



تحلیل ریختشناسی رودخانه مرگ ماهیدشت

رویا پناهی^{۱*}، میترا مشعشی^۲، سیدمیشم مشعشی^۳

۱- دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۲- کارشناسی ارشد سنجش از دور، دانشکده عمران و نقشه‌برداری، دانشگاه کردستان، کردستان، ایران

۳- کارشناس مهندسی رودخانه، شرکت مهندسین مشاور آب‌پردازان نو اندیش، کردستان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۷/۲۷

چکیده

رودخانه‌ها از نظر شکل کانال و میزان پویایی بسیار متعدّدند با توجه به ویژگی‌های فیزیکی مشترک قابل طبقه‌بندی هستند. روش طبقه‌بندی راسگن پایداری نسبی انواع رودهای مختلف را با استفاده از روابط رسوب و هیدرولیک مورد بررسی قرار می‌دهد. در این پژوهش به بررسی رفتار ریختشناسی رودخانه مرگ (ماهیدشت) با استفاده از روش تجربی راسگن پرداخته شده است. در ابتدا جهت استخراج متغیرهای ریختشناسی مجرا از قبیل شاخص گودافتادگی، نسبت عرض به عمق، ضریب خمیدگی، شیب کانال، در محیط نرم‌افزار HEC-RAS (ورژن 5.0.7) استخراج و مواد بستر حاصل بررسی‌های میدانی گردآوری شد. با توجه به تفاوت شیب رودخانه مرگ به چهار بازه تقسیم گردید میزان ضریب خمیدگی و شعاع انحنا در محیط GIS (ورژن 10.5) برای هر بخش محاسبه شد. جهت محاسبه رودخانه در سطح II راسگن ۴۴ مقطع عرضی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که رودخانه مرگ در بازه اول در رده F6، در بازه دوم و سوم در رده C6 و در بازه چهارم رودخانه در رده B6 قرار گرفته است. مقاطع قرار گرفته در رده F6، میزان شیب بستر زیاد، شاخص گودافتادگی کم و دشت سیلابی کمتر توسعه یافته است و پتانسیل فرسایش کناره خیلی زیاد بوده است. در مقاطع رده C6 میزان شیب کاهش یافته است علاوه بر آن شاخص گودافتادگی افزایش یافته و دشت سیلابی گسترش پیدا کرده است و تاثیر کنترلی پوشش گیاهی در ثبات دامنه خیلی زیاد است. مقاطع دارای رده B6، میزان شیب کمتر از سایر بازه‌ها است، شاخص گودافتادگی متوسط و در نهایت پتانسیل فرسایش کناره کم بوده است. بنابراین الگوهای مجرای رودخانه مرگ (ماهیدشت) و به تبع آن متغیرهای مؤثر در طبقه‌بندی و تفکیک مجراها در غالب مقاطع با مدل راسگن مطابقت دارند.

کلمات کلیدی: طبقه‌بندی راسگن، HEC-RAS، رودخانه مرگ ماهیدشت.

۱- مقدمه

رودخانه‌ها را می‌توان به عنوان مهم‌ترین عامل ژئومورفیک فعال در سطح زمین در نظر گرفت رفتار هیدرولیک رودخانه و توپوگرافی بستر، الگوهای کانال را تعیین می‌کند (بانرجی^۱ و همکاران، ۲۰۱۹: ۱۵۵). تغییرات در خصوصیات کانال باعث تغییراتی در چشم‌انداز اطراف می‌شود با مطالعه ویژگی‌های کانال، می‌توان الگوهای رفتاری رودخانه را در محدوده‌های مختلف مورد قضاوت قرار داد. الگوی رودخانه ممکن است به طور کلی به عنوان زمینی که بلافاصله در مجاورت رودخانه است تعریف شود این بخش شامل عرض کانالی است که آب در آن جریان دارد و معمولاً در دبی‌های اوج این عرض گسترش می‌یابد (الکساندر^۲، ۲۰۰۵: ۱۸). بنابراین الگوی کانال شکل پلانیمتری پیکربندی یک رودخانه است همانطور که در پلان آن ظاهر می‌شود و هیدرودینامیک جریان درون کانال و فرآیندهای مربوط به انتقال رسوب و اتلاف انرژی را منعکس می‌کند (بانرجی و همکاران، ۲۰۱۹: ۱۵۶). مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده الگوی کانال رود عبارتند از: دبی، شیب، قدرت جریان، تولید رسوب، پوشش گیاهی، ترکیب رسوبات کرانه و اندازه‌ی رسوبات می‌باشد (حسین‌زاده و اسماعیلی، ۱۳۹۴: ۲۳۵). علاوه بر آن حفظ سلامت حوضه‌های آبریز و سیستم‌های رودخانه‌ای جهت پایداری و سلامت اکوسیستم‌ها ضروری است. برنامه‌ریزان برای مدیریت عملی که از تخریب جلوگیری کند به یک چارچوب طبقه‌بندی سازگار نیاز دارند. در زمینه مطالعه و بررسی مجرای رودخانه و طبقه‌بندی رودخانه‌ها بر اساس ویژگی‌های مورفولوژیکی، پژوهش‌هایی انجام گرفته است: سیستم طبقه‌بندی رودخانه‌های آبرفتی به دهه ۱۹۰۰ برمی‌گردد (داجا^۳ و همکاران، ۲۰۱۸: ۶۳). از آن زمان، روش‌های متعددی جهت طبقه‌بندی ژئومورفیک برای رودخانه‌های بزرگ آبرفتی پیشنهاد شد از جمله لئوپولد و ولمن^۴ (۱۹۵۷) رودخانه‌ها را به سه دسته مستقیم، مائندی و شریانی تقسیم‌بندی می‌کنند. همچنین مونتگومری و بافینگتون^۵ (۱۹۹۷) کانال رودخانه‌ها را به سه نوع سکو-چالاب، چالاب-خیزآب، بستر هموار^۶ تعریف کرده‌اند. علاوه بر آن هارلسون^۷ و همکاران (۱۹۹۴) و راسگن^۸ (۱۹۹۴) و (۱۹۹۶) روش مطالعه انواع کانال و طبقه‌بندی رودخانه‌ها برای توصیف آن به اختصار توضیح داده‌اند. راسگن در سال ۱۹۹۴، سیستم طبقه‌بندی جریان که یک سلسله مراتب چهار سطحی از ارزیابی رودخانه را به شرح زیر توصیف می‌کند: در سطح (I): خصوصیات ژئومورفولوژیکی توصیف می‌شود، سطح (II): توصیف دقیق مورفولوژی و نوع رودخانه، ترانشه‌های رودخانه، ابعاد، الگو و مقاطع طولی و عرضی و مواد بستر در این سطح به صورت کمی و در قالب نوع جریان ارائه می‌گردد. سطح (III): حالت جریان و آبراهه از جهت پایداری، قابلیت بروز رفتار

1- Banerji
2- Alexander
3- Daja
4- Leopold & Wolman

5- Montgomery, & Buffington
6 - step-pool, pool-riffle, plane-bed channels
7- Harrelson
8- Rosgen

