

## طبقه‌بندی ژئومورفولوژیک رودخانه‌ها در حوضه‌های کوهستانی (مطالعه موردی: رودخانه خرم‌آباد)

سیاوش شایان\* - دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت مدرس.  
هدیه دهستانی - دکتری ژئومورفولوژی و مدیریت محیطی دانشگاه تربیت مدرس.  
محمد مهدی حسین زاده - دانشیار ژئومورفولوژی گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه شهید بهشتی.

پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۱۱/۲۴      تأیید نهایی: ۱۳۹۶/۰۵/۱۱

### چکیده

کشور ایران با استقرار در منطقه خشک و نیمه خشک همواره از نظر کمی و کیفی با مشکل کمبود منابع آب رو به رو است. بر همین اساس نیاز به تدابیر مدیریتی برای این منابع محدود احساس می‌شود. از جمله روش‌های مدیریتی مدیریت منابع آب و انتقال این دانش جهت استفاده کاربران طبقه‌بندی رودخانه‌ها است. رودخانه خرم‌آباد یکی از مهمترین رودخانه‌ها و منابع آبی در غرب کشور ایران در یک حوضه کوهستانی قرار گرفته است. این رودخانه به عنوان یکی از شریان‌های حیاتی شهرستان خرم‌آباد به شمار می‌رود. لذا در مباحث مدیریت منابع آب به این رودخانه توجه ویژه‌ای شده است و پژوهشهایی صورت گرفته است اما با دیدگاه مدیریت محیطی و با بهره‌گیری از دانش ژئومورفولوژی نبوده‌اند. یکی از ابزارهای مهم مدیریت منابع آب این منطقه طبقه‌بندی ژئومورفولوژیک رودخانه‌ها است. به همین جهت در این پژوهش بر اساس سه فاکتور چشم‌انداز، الگوی رودخانه و محدودیت بستر رودخانه خرم‌آباد و با بهره‌گیری از مشاهدات میدانی، تصحیح هندسی و موزاییک نمودن تصاویر ماهواره‌ای P5 مربوط به حوضه رودخانه خرم‌آباد، تهیه مدل ارتفاع رقومی و روش خوشه‌بندی در نرم افزار SPSS الگویی برای طبقه‌بندی این رود و رودهای مشابه در سایر مناطق جغرافیایی کوهستانی تهیه و ارائه شد. بر اساس این الگو رودخانه خرم‌آباد به چهار طبقه تقسیم شد. در این طبقه‌بندی از بخش‌های نه گانه رودخانه، بخش‌های ۴، ۵، ۶ و ۷ در طبقه اول، بخش‌های ۸ و ۹ در طبقه دوم، بخش ۳ در طبقه سوم و بخش ۱ در طبقه چهارم قرار گرفتند. فاکتور اصلی تفکیک این بخش‌ها در طبقه‌بندی‌ها، فاکتور چشم‌انداز بود. هر چند که در بخش سوم (طبقه سوم) فاکتور شریانی بودن رودخانه، عامل تفکیک بوده است. این طبقه‌بندی از رودخانه مورد مطالعه می‌تواند به کاربران و برنامه‌ریزان منابع آب کمک کند تا با صرف هزینه و زمان کمتر و دقت بیشتر، رودخانه‌ها را دسته‌بندی و برای امور مدیریتی از آن بهره‌گیرند.

واژگان کلیدی: طبقه‌بندی رودخانه‌ای، ژئومورفولوژی رودخانه‌ای، مدیریت محیطی، رودخانه خرم‌آباد.

## مقدمه

پاسخ رود به دخالت‌های انسانی در جاهای مختلف کره زمین به شکل چشم‌گیری متفاوت و تحت‌تأثیر عواملی چون جایگاه محیطی، فشار جمعیتی (امروز و گذشته) و سطح توسعه اقتصادی - صنعتی است. شکل‌های دخالت انسان نیز از نظر پراکندگی فضایی - زمانی گسترده، شدت و تکرار آنها هم بسیار متنوع است (فریزر و بریرلی<sup>۱</sup>، ۲۰۱۱). استفاده مستمر از رودها منجر به زنگ خطر قابل توجهی برای سلامت رودخانه‌ها شده است، پایداری یک رودخانه به عنوان توانایی یک رودخانه و اکوسیستم مرتبط با آن برای انجام عملکردهای طبیعی خود تعریف شده است (فریزر و بریرلی، ۲۰۰۶). از جمله روش‌های ساده و کاربردی برای انجام و انتقال دانش و مدیریت طبقه‌بندی است. طبقه‌بندی از ضرورت‌های اولیه زندگی بوده و انسان همواره جهت بازیابی اطلاعات ناگزیر از به کارگیری نوعی طبقه‌بندی است. بنابراین هدف از طبقه‌بندی این است که بتوان آنچه را آموخته ایم چه از طریق تجربه شخصی و چه تعلیم گرفتن از دیگران به کار بندیم. برنامه‌های مدیریت رودخانه و کار با فرایندهای طبیعی احتمالاً بیشترین تأثیر را در شرایط محیط زیستی، اجتماعی و اقتصادی خواهد داشت. در دهه‌های اخیر تلاش برای پاسخگویی به این چالش‌ها، برنامه‌های راهبردی و چند منظوره مدیریت رودخانه در مقیاس حوضه‌آبریز را به وجود آورده است (فریزر و بریرلی، ۲۰۰۵). برنامه‌ریزی منابع آب برای فائق آمدن بر کاستی یا فزونی آب بایستی منطقی‌ترین و بهترین امکانات برای برآوردن نیاز به آب را توسعه بخشد و از هر فرصتی برای توسعه، نگهداری و بهبود آن بهره‌برداری کند (گودمن<sup>۲</sup>، ۱۳۷۰).

در منطقه مورد مطالعه به دلیل اهمیت رودخانه خرم آباد (خرم رود) و حوضه آن برای ادامه حیات ساکنان شهر خرم‌آباد به واسطه عبور طولی آن از میان شهر و ارتباط مستقیم آن با معیشت و زندگی مردم شهر و روستاهای اطراف آن و این که رود مورد نظر از سرشاخه‌های اصلی کرخه است، پژوهش‌های فراوانی انجام گرفته است. از جمله این مطالعات می‌توان به "طرح آثار برداشت مصالح رودخانه‌ای بر رژیم‌های جریان و ارائه مدل بهینه" (شرکت آب منطقه‌ای لرستان، ۱۳۸۶) و "طرح تعیین حریم و ساماندهی رودخانه خرم‌آباد" (شرکت مهندسی مشاور آسار آب، ۱۳۹۰) اشاره کرد. پژوهش‌های مذکور بیشتر از جنبه‌های فیزیکی انجام گرفته‌اند. با توجه به اینکه خرم‌رود با موقعیت خاص خود مدیریتی صحیح را می‌طلبد می‌توان چنین بیان نمود که پژوهش‌های انجام شده، راهکارهای مدیریتی برای رودخانه مورد مطالعه ارائه نکرده‌اند در صورتی که این رودخانه به علت اهمیت خاص خود می‌بایست دارای یک برنامه مدیریتی مناسب باشد، همچنین تاکنون این رودخانه بر پایه مشخصه‌های ژئومورفیک با هدف مدیریتی طبقه‌بندی نشده است.

با توجه به وقوع سیلاب‌های متعدد طی چند سال اخیر که در شهر خرم‌آباد خسارات جانی و مالی فراوانی (در محدوده شهر و بیرون از شهر) برجای گذاشته‌اند و همچنین اهمیتی که این رودخانه و سایر رودخانه‌های واقع در مناطق کوهستانی کشور در تأمین منابع آبی دارند، در راستای مدیریت رودخانه‌ها، می‌توان برنامه‌ای متناسب با هر حوضه ارائه کرد. بنابراین در این پژوهش سعی شده تا با شناسایی فاکتورهای مؤثر در طبقه‌بندی رودخانه‌ها و نقش هر یک از عوامل به تبیین و ارائه الگویی برای طبقه‌بندی راهبردی ژئومورفولوژیک از رودهای حوضه‌های کوهستانی و رود مورد مطالعه در راستای مدیریت محیطی پرداخته شود، تا با استفاده از این الگوی طبقه‌بندی ژئومورفولوژیک بتوان طبقات مختلف رودخانه را مشخص نمود تا بتوان در آینده راهکارهای مناسب هر طبقه از رودخانه را ارائه نمود و با توجه به آن مدیریت صحیحی در حوضه مورد مطالعه و حوضه‌های کوهستانی انجام گیرد.

