Archive of SID

مجله پژوهش آب ایران
جلد ۱۳/ شماره ۲/ پیاپی ۳۳/ تابستان ۱۳۹۸ (۵۱-۶۰)

مدل‌سازی فرسایش و رسوب با استفاده از مدل عددی GSTARS (مطالعهٔ موردی: رودخانهٔ تلوار حسن‌خان)

امیر حسین عزیزیان[۱]، امیر حمزه حقی‌آبی[۲*]، حسن ترابی[۳] و عباس ملکی[۴]

چکیده

فرسایش و رسوب‌گذاری در بستر رودخانه، از مسائلی که در مطالعات بستر رودخانه، احداث سد و سایر موارد حائز اهمیت است؛ به‌گونه‌ای که اگر در طراحی یک سد، به مسائل مربوط به رسوب توجه نشود، مشکلات بسیاری در بهره‌برداری به وجود خواهد آمد. از طرف دیگر، اگرچه مدل‌های کامپیوتری در مقایسه با مساحی، دقت و اطمینان کمتری دارد، با توجه به هزینهٔ بالای مساحی، استفاده از مدل‌های کامپیوتری برای مشخص کردن فرسایش و رسوب‌گذاری در رودخانه‌ها اصولی‌تر به نظر می‌رسد. در روند این پژوهش، شبیه‌سازی بستر رودخانهٔ تلوار حسن‌خان با مدل GSTARS-3 انجام شده است. نتایج حاصل از مدل با تغییر در پارامترهای ورودی به مدل مانند آمار دبی- ترا، ضریب زبری، دانه‌بندی و تابع انتقال رسوب تغییر می‌کند. برای سنجش توانایی مدل نتایج مدل با نتایج نقشه‌برداری مقایسه شد. مقایسهٔ انجام شده، نشان‌دهندهٔ دقت مناسب مدل در پیش‌بینی رفتار رودخانه‌هاست.

واژه‌های کلیدی: برآورد رسوب، بستر رودخانه، فرسایش و رسوب‌گذاری، مدل GSTARS.

ارجاع: عزیزیان ا، ح. حقی‌آبی ا، ح. ترابی ح. و ملکی ع. ۱۳۹۸. مدل‌سازی فرسایش و رسوب با استفاده از مدل عددی GSTARS (مطالعهٔ موردی: رودخانهٔ تلوار حسن‌خان). مجله پژوهش آب ایران. ۳۳: ۵۱-۶۰.

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد رشته مهندسی سازه‌های آبی، مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان.
۲- استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان.
۳-دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان.
۴- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان.
*** نویسنده مسئول**: haghiabi.a@lu.ac.ir
تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۲۷

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

میزان بار بستر در واحد عرض رودخانه و نسبت بار بستر به بار معلق و بار کل، از پارامترهای مهم ارزیابی توان رودخانه‌ها، پایداری و فرم رودخانه است. اندازه‌گیری بار بستر در رودخانه‌ها به مراتب مشکل‌تر از بار معلق است. اندازه‌گیری بار رسوبی در رودخانه‌ها معمولاً به اندازه‌گیری بار معلق محدود می‌شود؛ در نتیجه بهینه کردن منابع و کمینه کردن خسارت‌های ناشی از جریان در رودخانه‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. این کار با شناسایی، رفتارسنجی و تحلیل جریان آب و رسوب در رودخانه‌ها میسر می‌شود (چانگ، ۱۹۸۸). کنترل و به حداقل رساندن خسارات وارده ناشی از سیلاب، رسوب‌گذاری و فرسایش به آبراهه‌ها، اراضی کشاورزی، تأسیسات و ابنیه‌های آبی، نیازمند به این است که فرایند حرکت جریان، فرسایش بستر، انتقال مواد جامد و ته‌نشینی مواد رسوبی مطالعه و بررسی شود (تلوری، ۱۳۸۳).

فرسایش آثار متعددی را در پی دارد که از جنبه‌های مختلف قابل بررسی است. گود شدن بستر و به تدریج پایین افتادن سطح آب در پایین‌دست سدهایی که بر روی پی نفوذپذیر احداث می‌شوند، باعث خواهد شد تا اختلاف پتانسیل مؤثر، یعنی اختلاف ارتفاع سطح آب در بالادست و پایین‌دست افزایش یابد و در نتیجه گرادیان هیدرولیکی فشار بالا برنده افزایش یابد که اگر این امر در طراحی سد درنظر گرفته نشده باشد، نتایج مخربی را در پی خواهد داشت (اصغری سراسکانرود، ۱۳۹۳).

ساماندهی رودخانه با توجه به موارد گفته شده، می‌تواند برای بهبود وضعیت رسوب‌گذاری در رودخانه‌ها و سدهای مخزنی مفید واقع شود؛ لذا هدف از انجام این پژوهش بررسی الگوی فرسایش و رسوب‌گذاری رودخانهٔ تلوار حسن‌خان دهگلان با استفاده از مدل GSTARS-3 است که این مدل به وضوح آثار فرسایش و رسوب‌گذاری را در مقاطع عرضی و طولی رودخانه نشان می‌دهد.

