مقایسه روش‌های روزگن و استیل رود در طبقه‌بندی رودخانه‌های کوهستانی، مطالعه موردی البرز شمالی، حوضه آبریز لاویج

رضا اسماعیلی[۱]*، محمدمهدی حسین‌زاده[۲]

۱- استادیار گروه جغرافیای دانشگاه مازندران
۲- دانشیار دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی

پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۱۰/۲۳
تأیید نهایی مقاله: ۱۳۹۴/۲/۱۲

چکیده

رودها سیستم‌های طبیعی پیچیده‌ای هستند و طبقه‌بندی رود می‌تواند درک بهتری از مطالعه‌ی فرایندها و اشکال رود فراهم آورد. دراین تحقیق حوضه آبریز لاویج رود در البرز شمالی با استفاده از روشهای روزگن و استیل رود طبقه‌بندی شدند. چهارچوب استیل رود دارای چهار مرحله است که در این مقاله فقط مرحله اول مورد توجه قرار گرفته است. در مرحلهٔ یک چهارچوب استیل رود ویژگی و رفتار رود ارزیابی می‌شود. هر استیل رود براساس چهار معیار کلیدی موقعیت دره، الگوی فضایی کانال، واحدهای ژئومورفیک و بافت مواد بستر شناسایی می‌شود. هم‌چنین با روش روزگن و براساس متغیرهای ژئومورفیک نسبت حفردره، شیب، نسبت پهنا به عمق، سینوسیته و اندازه ذرات رسوبی کانال، رودخانه لاویج مورد بررسی قرارگرفت. براساس روش استیل رود، هشت استیل در حوضه آبریز لاویج شناسایی شدند که عبارتند از: ۱- در موقعیت دره‌ای محدود استیل‌های سرآب پرشیب، گلوگاه، محدود با کرانه لغزشی و محدود با دشت سیلابی اتفاقی و کوچک ۲- در موقعیت دره‌ای نسبتاً محدود دو استیل رود با سینوسیته کم و دشت سیلابی ناپیوسته و استیل رود نسبتاً محدود با دشت سیلابی ناپیوسته و تحت کنترل سنگ بستر و ۳- در موقعیت دره‌ای به صورت جانبی نامحدود یا آبرفتی دو استیل رود پرشده- فروسایی شده و پرانرژی با بستر گراولی شناسایی شدند. در سیستم طبقه‌بندی روزگن فقط گروه A این روش درست شناسایی شده و بقیه بازه‌ها در هیچ گروه مشخصی قرار نگرفتند. عامل اصلی این عدم تطبیق پارامترهای شیب و سینوسیته بوده‌اند. تکتونیک و اقلیم موجب این پیچیدگی در انواع رود و عدم کارآیی این روش در منطقه شده است.

واژه‌های کلیدی: استیل رود، طبقه‌بندی روزگن، انواع رود، واحدهای ژئومورفیک رودخانه‌ای، لاویج رود

*- نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۱۲۰۸۲۲۵ Email: r.esmaili@umz.ac.ir

مقدمه

در شرایط محیطی مختلف، رودخانه‌ها دارای پیچیدگی و تنوع زیادی هستند و علوم مختلف از جمله ژئومورفولوژی آن را مورد بحث و بررسی قرار می‌دهند. طبقه‌بندی اشکال و فرایندهای رودخانه‌ای یک روش بنیادی در شناسایی رودخانه‌ها است. طبقه‌بندی مستلزم مرتب‌سازی اشیاء و ایده‌ها بر اساس شباهت‌شان در طبقات مشخص است که علت آن می‌تواند منشأ مشترک، فرایندهای مشابه، وابستگی یا محدودیت‌های مشترک و یا روابط مشابه بین بخش‌های مختلف باشد (کندلف و همکاران ۲۰۰۳؛ ملز و همکاران ۲۰۱۲). هدف بسیاری از طبقه‌بندی‌های رودخانه‌ای، شناسایی واحدهای ساختاری – عملکردی، ارتباط شکل و فرایند برای تحلیل ویژگیهای رفتاری (مانند شدت، بزرگی و فراوانی جریان) و برون‌یابی بین مکان‌های مختلف و پیش‌بینی سناریوهای مختلف است (تاداکی و همکاران، ۲۰۱۴).

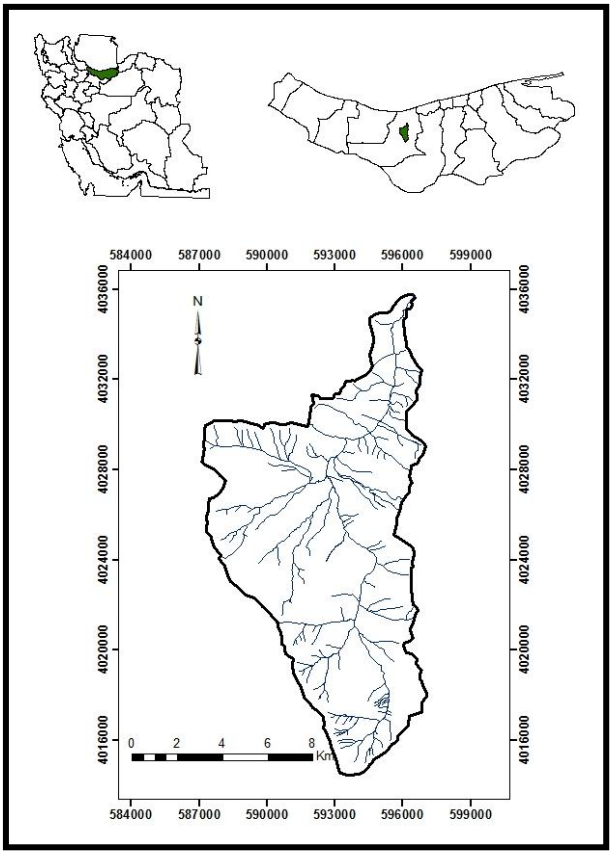
بافینگتن و مونتگمری (۲۰۱۳) طبقه‌بندی رودها را در دوگروه بزرگ توصیفی و فرایندی تقسیم بندی نمودند. آنها بسیاری از طبقه‌بندی‌های رودخانه‌ای را در گروه توصیفی قرار دادند و اشاره کردند که اگرچه این طبقه‌بندی‌ها عموماً کمی بوده و نیازمند اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی متعددی هستند، اما فرایندها را مورد توجه قرار نمی‌دهند. از این رو این سوال پیش می‌آید که اگر یک شکل با یک فرایند خاصی مرتبط نباشد و یا اینکه خط سیرهای مختلفی برای ایجاد این شکل وجود داشته باشد چه پاسخی وجود خواهد داشت. طبقه بندیهای فرایندی که ممکن است به صورت مفهومی (کیفی) باشند، براساس مکانیسم و تشریح فرایندهای فیزیکی مرتبط با مورفولوژی کانال رود هستند. طبقه‌بندی رود بر اساس فرایند می‌تواند پیچیدگی فرایندها را ساده نموده و مکان‌های دارای عملکرد مشابه را شناسایی نماید، از این‌رو به جای نمونه‌گیری‌های متراکم یا تصادفی، نمونه‌گیری‌های مناسب‌تری از شبکه رودخانه‌ای فراهم می‌شود و مدت زمان بررسی کاهش می‌یابد (بافینگتن و مونتگمری، ۲۰۱۳).