## ادبیات تحقیق

<sup>۱</sup> . Fryirs and Brierly

<sup>۲</sup> . Goodman

مطالعه و طبقه‌بندی رودخانه‌ها دارای سابقه طولانی است و اولین طبقه‌بندی رودخانه‌ها توسط دیویس در سال ۱۸۹۹ انجام شد. وی رودخانه‌ها را بر پایه پارادایم سیکل فرسایشی خود به سه دسته جوان، بالغ و پیر تقسیم کرد (چورلی و بکینسل، ۱۹۷۳). در ادامه طبقه‌بندی‌های دیگری توسط لئوپولد و ولمن (۱۹۵۷) انجام شد در این تقسیم‌بندی که براساس شیب، دبی رود و الگوی رود انجام شد. رودخانه‌ها به سه دسته مستقیم، پیچانرودی و شریانی تقسیم شدند. شوم (۱۹۶۳) نیز در طبقه‌بندی خود براساس پایداری و انتقال رسوب، رودخانه‌ها را به دو دسته رسوبگذار و فرسایشی تقسیم نمود. کالرتسون و همکاران (۱۹۶۷) طبقه‌بندی بر مبنای اندازه رسوبات، پوشش گیاهی، الگوی رودخانه، سینوزیته، خمیدگی پیچانرود، ارتفاع کناره‌های کانال، انواع سیلابدشت را ارائه کرد. خان (۱۹۷۱) طبقه‌بندی را برای رودخانه‌های با بستر ماسه‌ای بر اساس شیب، سینوزیته و الگوی جریان ارائه کرد. چرچ و رود (۱۹۸۳) تقسیم‌بندی از رودخانه‌های آبرفتی بر مبنای خصوصیات ژئومورفولوژیک انجام دادند (موسوی<sup>۱</sup>، ۲۰۱۲). روزگن<sup>۲</sup> (۱۹۹۴) طبقه‌بندی ژئومورفولوژیک رودخانه‌ها را بر حسب فرایندهای رودخانه‌ای، در چهار سطح برای رودخانه مختلف انجام داد. بریرلی و فریرس (۲۰۰۲) رودخانه‌ها را به صورت سلسه مراتبی و از مقیاس‌های بزرگ تا کوچک مورد توجه قرار دادند. کاستیج (۲۰۰۵) و گارد (۲۰۰۵) نیز رده‌بندی از رودخانه‌ها ارائه دادند اما این طبقه‌بندی‌ها تنها به شکل توصیفی از رودخانه‌ها بوده و بدون توجه به ویژگی‌های کمی، رودخانه‌ها را تفکیک کردند. دانپورت و همکاران (۲۰۰۴) بر اساس دو فاکتور اصلی بررسی رودخانه شهری (URS)<sup>۳</sup> و بررسی مکان رودخانه (RHS)<sup>۴</sup> به طبقه‌بندی رودخانه‌های شهری در انگلستان پرداختند. همچنین سیمین استد (۲۰۰۵) در طبقه‌بندی خود از رودخانه کلمبیا، به بررسی مفهوم و کاربرد طبقه‌بندی اکوسیستم رودخانه کلمبیا پرداخت و اکوسیستم را مبنای اصلی در طبقه‌بندی خود قرار داد. فریر و گری (۲۰۱۳) رودخانه‌ها را از نظر انواع مجراها طبقه‌بندی کردند و در این کار به سایر خصوصیات رودخانه چندان توجهی نداشتند. مونتگمری و بافینگتون (۱۹۹۷، ۱۹۹۸، ۲۰۱۳) طبقه‌بندی از مورفولوژی مجرا-بازه در حوضه‌های کوهستانی و طبقه‌بندی مورفولوژی رودخانه را ارائه کردند. در طبقه‌بندی مورفولوژیک بازه مجرای رودخانه در حوضه‌های کوهستانی، مورفولوژی رود به هفت نوع بازه متفاوت تقسیم گردید: کوهرفی، سنگ بستری و پنج نوع مجرای آبرفتی (خیزیابی، مانداب پله‌ای، بستر مسطح، تنداب، ماندابی و چین و شکن‌های ماسه‌ای). رینالدی و همکاران (۲۰۱۲، ۲۰۱۳) روشی برای ارزیابی، تجزیه و تحلیل و پایش هیدروژئومورفولوژی در جهت مدیریت رودخانه‌ها ارائه کردند. رینالدی روش کار خود را در چهار فاز در چندین رودخانه در ایتالیا ارائه کرد.

در ایران نیز تحقیقاتی در مورد ساماندهی یا طبقه‌بندی رودخانه‌ها صورت گرفته که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: تلوری (۱۳۸۳) کتابی با عنوان اصول مقدماتی مهندسی و ساماندهی رودخانه ارائه کرد. پژوهش آصف‌پور (۱۳۸۵) بر روی رودخانه دز و کارون با استفاده از مدل روزگن، طالبی و بایزیدی (۱۳۸۷) بررسی رودخانه سبزکوه با توجه به روش روزگن (به نقل از لایقی، ۱۳۹۳)، تألیف کتاب توسط مقیمی (۱۳۸۸) تحت عنوان "کوژئومورفولوژی و حقوق رودخانه"، پژوهش اسماعیلی و همکاران (۱۳۸۹) با عنوان طبقه‌بندی رود با استفاده از روش استیل رود حوضه‌آبریز لایویج رود، تهیه راهنمای مطالعه ریخت‌شناسی رودخانه‌ها توسط دفتر مطالعاتی وزارت نیرو (۱۳۹۱)، مطالعه حافظی مقدسی (۲۰۱۳، ۱۳۹۱) بر روی رودخانه سیستان و پژوهش اسماعیلی و ولی‌خانی (۱۳۹۳) با عنوان "ارزیابی و تحلیل شرایط هیدروژئومورفولوژیک رودخانه لایویج با استفاده از شاخص کیفیت ژئومورفولوژیک بر اساس شاخص کیفیت ژئومورفولوژیکی رود (MQI)<sup>۵</sup>"

<sup>۱</sup> . Mosavi

<sup>۲</sup> . Rozgen

<sup>۳</sup>Urban River Survey

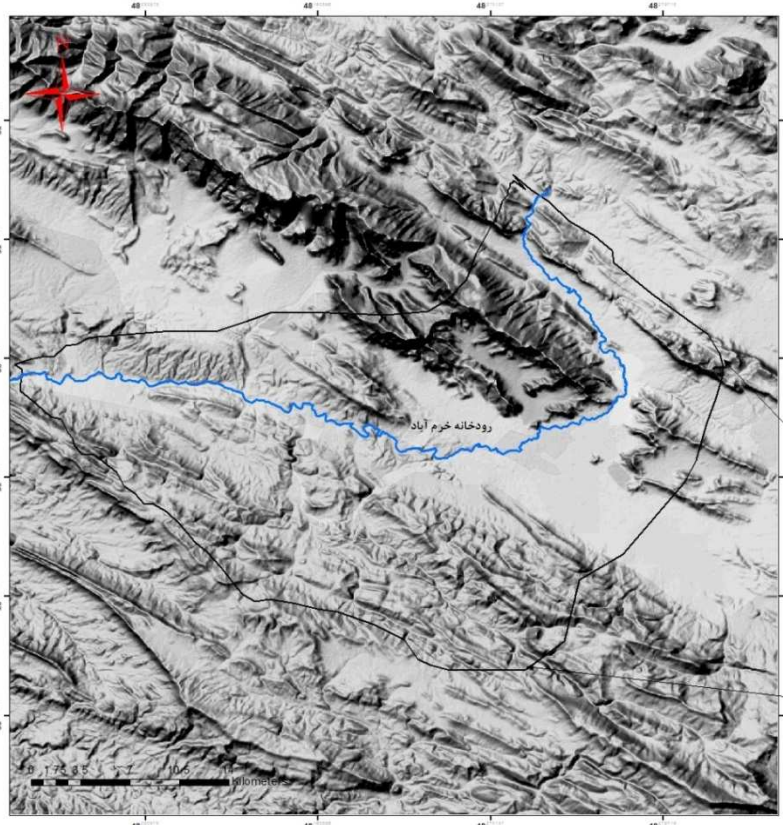
<sup>۴</sup> River Habitat Survey

<sup>۵</sup>Morphological Quality Index

نیز از جمله پژوهش‌های از این دست هستند. تمام این پژوهش‌ها مدل جدیدی را ارائه ننموده و صرفاً مدل‌های ارائه شده توسط دیگران را در محدوده‌های مطالعاتی خود اجرا و یا ارزیابی نموده‌اند.

### محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه در استان لرستان در جنوب غربی ایران در شهرستان خرم‌آباد با موقعیت جغرافیایی  $۳۳^{\circ}۶۵'$  و  $۴۸^{\circ}۲۹'$  تا  $۳۳^{\circ}۶۹'$  و  $۴۷^{\circ}۹۶'$  واقع شده است. رودخانه خرم‌آباد یا خرم رود در این پژوهش از سراب رباط شروع و بعد از عبور از شهر خرم‌آباد تا روستای چم‌باغ و تا محل تلاقی رودخانه خرم‌آباد و کشکان ادامه دارد. طول تقریبی رودخانه مورد مطالعه ۶۴ کیلومتر است. لازم به ذکر است که چندین شاخه فرعی به این رودخانه می‌پیوندند، اما در این پژوهش فقط رودخانه اصلی خرم‌آباد مورد مطالعه قرار گرفته است (شکل ۱). حوضه و بازه رودخانه مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است. میانگین بارش سالیانه این منطقه بین ۴۵۰ تا ۵۰۰ میلیمتر در سال است (سازمان هوا شناسی استان لرستان، ۱۳۹۰). حوضه‌آبریز دارای ریزش نسبی بارش به صورت برف می‌باشد. بررسی نقشه زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه نشان می‌دهد که بیش از نیمی از محدوده شهر (از شمال تا جنوب) را واحدهای آبرفتی در بر گرفته است. سازندهایی که در محدوده مورد مطالعه رخنمون دارند سازندهای گورپی، امیران، کژدمی، آسماری، بختیاری، کشکان، میشان و رسوبات و پادگانه‌های آبرفتی هستند.



شکل ۱: بازه مورد مطالعه در رودخانه خرم رود خرم‌آباد

### مواد و روش

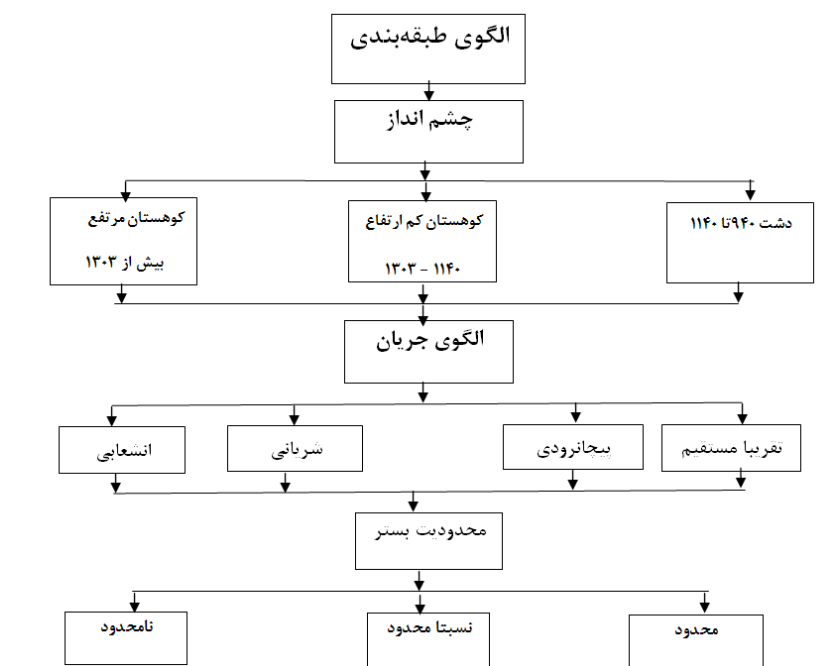
این پژوهش به طور کلی بر مبنای روش تجربی-تحلیلی و استدلال استقرایی انجام شده است. اما بر اساس ضرورت در هر مرحله از پژوهش غلبه با یکی از روش‌های پژوهشی بوده و یا از روشهای تلفیقی در پژوهش در چهار مرحله استفاده شده است. مراحل انجام کار شامل، سه دسته داده‌ها و ابزار مورد استفاده، برداشت‌های میدانی و تحلیل داده‌ها تقسیم

می‌شوند. در این پژوهش ابتدا، گردآوری اطلاعات، جمع‌آوری اسناد و اطلاعات کتابخانه‌ای شامل کتب، مقالات داخلی و خارجی، پایان‌نامه‌ها و رساله‌های دانشجویی، طرح‌ها و گزارش‌ها و... در خصوص موضوع پژوهش انجام شد. سپس با استفاده از چهار تصویر ماهواره‌ای کارتوست P5 ماهواره‌های IRS با قدرت تفکیک ۲/۵ متر، تصحیح هندسی تصاویر و موزاییک آنها انجام شد و مدل ارتفاعی رقومی (DEM) از تصاویر استخراج شد. سپس الگوی مفهومی طبقه‌بندی تهیه شد. در ادامه با انجام هر یک از سه مرحله طبقه‌بندی در نرم‌افزار SPSS به هر ویژگی از بخش (این ویژگی‌ها از مشاهدات و برداشت‌های میدانی حاصل شد) یک کد اختصاص یافت و با روش خوشه‌بندی طبقه‌بندی رودخانه انجام گرفت.

### نتایج و بحث

#### الگوی طبقه‌بندی ژئومورفولوژیک برای مدیریت محیطی حوضه‌های کوهستانی

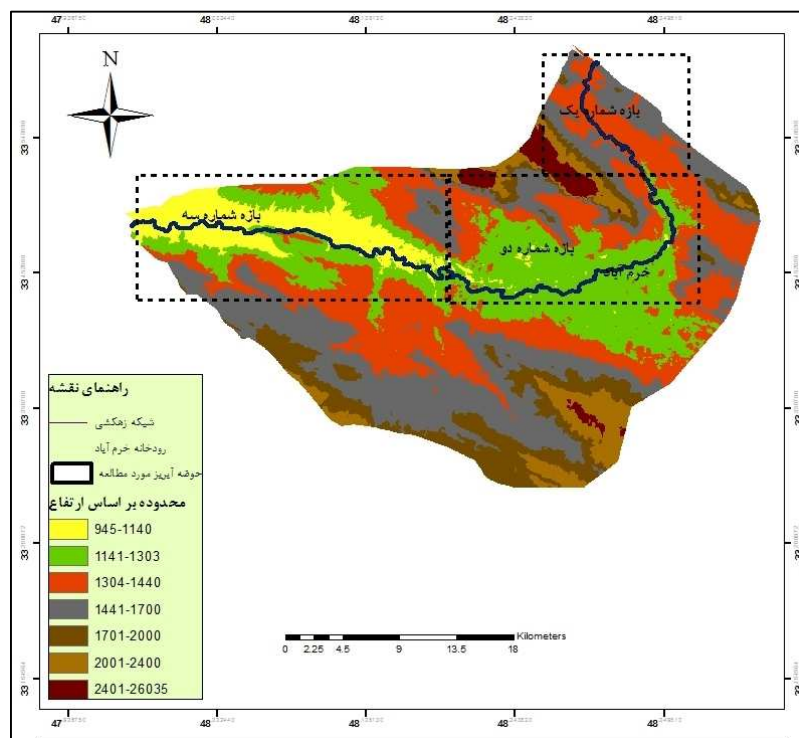
فاکتورهای اساسی برای طبقه‌بندی ژئومورفولوژیک رودخانه خرم‌آباد که در حوضه کوهستانی قرار دارد، بر مبنای الگوی طبقه‌بندی ژئومورفولوژی شامل چشم‌انداز، الگوی رودخانه و محدودیت بستر است (شکل ۲). الگوی طبقه‌بندی ژئومورفولوژیک در شکل ۲ ارائه شده است.



