

ساماندهی رودخانه دره رود با استفاده از مدل HEC-RAS و سیستم اطلاعات جغرافیایی

سعید حبیبی آلاگوز^{۱*}، محمد شهبازی بیله سوار^۲، علی اطاعت^۳ و بهرام صاحبقرانی^۴

۱، ۲، ۳ و ۴- کارشناس ارشد مهندسی رودخانه، شرکت مهندسی مشاور آذربولاق تبریز

(sayid.habibi@gmail.com)

خلاصه

عوامل انسانی و غیرانسانی موجب ایجاد تغییرات در بستر رودخانه شده که این تغییرات نیز به نوبه خود باعث ایجاد خسارات به حاشیه رودخانه در زمان حدوث سیلاب‌های مختلف می‌گردد. از این‌روی مطالعات مهندسی رودخانه در بخش ساماندهی به‌منظور حفاظت از بستر طبیعی رودخانه و به حداقل رساندن خسارات ناشی از تغییرات ضروری است. در این مطالعه با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۱۰۰۰ رودخانه و با بهره‌گیری از مدل شبیه‌ساز جریان HEC-RAS و سیستم اطلاعات جغرافیایی نسبت به بررسی خصوصیات هیدرولیکی جریان در دو حالت قبل و بعد از ساماندهی اقدام گردید. با توجه به شرایط منطقه مورد مطالعه و مصالح در دسترس برای حفاظت دیواره‌های رودخانه در هر دو ساحل رودخانه، سازه گوره (دایک خاکی) در نظر گرفته شد. نتایج این مطالعات نشان داد، با در نظر گرفتن ساماندهی رودخانه در عرض تعادل ۶۰ متری، خصوصیات هیدرولیکی رودخانه تغییرات محسوسی نخواهد داشت. از طرفی کاهش عرض رودخانه از پهنه سیلابی ۵ ساله به عرض تعادل ۶۰ متری موجب حفاظت بیش از ۷۲۰ هکتار از اراضی بستر غیرفعال رودخانه می‌گردد.

کلمات کلیدی: ساماندهی رودخانه، مدل HEC-RAS، سیستم اطلاعات جغرافیایی Arc GIS، رودخانه دره رود

۱. مقدمه

آب منبع اصلی حیات برای انسان‌ها و سایر موجودات است ولی این منبع حیات بعضاً باعث نابودی و وارد شدن خسارات جبران‌ناپذیری می‌شود. از جمله این خسارات می‌توان به از دست دادن خاک حاصلخیز، تخریب اراضی زراعی و مناطق مسکونی، تغییرات مورفولوژی رودخانه و حتی نابودی انسان‌ها اشاره کرد. شناخت رفتاری رودخانه و اقدامات مهندسی بجا، همواره دغدغه مهندسی درگیر در این رشته بوده است و به ابزاری جهت شبیه‌سازی پدیده موردنظر در رودخانه نیازمند بوده‌اند. در صورت عدم وجود و به کارگیری چنین ابزاری قضاوت‌های مهندسی غالباً باعث می‌شود که طرح با محافظه کاری بیشتر، خطای بیشتر و بعضاً غیر فنی به اجرا درآید. [۱]

سیلاب‌دشت‌ها و مناطق مجاور رودخانه‌ها که به دلیل شرایط خاص خویش فضاهایی مناسب برای انجام فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی محسوب می‌شوند، همواره در معرض خطرات ناشی از وقوع سیلاب‌های مختلف قرار دارند. از این‌رو در این مناطق تعیین میزان پیشروی سیلاب و ارتفاع آن نسبت به رقم سطح زمین و نیز تعیین خصوصیات سیلاب در دوره بازگشت‌های مختلف که تحت عنوان پهنه‌بندی سیلاب صورت می‌گیرد، حائز اهمیت فراوان خواهد بود. بر این اساس پهنه‌بندی سیلاب، پیش‌نیاز توسعه مناسب، ضوابط ساخت‌وساز لازم و مبنای تعیین اثرات اکولوژیک و زیست‌محیطی بوده و میزان ریسک سرمایه‌گذاری را مشخص می‌کند. [۲]. تعاریف متفاوتی از سیل را می‌توان ارائه داد در ذیل به چند نمونه از آن‌ها اشاره می‌شود. در فرهنگ بین‌المللی Webster سیلاب به جریان عظیمی گفته می‌شود که از مقطع عرضی رودخانه بالاآمده و اراضی اطراف که معمولاً در زیر آب نیست غرقاب می‌کند. [۳] سیلاب، افزایش سریع و کوتاه‌مدت ارتفاع سطح آب یک رودخانه نسبت به مقادیر عادی تا رسیدن به اوج است که پس از آن سطح آب با شدت کمتری کاهش می‌یابد. [۴]. طبق تعریف وزارت نیرو، سیل یا سیلاب عبارت است از تراز یا جریان زیاد (غیرعادی) آب در سطح زمین، در داخل رودخانه، در سیل گاه، در دریاچه یا در منطقه ساحل که منجر به اثرگذاری قابل توجه شود. [۵]. با توجه به دیدگاه‌های متفاوت از مفهوم سیل، ارائه یک تعریف جامع و کامل ضروری به نظر می‌رسد. به‌طور کلی می‌توان چنین استنباط نمود که هر جریان سطحی آب در صورتی سیل تلقی می‌گردد که: اولاً جریان آب برای مقطع خاصی از رودخانه بیش از جریان عادی آن باشد. ثانیاً تداوم زمانی محدود داشته باشد. ثالثاً جریان آب از بستر طبیعی خود تجاوز کند و اراضی حاشیه و یا سیلاب‌دشت رودخانه را فراگیرد. رابعاً توان ایجاد خسارات مالی و یا جانی را داشته باشد. [۶]. کنترل سیلاب و کاهش خسارات ناشی از سیل از قدیم‌الایام دغدغه حاشیه‌نشینان رودخانه بوده و در این خصوص اقدامات مختلفی در سراسر جهان صورت می‌پذیرد. یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین اقدامات در خصوص کاهش خسارات ناشی از سیلاب، ساماندهی رودخانه‌ها است. ساماندهی به معنی تربیت و کنترل رودخانه و جریانات داخل آن به‌منظور نیل به اهداف مختلفی همچون کاهش خسارات سیلاب و کنترل پدیده فرسایش و رسوب است و به‌منظور ساماندهی رودخانه‌ها عموماً طرح‌های جامعی مورد مطالعه قرار می‌گیرد. در طرح‌های ساماندهی رودخانه‌ها

