

تعیین حریم کمی رودخانه‌ی گاماسیاب، کرمانشاه

رویا پناهی^۱، محمد مهدی حسین‌زاده^{۲*}، سمیه خالقی^۳

۱- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی

۲- دانشیار دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی

۳- استادیار دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی

پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱۲/۱۱

تأیید نهایی مقاله: ۱۳۹۸/۳/۵

چکیده

سیل رایج‌ترین مخاطره‌ی طبیعی است که باعث آسیب بسیار زیاد به محیط زیست، ساخت و سازها و تلفات هر ساله در سراسر جهان شده است. عواملی از قبیل قدرت سیل، بزرگای سیل، تکرار مدت جریان، تغییرات در مقاطع عرضی رودخانه از جمله فاکتورهای کنترل کننده سیل می‌باشند. در این پژوهش به تعیین حریم کمی رودخانه گاماسیاب در استان کرمانشاه پرداخته شده است با کمک مدل DLSRS که اولین مدل ریاضی، محاسبه حریم کمی رودخانه‌ها مطابق ضوابط و مقررات جاری کشور است انجام شده است و با استفاده از پنج شاخص دبی با دوره بازگشت ۲۵ ساله، موقعیت رودخانه، پایداری بستر و کناره، رژیم جریان، تنش اجتماعی حریم کمی رودخانه‌ی گاماسیاب در ۱۳۰ مقطع برای ساحل چپ و راست محاسبه شده است. نتایج حاصل از مدل نشان می‌دهد میزان حریم به دست آمده در بخش‌های مختلف به‌طور متوسط ۳ تا ۱۳ متر بوده است که در بخش اول بیشترین میزان حریم به دست آمده و بخش یازدهم از رودخانه‌ی گاماسیاب کمترین حریم را تعیین شده است و همچنین نتایج حاکی از آن است که این مدل برای تمامی رودخانه‌های کشور مناسب نبوده است و برای رودخانه‌هایی که دارای تنوع رتبه رود هستند مناسب تر است و برای رودخانه گاماسیاب که دارای رتبه‌ی ۵ است، تعیین حریم رودخانه با این مدل منطبق بر واقعیت نخواهد بود؛ همچنین تعیین حریم با این روش برای رودخانه‌هایی که زمین‌های حاشیه رودخانه به صورت بایر و فاقد مالکیت باشند ارزیابی مناسب‌تری داشته‌است.

واژه‌های کلیدی: حریم کمی، سیلاب، DLSRS، رودخانه‌ی گاماسیاب.

مقدمه

آب و هوایی پیش‌بینی می‌کند که یک افزایش بارش در اکثر نقاط جهان در قرن ۲۱ خواهیم داشت (سازمان بین‌المللی تغییرات آب و هوایی، ۲۰۱۲؛ مدسن و همکاران، ۲۰۱۴). با توجه این مباحث یک جریان رودخانه پاسخ یکپارچه‌ای از تعدادی از فرایندهای محرک از جمله: آب و هوا (دما، بارش، تبخیر)، ژئومورفولوژی و خصوصیات حوضه‌ی آبخیز (ارتفاع، شیب، ویژگی‌های زمین-شناسی (سفره‌های آب زیرزمینی، خصوصیات رواناب، فعالیت‌های انسانی (برداشت آب جهت آبیاری، احداث سد برای تولید نیروی برق و کاهش سیل و تغییرات کاربری ارضی) می‌باشد و در ارزیابی سیل تاثیر این عوامل چالش برانگیز می‌باشد و افزایش پیش‌بینی شده در بارش و دما بر روی تکرار وقوع سیلاب، تغییر این فرایندها را در پی خواهد داشت (مدسن و همکاران، ۲۰۱۴). پیش‌بینی حساسیت سیل می‌تواند باعث کاهش زیان‌های اقتصادی ناشی از مخاطره سیل شود علامت‌گذاری مناطق حساس سیل جز برنامه‌های استراتژیک سیل در سال‌های اخیر برای کاهش سیل در اکثر کشورهای دنیا می‌باشد. (داس، ۲۰۱۹). تجربیات جهانی در تعیین حریم کمی رودخانه‌ها مختلف بوده است و تابع قوانین همان کشور است. در ایران لایحه‌ی قانون توزیع عادلانه-ی آب و تعیین پهنای بستر و حریم رودخانه‌ها در اواخر ۱۳۶۱ توسط وزارت نیرو مورد تاکید قرار گرفت و آیین‌نامه‌های حد بستر در جلسه‌ی مورخ ۱۳۷۹/۸/۱۱ هیئت وزیران مربوط به تعیین بستر و حریم رودخانه‌ها به تصویب رسیده است (نشریه ۳۰۷ وزارت نیرو، ۱۳۸۴) براساس آیین‌نامه‌های مربوط به بستر و حریم رودخانه‌ها: بستر بخشی از رودخانه یا مسیل است که توسط سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ ساله یا دوره بازگشت مصوب حوزه

بارش شدید، شهر نشینی، تغییرات توپوگرافی منجر به تشدید و بروز مخاطرات طبیعی می‌شود در میان انواع مختلف بلایای طبیعی مانند رانش، سونامی، زلزله، فوران آتش فشان، سیل به عنوان رایج ترین پدیده‌ای که به‌طور متداول تقریباً در سراسر جهان رخ می‌دهد شناخته شده است و شماره زیادی از مردم جهان را تحت‌تاثیر خود قرار می‌دهد. (ترمه و همکاران، ۲۰۱۸؛ آنیس و همکاران، ۲۰۱۶). و با توجه به اینکه جمعیت جهان در سال ۲۰۱۸ به بیش از ۷ میلیارد نفر رسیده است (سازمان ملل متحد، ۲۰۱۸). این افزایش جمعیت باعث گسترش سریع شهرها و تاثیر بر روی محیط طبیعی و تشدید بروز سیل شده است (اودوم چای، ۲۰۱۸). با این حال با توجه به گزارش سازمان ملل متحد (UNISDR) رخداد سیل در آسیا و آفریقا بیشتر از کشورهای دیگر بوده است. همچنین بررسی‌ها نشان می‌دهد که از سال ۱۹۹۵ رخداد سیل در حدود ۴۷ درصد از مخاطرات را به خود اختصاص داده است و در حدود ۲/۳ میلیارد نفر را تحت‌تاثیر خود قرار داده است و خساراتی در حدود ۱۹/۳ میلیارد دلار در آسیا و ۸۳ میلیارد دلار در آفریقا ناشی از مخاطره‌ی سیل بوده است (آنیس و همکاران، ۲۰۱۶؛ انکاوانونو و همکاران، ۲۰۱۵). در ایران روند افزایش سیل در ۵ دهه‌ی گذشته نشان می‌دهد که تعداد سیل در دهه‌ی ۸۰ نسبت به دهه‌ی ۴۰ در حدود ۱۰ برابر شده است (امیر احمدی و همکاران، ۱۳۹۰). در سال‌های اخیر مطالعات زیادی در زمینه‌ی تجزیه و تحلیل روند سری زمانی بارش و سیلاب انجام شده است تغییرات آب و هوایی به عنوان محرک اصلی در رویداد سیل شناخته شده است که مطالعات مدل‌سازی

سیلاب تقسیم‌بندی کرده است. با پیشرفت تکنولوژی مدل‌های عددی جهت محاسبات رفتار هیدرولیک سیلاب گسترش پیدا کرده‌اند. که شامل مدل‌های یک بعدی و مدل‌های ترکیبی یک بعدی و دوبعدی و ۳ بعدی می‌باشد. برای ارزیابی دشت سیلابی از مدل‌های یک بعدی و دو بعدی استفاده می‌شود از بین مدل‌های یک بعدی (HEC-RAS & MIKE) جزء مدل‌های یک بعدی هستند. (انیس و همکاران، ۲۰۱۶). HEC-RAS گسترده‌ترین مدل عددی یک بعدی است که جریان‌های پایدار، ناپایدار، انتقال رسوب، مدل‌سازی درجه حرارت آب، آشکار سازی تغییرات بستر رودخانه را می‌تواند مدل‌سازی کند. (شلی و همکاران، ۲۰۱۵؛ یانگ و همکاران، ۲۰۱۴؛ زله-ناکوا و همکاران، ۲۰۱۹؛ تادیس و دای، ۲۰۱۹). از دیگر مدل‌های یک بعدی MIKE می‌باشد که به تجزیه و تحلیل سیلاب، شکست سد، آنالیز کیفیت آب، انتقال رسوب، مدل‌سازی حوضه آبریز و تالاب را تحلیل می‌کند. (لیو و همکاران، ۲۰۰۷). دسته‌ی دوم مدل‌های دو بعدی هستند که به ریشه‌یابی رواناب حاصل از بارش، ترسیم هیدروگراف سیلاب خارج از سطوح محدود نشده، ترسیم جریان حاصل از گل و لای، محاسبه‌ی عمق و سرعت جریان را بیان می‌کنند. (انیس و همکاران، ۲۰۱۶). و علاوه بر آن امروزه GIS در تهیه‌ی نقشه‌های احتمال خطر سیلاب گسترش وسیعی یافته است اولین بار مجیا ناوارو (۱۹۹۴) استفاده از GIS را در ارزیابی خطر سیل به کار گرفتند (لیو، ۲۰۱۹) و امروزه محققان از طریق سنجش از دور و GIS نقشه‌های با دقت خوبی از احتمال خطر سیلاب را ارائه کرده‌اند. (الکراچی، ۲۰۱۵؛ کابنجه و همکاران، ۲۰۱۷؛ پورعلی و همکاران، ۲۰۱۴؛ جوهانسن و همکاران، ۲۰۱۰) و