شکل ۲: الگوی طبقه‌بندی ژئومورفولوژیک رودخانه خرم‌آباد

#### طبقه اول: طبقه‌بندی بر مبنای چشم‌انداز

از آنجایی که لازم است که مدل جغرافیایی با شرایط منطقه مورد مطالعه مطابقت داشته باشد. لذا برای طبقه‌بندی سلسله مراتبی ژئومورفولوژیک رودخانه خرم‌آباد که در منطقه کوهستانی قرار دارد، ابتدا طبقه چشم‌انداز بر مبنای ارتفاع طبقه‌بندی و بر این اساس رودخانه به سه چشم‌انداز کوهستان مرتفع، کوهستان کم ارتفاع و دشت طبقه‌بندی شد (شکل ۳). بازه‌ها در درون هر واحد چشم‌انداز از یکدیگر تفکیک شده‌اند. یک بازه، قسمت‌هایی از رودخانه هستند که وحدت شکل کافی دارند (یعنی این که در جریان آب و بار رسوبی آنها تفاوتی وجود ندارد) به طوری که رودخانه ساختاری نزدیک به پایداری را حفظ می‌کند. محدوده ارتفاعی هر بازه در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳: طبقه‌بندی رودخانه خرم‌آباد بر مبنای چشم‌انداز (طبقه اول)

در طبقه اول که بر مبنای چشم‌انداز انجام شده رودخانه مورد مطالعه به سه طبقه تقسیم شد. در این طبقه‌بندی، بازه شماره یک رودخانه در کوهستان مرتفع، بازه شماره دوم در کوهستان کم ارتفاع و بازه سوم در دشت قرار گرفت. مشخصات کمی هر بازه در این طبقه در جداول ۱ آمده است. بر این اساس بیشترین طول رودخانه در بازه دوم (کوهستان کم ارتفاع) که منطقه شهری در آن قرار گرفته و کمترین طول رودخانه در بازه اول (کوهستان مرتفع) قرار دارد. همچنین بیشترین شیب مربوط به بازه اول و کمترین شیب مربوط به دشت می‌باشد.

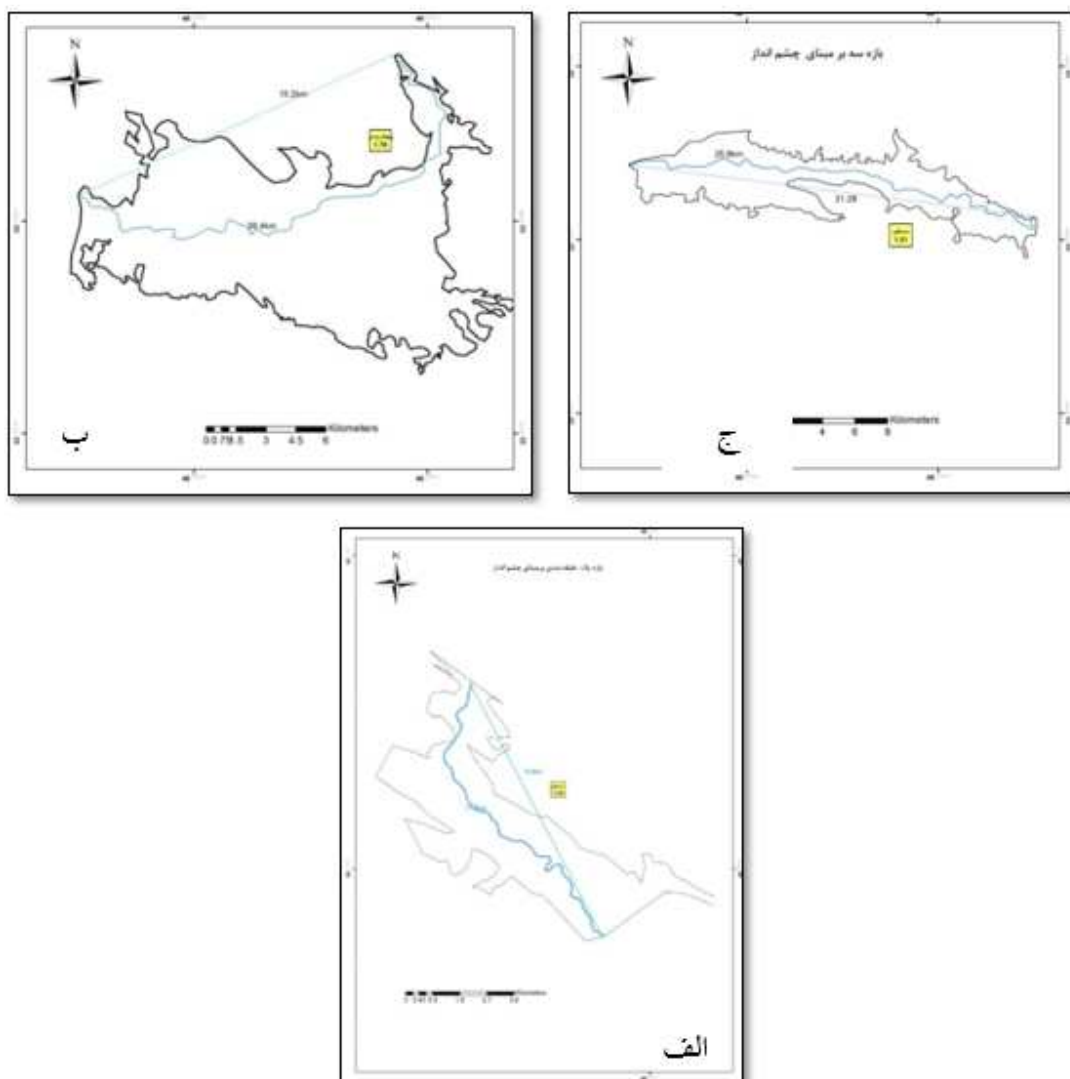
جدول ۱: پارامترهای بازه‌های مورد مطالعه

پارامترهای هر بازه	بازه ۱	بازه ۲	بازه ۳
طول رودخانه (در امتداد مرکز مجرا)	۱۱/۷(km)	۲۶/۴(km)	۹/۲۵(km)
طول دره	۹/۵(km)	۱۵/۲(km)	۲۶/۸(km)
مساحت محدوده	۲۴/۶۵(km <sup>2</sup> )	۱۲۵/۵(km <sup>2</sup> )	۵۷/۵(km <sup>2</sup> )
ارتفاع طبقه (کوهستان مرتفع)	بیش از ۱۳۰۳ متر	۱۱۴۰ تا ۱۳۰۳ متر	۹۴۵ تا ۱۱۴۰ متر
ارتفاع ابتدا بازه	۱۴۳۴	۱۳۰۳	۱۱۴۰
ارتفاع انتهای بازه	۱۳۰۳	۱۱۴۰	۹۴۵
شیب	٪ ۱/۳۷	٪ ۱/۰۷	٪ ۰/۹۱
الگوی بازه	با ضریب پیچانرودی ۱/۲۳ (مستقیم)	با ضریب پیچانرودی ۱/۷۶ (پیچانرود)	با ضریب پیچانرودی ۱/۲۱ (مستقیم)

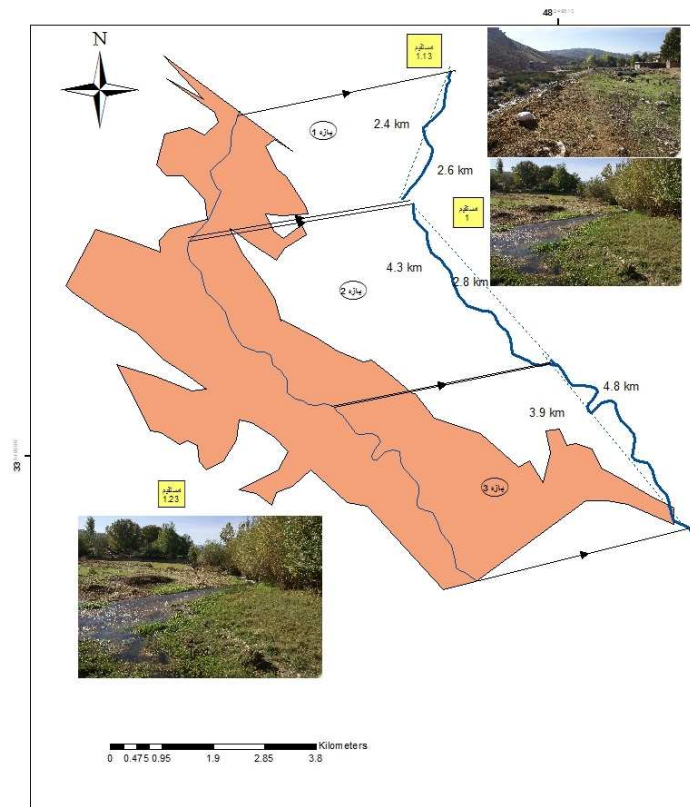
### طبقه دوم: طبقه‌بندی بر مبنای الگوی رودخانه