پیش‌بینی رفتار هیدرولیکی در شرایط وضع موجود جهت اتخاذ تصمیمات در خصوص کنترل، هدایت و ساماندهی رودخانه‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد. استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی رودخانه‌ها این امکان را فراهم می‌کند تا پهنه سیلاب با دوره‌های بازگشت مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته و گزینه‌های مختلف ساماندهی بر این اساس انتخاب شوند. در سال‌های اخیر مطالعات مربوط به کنترل سیل و ساماندهی رودخانه مورد توجه محققین در داخل و خارج کشور قرار گرفته است. افتخاری و همکاران (۲۰۰۹) به ارزیابی پهنه‌بندی روستاهای در معرض خطر سیلاب با استفاده از مدل HEC-GeoRAS در محیط Arc GIS بر روی روستاهای حوضه گرگان رود پرداخت و ضمن تأیید کارایی مدل، کاربرد آن را در مدیریت و برنامه‌ریزی روستایی توصیه نمود [۷].

درخشان و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی رفتار هیدرولیکی رودخانه گوهر رود و سیاه رود با استفاده از مدل HEC-RAS و Arc GIS محل‌هایی که احتمال انسداد کانال زهکشی وجود داشت را شناسایی و مسیر کانال‌های زهکش جدید را معرفی نمود [۸].

روشان (۲۰۱۲) با شبیه‌سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه با استفاده از مدل HEC-RAS در محیط GIS بر روی رودخانه بشار دریافت که مدل HEC-RAS می‌تواند مقادیر عددی مناسبی را جهت مطالعه خصوصیات هیدرولیکی جریان در رودخانه‌ها ارائه دهد و جهت پهنه‌بندی سیلاب با دقت بالا و هزینه اندک مورد استفاده قرار گیرد [۹].

آزم و همکاران (۲۰۱۳) با شبیه‌سازی هیدرولیکی طرح‌های ساماندهی بر روی رودخانه کارون در بازه شهر اهواز دریافتند که لایروبی در بازه اهواز به شکل کف کنی تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر پروفیل سطح آب ندارد و تنها روند فرسایش و رسوب را در این بازه سرعت می‌بخشد [۱۰].

یحیوی (۲۰۱۶) به بررسی تأثیر احداث سازه آب‌شکن بر خصوصیات هیدرولیکی رودخانه قزل‌اوزن پرداخت و نتیجه گرفت که احداث آب‌شکن و حفظ عرض تعادل ۲۵۰ متر خصوصیات هیدرولیکی رودخانه را زیاد تغییر نمی‌دهد [۱۱].

زارع زاده (۲۰۱۶) با مطالعه احداث دایک خاکی و آب‌شکن عمود بر جریان بر روی رودخانه قزل‌اوزن به این نتیجه رسیدند که احداث آب‌شکن بر به همراه دایک خاکی عملکرد دایک خاکی را بهبود می‌بخشد و همچنین عرض تعادل ۲۶۰ متر را برای احداث آب‌شکن‌ها در آن رودخانه مناسب دانست [۱۲].

با توجه به بررسی منابع مشخص می‌گردد تاکنون مطالعه‌ای در زمینه ساماندهی رودخانه دره رود در استان اردبیل صورت نگرفته است. لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر طرح‌های ساماندهی بر حفاظت از بستر و حریم رودخانه دره رود و به کمک مدل شبیه‌سازی هیدرولیکی HEC-RAS و سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام یافته است.

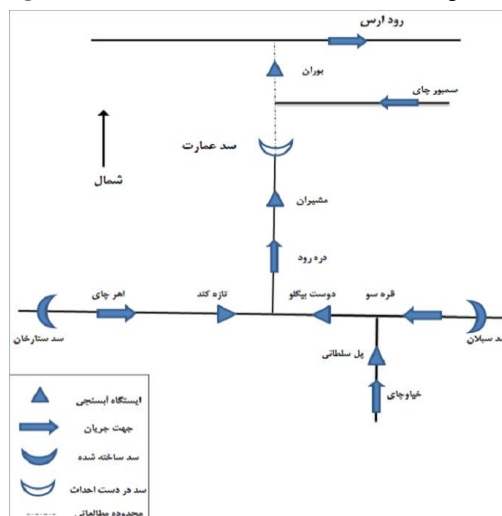
۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- محدوده مورد مطالعه و داده‌های مورد استفاده

رودخانه دره رود در شمال غربی ایران و در شمال استان اردبیل واقع شده است. این رودخانه از دو سرشاخه بزرگ اهر چای و قره‌سو تشکیل شده است. این رودخانه پس از عبور از روستاهای سیرک، کنددالی، ولی برخان، قره جاغلی، آقا محمد بیگلر، دیکداش، گل تپه، کندی، گوزالدی، اسماعیل کندی، بودجه پایین، گجلو، بودجه سفلی، بران سفلی به رودخانه ارس می‌ریزد. بازه مطالعاتی حدفاصل سد عمارت به مختصات $(x=719876, y=4317174)$ و محل تلاقی با رودخانه ارس به طول تقریبی (۷۰ کیلومتر) است. شکل (۱) شبکه هیدروگراف رودخانه دره رود و شکل (۲) منطقه مورد مطالعه در رودخانه دره رود را نشان می‌دهد.