برای شناسایی و درک فرایندهای رودخانه‌ای تاکنون تلاش‌های زیادی برای رسیدن به یک روش جامع و کاربردی صورت گرفته است. ازاین رو الگوهای طبقه‌بندی زیادی، در سال‌های اخیر توسط محققین از جمله ژئومورفولوژیست‌ها انتخاب یا طراحی شده است که هدف همگی ساده کردن شرایط ژئومورفیکی کانال برای کمک به مدیران جهت ارزیابی و تقویت درک و فهم آنها برای مدیریت رود بوده است. بافینگتن و مونتگمری (۲۰۱۳) در یک مقاله مروری انواع طبقه‌بندی ژئومورفیک رود را مورد بررسی قرار دادند که از جمله آنها می‌توان به روش روزگن و استیل رود اشاره کرد. در ایران، وزارت نیرو (۱۳۹۱) در راهنمای مطالعات ریخت‌شناسی رودخانه‌ها، روش روزگن را به عنوان یک روش مطالعاتی معرفی کرده است که این موضوع نیاز به بررسی بیشتر و ارزیابی کارایی این روش در مناطق مختلف کشور دارد. از این رو، هدف از این مطالعه مقایسه روش‌های روزگن و استیل رود در طبقه‌بندی رودخانه لاویج و بررسی کارآیی آنها در مطالعات رودخانه‌ای است. روش استیل رود توسط بریرلی و فریرس (۲۰۰۲، ۲۰۰۵) ارائه گردید اما بعد از آن هم این روش در مطالعات رودخانه‌ای مورد استفاده قرار گرفته است (اوت هت و یانگ ۲۰۰۷؛ بریرلی و همکاران ۲۰۱۱ و سینور ارسکین، ۲۰۱۳). در ایران، روش روزگن توسط برخی از محققین مانند حسین‌زاده و همکاران (۱۳۸۴)، طالبی و بایزیدی (۱۳۸۷)، خطیبی و

همکاران (۱۳۸۸) و روستایی و همکاران (۱۳۹۲) مورد استفاده قرار گرفت.

منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه حوضه آبریز لاویج رود نام دارد که در استان مازندران و جنوب شهر نور در دامنه‌های شمالی البرز مرکزی قرار گرفته است (شکل۱). این حوضه بین عرض‌های جغرافیایی ´۱۶ °۳۶ تا ´۳۰ ″۲۷ °۳۶ شمالی و طول‌های جغرافیایی ´۵۸ °۵۱ تا ´۵ °۵۲ شرقی واقع شده است. مساحت تقریبی حوضه آبریز لاویج‌رود تا خروجی از کوهستان حدود ۱۱۶ کیلومتر مربع می‌باشد. بارش متوسط حوضه به روش میانگین ۶۱۷ میلیمتر محاسبه گردید که این مقدار به سمت خروجی رود از حوضه به حدود ۸۰۰ میلی‌متر و به سمت بالادست حوضه تا ۳۰۰ میلی‌متر کاهش می‌یابد. طول رودخانه اصلی از مرتفع‌ترین نقطه (۳۴۰۰ متر) تا خروجی رود از کوهستان حدود (ارتفاع ۲۰۰ متر) ۲۵ کیلومتر می‌باشد. میانگین دبی این رود در طی دوره آماری ۱۳۸۰-۱۳۳۷، ۱/۱ متر مکعب درثانیه بوده است.



شکل ۱: موقعیت حوضه آبریز لاویج رود

مواد و روش ها

روش استیل رود: چهارچوب استیل رود بوسیلهٔ بریرلی و فریرس و دانشجویان گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه مک‌کواری استرالیا با همکاری مدیران رودخانه‌ای و ژئومورفولوژیست‌های کاربردی (New South Wales Department of NSW Land and Water Conservation) DLWC:با حمایت سازمان (Land and LWA: Water Australia) گسترش یافته است و حداقل برای ۱۴ حوضه نیوساوت ولز استرالیا به کار رفته

است (بریرلی و فریرس، ۲۰۰۰). یک استیل رود یک بازه رودخانه‌ای با مجموعه‌ای تقریباً یکنواخت از واحدهای ژئومورفیک است. مهم‌ترین ویژگی‌های چهارچوب استیل رود عبارتند از (بریرلی و همکاران، ۲۰۰۲):

- حالت زایشی و باز: یعنی این که استیل‌های مختلف رود که در موقعیت‌های محیطی جدید وجود دارد می‌توانند به الگوی اصلی اضافه شوند و در این مورد محدودیتی وجود ندارد.
- مبنای فرایندی: بدین مفهوم که درک ویژگی و رفتار کانال و دشت سیلابی براساس فرایندهای رودخانه‌ای صورت می‌گیرد و روش «کار با طبیعت» را برای مدیریت رودخانه فراهم می‌آورد.
- مبنای حوضه‌ای: یعنی ارتباط بیوفیزیکی فرایندها در حوضه‌ها مانند جریان آب و رسوب و پراکندگی گیاهان می‌تواند مورد تجزیه و تحلیل قرارگیرد.
- ساختار سلسله‌مراتبی: در این چهارچوب اشکال و فرایندهای رودخانه‌ای، ارتباط و تفسیر آنها در سطوح مختلفی (حوضه> واحد توپوگرافی > بازه رود > واحدهای ژئومورفیک) صورت می‌گیرد.
- توجه به ویژگی‌های تکاملی رود: برای درک ظرفیت تعدیل رودخانه در دره و ارزیابی شرایط طبیعی رودخانه، ویژگی‌های تکاملی رود مورد بررسی قرار می‌گیرد.
- ارزیابی شرایط آینده رود

چهارچوب استیل رود در ۴ مرحله صورت می‌گیرد که این مراحل در جدول۱ معرفی شده‌اند. در این مقاله فقط مرحله یک این روش تشریح می‌گردد. مرحله یک چهارچوب استیل رود ویژگی و رفتار رود را ارزیابی می‌کند. این مرحله با یک نگرش سلسله‌مراتبی انجام می‌شود. در این نگرش سلسله‌مراتبی تجزیه و تحلیل در۴ مقیاس حوضه و زیرحوضه، واحد چشم‌انداز (توپوگرافی)، استیل رود (بازه) و مجموعه واحدهای ژئومورفیک صورت می‌گیرد.

جدول۱: مراحل مختلف چهارچوب استیل رود (بریرلی و فریرس، ۲۰۰۵)

مراحل	توصیف مراحل
۱	شناسایی، تفسیر و نقشه‌برداری از بازه‌های مختلف در سراسر حوضه
۲	ارزیابی شرایط ژئومورفیک هر بازه از هر استیل رود در حوضه که در قالب آنالیز تکامل رود به کار برده می‌شود
۳	پیش‌بینی احتمالی شرایط رودخانه و بازیافت ژئومورفیک آن
۴	بررسی شرایط واقعی برای برنامه‌ریزی‌های توان‌بخشی و بازسازی رود در هر استیل که در قالب حوضه صورت می گیرد.

استیل‌های رود براساس چهار پارامتر کلیدی موقعیت دره، الگوی فضایی کانال، مجموعه واحدهای ژئومورفیک (اشکال دشت سیلابی و کانال) که یک بازه را می‌سازند و بافت مواد بستر شناسایی می‌شوند.