ابتدا هر سه بازه طبقه‌بندی بر مبنای متغیرهای تعیین کننده الگوی رودخانه محاسبه و نوع الگوی هر یک از این بازه‌ها مشخص شد. بر این اساس بازه اول به سه بخش طبقه‌بندی شد. تمامی بخش‌های این بازه با ضریب پیچانرودی کمتر از ۱/۲۵ دارای الگوی

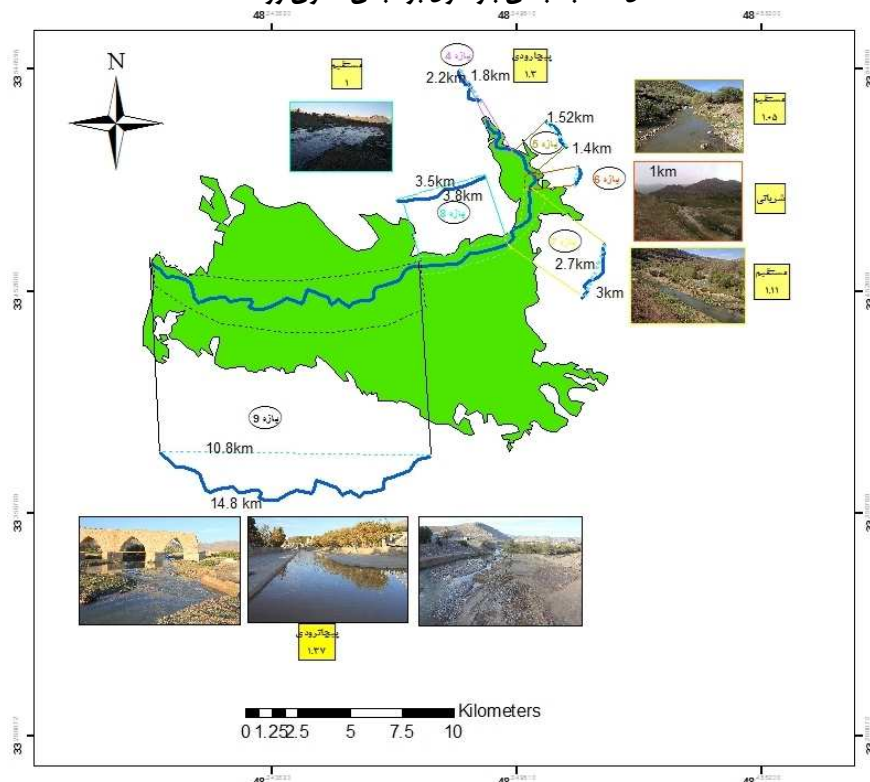
مستقیم هستند (شکل‌های ۵، ۶، ۷). در این طبقه‌بندی تنها بازه دوم به علت اینکه که بخشی از آن قبل از تنگه (تنگه شبیخون) قرار گرفته و سپس وارد دشت می‌شود، به علت تغییر شیب و همچنین وجود موانع طبیعی (توپوگرافی منطقه) پیچانرودی است (جدول ۲). سپس هر سه بازه بر اساس الگوی رودخانه به ۱۲ طبقه تقسیم شد (شکل ۸). بازه اول به سه بخش طبقه‌بندی شد. الگوی مجرا در تمام این سه بخش به صورت مستقیم است (شکل ۵). بازه دوم به ۶ بخش طبقه‌بندی شد که دو بخش شماره ۴ و ۹، دارای الگوی پیچانرودی بودند. علت پیچانرودی شدن رودخانه در بخش شماره چهار عامل توپوگرافی و تغییر شیب از بخش ۴ با شیب  $0/47$  به بخش ۵ با شیب  $0/76$  است (جدول ۲). بخش ۶ این بازه به علت تغییرات شیب قبل از ورود به تنگه زادشیر دارای الگوی شریانی است. در بخش شماره ۹، الگوی رودخانه از نوع الگوی پیچانرودی است که به احتمال زیاد فعالیت گسل جنوبی خرم‌آباد که در این بخش رودخانه را قطع می‌کند و یا گسل‌های پنهان و ناشناخته، عامل اصلی ایجاد الگوی پیچانرودی رودخانه است (شکل ۶). رودخانه در بازه سوم به سه بخش طبقه‌بندی شد. در این بازه، تنها بخش شماره ۸ دارای الگوی پیچانرودی است. علت ایجاد چنین الگویی شرایط محیطی و تبعیت رودخانه از موانع توپوگرافیک منطقه است (شکل ۷). به طور کلی رودخانه خرم‌آباد از مجموع ۱۲ بخش، دارای ۳ بخش پیچانرودی، ۱ بخش شریانی و ۸ بخش مستقیم است. از مجموع طول ۶۴ کیلومتری رودخانه،  $32/72$  کیلومتر از نوع الگوی مستقیم،  $25/2$  کیلومتر از نوع الگوی پیچانرودی و  $1/08$  کیلومتر از نوع الگوی شریانی است. همچنین الگوی انشعابی در رودخانه خرم‌آباد مشاهده نشده است (جدول ۳).



شکل ۴: الگوی جریان در بازه‌های اول (الف)، دوم (ب) و سوم (ج)