عکس‌العمل رودخانه توصیف می‌گردد. سطح (IV): اندازه‌گیری‌هایی برای تصدیق و تأیید روابط ریخت‌شناسی که از مرحله قبل استنباط شده، به کار رفته است در این صورت روابطی تجربی برای پیش‌بینی خصوصیات ریخت‌شناسی مهیا می‌گردد (داجا و همکاران، ۲۰۱۸: ۶۴). به علاوه سرویس حفاظت از منابع طبیعی آمریکا^۱ (۲۰۱۰) جهت مدیریت سواحل رودخانه‌ها در حال توسعه‌ی پروتکلی است و از سیستم طبقه‌بندی جریان راسگن (RCS)^۲ برای توصیف ژئومورفولوژی رودخانه‌ها استفاده می‌کند. کاستر و ترون^۳ (۲۰۱۸) با استفاده از مثلث تکامل جریان: ادغام زمین‌شناسی، هیدرولوژی و زیست‌شناسی تکامل رودخانه‌ها را مورد بحث قرار داده‌اند یک مدل مفهومی را بیان کرده‌اند که به صراحت تأثیرات زمین‌شناسی، هیدرولوژی و زیست‌شناسی را توضیح می‌دهد. همچنین میهندا و براین^۴ (۲۰۱۹) با استفاده از سیستم طبقه‌بندی جریان (راسگن) به بررسی حاشیه سواحل رودخانه به مطالعه پرداخته‌است در این مطالعه مناطق ساحلی را با استفاده از جریان هیدرولوژی و ژئومورفولوژی مورد بررسی قرار گرفت در نهایت رودخانه بر اساس نوع کانال (E, C, B, F, و G) و کلاس پایداری طبقه‌بندی شد. گارسیا^۵ و همکاران (۲۰۲۱) به مطالعه ژئومورفولوژی رودخانه‌ای در عصر آنتروپوسن به مطالعه پرداخته‌اند که با تجزیه و تحلیل ژئومورفولوژی رودخانه به بهبود اکولوژی و طراحی برنامه سیاست‌گذاری در جهت مدیریت رودخانه توجیه و اجرا می‌شود. مطالعات متعددی در زمینه طبقه‌بندی رودخانه‌ها در ایران انجام شده‌است عبارتند از: روستایی و همکاران (۱۳۹۲)، یمانی و تورانی (۱۳۹۳)، یمانی و همکاران (۱۳۹۴) همچنین اسماعیلی و حسین‌زاده (۱۳۹۴)، حسین‌زاده و همکاران (۱۳۹۸) همچنین اسفندیاری درآبادی و همکاران (۱۳۹۹) به طبقه‌بندی و تحلیل ژئومورفولوژیکی رودخانه‌ها با استفاده از مدل راسگن به مطالعه پرداخته‌اند و در تمامی این مطالعات پس از بازه‌بندی مسیر رودخانه‌ها با تکیه بر بازدیدهای میدانی و نقشه‌های توپوگرافی به طبقه‌بندی رودخانه در سطح I و II مورد بررسی قرار داده‌اند. حوضه آبریز رودخانه‌ی رودخانه مرگ از مهم‌ترین مناطق کشاورزی استان کرمانشاه محسوب می‌شود در طی دهه‌های اخیر بدون توجه به شرایط طبیعی حاشیه رودخانه در معرض تغییرات شدید کاربری اراضی قرار گرفته‌است و سبب ناسازگاری‌های محیطی و تغییرات مورفولوژی رودخانه مرگ شده است، که شناخت عوامل مؤثر در این تغییرات گام مهمی در جهت احیاء و مدیریت محیط اطراف رودخانه است. بنابراین هدف این پژوهش طبقه‌بندی ژئومورفولوژیک رودخانه مرگ ماهیدشت در سطح I و II راسگن است.

1- NRCS

2- Rosgen Stream Classification System (RCS)

3- Castro & Thorne

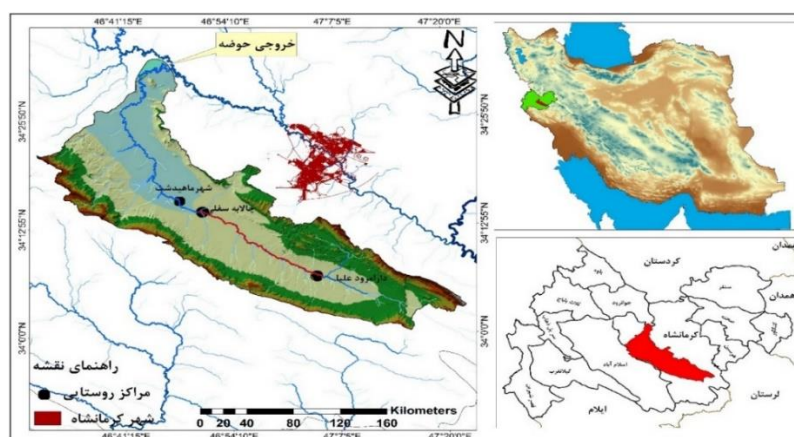
4- Meehan & Brien

5- Garca

۲- مواد و روش

۲-۱- منطقه پژوهش

محدوده مورد مطالعه حوضه آبریز مرگ با مساحت ۱۴۶۳ کیلومتر مربع در غرب ایران و در محدوده‌ی سیاسی استان کرمانشاه (در جنوب غرب کرمانشاه) قرار گرفته است. این حوضه در مختصات $34^{\circ}32'$ تا $34^{\circ}46'$ عرض شمالی و $47^{\circ}15'E$ تا $47^{\circ}20'E$ طول شرقی و $34^{\circ}32'$ تا $34^{\circ}46'$ عرض شمالی واقع شده است حوضه آبریز مرگ از زیرحوضه‌های حوضه آبریز قره‌سو و از مهم‌ترین زیر حوضه‌های کرخه بزرگ است. حوضه مرگ حوضه‌ای نسبتاً کوهستانی می‌باشد ارتفاع متوسط حوضه ۱۵۲۴ متر از سطح دریا است مرتفع‌ترین قله آن ۲۷۶۰ متر و پست‌ترین نقطه آن ۱۳۱۵ متر از سطح دریا ارتفاع دارد (ملکی و همکاران، ۱۳۹۲: ۵۷). رودخانه مرگ (بازه‌ی مورد مطالعه) با طول ۴۰ کیلومتر، آبراهه‌ی اصلی این واحد هیدرولوژیک می‌باشد از نظر زمین‌شناسی حوضه آبریز مرگ، ارتفاعات آن را سنگ‌های آهکی شهبازان، کشکان و تله زنگ، و محدود دشت از رسوبات جوان کواترنر تشکیل شده است (نقشه‌ی زمین‌شناسی یکصد هزار کرمانشاه). متوسط بارش حوضه طی دوره‌ی آماری ۲۵ ساله ۴۰۸ میلی‌متر و متوسط دمای آن ۱۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (داده‌های ایستگاه کلیماتولوژی ماهیدشت، ۱۴۰۰). رودخانه مرگ از سراب سر فیروزآباد کرمانشاه در جنوب غربی ماهیدشت سرچشمه می‌گیرد و در شمال شرقی روستای میرعزیزی به رودخانه قره سو می‌ریزد این منطقه با زمین‌های حاصلخیز کشاورزی و استفاده از آب‌های زیر زمینی موقعیت ممتازی را از نظر اقتصادی در غرب ایران به وجود آورده است بر این اساس شغل اصلی مردم ناحیه کشاورزی و دامداری است. بنابر سرشماری مرکز آمار ایران جمعیت بخش ماهیدشت واقع در شهرستان کرمانشاه در سال ۱۳۹۵ برابر با ۱۸'۶۲۸ نفر بوده است (شکل ۱).



شکل (۱): موقعیت رودخانه مرگ و محدوده مطالعاتی حوضه آبریز ماهیدشت در استان کرمانشاه

Figure (1): The Location of Mergh River and the Study Area of Mahidasht Watershed in Kermanshah Province

۲-۲- روش پژوهش

- استخراج متغیرهای مورفولوژیکی مجرا

به منظور استخراج متغیرهای مورفولوژیکی و تعیین بده لبریز با استفاده از تهیه مدل رقومی ارتفاع منطقه، از نقشه ۱:۱۰۰۰ (شرکت مهندسی مشاور آب‌پردازان نواندیش) که محدوده رودخانه و بخشی از دشت سیلابی را پوشش می‌دهد استفاده شده است. ابتدا جهت تعیین بده لبریز و تحلیل داده‌ها در محیط نرم‌افزار GIS و تهیه مدل هیدرولیکی در نرم‌افزار HEC-RAS (ورژن ۵.۰.۷) ایجاد شده است. در محیط GIS با استفاده از ابزار HEC-Geo RAS برای تهیه داده‌های هندسی و محاسبات مسیر رودخانه، رسم مقاطع و انتقال آنها به HEC-RAS استفاده گردید. در اولین مرحله در HEC-Geo RAS لایه خط مرکزی جریان تهیه شد. در ادامه جهت جداسازی مجرای اصلی رودخانه از سواحل آن، لایه‌ی سواحل رودخانه^۱ ترسیم و در ادامه لایه ابعاد مسیر جریان تهیه گردید. اطلاعات به محیط HEC-RAS (ورژن ۵.۰.۷) منتقل شدند. محاسبه دبی حوضه مرگ با توجه به زیر حوضه‌ها و شرایط هیدرولوژیک حوضه از روش SCS در محیط HEC-HMS محاسبه گردید (جدول ۱). نتایج وارد محیط نرم‌افزار شد پس از اجرای مدل، دبی با دوره بازگشت ۲ سال مبنای مطالعات قرار گرفت. در نهایت، داده‌های مربوط به مقاطع عرضی و پروفیل‌های سطح آب به دست آمد و متغیرهای مورفولوژیکی مانند، نسبت عرض به عمق، شاخص گود افتادگی بستر، مساحت مقطع عرضی در بده لبریز، عرض بده لبریز، حداکثر عمق، عرض دشت سیلابی و شیب سطح آب در محیط نرم‌افزار HEC-RAS محاسبه شدند. برای محاسبه ضریب خمیدگی مشخصات هندسی پیچان رود رودخانه با توجه به ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی به ۴ بازه تقسیم‌بندی شد و میزان ضریب خمیدگی برای تمام بازه‌ها محاسبه گردید. جهت بررسی رسوبات، از طریق بازدیدهای میدانی از منطقه حدود دانه‌بندی بستر رس و سیلت بوده است.