شکل (۲) منطقه مورد مطالعه رودخانه دره رود



شکل (۱) شبکه هیدروگراف رودخانه دره رود

بر اساس مطالعات هیدرولوژی که بر روی این رودخانه انجام گرفته است دبی‌های سیلاب با دوره بازگشت ۵ ساله در گره‌های مختلفی از محدوده مطالعاتی به شرح جدول (۱) ارائه شده است. [۱۳]. در این مطالعه، سیلاب با دوره بازگشت ۵ ساله (طبق مفاد دستورالعمل طرح بهبود مدیریت رودخانه‌های کشور) برای ساماندهی رودخانه دره رود در نظر گرفته شده است. مطابق این دستورالعمل برای حفاظت حاشیه رودخانه‌هایی که کاربری کشاورزی دارند سیلاب با دوره بازگشت ۵ تا ۲۵ سال با قضاوت کارشناسی انتخاب می‌گردد.

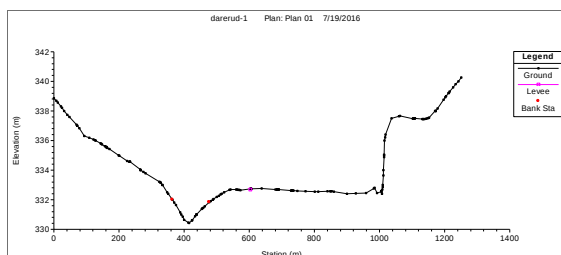
جدول (۱) دبی‌های سیلابی با دوره بازگشت ۵ ساله در محدوده مطالعاتی رودخانه دره رود [۱۳]

سد عمارت	پایین دست سد عمارت	۳۷/۵ کیلومتر	۴۶ کیلومتر - پایین دست	۵۸ کیلومتر پایین دست
۲۰۲/۲	۲۰۴/۶	۲۰۹/۴	۲۱۱/۹	۲۱۲/۳
دبی سیلاب (m ³ /s)				

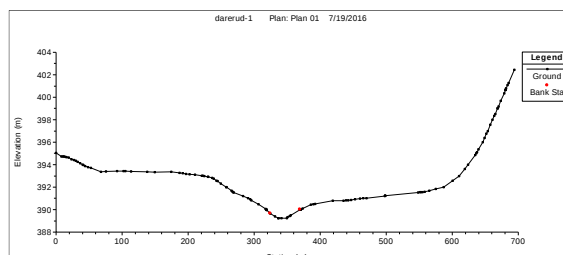
۲-۲- روش مورد استفاده

۲-۲-۱- سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل شبیه‌ساز جریان HEC-RAS

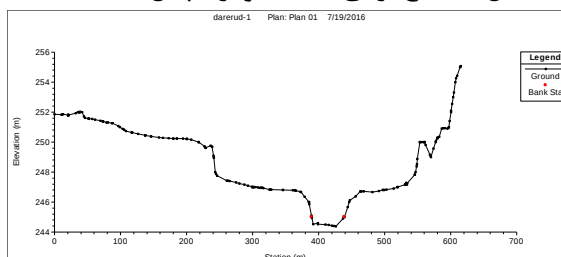
در این مطالعه از سیستم اطلاعات جغرافیایی برای ساخت لایه سه‌بعدی سطح زمین (TIN) استفاده گردیده است. لایه TIN جهت رسم مقاطع عرضی رودخانه در مدل ریاضی کاربرد دارد. برای به دست آوردن این لایه از نقشه‌های توپوگرافی منطقه با مقیاس ۱:۱۰۰۰ که به کارفرمایی شرکت آب منطقه‌ای اردبیل تهیه شده، استفاده گردیده است. این مدل توسط گروه مهندسی ارتش آمریکا (USACE) توسعه یافته است. مدل HEC-RAS یک مدل یک‌بعدی است که به کاربر امکان انجام محاسبات هیدرولیک رودخانه در حالت جریان پایدار و ناپایدار را می‌دهد [۱۴]. در این مطالعه خصوصیات جریان در حالت پایدار مورد بررسی قرار گرفته است. علت انتخاب جریان پایدار مطالعه جریان سیلابی در حالت پیک و ماکزیمم است. بدیهی است که در حالت بیشینه جریان سیلابی پهنه سیلاب و به تبع آن خسارات سیلابی بیشتر است. با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی ۴۱۰ مقطع عرضی به مدل HEC-RAS معرفی گردید. اشکال ۴ تا ۷ نمونه‌هایی از مقاطع عرضی رسم شده را نشان می‌دهد.