موقعیت دره: موقعیت دره براساس محدودیت جانبی و برحسب وجود یا عدم وجود دشت سیلابی در امتداد مسیر رود بیان می‌شود. براین اساس موقعیت کانال در دره به سه دسته محدود، نسبتاً محدود و به صورت جانبی نامحدود

تقسیم‌بندی می‌شوند. اگر بیش از ۹۰ درصد کانال رود در مجاورت دره یا رسوبات سیمانی‌شده موجود در تراس‌های رودخانه‌ای باشد (یک شکل آنته‌سدانس بر مورفولوژی کنونی رود غالب باشد) موقعیت دره به صورت محدود است. در مواردی که بین۱۰ تا ۹۰ درصد کانال به طور مستقیم در مجاورت دره یا رسوبات سیمانی شده تراسها باشد و دشت سیلابی به تناوب و به صورت ناپیوسته تکرار شود موقعیت دره در حالت نسبتاً محدود قرار دارد و در جاهایی که کمتر از ۱۰ درصد کانال رود در مجاورت دره باشد و دشت سیلابی هم به صورت پیوسته در حاشیه رود قرار داشته باشد، موقعیت دره به صورت جانبی نامحدود یا آبرفتی است.

واحدهای ژئومورفیک: رودخانه‌ها در مقیاس بازه، لندفرم‌های فرسایشی یا نهشته‌ای دارند که واحدهای ژئومورفیک نامیده می‌شوند. در واقع واحدهای ژئومورفیک بلوک‌های ایجاد شده بوسیله سیستم‌های رودخانه‌ای هستند (بریرلی، ۱۹۹۶). این واحدهای ژئومورفیک درکانال رود و یا بر روی دشت‌سیلابی تشکیل می‌شوند. تجزیه و تحلیل واحدهای ژئومورفیک کانال و دشت‌سیلابی یک ابزار کلیدی را برای تفسیر ویژگی و رفتار هر بازه فراهم می‌نماید (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۹۰). شناسایی این اشکال و فرایندهای تشکیل‌دهندهٔ آنها در هر بازه و ارتباط آنها با ژئومتری و الگوی فضایی کانال، خصیصه‌های مشخص هر استیل رود هستند. پلانفرم (الگوی فضایی) کانال: پلانفرم رود، شکل پلانیمتری (دوبعدی) رودها را تشریح می‌کند که ویژگی‌های کانال و دشت سیلابی را در یک رودخانه آبرفتی نشان می‌دهد. سه معیار برای الگوی فضایی کانال رود به‌کار می‌روندکه عبارتند از (بریرلی و فریرس، ۲۰۰۵):

- تعداد کانال‌ها: رودخانه‌ها براساس این که تک‌کانالی، سه کانالی و بیش از سه کانال هستند یا این‌که بدون کانال وکانال‌های ناپیوسته هستند شناسایی می‌شوند.

- سینوسیته: سینوسیته به صورت نسبت طول کانال به طول مستقیم دره تعریف می‌شود و مقدار آن بین ۱ (مستقیم) تا ۳ (بسیار پرپیچ وخم) متغیر است. معمولاً کانال‌های مئاندری سینوسیته بیش از ۱/۳ دارند.

- پایداری جانبی: این شاخص میزان تعدیل موقعیت کانال را درکف دره نشان می‌دهد. این تعدیل از طریق مکانیسم‌هایی چون جابجایی جانبی، تغییر خط‌القعر (تالوگ) و تغییر مسیر رود صورت می‌گیرد.

بافت مواد بستر: در چهارچوب استیل رود، بافت مواد بستر بر اساس اندازه غالب ذرات به ۵ طبقه عمده تقسیم می‌شوند که عبارتند از: سنگ بستر، قطعه سنگ یا بولدر (۲۵۶ mm< قطرb)، گراول (۲۵۶ mm-۲)، ماسه (۲ mm-۰/۰۶۲۵) و سیلت و رس (۰/۰۶۲۵ mm>) که در اصطلاح ریزدانه نامیده می‌شوند.

روش طبقه بندی روزگن: این روش در چهار سطح قابل انجام است (جدول۲)، اما در این مقاله با برداشت‌های میدانی سطح ۲ مورد بررسی قرار گرفته است. در سطح ۲ طبقه‌بندی روزگن متغیرهای ژئومورفیک شامل نسبت حفر بستر رود، نسبت پهنا به عمق مقطع دبی لبالبی، سینوسیته، شیب کانال و مواد غالب بستر رودخانه می‌باشد. نسبت حفر بستر رود (فرکندگی) درجه حفر کف دره است و حفر عمودی رود را تشریح می‌کند. این شاخص به صورت نسبت پهنای منطقه‌ی تحت تأثیر سیلاب به پهنای مقطع دبی لبالبی است. منطقه مستعد سیل عبارتست از پهنای کانال در ارتفاعی که دو

برابر حداکثر عمق مقطع دبی لبالبی است (روزگن ۱۹۹۴). این ارتفاع، یک سیل با دوره بازگشت ۵۰ ساله یا کمتر را نشان می‌دهد. مقادیر ۱/۴-۱ نشان دهنده فرکندگی زیاد بستر است و مقادیر ۲/۲-۱/۴ و بیش از ۲/۲ به ترتیب نشان دهنده فرکندگی متوسط و فرکندگی کم (دشت سیلابی توسعه‌یافته) است (روزگن ۱۹۹۴). نسبت پهنا به عمق شکل و ابعاد کانال رود را تشریح می‌کند و به صورت نسبتی از پهنای مقطع دبی لبالبی به عمق متوسط این مقطع است. مقادیر کمتر از ۱۲ نشان دهنده نسبت کم پهنا به عمق بوده و مقادیر بیش از ۱۲ نشان دهنده نسبت متوسط یا زیاد پهنا به عمق هستند.

جدول ۲ : سطوح طبقه بندی روزگن (روزگن، ۱۹۹۴)