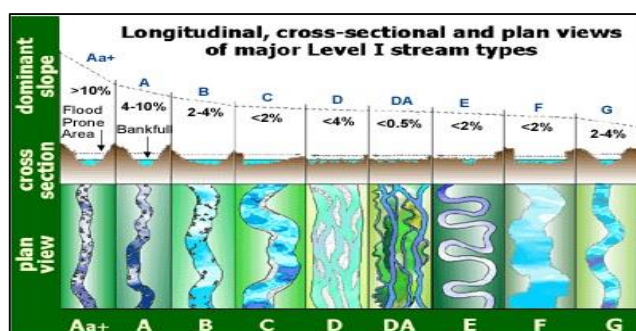
جدول (۱): نتایج مقادیر دبی سیلاب (مترمکعب بر ثانیه) رودخانه مرگ، جهت استفاده در مدل هیدرولیکی HEC-RAS

Table (1): Results of flood discharge values (m³/s) of Mereg River, as the input of HEC-RAS hydraulic model

طول رودخانه (کیلومتر)	دوره‌ی بازگشت	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
از ابتدای بازه تا کیلومتر ۸/۷	Junction4	۱۷/۲	۲۶/۷	۳۷	۵۷	۷۴/۷	۹۲/۸
از کیلومتر ۸/۷ تا کیلومتر ۲۰/۶	Junction5	۱۹/۸	۳۰/۶	۴۲/۸	۶۶/۴	۸۷/۱	۱۰۸/۳
از کیلومتر ۲۰/۶ تا کیلومتر ۳۲/۵	Junction6	۲۲/۲	۳۴/۵	۴۸/۳	۷۵/۳	۹۸/۹	۱۲۲/۸
از کیلومتر ۳۲/۵ تا انتهای بازه	Junction7	۲۵/۲	۳۹	۵۵/۳	۸۷	۱۱۴/۲	۱۴۱/۷

-ارزیابی رودخانه بر اساس روش طبقه‌بندی راسگن

سطح ۱ راسگن: طبقه‌بندی رودخانه‌ها در سطح ۱ راسگن با در نظر گرفتن اطلاعات حاصل از نیمرخ رودخانه، عوارض دره، شکل سطح مقطع و الگوی پلان به دست می‌آید. نتیجه طبقه‌بندی رودخانه‌ها در شکل زیر نشان داده شده است در این شکل با تعیین محدوده شیب رودخانه با استفاده از نیمرخ طولی آن، نوع رودخانه از نوع A تا نوع G همراه با خصوصیات کلی، شکل سطح مقطع و الگوی شکل سطح جریان مشخص می‌گردد (شکل ۲).



شکل (۲): طبقه‌بندی ژئومورفیکی مجرای رودخانه در سطح یک راسگن

Figure (2): Geomorphic classification of river channel (a): at the level of Rosgen

سطح ۲ راسگن: توصیف ریزتر و دقیق‌تری از کلاس‌بندی رودخانه‌ها را ارائه می‌دهد در این سطح از تقسیم‌بندی راسگن متغیرهای بیشتری باید مد نظر قرار گیرد که علاوه بر شیب رودخانه، شامل انواع مصالح بستر رودخانه‌ها از قطعات سنگی تا سیلت، شاخص گود افتادگی (نسبت E)، نسبت عرض به عمق $\left[\frac{W_{bkf}}{D_{bkf}}\right]$ و ضریب خمیدگی محاسبه می‌شود.

(۱) شاخص گودافتادگی^۱ (نسبت E): نشان‌دهنده‌ی وضعیت شکل مقطع از جهت فرورفتگی عمقی بستر و یا گسترش در سیلاب‌دشت می‌باشد این نسبت در حقیقت عرض سیلاب دشت، به عرض سطح آب در حالت دبی لبریز است برای تعیین عرض سیلاب دشت، از عرض رود در ارتفاعی معادل دو برابر حداکثر عمق آب در دبی لبریز استفاده می‌شود این معیار با نماد ER نشان داده می‌شود این ارتفاع یک سیل با دوره‌ی بازگشت ۵۰ سال یا کمتر را نشان می‌دهد مقادیر $(1 - 1/4)$ نشان‌دهنده‌ی فراکندگی زیاد بستر است و مقادیر $(2/2 - 1/4)$ و

1- Entrenchment

بیش از (۲/۲) به ترتیب نشان‌دهنده‌ی فراکندگی متوسط و فراکندگی کم (دشت سیلابی توسعه‌یافته) است. (یمانی و تورانی، ۱۳۹۳: ۱۹۰)، (حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۹۹: ۴۹)، (حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۸۴: ۵۵).

$$ER = (W_{fpa} / W_{bkf}) \quad (۱)$$

W_{fpa} دوبرابر حداکثر عمق آب در دبی لبریز و W_{bkf} ، عرض سطح آب در حالت دبی لبریز این نسبت هر چه افزایش یابد بیانگر پیشرفت رود در سیلاب دشت می‌باشد. که در این پژوهش دبی با دوره‌ی بازگشت ۲ سال را معادل دبی لبریز در نظر گرفته شده‌است.

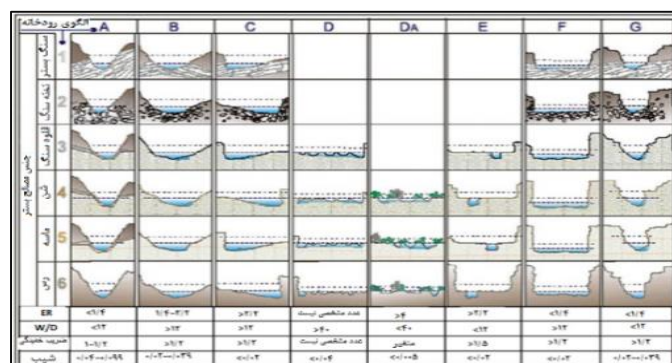
(۲) نسبت عرض به متوسط عمق $\frac{W_{bkf}}{d_{bkf}}$: این شاخص عبارت است از نسبت عرض سطح آب در بده لبریز به متوسط عمق آب متناظر در بده لبریز. این شاخص معرف شکل رودخانه است. متغیرهای این شاخص از محیط نرم‌افزار HEC-RAS برای هر مقطع جداگانه برداشت شده‌است. دامنه‌ی تغییرات نسبت عرض به عمق در انواع رودخانه‌ها در (شکل ۳) در محدوده کمتر از ۱۲ تا بیشتر از ۴۰ معرفی شده است. مقادیر کمتر از ۱۲ نشان دهنده‌ی نسبت کم پهنا به عمق بوده‌است و مقادیر بیش از ۱۲ نشان‌دهنده‌ی نسبت متوسط یا زیاد پهنا به عمق است (یمانی و تورانی، ۱۳۹۳: ۱۹۰). (حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۹۹: ۴۹)، (حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۸۴: ۵۵).

$$\text{عرض دبی لبریز} / \text{مساحت مقطع عرضی} = \text{متوسط عمق آب} \quad (۲)$$

(۳) ضریب خمیدگی^۲: بیانگر میزان توسعه‌یافتگی و انحنای قوس‌های رودخانه است و در واقع ضریب خمیدگی برای تعیین مستقیم یا پیچان رودی بودن رودخانه است که از نسبت طول رودخانه به طول دره‌ی آن در امتداد خط تالوگ و در حد فاصل دو نقطه به دست می‌آید. (حسین‌زاده و اسماعیلی، ۱۳۹۴: ۲۳۹)

(۴) شیب کانال: این شیب در هر بخش به صورت مجزا با توجه به نیمرخ طولی رود تعیین شده است. در این پژوهش این شاخص از محیط نرم‌افزار HEC-RAS برای هر مقطع جداگانه برداشت شده‌است.

