایی کاربری اراضی در حوضه، به‌طورکلی کاربری اراضی به‌طور قابل‌توجهی در خلال چهار دهه گذشته تغییر نکرده است. این مسئله نشان می‌دهد که پاسخ رودخانه به تغییر کاربری اراضی تنها وابسته به تغییر کاربری نیست بلکه همچنین به الگوی فضایی تغییر کاربری اراضی/ پوشش زمین در حوضه وابسته است.

گرابل و هاردن[۲۱] (۲۰۰٦) به بررسی پاسخ ژئومورفیک یک دره آپالاشی و رودخانه ریج[۲۲] به شهرنشینی، بیان می‌کنند که تغییرات ناشی از عوامل انسانی در مجرا و حوضه شامل تغییرات مجرا از طریق کانال‌کشی تعدادی از مدخل‌ها به‌صورت نهرها یا مجراهای خطی سیمانی، تجمع و اضافه شدن رسوبات درشت، تغییر عمدی و غیرعمدی در هیدرولوژی حوضه است. مشاهدات میدانی و اندازه‌گیری‌های انجام شده بین سال‌های ۱۹۹۷ و ۲۰۰۱، تعدیل فعال مجرای رودخانه را نشان می‌دهد. شکل تعدیل غالب، فرسایش کرانه مجرا است اما تجمع و رسوب‌گذاری هم اتفاق افتاده است. یکی از تغییرات رخ‌داده به دنبال شهرنشینی، افزایش در اندازه قطر ذرات بستر در اثر تجمع نخاله‌های

20- Ands
21- Deleg
22- Grable & Harden
23- Ridge
24- Gordon & Meentemeyer

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

انسانی است. گردون و مینت می یر[۲۳] (۲۰۰۶) تاثیرات سد و کاربری اراضی را روی تغییرات پایین‌دست مورفولوژی مجرا و گیاهان کناره در یک سیستم کشاورزی آبراهه‌ای در کالیفرنیای شمالی مورد آزمایش قرار داده است. مورفولوژی پلان مجرا، مساحت پوشش گیاهی و کاربری اراضی در طول جریان رودخانه بر اساس عکس‌های هوایی دوره ۳٤ ساله قبل از سدسازی و در دوره ۱۷ ساله بعد از ساخت سد به‌صورت نقشه در آمده و با جریانات بدون سد مقایسه شده است. نتیجه حاصله نشان داد که عملیات سدسازی و الگوهای کاربری اراضی منجر به تغییرات زمانی و مکانی بر مورفولوژی مجرا و پوشش گیاهی کناره رودخانه شده است.

گرین و همکاران[۲٤] (۲۰۱۱) در تجزیه‌وتحلیل شاخص‌های ژئومورفیکی و سنجش‌ازدور، به ارزیابی ۲۱٤ مایل از رودخانهٔ سوایر[۲۵] در یوتا[۲٦] با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور، مدل‌های هیدرولیکی مانند HEC-RAS و برآورد بده لبریز (مقطع پُر) رودخانه با پروتکل ارزیابی بصری رودخانه (SVAP2)[۲۷] و ابزار شرایط عملکرد مناسب (PFC)[۲۸] پرداختند و پیش‌بینی طبقه‌بندی راسگن و نوع دره را با استفاده از رادار تداخل سنجی دیافراگم مصنوعی (IFSAR)[۲۹] با تصدیق میدانی و تجزیه‌وتحلیل ایستگاه رودخانه انجام دادند. نتایج نشان داده که رتبه‌بندی رودخانه، ابزار تحلیلی مناسبی برای نمایش دینامیک جریان هنگام ورود شاخه بزرگ کنترل نشده به رودخانه بود و اولویت کارهای احیا، از طریق رتبه‌بندی روند و موقعیت جغرافیایی عملکرد صحیح شرایط انجام گرفت.

وو[۳۰] و همکاران (۲۰۱۲) چارچوبی کلی را برای شبیه‌سازی سرعت پاسخ مورفولوژیکی به آشفتگی‌های سیستم رودخانه‌ای به‌کار بردند. این مدل‌ها ویژگی‌های رفتاری سیستم‌های رودخانه‌ای کلرادو و رودخانه زرد را در طی زمان نشان دادند که همچنین قسمتی از این آشفتگی‌ها یعنی رسوب‌گذاری در مجرا و کاهش مساحت و دبی مقطع پر در اثر مداخلات انسانی مانند سدسازی، تغییرات کاربری اراضی و برداشت آب جهت مصارف کشاورزی و شهری بوده است.

الکسویسکی[۳۱] و همکاران به تجزیه‌وتحلیل تغییرات مجرای رودخانه‌های بزرگ روسیه در اثر عوامل طبیعی و انسانی پرداختند. نتایج نشان داد که این رودخانه‌ها عمدتا به مداخلات انسانی حساس بوده‌اند به‌طوری که در طی ۱۰۰ سال

24- Green et al
25- Sevier
26- Utah
27- Stream Visual Assessment Protocol
28- Proper Functioning Condition
29- Interferometric Synthetic Aperture Radar
30- Wu
31- Alexeevsky

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

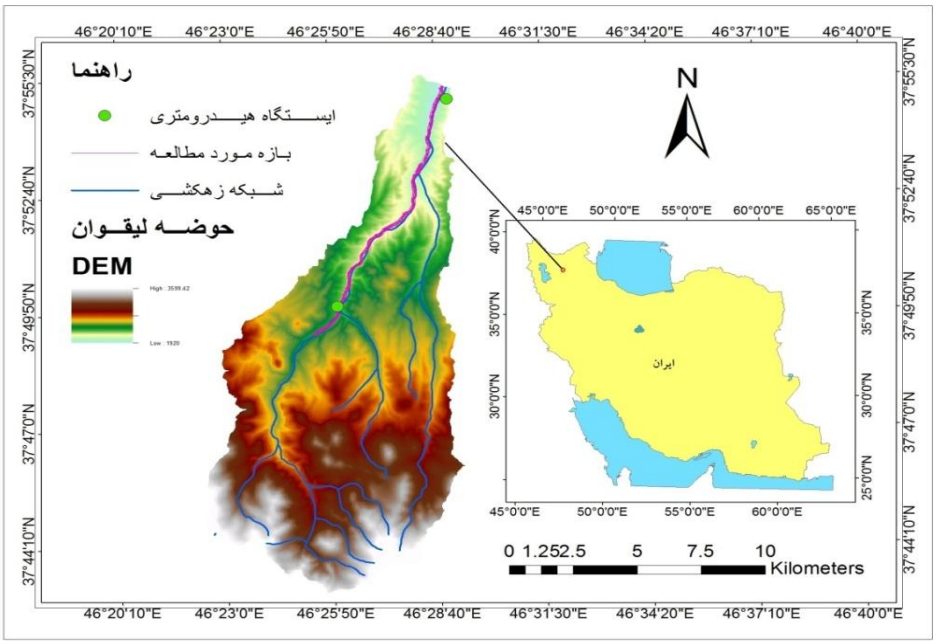
گذشته عوامل طبیعی کنترل‌کننده تغییرات بوده اما در برخی از بازه‌ها مداخلات انسانی مانند ساخت سازه ذخیره آب نظیر سدسازی بر مورفودینامیک رودخانه تاثیرگذار بوده است.

منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز لیقوان چای با مختصات جغرافیایی '۵۵ °۳۷ تا "۳۰ '۴۳ °۳۷ عرض شمالی و "۲۵ '۲۲ °۴۶ تا "۲۹'۱۵ °۴۶ طول شرقی، از حوضه‌های واگرای دامنه شمالی توده کوهستانی سهند می‌باشد (شکل ۱). لیقوان چای به‌عنوان زهکش اصلی حوضه بوده که با جهت‌گیری جنوبی-شمالی در ابتدا با نام باغچا دره‌سی‌چای از نقاط و قلل مرتفع کوه سهند مانند گیروه داغ (۳۵۹۶ متر)، کمال داغ (۳۲۳۶ متر)، شرشر داغ و غیره سرچشمه می‌گیرد. در طول مسیر آبراهه‌های متعددی از جمله توله سر چای و بارالی چای به آن می‌پیوندد. این رودخانه پس از عبور از روستاهای سفیده‌خوان، لیقوان، هربی و دیزج عبدل به طرف شمال تا شهر باسمنج امتداد پیدا می‌کند و با عبور از شهر تبریز در حوالی فرودگاه به رودخانه آجی‌چای می‌پیوندد (کرمی و همکاران، ۱۳۸۵: ۱۲۸). مساحت حوضه معادل ۱۴۲ کیلومترمربع است و رژیم رودخانه برفی بوده و به همین جهت این حوضه آبریز دارای شاخه‌بندی مشخص و کم تراکمی می‌باشد. این حوضه از سال ۱۳۵۰ به‌عنوان حوضه معرف انتخاب شده و دارای دو ایستگاه هیدرومتر لیقوان و هروی می‌باشد. تشکیلات آبرفت‌های رودخانه‌ای در حوضه وجود دارد که حاصل تخریب و حمل قلوه‌سنگ‌های آندزیتی در اثر فرسایش می‌باشد (فزونی، ۱۳۸۶: ۸۲-۸۵).

با توجه به کوهستانی بودن منطقه و کمبود اراضی مسطح و مناسب کشت و زرع، تلاش بیش‌تری بر دست‌اندازی بر دامنه‌ها صورت گرفته است تا جوابگوی افزایش جمعیت و رفع نیازهای روزافزون منطقه باشد. این امر باعث بروز تغییرات عمده‌ای در عمل فرآیندهای فرسایشی در داخل دره شده است. توسعه زمین‌های تحت کشت و چرای مفرط و در نتیجه پاک شدن پوشش گیاهی طبیعی از سطوح دامنه‌ها، کشیدن جاده‌های آسفالته و خاکی از بخش‌های پرشیب، با توجه به ساختار زمین‌شناسی و ویژگی‌های توپوگرافی و لیتولوژی منطقه، تغییرات عمده‌ای را پدید آورده است؛ اما بیش‌ترین تغییراتی که در دشت سیلابی لیقوان به دست انسان رخ‌داده و در حال وقوع می‌باشد و ممکن است در آینده سیلاب‌های بزرگی را نیز در پی داشته باشد، به ساخت‌وسازها در داخل دشت سیلابی و تنگ‌تر شدن مسیر رودخانه اصلی مربوط می‌گردد (بیاتی خطیبی، ۱۳۸۳: ۱۰-۹). با توجه به این‌که فعالیت‌های انسانی و تغییرات جمعیتی منجر به تغییر مجرای رودخانه لیقوان شده است لذا تغییرات مورفولوژی مجرای رودخانه و نقش انسان در این زمینه مورد تحقیق قرار می‌گیرد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۱: نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه

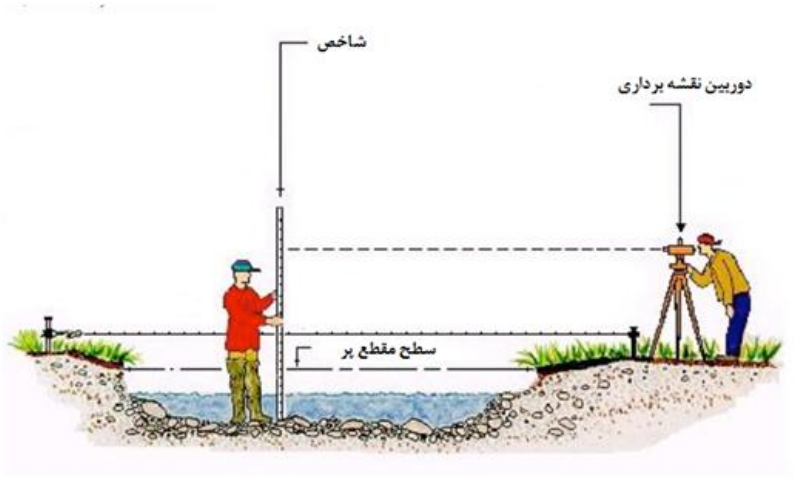
مواد و روش‌ها

برای محاسبه پارامترهای مقاطع عرضی، ابتدا باید یک سطح آب مشخص (مقطع پر یا همان ارتفاع مرجع) را برای محاسبه ژئومتری هیدرولیک تعیین کرد (سیمن و همکاران[۳۳]، ۲۰۰۳: ۳۰۱). در منابع مختلف دبی شکل‌دهنده به مجرا به سه نوع دبی مقطع پر، دبی با یک دوره بازگشت مشخص، دبی موثر تقسیم‌بندی کرده‌اند. از آنجای که بین کمیت‌های اندازه‌گیری شده میدانی و بده لبریز رابطه‌ای با دقت قابل‌قبول وجود دارد. بده مقطع پر را می‌توان به دو صورت بده متناظر با دوره بازگشت تعیین‌شده برای مقطع پر یا اندازه‌گیری مشخصات هندسی و فیزیکی مقاطع رودخانه تعیین کرد بدین‌صورت که رودخانه به بازه‌های تقسیم شده و مقاطع عرضی در ابتدا و انتهای هر بازه برداشت می‌شوند (شکل ۲).

برای این منظور ابتدا در سال ۱۳۹۱ اقدام به نقشه‌برداری و تهیه مقاطع عرضی در ۱۶ کیلومتر از رودخانه لیقوان (بالادست ایستگاه لیقوان تا ایستگاه هروی) گردید به‌طوری که اکثر مقاطع با فواصل تقریبی ۱/۳۰ کیلومتری بودند (شکل ۳). نقشه‌برداری در مهرماه انجام شد، بدین دلیل که اولا در این زمان جریان رودخانه کم بوده و در ثانی در پاییز با توجه به ریزش برگ‌های پوشش درختان اطراف رودخانه، کناره‌ها و بستر رودخانه به آسانی دیده می‌شود و امکان نقشه‌برداری فراهم می‌آید.

33- Simon et al

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۲: سطح مقطع پر در یک مقطع عرضی اصلاح شده از راسگن ۱۹۹۶ (آربلیز و همکاران[۳۳]، ۲۰۰۷: ۱۹۱)



شکل ۳: موقعیت مقاطع عرضی نقشه‌برداری شده مجرای رودخانه لیقوان چای

سپس جهت تعیین دبی مقطع پر و سایر پارامترها، دوره‌های بازگشت سیلاب بر اساس دبی‌های حداکثر سیلابی در ایستگاه‌های لیقوان و هروی و در بازه‌های مختلف رودخانه بر اساس اتصال شاخه‌های فرعی با استفاده از نرم‌افزار Smada و فرمول تجربی فولر به‌دست آمد که در این روش حداکثر دبی لحظه‌ای سیلاب در منطقه با وسعت آن ارتباط داده شده و معادله آن به شرح زیر است:

33- Arbelaez et

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

$$Q_{max} = Q_{PT}\left(1 + 2.66A^{-0.3}\right)$$ رابطه (۱)

$$Q_{PT} = CA^{0.8}(1 + 0.3474\ln T)$$ رابطه (۲)

در این معادله‌ها T دوره بازگشت سیل (سال)، C ضریب ثابتی است که مقدار آن بسته به شیب و پوشش حوضه بین ۰۳/۰ تا ۸/۲ متغیر است، A مساحت حوضه (کیلومترمربع) و Q_{max} حداکثر دبی لحظه‌ای (متر مکعب در ثانیه) سیل است (علیزاده، ۱۳۸۱: ٦٧٢).