بخشی از مطالعات و پژوهش‌های گذشته در ارتباط با شبیه‌سازی روند رسوب‌گذاری در مخازن و رودخانه‌ها که با استفاده از مدل‌های مرتبط در زمینه رسوب انجام شده و از جنبه‌ای مختلف به بررسی فرآیند فرسایش و رسوب‌گذاری پرداخته شده است که برخی از آنها عبارتند از: سزار و همکاران (۲۰۰۱) اثر جریانات گل‌آلود در رسوب‌گذاری مخازن را بررسی کردند و آثار جریانات غلیظ بر رسوب‌گذاری مخازن با آثار واقعی آنها مورد مقایسه قرار گرفت. اعلمی و همکاران (۱۳۸۸) به بررسی مدل‌های ریاضی رسوب‌گذاری مخازن و مقایسهٔ آنها با روش شبکه‌های عصبی مصنوعی پرداخته‌اند. مقایسهٔ نتایج مدل‌ها بیان‌کنندهٔ دقت بیشتر مدل GSTARS-2 که وضعیت جریان را به‌صورت نیمه دو بعدی درنظر می‌گیرد، نسبت به مدل‌های HEC-6 و River Intake است. سیدیان (۱۳۸۵) به بررسی وضعیت رسوب‌گذاری در مخزن سد وشمگیر با استفاده از مدل GSTARS-3 پرداخت که با توجه به بررسی‌ها توانست حجم رسوب این مخزن را برای هفت سال آینده پیش‌بینی کند. ظهیری و همکاران (۱۳۸۷) به تغییرات مورفولوژی رودخانهٔ کارون در محدودهٔ شهر اهواز با استفاده از مدل GSTARS-2.1 پرداختند. آنها برای استفاده از مدل داده‌های هندسی، هیدرولیکی و رسوبی را به مدل معرفی و برای ۷ سال شبیه‌سازی و روند فرسایش و رسوب‌گذاری در رودخانه بررسی شد.

جباری و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی وضعیت رسوب‌گذاری رودخانهٔ ابهررود واقع در استان زنجان پرداختند. منطقهٔ مورد مطالعه حدود ۵۰ کیلومتر بوده است که برای مدل‌سازی عددی وضعیت فرسایش و رسوب‌گذاری آن نقشه‌های DEM مربوطه منطقه مطالعاتی با مقیاس ۱/۴۰۰۰ تهیه و سپس ۵۰ مقطع عرضی از آن تهیه شد. برای تهیه هیدروگراف جریان ورودی در رودخانه از نرم‌افزار استفاده کردند. برای تحلیل عددی از نرم‌افزار HEC-RAS استفاده شد. نتایج نشان داد که از بین معادلات موجود در نرم‌افزار، معادله یانگ (Yang) از دقت بهتری برخوردار است.

ظهیری و دهانزاده (۱۳۹۳) به توسعهٔ مدل شبه دو بعدی جریان و رسوب با استفاده از معادلات شینو نایت پرداختند. ایشان برای صحت‌سنجی مدل توسعه داده شدهٔ خود، از آمار رودخانه کارون استفاده کردند. آنان مزیت مدل خود را علاوه بر دقت مناسب در تعداد کم داده مورد نیاز، در فرایند شبیه‌سازی بیان کردند.

گلمایی و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی میزان انتقال رسوب در رودخانه گاوه‌رود با استفاده ازنرم‌افزار GSTARS-3 پرداختند. ایشان اظهار داشتند که فرمول یانگ بهترین عملکرد را در بین مدل‌های موجود در نرم‌افزار یانگ دارد.

آهن و سانگ (۲۰۱۷) به شبیه‌سازی رسوب‌گذاری در

www.SID.ir

Archive of SID

مخزن سد با استفاده از مدل GSTARS پرداختند. نتایج پژوهش‌های، آنان نشان داد که توانایی مناسبی برای شبیه‌سازی رسوب به خصوص رسوبات در ردهٔ رس و سیلت را دارد. از میان فرمول‌های به‌کار رفته در این نرم‌افزار بهترین عملکرد مربوط به فرمول یانگ گزارش شده است.

در این پژوهش با شبیه‌سازی رسوب رودخانهٔ تلوار حسن‌خان با استفاده از مدل عددی GSTARS-3 به محاسبهٔ پروفیل سطح آب پرداخته شده است که نرم‌افزار برای مدت هفت سال با ۱۲ معادلهٔ مختلف اجرا شد و بهترین مدل که قابل کاربرد برای این رودخانه و بافت آن بود، برگزیده و شبیه‌سازی فرسایش انجام شد.