ستادی وزارت نیرو غرقاب می‌گردد و حریم آن قسمت از اراضی اطراف رودخانه، مسیل، نهر طبیعی یا سنتی، مرداب و برکه‌های طبیعی است که بلافاصله پس از بستر قرار دارد و به عنوان حق ارتفاق برای کمال انتفاع و حفاظت کمی و کیفی آنها لازم است و به عرض ۱ تا ۲۰ متر می‌باشد. و علاوه بر آن مثلا در آمریکا و استرالیا به جای تعریف حد بستر و حریم به تعیین سیل‌راه^۱ و حاشیه‌ی سیلاب^۲ می‌پردازند به عنوان مثال در ایلات متحده‌ی امریکا (سازمان مدیریت بحران آمریکا^۳) افزایش تراز سیل مبنا به اندازه‌ی ۳۳ سانتی متر در داخل بستر در اثر تجمیع جریان را به عنوان تصمیم ملی انتخاب کرده است. و حد بستر آن قسمت از جریان است که ایجاد مانع در آن باعث افزایش تراز سطح آب سیل ۱۰۰ ساله از یک مقدار مشخص (۱ فوت) می‌شود. و قوانین فدرال امریکا همچنین نوع کاربری مجاز و ممنوع برای سیل‌راه تعیین کرده است. (گروه حفاظت محیط زیست ایلات متحده امریکا، ۲۰۱۱). در کشور استرالیا برای تعیین سیل‌راه از شاخص (حاصلضرب سرعت جریان در عمق به متر را بیشتر از یک فوت) استفاده کرده است اما این روش امروزه مختومه شده است دیدگاه بر این است برای این کار مواردی از قبیل نوع کاربری اراضی، مدیریت و بهره‌برداری در سیلاب دشت و طرح‌های سیلاب دشت (هشدار سیل، تخلیه‌ی اضطراری و جبران خسارت در دستور کار قرار گرفته‌است. (سازمان کشاورزی شهر باسندن استرالیا، ۲۰۰۸). در کشور کانادا، گونزاکرا (۲۰۱۵) در برنامه‌ریزی سیل شهر آنتاریو، دشت سیلابی را تقسیم‌بندی کرده است: دشت سیلابی شامل زمین‌هایی است که در طول سیلاب به زیر آب می‌رود و به دو قسمت سیل‌راه و حاشیه‌ی

محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه حوضه آبریز رودخانه‌ی گاماسیاب می‌باشد، این حوضه در مختصات ۱۰'، ۴۷° تا ۱۰'، ۴۹° طول شرقی و ۳۴° تا ۳۵° عرض شمالی واقع شده است. از زیر حوضه‌های حوضه‌ی آبریز کرخه می‌باشد. وسعت حوضه آبریز گاماسیاب ۱۱۵۲۱/۷۲ کیلومتر مربع، حداقل ارتفاع حوضه ۱۲۴۲ متر و حداکثر ارتفاع آن ۳۶۲۰ متر است این رودخانه از چشمه‌های آهکی واقع در ۲۱ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان نهاوند واقع در دهستان گاماسیاب در غرب استان همدان سرچشمه گرفته است. تمامی رودخانه‌های حوضه شامل رودخانه‌های عالی‌سیاه، دینور، خرم آباد، قلقل رود، چم کانی گرمه، کرزان رود و قره چای به رودخانه گاماسیاب می‌ریزند. از ارتفاعات مهم حوضه می‌توان به ارتفاعات درویش‌ری، امروله، ارتفاعات دالاخانی و ارتفاعات پراو اشاره کرد. مراکز مهم سکونتی حوضه آبخیز گاماسیاب عبارتند از فارسینج، سنقر، ملایر، تویسرکان، اسدآباد، کنگاور، سنقر، صحنه، بیستون و هرسین است. از نظر زمین‌شناسی رودخانه‌ی گاماسیاب در قسمت راس محدوده مورد مطالعه بستر خود را در داخل مجموعه‌های افیولیتی زون سنندج-سیرجان که شامل سنگ‌های الترابازیک چین‌خورده‌ی هوازده که به سن ژوراسیک پایانی و کرتاسه پایانی تکامل یافته‌اند و در مرکز دشت رودخانه، در داخل رسوبات آبرفتی و انتهای محدوده در داخل سنگ‌های آهکی و دولومیتی بیستون به سن ژوراسیک پسین بستر خود را حفر کرده است (نقشه‌ی زمین‌شناسی یکصد هزار هرسین و کرمانشاه). متوسط بارش سالیانه منطقه در یک دوره‌ی آماری ۴۵ ساله براساس داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک حوضه گاماسیاب، ۴۶۲/۱

همچنین نمونه‌های از مدل‌های جغرافیایی که برای مطالعات سیل استفاده می‌شوند عبارتند از: الف) فرایند تحلیل سلسه مراتبی، که یک روش تحلیلی تصمیم‌گیری ترکیبی از مسائل را بیان می‌کند و با (GIS) برای ارتقا دادن به این رویکرد ترکیب شده است و نقشه‌های دقیقی از احتمال خطر سیلاب ارائه می‌دهند. (رحمتی و همکاران، ۲۰۱۶؛ فرناندز و همکاران، ۲۰۱۰؛ تینگ سو و همکاران، ۲۰۱۴؛ پروایرانگارا، ۲۰۱۴).

ب) روش منطق فازی (زو و همکاران، ۲۰۱۳).

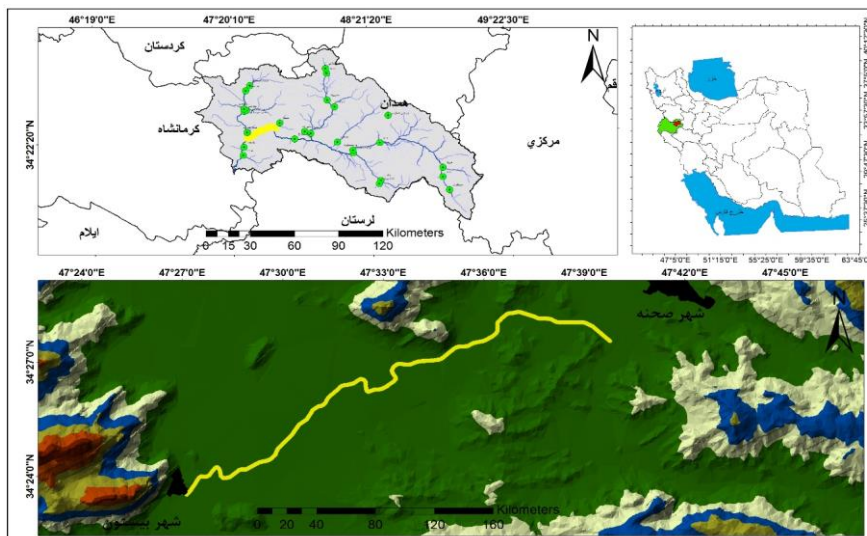
ج) روش رگرسیون چند متغیره (مقدم و همکاران، ۲۰۱۸).

د) روش شبکه‌ی عصبی مصنوعی (کیا و همکاران، ۲۰۱۲).