پس از آن که دبی با دوره بازگشت‌های مختلف به‌دست آمد، این داده‌ها همراه با مقاطع نقشه‌برداری شده ۱۳۹۱ به نرم‌افزار HEC-RAS داده شد[۳٤]. مراحل کار در HEC-RAS به شرح زیر است:

- ایجاد یک پروژه و طرح شماتیک سیستم رودخانه لیقوان چای.
- وارد کردن داده‌های هندسی مقاطع عرضی مستخرج از نقشه‌برداری میدانی سال ۱۳۹۱.
- وارد نمودن اطلاعات رودخانه و بازه (بر اساس اتصال شاخه‌های فرعی)، کرنه‌های چپ و راست مقاطع عرضی، فاصله مجرای اصلی و کرانه‌های چپ و راست از مقطع پایین‌دست، ضریب زبری در مجرای اصلی و کرانه‌های چپ و راست (ضریب زبری بر اساس نقشه‌ها، تصاویر و بازدید از منطقه و با استفاده از جدول ضرایب زبری چاو به‌دست آمد).
- وارد نمودن داده‌های جریان ماندگار و دبی با دوره بازگشت‌های مختلف محاسبه شده توسط فرمول فولر به مدل.
- تعیین شرایط مرزی: از چهار نوع شرایط مرزی رابطه دبی-اشل[۳۵]، عمق نرمال[۳٦]، عمق بحرانی[۳۷] و تراز سطح آب[۳۸]، شرایط مرزی عمق نرمال انتخاب شد. برای این نوع از شرایط مرزی باید مقدار شیب انرژی را که در محاسبه عمق نرمال استفاده خواهد شد، وارد نمود. یک عمق نرمال بر اساس شیب محاسبه خواهد شد. اگر اطلاعات مربوط به شیب انرژی موجود نباشد، باید مقدار تقریبی آن را با وارد کردن شیب سطح آب یا شیب بستر کانال تعریف کرد (برانر، ۱۳۸٤: ۱۹٦)؛ بنابراین چون جریان مختلط مدنظر بود، شیب انرژی متوسط در انتهای پایین‌دست و بالادست رودخانه محاسبه و به مدل معرفی گردید. در نهایت پس از ورود کلیه داده‌ها، شبیه‌سازی جریان انجام گرفت.

۳٤- نرم افزاری است که توسط گروه مهندسان ارتش آمریکا طراحی شده و با استفاده از اندازه‌گیری و ورود داده‌های ژئومتریک و هیدرومتریک به محاسبه پروفیل سطح آب می‌پردازد (مرادخوانی، ۲۰۱۰: ۲۷۲).

35- Rating Curve
36- Normal Depth
37- Critical Depth
38- Know Water Surface Elevation

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

پس از اجرای مدل، ابتدا دبی شکل دهنده به مجرا یا همان دبی مقطع پر برای هر مقطع عرضی تعیین گردید[۳۹]، بدین‌صورت که برای کلیه مقاطع عرضی، دبی که مقطع عرضی را پر می‌کرد، به‌عنوان دبی مقطع پر معرفی شد. برای تایید بیش‌تر، از روش دیگری هم برای تعیین دبی مقطع پر استفاده شد بدین‌صورت که دبی مقطع پر عبارت است از ترازی که در آن نسبت عرض به عمق در مقابل عمق در یک دستگاه متعامد به حداقل خود برسد. بر این اساس در هر مقطع عرضی منحنی تغییرات نسبت عرض به عمق جریان در مقابل عمق برای هر مقطع ترسیم و نقطه مینیمم بر روی منحنی به‌عنوان دبی مقطع پر انتخاب شد. بدین ترتیب دبی مقطع پر برای هر مقطع عرضی به‌دست آمد و سپس داده‌های مربوط به مقاطع عرضی و پروفیل‌های سطح آب استخراج گردید و پارامترهای مورفولوژیکی چون نسبت عرض به عمق[۴۰]، مساحت مقطع عرضی در دبی مقطع پر[۴۱]، عرض مقطع پر، حداکثر و متوسط عمق[۴۲] تعیین شدند.

در نهایت از آنجا که در حالت طبیعی، پارامترهای مورفولوژی چون مساحت مقطع عرضی، عرض و عمق، از بالادست به سمت پایین‌دست رودخانه افزایش می‌یابند. با تجزیه‌وتحلیل رگرسیون می‌توان به ارزیابی تعدیل در مسیر رودخانه پرداخت بنابراین از تحلیل رگرسیون برای به‌دست آوردن رابطه میان فاصله از پایین‌دست رودخانه (به‌عنوان متغیر مستقل) و پارامترهای دبی، مساحت مقطع عرضی، عرض و عمق (به‌عنوان متغیرهای وابسته) استفاده شد. همچنین پارامترهای مورفولوژی مجرا با اطلاعات موجود از سازمان آب منطقه‌ای آذربایجان‌شرقی مربوط به نقشه‌برداری سال ۱۳۷۹ از مسیر رودخانه مقایسه گردید و در پایان تغییرات مورفولوژی مجرا و نقش مداخلات انسانی مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها و بحث

رودخانه لیقوان در محدوده مورد مطالعه بر اساس اتصال شاخه‌های فرعی به ۷ بازه تقسیم شده و پارامترهای مورفولوژیکی مقاطع عرضی استخراج گردیده است (جدول ۱ و شکل ۵). بنا به گفته لئوپلد و همکاران[۴۳] (۱۹٦٤) در تجزیه‌وتحلیل ژئومتری هیدرولیک پایین‌دست مجرا، مساحت زهکشی و فاصله از پایین‌دست به‌عنوان متغیرهای

۳۹- در منابع مختلف دبی شکل‌دهنده به مجرا را به سه نوع دبی مقطع پر، دبی با یک دوره بازگشت مشخص، دبی موثر تقسیم‌بندی کرده‌اند (سیمن و همکاران، ۲۰۰۳).

40- width/depth ratio (W/D)
41- bankfull cross sectional area (Areabkf)
42- water surface slope
43- Leopold et al

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

مستقل جهت ارزیابی سازگاری سیستماتیک در مورفولوژی مجرا و دبی به‌کار می‌روند (به نقل از کلیفتن، ۱۹۸۹: ۱۲۳)؛ بنابراین طبق (شکل ٤) تحلیل رگرسیون نشان‌دهنده عدم وجود روند سیستماتیک بین متغیرهای مورفولوژیکی در مقابل فاصله از پایین‌دست رودخانه می‌باشد که نشان‌دهنده تاثیر عواملی دیگر در مورفولوژی مجرا می‌باشد.

جدول ۱- پارامترهای مربوط به مورفولوژی مجرای رودخانه لیقوان

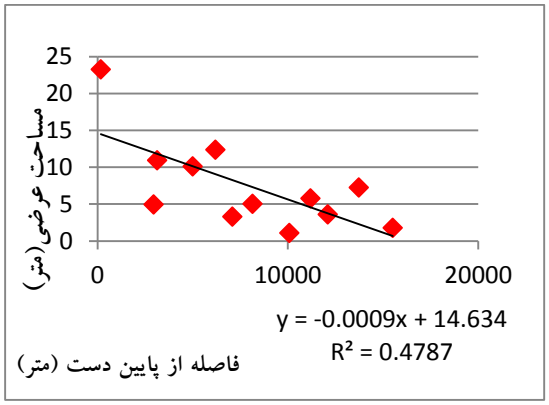
زیر حوضه	مقطع عرضی	فاصله از پایین‌دست km	مساحت مقطع عرضی m2	عرض مقطع پر m	حداکثر عمق مقطع پر m	متوسط عمق مقطع پر m	نسبت عرض به عمق m
بالادست	۱	۵۰/۱۵	۱/۸	۸/۹٦	۰/۳۱	۰/۲	٤٤/۸
میان دست	۲	۷۳/۱۳	۷/۲٦	۱۱/۱	۰/۹۲	۰/٦۵	۱۷/۰۷
	۳	۱۲/۰۹	۳/٦۵	۱٤/۷٤	۰/٤	۰/۲۵	۵۸/۹٦
	٤	۱۹/۱۱	۵/۸	۸/۲٦	۰/۹۹	۰/۷	۱۱/۸
	۵	۰۷/۱۰	۱/۱۲	٤/۳٦	۰/۵۳	۰/۲۵	۱٦/۷٦
	٦	۱۵/۸	۵/۰۹	۵/۵۱	۱/۱٤	۰/۹۲	۵/۹۵
	۷	۰۹/۷	۳/٤٦	۷/۵٦	۰/٦۳	۰/٤٦	۱٦/۵۵
	۸	۲۰/٦	۱۲/٤	۱۲/۲٤	۱/۲۷	۱/۰۱	۱۲/۱۲
پایین‌دست	۹	۹۹/٤	۱۰/۱۵	۹/۹۹	۱/٤۷	۱/۰۲	۹/۸
	۱۰	۱٤/۳	۱۰/۹۵	۱۵/۳۳	۱/۳٦	۰/۷۱	۲۱/٦
	۱۱	۹۵/۲	٤/۹۸	۹/۵۷	۰/۷۲	۰/۵۲	۱۸/٤۰
	۱۲	۰/۱۷	۵/٦۲	۱۷/۵۵	۱/۱٦	۰/۳۲	۵٤/۸٤