مواد و روش‌ها

معرفی مدل ریاضی GSTARS-3

یکی از مدل‌های ریاضی جریان در رودخانه، مدل GSTARS است. این مدل را آقایان یانگ و مولیناس برای شبیه‌سازی رودخانه‌های آبرفتی ارائه دادند. این مدل را یانگ و همکاران اصلاح کردند و با عنوان GSTARS 2 عرضه شد. این نسخه از مدل را یانگ و سیموئز بهبود دادند و با نام GSTARS 2.1 ارائه شد. GSTARS 3 مدل تعمیم یافتهٔ انتقال رسوب برای شبیه‌سازی رودخانه‌های آبرفتی است که آخرین نسخه از سری مدل‌های عددی برای شبیه‌سازی انتقال جریان آب و رسوب در رودخانه‌های آبرفتی که در گروه هیدرولیک رودخانه و رسوب مرکز خدمات فنی USBR نوشته شده است (یانگ و سیمویس، ۲۰۰۲؛ یانگ و سیمویس، ۲۰۰۶).

GSTARS-3 شامل چهار قسمت عمده است:

۱. استفاده از معادلات انرژی و ممنتم برای محاسبات مربوط به پروفیل سطح آب.
۲. استفاده از مفهوم جریان در محاسبات روندیابی رسوب.
۳. استفاده از فرضیهٔ شدت افت انرژی حداقل یانگ و سونگ که برای محاسبهٔ اصلاحات عرضی و عمق کانال استفاده می‌شود و حالت ساده‌سازی شدهٔ آن «فرضیه حداقل توان جریان کل چانگ و هیل» است.
۴. شامل معیارهای پایداری شیب دیواره کانال براساس زاویهٔ ایستایی خاک مصالح دیواره و پیوستگی رسوب است.

محاسبات پروفیل‌های سطح آب

محاسبات هیدرولیکی در GSTARS-3 براساس مدل جریان متغیر تدریجی است. این مدل پروفیل سطح آب را با استفاده از معادلات انرژی یا ممنتم برای جریان شبه دائمی محاسبه می‌کند. در جریان شبه دائمی هیدروگراف جریان با قطعاتی تقریبی با دبی ثابت جایگزین می‌شود و طی دبی ثابت، معادلات جریان دائمی برای محاسبات پروفیل سطح آب به‌کار می‌رود. این مدل برای محاسبهٔ انتقال رسوب، از مفهوم لولهٔ جریان و خطوط استفاده می‌کند. لوله‌های جریان لوله‌های فرضی هستند که دیواره‌های آنها را خطوط جریان تعیین می‌کند. دبی جریان در طول لولهٔ جریان ثابت است؛ زیرا جریان نمی‌تواند از مرز لولهٔ جریان عبور کند؛ بنابراین متغیر سرعت در طول جریان با مساحت لولهٔ جریان نسبت عکس دارد. موقعیت لولهٔ جریان برای هر گام زمانی محاسبه می‌شود؛ بنابراین به لوله‌های جریان اجازه داده می‌شود تا با زمان تغییر کنند. روندیابی رسوب برای هر لولهٔ جریان و هرگام زمانی انجام می‌شود. ترکیب مواد بستر برای هر لولهٔ جریان در آغاز گام زمانی محاسبه می‌شود و محاسبه جورشدگی و روسازی به طور جاگانه برای هر لوله انجام می‌شود. شکل ۱ نمایی از فرض لولهٔ جریان را نشان می‌دهد.

محاسبات روندیابی رسوب

در GSTARS-3 پس از محاسبهٔ پروفیل سطح آب در هر گام زمانی، محاسبات روندیابی رسوب انجام می‌شود. این محاسبات بر پایهٔ اصل بقای جرم رسوب است. در جریان غیردائمی یک بعدی معادله پیوستگی رسوب عبارت است از:

$$\frac{\partial Q_s}{\partial_x} + m\frac{\partial A_d}{\partial_t} + \frac{\partial A_s}{\partial_t} - q_{lat} = 0 \qquad (۱)$$

که در آن μ حجم رسوب در واحد حجم لایهٔ بستر، A_d حجم رسوب بستر در واحد طول، A_s حجم رسوب معلق در مقطع عرضی در واحد طول، Q_s دبی حجمی رسوب و q_{lat} جریان رسوب جانبی است. پس از درنظر گرفتن فرضیاتی، آنگاه معادله پیوستگی رسوب به‌صورت زیر تبدیل می‌شود که GSTARS-3 از آن برای روندیابی رسوب استفاده خواهد کرد.