علاوه بر آن در ایران بیشتر مطالعات از طریق مدل‌های عددی یک بعدی و دو بعدی به تحلیل پهنه‌بندی سیلاب و برآورد میزان خسارت حاصل از آن، و همچنین از طریق روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، وزن‌دهی و همپوشانی شاخص‌ها به مطالعه احتمال خطر سیلاب پرداخته‌اند. (صراف و همکاران، ۱۳۹۴؛ رضایی‌مقدم و همکاران، ۱۳۹۷؛ حجازی و همکاران، ۱۳۹۸؛ پرورش و همکاران، ۱۳۹۸).

محدوده‌ی مورد مطالعه‌ی این پژوهش رودخانه گاماسیاب است که سرشاخه‌ی اصلی رودخانه‌ی کرخه می‌باشد که طول بازه‌ی مورد مطالعه ۲۸ کیلومتر است و حدود مورد مطالعه از شهر صحنه تا شهر بیستون است که هدف این تحقیق تعریف فضای مناسب و تعیین حریم کمی برای رودخانه-ی گاماسیاب بوده و اراضی که خطر سیل آنها را تهدید می‌کند تعیین گردد تا بتوان بر اساس آن مدیریت درست سیلاب انجام شود.

میلیمتر و متوسط درجه حرارت ۱۳/۲ درجه سانتی‌گراد است (شکل ۱).



شکل ۱: نقشه‌ی موقعیت محدوده‌ی حوضه آبریز گاماسیاب در کشور و استان

مواد و روش‌ها

در این پژوهش جهت انجام مطالعات حوضه‌ای از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰ سازمان نقشه برداری و به منظور انجام مطالعات تعیین حدود بستر از نقشه ۱:۱۰۰۰ (شرکت مهندسی مشاور گاماسیاب) که محدوده‌ی رودخانه و بخشی از دشت سیلابی را پوشش می‌دهد استفاده شده است. ترسیم نقشه‌ها و تحلیل داده‌ها در محیط نرم افزار GIS و نرم افزار HEC-RAS ورژن ۵.۰.۳ استفاده شده است. همچنین از ابزار HEC-Geo RAS به منظور تهیه‌ی داده‌های هندسی و محاسبات مسیر رودخانه، رسم مقاطع و انتقال آنها به HEC-RAS استفاده گردید. که ۱۳۰ مقطع برداشت و میزان تعیین حریم کمی برای ساحل چپ و ساحل راست در هر مقطع محاسبه شده است. و در این پژوهش، از مدل خطی تعیین حریم کمی رودخانه‌ها، DLSRS که یک مدل ریاضی است که به محاسبه حریم کمی رودخانه‌ها بر مبنای قوانین و مقررات کشور بوده استفاده شده است. که در تعیین میزان حریم کمی

رودخانه‌ها با استفاده از شاخص‌های: دبی ۲۵ سال^۴، (مکان) موقعیت^۵، پایداری بستر و کناره^۶، رژیم جریان^۷، تنش اجتماعی^۸ محاسبه می‌شود، با استفاده از این شاخص‌ها مدل تعیین حریم کمی رودخانه‌ها، مدل DLSRS به صورت یک تابع مطلوبیت خطی (۱) با ساختار توابع روش مجموع ساده ارائه شده که در آن وزن و محدوده هر شاخص با بهره‌گیری از حریم‌های واقعی مطلوب موجود واسنجی شده است (جدول ۱). لذا برای محاسبه حریم کمی، ابتدا حریم مربوط به هر شاخص محاسبه شده و پس از اعمال ضرایب مربوطه با هم جمع می‌شوند باید توجه کرد که در این مدل نتیجه نهایی در حدوده ۱ الی ۲۰ متر محدود می‌گردد (داننده مهر و همکاران، ۱۳۹۰).

$$F = 1.4 * \sum_{i=1}^5 (w_i * f_i) \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$f \geq 1. f \leq 20$$

که در آن F مقدار نهایی حریم، w_i وزن شاخص i (وزن هر شاخص با توجه با اهمیت آن بین ۰/۳- تا ۰/۷ قرار می‌گیرد) و f_i حریم شاخص i می‌باشد و حریم کمی رودخانه‌ها در هر مقطع

یک رودخانه لزوماً ثابت نبوده و می‌تواند متفاوت باشد. که در جدول زیر وزن هر شاخص بیان شده است: این مدل برای همه‌ی مقاطع جداگانه محاسبه شده است و در نهایت میزان حریم در هر مقطع مشخص شده است.

براساس مقادیر هر یک از شاخص‌های فوق در آن مقطع تعیین می‌شود و هرگاه بازه‌ای از یک آبراهه وارد محدوده‌ی شهری یا روستایی شود آن بازه براساس محدوده‌ی تقسیمات شهری و روستایی به بازه‌های کوچکتر شهر و روستایی تقسیم خواهد شد و حریم کمی محاسباتی در مقاطع مختلف

جدول ۱: وزن‌های نسبت داده شده به شاخص‌های پنج‌گانه

وزن	پارامتر
۰/۷	دبی ۲۵ ساله (D)
۰/۳۵	مکان (L)
۰/۳	پایداری بستر و کناره (S)
-۰/۰۵	رژیم (R)
-۰/۳	تنش اجتماعی (S)

(منبع: داننده‌مهر و همکاران، ۱۳۹۰)

(علیزاده، ۱۳۸۸). تعیین حریم شاخص دبی دوره بازگشت ۲۵ ساله که با استفاده از نرم‌افزار SMADA با توزیع پیرسون تیپ سه، دبی پیک لحظه‌ای برای دوره بازگشت‌های ۲۵ ساله محاسبه شد و در جدول ۲ محدوده حریم مربوط به شاخص دبی ۲۵ ساله ارائه شده است.

معرفی شاخص‌ها

۱) شاخص دبی ۲۵ ساله (D)

این شاخص از پارامترهای مهم هیدرولوژی آب-های سطحی می‌باشد که متاثر از مساحت حوضه، حداکثر و حداقل ارتفاع حوضه، تراکم شبکه زهکشی، متوسط بارش و آبدهی سالانه‌ی حوضه می‌باشد و در محاسبه عدد دبی عمق، سرعت، تنش برشی عدد فرود، از پارامترهای مهم هستند.

جدول ۲: محدودیت حریم شاخص دبی ۲۵ ساله

شاخص دبی ۲۵ ساله	
حریم (m)	محدوده‌ی دبی بر حسب (m ³ /s)
۳-۱	۰-۱۰
۳-۶	۱۰-۱۵
۶-۱۰	۵۰-۱۰۰
۱۰-۱۵	۱۰۰-۲۰۰
۱۵-۱۷	۲۰۰-۳۰۰
۱۷-۲۰	۳۰۰-۶۰۰
۲۰	۶۰۰<

(منبع: داننده‌مهر و همکاران، ۱۳۹۰)

۲) شاخص مکان (L)

معرض احتمال خطر سیل قرار گرفته‌اند (ساماندا، ۲۰۱۶). در انتخاب حریم، شاخص مکان برای بازه-ای که دارای موقعیت آبراهه‌ی مشترک در چند ردیف از جدول ۳ باشد، موقعیتی ملاک عمل خواهد بود که بالاترین اهمیت مکانی را دارد. به-عنوان مثال حریم شاخص مکان بازه‌ی روستایی از یک رودخانه مرزی برابر ۲۰ متر انتخاب می‌شود.

گسترش مخاطره سیلاب بستگی به فاصله یک منطقه از شبکه زهکشی دارد؛ مناطقی که در نزدیکی شبکه‌های زهکشی قرار دارند در معرض شدت سیلاب بیشتری نسبت به سایر مناطق قرار گرفته‌اند. این موضوع مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است و بررسی کرده‌اند که فاصله‌ی ۹۰ تا ۱۰۰ متر از شبکه‌زهکشی بیشتر در

جدول ۳: محدوده‌ی حریم شاخص مکان

شاخص مکان		
موقعیت مکانی آبراهه	اهمیت مکانی	حریم (m)
رودخانه و مسیل مرزی (در محل مرز مشترک)	ویژه	۲۰
بازه داخلی رودخانه‌ها و مسیل مرزی و رودخانه‌های بین‌المللی	خیلی زیاد	۱۵
بازه شهری رودخانه و مسیل‌ها	زیاد	۱۰
بازه روستایی رودخانه‌ها و مسیل‌ها و سرشاخه‌های متوسط با رده ۳ و بالاتر	متوسط	۵
سرشاخه‌های با رده ۱ و ۲	کم	۱

(منبع: داننده مهر و همکاران، ۱۳۹۰)

۳) شاخص پایداری بستر و کناره (S)

شیب بستر (S) بر حسب متر بر متر، حداکثر عمق دبی لبالبی h_0 و شیب کناره θ_1 بر حسب درجه، از طریق رابطه ۲ به دست آمده است (حسین زاده و همکاران، ۱۳۹۰).