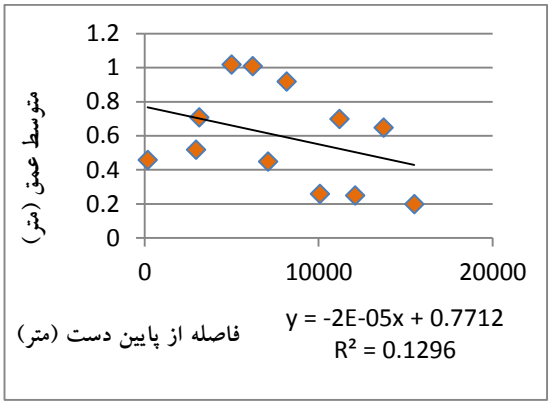
بررسی جزئیات ۱۲ مقطع عرضی رودخانه لیقوان (جدول ۱) نشان داد که در مقطع شماره ۱ عرض مجرا ۸/۹٦ متر و عمق متوسط ۰/۲ متر می‌باشد. کاربری اطراف این مقطع از نوع اراضی کشاورزی بوده و همچنین این مقطع در پایین‌دست روستای سفیده خوان واقع شده که دارای معادن سنگ است و از آنجایی که به گفته وول[44] (۲۰۱۰) معادن مناطق کوهستانی می‌تواند به‌طور مستقیم یا از طریق فرسایش دامنه‌ها، رسوبات را به مجرا وارد کند در این مقطع ورود مستقیم رسوبات به داخل مجرا مشاهده می‌شود. در مقطع شماره ۲ نیز عرض مجرا ۱۱/۱ متر و عمق متوسط ۰/٦۵ متر می‌باشد که هم‌عرض و هم عمق نسبت به مقطع بالادست افزایش یافته است هر چند که کاربری

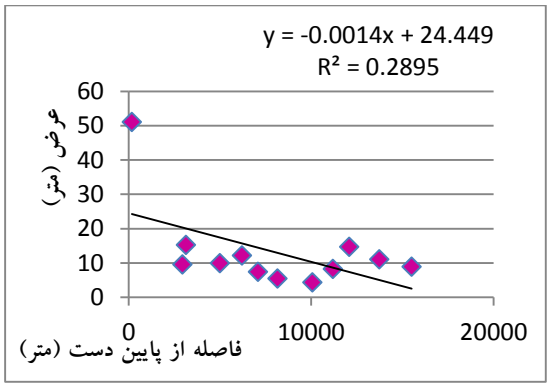
44- Wohl

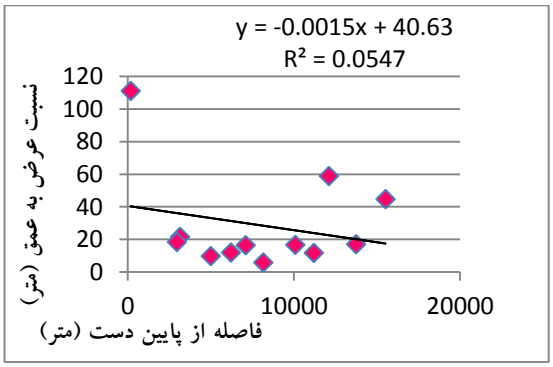
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

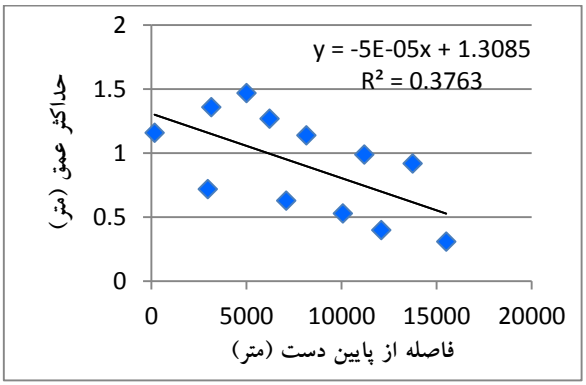
اطراف این مقطع از نوع اراضی مسکونی روستای لیقوان می‌باشد و مجرای رودخانه در کرانه چپ با سنگ‌چین محدود شده و در بستر پشته‌ای از رسوب و نخاله ناشی از فعالیت‌های انسانی مشاهده می‌شود اما این مقطع در محل اتصال شاخه فرعی بارالی چای قرار گرفته لذا دبی بیش‌تری وارد این قسمت شده لذا عرض و عمق نسبت به مقطع شماره ۱ بیش‌تر است.





