



طرح ساماندهی برای بهره‌برداری از بستر رودخانه‌ها با کاربری مزارع کشاورزی و پرورش ماهی

محمد عامل صادقی^۱، عماد رضوانی زاده^۲

۱- دکترای سازه‌های آبی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان

۲- کارشناس ارشد سازه‌های آبی، شرکت مهندسین مشاور یکم

:
erz_۱۹۸۲@yahoo.com

خلاصه

انجام هرگونه فعالیت در رودخانه‌ها مستلزم شناخت قواعد حاکم بر رودخانه و پیش‌بینی عکس‌العمل رودخانه به آن است، تا از پیامدهای زیان‌بار مربوطه جلوگیری کند. شناخت یک فرآیند رودخانه‌ای با اندازه‌گیری پارامترهای هیدرولیکی در مقیاس واقعی دشوار است و به همین دلیل استفاده از روش مدل‌سازی فیزیکی را محدود می‌نماید و باعث سوق یافتن متخصصان به سمت مدلسازی ریاضی و عددی برای شبیه‌سازی جریان داخل مجاری آبی شده است. تصرفات روزافزون بستر رودخانه سبزکوه با ایجاد حوضچه‌های متعدد پرورش ماهی و اراضی کشاورزی، ضرورت ساماندهی آنها را برای جلوگیری از تخریب و فرسایش رودخانه از یک طرف و جلوگیری از خسارات ناشی از سیل و تخریب مزارع در بستر رودخانه اجتناب‌ناپذیر نموده است. لذا در این مقاله با استفاده از نرم‌افزارهای HecRas و Civil3D مدلسازی هیدرولیکی رودخانه سبزکوه در وضع موجود انجام و براساس محاسبات هیدرولیکی اثرات ناشی از وجود تصرفات فوق، طرح ساماندهی مزارع و پرورش ماهی در رودخانه سبزکوه پیشنهاد شده است.

کلمات کلیدی: رودخانه سبزکوه، HEC-RAS، Civil3D، مزارع پرورش ماهی

مقدمه

نرم افزار Civil3D یک نرم افزار عمرانی است که برای مهندسین عمران در شاخه‌ی نقشه برداری، حمل و نقل و طراحی و راهسازی می باشد و از این نرم افزار در تمامی کشورهای پیشرفته به منظور مدل سازی و تدوین پروژه های طراحی راه ها، مسیرهای حمل و نقل و جاده های احداث شده بر روی آب و دیگر پروژه های از این دست استفاده می شود. در ۲۰۱۶ Auto CAD Civil3D توان و قدرت مهندسی شهر سازی و عمران افزایش و برتری چشمگیری یافته است. می توان از آن در مهندسی منابع آب از ذخیره سازی کانال کشی و انتقال آب تا جمع آوری پسماند فاضلاب و بسیاری از پروژه های دیگر عمرانی استفاده نمود. تا به حال از این مدل در موارد ذکر شده، استفاده شده است. در موضوعات مدلسازی و شبیه‌سازی سیلاب در رودخانه‌ها، تاکنون از نرم افزار GIS در تلفیق با مدل‌های هیدرولیکی از جمله HecRas استفاده شده که به برخی از کارهای تحقیقاتی در این زمینه در ادامه اشاره شده است. در رودخانه تجن استان مازندران نتایج پهنه‌بندی سیل با استفاده از HEC-RAS به صورت مناطق با خطرپذیری کم متوسط و بالا در حاشیه رودخانه تعیین و پیشنهادهایی برای کاهش خسارات ناشی از سیل در رودخانه ارائه گردید. (پورحسین و همکاران، ۱۳۹۱) ارزیابی خسارات کشاورزی ناشی از سیلاب با رودخانه قره‌سو با استفاده از مدل Hec-Ras و GIS انجام و نتایج نشان داد که افزایش مساحت پهنه‌های سیل تا دوره بازگشت ۱۰۰ سال نسبت به دوره بازگشت بالاتر بسیار شدیدتر است. (حکمتی‌فر و همکاران، ۱۳۸۸) نتایج شبیه‌سازی سیلاب در رودخانه گرگانرود با استفاده از HecRas و GIS نشان داد که فرار سیل از کانال اصلی به دشت مجاور وجود دارد که براساس نتایج آن اقدامات حفاظتی لازم برای کنترل سیل در بازه‌های مربوطه پیشنهاد شد. (سپهری و همکاران، ۱۳۸۸) نتایج پهنه‌بندی سیلاب رودخانه ماشلک شهرستان نوشهر با استفاده از HecRas و GIS نشان داد که در منطقه شهری به دلیل تنگ‌شدگی بستر رودخانه و تجاوز به حریم آن ظرفیت عبور سیلاب کاهش یافته و سطح خسارت بالا می‌باشد و با بررسی پارامترهای هیدرولیکی مناطقی که نیاز به تمهیدات سازه‌ای دارند مشخص گردید. (نعمتی و همکاران، ۱۳۸۸) با توجه