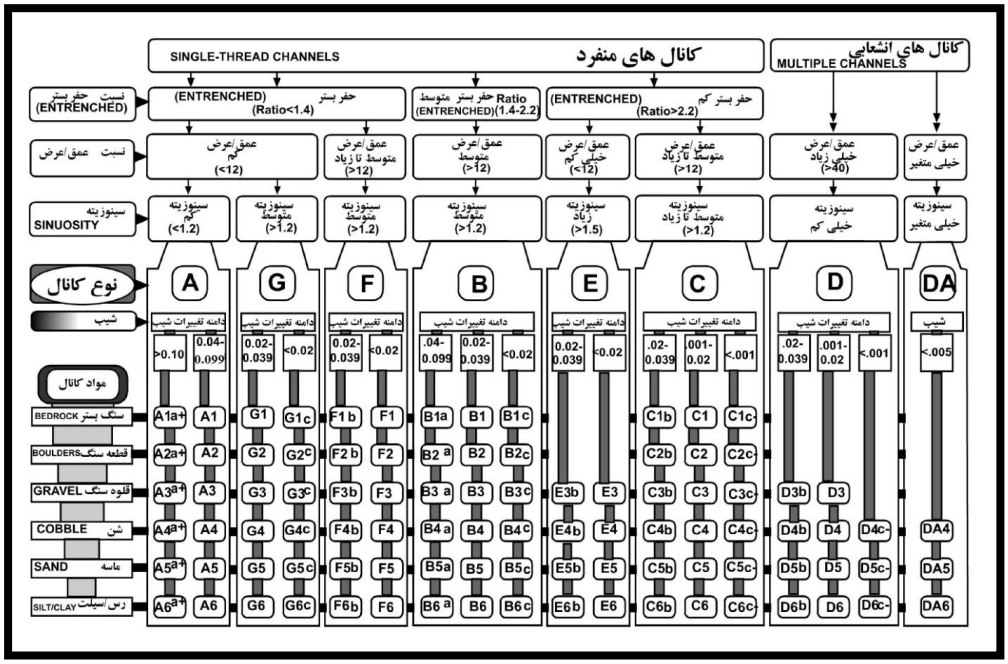
سطوح	فهرست سطوح	اطلاعات مورد نیاز
۱	ویژگی مورفولوژیکی	لندفرم لیتولوژی، خاک‌ها، اقلیم، تاریخ نهشته‌گذاری، ناهمواری حوضه، مورفولوژی دره، مورفولوژی نیمرخ دره، الگوی عمومی رودخانه
۲	تشریح مورفولوژیکی (انواع رود)	الگوهای کانال، نسبت حفر دره، نسبت پهنا به عمق، سینوسیته، مواد کانال و شیب
۳	حالت یا شرایط رود	گیاهان حاشیه رودخانه (ری‌پارین) الگوهای نهشته‌ای، الگوهای مئاندری، شاخص‌های زیستگاه ماهیان، رژیم جریان، طبقه‌بندی اندازه رود، رخدادهای واریزه‌ای، شاخص پایداری کانال، فرسایش‌پذیری کرانه
۴	ممیزی	مستلزم اندازه‌گیری‌ها و مشاهدات مستقیم از حمل رسوب، میزان فرسایش کرانه، فرایندهای تخریبی یا رسوب‌گذاری، ژئومتری هیدرولیک، داده‌های بیولوژیکی مثل بیوماس ماهی، حشرات آبی، تکامل گیاهان حاشیه رودخانه وغیره

با توجه به شاخص‌های مؤثر در طبقه‌بندی روزگن و شکل۲ می‌توان نوع رود را برای مقاطع مختلف تعیین نمود. در مجموع، ۹۴ نوع رود را می‌توان با استفاده از این روش شناسایی نمود. وقتی که مقادیر یکی از متغیرهای مورد استفاده در این سیستم طبقه‌بندی خارج از مقدار نرمال باشد از مفهومی تحت عنوان پیوستار استفاده می‌شود. مقدار پیوستار در نسبت فرکندگی بستر رود و سینوسیته ۰/۲ ± و در نسبت پهنا به عمق ۲± است. یعنی اگر در مقطعی همه مقادیر درحالت نرمال قرار بگیرند و فقط یکی از مقادیر از حالت نرمال خارج باشد می‌توان با توجه به پیوستار ارائه شده مقدار مورد نظر را تعدیل نمود و نوع رود را تعیین کرد.

پس از مشخص کردن بازه‌های مورد مطالعه، داده‌های مورد نیاز روش‌های طبقه‌بندی روزگن و استیل رود، با استفاده از مطالعات میدانی و تکنیک‌های زیر تهیه شدند:

- نقشه‌برداری از مقاطع عرضی کانال رود در هر بازه جهت تعیین مقطع نمونه و اندازه‌گیری عرض و عمق کانال لبالبی و دشت سیلابی
- نقشه برداری از نیمرخ طولی رود جهت اندازه‌گیری شیب کانال در بازه‌ها

- اندازه‌گیری رسوبات بستر در بازه‌های مختلف با روش شمارش ذرات ولمن برای تعیین D_{50} رسوبات
- اندازه‌گیری سینوسیته کانال از عکس‌های هوایی
- ثبت و ارزیابی واحدهای ژئومورفیک کانال و دشت سیلابی در هربازه



شکل۲: شاخص‌های کلیدی روزگن برای تقسیم‌بندی رودهای طبیعی (روزگن، ۱۹۹۴)

نتایج

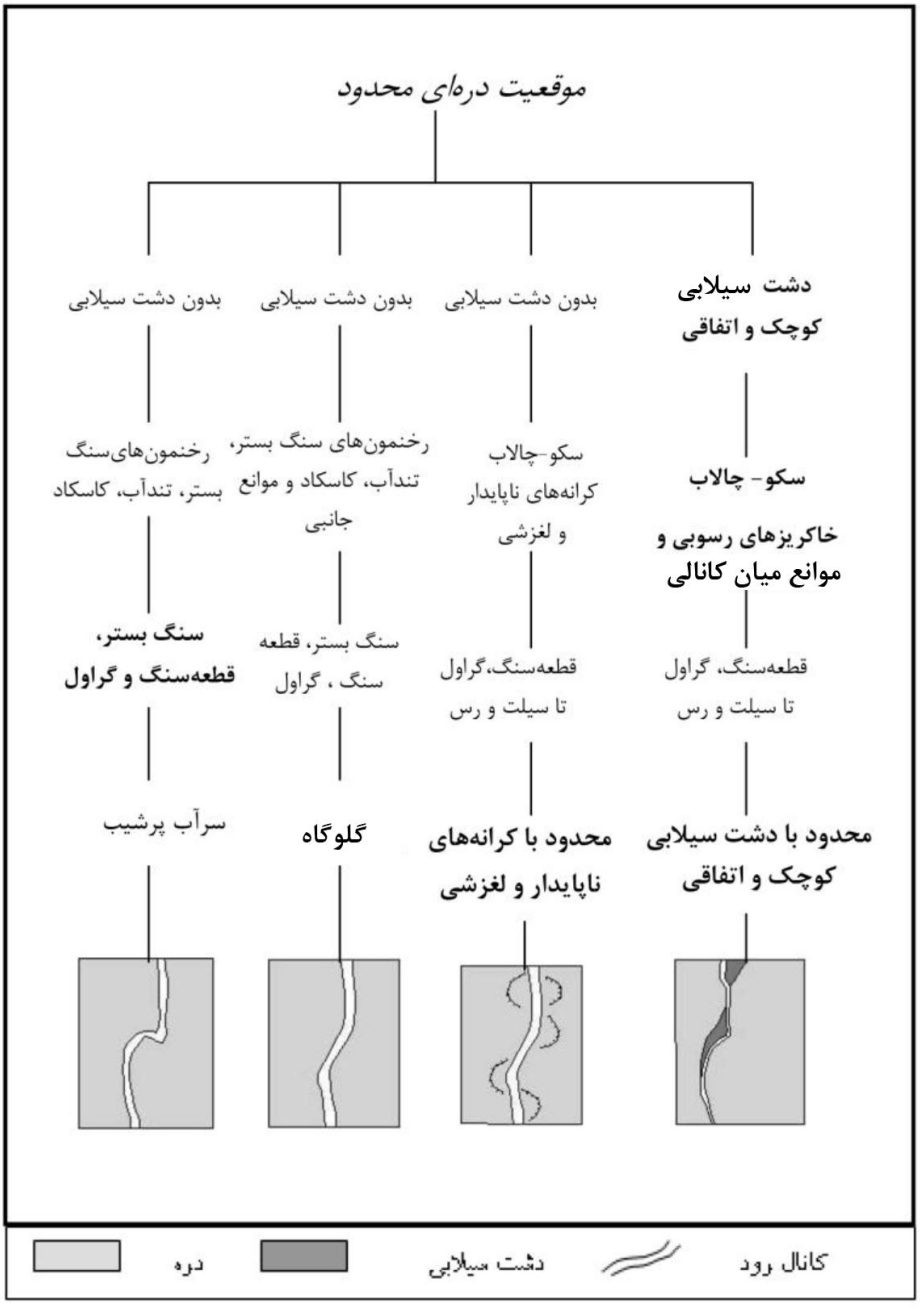
واحد چشم انداز: حوضه مورد مطالعه کاملاً در واحد کوهستان قرار گرفته است، اما برای تفکیک بیشتر به واحدهای کوچکتری تقسیم‌بندی گردید. درتقسیم‌بندی واحد توپوگرافی از روش تراوارتا، رابینسون و هاموند که برحسب ناهمواری است؛ استفاده شده است. طبق این روش، ناهمواری تپه‌ها کمتر از ۳۰۰متر، کوهستانهای کم‌ارتفاع ۳۰۰ تا ۹۰۰ متر و کوهستانهای مرتفع بیش از ۹۰۰ متر می‌باشد (مولر،۱۹۹۳). بر این اساس حوضه لاویج‌رود به ۴ واحد چشم‌انداز تقسیم‌بندی گردید که عبارتند از: واحد پایکوهی، کوهستان کم‌ارتفاع، کوهستان کم‌ارتفاع با دامنه باز و کوهستان مرتفع (شکل ۳). جدول ۳ ویژگی‌های واحدهای چشم‌انداز حوضه آبریز لاویج‌رود را نشان می‌دهد.