(۵) مواد بستر: اندازه مواد بستر و کناره‌های رود که بیانگر درجه‌ی پایداری رود است. راسگن مواد بستر را به شش دسته تقسیم کرده‌است. (شکل ۳)



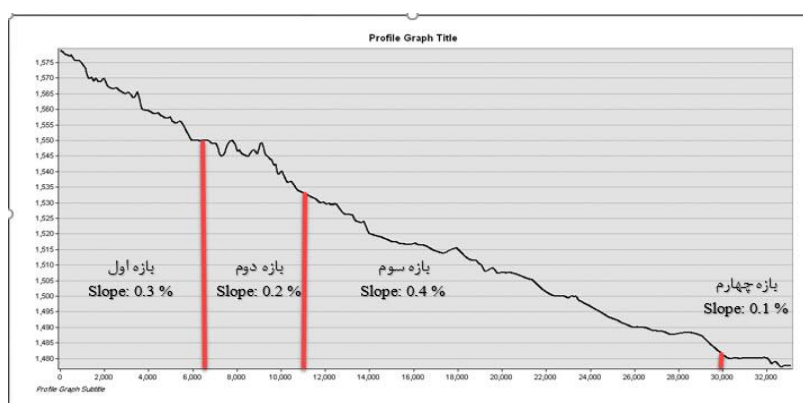
شکل (۳): طبقه‌بندی ژئومورفولوژیکی مجرای رودخانه در سطح ۲ راسگن

Figure (3): Geomorphic classification of river channel (a): at the level of Rosgen and (b): level 2 Rosgen

۳- نتایج و بحث

-ارزیابی رودخانه بر اساس روش طبقه‌بندی راسگن

سطح ۱ راسگن: طبقه‌بندی رودخانه‌ها در سطح ۱ راسگن نشان می‌دهد که رودخانه مرگ در نوع (B- C-F) این طبقه‌بندی قرار می‌گیرد با توجه به تفاوت جزئی در نوع شیب به ۴ بازه تقسیم‌بندی می‌شود که شامل: متوسط شیب بازه اول، ۰/۳، بازه دوم ۰/۲، بازه سوم ۰/۴ و بازه چهارم ۰/۱ درصد می‌باشد. (شکل ۴)، (جدول ۲)



شکل (۴): بازه بندی رودخانه مرگ بر اساس شیب پروفیل طولی، جهت تعیین نوع رودخانه در سطح یک راسگن

Figure (4): Merag River reach based on the slope of the longitudinal profile to determine the type of river at the level of a Rosgen

جدول (۲): تعیین نوع رودخانه مرگ در سطح یک راسگن
Table (2): Determining the type of Mereg River at the level of a Rosgen

تعداد	ارتفاع رودخانه مرگ		طول بازه (متر)	شیب پروفیل طولی	سطح ۱ راسگن
	حداقل ارتفاع	حداکثر ارتفاع			
بازه ۱	۱۵۳۷/۰۴	۱۵۷۷/۵۹	۱۲۱۹۶/۴	۰/۳	F
بازه ۲	۱۵۱۷/۳	۱۵۴۰/۷۹	۷۹۶۳/۹	۰/۲	C
بازه ۳	۱۴۷۸/۲۷	۱۵۷۷/۵۹	۲۰۶۱۲/۳	۰/۴	C
بازه ۴	۱۴۸۲/۴۸	۱۴۷۸/۴۱	۳۸۱۷	۰/۱	B

سطح ۲ راسگن: بازه‌ی مورد مطالعه با توجه به سطح یک راسگن به ۴ بازه تقسیم‌بندی شده‌است برای مشخص نمودن نوع مجرای رودخانه در سطح ۲ راسگن پس از محاسبه متغیرهای مورد نیاز برای هر مقطع، اعداد بدست آمده را با توجه با شاخص‌های عددی تعریف شده در جدول سطح ۲ راسگن مطابقت داده شد و نتایج به شرح ذیل می‌باشد:

بازه اول: این بخش به طول ۱۲/۱ کیلومتر می‌باشد رودخانه دارای الگوی مئاندری است که در داخل دشت جریان دارد. با توجه به نتایج محاسبات مقاطع در سطح II راسگن، بیشترین فراوانی F6 بوده است در انطباق با روش راسگن نشان می‌دهد که غالب مقاطع منطبق با روش راسگن است. اشکال (۵ و ۶ و ۷). محاسبات مقاطع انتخابی در جداول شماره‌های (۳ و ۴) بیان شده‌است.

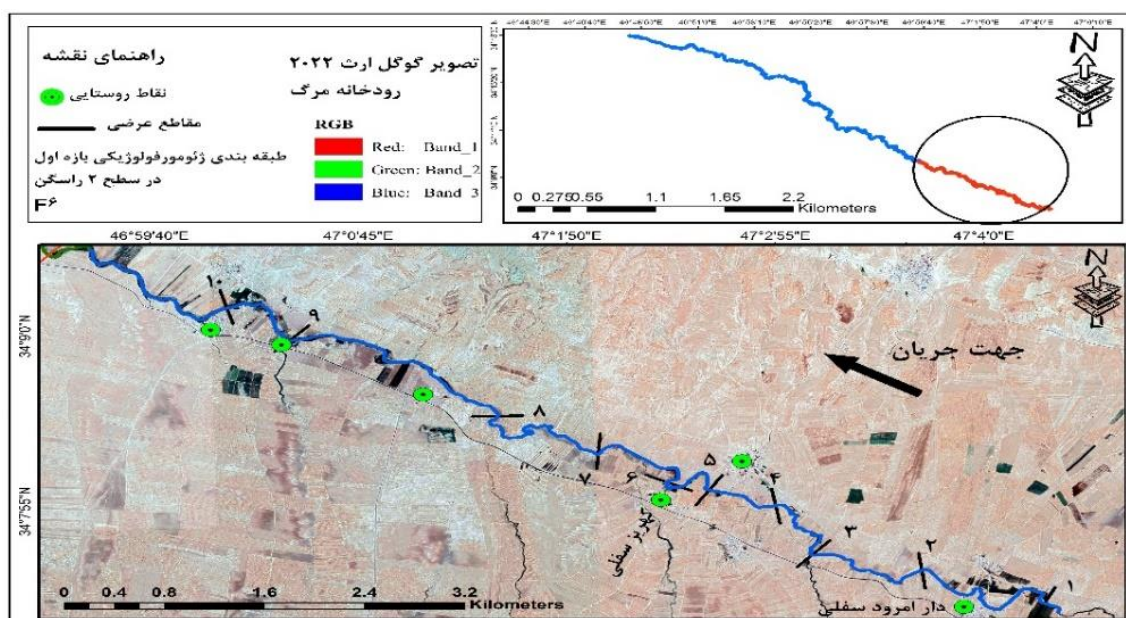
جدول (۳): محاسبات تعیین نوع الگوی رودخانه در سطح ۲ راسگن (بازه اول)
Table (3): Calculations to determine the type of river pattern at level 2 Rosgen (first reach)

مقاطع انتخابی	شاخص گود افتادگی	نسبت عرض به عمق	ضریب خمیدگی	شیب (درصد)	جنس
۱	۱/۴	۷۸/۹	۱/۳	۱	رس
۲	۲/۰۲	۶۱/۰۵	۱/۳	۰/۳	رس
۳	۱/۴	۲۷۰/۰۵	۱/۳	۰/۴	رس
۴	۱/۴	۶۶/۷	۱/۳	۰/۱	رس
۵	۱/۶	۸۰/۵۱	۱/۳	۰/۱	رس
۶	۱/۱۵	۳۲۴/۴	۱/۳	۰/۰۴	رس
۷	۱/۴	۷۸/۷	۱/۳	۰/۰۳	رس
۸	۱/۴	۶۸/۰۴	۱/۳	۱/۷	رس
۹	۱/۱۷	۲۶۷/۳	۱/۳	۰/۳	رس
۱۰	۱/۳۲	۱۲۹/۲۲	۱/۳	۲	رس