^۱ عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان

^۲ کارشناس ارشد مهندسی رودخانه

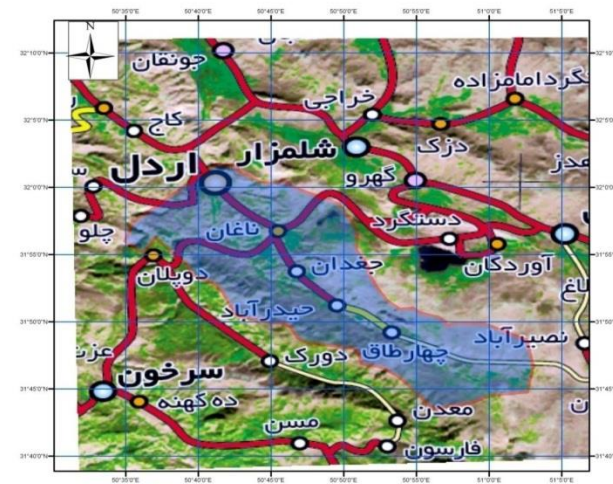
به ضرورت بررسی دقیق مستحذات و کاربری‌های دیگر موجود در بستر رودخانه‌ها لازم است ابزار جایگزینی برای امکان بررسی اثرات کاربری‌ها به جای GIS در تلفیق با HecRas بکار گرفته شود تا بتوان به لحاظ با تغییرات لازم در کاربری‌ها به لحاظ هندسی اثرات هیدرولیکی آن را در مدل هیدرولیکی بررسی و خروجی‌های کارشناسی مناسبی را تهیه کرد. لذا در این تحقیق، به جای از GIS از نرم افزار Civil3D به منظور سهولت استفاده و نیز تهیه مدل دقیق تر و مشاهده نقشه به صورت سه بعدی و وارد کردن سازه‌های اطراف رودخانه استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

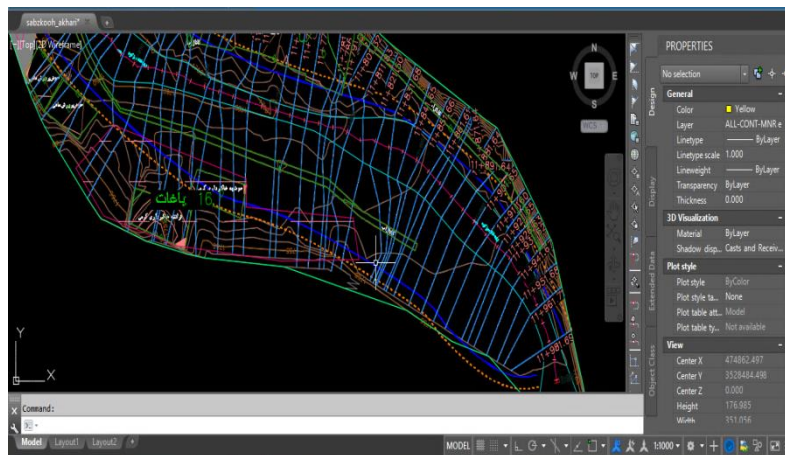
رودخانه سبزکوه از سرشاخه‌های رودخانه کارون در استان چهارمحال و بختیاری واقع شده است. طول رودخانه مورد مطالعه حدود ۱۲ کیلومتر و مختصات UTM ابتدای آن $X=475000$ و $Y=3528400$ و مختصات UTM انتهای آن، $X=468200$ و $Y=3534900$ می‌باشد. در شکل ۱ محدوده رودخانه مورد مطالعه در استان نشان داده شده است.