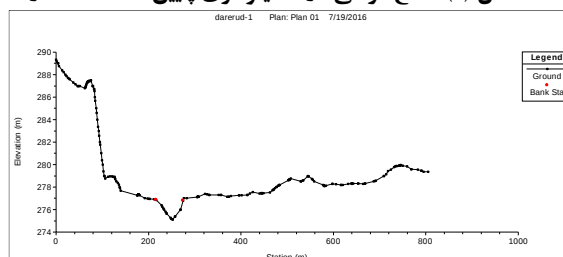
شکل (۵) مقطع عرضی در ۱۵ کیلومتری پایین دست سد عمارت



شکل (۴) مقطع عرضی در ۵ کیلومتری پایین دست سد عمارت



شکل (۷) مقطع عرضی در ۴۷ کیلومتری پایین دست سد عمارت



شکل (۶) مقطع عرضی در ۳۶ کیلومتری پایین دست سد عمارت

شبیه‌سازی رفتار هیدرولیک جریان با استفاده از مدل‌های رایانه‌ای مستلزم آن است که تأثیر زبری مجرا که عامل اتلاف انرژی تلقی می‌شود به گونه منطقی تعیین گردد. در تخمین ضریب زبری، شناخت عوامل مؤثر در این ضریب ضروری است. این عوامل عبارت‌اند از زبری بستر کانال (جنس کانال)، نامنظمی سطح مقطع، پوشش گیاهی (نوع و میزان تراکم آن)، شکل مسیر (مستقیم یا مارپیچی بودن)، وجود موانع در مسیر جریان، عمق و دبی جریان که علاوه بر تأثیر درافت طولی مسیر تا حدودی دربرگیرنده افت‌های موضعی نیز می‌باشند. با توجه به عوامل مؤثر ذکر شده روش‌های مختلفی برای تعیین این ضریب وجود دارد. در این مطالعه روش کاون (Cowan) از معادله (۱) برای یافتن ضریب زبری کانال استفاده می‌شود. رابطه ضریب زبری در روش کاون به شکل زیر هست: [۱۴]

$$[n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)m] \quad (1)$$

در این رابطه n_0 : ضریب زبری پایه، n_1 : زبری اضافی مربوط به نامنظمی سطح آبراهه، n_2 : زبری اضافی مربوط به تغییرات در اندازه مقطع و شکل آبراهه، n_3 : زبری اضافی مربوط به موانع عمودی، n_4 : زبری اضافی مربوط به پوشش گیاهی و m : ضریب مربوط به پیچش مسیر آبراهه می باشد [۱۴]. برای شبیه سازی جریان سیلابی مقاطع عرضی که از سیستم اطلاعات جغرافیایی به دست آمده به همراه اطلاعات دبی های سیلابی و ضرایب زبری به مدل HEC-RAS وارد گردید. ضرایب زبری با توجه به منحنی دبی اشل ایستگاه بوران واسنجی و به شرح جدول (۲) مورد استفاده قرار گرفت.

جدول (۲) ضرایب زبری مورد استفاده در مطالعه ساماندهی رودخانه دره رود اردبیل

مسافت (Km)	n_0	n_1	n_2	n_3	n_4	m	n کانال اصلی	n ساحل چپ	n ساحل راست
سد عمارت تا ۲/۳۵	۰/۰۲۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۱/۱۵	۰/۰۴۳	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸
۱۴/۳۵ تا ۲/۳۵	۰/۰۲۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲	۱/۰۱	۰/۰۴۷	۰/۰۵۲	۰/۰۵۲
۲۵/۸۵ تا ۱۴/۳۵	۰/۰۲۴	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۵	۱	۰/۰۵۴	۰/۰۵۹	۰/۰۵۹
۲۸/۵۵ تا ۲۵/۸۵	۰/۰۲۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۱	۰/۰۴۰	۰/۰۴۵	۰/۰۴۵
۳۶/۷۵ تا ۲۸/۵۵	۰/۰۲۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۵	۱	۰/۰۵۵	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶
۴۲/۱۵ تا ۳۶/۷۵	۰/۰۲۴	۰/۰۱۲	۰/۰۱۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۵	۱/۰۲	۰/۰۶۰	۰/۰۶۵	۰/۰۶۵
۴۸/۵۵ تا ۴۲/۱۵	۰/۰۲۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۷	۱	۰/۰۳۹	۰/۰۴۴	۰/۰۴۴
۵۴/۹۵ تا ۴۸/۵۵	۰/۰۲۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۱	۰/۰۴۲	۰/۰۴۷	۰/۰۴۷
۶۵/۶۵ تا ۵۴/۹۵	۰/۰۲۳	۰/۰۱۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۷	۰/۰۰۵	۱	۰/۰۵۲	۰/۰۵۷	۰/۰۵۷
۶۵/۶۵ تا تلاقی ارس دره رود	۰/۰۲۳	۰/۰۱۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۱	۰/۰۶۵	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷

۲-۲-۲- ساماندهی رودخانه دره رود

برای حفاظت سواحل و ساماندهی رودخانه دره رود از روش تثبیت بستر فعال با احداث گوره های خاکی حاصل از مصالح رودخانه ای استفاده گردید. برای این کار ابتدا بستر فعال رودخانه با پیمایش و علامت گذاری تعیین گردید. سپس با کنترل عرض تعادل رودخانه جانمایی محل احداث گوره ها در مدل HEC-RAS صورت پذیرفت. در اغلب کارهای ساماندهی رودخانه، لازم است ابعاد رژیم یا تعادل رودخانه از قبیل عرض و عمق تعیین گردد که برای تعیین آن از روش های تجربی و منطقی استفاده می شود، روش های تجربی بر اساس تجزیه و تحلیل داده ها و ایجاد روابط و همبستگی بین آن ها استوار است که در این زمینه می توان از روابط موجود که توسط محققان مربوطه ارائه شده، استفاده نمود. عرض تعادل رودخانه به پهنایی از رودخانه گفته می شود که در صورت محدود کردن رودخانه به آن پهنای مشخصه های هندسی، دبی جریان و دبی رسوب رودخانه حالت توازن و تعادل برقرار شده و شکل عمومی مجرا نسبت به زمان تقریباً ثابت باقی بماند. در مطالعات ساماندهی رودخانه دره رود با استفاده از عرض تعادل به عنوان حداقل عرض رودخانه برای هدایت جریان استفاده گردیده است. عرض تعادل حداقل عرض لازم برای ساماندهی در رودخانه است و انتخاب عرض های ساماندهی بیش از آن بلامانع است ولیکن عرض ساماندهی کمتر از آن ممکن است خصوصیات و رژیم جریان را تغییر دهد. روابط (۲) تا (۵) به ترتیب موسوم به رابطه هندرسون، بری، چارلتون و لیسی روابط تجربی مورد استفاده برای محاسبه عرض تعادل رودخانه دره رود به شرح زیر هستند که در آن روابط $B =$ عرض تعادل (متر)، $Q =$ دبی غالب مترمکعب در ثانیه، $S =$ شیب خط انرژی، $D =$ اندازه حداکثر مصالح بستر قابل حمل در دبی غالب (معادل D_{75}) می باشند. [۱۱]. عرض تعادل رودخانه دره رود بر اساس روابط فوق به شرح جدول (۳) محاسبه گردید.

$$B_e = \frac{65249 Q S^{1.116}}{(D_{75})^{3/2}} \quad (2)$$

$$B = 4.75 Q^{0.527} \quad (3)$$

$$B = 3.95 Q_b^{0.47} \quad (4)$$

$$B = \frac{1.14 Q_b S^{7/6}}{D_{75}^{1.5}} \quad (5)$$

جدول (۳) عرض تعادل محاسباتی رودخانه دره رود

رابطه لیسی	رابطه چارلتون	رابطه بری	رابطه هندرسون	عرض تعادل (متر)
۵۵	۴۹	۷۹	۶۲	

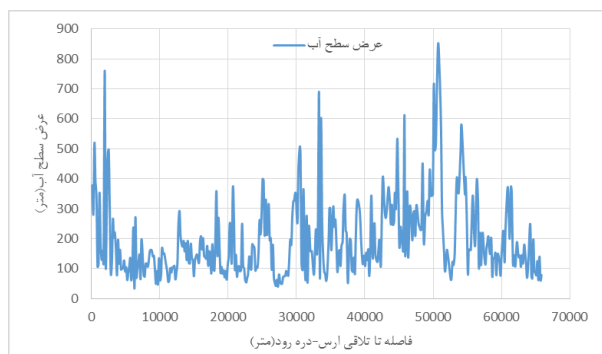
هر چهار روش فوق برای محاسبه عرض تعادل مقادیری را ارائه داده‌اند ولیکن چون این روابط هنوز برای رودخانه‌های ایران بهینه نشده است از مقادیر چهار روش صدرا اشاره متوسط گیری گردید و عرض تعادل ۶۰ متر به عنوان حداقل عرض رودخانه برای ساماندهی مدنظر قرار گرفت. با توجه به نتایج حاصل از بازدیدهای میدانی و مطالعات تعیین بستر فعال و غیرفعال مشاهده گردید که رودخانه نیز در عرض‌های کمتر از ۶۰ متر جریان ندارد و این موضوع خود مؤید مناسب بودن عرض تعادل ۶۰ متری است.

۳- نتایج

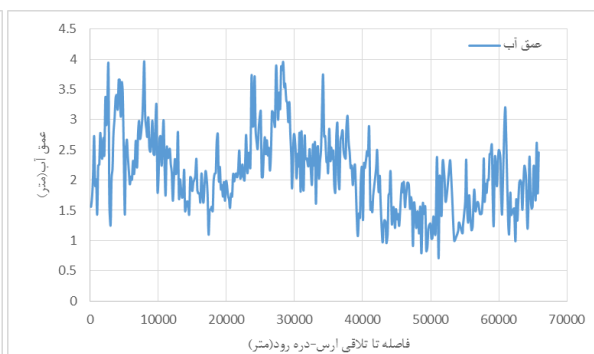
در این مطالعه خصوصیات جریان و پهنه سیلابی در وضعیت قبل و بعد از ساماندهی مورد ارزیابی قرار گرفته است که در ذیل به بررسی نتایج هر یک پرداخته شده است.

۳-۱- خصوصیات جریان قبل از احداث گوره های ساماندهی

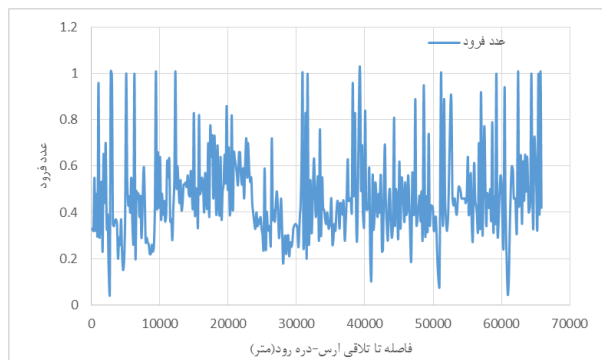
دبی سیلاب با دوره بازگشت ۵ ساله در طول رودخانه در محدوده ۲۰۲ مترمکعب در ثانیه در بالادست تا ۲۱۲ مترمکعب در پایین دست متغیر است. در شکل‌های (۸) تا (۱۱) تغییرات عمق آب، تغییرات عرض سطح آب، تغییرات سرعت جریان و عدد فرود در طول رودخانه نشان داده شده است. دامنه تغییرات عمق آب عموماً در محدوده یک الی ۳/۵ متر، عرض رودخانه عموماً در محدوده ۵۰ تا ۴۰۰ متری، سرعت جریان عموماً در محدوده ۰/۵ تا ۲/۵ متر در ثانیه و عدد فرود رودخانه نیز عموماً کمتر از یک و زیر بحرانی است.