جدول (۴): تعیین نوع الگوی رودخانه در سطح ۲ راسگن (بازه اول)

Table (4): Determining the type of river pattern at level 2 Rosgen (first reach)

مقاطع انتخابی	شاخص گود افتادگی	نسبت عرض به عمق	ضریب خمیدگی	شیب	جنس	فراوانی الگوی رود
۱	A, B, F, G	B, C, D, F,	B, C, F, G	C, E, F,	6	F6
۲	B, C, E	B, D, F, C	.F, G, B, C.	C, D, E, F, DA	6	C6
۳	A, B, F, G	B, C, D, F	B, C, F, G	C, D, DA, E, F	6	F6
۴	A, B, F, G	B, C, D, F	B, C, F, G	C, D, DA, E, F	6	F6
۵	B	B, C, D, F	B, C, F, G	C, D, DA, E, F	6	B6&F6
۶	A, F, G	B, C, D, F	B, C, F, G	C, D, DA, E, F	6	F6
۷	A, B, F, G	B, C, D, F	B, C, F, G	C, D, DA, E, F	6	F6
۸	A, B, F, G	B, C, D, F	B, C, F, G	C, D, E, F	6	F6
۹	A, F, G	B, C, D, F	B, C, F, G	C, D, DA, E, F	6	F6
۱۰	A, F, G	B, C, D, F	B, C, F, G	B, C, D, E, F, G	6	F6



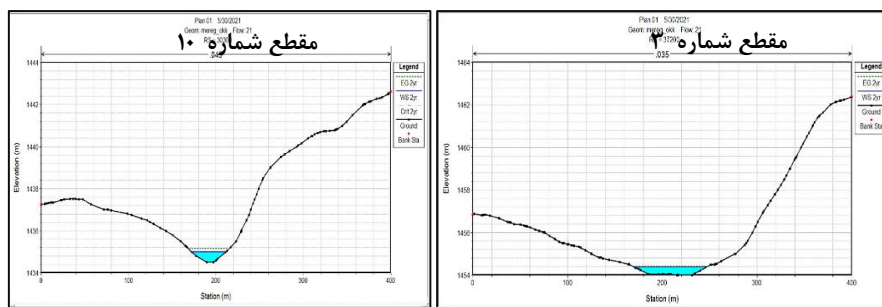
شکل (۵): بازه اول رودخانه مرگ در تعیین سطح ۲ راسگن

Figure (5): The first reach of the Meregh River in the determination of level 2 Rosgen



شکل (۶): پوشش گیاهی و جنس بستر در رودخانه مرگ بازه اول

Figure (6): Vegetation and bed material in Mereg River in the first reach



شکل (۷): مقاطع عرضی رودخانه مرگ در بازه اول

Figure (7): Cross-section of the Mereg River in the first reach

بازه دوم: در این بخش طول رودخانه ۸ کیلومتر می‌باشد میانگین شیب بستر کاهش پیدا کرده است رودخانه دارای الگوی مئاندری است اشکال (۸ و ۹ و ۱۰). با توجه به نتایج به دست آمده در جداول (۵ و ۶) فراوانی الگوی محاسبه شده در رده C6 قرار می‌گیرد.

جدول (۵): محاسبات تعیین نوع الگوی رودخانه در سطح ۲ راسگن (بازه دوم)

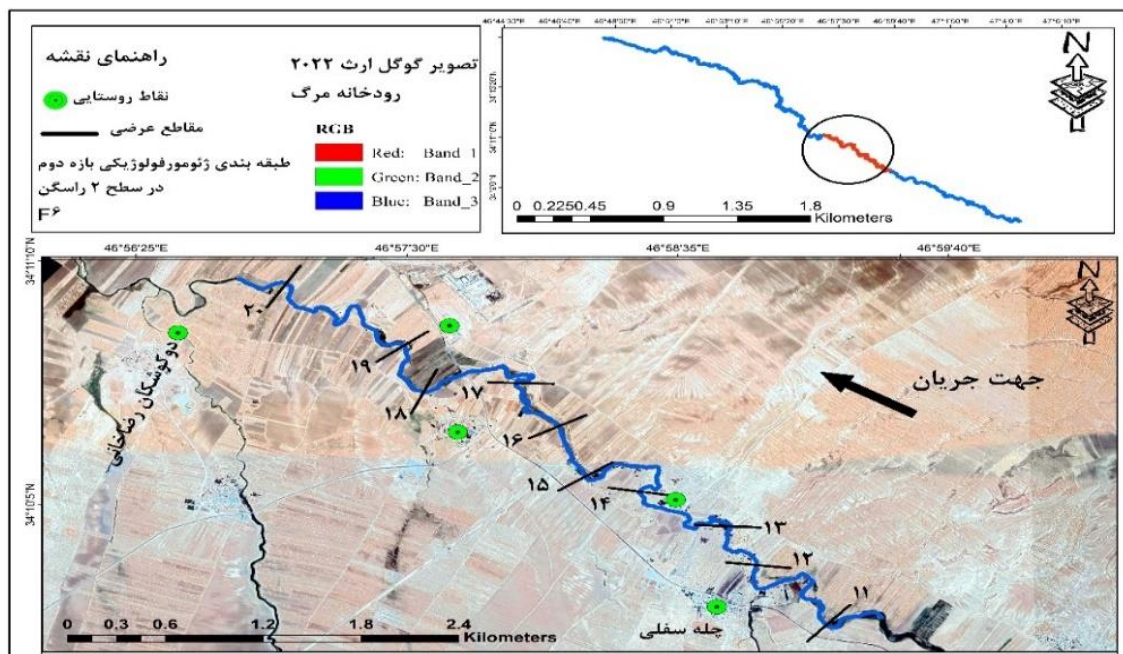
Table (5): Calculations to determine the type of river pattern at level 2 Rosgen (second reach)

مقاطع انتخابی	شاخص گود افتادگی نسبت عرض به عمق	ضریب خمیدگی	شیب (درصد)	جنس رسوبات
۱۱	۱/۳۵	۲۶۹/۳۲	۱/۶۴	۰/۱ رس
۱۲	۱/۴	۴۴۴/۵	۱/۶۴	۰/۵ رس
۱۳	۴/۳	۵۷/۸	۱/۶۴	۰/۲ رس
۱۴	۲/۲۳	۵۰۳/۲۸	۱/۶۴	۰/۰۷ رس
۱۵	۲/۲۲	۱۴۸/۴	۱/۶۴	۰/۲ رس
۱۶	۱/۸۶	۱۴۴/۲	۱/۶۴	۱ رس
۱۷	۲/۷	۱۵۸/۳	۱/۶۴	۰/۰۳ رس
۱۸	۲/۳	۸۳/۶	۱/۶۴	۰/۵ رس
۱۹	۴/۵	۹۲/۸	۱/۶۴	۰/۲ رس
۲۰	۲/۲۱	۲۸۷/۹	۱/۶۴	۰/۰۹ رس

جدول (۶): تعیین نوع الگوی رودخانه در سطح ۲ راسگن (بازه دوم)

Table (6): Determining the type of river pattern at level 2 Rosgen (second reach)

مقاطع	شاخص گود افتادگی	نسبت عرض به عمق	ضریب خمیدگی	شیب	جنس رسوبات	فراوانی الگوی رود
۱۱	F.A.G	B.C.D.F.	B.C.E.F.G	C.D.DA.E.F	6	F6
۱۲	A.B.F.G	B.C.D.F	B.C.E.F.G	C.D.DA.E.F	6	F6
۱۳	C.E.DA	B.C.D.F.	B.C.E.F.G	B.C.D.E.F.G	6	C6
۱۴	C.E	B.C.D.F	B.C.E.F.G	C.D.E.F	6	C6
۱۵	C	B.C.D.F	B.C.E.F.G	C.D.DA.E.F	6	C6
۱۶	A.F.G	B.C.D.F	B.C.E.F.G	C.D.E.F	6	F6
۱۷	C	B.C.D.F	B.C.E.F.G	C.D.DA.E.F	6	C6
۱۸	C.E	B.C.D.F	B.C.E.F.G	C.D.DA.E.F	6	C6
۱۹	C.DA.E	B.C.D.F	B.C.E.F.G	C.D.DA.E.F	6	C6
۲۰	C.E	B.C.D.F	B.C.E.F.G	C.D.DA.E.F	6	6 C