برای انجام این تحقیق مراحل زیر صورت گرفته است:

- ۱- گردآوری اطلاعات موجود از جمله نقشه‌های توپوگرافی و سیلاب رودخانه
- ۲- آماده‌سازی لایه‌ها و اطلاعات مورد نیاز برای مدلسازی از طریق نرم افزار Civil3D از قبیل DEM، ژئومتری (الایمنت و خط وسط رودخانه و Bank full و تعیین موقعیت مقاطع عرضی و غیره. (شکل ۲)
- ۳- Import لایه‌های آماده شده در Civil3D از مدل HEC-RAS
- ۴- تصحیح و تکمیل اطلاعات مدلسازی در مدل HEC-RAS شامل، تکمیل اطلاعات ضریب زبری، شرایط مرزی، سیلاب و اصلاح Bank Full ها
- ۵- تدقیق ضریب زبری براساس اطلاعات میدانی و تطبیق با رفرنس‌ها از جمله کاون و آنالیز حساسیت پارامترهای هیدرولیکی براساس تغییر ضریب زبری
- ۶- اجرای مدل و بررسی پارامترهای هیدرولیکی جریان در سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ سال



شکل ۱ - موقعیت محدوده مطالعاتی در استان چهارمحال و بختیاری



شکل ۲ - نمایش آماده سازی اطلاعات مدل سازی در نرم افزار Civil3D

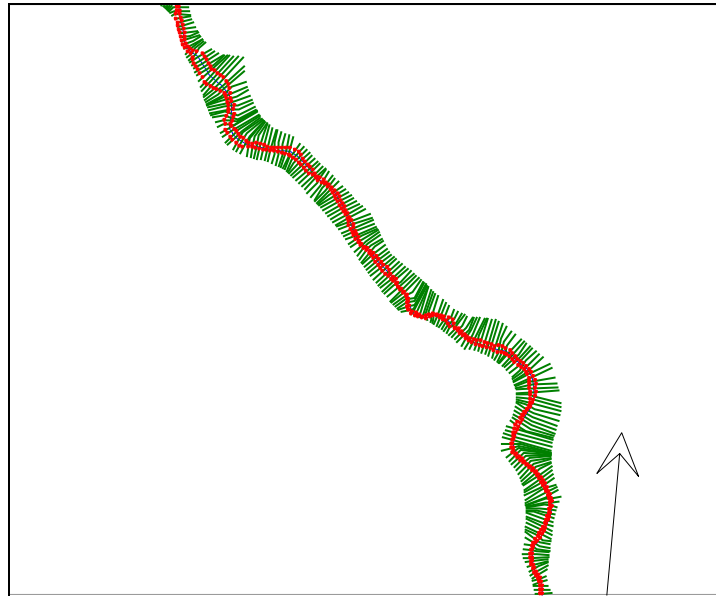
این مقاله با هدف ارزیابی هیدرولیکی وضع موجود رودخانه سبزکوه در بازه‌ای از رودخانه که مزارع کشاورزی و پرورش ماهی در بستر رودخانه توسعه یافته‌اند، انجام شده است. برای شبیه‌سازی و تحلیل هیدرولیکی رودخانه، سیلاب با دوره بازگشت ۲ و ۲۵ سال انتخاب شده است. سیلاب ۲ سال برای محاسبه عرض تعادل طبق روشهای تجربی مختلف و سیلاب ۲۵ سال به منظور تعیین پهنه بستر طبق قانون توزیع عادلانه آب تعیین شده است. مقادیر سیلاب ۲ و ۲۵ سال در طول محدوده مورد مطالعه از رودخانه سبزکوه به ترتیب ۴۰/۶ و ۱۳۱/۹ مترمکعب در ثانیه در مدل استفاده شده است. (مشاور لار، ۱۳۹۲) تعداد کل مقاطع عرضی تهیه شده در مدل‌سازی برابر ۲۰۰ مقطع و متوسط فاصله مقاطع عرضی برابر ۲۰ متر می‌باشد. متوسط مقدار ضریب زبری بستر ۰/۳۵ و سیلابدشت رودخانه ۰/۰۵ تعیین شده است. شرایط مرزی بالادست و پایین دست در مدل، شیب نرمال استفاده شده است.