$$t_0 = y * h_0 * S * \cos\theta_1 \quad \text{رابطه ۲}$$

$$y = 1000 * 9/81 \quad \text{ویسکوزیته‌ی دینامیک و جنبشی آب در شتاب ثقل}$$

روش‌های مختلفی جهت محاسبه تنش برشی ابداع شده است که در این پژوهش از سه روش الف) نسبت شعاع انحناء به عرض مقطع پر $(\frac{R_c}{W_{bkf}})$ ، ب) نسبت حداکثر عمق نزدیک کرانه به متوسط عمق مقطع پر $(\frac{d_{nb}}{d_{bkf}})$ ، ج) نسبت تنش برشی نزدیک کرانه به تنش برشی دبی لبالبی استفاده شده است که با توجه مورفولوژی رودخانه گاماسیاب، بخش‌های اول تا ششم الگوی رودخانه مستقیم بوده از روش نسبت تنش برشی نزدیک کرانه به تنش برشی دبی لبالبی استفاده شده

فرسایش کناره به‌طور گسترده به‌عنوان یک کلید ژئومورفیک و اکولوژی می‌باشد که می‌تواند تحت-تاثیر فعالیت‌های انسانی نیز قرار بگیرد (گرگوری، ۲۰۰۶). که در نتیجه‌ی ترکیبی از فرایندهای قدرت آب و اثر گرانش می‌باشد. و علاوه بر آن بسیاری دیگری از عوامل از جمله پهنای کانال، بی‌ثباتی کناره، تخریب زیستگاه‌های فیزیکی و شماری دیگر از پاسخ‌های ژئومورفیک روند فرسایش پذیری کناره را افزایش می‌دهند. (باندیادیال و همکاران، ۲۰۱۴؛ باآث و هن شاو، ۲۰۰۱). پیش‌بینی و گسترش فرسایش کناره به-وسیله‌ی مدل‌های مختلف بیان می‌شود که در این پژوهش جهت پایداری بستر و کناره از روش تنش برشی نزدیک کناره راسگن (NBS) استفاده شده و برای ۱۳۰ مقطع محاسبه شده است. محاسبه نیروی تنشی برشی وارد بر کناره با استفاده از

گیری شده میزان فرسایش پذیری کرانه رودخانه در سطوح مختلف خیلی کم تا شدید تعیین گردید و براساس میزان فرسایش پذیری حریم، شاخص پایداری بستر و کناره تعیین گردید. بنابراین با توجه به الگوی کانال رودخانه در بازه‌های مختلف، روش محاسبه تنش برشی انتخاب شده است، (جدول ۵).

است (راسگن، ۲۰۰۶). برای قسمت‌های مرکز رودخانه گاماسیاب و انتهای محدوده مورد مطالعه، الگوی رودخانه پیچان رودی بوده و میزان ضریب خمیدگی این بخش‌ها ۱/۴ و ۲/۲۱ است از روش اول و سوم یعنی نسبت شعاع انحناء به عرض مقطع پر $(\frac{R_c}{W_{bkf}})$ ، نسبت تنش برشی نزدیک کرانه به تنش برشی دبی لبالی استفاده شده است (جدول ۴). در نهایت بر طبق پارامترهای اندازه-

جدول ۴: حدود تغییرات شاخص‌های موثر در میزان فرسایش کرانه

میزان فرسایش- پذیری کرانه (NBS)	نسبت تنش برشی نزدیک کرانه به تنش برشی دبی لبالی	نسبت حداکثر عمق نزدیک کرانه به متوسط عمق مقطع پر $(\frac{d_{nb}}{d_{bkf}})$	نسبت شعاع انحناء به عرض مقطع پر $(\frac{R_c}{W_{bkf}})$
خیلی کم	کمتر از ۰/۸۰	کمتر از ۱	بیشتر از ۳
کم	۰/۸۰ - ۱/۰۵	۱ - ۱/۵	۲/۲۱ - ۳
متوسط	۱/۰۶ - ۱/۱۴	۱/۵۱ - ۱/۸۰	۲/۰۲ - ۲/۲۰
زیاد	۱/۱۵ - ۱/۱۹	۱/۸۱ - ۲/۵۰	۱/۸۱ - ۲
خیلی زیاد	۱/۲۰ - ۱/۶۰	۲/۵۱ - ۳	۱/۸۰ - ۱/۵۰
شدید	بیشتر از ۱/۶۰	بیشتر از ۳	کمتر از ۱/۵۰

(منبع: راسگن، ۲۰۰۶)

جدول ۵: محدوده حریم شاخص پایداری

شاخص پایداری	
وضعیت	حریم (M)
پایدار متعادل	۱
نیمه پایدار	۱۰
ناپایدار و نامتعادل	۲۰

(منبع: داننده مهر و همکاران، ۱۳۹۰)

بحرانی، بحرانی تقسیم‌بندی می‌شوند. عدد فرود نسبت بین نیروی اینرسی و نیروی گرانشی را بیان می‌کند (حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴؛ آنیس و همکاران، ۲۰۱۶) که به صورت رابطه ۳ در تمامی مقاطع (۱۳۰ مقطع) محاسبه شده است و مطابق جدول ۶ حریم هر یک از بازه‌ها تعیین شده است.

۴) شاخص رژیم (R)

جریان در کانال‌های باز بسیار مهم است زیرا با انتقال رسوب و تغییرات کانال مرتبط هستند و نوع جریان با عدد فرود بیان می‌شود که به نیروی گرانشی و جرم داخلی بستگی دارد که براساس عدد فرود جریان به سه دسته زیر بحرانی، فوق

$$fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot l}} \quad (\text{رابطه ۳})$$

در رابطه ۴ معادله محاسبه عدد فرود، V سرعت جریان، g شتاب ثقل عددی ثابت ۹/۸۱، شعاع هیدرولیک، $R^{0.67}$ و در محاسبه‌ی سرعت جریان، (رابطه ۴)

$S^{0.5}$ شیب بستر و N ضریب زبری مانینگ است. برای محاسبه شعاع هیدرولیک، A مساحت مقطع عرضی و W محیط مرطوب است (رابطه ۵).

$$R = \frac{A}{W} \quad V = \frac{R^{0.67} \cdot S^{0.5}}{N}$$

جدول ۶: محدوده حریم شاخص رژیم جریان

شاخص رژیم	
عدد فرود میانگین بازه	حریم (M)
$Fr \geq 1/2$	۲۰
$1 < Fr < 1/2$	۱۰
$Fr \leq 1$	۰

(منبع: داننده مهر و همکاران، ۱۳۹۰)

۵) شاخص تنش اجتماعی (S)

تکرار وقوع سیلاب در یک ناحیه به شدت تحت تاثیر الگوی کاربری زمین و تکامل زمانی آن است و یک امتیاز برای پاسخ هیدرولوژیکی در دوره‌های زمانی مختلف است (داس، ۲۰۱۹). به منظور کاهش اعتراض‌ها و مشکلات اجتماعی ناشی از اعمال حریم از شاخص تنش اجتماعی استفاده می‌شود. برای تعیین تنش اجتماعی ناشی از اعمال حریم، با توجه به رابطه ۶ برابر نسبت طولی از بستر بازه که در تملک اشخاص است به نسبت طول بازه مورد نظر پیشنهاد شده است و محدوده حریم تعیین شده به شاخص تنش اجتماعی در جدول ۷ بیان شده است.

$$T = \frac{\sum_{i=1}^n Li}{L} \quad (\text{رابطه ۶})$$

T تنش نسبی، Li طول هم راستای رودخانه از ملک موجود در بستر و یا حریم مطابق با سند مالکیت، L طول بازه و n تعداد اسناد مالکیت موجود در اراضی بستر روخانه می‌باشد.