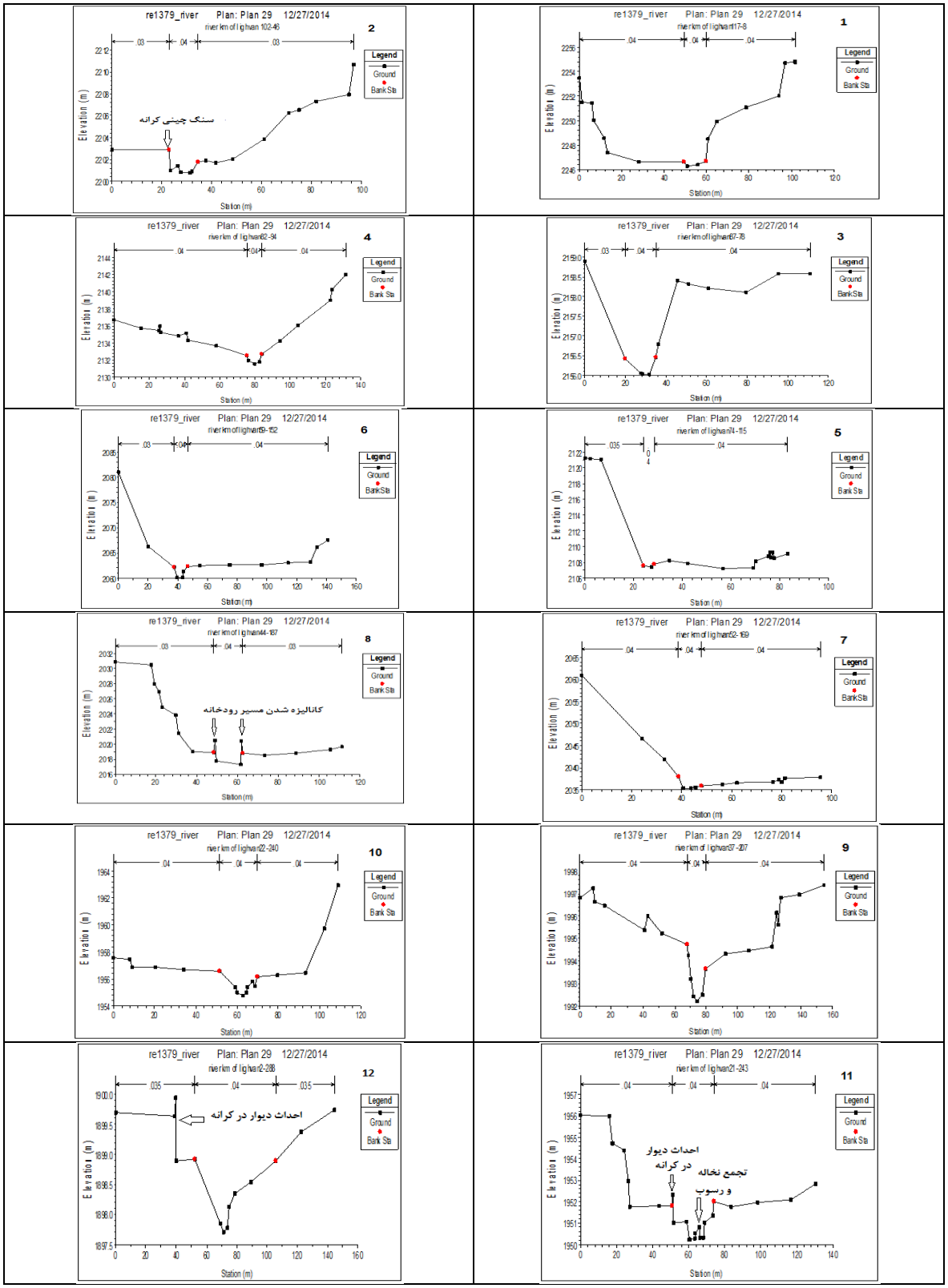






شکل ٤: نمودار رگرسیون رابطه بین پارامترهای مورفولوژی مجرای و فاصله از پایین‌دست رودخانه لیقوان

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۵: مقاطع عرضی برداشت شده از مسیر رودخانه لیقوان

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

در مقطع شماره ۳ عرض مجرا ۱٤/۷٤ متر و عمق متوسط ۰/۲۵ متر بوده که نسبت به مقطع بالادست مجرا عریض‌تر اما عمق کاهش یافته است. کاربری اراضی اطراف این مقطع در کرانه راست از نوع باغ و در کرانه چپ با دیواره دره و جاده محصور شده است. در مقطع شماره ٤ عرض مجرا ۸/۲٦ متر و عمق متوسط ۰/۷ متر بوده که نسبت به مقطع بالادست مجرا باریک‌تر شده است. کاربری اراضی اطراف را اراضی کشاورزی آبی و باغات تشکیل می‌دهد. در مقطع شماره ۵ عرض مجرا ٤/۳٦ متر و عمق متوسط ۰/۲٦ متر بوده است. کاربری اراضی اطراف این مقطع در کرانه راست از نوع باغ و اماکن ویلایی و در کرانه چپ با دیواره دره و جاده محصور شده است. در مقطع شماره ۵ (شکل ٦) ساخت‌وساز و کشاورزی در اطراف رودخانه و تغییر کاربری حریم رودخانه باعث محدود شدن مجرای جریان شده و ممکن است باعث تسریع در آب‌گرفتگی زمین‌های مجاور و افزایش پدیده آب شستگی بستر و کناره‌ها و تغییر رژیم رسوبی و ابعاد مقطع و جابجایی عرضی شود.



شکل ٦: محصور شدن مسیر رودخانه با زمین‌های کشاورزی و ویلاسازی در مقطع شماره ۵

در مقطع شماره ٦ عرض مجرا ۵/۵۱ متر و عمق متوسط ۰/۹۲ متر و در مقطع شماره ۷ عرض مجرا ۷/۵٦ متر و عمق متوسط ۰/٤٦ متر بوده است. در مقاطع ٦ و ۷ کاربری اراضی اطراف رودخانه در کرانه راست از نوع اراضی کشاورزی آبی و در کرانه چپ با دیواره دره محصور شده است. در مقطع شماره ۸ عرض مجرا ۱۲/۲٤ متر و عمق متوسط ۱ متر بوده که کانال‌کشی مجرای بتنی در این قسمت از مسیر، مجرای رودخانه را محدود کرده است (شکل ۷). محدوده اطراف را اراضی مسکونی روستای بیرق است؛ بنابراین ساخت‌وسازها در داخل دشت سیلابی و تنگ‌تر

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

شدن مسیر رودخانه در این قسمت و تجمع نخاله‌ها در مجرا ممکن است در آینده سیلاب‌های بزرگی در پی داشته باشد.



شکل ۷: تجاوز به حریم رودخانه و کانالیزه کردن مجرای رودخانه در مقطع شماره ۸

در مقطع شماره ۹ عرض مجرا ۹/۹۹ متر و عمق متوسط ۱ متر بوده، سواحل اطراف رودخانه با ردیفی از درختان پر شده است کاربری اراضی اطراف از نوع زمین‌های کشاورزی بوده که در کرانه راست همراه با اراضی مسکونی وستای بیرق می‌باشد. این مقطع در پایین‌دست بازه‌هایی قرار گرفته که کاربری اطراف آن مسکونی (روستای بیرق) و مسیر رودخانه کانالیز شده و همچنین این مقطع آب شاخه فرعی توله سر چای را دریافت می‌کند. به همین دلیل سرعت و میزان دبی ورودی به این بازه‌ها بیش‌تر بوده و لذا فرآیند غالب در این بازه‌ها حفر و عریض شدن مجرا می‌باشد. عریض شدن مجرا را از روی فرسایش کرانه و برون‌زدگی ریشه درختان می‌توان تشخیص داد. در مقطع شماره ۱۰ عرض مجرا ۱۵/۳۳ متر و عمق متوسط ۰/۷۱ متر و در مقطع شماره ۱۱ عرض مجرا ۹/۵۷ متر و عمق متوسط ۰/۵۲ متر بوده یکی از دلایل کاهش عمق، تجمع رسوبات و نخاله‌ها در مقطع می‌باشد. کاربری اطراف شامل اراضی کشاورزی و باغات تشکیل می‌دهد که حصاربندی شده‌اند. در مقطع شماره ۱۲ عرض مجرا ۱۷/۵۵ متر و عمق متوسط ۰/۳۲ متر می‌باشد کاربری اراضی اطراف این مقطع در کرانه راست و چپ ردیف‌های درخت و اراضی کشاورزی است که اراضی مسکونی روستای هروی در دشت سیلابی کرانه چپ گسترده شده‌اند. در مقطع شماره ۱۲

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

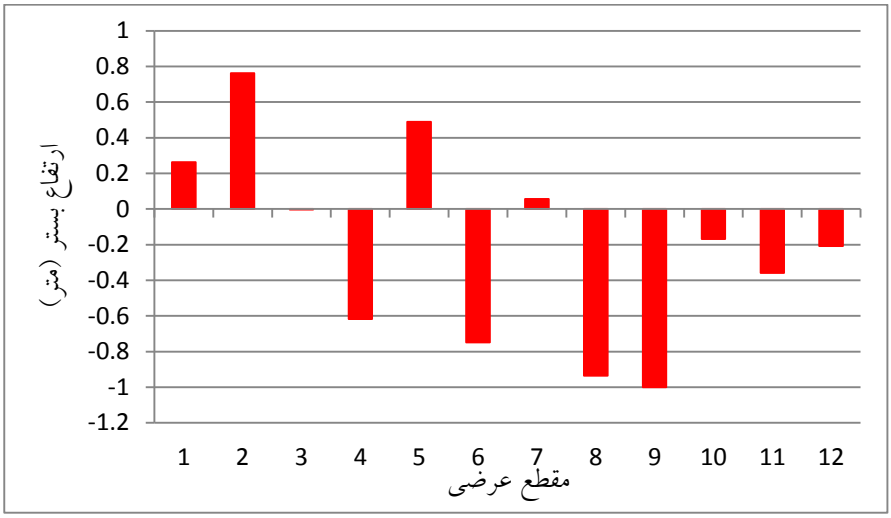
به‌منظور حفاظت از کرانه و زمینه‌های کشاورزی اطراف رودخانه، در کرانه راست رودخانه دیواره‌ی بتنی احداث شده است.