جدول ۱ - مقدار سیلاب ۲۵ ساله رودخانه سبزکوه در بازه‌های مختلف

سیلاب ۲۵ ساله (cms)	شماره مقطع در مدل HecRas	مختصات جغرافیایی UTM		موقعیت تغییر دبی رودخانه	بازه
		X	Y		
۸۵.۳	۱۱۸۵۷.۸۶	۴۷۵.۰۰۰	۳۵۲۸۴.۰۰	بالتر از روستای دهنو، ابتدای بازه	۱
۱۰۷.۹	۸۴۵۷.۸۶	۴۷۲۴۶۳.۱۲	۳۵۲۹۶۸۰.۹۹	پایین تر از پل دهنو، محل اتصال زیرشاخه جهمان	۲
۱۳۱.۹	۶۴۱۷.۸۶	۴۷۱۴۲۶.۶۶	۳۵۳۰۷۴۸.۱	پس از رودارود و زیرشاخه اردل	۳

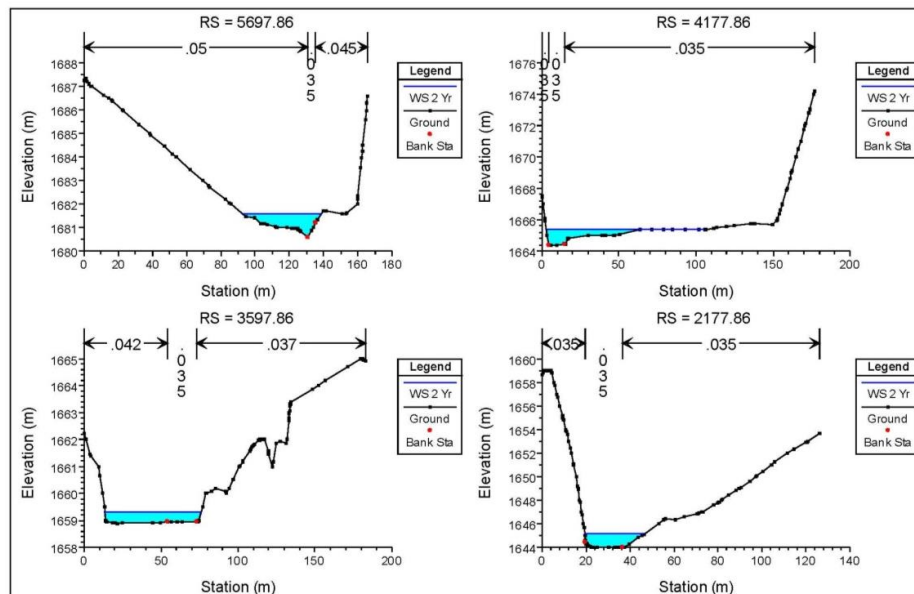
یافته‌ها

پس از ساخت اطلاعات مورد نیاز مدل‌سازی در Civil3D و تکمیل مدل در HecRas با استفاده از داده‌های هیدرولیکی مورد نیاز مدل‌سازی، مدل برای سیلاب ۲ و ۲۵ ساله اجرا گردید. در شکل ۳ پلان رودخانه و موقعیت بازه‌های مختلف آن در مدل‌سازی نشان داده شده است. پس از اجرای مدل، پارامترهای هیدرولیکی رودخانه در سیلاب ۲ و ۲۵ ساله مورد بررسی قرار گرفت.