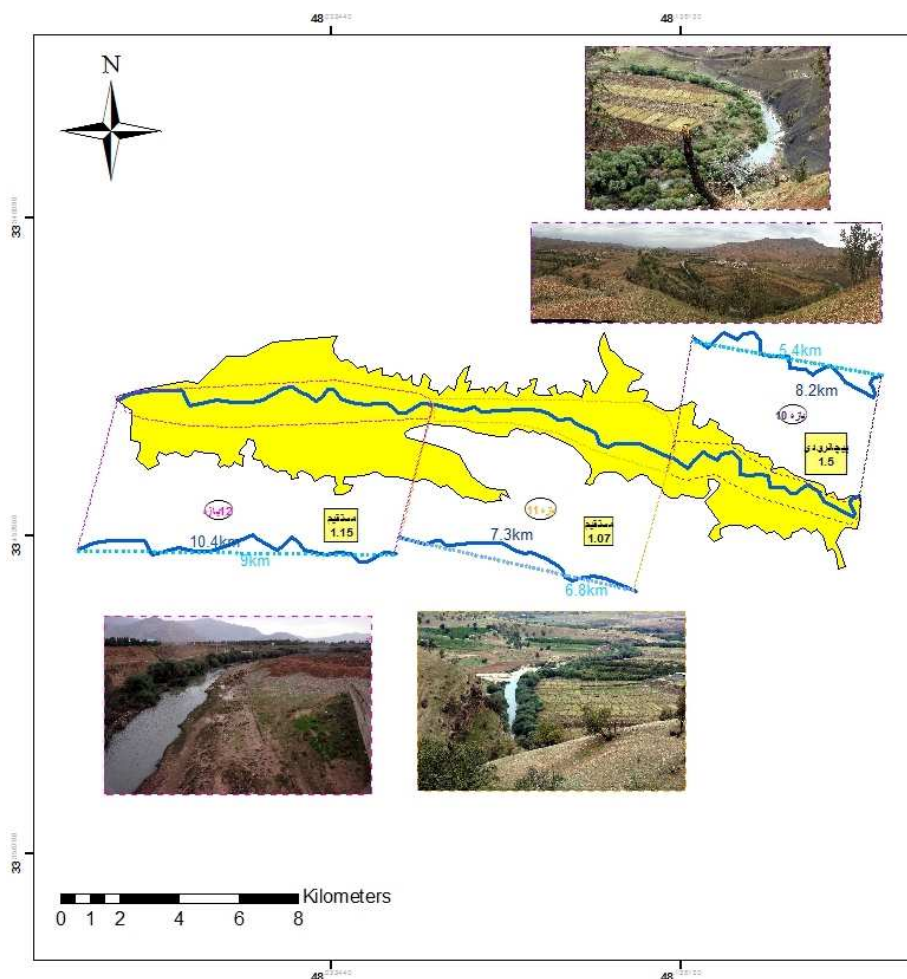


شکل ۵: طبقه‌بندی بازه اول بر مبنای الگوی رودخانه



شکل ۶: طبقه‌بندی بازه دوم بر مبنای الگوی رودخانه



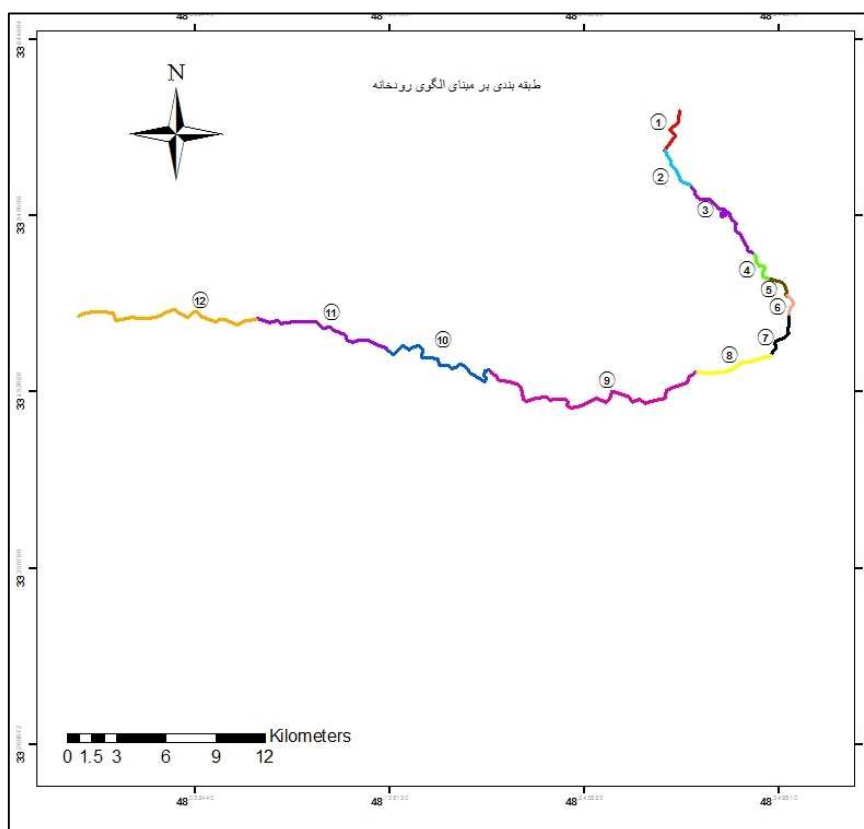


شکل ۷: طبقه‌بندی بازه سوم بر مبنای الگوی رودخانه  
جدول ۲: خصوصیات و الگوی بخش‌های مختلف سه بازه

شماره بازه	ارتفاع ابتدا (m)	ارتفاع انتها (m)	شیب (درصد)	طول رودخانه (km)	طول دره (km)	ضریب پیچانرودی	الگوی بازه
۱	۱۴۳۴	۱۴۳۳	۳/۷	۲/۶	۲/۴	۱/۱۳	مستقیم
۲	۱۳۴۴	۱۳۴۴	۰/۵	۴/۳	۳/۸	۱	مستقیم
۳	۱۳۲۵	۱۳۰۳	۰/۵۶	۴/۸	۳/۹	۱/۲۳	مستقیم
۴	۱۳۰۳	۱۲۹۵	۰/۴۷	۲/۲	۱/۷	۱/۲۹	پیچانرودی
۵	۱۲۹۵	۱۲۸۴	۰/۷۶	۱/۵۲	۱/۴۴	۱/۰۵	مستقیم
۶	۱۲۸۴	۱۲۵۷	۲/۷	۱/۰۸	—	—	شریانی
۷	۱۲۵۷	۱۲۱۹	۱/۴	۳	۲/۷	۱/۱۱	مستقیم
۸	۱۲۱۹	۱۲۰۵	۰/۴	۳/۸	۳/۵	۱	مستقیم
۹	۱۲۰۵	۱۱۴۰	۰/۶	۱۴/۸	۱۰/۸	۱/۳۷	پیچانرودی
۱۰	۱۱۴۰	۱۰۸۱	۱/۰۹	۸/۲	۵/۴	۱/۵	پیچانرودی
۱۱	۱۰۸۱	۱۰۲۵	۰/۸۲	۷/۳	۶/۸	۱/۰۷	مستقیم
۱۲	۱۰۲۵	۹۴۵	۰/۸۸	۱۰/۴	۹	۱/۱۵	مستقیم

جدول ۳: طبقه‌بندی رودخانه خرم‌آباد براساس الگوی رودخانه

الگو	تعداد	مجموع طول (کیلومتر)
مستقیم	۸	۳۷/۷۲
پیچانرودی	۳	۲۵/۲
شریانی	۱	۱/۰۸
انشعابی	۰	۰



شکل ۸: طبقه‌بندی رودخانه خرم‌آباد بر مبنای الگوی رودخانه (طبقه دوم)

#### طبقه سوم: طبقه‌بندی بر مبنای محدودیت بستر

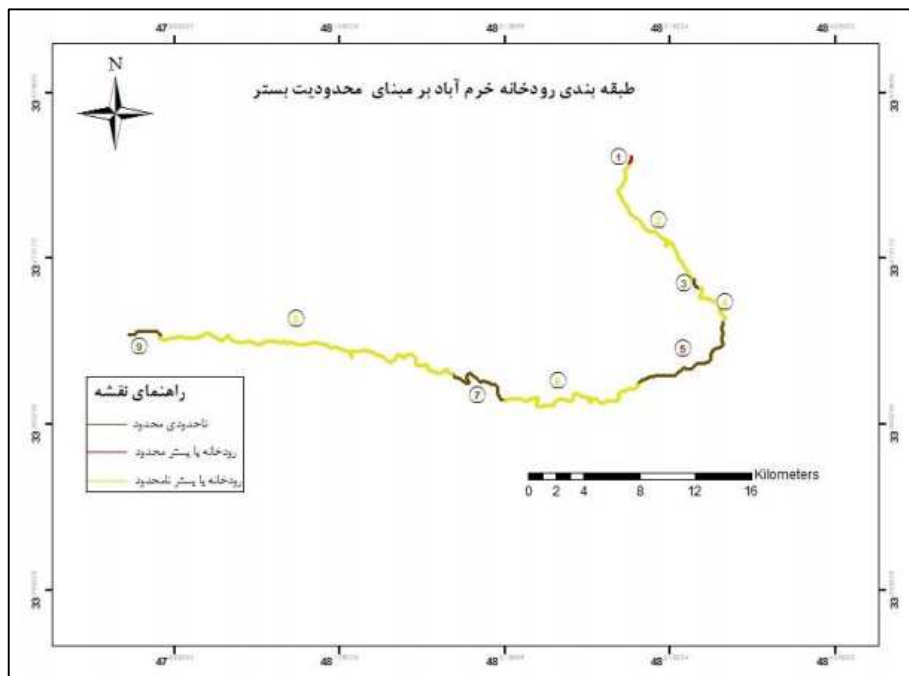
رودخانه خرم‌آباد بر اساس محدودیت بستر، به ۹ طبقه تقسیم شد. در این طبقه‌بندی تنها بخش اول در طبقه محدود قرار گرفت. این بخش از رودخانه در سرچشمه و بخش‌های اولیه رودخانه قرار دارد به همین علت از دو طرف به دامنه محدود است. مجموع طول رودخانه که بستر آن به صورت محدود است حدود یک کیلومتر است (جدول ۴ و ۵). چهار بخش (بخش‌های شماره ۳، ۵، ۷، ۹) رودخانه به طول تقریبی ۱۶/۴ کیلومتر در طبقه بستر تاحدودی محدود قرار گرفته است (جدول ۴ و ۵). این چهار بخش به علت برخورد با موانع طبیعی (کوهستان) در مسیر خود از یک طرف محدود به کوهستان و از طرف دیگر دارای سیلابدشت می‌باشند. این بخش‌ها در قبل از تنگه، قسمتی از شهر و در قسمت‌های انتهایی رودخانه قرار دارند. چهار بخش دیگر (بخش‌های شماره ۲، ۴، ۶، ۸) در این طبقه بندی از هر دو کناره دارای سیلابدشت بوده و بنابراین در طبقه نامحدود قرار می‌گیرند. این بخش‌ها در قسمت‌های قبل از تنگه، بخشی از شهر و بعد از عبور از شهر قرار دارند (شکل ۹). مجموع طول رودخانه که در بخش نامحدود قرار دارد تقریباً ۴۶/۶ کیلومتر می‌باشد (جدول ۴ و ۵).