انواع استیل رود: در حوضه آبریز لاویج‌رود، هشت نوع استیل رود شناسایی شدند (شکل‌های ۳، ۴ و ۵) که استیل‌های سرآب پرشیب، گلوگاه، محدود با کرانه ناپایدار (لغزشی) و محدود با دشت سیلابی اتفاقی و کوچک در موقعیت دره‌ای محدود وجود دارند. استیل‌های رود با سینوسیته کم و دشت سیلابی ناپیوسته و نسبتاً محدود با دشت سیلابی ناپیوسته و تحت کنترل سنگ بستر در موقعیت دره‌ای نسبتاً محدود و استیل رودهای پرشده-فروسایی شده و رود پرانرژی با بستر گراولی در موقعیت دره‌ای آبرفتی تشکیل شده‌اند (شکل ۵). جدول ۴ به طور خلاصه ویژگی‌ها و رفتار هر

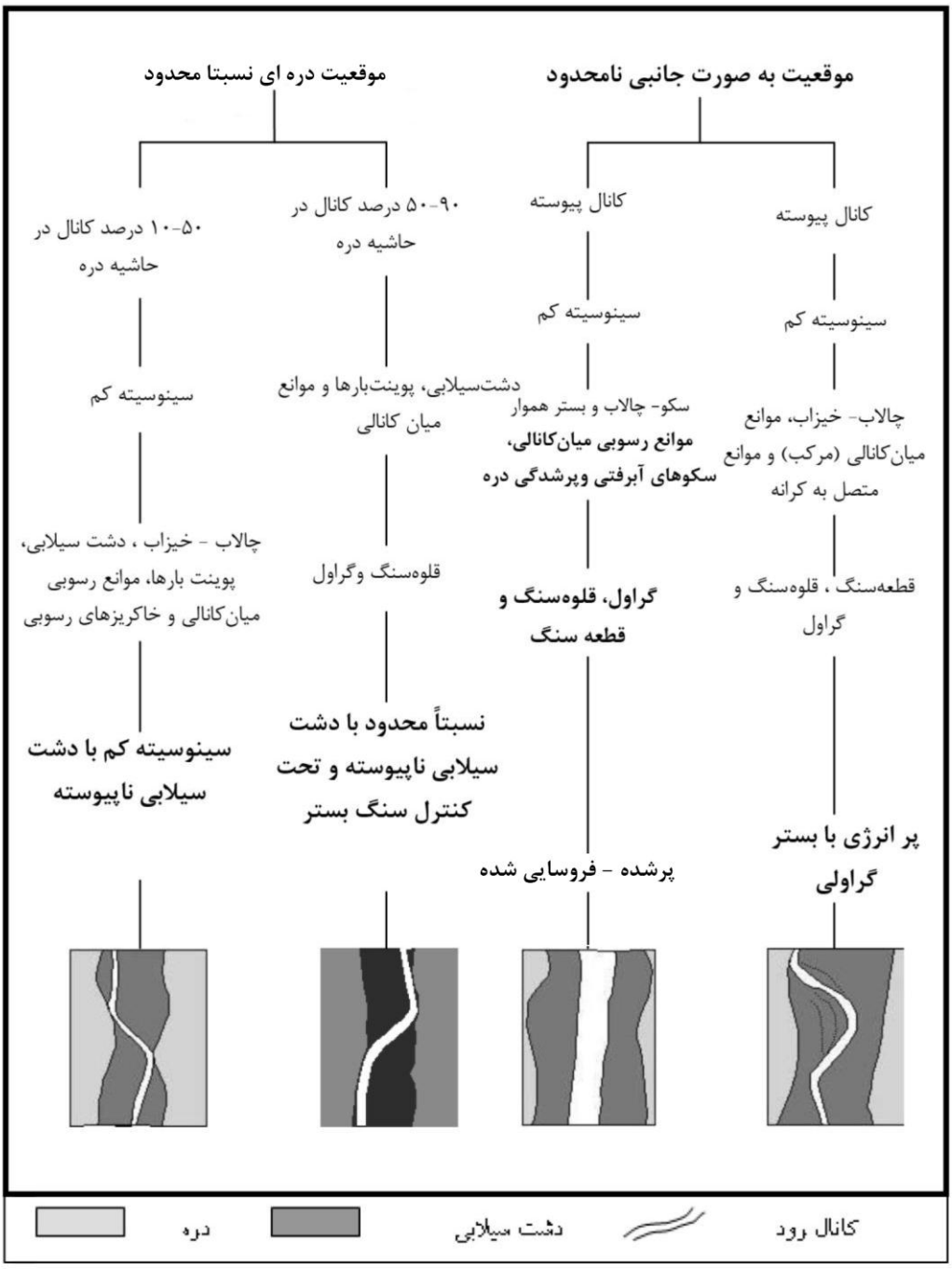
استیل رود را در حوضه آبریز لاویج رود نشان می‌دهد. به طور کلی در حوضه لاویج رود به جز سرآبهای پرشیب که رودهای با رتبه یک و یا دو را شامل می‌شوند و در موقعیت دره‌ای محدود قرار دارند، از رودهای با رتبه بالاتر حدود ۵۱ درصد استیل‌های رود در موقعیت دره‌ای محدود، ۲۷ درصد از بازه‌های حوضه در موقعیت دره‌ای نسبتاً محدود و ۲۲ درصد استیل‌های رود در موقعیت دره‌ای که به صورت جانبی نامحدود بوده یا موقعیت آبرفتی دارند، قرار گرفته‌اند (شکل۵).