شکل ۳ - پلان رودخانه سبز کوه در محدوده مورد مطالعه

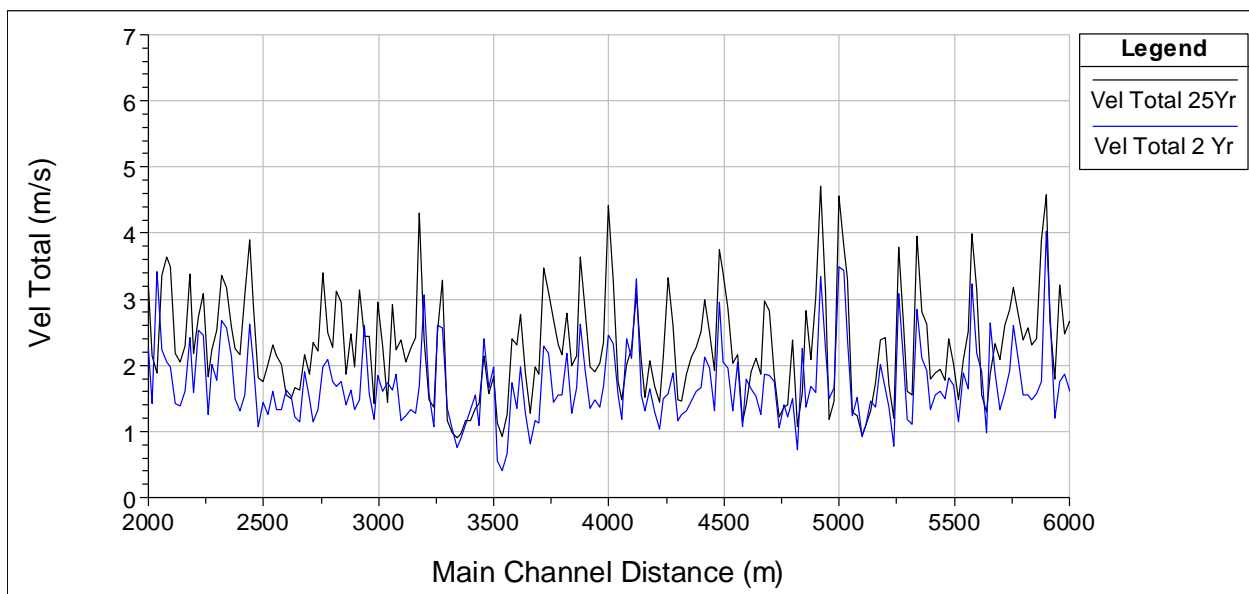
همچنین در شکل ۴ مقاطع عرضی نمونه در بازه‌های مختلف رودخانه در شرایط اجرای مدل با سیلاب ۲ و ۲۵ ساله نشان داده است. خلاصه‌ای از پارامترهای هیدرولیکی رودخانه در سیلاب ۲ و ۲۵ ساله در جدول ۲ آورده شده و تغییرات مقادیر سرعت جریان، عرض سطح آب و تنش برشی در کل طول رودخانه در اشکال ۵ تا ۷ نشان داده شده است. پارامترهای سرعت و تنش برشی جریان در ارتباط مسقیم با یکدیگر بوده و در واقع تعیین کننده نوع جریان و معرف پتانسیل فرسایش پذیری یا رسوبگذاری در بازه مورد مطالعه می‌باشند. با مقایسه اشکال فوق، مشاهده می‌شود که سرعت جریان و تنش برشی درست در مقطعی که عرض بستر رودخانه در اثر تعرضات انجام شده کاهش یافته، افزایش قابل توجهی داشته است که این امر موجب ایجاد فرسایش و تخریب در بستر رودخانه شده است.



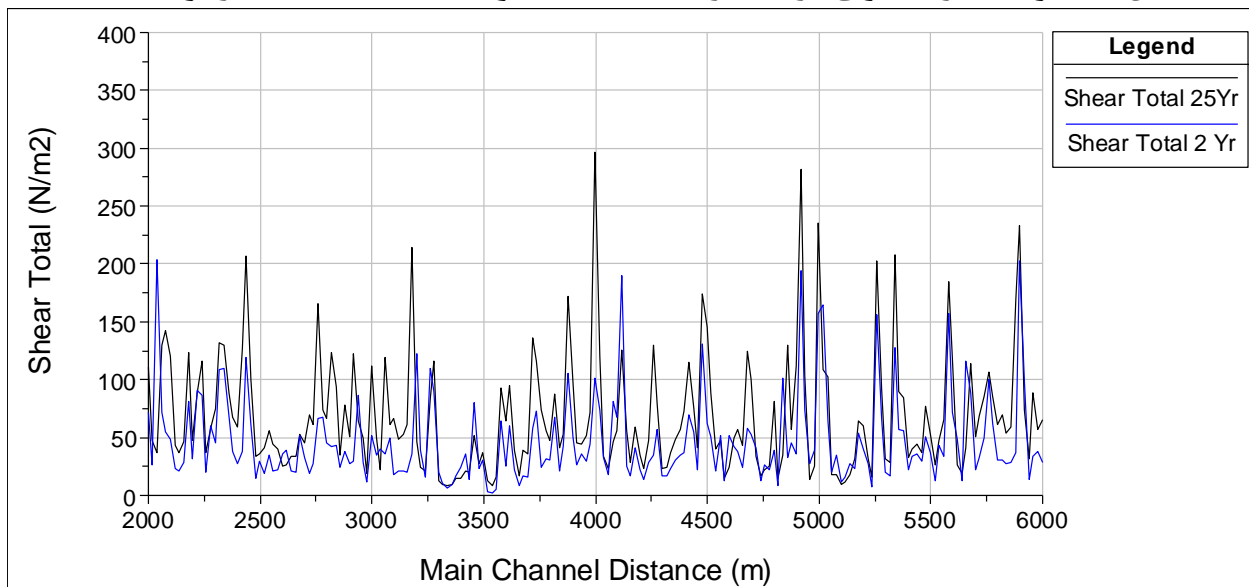
شکل ۴ - نمونه مقاطع عرضی در مدل هیدرولیکی در شرایط طرح با شبیه سازی Civil 3D