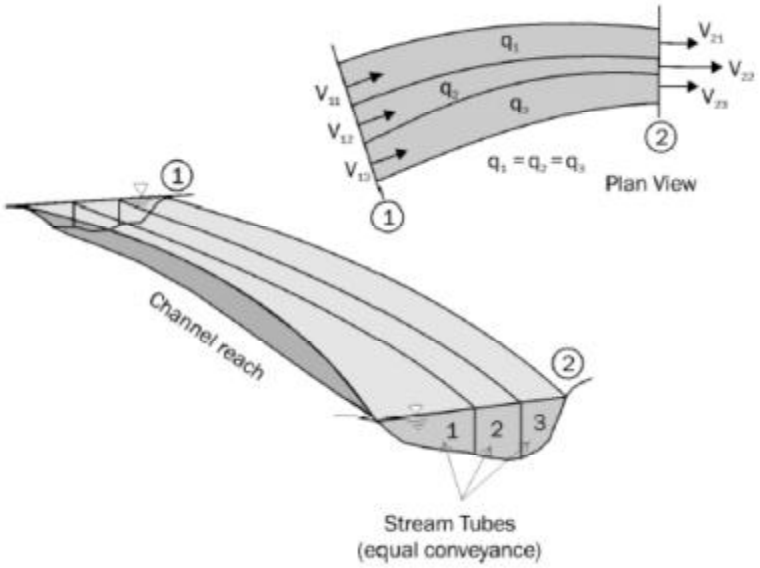
www.SID.ir

Archive of SID

$$\frac{dQ_s}{d_x} + m\frac{\partial A_d}{\partial_t} = q_{lat} \qquad (۲)$$

GSTARS-3 از تفاضلات محدود و روش صریح برای حل معادله فوق استفاده می‌کند. GSTARS-3 محاسبات انتقال رسوب را براساس دانه‌بندی مواد رسوبی انجام می‌دهد؛ بنابراین ذرات با اندازه‌های مختلف دارای شدت انتقال متفاوت خواهند بود و همچنین ظرفیت حمل را برای اندازه ذرات موجود در بستر محاسبه می‌کند.

GSTARS-3، ۱۴ تابع انتقال رسوب برای مواد غیر چسبنده دارد. معمولاً هر تابع رسوب برای یک دامنهٔ خاصی از اندازهٔ رسوب و وضعیت جریان، توسعه یافته شده است.



شکل ۱- نمایی شماتیک از مفهوم لولهٔ جریان به‌کار گرفته شده در نرم‌افزار GSTARS-3

ویژگی‌های محل بررسی

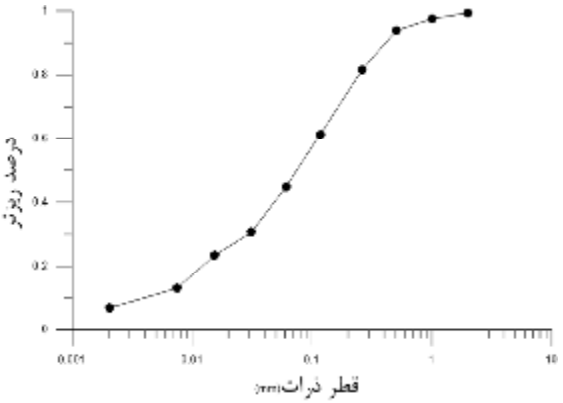
رودخانهٔ تلوار در شهرستان دهگلان (از شهرهای استان کردستان) واقع در غرب کشور قرار دارد. این رودخانه از کوه‌های شارک بالا و صیدان در بخش خسروآباد سرچشمه می‌گیرد و پس از مشروب کردن مسیر خود در این بخش، در محل روستای کمال‌آباد به رودخانهٔ شور و در نهایت این رودخانه به تلوار می‌ریزد. رود شور که از زرین‌آباد و گرمخانی سرچشمه می‌گیرد، در محل گوجه‌کند به رودخانهٔ چم تلوار متصل می‌شود و تا روستا کنامار پیش می‌رود. منابع آب و خاک حوضهٔ رودخانه تلوار بخش قابل توجهی از منابع طبیعی شهرستان دهگلان را داراست که مساحت بالایی را تحت پوشش قرار می‌دهد و با طول ۱۴۷ کیلومتر یکی از بزرگ‌ترین حوضه‌های در استان است. در شکل ۲ نمایی از رودخانهٔ مورد مطالعه نشان داده شده است.

عرصهٔ پژوهش، اقلیمی سرد و خشک دارد و متوسط بارندگی ۳۶۳ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۱۱ درجه سلسیوس است؛ در نتیجه این حوضهٔ تقریباً دارای آب و هوای کوهستانی است و در این نواحی حداکثر دما در تابستان به ۲۰ درجه سلسیوس و حداقل آن در زمستان به ۵ درجه‌ی سلسیوس زیر صفر می‌رسد. برای انجام مطالعات هیدرولیکی رودخانه، لازم است ژئومتری رودخانه شامل پلان مسیر، پروفیل طولی، مقاطع عرضی و سازه‌های احداث شده در مسیر رودخانه با دقت ارزیابی شود. بازه‌ای حدود ۱۴ کیلومتر از این رودخانه بررسی شده است که بدین منظور، طول بازهٔ مورد نظر نقشه‌برداری و ۳۰ سطح مقطع از آن تهیه شد. برای مدل‌سازی وضعیت انتقال رسوب در منطقهٔ مورد مطالعه، از مدل ریاضی GSTARS-3 استفاده و با توجه به تصاویر ماهواره‌ای Google Earth و بازدید میدانی ۵ مقطع از رودخانه تلوار به عنوان نمونه شناسایی شد و نمونه‌های از رسوب (شکل ۳) این مقاطع در کف و کناره‌ها برداشت شد که مقطع‌های مشخص شده در شکل ۲ نمایش داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۲- عکس هوایی منطقه مورد نظر در امتداد رودخانه تلوار



شکل ۳- دانه‌بندی رسوبات ورودی

هدف از انجام این فعالیت‌ها تحلیل فرسایش طولی رودخانه و مقاطع عرضی آن با استفاده از نرم‌افزار GSTARS-3 و برآورد عملکرد معادله‌های مختلف این نرم‌افزار برای به‌دست آوردن یک روش مناسب که با توجه به دانه‌بندی و سایر وضعیت موجود رودخانه تطبیق بهتری با وضعیت موجود رودخانه دارد.