جدول ۳: ویژگی‌های واحد چشم‌انداز در حوضه آبریز لاویج رود

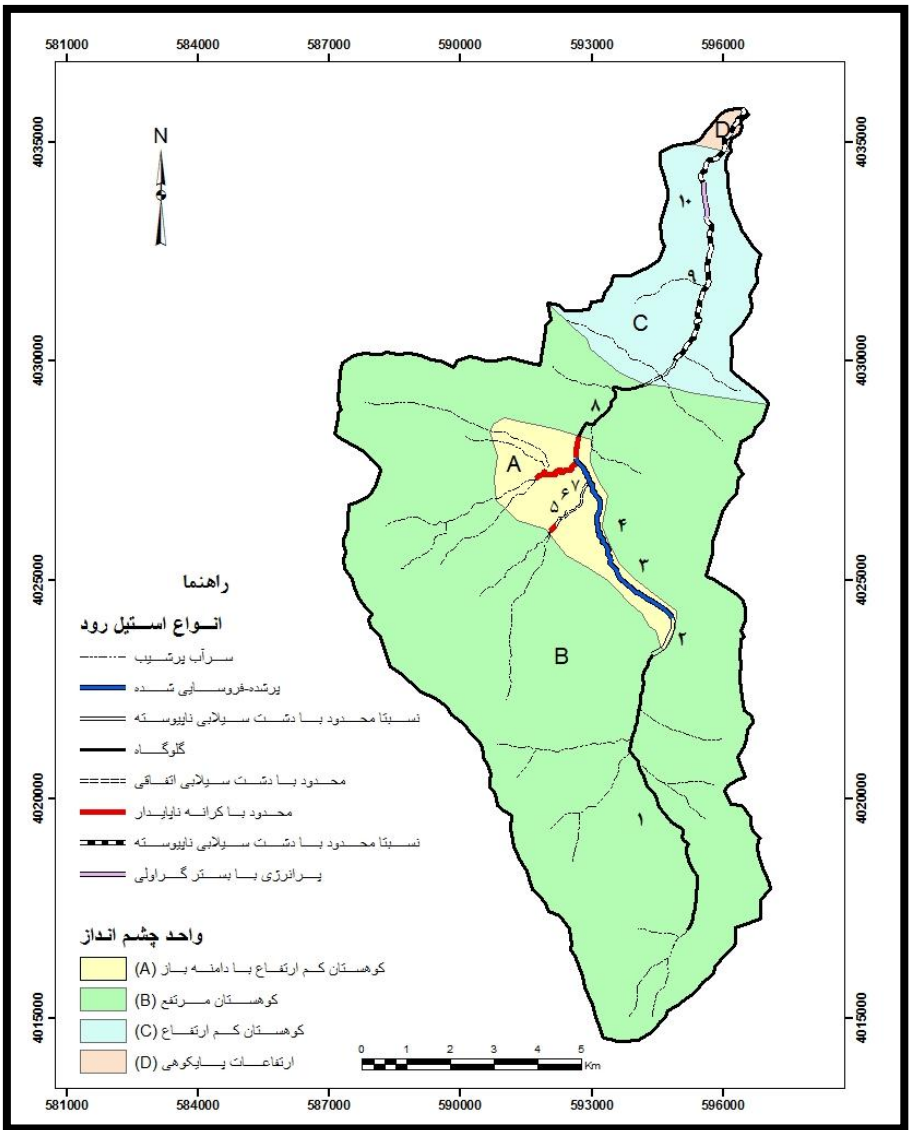
پارامتر / واحد چشم‌انداز	ارتفاعات پایکوهی	کوهستان کم‌ارتفاع	کوهستان کم‌ارتفاع با دامنه باز	کوهستان مرتفع
موقعیت چشم‌انداز	در نزدیکی خروجی رود از کوهستان	بین واحد پایکوهی و کوهستان مرتفع	در میان کوهستان مرتفع	قسمت عمده جنوب و مرکز حوضه
لیتولوژی	کنگلومرا	آهک و مارن	شیل و ماسه‌سنگ	دولومیت ، ماسه‌سنگ و شیل
ناهمواری	کمتر از ۳۰۰ متر	۹۰۰-۳۰۰ متر	۹۰۰-۳۰۰	بیش از ۹۰۰ متر
ارتفاع از سطح دریا (متر)	۳۰۰>	۱۰۰۰-۳۰۰	۹۰۰-۵۵۰	بیش از ۵۰۰ متر تا حداکثر ۳۴۰۰ متر
شیب طولی دره	٪ ۲/۷	٪ ۳/۳	٪ ۶/۶	بیش از ۱۰ ٪
پهنای دره	کمتر از ۲۰۰ متر	کمتر از ۱۵۰ متر	کمتر از ۱۰۰ متر	۵۰-۱۰ متر
شیب دامنه‌ها	کمتر از ۲۰ درصد	۴۵-۲۰ درصد	۴۵-۲۰ درصد	بیش از ۴۵ درصد



شکل ۳: استیل‌های رود حوضه لاویج رود در موقعیت دره‌ای محدود



شکل ۴: استیل‌های رود حوضه لاویج رود در موقعیت دره‌ای نسبتاً محدود و به صورت جانبی نامحدود



شکل ۵: واحدهای چشم‌انداز و انواع استیل رود در حوضه آبریز لاویج رود، شماره‌های داخل نقشه محل مقاطع روش روزگن را نشان می‌دهد.

جدول ۴ : خلاصه‌ای از ویژگی‌ها و رفتار استیل‌های رود در حوضه آبریز لاویج رود

نام استیل رود	ویژگی رود			رفتار رود
	پلانفرم کانال	واحدهای ژئومورفیک	بافت مواد بستر	
سرآب پرشیب	تک کانالی، مستقیم،	سکو- چالاب، آبشار، تندآب،	سنگ بستر، رسوبات قطعه سنگی و قلوه سنگی	به علت شیب زیاد قدرت رود در جریانهای سیلابی، زیاد بوده و باعث تخلیه بیشتر رسوبات از بستر رود می‌گردد. بستر رود عمدتاً تحت کنترل سنگ بستر بوده و سکوهای سنگ بستری و واریزه‌های چوبی بزرگ باعث کاهش انرژی در حالت کم آبی می‌شوند.
	تک کانالی،	بدون دشت سیلابی ،	قطعه سنگ و	رودخانه عمدتا بوسیله سنگ بستر کنترل می‌شود و به