جدول ۲ - پارامترهای هیدرولیکی رودخانه در محدوده مورد مطالعه

دوره بازگشت	دبی (cms)	پارامتر	عرض سطح آب (m)	عمق جریان (m)	سرعت جریان (m/s)	عدد فرود	تنش برشی (N/m ²)
۲ سال	۴۰/۶	حداقل	۱۸/۳	۰/۲۶	۰/۴۲	۰/۱۲	۱/۸
		حداکثر	۱۳۶/۱	۱/۷۹	۴/۰۲	۲/۱۴	۲۰۳/۹
		متوسط	۵۲/۷	۰/۸۴	۱/۷۲	۰/۸۲	۴۷
۲۵ سال	۱۳۱/۹	حداقل	۲۹/۲	۰/۶۹	۰/۹	۰/۲۴	۸/۱
		حداکثر	۱۵۰	۲/۷۸	۴/۷	۲/۵	۲۹۷
		متوسط	۷۵/۸	۱/۴۴	۲/۳	۰/۸۵	۶۸/۲

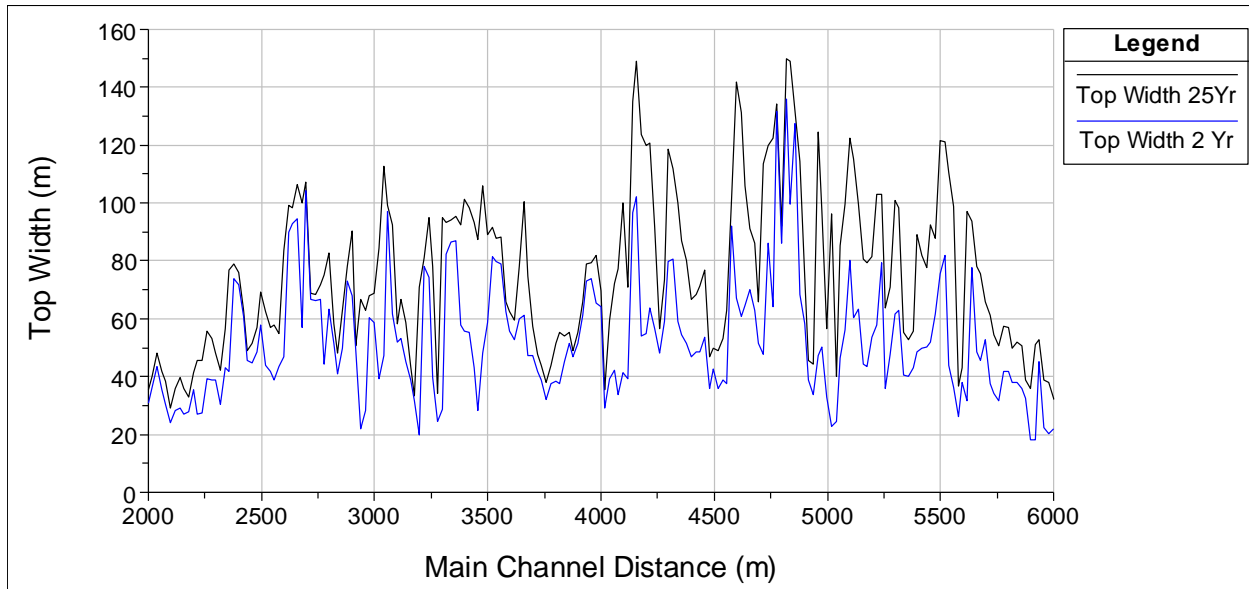


شکل ۵ - نمودار تغییرات طولی سرعت جریان در محدوده مورد مطالعه از رودخانه سبزکوه



شکل ۶ - نمودار تغییرات طولی تنش برشی در محدوده مورد مطالعه از رودخانه سبزکوه

بررسی مقاطع عرضی رودخانه و توپوگرافی مزارع کشاورزی و پرورش ماهی و کانال‌های احداثی در طول رودخانه برای آبرگیری آنها نشان می‌دهد که اختلاف تراز بستر جاری و مزارع حدود ۱ متر است که ناشی از تصرف بستر رودخانه و دست‌خوردگی‌های ایجاد شده برای کانال انتقال آب مزارع و تسطیح اراضی احداث آنها می‌باشد. (شکل ۸) این مسئله سیل‌گرفتگی مزارع و خسارات ناشی از تخریب مزارع را تاکنون به دنبال داشته است. همچنین عدم آبرگیری مناسب برای بهره‌برداری از رودخانه و ایجاد کانال‌های خاکی در امتداد رودخانه با بولدوزر و بدون اصول مهندسی (شکل ۸) و در نتیجه تخریب رودخانه و کانال و دهانه‌های برداشت در بستر را در هر سیلاب و ایجاد خسارات به رودخانه و تأسیسات بهره‌برداری مزارع را شاهد هستیم.



شکل ۷ - نمودار تغییرات عرض سطح آب در محدوده مورد مطالعه از رودخانه سبزکوه



شکل ۸ - نمایی از بهم زدن بستر رودخانه برای احداث آبرگیری مزارع (سمت راست) و نمایی از حضور مزارع پرورش ماهی در بستر رودخانه (در سمت چپ)