نتایج و بحث

واسنجی مدل

با توجه به اینکه برآورد فرسایش و رسوب‌گذاری به معادلات انتقال رسوب و اطلاعات به‌دست آمده از منحنی دانه‌بندی بستگی دارد، در نتیجه تعدادی از روابط که با بازهٔ مورد مطالعه مطابقت بیشتری داشتند، مورد استفاده قرارگرفتند و مدل اجرا شد. برای رابطهٔ رسوبی مناسب، روابط مختلف اجرا و نتایج با توجه به پروفیل طولی رودخانه مقایسه شد. علت انتخاب این معادلات نسبت به چهارده معادله دیگر، این است که سایر معادلات، پروفیل طولی نسبتاً مناسبی در مقایسه با این معادلات نداشتند؛ لذا از مابقی معادلات صرف‌نظر شد. شکل ۴ مقایسهٔ برآورد نتایج حاصل از روابط رسوبی مختلف را برای پروفیل طولی رودخانه نشان می‌دهد.

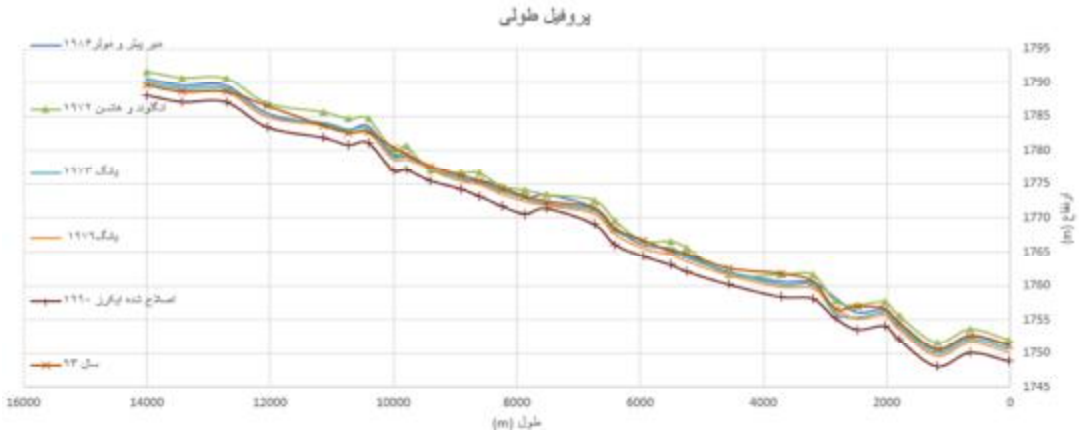
مقایسات و بررسی نتایج نشان می‌دهد که اندازهٔ فرسایش و رسوب‌گذاری در یک مقطع عرضی، نسبت به انتخاب معادله انتقال رسوب و ضریب زبری حساس است. نتایج خطا برای معادلات به‌کار گرفته شده در جدول ۱ به‌صورت کمی ارائه شده است. با توجه به شکل رودخانه و اینکه بستر آن نزدیک به بافت ماسه‌ای است و با توجه به واسنجی انجام شده با روابط انتقال رسوب استفاده شده در مدل Gstars-3 می‌توان گفت که روابط میر پیتر و مولر و یانگ ۱۹۷۳ و یانگ ۱۹۷۹ نسبت به سایر روابط قابل به‌کار برده شده جواب‌های دقیق‌تری را ارئه می‌دهند.

جدول ۱- نتایج دقت معادلات به‌کار گرفته شده

معادله	ضریب تبین	میانگین مربعات خطا
میر پیتر مولر ۱۹۸۴	۰/۹۴	۰/۸۴
انگلوند هانسن ۱۹۷۲	۰/۸۹	۱/۰۹
یانگ ۱۹۷۳	۰/۹۴	۰/۸۴
یانگ ۱۹۷۹	۰/۹۵	۰/۸۳
ایکرز اصلاح شده ۱۹۹۰	۰/۹۶	۰/۷۹