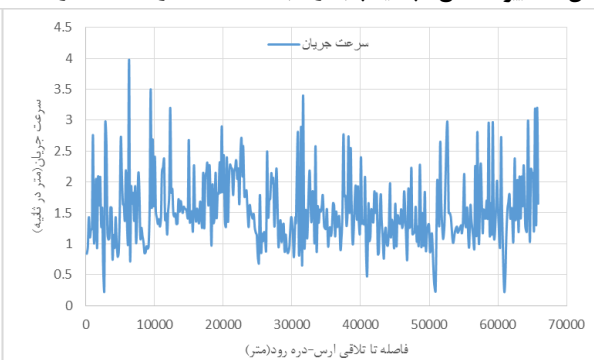
شکل (۹) تغییرات عرض سطح آب سیلاب با دوره بازگشت ۵ ساله رودخانه دره رود



شکل (۸) تغییرات عمق آب سیلاب با دوره بازگشت ۵ ساله رودخانه دره رود



شکل (۱۱) تغییرات عدد فرود جریان سیلاب با دوره بازگشت ۵ ساله رودخانه دره رود

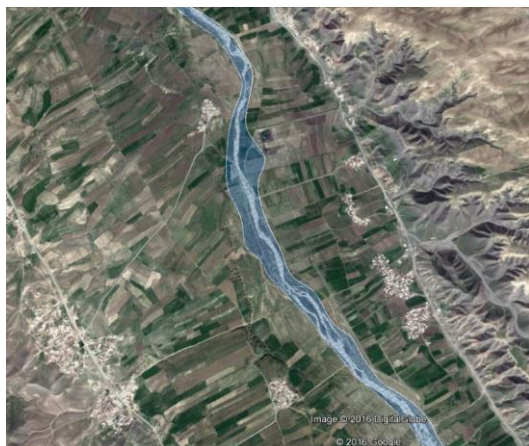


شکل (۱۰) تغییرات سرعت جریان سیلاب با دوره بازگشت ۵ ساله رودخانه دره رود

نمودارهای فوق نشان می‌دهند که بدر بازه‌هایی که عرض رودخانه کم هستند سرعت جریان افزایش یافته است. در جدول (۴) خلاصه خصوصیات هیدرولیکی رودخانه دره رود آورده شده است. اشکال ۱۲ و ۱۳ نمونه‌هایی از پهنه سیلاب با دوره بازگشت ۵ ساله رودخانه دره رود را نمایش می‌دهد.

جدول (۴) خصوصیات هیدرولیکی رودخانه دره رود برای سیلاب با دوره بازگشت ۵ ساله قبل از ساماندهی

عدد فرود	سرعت جریان	عرض سطح آب	حداکثر عمق آب	تراز سطح آب	تراز خط القعر	دبی جریان
	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ³ /s)
متوسط	۱/۵۵	۱۹۲/۴۳	۲/۱۵	۲۷۱/۲۹	۲۶۹/۱۶	۲۰۶/۸۲
بیشینه	۳/۹۸	۸۴۳/۱۴	۳/۹۶	۴۳۱/۰۵	۴۲۸/۵۹	۲۱۲/۳۰
کمینه	۰/۲۴	۳۳/۴۷	۰/۷۱	۱۳۲/۶۵	۱۳۱/۰۹	۲۰۲/۲۰



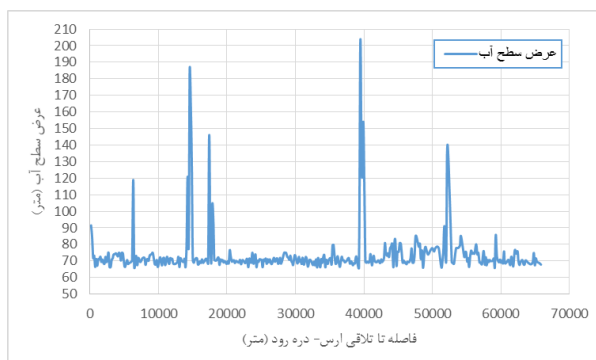
شکل (۱۳) پهنه سیلاب با دوره بازگشت ۵ ساله رودخانه دره رود در محدوده پل اصلاندوز



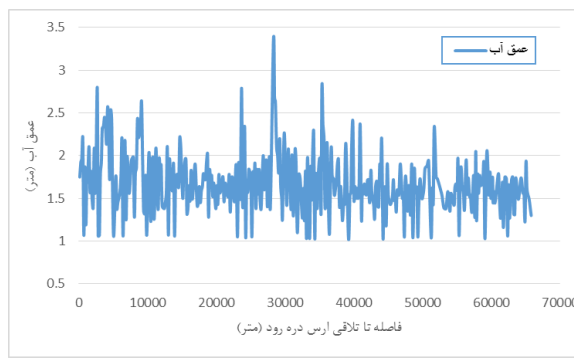
شکل (۱۲) پهنه سیلاب با دوره بازگشت ۵ ساله رودخانه دره رود در ۵ کیلومتری پایین دست روستای آقا محمد ییگلو