بحث و نتیجه گیری

در این مقاله با استفاده از نرم‌افزار Civil3D و مدل هیدرولیکی HecRas شبیه‌سازی سیل برای دوره‌های بازگشت‌های ۲ و ۲۵ سال در رودخانه سبزکوه انجام و تغییرات پارامترهای سرعت و تنش برشی و عرض سطح آب در طول رودخانه و محدوده مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مدل‌سازی در مقایسه با دیگر تحقیقات مشابه انجام شده نشان‌دهنده توانمندی نرم‌افزار Civil3D و مدل HecRas در شبیه‌سازی و پهنه‌بندی سیل در رودخانه را تأیید می‌نماید. همچنین با داشتن پارامتر عرض سطح، پهنه سیل در مقاطع عرضی و بازه‌های مختلف رودخانه تعیین و میزان اثر کاربری‌های ایجاد شده

در سیلابدشت قابل بررسی و ارزیابی می‌باشد و می‌توان برای بازه‌های نابسامان اقدامات و طرح ساماندهی لازم را پیشنهاد ارائه کرد. این نتیجه براساس تحقیق نعمتی و همکاران در رودخانه ماشلک شهرستان نوشهر تأیید می‌گردد.

با توجه به ضرورت ساماندهی و داشتن عرض بهینه به منظور امکان بهره برداری از اراضی بستر با کاربری‌های موجود بدون خسارات فنی و مالی لازم است مقطع هندسی ساماندهی رودخانه طراحی شود. در این بخش، عرض تعادلی رودخانه با استفاده از روش‌های تجربی مربوط به رودخانه‌های درشت‌دانه و یا شنی شامل روشهای هندرسون، بری اصلاح شده و برونن طبق جزئیات ارائه شده در جدول (۳) محاسبه و به ترتیب برابر ۴۸، ۳۹ و ۱۷ متر و متوسط برابر ۳۵ متر بدست آمد. با توجه به شرایط رودخانه در بازه مورد مطالعه و وضعیت تصرفات انجام شده در بستر رودخانه و جلوگیری از توسعه آن عرض تعادلی رودخانه برابر ۴۰ متر برای عرض ساماندهی و حفاظت رودخانه تعیین شد.