www.SID.ir

Archive of SID

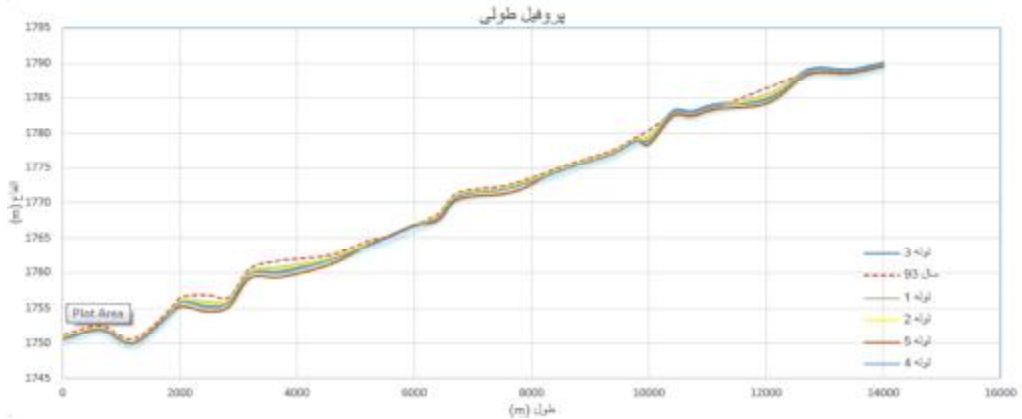


شکل ۴- واسنجی روابط رسوبی رودخانه برای پروفیل طولی

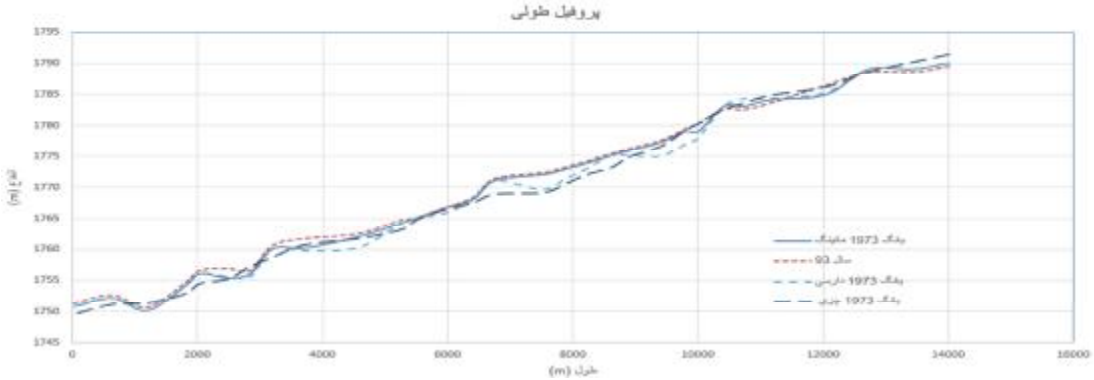
آنالیز حساسیت

در مدل GSTARS-3 حداکثر تعداد لولهٔ جریان ۵ است. برای بررسی چگونگی عملکرد بهتر مدل و حساسیت آن در ارتباط با عوامل تأثیرگذار بر نتیجهٔ محاسبات برای معادلهٔ یانگ مدل را با اعمال تعداد لولهٔ جریان‌های متغیر اجرا شده و در شکل ۵ نشان داده شده است. همان‌طور که نشان داده شده است، افزایش تعداد لوله‌های از سه بیشتر تأثیر چندانی روی دقت مدل ندارد و هزینه محاسبات را افزایش می‌دهد.

برای بررسی چگونگی عملکرد بهتر مدل و حساسیت آن در ارتباط با عوامل تأثیرگذار بر نتیجهٔ حاصل‌شده، برای معادلهٔ یانگ، GSTARS را با اعمال محاسبه ضریب زبری مانینگ، چزی و دارسی اجرا که نتایج آن در شکل ۶ نمایش داده شده است.