جدول ۲- تغییرات مورفولوژی مجرای رودخانه لیقوان چای در دو دوره ۱۳۷۹ و ۱۳۹۱

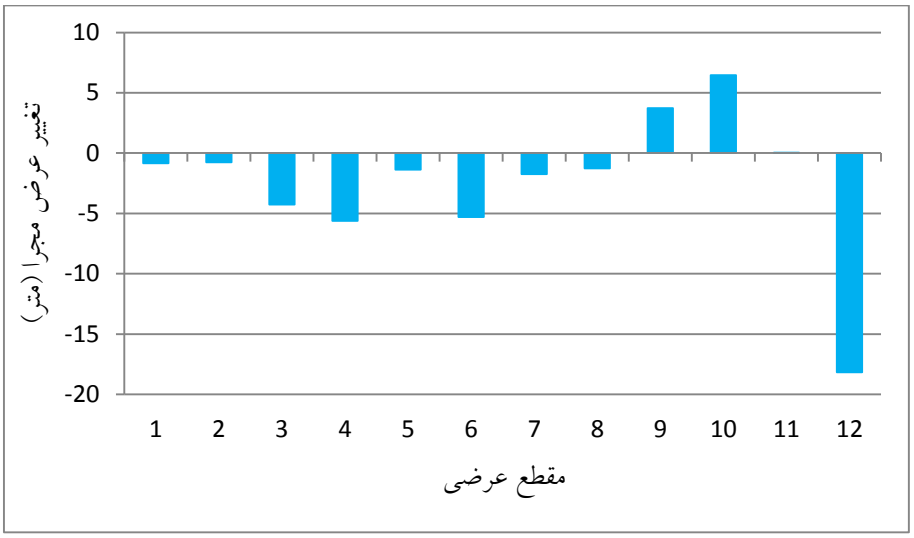
مقاطع عرضی	سال	مساحت مقطع عرضی (مترمربع)	تغییرات مساحت مقطع عرضی	عرضی مجرا	تغییرات عرضی (متر)	تغییرات عرض ٪	متوسط عمق (متر)	تغییرات متوسط عمق (متر)	تغییرات مورفولوژی
۱	۱۳۷۹	۳/۹۲	-٥٤	۹/۸	۰/۸٤	-۹	۰/٤	۰/۲	رسوب‌گذار ی، باریک شدن مجرا
	۱۳۹۱	۱/۸۰		۸/۹٦			۰/۲		
۲	۱۳۷۹	۱۰/٥٤	-۳۱	۱۱/۸۷	۰/۸	-٦	۰/۸۹	-۰/۲٤	رسوب‌گذار ی، باریک شدن مجرا
	۱۳۹۱	۷/۲٦		۱۱/۱			۰/٦٥		
۳	۱۳۷۹	۸/۲۳	-٥٦	۱۸/۹۹	-٤	-۲۲	۰/٤۳	-۰/۱۸	رسوب‌گذار ی، باریک شدن مجرا
	۱۳۹۱	۳/٦٥		۱٤/۷٤			۰/۲٥		
٤	۱۳۷۹	۸/۰۸	-۲۸	۱۳/۸٦	-٥/٦	-٤۰	۰/٥۸	۰/۱۲	حفر، باریک شدن مجرا
	۱۳۹۱	٥/۸۰		۸/۲٦			۰/۷		
٥	۱۳۷۹	۲/۱۷	-٤۹	٥/۷۳	-۱/٤	-۲٤	۰/۳۸	۰/۱۳	رسوب‌گذار ی، باریک شدن مجرا
	۱۳۹۱	۱/۱۱		٤/۳٦			۰/۲٥		
٦	۱۳۷۹	۸/۸٦	-٤۲/٥	۱۰/۷۳	-٥/۲۲	-٤۸/٦	۰/۸۳	۰/۰۹	حفر، باریک شدن مجرا
	۱۳۹۱	٥/۰۹		٥/٥۱			۰/۹۲		
۷	۱۳۷۹	۷/۷۸	-٥٥/٥۲	۹/۲۰	-۱/٦٤	-۱۷/۸۳	۰/۸٥	-۰/٤	رسوب‌گذار ی، باریک شدن مجرا
	۱۳۹۱	۳/٤٦		۷/٥٦			۰/٤٦		
۸	۱۳۷۹	۸/۰۳	٤۳/۳	۱۳/٤۹	-۱/۳	-۹	۰/٦۰	۰/٤۱	حفر، باریک شدن مجرا
	۱۳۹۱	۱۲/۳۹		۱۲/۲٤			۱/۰۱		
۹	۱۳۷۹	۱/۷٤	٤۸۳	٦/۲٦	۳/۷	٦۰	۰/۲۸	۰/۷٤	حفر، عریض شدن مجرا
	۱۳۹۱	۱۰/۱٥		۹/۹۹			۱/۰۲		

بنابراین، طبق (جدول ۲) تغییرات مورفولوژیکی نشان می‌دهد که فرآیند غالب در بازه مورد مطالعه، حفر و باریک شدن مجرا می‌باشد (شکل‌های ۸ و ۹). تنها در بعضی مقاطع، رسوب‌گذاری مشاهده شده و در بقیه مقاطع فرآیند حفر غالب بوده است.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۸: تغییرات ارتفاع بستر رودخانه لیقوان چای در دوره مورد مطالعه