جدول ۴: خصوصیات و نوع محدودیت بستر بخش‌های سه بازه

ردیف	طول km	طبقه
۱	۱	محدود
۲	۱۰/۸	نامحدود
۳	۱	تأحدودی محدود
۴	۳/۴	نامحدود
۵	۸	تأحدودی محدود
۶	۱۱	نامحدود
۷	۵/۲	تا حدودی محدود
۸	۲۱/۴	نامحدود
۹	۲/۲	تأحدودی محدود

جدول ۵: خصوصیات و نوع محدودیت بستری بخش‌های سه بازه

نوع محدودیت	تعداد	طول (کیلومتر)
محدود	۱	۱
تأحدودی محدود	۴	۱۶/۴
نامحدود	۴	۴۶/۶
جمع کل	۹	۶۴

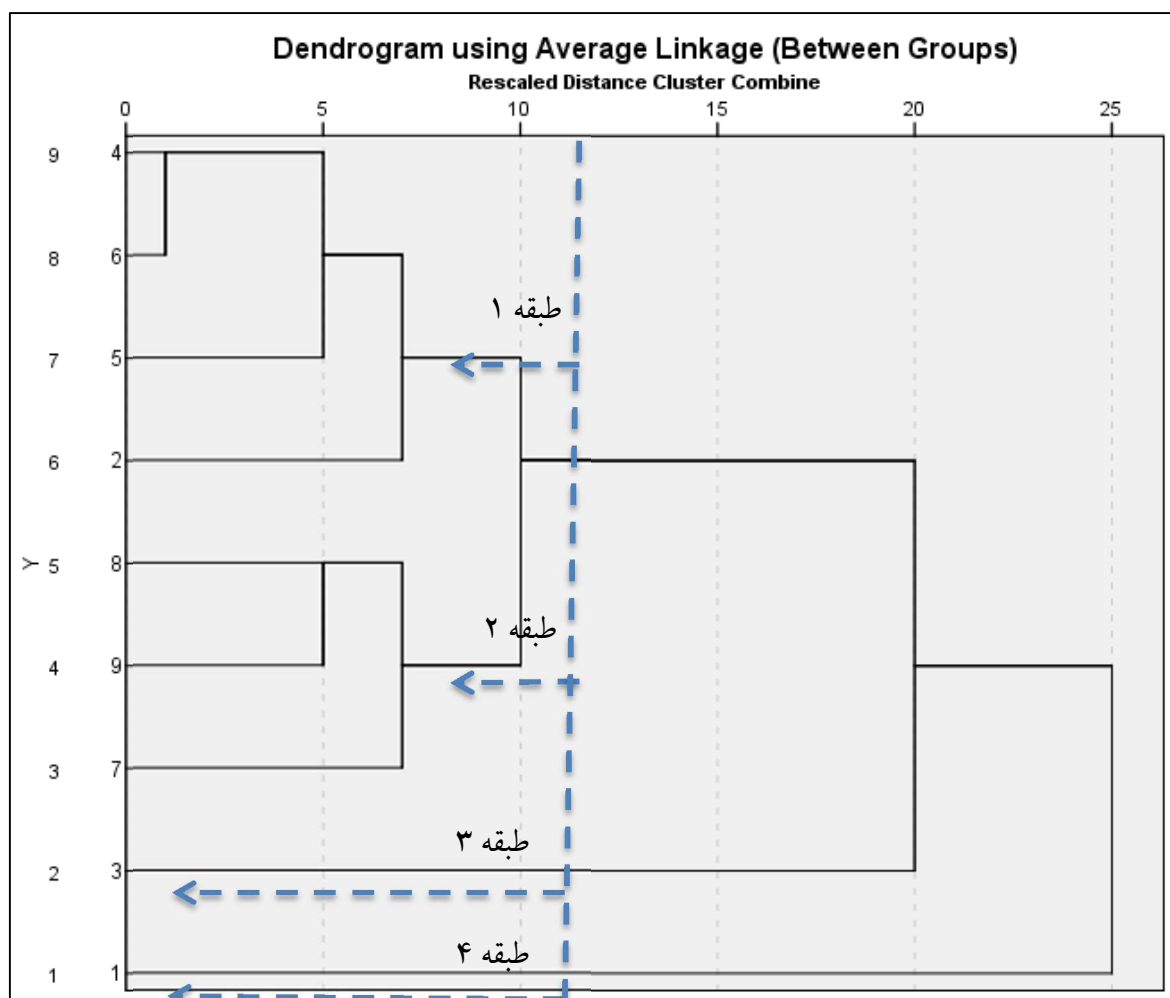


شکل ۹: طبقه‌بندی رودخانه خرم‌آباد بر مبنای محدودیت بستر رودخانه (طبقه سوم)

#### طبقه‌بندی بخش‌های نه‌گانه رودخانه خرم‌آباد:

چنان که در شکل ۱۰ دیده می‌شود بخش‌های رودخانه خرم‌آباد در نرم‌افزار SPSS با استفاده از مدل خوشه‌بندی طبقه‌بندی شد. خصوصیات هر بخش و کدهای مورد استفاده در جداول ۶ و ۷ نشان داده شده است. بر اساس طبقه‌بندی خوشه‌ای و با برش نمودار کلاس‌بندی، تعداد طبقات رودخانه خرم‌آباد به ۴ کلاس تقسیم‌بندی شد (شکل ۱۰). بر همین اساس

بخش‌های ۲، ۴، ۵ و ۶ در طبقه اول قرار گرفتند. تمام این بخش‌ها از نظر محدودیت بستر دارای بستری نامحدود بوده و تنها بخش ۵ در این طبقه دارای بستری نسبتاً محدود است. اما از نظر چشم‌انداز بخش‌های ۴ و ۶ در محدوده ارتفاعی کوهستان کم ارتفاع قرار دارند (جدول ۷). در نتیجه عامل طبقه‌بندی در طبقه اول وجه اشتراک بخش‌ها در طبقه اول است. بخش‌های ۷، ۸، ۹ در طبقه دوم قرار دارند. وجه اشتراک این بخش‌ها نیز چشم‌انداز می‌باشد به طوری که تمام این سه بخش از نظر ارتفاعی در طبقه دشت قرار گرفته‌اند. بخش‌های ۷ و ۹ دارای بستر نامحدود بوده و بخش ۸ بستری تا حدودی محدود دارد. بخش شماره ۳ در طبقه سوم قرار گرفته است. از جمله خصوصیات این بخش از رودخانه شامل قرار گرفتن در بخش کوهستان کم ارتفاع، الگوی شریانی رودخانه و بستری تا حدودی محدود است. از آنجایی که این بخش از رودخانه تنها بخش در سرتاسر رودخانه است که دارای الگوی شریانی است لذا عامل اصلی در تفکیک این بخش از رودخانه شریانی بودن رودخانه است. همچنین بخش ۱ رودخانه به تنهایی در طبقه ۴ قرار گرفته است. اصلی‌ترین عامل این تفکیک را می‌توان عامل چشم‌انداز دانست چرا که این بخش از رودخانه تنها بخش رودخانه مورد مطالعه است که در طبقه‌بندی بر اساس چشم‌انداز در طبقه کوهستان مرتفع قرار گرفته است. از آنجایی که این طبقه‌بندی راهنمایی در جهت کمک به مدیران محلی و کارشناسان و پژوهشگران مدیریت آب است. لذا با توجه به موارد فوق می‌توان چنین استنباط کرد که کارشناسان و برنامه‌ریزان منابع آب می‌توانند با استفاده از این طبقه‌بندی با صرفه‌جویی در وقت و زمان برنامه‌ای مدیریتی برای طبقات ۴ گانه تهیه کرده و بر مبنای این طبقه‌بندی به برنامه‌ریزی رودخانه جهت مدیریت بهینه منابع آب بپردازند.