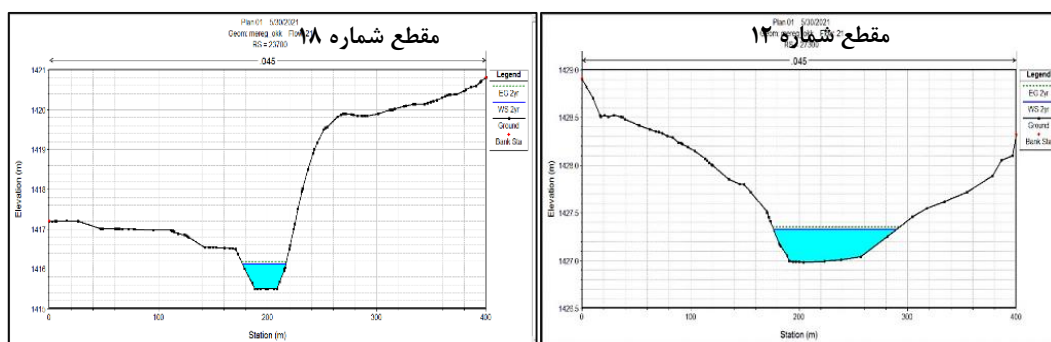


شکل (۸): بازه‌ی دوم رودخانه مرگ در تعیین سطح ۲ راسگن

Figure (8): The second reach of the Meregh River in the determination of level 2 Rosgen



شکل (۹): پوشش گیاهی و جنس بستر در رودخانه مرگ در بازه دوم
Figure (9): Vegetation and bed material in the Mereg River in the second reach



شکل (۱۰): نمونه مقاطع عرضی رودخانه مرگ در بازه دوم
Figure (10): Cross-section of the Mereg River in the second reach

بازه‌ی سوم: دشت سیلابی این بخش از رودخانه مرگ گسترش پیدا کرده‌است و رودخانه به حداکثر ضریب انحنا رسیده‌است (جدول ۷). که بر اساس تقسیم‌بندی (بریلی و فریس، ۲۰۰۵) جز رودخانه‌های پیچان رودی بوده‌است. در مقاطع آخر این بخش نسبت عرض به عمق کمتر از سایر مقاطع قبلی بوده‌است و رودخانه به سمت پایداری پیش رفته است. با توجه به افزایش میزان ضریب انحنا، رودخانه در این بخش در طبقه‌بندی راسگن در رده C6 محاسبه شده‌است با توجه به بازدیدهای میدانی، این بخش از پوشش گیاهی متوسطی برخوردار است و پوشش گیاهی به عنوان یک عامل تثبیت‌کننده کرانه نقش متوسطی در پایداری کرانه بازی می‌کند. در این بازه شاخص گودافتادگی نسبت به بازه‌های قبل بیشتر شده است که نشان‌دهنده‌ی دشت سیلابی توسعه‌یافته است. اشکال (۱۱، ۱۲، ۱۳)

جدول (۷): محاسبات تعیین نوع الگوی رودخانه در سطح ۲ راسگن (بازهی سوم)

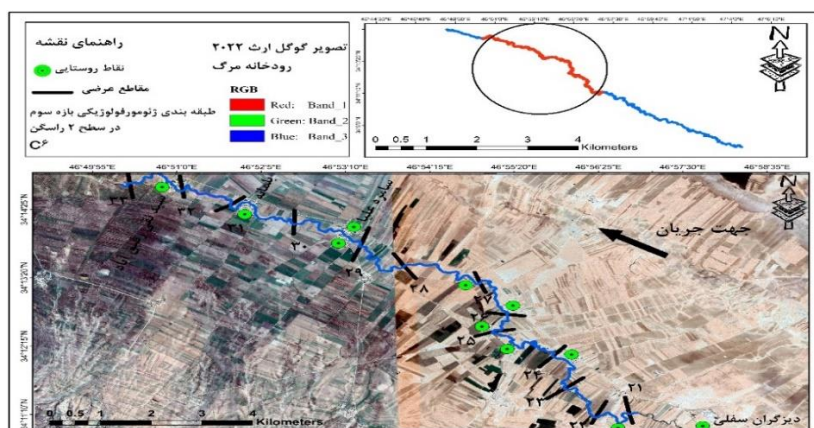
Table (7): Calculations to determine the type of river pattern at level 2 Rosgen (Third reach)

مقاطع انتخابی	شاخص گود افتادگی	نسبت عرض به عمق	ضریب خمیدگی	شیب (درصد)	جنس رسوبات
۲۱	۳/۲	۱۰۲/۷	۱/۷	۰/۲	رس
۲۲	۴	۱۲۰/۱	۱/۷	۰/۴	رس
۲۳	۴/۲	۶۳/۹	۱/۷	۰/۰۹	رس
۲۴	۲/۲۵	۳۵۱	۱/۷	۰/۰۶	رس
۲۵	۲/۲۴	۶۴	۱/۷	۰/۱	رس
۲۶	۲/۲۲	۴۸/۲	۱/۷	۰/۲	رس
۲۷	۲/۳۲	۴۲/۲	۱/۷	۰/۱	رس
۲۸	۳/۶	۶۴/۲	۱/۷	۰/۰۶	رس
۲۹	۲/۲۵	۴۱	۱/۷	۰/۲	رس
۳۰	۱/۷۵	۳۵/۹۸	۱/۷	۰/۳	رس
۳۱	۲/۲	۲۹/۶	۱/۷	۰/۰۸	رس
۳۲	۱/۷۷	۴۱/۳۱	۱/۷	۰/۴	رس
۳۳	۱/۷۷	۴۷/۱	۱/۷	۰/۰۷	رس

جدول (۸): تعیین نوع الگوی رودخانه در سطح ۲ راسگن (بازهی سوم)

Table (8): Determining the type of river pattern at level 2 Rosgen (Third reach)

مقاطع	شاخص گود افتادگی	نسبت عرض به عمق	ضریب خمیدگی	شیب بستر	جنس رسوبات	فراوانی الگوی رود
۲۱	C.E	B.C.D.F	B.C.E.F.G	C.D.DA.E.F	6	C6
۲۲	C.E	B.C.D.F	B.C.E.F.G	C.D.DA.E.F	6	C6
۲۳	C.E	B.C.D.F	B.C.E.F.G	C.D.DA.E.F	6	C6
۲۴	C.E	B.C.D.F	B.C.E.F.G	C.D.DA.E.F	6	C6
۲۵	C.E	B.C.D.F	B.C.E.F.G	C.D.DA.E.F	6	C6
۲۶	C.E	B.C.D.F	B.C.E.F.G	C.D.DA.E.F	6	C6
۲۷	C.E	B.C.D.F	B.C.E.F.G	C.D.DA.E.F	6	C6
۲۸	C.E	B.C.D.F	B.C.E.F.G	C.D.DA.E.F	6	C6
۲۹	C.E	B.C.D.F	B.C.E.F.G	C.D.DA.E.F	6	C6
۳۰	C.E	B.C.DA.F	B.C.E.F.G	C.D.DA.E.F	6	C6
۳۱	C.E	B.C.DA.F	B.C.E.F.G	C.D.E.F	6	C6
۳۲	B	B.C.DA.F	B.C.E.F.G	C.D.DA.E.F	6	B6
۳۳	B	B.C.D.F	B.C.E.F.G	C.D.E.F	6	B6



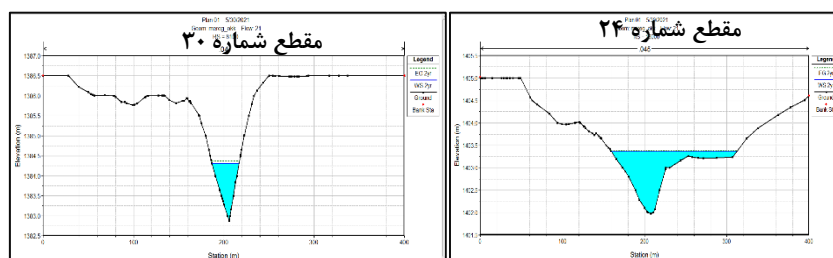
شکل (۱۱): بازه سوم رودخانه مرگ در تعیین سطح ۲ راسگن