شکل ۵- آنالیز حساسیت مدل نسبت به تعداد لوله‌های جریان



شکل ۶- آنالیز حساسیت مدل با اعمال روابط مربوط به ضریب زبری

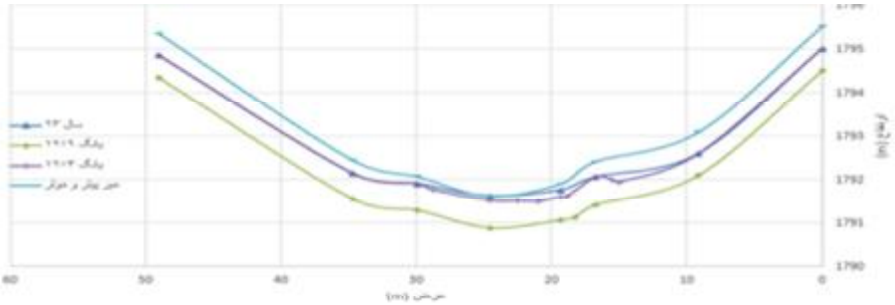
www.SID.ir

Archive of SID

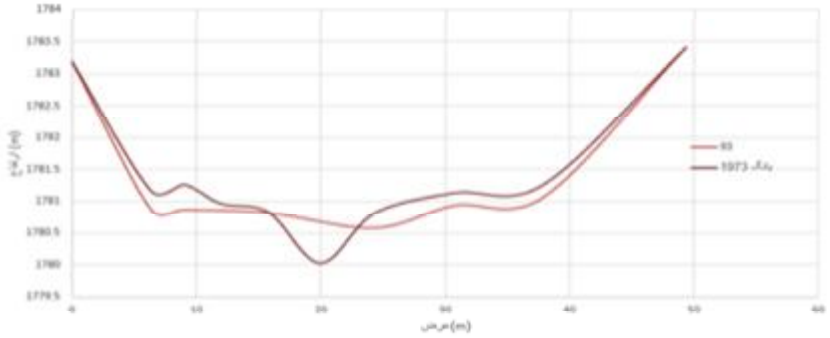
صحت‌سنجی معادلات

در بخش صحت‌سنجی مدل، مقاطع رودخانه را در پنج نقطهٔ مشخص شده اندازه‌گیری و از سه معادله استفاده کرده‌ایم که در واسنجی برگزیده شده و با مقاطع، مورد مقایسه قرار گرفته‌اند.

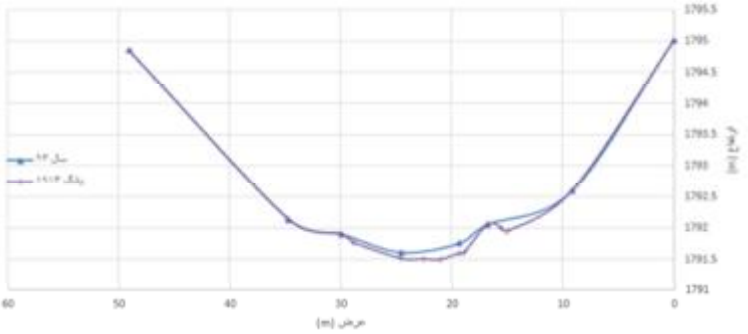
نتایج صحت‌سنجی مدل در شکل ۷ نشان داده شده است. شکل ۷ معادلاتی است که در بخش واسنجی استفاده و ارزیابی شده و شامل رابطهٔ میرپیتر و مولر و یانگ (۱۹۷۳) و یانگ (۱۹۷۹) است که به خوبی مشاهده می‌شود که بیشترین مطابقت را معادلهٔ یانگ ۱۹۷۳ به نسبت سایرین با مقاطع مشاهداتی دارد. مقایسهٔ این نتیجه با پژوهش‌هایی که جباری و همکاران (۱۳۹۳) انجام دادند، نشان می‌دهد که در میان مدل‌های به‌کار گرفته شده مدل یانگ دقت بهتری در شبیه‌سازی مقاطع مستعد فرسایش و رسوب را دارد.



مقایسه ی روابط مختلف با بستربرای مقطع اول



مقایسه ی مدل برای یانگ 1973 با مقطع مشاهداتی سوم

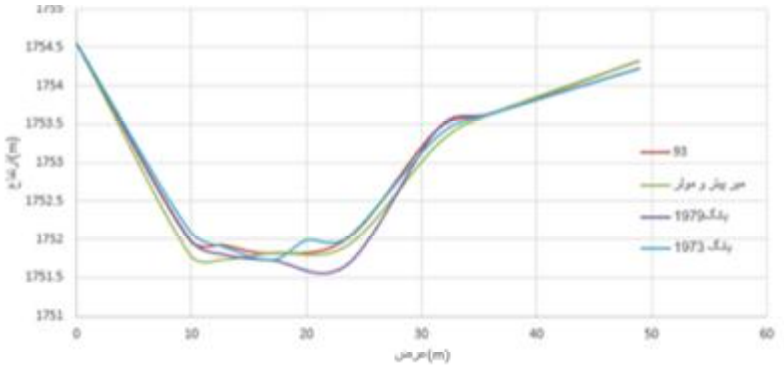


مقایسه ی روابط مختلف با بستربرای مقطع پنجم

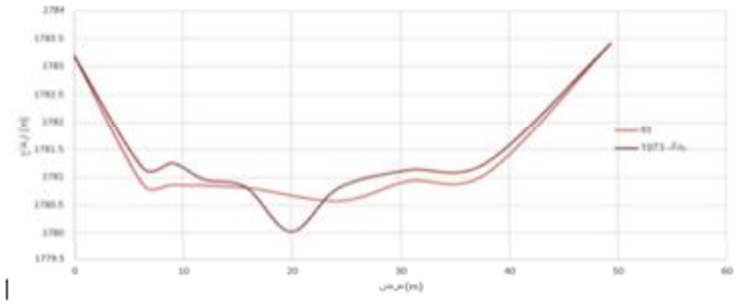
شکل ۷- مقایسه روابط مختلف با بستر برای مقاطع عرضی