گلوگاه	مستقیم، کانال بسیار پایدار	سکوهای سنگ بستری و قطعه سنگی، چالابها و کاسکادها	قلوه سنگ	علت شیب زیاد کانال رود، قدرت رود در این بازه‌ها افزایش یافته وبیشتر رسوبات طی جریانهای سیلابی به سرعت تخلیه می‌شوند. کانال در موقعیت محدود دره توان تعدیل عمودی و جانبی را ندارد.
رود محدود با کرانه ناپایدار(لغزشی)	تک کانالی، مستقیم	سکو- چالاب و بستر هموار	از گراول تا قطعه سنگ	کرانه این رودها از سنگ بستر سست و هوازده تشکیل شده و در طی دوره‌های پرآبی، حجم زیادی از رسوبات کرانه وارد رود شده و توسط رود حمل می‌شوند. اگرچه کرانه ناپایدار است عرض دره گسترش نیافته و پاشنه لغزش در حاشیه کانال قرار دارد.
محدود با دشت سیلابی اتفاقی و کوچک	تک کانال	دشت سیلابی اتفاقی وکوچک، خاکریزهای رسوبی، سکو- چالاب و موانع قطعه سنگی	ازگراول تا قطعه سنگ‌های بسیار بزرگ متغیر	این استیل رود در سنگ بستر سست و هوازده کرانه ناپایدار داشته و درطی جریانهای سیلابی رسوبات زیادی واردکانال می‌شوند که به علت توانش ناکافی رود، این رسوبات انباشته شده و باعث تغییرمسیرکانال رود وایجاد دشت سیلابی کوچک و اتفاقی شده است.
نسبتاً محدود با دشت سیلابی ناپیوسته و تحت کنترل سنگ بستر	تک کانالی، پایداری کانال متوسط	دشت سیلابی ناپیوسته، موانع میان کانالی، چالاب	سنگ بستر، گراولی	در این کانال‌های یک طرف کرانه آبرفتی و طرف دیگر از رسوبات کوهرفتی پوشیده شده است از این رو از هردو کرانه رسوب وارد کانال می‌شود. دراین کانال کنترل سنگ بستر در بستر اعمال می‌شود . بستر رود از رسوبات گراولی کم ضخامت تشکیل شده است.
نسبتاً محدود با سینوسیته کم و دشت سیلابی ناپیوسته	تک کانالی، به صورت محلی توسط جزایر تقسیم می‌گردد.	چالاب- خیزاب ، سکوهای LWD ، موانع طولی و جانبی، سکوهای آبرفتی، خاکریزهای رسوبی دشت سیلابی، کانال‌های سیلابی	غالب گراولی اما تا اندازه قطعه‌سنگ‌های درشت هم در بستر وجود دارد	در این کانال‌ها فرسایش و حمل رسوب در کرانه مقعر کانال صورت گرفته و در کرانه‌های محدب انباشت رسوب رخ می‌دهد. طی جریانهای سیلابی موانع رسوبی درون کانال تغییرشکل داده یا جابجا می‌شوند. بیشتر تعدیل های رود درطی جریانهای سیلابی در کرانه متصل به دشت سیلابی می‌باشد.
پرشده – فروسایی شده	تک کانالی به صورت محلی توسط موانع طولی تقسیم می‌گردد	سکو، چالاب، بستر هموار، موانع طولی و جانبی (مرکب) ، سکوهای آبرفتی، دشت سیلابی، کانال فروسایی شده و تراس آبرفتی	گراولی، قطعه سنگ‌های بسیار درشت هم وجود دارد	این رود در کانال فروسایی شده جریان دارد و به علت محدودیت ایجادشده درکانال و شیب زیاد بستر کانال، طی جریانهای سیلابی قدرت زیاد می‌باشد. توان تعدیل جانبی و عمودی این رود به علت وجود رسوبات منفصل آبرفتی زیاد است و حجم زیادی از رسوبات انباشته شده در دشت سیلابی می‌توانند در طی جریانهای سیلابی رها شده و وارد کانال شوند. در طی جریانهای سیلابی هم به علت تغییر مسیر تالوگ تغییر شکل و جابجایی موانع رسوبی رخ می‌دهد.
پرانرژی با بستر گراولی	تک کانالی به صورت محلی توسط جزایر و موانع طولی تقسیم می‌گردد.	چالاب- خیزاب، بستر هموار، موانع طولی و جانبی (مرکب)، سکوهای آبرفتی، دشت سیلابی، کانال‌های متروک	گراولی تا قطعه سنگ‌های درشت، به صورت محلی رخنمون سنگ بستر هم وجود دارد.	این‌کانال‌هم به‌علت وجودکرانه‌های‌آبرفتی‌درطی جریانهای سیلابی دچار فرسایش می‌شوند، با وجود پوشش‌گیاهی‌درختی‌درحاشیه‌رودتاحدودی مقاومت کرانه رود افزایش یافته است. در جریانهای متوسط و بالا موانع رسوبی غرق می‌شوند و موقعیت تالوگ تغییر می‌کند. در این حالت موانع رسوبی بریده شده و تغییر شکل داده یا جابجا می‌شوند.

عوامل کنترل‌کننده ویژگی‌ها و رفتار رود سبب می‌شوند که در کانال‌های رودخانه‌ای، ترکیب‌های مختلفی از فرایندهای تعدیل جانبی و عمودی و مجموعه واحدهای ژئومورفیک درون کانال به وجود آید که تعیین کننده شکل کانال است. فرایندهای تعدیل انواع استیل رود در حوضه لاویج رود در جدول ۵ مشخص شده‌اند.

جدول ۵ : فرایندهای تعدیل انواع استیل رود در حوضه لاویج رود

نام استیل رود	تعدیل عمودی	تعدیل جانبی
سرآب پرشیب	ناچیز	ناچیز
گلوگاه	ناچیز	ناچیز
رود محدود با کرانه ناپایدار(لغزشی)	ناچیز	ناچیز
محدود با دشت سیلابی اتفاقی و کوچک	بالاآمدن و فروسایی بستر	پهن شدگی و تنگ شدگی کانال، میانبری موانع
نسبتاً محدود با دشت سیلابی ناپیوسته و تحت کنترل سنگ بستر	بالا آمدن بستر	پهن شدگی کانال
نسبتاً محدود با سینوسیته کم و دشت سیلابی ناپیوسته	بالاآمدن بستر و فروسایی	پهن شدگی و تنگ شدگی کانال
پرشده – فروسایی شده	بالاآمدن بستر و فروسایی آن	پهن شدگی و تنگ شدگی کانال
پرانرژی با بستر گراولی	بالاآمدن بستر و فروسایی آن	پهن شدگی و تنگ شدگی کانال

انواع رود روزگن: مقاطع مختلف برداشت شده از رودخانه لاویج (شکل ۵) و انطباق آن با روش روزگن نشان می‌دهد که بیشتر مقاطع به طور کامل با انواع رود منطبق نیستند (جدول ۶).

جدول ۶ : طبقه‌بندی کانال براساس روش روزگن

شماره مقطع	نسبت فرکندگی	نسبت عرض به عمق	سینوسیته	شیب	مواد بستر	نوع کانال
۱	۱/۱	۱۰	<۱/۲	۰/۱۲	قلوه سنگی	$A3a^{+}$
۲	۲/۶	۲۹	<۱/۲	**۰/۰۸**	گراول	C^{*}
۳	۱/۲	۲۶	**<۱/۲**	**۰/۰۶**	گراول	F^{*}
۴	۳/۱	۲۶	**<۱/۲**	**۰/۰۶**	گراول	C^{*}
۵	۱/۱۷	۸/۳	<۱/۲	۰/۰۵	گراول	$A4a^{+}$
۶	۴	۱۰	**<۱/۲**	**۰/۰۵**	گراول	E^{*}
۷	۱/۱۷	۳۲	**<۱/۲**	**۰/۰۵**	گراول	F^{*}
۸	۱/۲	۲۰	<۱/۲	۰/۰۴	گراول	F4b
۹	۲/۷	۲۱/۲	<۱/۲	۰/۰۳	گراول	C4b
۱۰	۱۰	۸	**<۱/۲**	۰/۰۳	گراول	E^{*}

* مواردی که با ستاره مشخص شده‌اند حداقل در یک پارامتر مانند سینوسیته یا شیب با روش روزگن انطباق ندارند. که مقادیر آنها در جدول پررنگ شده است.

این عدم تطبیق ناشی از متغیرهای سینوسیته و شیب است. مقاطع ۲، ۳ و ۴ در دره‌ای قرار گرفته‌اند که تحت تأثیر گسل لاویج قرار داشته و دره از رسوبات پر شده و سپس حفر رود موجب فروسایی شده است. در این محدوده سینوسیته کم بوده و به علت قرارگیری در کوهستان شیب رود زیاد است. مقاطع ۶ و ۷ در یک زیرحوضه قرار گرفته‌اند که به علت شکل حوضه و شیب زیاد بسیار سیل‌خیز بوده و مقاطع عرضی آنها نامنظم می‌باشد. مقطع ۱۰ در دره نسبتاً محدود قرار گرفته و به علت قرارگیری در مجاورت دره نسبت سینوسیته آن کم است اما به صورت یک طرفه دارای دشت سیلابی است.