Figure (11): The third reach of the Mereg River in the determination of level 2 Rosgen



شکل (۱۲): پوشش گیاهی و جنس بستر در رودخانه مرگ در بازه سوم

Figure (12): Vegetation and bed material in the Mereg River in the third reach



شکل (۱۳): نمونه‌هایی از مقاطع عرضی رودخانه مرگ در بازه سوم

Figure (13): Cross-section of the Mereg River in the third reach

بازه چهارم: الگوی کانال در بازه چهارم سینوسی است با توجه به نتایج جداول (۹ و ۱۰) رودخانه مرگ در سطح II راسگن در گروه B6 قرار می‌گیرد. علاوه بر آن در اثر لایروبی کانال توسط کشاورزان، میزان شیب کانال کمتر از سایر بازه‌ها بوده است. (اشکال ۱۴، ۱۵ و ۱۶)

جدول (۹): محاسبات تعیین نوع الگوی رودخانه در سطح ۲ راسگن، (بازه‌ی چهارم)

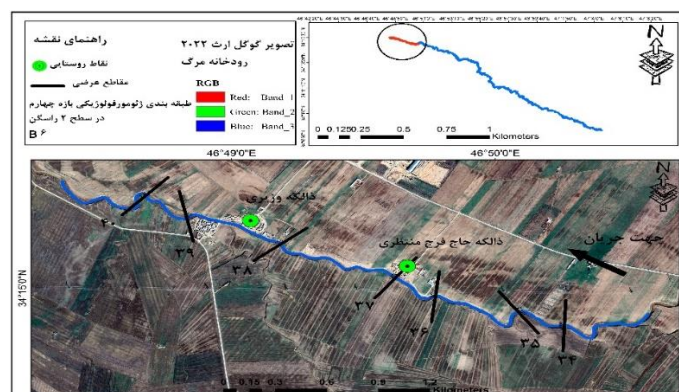
Table (9): Calculations to determine the type of river pattern at level 2 Rosgen (fourth reach)

مقاطع	شاخص گود افتادگی	نسبت عرض به عمق	ضریب خمیدگی	شیب (درصد)	جنس رسوبات
۳۴	۱/۷۴	۴۷/۳	۱/۲۲	۰/۰۹	رس
۳۵	۱/۵۸	۵۸/۶	۱/۲۲	۰/۲	رس
۳۶	۲/۵	۳۵/۹	۱/۲۲	۰/۰۳	رس
۳۷	۲/۸	۴۵/۷	۱/۲۲	۰/۰۶	رس
۳۸	۱/۶۹	۷۵/۱	۱/۲۲	۰/۳	رس
۳۹	۱/۶۸	۱۲۹	۱/۲۲	۰/۱	رس
۴۰	۱/۹۶	۱۷۱/۸	۱/۲۲	۰/۲	رس

جدول (۱۰): تعیین نوع الگوی رودخانه در سطح ۲ راسگن، بازه‌ی چهارم

Table (10): Determining the type of river pattern at level 2 Rosgen (fourth reach)

مقاطع	شاخص گود افتادگی	نسبت عرض به عمق	ضریب خمیدگی	شیب	جنس رسوبات	فراوانی الگوی رود
۳۴	B	B.C.D.F	B.C.F.G	C.D.E.F	6	B6
۳۵	B	B.C.D.F	B.C.F.G	C.D.DA.E.F	6	B6
۳۶	B	B.C.DA.F	B.C.F.G	C.D.DA.E.F	6	B6
۳۷	C.E	B.C.D.F	B.C.F.G	C.D.E.F	6	C6
۳۸	B	B.C.D.F	B.C.F.G	C.D.DA.E.F	6	B6
۳۹	B	B.C.D.F	B.C.F.G	C.D.DA.E.F	6	B6
۴۰	B	B.C.D.F	B.C.F.G	C.D.DA.E.F	6	B6

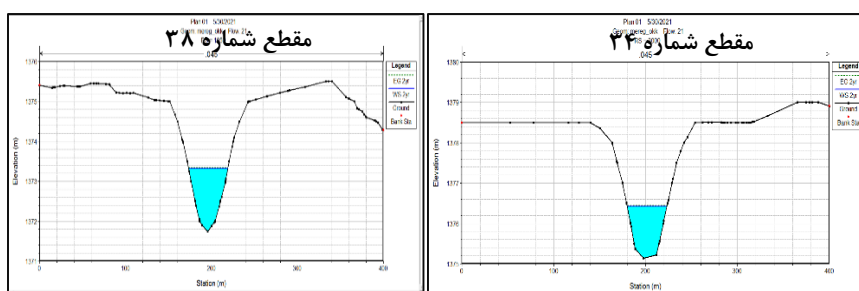


شکل (۱۴): بازه‌ی چهارم رودخانه مرگ در تعیین سطح ۲ راسگن

Figure (14): The fourth reach of the Meregh River in the determination of level 2 Rosgen



شکل (۱۵): پوشش گیاهی و جنس بستر در رودخانه مرگ در بازه‌ی چهارم
Figure (15): Vegetation and bed material in the Mereg River in the fourth reach



شکل (۱۶): نمونه‌هایی از مقاطع عرضی رودخانه مرگ در بازه‌ی چهارم
Figure (16): Cross-section of the Mereg River in the fourth reach

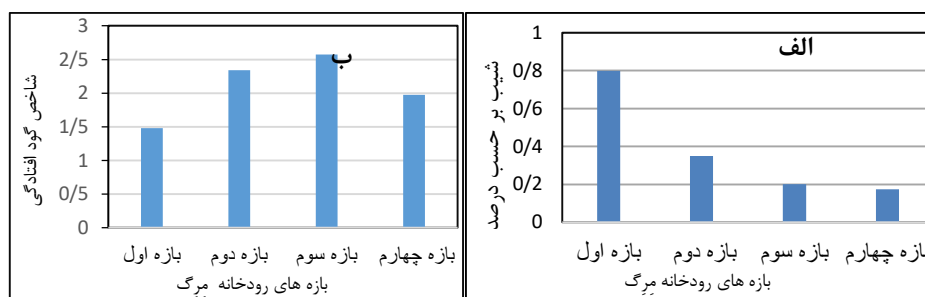
تفاسیر مدیریتی: در این راستا راسگن با برون‌یابی اطلاعات از انواع رودهای مشابه جدولی را تهیه نموده است که با استفاده از اطلاعات تفسیری انواع رودها قابل دسترسی می‌باشد. این اطلاعات عبارتند از: حساسیت به آشفستگی، پتانسیل بازیافت، تهیه و تدارک رسوب، تاثیر کنترلی گیاهان، پتانسیل فرسایش کرانه رود. شاخص‌های مذکور برای رودخانه مرگ در سطح II راسگن که رودخانه در گروه F6، C6 و B6 قرار می‌گیرد استخراج شده‌است. (جدول ۱۱).

جدول (۱۱): تفسیر فرسایشی و مدیریتی رودخانه مرگ با توجه به جدول راسگن

Table (11): Erosion and Management Interpretation of Mereg River According to Rosgen Table

بازه	نوع رودخانه	حساسیت نسبت به آشفستگی	پتانسیل احیاء	تغذیه رسوبی	پتانسیل فرسایش کناره	تاثیر کنترلی پوشش گیاهی
بازه اول	F6	متوسط	نسبتاً خوب	زیاد	خیلی زیاد	متوسط
بازه دوم و سوم	C6	خیلی زیاد	خوب	زیاد	زیاد	خیلی زیاد
بازه چهارم	B6	متوسط	عالی	متوسط	کم	متوسط

با توجه به نتایج شاخص گود افتادگی (نسبت حفر بستر رود) در رودخانه مرگ بازه سوم نسبت به سایر بازه‌ها بیشتر بوده‌است (شکل ۱۷)، شاخص گود افتادگی هرچه افزایش یابد نشان دهنده دشت سیلابی توسعه یافته‌است در بازه سوم رودخانه مرگ دشت سیلابی نسبت به بخش‌های دیگر توسعه بیشتری داشته‌است.