جدول ۷: محدوده حریم شاخص تنش اجتماعی

شاخص تنش اجتماعی		
تنش نسبی	وضعیت	حریم (m)
0	بی تنش	۰
$0 < T \leq 0/1$	کم تنش	۵
$0/1 < T \leq 0/2$	تنش متوسط	۱۰
$0/2 < T \leq 0/4$	تنش زیاد	۱۵
$T \geq 0/4$	تنش خیلی زیاد	۲۰

(منبع: داننده مهر و همکاران، ۱۳۹۰)

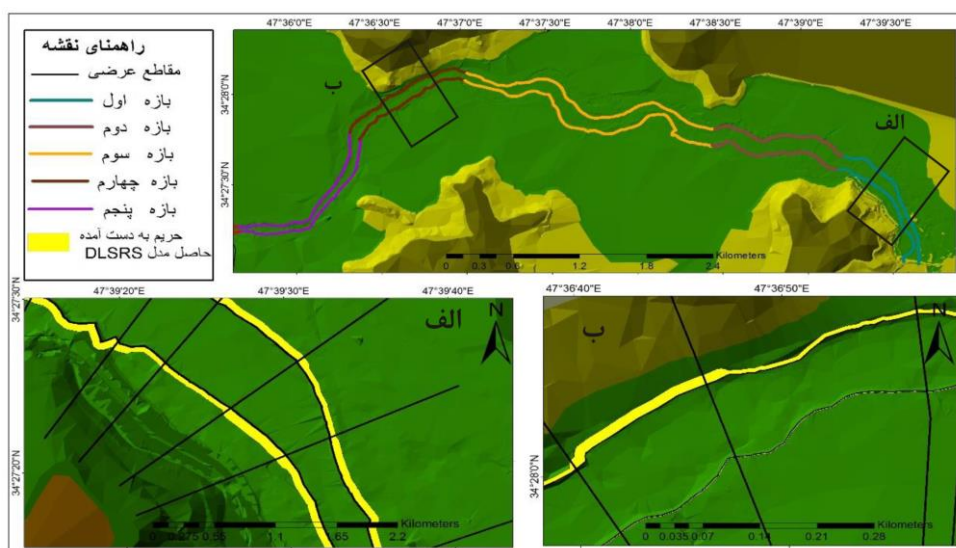
نتایج

تقریباً قائم، نوع رسوبات یکنواخت و رسوبات دیواره ریز دانه از نوع رس و سیلت و طبقه زیرین، رسوبات گراولی (بستر سابق رودخانه) بوده‌است (شکل ۳). در این قسمت از بخش‌ها، رودخانه گاماسیاب پوشش گیاهی چندانی ندارد علاوه بر آن در روش شاخص فرسایش کناره، از نسبت تنش برشی نزدیک کرانه به تنش برشی دبی لبالی استفاده شده‌است که در این بخش‌ها به‌طور متوسط حداکثر فرسایش متوجه کرانه چپ شده که دارای فرسایش متوسط تا زیاد بوده‌است. در بیشتر مقاطع با توجه نتایج حاصل از شاخص فرسایش کناره، حریم ۱۰ تا ۲۰ متر به‌طور متوسط انتخاب شده‌است، همچنین زمین‌های حاشیه رودخانه گاماسیاب در این قسمت اغلب بایر بوده‌است. در بخش پنجم، محدوده حاشیه رودخانه دارای کاربری کشاورزی بوده است که با توجه به حریم به دست آمده برای هر مقطع، ۴ تا ۱۷ متر بوده است. در این بخش ضمن کاهش تنش‌های اجتماعی و کاهش محسوس اعتراضات کشاورزان، شرایط کمال انتفاع برای بهره‌برداری از رودخانه فراهم شده‌است و نتایج محاسبات این بازه‌ها در جدول ۸ آمده‌است (شکل‌های ۲ و ۳).

در این پژوهش از مدل DLSRS در تعیین حریم کمی رودخانه گاماسیاب به طول ۲۸ کیلومتر استفاده شده است. با توجه به مورفولوژی کانال، رودخانه به ۱۱ بازه تقسیم‌بندی شده و تعداد ۱۳۰ مقطع برای محاسبه این مدل انتخاب شده و مقدار حریم در هر مقطع برای ساحل چپ و ساحل راست جداگانه محاسبه شده است. با توجه به ایستگاه هیدرومتری سنگ سوراخ در قسمت بالادست محدوده مورد مطالعه، دبی با دوره بازگشت ۲۵ ساله (۷۳/۰۸ متر مکعب بر ثانیه) و موقعیت رودخانه گاماسیاب (به عنوان بازه روستایی رودخانه‌ها و مسیل‌ها و سرشاخه‌های متوسط با رده ۳ و بالاتر) برای تمامی مقاطع ثابت بوده‌است. با توجه به تحلیل حاصل از مورفومتری کانال و تحلیل هیدرولیکی جریان سیلاب ۲۵ ساله، علی‌رغم کوهستانی بودن این بخش از رودخانه گاماسیاب، میزان عدد فرود کانال بخش‌های اول تا پنجم از ۰/۱۲ تا ۰/۳۷ متغیر است و حریم متناسب آن انتخاب شده است. با توجه به بررسی‌های میدانی در بخش‌های اول تا پنجم، محدوده مورد مطالعه دیواره ساحل چپ و راست

جدول ۸: محاسبه شاخص DLSRS و حریم کمی به دست آمده در بخش‌های مختلف رودخانه گاماسیاب

نام بازه	تعداد مقاطع	طول بازه (متر)	مقادیر حریم شاخص‌ها (میانگین)					مقدار حریم محاسباتی (میانگین مقاطع) به متر	
			D	L	S	R	S		
بازه اول	۹	۱۲۹۴	ساحل راست	۵/۱۱۵	۱/۷۵	۳	-۰/۱۳۹	۰	۱۲/۲
			ساحل چپ	۵/۱۱۵	۱/۷۵	۳/۷	-۰/۱۳۹	۰	۱۳/۵
بازه دوم	۱۱	۱۲۵۰	ساحل راست	۵/۱۱۵	۱/۷۵	۰/۶	-۰/۱۰۵	-۳	۶/۱۰
			ساحل چپ	۵/۱۱۵	۱/۷۵	۱/۵۳	-۰/۱۱۳	۰	۹/۶۲
بازه سوم	۱۴	۲۶۰۳	ساحل راست	۵/۱۱۵	۱/۷۵	۱/۱۱	-۰/۱۱۴	-۲/۸۷	۶/۹۸
			ساحل چپ	۵/۱۱۵	۱/۷۵	۱/۹۲	-۰/۱۲۴	-۶	۳/۷
بازه چهارم	۷	۱۲۱۰	ساحل راست	۵/۱۱۵	۱/۷۵	۰/۳	-۰/۰۷۳	-۲/۸۷	۷/۰۴
			ساحل چپ	۵/۱۱۵	۱/۷۵	۰/۳	-۰/۷۳۰	-۶	۱/۵۲
بازه پنجم	۶	۱۶۴۴	ساحل راست	۵/۱۱۵	۱/۷۵	۲/۶	-۰/۰۹۸	۰	۱۳/۱۱
			ساحل چپ	۵/۱۱۵	۱/۷۵	۳/۱	-۰/۰۹۸	-۴/۱۶	۷/۹۸



شکل ۲: حریم به دست آمده در بخش‌های ۱ تا ۵



شکل ۳: توالی رسوبات کناره رودخانه‌ی گاماسیاب در بازه چهارم و پنجم

پراکنده از نوع علفی از نوع دامنه‌ای بر روی آن رشد کرده است. کاربری سمت راست، جاده و سمت چپ از نوع کشاورزی بوده است. دیواره رودخانه در سمت چپ تقریباً از نوع قائم است که میزان پایداری کناره در این قسمت براساس نتایج شاخص فرسایش کناره از نوع خیلی زیاد تا متوسط بوده و در سمت راست رودخانه از نوع متوسط تا کم بوده است. علاوه بر آن میزان عدد فرود به دست آمده در این قسمت، از حدود ۰/۱ تا ۰/۲۵ متغیر بوده است و حریم متناسب با آن انتخاب شده است. رودخانه گاماسیاب در بخش ۷ کاملاً پیچانرودی شده است. در بازه های با زاویه