جدول ۳ - محاسبات عرض تعادلی برش های مختلف

روش	فرمول	مقادیر اجزای فرمول	Be (متر) عرض تعادلی
هندرسون (۱۹۶۶)	$B_e = \frac{65249QS^{1.116}}{(D_{cr})^{1.5}}$	Q=۴۰.۶ cms S=۰.۰۱۰۸ Dv۵=۳۰ mm	۴۸
بری اصلاح شده (۱۹۸۲)	$B = 2.68Q_b^{0.496} D_{50}^{-0.241}$	Qb=۴۰.۶ cms D۵۰= ۰.۰۳ m	۳۹
برونن (۱۹۸۲)	$B_e = 2.68(D_{50})^{0.008} (Q_2)^{0.496}$	Q۲=۴۰.۶ cms D۵۰= ۰.۰۳ m	۱۷

با توجه به این عرض، برخی از بازه‌ها نیاز به بازگشایی و در برخی بازه‌ها نیز برابر عرض تعادل رودخانه با دیواره سیل را کنترل و اراضی حاشیه آن حفاظت خواهد شد. براساس نتایج این تحقیق، اجزای طرح ساماندهی رودخانه در بازه مورد مطالعه به صورت زیر پیشنهاد می‌شود:

- ۱- بازگشایی رودخانه و رفع تصرف در بازه‌های با عرض کمتر از عرض تعادلی (۴۰ متر)
- ۲- حفاظت رودخانه در عرض تعادلی و اجرای طرح کنترل سیل اراضی در بازه‌های رفع تصرف شده و همچنین بازه‌هایی که عرض آن بیشتر از عرض تعادلی است. در اثر اجرای طرح کنترل سیل در بازه‌های عریض، اراضی آزاد می‌شود و طبق ماده قانونی ۱۰ توزیع عادلانه آب بستر مازاد محسوب و قابل اجاره با کاربری‌های مجاز خواهد بود.
- ۳- احداث سازه آبگیر و کانال تأمین و انتقال آب برای مزارع کشاورزی و پرورش ماهی به صورت دائمی و به میزان جمع مجوز حقا به آنها در بالادست مجموعه متمرکز آنها
- ۴- طرح کانال جمع آوری پساب آبیاری مزارع و خروجی حوضچه‌های پرورش ماهی
- ۵- طرح ساماندهی خروجی مجموعه پساب آبیاری مزارع و خروجی حوضچه‌ها به نقطه مناسبی در داخل رودخانه

منابع

- [۱] پورحسین قادی، مهرداد، حسینی مرتضی، سیفی زاده مینا، عمادی علیرضا، پهنه بندی سیلاب رودخانه تجن با استفاده از مدل ریاضی HEC-RAS، نهمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۳۹۱
- [۲] سپهری، وحید، نورانی، وحید، اعلمی، محمد تقی، پهنه بندی سیلاب با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، مطالعه موردی گرگانرود، هشتمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه دانشگاه شهید چمران اهواز، بهمن ماه ۱۳۸۸
- [۳] حکمتی فر، حسین، نظریها، مهرداد، گیوه چی، سعید، ارزیابی خسارات کشاورزی ناشی از سیلاب با استفاده از مدل سازی HECRAS و ARCView، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره یازدهم، شماره ۴، زمستان ۱۳۸۸
- [۴] عزیزیان اصغر، صمدی، امیر، آغاز، مرضیه، آموزش کاربردی مدلسازی جریان و رسوب در Ras-Hec، چاپ اول نشر نو آور، ۱۳۹۲
- [۵] مهندسین مشاور لار، گزارش هیدرولوژی حوضه آبریز رودخانه سبزکوه، ۱۳۸۹
- [۶] نعمتی کوتنایی، مینا، فضل اولی، رامین، شاه نظری، علی، پهنه بندی سیلاب با استفاده از مدل Hec Ras در محیط GIS، مطالعه موردی رود ماشلک، هشتمین کنفرانس هیدرولیک، ۱۳۸۸



اولین کنفرانس بین المللی آب، محیط زیست و توسعه پایدار
گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی، دانشگاه محقق اردبیلی، ۶ تا ۸ مهر ۱۳۹۵



[۷] وزارت نیرو، راهنمای پهنه بندی سیل و تعیین حد بستر و حریم رودخانه ها، نشریه ۲۶۹، بهمن ۱۳۸۳

[۸] U.S Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, (۲۰۰۴). "HEC-RAS User's Manual".

[۹] Autodesk Software, "Autocad Civil3D ۲۰۱۶ User Manual"