شکل (۱۷): شاخص گودافتادگی (الف)، و میزان شیب بستر (ب) رودخانه مرگ
Figure (17): Entrenchment Ratio (a), and the slope of the bed (b) of the Mereg River

۴- نتیجه گیری

رودخانه‌ها در مورفولوژی و رفتار به طور قابل توجهی از سرچشمه تا دهانه خود تغییر می‌کنند. بنابراین، تعیین مرزبندی مشخصه‌های کانال و جمع‌آوری متغیرهای هیدرولیکی و هیدرولوژیکی و ژئومورفولوژیکی برای به دست آوردن یک درک جامع از کل رودخانه، بسیار مهم است تا متعاقباً یک مدیریت سازگار برای هر نوع از رودخانه با ویژگی‌های ژئومورفولوژیک متفاوت اعمال شود. مجراهای مورد مطالعه از منظر متغیرهای مؤثر ژئومورفولوژیکی در مدل از قبیل: شاخص گودافتادگی، نسبت عرض به عمق متوسط، ضریب خمیدگی، شیب کانال، مواد بستر دارای مقادیر متفاوتی است. بر اساس مطالعات انجام شده رودخانه مرگ در سطح یک راسگن با توجه به تفاوت شیب به ۴ بازه تقسیم‌بندی شده است رودخانه مرگ در مقیاس کلی الگوی مئاندری دارد کل بازه مورد مطالعه در سه گروه (F6, C6, B6) قرار گرفته است. رودخانه مرگ از بالا دست حوضه در بازه اول در رده F6، شیب بستر رودخانه زیاد، میزان شاخص گودافتادگی کمتر از سایر بازه‌ها بوده است و در حدود (۱/۴ - ۱) که نشان‌دهنده‌ی آبراهه‌های گرد شده است در بازه دوم و سوم رودخانه در رده C6 قرار گرفته است میزان شیب کاهش یافته است و میزان شاخص گودافتادگی در بازه دوم به حدود ۲/۲ رسیده که نشان‌دهنده‌ی آبراهه‌های با گردش‌دگی متوسط است در بازه‌ی سوم شاخص گودافتادگی به بیش از ۲/۵ افزایش یافته است و نشان‌دهنده‌ی آبراهه‌های با گردش‌دگی اندک (دشت سیلابی توسعه‌یافته) است. در بازه‌ی چهارم رودخانه در رده B6 قرار دارد با کاهش شیب، شاخص گودافتادگی، متوسط است. روش طبقه‌بندی راسگن برای رودخانه مرگ، نشان داد که غالب مقاطع به خوبی با این طبقه‌بندی سازگار بوده است. با این اوصاف تفاوت‌هایی در مقادیر و نحوی متغیرها وجود دارد که ناشی از شرایط خاصی عوامل تأثیرگذار از قبیل دخالت فعالیت‌های انسانی در بازه چهارم بوده است. انتشار نتایج چنین مطالعاتی با انجام مرزبندی منسجم در رودخانه‌ها و سرشاخه‌های دیگر از کل حوضه‌ها با استفاده از روش راسگن یا روش‌های مشابه دیگر می‌تواند به ایجاد یک معیار هیدرولوژیکی، مورفولوژیکی و اکولوژیکی از رودخانه‌ها کمک کند، اطلاعات مورد نیاز چارچوبی در جهت کاهش فرسایش شیاری، سیل و تغییر کانال مورد استفاده قرار گیرد.

۵-منابع

- Alexander, C. (2005). Riparian buffers and corridors. Technical papers. Vermont Agency of Natural Resource, Waterbury.
- Banerji, D., & Pravin Patel, P. (2019). Morphological Aspects of the Bakreshwar River Corridor in Western Fringe of Lower Ganga Basin, *Quaternary Geomorphology in India*, 2-35.
- Brierley, G.J.L., & Fryirs, K. (2005). Geomorphology and river management application of the river style framework, Blackwell Publishing, Malden, MA, 398 pages.
- Castro, J.M., & Thorne, C.R. (2018). The stream evolution triangle: Integrating geology, hydrology, and biology, *River research and applications*, 37(10), 315-326.
- Daja, Sh., Xhemalaj, X., Lipo, Sk., & Ago, B. (2018). Stream Channel Characterization Vjosa River – a unique natural river, *Acta ZooBot Austria*, 155, 63–71.
- Esfandiyari Darabad, F., Bakhshandeh, R., Rahimi, M., Haji, Kh. & Mostafazadeh, R. (1399). Geomorphological classification and analysis of Hamzekhanloo River using the Rosgen classification model, *Journal of Hydrogeomorphology*, 7 (25), 39-59. (In Persian)
- García, J.H., Ollero, A., Ibisate, A., Fuller, I.C., Death, R.G., & Piégay, H. (2021). Promoting fluvial geomorphology to “live with rivers” in the Anthropocene Era, *Geomorphology*, 380, 1-15.
- Harrelson C.C., Rawlins C.L., & Potyondy, J.P. (1994). Stream Channel Reference Sites: An Illustrated Guide to Field Technique.
- Hawes, Es. & Smith, M. (2005). Riparian buffer zones: functions and recommended widths. Yale School of Forestry and Environmental Studies for the Eight Mile River, Wild and Scenic Study Committee, Connecticut.
- Hosseinzadeh, M.M., Khaleghi, S., & Fathollah Atikandi, P., (2020). Morphological Classification and Channel Instability of Kaleybarchai River, *Journal of Hydrogeomorphology*, 6(21), 43-64. (In Persian)
- Hosseinzadeh, M.M., & Esmaeli. R. (2015). Fluvial geomorphology concepts, froms and processes. Pulpsher Shahid Beheshti University Publication.336 pages. (In Persian).
- Hosseinzadeh, M.M., Esmaeli. R & Motevali, S. (2005). An Examination of the Rosgen Classification System Efficiency Case Study. Classification of Babol and Talar rivers on the Caspian coastal plain zone, *Sarzamin Quarterly*, 2(1), 55-66. (In Persian)
- Ismaili, R., & Hosseinzadeh, M.M. (2015). Comparison of Rosegen and Steelrud methods in classifying mountain rivers, Case study of North Alborz, Lavij catchment, *Journal of Earth Science Research*, 6(1), 64-79. (In Persian)
- Leopold, L.B., & Wolman M.G. (1957) River channel patterns: braided, meandering, and straight. *US Geological Survey Prof*, Paper 282.

- Melki, A., Hesadi, H., Naderian, P. (2018). Location of the artificial feeding of the aquifer in the Mergh watershed. *Geographical research*, 24(1), 53-78. (In Persian)
- Meehan, M.A., & O'Brien, P.L. (2019). Using the Rosgen Stream Classification System to Aid in Riparian Complex Ecological Site Descriptions Development, *Rangeland Ecology & Management*, 72, 729-735.
- Montgomery, D.R., & Buffington, J.M. (1997). Channel-reach morphology in mountain drainage basins, *Geo Science word*, 109(5), 596-611.
- Rosgen, D.L. (1994). A classification of natural rivers, Catena 122, 169-199, *Elsevier Science*, B.V. Amsterdam.
- Rosgen, D.L. (1996). Applied River Morphology (Second Edition), *Wildland Hydrology*, Pagosa Springs, Colorado.
- Roustaei, Sh., Khorshiddoost, A.M., & Khaleghi, S. (2013). Evaluation of morphology of Liquean river canal by Rasgen. *Quantitative Geomorphological Research*, 1(4), 1-16. (In Persian)
- US Department of Agriculture, Natural Resource Conservation Service (USDA, NRCS. (2010). Understanding fluvial systems: wetlands, streams, and flood plains, *Technical Note* No. 4. US Department of Agriculture, Washington, DC, USA, p. 26.
- Yamani, M., Maghsoudi, M., Mohammad Khan, Sh., & Moradi, A. (2015). Morphological classification of Talvar river waterway based on Rozgan method and its efficiency (distance between Kachigard village to Hassan Khan), *Journal of Earth Science Research*, 6(3), 1-18. (In Persian)
- Yamani, M., Turani, M. (2014). Geomorphological classification of Taleghan River waterway pattern in Taleghan town by Rozgan method, *Journal of Geographical Research*, 46(2), 183-198. (In Persian)
- Zelenakova, M., Fijko, R., Labant, S., Weiss, E., Markovic, G. and Weiss, R., (2019). Flood risk modelling of the Slatvinec stream in Kru_zlov village, Slovakia, *Journal of Cleaner Production*, v. 212, p. 109-118.