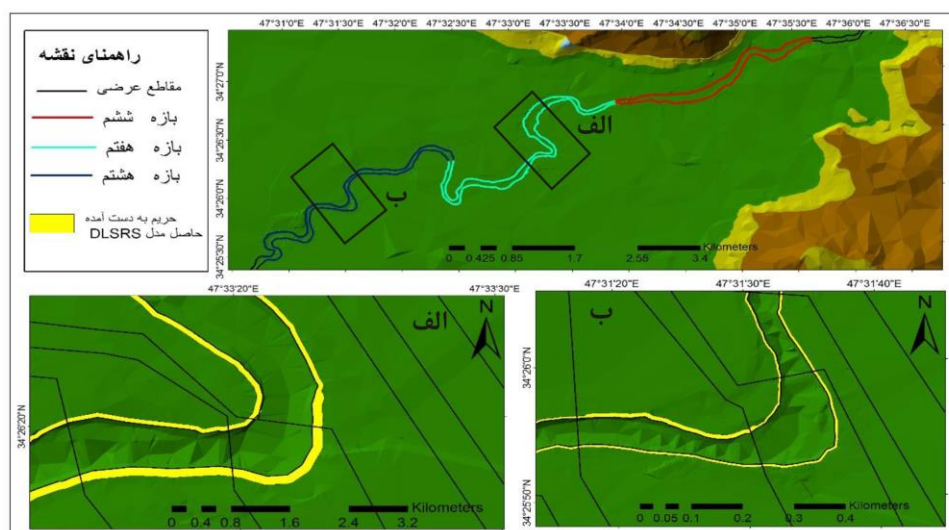
اغلب زمین‌های اطراف رودخانه در بازه‌های ۶، ۷ و ۸ دارای مالکیت و کاربری از نوع کشاورزی و تنش نسبی محاسبه شده بیشتر از ۰/۷ بوده است. بر این اساس حریم ۲۰ متر برای رودخانه انتخاب شده است. با توجه به بازدیدهای میدانی از ابتدای بخش ششم در این مقاطع، رسوبات کناره بستر به دو بخش لایه رسوبات ریزدانه با غلبه ماسه و بدون چسبندگی در بالا و لایه‌ی دوم، رسوبات گراولی همراه با رسوبات ریزدانه (بستر سابق رودخانه) تشکیل شده است که از پای کناره ترکیبی از رسوبات لایه اول و لایه دوم روی هم انباشته شده است و پوشش گیاهی

صورت زیاد و خیلی زیاد بوده‌است. در این بخش از رودخانه گاماسیاب، حریم نهایی به دست آمده سمت چپ بیشتر از سمت راست محاسبه شده‌است. در ابتدای بخش هشتم رودخانه گاماسیاب، عامل زیربری رودخانه باعث فرسایش کناره‌ای شده‌است و از این قسمت به بعد پوشش گیاهی غالب گونه گیاهی (گز) بوده و فرسایش کناره‌ای در کناره‌های دارای پوشش گیاهی متوقف شده‌است. در این بخش ساحل راست و چپ، میزان فرسایش کناره آن به صورت متوسط تا زیاد به دست آمده‌است. میزان عدد فرو محاسبه شده در این بخش بین ۰/۲ تا ۰/۰۶ متغیر بوده - است (جدول ۲) (شکل ۴).

مرکزی قوس زیاد، فرسایش کناره‌ای کمتر و در زاویه‌های کم، فرسایش کناره‌ای بیشتر بوده است. این وضعیت در تمامی قوس‌های بخش ۷ و ۸ از رودخانه دیده می‌شود؛ در این بخش - ها کانال محدودتر شده‌است. در قسمت ابتدای قوس به دلیل سرعت زیاد جریان، فرسایش زیاد شده‌است و نوع فرسایش در دیواره‌های سمت چپ به دلیل زیربری از نوع ریزشی بوده‌است. در این بخش، نوع رسوبات ریزدانه و دیواره با شیب تقریباً قائم است و میزان رژیم جریان با توجه به ویژگی‌های کانال ۰/۰۷ تا ۰/۳ متغیر است. میزان پایداری بستر در این مقاطع در کرانه راست به صورت خیلی کم تا متوسط بوده در حالی که در کرانه‌های چپ به

جدول ۹: محاسبه شاخص DLSRS و حریم کمی به دست آمده در بخش‌های مختلف رودخانه‌ی گاماسیاب

نام بازه	تعداد مقاطع	طول بازه (متر)		مقادیر حریم شاخص‌ها (میانگین)					مقدار حریم محاسباتی (میانگین مقاطع) به متر
				D	L	S	R	S	
بازه ششم	۱۳	۳۲۸۲	ساحل راست	۵/۱۱۵	۱/۷۵	۲/۸۳	-۰/۰۸۳	-۶	۵۰۰۶۹
			ساحل چپ	۵/۱۱۵	۱/۷۵	۳/۹۴	-۰/۰۸۴	-۶	۶۱۶۱۸
بازه هفتم	۱۸	۴۷۶۰	ساحل راست	۵/۱۱۵	۱/۷۵	۲/۳۱	-۰/۰۸۴	-۶	۷۱۴۵۴
			ساحل چپ	۵/۱۱۵	۱/۷۵	۳/۱۵	-۰/۰۸۴	-۶	۱۰۰۱۲۳
بازه هشتم	۱۸	۴۴۳۶	ساحل راست	۵/۱۱۵	۱/۷۵	۳/۸۰	-۰/۰۶۷	-۶	۶۱۶۴۳
			ساحل چپ	۵/۱۱۵	۱/۷۵	۳/۶۶	-۰/۰۶۷	-۶	۶۱۴۴۴



شکل ۴: حریم به دست آمده در بخش‌های ۶ تا ۸



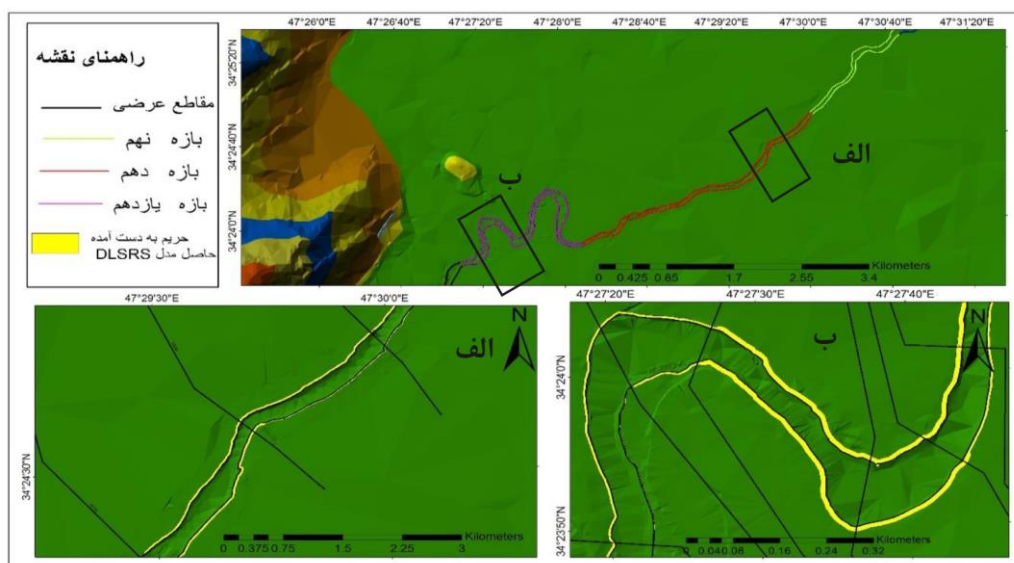
شکل ۵: وضعیت سواحل رودخانه‌ی گاماسیاب در بازه هفتم و هشتم

پوشش گیاهی اشغال شده است. در این قسمت وجود آثار فعالیت جوندگان به‌ویژه موش باعث ناپایداری کناره شده است. تمرکز شدید جریان به سمت بخش پایینی کرانه، باعث تشدید فرسایش کناره‌ای شده است. میزان فرسایش کناره در ساحل راست این بخش به صورت خیلی زیاد و شدید، و در ساحل سمت چپ، کم تا متوسط محاسبه شده است و مقدار محاسبه شده حریم در ساحل راست بیشتر از ساحل چپ است. در این بخش به دلیل وضعیت ناپایداری بستر و کناره، لزوم افزایش حریم وجود دارد. نوع کاربری در دو طرف کانال در قوس‌های داخل کاربری بایر و بخش‌های دیگر در دو طرف ساحل رودخانه کاربری کشاورزی بوده است. با توجه به نسبت تنش نسبی بیش از ۰/۸ به دست آمده، حریم ۲۰ متر انتخاب شده است. با توجه به شرایط ناپایدار در این بخش از رودخانه گاماسیاب، لزوم افزایش حریم جهت کمال انتفاع و حفاظت از بستر رودخانه لازم است.