شکل ۱۰: طبقه‌بندی ژئومورفولوژیک سگمنت‌های نه‌گانه رودخانه خرم‌آباد بر مبنای چشم‌انداز، الگوی جریان و محدودیت بستر

جدول ۶: کدهای استفاده شده در طبقه‌بندی در نرم افزار

کد	چشم‌انداز	الگوی جریان	محدودیت بستر
۱	دشت	مستقیم	محدود
۲	کوهستان کم ارتفاع	پیچانرودی	تاحدودی محدود
۳	کوهستان مرتفع	شریانی	نا محدود
۴	-	انشعابی	-

جدول ۷: کدهای وارد شده برای هر بخش از رودخانه

شماره بخش	چشم‌انداز	الگوی جریان	محدودیت بستر	بستر
۱	۳	۱	۱	۵
۲	۲	۲	۳	۴
۳	۲	۳	۲	۴
۴	۲	۱	۳	۱
۵	۲	۱	۲	۳
۶	۲	۱	۳	۳
۷	۱	۲	۲	۴
۸	۱	۱	۳	۴
۹	۱	۱	۲	۴

### نتیجه‌گیری

یکی از مطلوب‌ترین راه‌های انتقال هر دانش، طبقه‌بندی در آن علم است. بطور یقین افزایش جمعیت و توسعه روزافزون شهرها و به تبع آن افزایش ساخت و ساز، در قالب ساختمان‌های مسکونی و صنعتی، ایجاد و تعریض جاده‌ها و افزایش محصولات کشاورزی و دامی، نیازمند استفاده صحیح و مناسب از آب و حفظ و صیانت از شریان‌های طبیعی آن یعنی رودخانه‌ها و همچنین تأمین امنیت جان و مال شهروندان و مجاورین رودخانه در برابر مخاطره محیطی سیل است. با توجه به این مطالب مدیریت صحیح رودخانه‌ها یکی از مسائل مهمی است که می‌بایست مدیران و برنامه‌ریزان به آن توجه ویژه‌ای داشته باشند. در این پژوهش طبقه‌بندی رودخانه خرم‌آباد با طول تقریبی ۶۴ کیلومتر از سراب رباط تا روستای چم باغ در محل اتصال رودخانه خرم‌آباد به رود کشکان انجام شد. این طبقه‌بندی بر اساس سه فاکتور مهم و تأثیرگذار چشم‌انداز، الگو و محدودیت بستر رودخانه بر رفتار رودخانه در مناطق کوهستانی انجام گرفت. رودخانه خرم‌آباد در طبقه بندی اول به سه بازه دشت، کوهستان کم ارتفاع و کوهستان مرتفع طبقه بندی شد. در طبقه بندی دوم بر اساس الگوی رودخانه، طول ۶۴ کیلومتری رودخانه به ۱۲ بازه شامل (۸ بازه مستقیم، ۳ بازه پیچانرودی و ۱ بازه شریانی) تقسیم بندی شد. در طول این رودخانه هیچ یک از بازه‌ها انشعابی نبودند. همچنین این رودخانه در طبقه سوم به ۹ بازه تقسیم شد که از این تعداد ۴ بازه تاحدودی محدود، ۴ بازه نامحدود و یک بازه محدود است.

در انتهای طبقه‌بندی برای سهولت و دسته‌بندی این طبقات با کدبندی نمودن کلیه این طبقات با استفاده از روش کلاس‌بندی طبقه‌بندی شدند. در کلاس اول بخش‌های ۲،۴،۵ و ۶ قرار گرفتند، در کلاس دوم بخش‌های ۷،۸، ۹ و در کلاس چهارم تنها بخش یک قرار گرفته است. عامل اصلی تفکیک در همه این طبقات، چشم انداز است. تنها در طبقه سوم که بخش ۳ قرار دارد الگوی رودخانه عامل تفکیک است. لازم است برنامه ریزان منابع رودخانه ای در حوضه مورد مطالعه با توجه به کلاس‌های چهار گانه، برنامه‌های عمل جداگانه ای متناسب با هر محدوده ارائه کنند.

## منابع

- اسماعیلی و همکاران، ۱۳۸۹، طبقه‌بندی انواع رودخانه‌ها براساس استیل رود، مطالعه موردی البرز شمالی حوضه آبریز لایویج رود، محیط جغرافیایی، سال یکم، شماره یک، دانشگاه تهران.
- اسماعیلی، رضا، ولی‌خانی، ساره، ۱۳۹۳، ارزیابی و تحلیل شرایط هیدروژئومورفولوژیکی رودخانه لایویج با استفاده از شاخص کیفیت مورفولوژیکی، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال دوم، شماره ۴.
- تلوری، عبدالرسول، ۱۳۸۳، اصول مقدماتی مهندسی و ساماندهی رودخانه، انتشارات پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.
- حافظی مقدسی، ناصر، و همکاران، ۱۳۹۱، مطالعه ژئومورفولوژی مهندسی رودخانه سیستان، فصلنامه زمین‌شناسی کاربردی، سال ۸، شماره ۱.
- سازمان هواشناسی استان لرستان، ۱۳۹۰.
- شرکت مهندسی مشاور آسارآب، ۱۳۹۰، تعیین حریم و ساماندهی رودخانه خرم‌آباد.
- شرکت آب منطقه ای لرستان، ۱۳۸۶، آثار برداشت مصالح رودخانه ای بر رژیم‌های جریان و ارائه مدل بهینه.
- گودمن.س. آلون، ترجمه هنری، مرتضی، ۱۳۷۰، اصول برنامه ریزی منابع آب، جلد اول، نشر و ترجمه امور آب وزارت نیرو.
- لایقی، صدیقه، ۱۳۹۳، ارزیابی سیستم طبقه‌بندی رزگن و تأثیرات هیدروژئومورفولوژیک آن بر رودخانه جاجرد، به راهنمایی کرم، عبدالامیر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه خوارزمی.
- مقیمی، ابراهیم، ۱۳۸۸، اکوسیستم و حقوق رودخانه، انتشارات دانشگاه تهران.
- معاونت راهبردی و نظارت امور فنی، وزارت نیرو دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا، ۱۳۹۱، ریخت‌شناسی رودخانه، نشریه شماره ۵۹۲.
- Brierley .J and Fryirs . A (2005) , "Geomorphology and river management application of river styles framework" Blackwell Publishing.
- Brierly .G, et al , 2011, Geomorphology in action: linking policy with on-the-ground action through application of the river styles framework, Applied Geography, 31, Pp1132-1143
- -Brierley .J and Fryirs . A (2006) "Geomorphology and river management application of river styles framework" Blackwell Publishing.
- -Brierley, G.L. and Fryirs, K., Outhet, D. and Massey, C. 2002. Application of the river Style framework in the catchment, New South Wales, Australia, Applied Geography 22: 91-122.
- Buffington, J.M., Montgomery, D.R., 2013, Geomorphic Classification of Rivers, Treatise on Geomorphology 9: 730-767.
- Montgomery, D.R., Buffington, J.M., 1997. Channel-reach morphology in mountain drainage basins. Geological Society of America Bulletin 109 (5), 596-611

- .Chorley .R. J & Robert P.Beckinsale, Antony J.Dunn, 1973, *The History of the study of landforms or the development of geomorphology* , Methuen & coltd, london
- Culbertson, D.M., Young, L.E. and Brice, J.C., 1967. *Scour and fill in alluvial channels*. U.S. Geological Survey, Open File Report, 58 pp
- -Davenport.A.J , et al, (2004), *Habitat survey and lassification of urban rivers* , *River research and applications*, 20, PP 687-704
- fryirs A,kirstie and J.briepley Gary(2013)*Geomorphic analysisi of river system and approach to reading the landscape* ,wiley-blacwell.
- Hafezi Moghaddas, Naser et al.(2013), "The investigation of the Sistan River morphology using Rosgen classification"*Indian Journal of Science and Technology Vol: 6 Issue: 2 February 2013 ISSN:0974-6846*
- Khan, H.R., 1971. *Laboratory studies of alluvial river channel patterns*. Ph.D. Dissertation, Dept. of Civil Engineering Department, Colorado State University, Fort Collins
- Khan, H.R., 1971. *Laboratory studies of alluvial river channel patterns*. Ph.D. Dissertation, Dept. of Civil Engineering Department, Colorado State University, Fort Collins,
- Leopold, L.B. and Wolman, M.G., 1957. *River channel patterns: braided, meandering, and straight*. U.S. Geological Survey Prof. Paper 282-B
- Mousavi, S. m, *Application of Rosgen classification the Ziarat watershed*, Gorgan, *Journal of American Science*, 2012;8(4)
- Rinaldi, M., Surian, N., Comiti, F., Bussetini, M., 2012. *Guidebook for the Evaluation of Stream Morphological Conditions by the Morphological Quality Index (MQI)*. Version 1.1. 85 pptitutoSuperiore per la Protezione e la RicercaAmbientale, Roma
- Rinaldi, M., Surian, N., Comiti, F. &Bussetini, M., 2013, *A method for the assessment and analysis of the hydromorphological condition of Italian streams: The Morphological Quality Index (MQI)*, *Geomorphology* 180–181: 96–108
- Simenstad A. and Burke L,(2005), " *Columbia River Estuary Ecosystem Classification— Concept and Application*", U.S. Geological Survey Open-File Report 2011-1228, 54 p.
- Schumm, S.A., 1963. *A tentative classification of alluvial river channels* . U.S. Geological Survey Circular477. Washington, DC.