۲-۳ خصوصیات جریان بعد از احداث گوره های ساماندهی

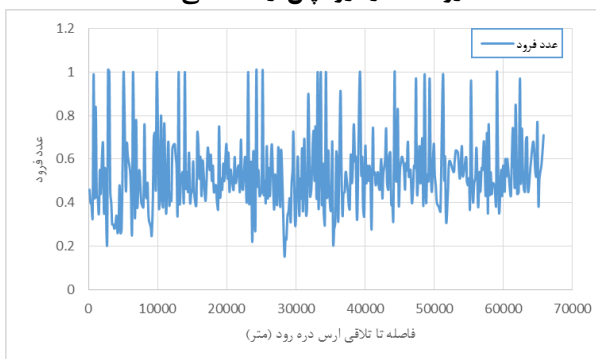
در این حالت نیز دبی سیلاب با دوره بازگشت ۵ ساله در طول رودخانه در محدوده ۲۰۲ مترمکعب در ثانیه در بالادست تا ۲۱۲ مترمکعب در پایین دست متغیر است. در شکل های (۱۴) تا (۱۷) تغییرات عمق آب، تغییرات عرض سطح آب، تغییرات سرعت جریان و عدد فرود در طول رودخانه برای وضعیت بعد از احداث گوره های ساماندهی نشان داده شده است. جدول (۵) خلاصه خصوصیات هیدرولیکی رودخانه دره رود برای سیلاب با دوره بازگشت ۵ ساله بعد از ساماندهی با گوره را ارائه می دهد.



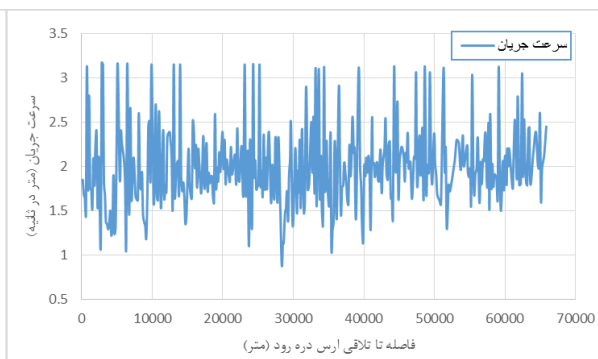
شکل (۱۵) تغییرات عرض سطح آب سیلاب با دوره بازگشت ۵ ساله رودخانه دره رود پس از ساماندهی



شکل (۱۴) تغییرات عمق آب سیلاب با دوره بازگشت ۵ ساله رودخانه دره رود پس از ساماندهی



شکل (۱۷) تغییرات عدد فرود سیلاب با دوره بازگشت ۵ ساله رودخانه دره رود پس از ساماندهی

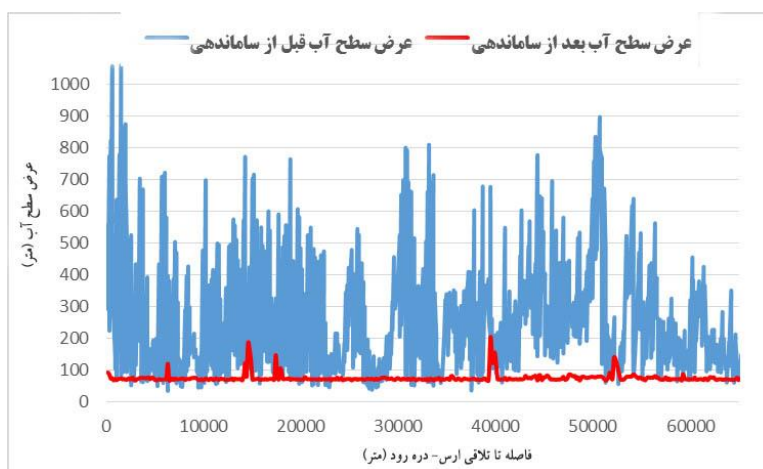


شکل (۱۶) تغییرات سرعت جریان سیلاب با دوره بازگشت ۵ ساله رودخانه دره رود پس از ساماندهی

جدول (۵) خلاصه خصوصیات هیدرولیکی رودخانه دره رود برای سیلاب با دوره بازگشت ۵ ساله پس از ساماندهی

عدد فرود	سرعت جریان	عرض سطح آب	عمق آب	تراز سطح آب	تراز خط القعر	دبی جریان	
	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ³ /s)	
۰/۵۳	۱/۹۹	۷۳/۹۰	۱/۶۷	۲۷۰/۹۸	۲۶۹/۱۶	۲۰۶/۸۲	متوسط
۱/۰۱	۳/۱۷	۲۰۱/۹۹	۳/۳۶	۴۲۹/۸۹	۴۲۸/۵۹	۲۱۲/۳	بیشینه
۰/۱۶	۰/۹۰	۶۵/۹۵	۱/۰۳	۱۳۲/۸۴	۱۳۱/۰۹	۲۰۲/۲	کمینه

دامنه تغییرات عمق آب عموماً در محدوده یک الی ۳ متر، عرض رودخانه عموماً در محدوده ۶۰ تا ۸۰ متری، سرعت جریان عموماً در محدوده ۱ تا ۳ متر در ثانیه و عدد فرود رودخانه نیز عموماً کمتر از یک و زیر بحرانی است. علت افزایش عرض رودخانه در برخی بازه‌ها شریانی بودن رودخانه در آن بازه عدم امکان تحدید عرض رودخانه است. در شکل (۱۸) عرض سطح آب سیلاب ۵ ساله قبل و بعد از ساماندهی مورد مقایسه قرار گرفته است.