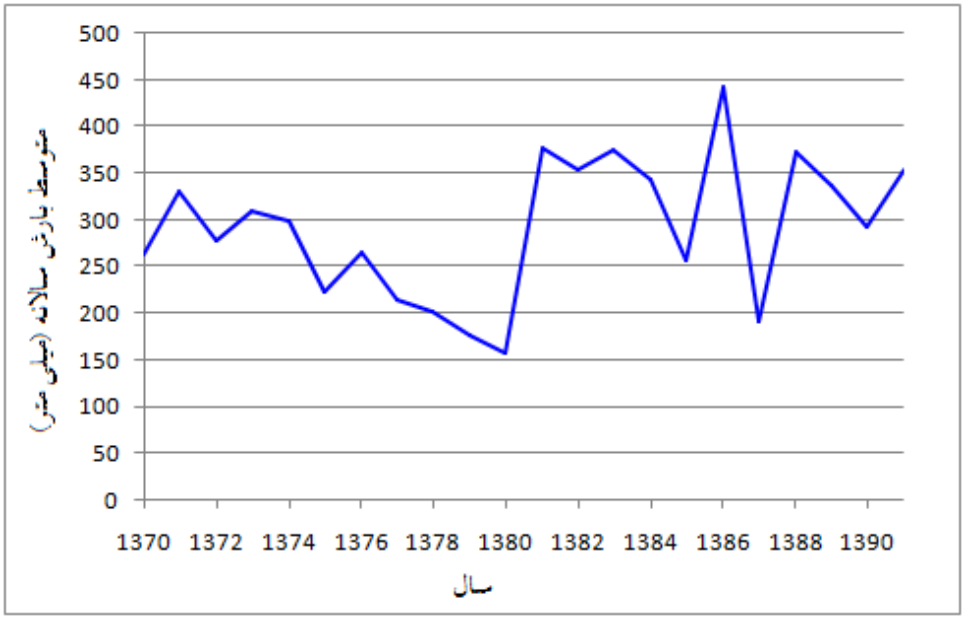


شکل ۹: تغییرات عرض مجرا رودخانه لیقوان چای در دوره مورد مطالعه

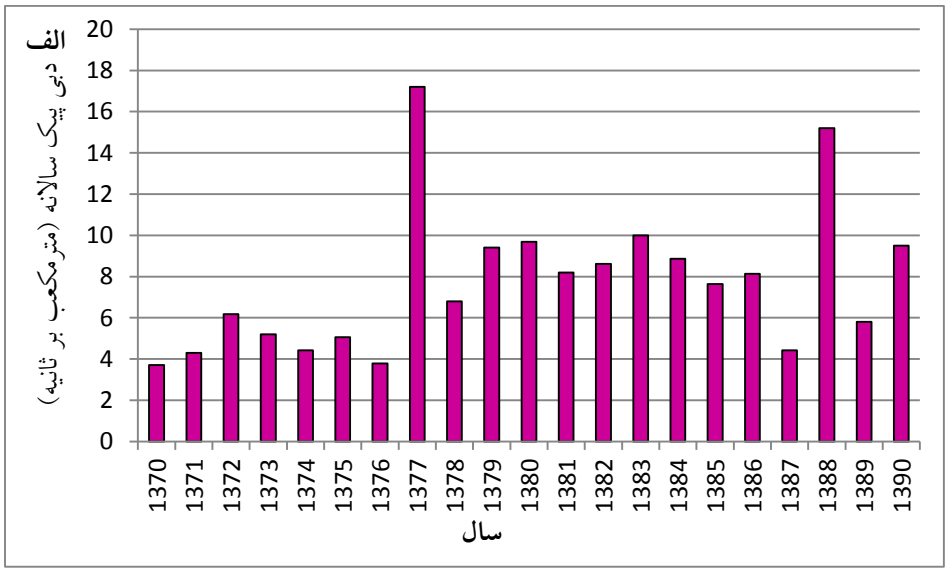
علت حفر مجرای رودخانه‌ها به دلایل مختلف از جمله دلایل زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی، اقلیمی، هیدرولوژی، حیوانات و انسان می‌باشد (سیمون و رینالدی، ۲۰۰۶: ۳۶۱). تغییرهای زمین‌شناسی و ژئومورفولوژیکی در درازمدت منجر به تغییر مجرای رودخانه می‌شوند اما در بین این عوامل، متغیرهای اقلیمی و هیدرولوژیکی، اثر فعالیت‌های انسانی و چرای حیوانات می‌تواند در کوتاه‌مدت منجر به تغییر مجرای رودخانه و حفر آن شود؛ بنابراین در مورد رودخانه لیقوان نیز شواهد نشان می‌دهد که علاوه بر افزایش بارش (شکل ۱۰) و افزایش دبی پیک در دهه اخیر (شکل ۱۱) که می‌تواند منجر به افزایش توان جریان رودخانه و در نهایت تغییر مورفولوژیکی و حفر مجرا شود،

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

ساخت‌وساز و کشاورزی در اطراف رودخانه لیقوان و تغییر کاربری حریم رودخانه و کانالیزه کردن جریان، منجر به باریک و تنگ‌تر شدن مجرای رودخانه شده است، بخصوص در اطراف اراضی مسکونی روستاهای منطقه (لیقوان، سفیده خوان، بیرق و هروی)، باعث محدود شدن مجرای جریان و تسریع در آب‌گرفتگی زمین‌های مجاور در هنگام وقوع سیلاب می‌شود.

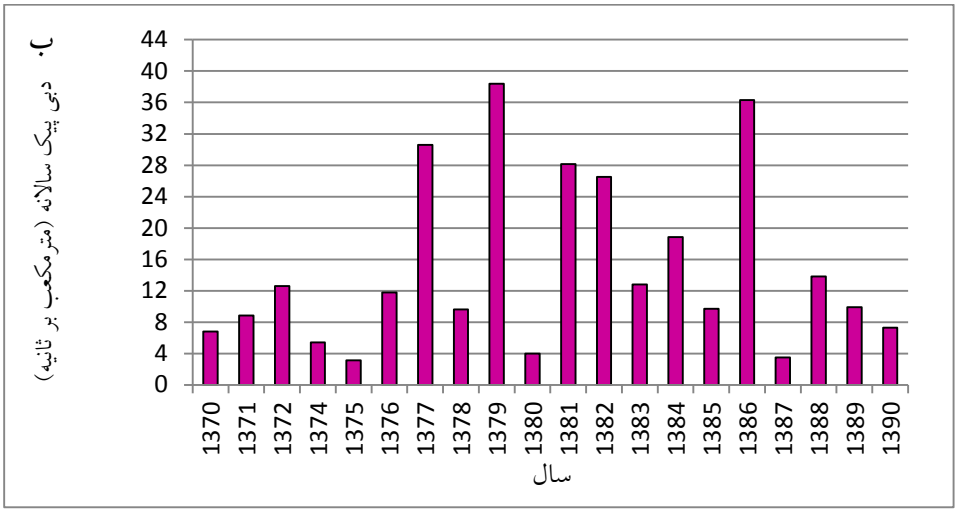


شکل ۱۰: متوسط بارندگی سالانه حوضه آبریز لیقوان طی دوره آماری ۱۳۹۰-۱۳۷۰



شکل ۱۱: حداکثر دبی سالانه حوضه آبریز لیقوان طی دوره آماری ۱۳۹۰-۱۳۷۰(الف: ایستگاه لیقوان، ب: ایستگاه هروی)

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۱۲: حداکثر دبی سالانه حوضه آبریز لیقوان طی دوره آماری ۱۳۹۰-۱۳۷۰(الف: ایستگاه لیقوان، ب: ایستگاه هروی)

بر طبق نظر شوم (۱۹۶۹) که در زمینه پاسخ مجرای رودخانه به تغییرات ارائه شده است، افزایش دبی منجر به افزایش عمق و عریض شدن مجرا می‌شود. بر طبق این نظر، در حوضه لیقوان چای با توجه به افزایش دبی، باید حفر و عریض شدن مجرا وجود داشته باشد. این مسئله را تنها در مقاطع عرضی ۹ و ۱۰ می‌توان دید اما از آنجایی که در اغلب موارد، جهت تغییرات و پاسخ مجرا مستقیم نیست لذا این رابطه در مورد همه مجراها صدق نمی‌کند.



شکل ۱۳: تجمع رسوبات و نخاله‌های ناشی از فعالیت انسانی در نزدیک روستای بیرق

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

بنابراین در مورد رودخانه لیقوان هم عوامل کنترلی دیگری منجر به پاسخ متفاوت مجرا شده‌اند. به‌طوری که فرآیند غالب در اکثر بازه‌های مورد بررسی حفر و باریک شدن مجرا می‌باشد. باریک شدن مجرا در مقطع شماره ۸ به علت کانالیزه کردن مجرا و ساخت‌وساز و کشاورزی در اطراف رودخانه و در مقطع شماره ۱۲ به علت حفاظت از کرانه و زمین‌های کشاورزی اطراف رودخانه و احداث دیواره‌ی بتنی در کرانه راست رودخانه بوده است. همچنین ارتفاع بستر در مقاطع عرضی ۱، ۲، ۵ و ۷ افزایش (۰/۲–۰/۸ متر) یافته یعنی غلبه با رسوب‌گذاری (میانگین ۰/۵ متر) بوده به‌طوری که در نزدیک روستای لیقوان و بیرق، رسوب‌گذاری به علت تجمع نخاله‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی قابل مشاهده است (شکل ۱۳) ولی در بقیه مقاطع، حفر (میانگین ۰/٦ متر) فرآیند غالب است.

نتیجه‌گیری

تجزیه‌وتحلیل‌ها نشان می‌دهد که مورفولوژی مجرای رودخانه لیقوان علاوه بر عوامل طبیعی، در اثر دخالت عوامل انسانی، متغیر می‌باشد. تجزیه‌وتحلیل‌های رگرسیون دبی، پارامترهای مورفولوژی مجرای رودخانه لیقوان و فاصله از پایین‌دست مجرا نشان می‌دهد که روند سیستماتیکی بین متغیرهای مورفولوژیکی با فاصله از پایین‌دست مجرای رودخانه وجود ندارد که بیانگر این است که علاوه بر عوامل طبیعی، عواملی دیگر نیز در مورفولوژی مجرا تاثیرگذار بوده‌اند. در این زمینه، عامل تغییرات مجرا رودخانه لیقوان چای علاوه بر افزایش بارش و دبی طی دهه اخیر، در اثر دخالت انسان در مجرای رودخانه بوده است، به‌طوری که در بعضی از بازه‌ها، رسوب‌گذاری و در بعضی دیگر، حفر پدیده غالب می‌باشد و جز در برخی بازه‌ها، در کل مسیر، مجرا باریک شده است. علت حفر و باریک شدن مجرا به دلیل تغییرات ایجاد شده در اثر افزایش دبی و در اثر تغییرات ناشی از کانالیزه کردن مجرای رودخانه، سازه‌های حفاظت از کناره رودخانه، ساخت‌وساز و توسعه کشاورزی در حاشیه رودخانه بوده است.