در ابتدای این بخش الگوی کانال رودخانه به شکل مستقیم درآمده است. میزان عدد فرود به دست آمده در بازه‌های ۹ و ۱۰ به‌طور متوسط ۰/۰۹ تا ۰/۲ بوده است که تاثیر کمی در محاسبه حریم نهایی داشته است. در این بخش نوع کاربری کشاورزی بوده است که نسبت تنش نسبی آن بیش از ۰/۹ به دست آمده است. با توجه به اینکه این شاخص ضریب منفی داشته، باعث کاهش میزان حریم در نتیجه نهایی مدل شده است. میزان پایداری کناره در این دو بخش خیلی کم تا متوسط بوده، با توجه به اینکه این شاخص مهم-ترین عامل در تغییر میزان حریم محاسبه شده در هر مقطع است، میزان حریم تعیین شده کم است که با توجه به مجموعه‌ای از این عوامل، نتیجه نهایی مدل، میزان حریم به دست آمده نسبت به سایر قسمت‌ها عدد کمتری را نشان می‌دهد. در بخش آخر رودخانه گاماسیاب، الگو کانال با ضریب خمیدگی ۲/۲۱، پیچان رودی شده است و قوس-ها در حال پیشروی به سمت ساحل راست بوده است همچنین ساحل سمت راست به وسیله

جدول ۱۰: محاسبه شاخص DLSRS و حریم کمی به دست آمده در بخش‌های مختلف رودخانه گاماسیاب

نام بازه	تعداد مقاطع	طول بازه (متر)		مقادیر حریم شاخص‌ها (میانگین)					مقدار حریم محاسباتی (میانگین مقاطع) به متر
				D	L	S	R	S	
بازه نهم	۱۱	۱۸۰۴	ساحل راست	۵/۱۱	۱/۷۵	۳/۱۰	-۰/۰۶۱	-۶	۵/۴۷۸
			ساحل چپ	۵/۱۱	۱/۷۵	۳/۶۲	-۰/۰۶۱	-۶	۶/۳۰۴
بازه دهم	۸	۳۷۱۶	ساحل راست	۵/۱۱	۱/۷۵	۲/۴۳	-۰/۰۶۴	-۶	۴/۵۳
			ساحل چپ	۵/۱۱	۱/۷۵	۲/۷۳	-۰/۰۷۴	-۶	۴/۹۴
بازه یازدهم	۱۴	۳۴۶۱	ساحل راست	۵/۱۱	۱/۷۵	۴/۴۳	-۰/۰۷۰	-۶	۷/۳۱
			ساحل چپ	۵/۱۱	۱/۷۵	۳/۱۱	-۰/۰۷۰	-۶	۵/۴۷



شکل ۴: حریم به دست آمده در بازه‌های ۹، ۱۰، ۱۱



شکل ۵: توالی رسوبات کناره رودخانهی گاماسیاب در بازه یازدهم

رودخانه فاقد مالکیت بوده و تنش اجتماعی آن عدد صفر به دست آمده‌است؛ مقدار حریم به دست آمده در نتیجه نهایی مدل به طور متوسط ۱۳ متر بوده و نسبت به سایر بخش‌ها، مقدار حریم بیشتری به دست آمده است. در حالی که در بخش ۱۰ رودخانه گاماسیاب، با توجه به ناپایداری بستر و کناره و تغییرات بستر رودخانه نسبت به سایر بخش‌ها، کمترین میزان حریم بدست آمده است. در واقع کاهش حریم در بخش‌های مختلف به علت افزایش میزان شاخص تنش اجتماعی بوده‌است. همچنین نتایج مدل نشان می‌دهد که این مدل برای تمامی رودخانه‌های کشور مناسب نیست و برای رودخانه‌هایی که دارای تنوع رتبه

نتیجه‌گیری

مدل DLSRS اولین مدل ریاضی محاسبه حریم کمی رودخانه‌ها براساس ضوابط و مقررات جاری کشور است که بر اساس ۵ شاخص دبی ۲۵ ساله، موقعیت، پایداری بستر و کناره، رژیم جریان و تنش اجتماعی حریم کمی رودخانه‌ها تعیین می‌گردد. با توجه به نتایج مدل DLSRS در بخش اول محدوده مورد مطالعه، با توجه به ویژگی‌های کانال رودخانه، میزان پایداری بستر و کناره نسبت به بخش‌های دیگر عدد کمتری را نشان می‌دهد همچنین شکل نیمرخ عرضی رودخانه در این بخش U شکل بوده میزان عدد فرود کمتر از $0/3$ به دست آمده‌است. در این بخش زمین‌های حاشیه

کاملاً متفاوت بوده است. تعیین حریم با این روش برای رودخانه‌هایی که زمین‌های حاشیه رودخانه به صورت بایر و فاقد مالکیت است ارزیابی مناسب‌تری داشته است. با توجه به این نتایج، در قسمت‌های بالادست رودخانه به دلیل اینکه زمین‌های اطراف رودخانه بایر و فاقد مالکیت بوده نتایج مناسب‌تری به دست آمده است. در حالی که در سایر قسمت‌های رودخانه زمین‌های حاشیه رودخانه دارای مالکیت و کاربری کشاورزی داشته‌اند و میزان حریم به دست آمده نسبت به بالادست رودخانه، پهنه‌های کمتری را نشان می‌دهد. استفاده از معیارهای این مدل و نتایج اختصاص پیدا کرده برای پارامترهای ۵ گانه، قابلیت تعمیم به تمام رودخانه‌های کشور را ندارد و شاخص‌های مدل DLSRS برای هر رودخانه باید متناسب با شرایط مورفولوژی منطقه مورد بازنگری قرار گیرد.

رود هستند مناسب تر است که داند مهر و همکاران (۱۳۹۰) و ایدی و همکاران (۱۳۹۰) در مورد رودخانه‌های خراسان و ایلام به کار گرفته و نتایج قابل قبولی به دست آمده است. اما برای رودخانه گاماسیاب که دارای رتبه‌ی ۵ و با موقعیت بازه روستایی رودخانه‌ها و مسیل‌ها و سرشاخه‌های متوسط با رده ۳ و بالاتر، تعیین حریم رودخانه با این مدل منطبق بر واقعیت نخواهد بود. در واقع این مدل حداقل عرض مورد نیاز برای دسترسی رودخانه را در نظر می‌گیرد و حداقل محدودیت ممکن برای اراضی با مالکیت شخصی را اعمال می‌کند و تنش اجتماعی را کاهش می‌دهد. علاوه بر آن با توجه به نتایج پهنه حریم ۲۵ ساله که در مورد رودخانه گاماسیاب محاسبه شده است (پناهی و همکاران، ۱۳۹۸) و دوره بازگشت ۲۵ ساله که مورد تایید ورزات نیرو می‌باشد، نتایج آن با حریم‌های به دست آمده

پانویس

1-flood way
2-flood fring
3-FEMA
4-Discharge

5-Location
6-Stability
7-Regime
8-Social Tension

منابع

-اسماعیلی، ر.، حسین زاده، م.م. و متولی، ص.، ۱۳۹۰. تکنیک‌های میدانی در ژئومورفولوژی رودخانه‌ای، موسسه انتشارات لاهوت، ۳۳۸ ص.
-پرورش، ا.، مهدوی، ر.، ملکیان، آ.، اسماعیل پور، ی. و حلی ساز، ا.، ۱۳۹۸. بررسی عوامل موثر و اولویت‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی زیرحوزه‌های آبخیز با استفاده از روش‌های فازی تاپسیس و الگوریتم نوع ۳، مطالعه موردی: حوزه آبخیز سرخون

-امیر احمدی، ا.، بهنیافر، ا. و ابراهیمی، م.، ۱۳۹۰. ریزپهنه‌بندی خطر سیلاب در محدوده‌ی شهر سبزوار در راستای توسعه‌ی پایدار شهری، فصلنامه‌ی آمایش محیط، شماره ۱۶، ص ۱۸-۳۲.
-ایدی، ض.، ۱۳۹۰. تعیین حریم کمی رودخانه‌ها براساس مدل DLSRS دبی سیلاب ۲۵ ساله در سطح محدوده‌های مطالعاتی استان ایلام، اولین کنفرانس بین‌المللی نیروگاه‌های برق ایران.