نتیجه‌گیری

در مقاله حاضر به علت گسترده بودن روشهای طبقه‌بندی روزگن و استیل رود فقط سطوح اولیه این روشها مورد بررسی قرار گرفتند. استفاده از روش روزگن نسبتاً ساده است و نیاز به تخصص ژئومورفولوژی ندارد، بدین معنی که سایر علومی که نیاز به مطالعات ژئومورفولوژی رودخانه‌ای دارند به راحتی آن را به کار خواهند برد. اما نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که وضعیت تکتونیکی و اقلیمی منطقه بر طبقه‌بندی تأثیر می‌گذارد به طوری که نیمی از مقاطع مورد مطالعه در هیچ گروهی از طبقه‌بندی انواع رود روزگن قرار نگرفتند. از این رو روش مذکور در منطقه مورد مطالعه کارآیی لازم را ندارد و قادر به تحلیل فرایندهای رودخانه‌ای نخواهد بود. در مورد عدم کارآیی این روش، سیمون و همکاران (۲۰۰۷) با توجه به مشکلات شناسایی تراز لبالبی رود خصوصاً در کانال‌های فروسایی شده و رسوبات بستر وکرانه، استفاده از این روش را برای پیش بینی رفتار رود مورد انتقاد قرار دادند و به کارگیری آن را برای پروژه‌های طراحی در سیستم‌های رودخانه‌ای ناپایدار مناسب ندانستند. هم‌چنین، میلر و ریتر (۱۹۹۵) با دلایل مختلف استفاده از روش روزگن را برای اهداف مدیریتی رد نمودند. روش استیل رود، اشکال ژئومورفیک، فرایندهای تشکیل‌دهنده و حتی تکامل رود را مورد توجه قرار داده و خصوصاً در مراحل بالاتر به کارگیری آن نیاز به تخصص و تجربه در ژئومورفولوژی رودخانه‌ای دارد. همان‌طور که بریرلی و فریرس (۲۰۰۵) بدان اشاره کرده‌اند این روش به صورت باز بوده و برای سایر مناطق نیز قابل استفاده است. ماهیت توصیفی – فرایندی این روش و توجه به سلسله مراتب سیستم رودخانه‌ای درک ژئومورفولوژیکی مناسبی را فراهم می‌آورد. استفاده از این روش در حوضه لاویج نتیجه مناسبی را ارائه نموده است، اگرچه اندازه‌گیری های دقیق و جزیی فرایندها بسیار وقت‌گیر و دشوار خواهد بود. به‌کارگیری این روش در سایر مناطق اقلیمی خصوصاً مناطق خشک پیشنهاد می‌شود تا کارآیی آن مورد ارزیابی قرارگیرد. خصوصاً اینکه روش مذکور ماهیت بیوفیزیکی داشته و حتی برای رودخانه‌های تغییریافته بوسیله انسان نیز کاربرد دارد.

منابع

-اسماعیلی، ر.، حسین زاده، م.م. و متولی، ص.، ۱۳۹۰. تکنیک‌های میدانی در ژئومورفولوژی رودخانه‌ای، انتشارات لاهوت، ۲۰۹ ص.

-حسین‌زاده، م.م.، اسماعیلی، ر. و متولی، ص.، ۱۳۸۴. بررسی کارایی مدل روزگن در طبقه‌بندی رودها: مطالعه موردی رودخانه‌های بابل و تالار در محدوده جلگه ساحلی، مجله سرزمین، شماره ۵، ص ۵۱-۶۴.

-خطیبی، س.، مهدیزاده محلی، س.س.، مهدی‌نژاد نادری، م. و خانجانی، ج.، ۱۳۸۸. ارزیابی سطوح مختلف طبقه‌بندی رودخانه‌ها و کاربرد آنها برای رودخانه سفیدرود، هشتمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز.

-روستایی، ش.، خورشیددوست، م.ع. و خالقی، س.، ۱۳۹۲. ارزیابی مورفولوژی مجرای رودخانهٔ لیقوان با روش طبقه‌بندی راسگن، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، شماره ۴، ص ۱-۱۶.

-طالبی، ل. و بایزیدی، ش.،۱۳۸۷. بررسی تغییرات مورفولوژیکی رودخانه با استفاده از طبقه-بندی روزگن، مطالعه موردی: رودخانه سبزکو، هفتمین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور).

-وزارت نیرو.، ۱۳۹۱. راهنمای مطالعات ریخت-شناسی رودخانه‌ها، نشریه ۵۹۲، ص ۱۶۶.

-Brierley, G.L., 1996. Channel morphology and element assemblages: A constructivist approach to facies modeling. In: Carling, P. and Dawson, M. (eds.) advances in fluvial dynamics and stratigraphy, Wiley Interscience, Chichester, p. 263-298.

-Brierley, G.L. and Fryirs, K., 2000. River Styles, a geomorphic approach to catchment characterization: implication for river rehabilitation in Bega catchment, New South Wales, Australia, Environmental Management, v. 25(6), p. 661-679.

-Brierley, G.L. and Fryirs, K., 2005. Geomorphology and River Management: Application of the River Style framework. Blackwell publishing, UK. 398 p.

-Brierley, G.L., Fryirs, K., Outhet, D. and Massey, C., 2002. Application of the river Style framework in the catchment, New South Wales, Australia, Applied Geography, v. 22, p. 91-122.

-Buffington, J.M. and Montgomery, D.R., 2013. Geomorphic Classification of Rivers, Treatise on Geomorphology, v.9, p.730-767.

-Brierley, G.L., Fryirs, K., Cook, N., Outhet, D., Raine, A., Parsons, L. and Healey, M., 2011. Geomorphology in action: Linking policy with on-the-ground actions through applications of the River Styles framework, Applied Geography, v. 31, p.1132-1143.

-Kondolf, G.M., Montgomery, D.R., Piegay, H. and Schmitt, L., 2003. Geomorphic classification of rivers and streams. In: Kondolf GM, Piegay H, eds. Tools in Fluvial Geomorphology, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons; p. 171–204.

-Melles, S.J., Jones, N.E. and Schmidt, B., 2012. Review of theoretical developments in stream ecology and their influence on stream classification and conservation planning, Freshw Biol, v. 57, p.415–434.

-Miller, J.R. and Ritter, J.B., 1995. An examination of the Rosgen classification of natural rivers, Catena, v. 27, p. 295-299.

-Muller, P.O., 1993. Physical geography of the world environment, Jhon Wiely & Sons Ltd. USA.

-Rosgen, D.L., 1994. A classification of natural rivers, Catena, v. 22, p. 169–199.

-Outhet, D. and Young, C., 2007. Assembly of geomorphic targets for stream rehabilitation-summary of a manual template, Proceedings of the 5th Australian Stream Management Conference. Australian rivers: making a difference, Charles Sturt University, Thurgoona, New South Wales, p. 288-293.

-Saynor, M.J. and Erskine, W.D., 2013. Classification of river reaches on the little disturbed East Alligator River, Northern Australia, International Journal of Geosciences, v. 4, p. 53-65.

-Tadaki, M., Brierley, G. and Cullum, C., 2014. River classification: theory, practice, politics, WIREs Water, v.1, p.349–367.