شکل (۱۸) مقایسه عرض سطح آب قبل و بعد از ساماندهی با گوره در رودخانه دره رود اردبیل

۴- نتیجه‌گیری کلی

در این تحقیق بررسی طرح ساماندهی رودخانه دره رود جهت تعیین بسترهای فعال رودخانه در هر دو ساحل و همچنین مشخص نمودن خط پروژه ساماندهی بر آن اساس انجام گرفت. در این مطالعه برای حفاظت دیواره‌های رودخانه در هر دو ساحل سازه گوره (دایک خاکی) در نظر گرفته شد. نتایج نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن عرض تعادل ۶۰ متری و ساماندهی رودخانه در این عرض خصوصیات هیدرولیکی رودخانه تغییرات محسوسی نخواهد داشت. کاهش عرض رودخانه از پهنه سیلابی ۵ ساله به عرض ۶۰ متری موجب حفاظت بیش از ۷۲۰ هکتار از اراضی بستر غیرفعال رودخانه می‌گردد. نتایج بدست آمده بیانگر ضرورت توجه و اهتمام هرچه بیشتر به طرح‌های ساماندهی رودخانه در راستای حفاظت از بستر رودخانه در مقابل تهدیدات ناشی از سیل و جلوگیری از دخل و تصرف‌های غیرقانونی می‌باشد.

۵- قدردانی

بدین وسیله نویسندگان این پژوهش بر خود وظیفه می‌دانند از زحمات کارشناسان محترم دفتر مهندسی رودخانه و آرشو فنی شرکت آب منطقه‌ای اردبیل به خاطر در اختیار قراردادن آمار و اطلاعات مرتبط با منطقه مورد مطالعه، تقدیر و تشکر نمایند.

۶- مراجع

- آرمان، ن. (۱۳۸۵). تعیین حریم و بستر رودخانه با استفاده از نرم‌افزار HEC-RAS و AUTOCAD، هفتمین سمینار بین‌المللی رودخانه، اهواز.
- محسنی، م و سلیمانی، ک. (۱۳۸۸). پهنه‌بندی خطر سیل با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS در محیط GIS، هشتمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه، اهواز.
- Merriam-Webster's Collegiate Dictionary, (2000), Tenth Edition.
- عقرب، ه. (۱۳۸۳). پهنه‌بندی خطر سیلاب با استفاده از مدل ریاضی و GIS (مطالعه موردی رودخانه جاجرود استان تهران)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، تهران.

۵. سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور - وزارت نیرو. (۱۳۸۰). *راهنمای مهار سیلاب رودخانه روش های سازه ای*، نشریه شماره ۲۴۲، معاونت امور فنی - دفتر امور فنی و تدوین معیارها، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور.
۶. شهبازی بیله سوار، م. (۱۳۹۴). پهنه بندی سیلاب رودخانه باراندوزچای، پایان نامه کارشناسی ارشد سازه های آبی دانشگاه ارومیه، ارومیه.
۷. افتخاری، ع و همکاران (۱۳۸۸). ارزیابی پهنه بندی روستاهای در معرض خطر سیلاب با استفاده از مدل HEC-GeoRAS در محیط Arc GIS روستاهای حوضه گرگانرود، محله توسعه روستایی، شماره ۱، ۲۶ ص.
۸. درخشان، ش. (۱۳۸۹). شبیه سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه های گهررود و سیاه رود با مدل هیدرولیکی HEC-RAS و سیستم اطلاعات جغرافیایی، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، جلد ۱۶، شماره ۱۹، ۶۵-۷۹.
۹. روشن، ح و همکاران. (۱۳۹۲). شبیه سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه با استفاده از مدل HEC-RAS در محیط GIS (رودخانه بشار)، پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز سال چهارم، شماره ۷، ۱۵ ص.
۱۰. آرم، ن. (۱۳۹۲). شبیه سازی هیدرولیکی طرح های ساماندهی بر روی رودخانه با استفاده از مدل ریاضی HEC-RAS (رودخانه کارون)، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) دانشگاه فردوسی مشهد، جلد ۲۷، شماره ۴، ۸۰۲-۸۱۱.
۱۱. یحوی، س. (۱۳۹۵). تأثیر ساماندهی رودخانه قزل اوزن با آب شکن در مدل HEC-RAS پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران، دانشکده فنی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر.
۱۲. زارع زاده، م. (۱۳۹۵). ساماندهی رودخانه قزل اوزن با آب شکن. پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران، دانشکده فنی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر.
۱۳. شرکت مهندسین مشاور آذریولاق تبریز. (۱۳۹۵). گزارش مطالعات هیدرولوژی طرح ساماندهی رودخانه دره رود، شرکت آب منطقه ای اردبیل.
14. U.S. Army Corps of Engineers. (2002). HEC-RAS River Analysis System. Applications Guide. Version 3.1, Hydrologic Engineering Center, Washington, D.C.
۱۵. مساعدی، ا، غریب، م. نجفی نژاد، ع؛ و یخکشی، م. ا. (۱۳۸۶). *پهنه بندی خطر و ارزیابی خسارت سیل (مطالعه موردی محدوده رودخانه قره چای در حومه شهر رامیان)*، نشریه منابع طبیعی ایران، دوره ۶۰، شماره ۳، ۷۸۵-۷۹۷.