- سیلاب رودخانه با استفاده از (RAS-HEC) (از روستای پیراز میان تا تلاقی رودخانه اهر چای)، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۲۵، ص ۱-۱۵.
- صراف، ا.، محقق زاده، گ. و محقق زاده، ن.، ۱۳۹۴. پهنه‌بندی سیلاب رودخانه‌ی شاپور خشت با بهره‌گیری از تصاویر Orthophoto، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی فضای جغرافیایی، شماره‌ی ۵۷، ص ۱۷۵-۱۹۴.
- سازمان مدیریت و منابع آب ایران، دفتر استانداردها و معیارهای فنی، ۱۳۸۴. نشریه شماره ۳۰۷، راهنمای پهنه‌بندی سیل و تعیین حد بستر و حریم رودخانه‌ها، وزارت نیرو، سازمان مدیریت منابع آب ایران، دفتر استانداردها و معیارهای فنی.
- علیزاده، ا.، ۱۳۸۸. اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه امام رضا(ع)، ص ۸۷۰.
- Anees, M.T., Abdullah, K., Nawawi, M.N.M., Rahman, N.N.A., Piah, A.R.M., Zakaria, N., Syakir, M.I and Omar, A.K.M., 2016. Numerical modeling techniques for flood analysis, *Journal of African Earth Sciences*, v. 124, p. 478-486.
- Bandyopadhyay, S., Ghosh, K. and Kumar, D.S., 2014. A proposed method of bank erosion vulnerability zonation and its application on the River Haora, Tripura, India, *Journal Geomorphology*, v. 224, p. 111-121.
- Booth, D.B. and Henshaw, P.C., 2001. Rates of channel erosion in small urban streams, In: Wigmosta, M.S., Burges, S.J. (Eds.), *Landuse and watersheds: human influence on hydrology and geomorphology in urban and forest areas*, Water Science and Application, 2. American Geophysical Union, Washington, v. 78, p. 89-94.
- بندرعباس، مجله مهندسی و مدیریت آبخیز، سال یازدهم، شماره ۲، ص ۴۹۳-۵۰۷.
- پناهی، ر.، حسین‌زاده، م.م. و خالقی، س.، ۱۳۹۸. پهنه بندی مخاطره سیلاب در راستای تعیین حریم رودخانه‌ها (مطالعه موردی: رودخانه گاماسیاب)، مجله‌ی اکو هیدرولوژی، سال ۶، شماره ۲، ص ۳۲۴-۳۰۴.
- حسین زاده، م.م. و اسماعیلی، ر.، ۱۳۹۴. ژئومورفولوژی رودخانه ای، مفاهیم اشکال و فرایندها، مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، ۲۰۸ ص.
- داندوده‌مهر، ع.، سلیمی، م. و سلطانی، ش.، ۱۳۹۰. بررسی کارایی DLSRS در تعیین حریم کمی رودخانه‌های کوهستانی (مطالعه‌ی موردی استان خراسان رضوی)، دومین کنفرانس پژوهش‌های کاربردی منابع آب ایران.
- رضایی‌مقدم، م.، یاسی، م.، نیکجو، م. و رحیمی، م.، ۱۳۹۷. پهنه‌بندی و تحلیل مورفولوژیکی
- Dass, S., 2019. Geospatial mapping of flood susceptibility and hydro-geomorphic response to the floods in Ulhas basin, India, *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, v. 14, p. 60-74.
- Elkhrachy, I., 2015. Flash flood hazard mapping using satellite images and GIS tools: a case study of Najran City, Kingdom of Saudi Arabia (KSA), Egypt, *J. Remote Sens, Space Sci*, v. 18 (2), p. 261-278.
- Fernández, D.S. and Lutz, M.A., 2010. Urban flood hazard zoning in Tucumán Province, Argentina, using GIS and multicriteria decision analysis, *Engineering Geology*, v. 111, p. 90-98.
- Gregory, K., 2006. The human role in changing river channels, *Geomorphology*, v.79 (3-4), p. 172-191.

- IPCC, 2012. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation, A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 p.
- Gunasekara, D., 2015. Planning for the Flood Fringe: A Comparative Analysis of Two Zone Concept Planning Policies Used by Conservation Authorities in Southern Ontario, School of Urban and Regional Planning Queen's University Kingston, 144 p.
- Johansen, K., Phinn, S. and Witte, C., 2010. Mapping of Riparian Zone Attributes Using Discrete Return LiDAR, QuickBird, and SPOT-5 Imagery: Assessing Accuracy and Costs, Remote Sensing of the Environment, v. 114(11), p. 2679-2691.
- Kabenge, M., Elaru, J., Wang, H. and Li, F., 2017. Characterizing flood hazard risk in datascarce areas, using a remote sensing and GIS-based flood hazard index, Nat. Hazards, v. 89 (3), p. 1369-1387.
- Kia, M.B., Pirasteh, S., Pradhan, B., Mahmud, A.R., Sulaiman, W.N.A. and Moradi, A., 2012. An artificial neural network model for flood simulation using GIS: johor River Basin, Malaysia, Journal Environ, Earth Sci, v. 67(1), p. 251-264.
- Liu, H.L., Chen, X., Bao, A.M. and Wang, L., 2007. Investigation of ground water response to overland flow and topography using a coupled MIKE SHE/MIKE 11 modeling system for an arid watershed, J. Hydrol, v. 347(3), p. 448-459.
- Lyu, H.M., Shen, S.L. and Zhou, A.Y., 2019. Perspectives for flood risk assessment and management for mega-city metro system, Tunnelling and Underground Space Technology, v. 76, p. 31-46.
- Moghadam, S.H., Valavi, R., Shahabi, H., Chapi, K. and Shirzadi, A., 2018. Novel forecasting approaches using combination of machine learning and statistical models for flood susceptibility mapping, Journal Environ, Manag, v. 217, p. 1-11.
- Madsen, H., Lawrence., D., Lang, M., Martinkova, M. and Kjeldsen, T.R., 2014. Review of trend analysis and climate change projections of extreme precipitation and floods in Europe, Journal of Hydrology, v. 519, p. 3634-3650.
- New Yourk State Departement of Environment Conservat, 2011. Flood plain development and flood way guidance, www.NY.gov.
- Nkwunonwo, U.C., Malcolm, W. and Brian, B., 2015. Flooding and flood risk reduction in Nigeria: cardinal gaps, Journal of Geography and Natural Disasters, v. 5, p. 136-145.
- Pourali, S.H., Arrowsmith, C. and Chrisman, V., 2014. Topography Wetness Index Application in Flood-Risk-Based Land Use Planning, Applied Spatial Analysis and Policy, vol. 9 (1), p. 39-54.
- Prawiranegara, M., 2014. Spatial Multi-Criteria Analysis (SMCA) For Basin-Wide Flood Risk Assessment As A Tool In Improving Spatial Planning And UrbanResilience Policy Making: A Case Study Of Marikina River Basin, Metro Manila – Philippines, Procedia - Social and Behavioral Sciences ,v. 135 , p. 18 – 24.
- Rahmati, O., Zeinivand, H. and Besharat, M., 2016b. Flood hazard zoning in Yasooj region, Iran, using GIS and multi-criteria decision analysis. Geomat, Nat. Hazards Risk, v. 7(3), p. 1000-1017.

- Rosgen, D.L. 2006. Watershed assessment of river stability and sediment supply (WARSSS), Colorado: Wildland Hydrology Books, Fort Collins, 684 p.
- Samanta, S., Koloa, C., Kumar Pal, D. and Palsamanta, B., 2016. Flood Risk Analysis in Lower Part of Markham River Based on Multi-Criteria Decision Approach (MCDA), Hydrology, v. 29 (3), p. 1-13.
- Shelley, J., Gibson, S. and Williams, A., 2015. Unsteady flow and sediment modeling in a large reservoir using HEC-RAS 5.0. In: Federal Interagency Sediment Conference,
- Tadesse, A. and Dai, W., 2019. Prediction of sedimentation in reservoirs by combining catchment based model and stream based model with limited data, International Journal of Sediment Research, v. 34, p. 27-37.
- Termeh, S.V.R., Kornejady, A., Pourghasemi, H.R. and Keesstra, S., 2018. Flood susceptibility mapping using novel ensembles of adaptive neuro fuzzy inference system and metaheuristic algorithms, Science Total Environ, v. 615, p. 438-451.
- Ting Su, H. and Tung, Y.K., 2014. Multi-criteria decision making under uncertainty for flood mitigation, Stochastic Environmental Res Risk Assessment, v. 28 (7), p. 1657-1670.
- Udomchai, A., Hoy, M., Horpibulsuk, S., Chinkulkijniwat, A. and Arulrajah, A., 2018. Failure of riverbank protection structure and remedial approach: a case study in Suraburi Province, Thailand, Engineering Failure Analysis, v. 91, DOI: 10.1016/j.engfailanal.2018.04.040
- Yang, T.H., Ho, J.Y., Hwang, G.D. and Lin, G.F., 2014. An indirect approach for discharge estimation: a combination among micro-genetic algorithm, hydraulic model, and in situ measurement, Flow Meas, Instrum, v. 39, p. 46-53.
- 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, Journal of Cleaner Production, v. 212, p. 109-118.
- Zou, Q., Zhou, J., Zhou, C., Song, L. and Guo, J., 2013. Comprehensive flood risk assessment based on set pair analysis-variable fuzzy sets model and fuzzy AHP, Stoch, Env Res Risk, v. 27 (2), p. 525-546.