در نهایت نتیجه می‌گیریم که در تکامل اخیر مورفولوژی رودخانه لیقوان چای، کانالیزه کردن مجرای رودخانه و افزایش دبی پیک، مهم‌ترین فاکتورهای کنترل کننده بوده‌اند. درک کامل تغییرات مجرای لیقوان چای و علل آن، می‌تواند توسط تحقیقات آینده (به‌عنوان مثال تحقیق در زمینه ذخایر رسوبی و دینامیک این سیستم رودخانه‌ای) بهبود یابد. تجزیه‌وتحلیل تغییرات مجرا و درک دلایل تغییر بسیار بااهمیت است، از این جهت که اولا اگر حفر مجرا در رودخانه لیقوان ادامه یابد می‌تواند اثرات منفی بر ساخت‌وسازها (مانند ساختارهای حفاظت از کرانه، دیوارها و غیره) داشته باشد. دوم این‌که کاهش مساحت مقاطع عرضی در طول رودخانه منجر به افزایش خطر سیلاب (احتمال آب‌گرفتگی دشت سیلابی) می‌شود، به‌طوری که مدیریت رودخانه که بر کاهش خطر سیلاب تاکید دارد نه‌تنها

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

می‌تواند بر کانالیزه کردن مجرا و سایر راهکارهای مهندسی تکیه کند بلکه باید سایر راهکارهای مدیریتی را برای جلوگیری از آثار منفی ناپایداری مجرا در آینده نزدیک مشخص کند.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

منابع

- برانر، جی (۱۳۸٤)، «***سیستم تحلیل رودخانه (HEC-RAS (unsteady flow***»، (ترجمه سعید جبلی‌فرد، آرش امیدوار و عطااله نجفی‌جیلانی)، تهران، انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی امیرکبیر.

- بیاتی‌خطیبی، م (۱۳۸۳)، «بررسی نقش تغییرات کاربری بر پویایی آبراهه اصلی و بروز تغییرات اساسی در دشت‌های سیلابی نواحی کوهستانی (مطالعه موردی: دره لیقوان، واقع در دامنه شمالی توده کوهستانی سهند)»، ***نشریه دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز***، شماره ۱۷، صص ۳۲-۹.

- علیزاده، ا (۱۳۸۱)، «***اصول هیدرولوژی کاربردی***»، مشهد، انتشارات آستان قدس رضوی.

- فزونی، س (۱۳۸۵)، «بررسی مقایسه‌ای پروفیل سطح آب و پهنه سیل با مدل‌های با بستر ثابت و بستر متحرک»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده عمران، دانشگاه تبریز.

-کرمی، ف؛ بیاتی‌خطیبی، م؛ رستم زاده، ه (۱۳۸۵)، «پهنه‌بندی خطر حرکات توده‌ای مواد در حوضه آبریز لیقوان چای»، ***فصلنامه مدرس علوم انسانی، ویژه‌نامه جغرافیا***، شماره ٤۸، صص ۱٤۵-۱۲۵.

- Alexeevsky, N. I., Chalov, R. S., Berkovich, K. M., Chalov, S. R., (2013), "Channel changes in largest Russian rivers: natural and anthropogenic effects", ***International Journal of River Basin Management***, 11 (2): 175-191.

- Arbelaez, A. C., Elvira Guevara, A., María Posada, G., Lilian, J. G. M., Gallardo, B., Carlos, A., (2007), "***Bankfull discharge in mountain streams in the Cauca region of Colombia***" in Hydrology Days Conference,189-197.

- Brierley, G. J., Fryirs, K., (2005), "***Geomorphology and River Management, Applications of the River Styles Framework***", Wiley-Blackwell Publishing, Hoboken, New Jersey, US. 416 pages.

- Carling, P. A., (1988), "The concept of dominate discharge applied to two gravel-bed streams in relation to channel stability thresholds", ***Earth Surface Processes and Landforms***, 13: 355-367.

- Clifton, C., (1989), "***Effects of Vegetation and Land Use on Channel Morphology***", In: R. E. Gresswell, B. A., Barton, J., Kershner, L., (Eds) Practical approaches to riparian resource management, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.

- Christner. Jr.T.W., (2009), "An assessment of land use impacts on channel morphology in a western Minnesota watershed", ProQuest, Ph.D thesis. Faculty of the Graduate School. the University of Minnesota.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

- Darby, S. E., Simon, A., (1999), "***Incised river channel; processes, forms, engineering and management***", John Wiley and Sons Ltd, new yourk.
- Gordon, E., Meentemeyer, R. K., (2006), "Effect of dam operation and land use on stream channel morphology and riparian vegetation", ***Geomorphology***, 82: 412-429.
- Grable, J. L., Harden, G. P., (2006), "Geomorphic response of Appalachian valley and Ridge stream to urbanization", ***Earth Surface Processes and Landforms***, 31: 1707-1720.
- Gregory, K. J., (2006),"The human role in changing river channels", ***Journal of Geomorphology***, 79: 172-191.
- Green, S., Evenstad, N., Todea, N., (2011), "Geomorphic indices / remote sensing analysis to perform rapid stream assessments", awra 2011 summer specialty conference Snowbird, UT, June 27-29, pp.1-6.
- Leopold, L. B., Wolman, M. G., Miller, J. P., (1964), "***Fluvial processes in geomorphology***", Freeman, Ltd, San Francisco.
- Moradkhani, H., Baird, R. G., Wherry, S. A., (2010), "Assessment of climate change impact on floodplain and hydrologic ecotones", ***Journal of Hydrology***, 395: 264–278.
-Schumm, S. A., (2005), "***River variability and complexity***", Cambridge University Press, Cambridge, pp 220.
- Schumm, S. A., (1969), "River metamorphosis", ***Journal of Hydraulics Division American Society of Civil Engineers***, 95: 255-73.
- Simon, A., Castro, J., Rinaldi, M., (2003), "Channel form and adjustment: characterization, measurement, interpretation and analysis", In: G. Mathias Kondolf and H. Piegay (Eds.). ***Tools in Fluvial Geomorphology***, John Wiley & Sons, London, pp 289-461.
- Simon, A., Rinaldi, M., (2006), "Disturbance, stream incision, and channel evolution: The roles of excess transport capacity and boundary materials in controlling channel response", ***Geomorphology***, 79: 361-383.
- Surian, N., (1999), "Channel changes due to river regulation: the case of the Piave River, Italy", ***Earth Surface Processes and Landforms***, 24: 1135-1151.
- Surian, N., Rinaldi, M., (2003), "Morphological response to river engineering and management in alluvial channels in Italy", ***Geomorphology***, 50: 307-326.
- Vanacker, V., Molina, A., Govers, G., Poesen, J., Dercon, G., Deckers, S., (2005), "River channel response to short-term human- induced change in landscape connectivity in Andean ecosystem", ***Geomorphology***, 72: 340-353.
- Wohl, E., (2010), "***Mountain Rivers Revisited***", Published by the American Geophysical Union, Newyourk, pp 573.
- Wu, B., Zheng, S., Reginald Thorne, C., (2012), "A general framework for using the rate law to simulate morphological response to disturbance in the fluvial system", ***Progress in Physical Geography***, 36(5): 575–597**.**
- Yamani, M., (2011), "The effect of human activities on river bank stability (Case Study: Atrak River)", ***American Journal of Environmental Sciences***, 7 (3): 244-247.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

- Ziliani, L., Surian, N., (2012), "Evolutionary trajectory of channel morphology and controlling factors in a large gravel-bed river", ***Geomorphology***, 173–174: 104–117.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]