www.SID.ir

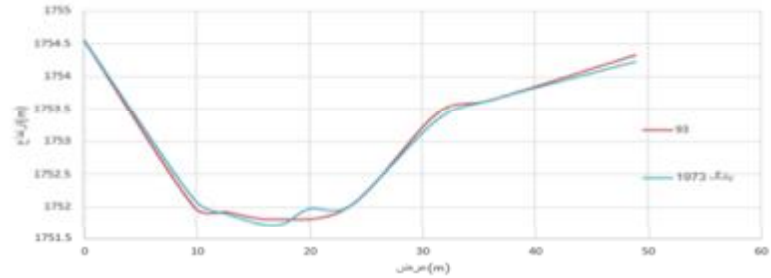
Archive of SID



مقایسه ی مدل برای یانگ 1973 با مقطع مشاهداتی اول



مقایسه ی مدل برای یانگ 1973 با مقطع مشاهداتی سوم



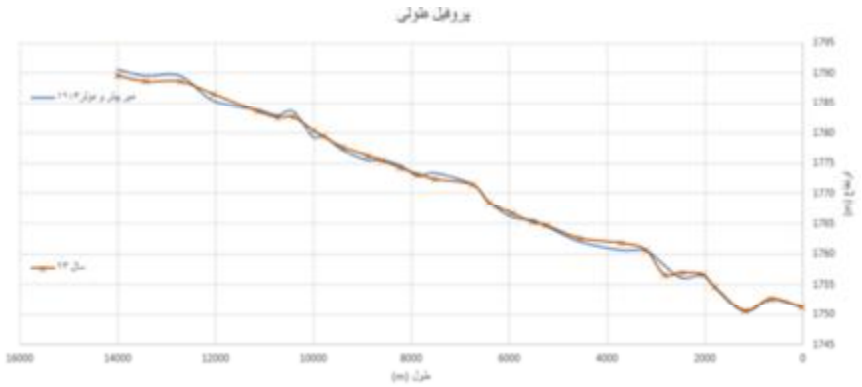
مقایسه ی مدل برای یانگ 1973 با مقطع مشاهداتی پنجم

شکل ۸- مقایسه مدل یانگ ۱۹۷۳ با پنج مقطع مشاهداتی

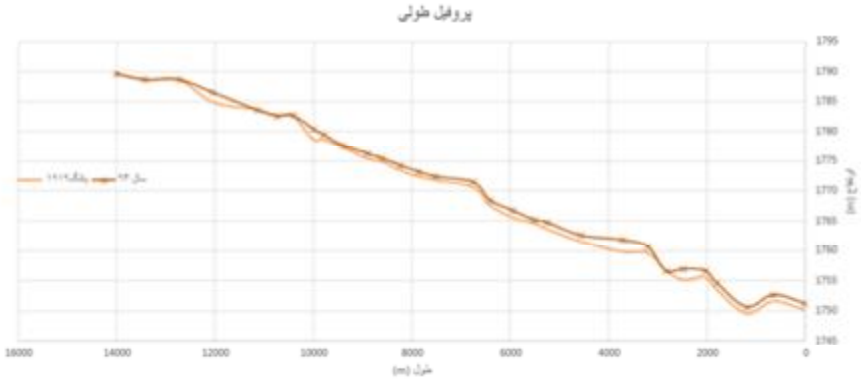
نتایج شبیه‌سازی پروفیل طولی و عرضی رودخانه برای سال‌های آتی در شکل‌های ۸ و ۹ نشان داده شده است. با توجه به نتایجی که حاصل شد، می‌توان گفت این مدل برای پیش‌بینی بستر و پروفیل رودخانه مدل مناسبی محسوب می‌شود و می‌توان آن را به‌کار گرفت. بررسی و تحلیل تغییرات مقاطع در سال‌های آینده از این جنبه اهمیت دارد که در ساحل رودخانه اراضی کشاورزی، بناهای آبی و تأسیساتی از قبیل ایستگاه پمپاژ وجود دارد یا ممکن است طرح هایی در سال‌های آتی در این مناطق اجرا و بهره‌برداری شود. هر گونه تغییری در ساحل رودخانه به ویژه فرآیند فرسایش، می‌تواند خسارت بسیار شدیدی را به زمین‌های کشاورزی و تأسیسات وارد کند. با کمک GSTARS-3 می‌توان مقاطعی در طول مسیر که ساحل آنها به مرور زمان دچار فرسایش می‌شود، شناسایی کرد و از بروز خسارت‌های جدی جلوگیری به عمل آورد؛ تمهیدات لازم را اندیشید و چنین فرآیندهایی را به عنوان هشدار مهم در برنامه‌های آینده قرار داد. علاوه بر این، مدل قادر به شبیه‌سازی پروفیل طولی رودخانه است که پس از اجرا با معادلات رسوبی مختلف در شکل ۸ و ۹ نمونه‌ای از آن برای سه معادلهٔ دیگر آورده شده است که در آن رسوب‌گذاری و فرسایش در طول مسیر را می‌توان مشاهده کرد.

www.SID.ir

Archive of SID



مقایسه پروفیل طولی رودخانه با مدل (استفاده از میر پیتر و مولر)



مقایسه پروفیل طولی رودخانه با مدل (استفاده از یانگ 1979)

شکل ۹- مقایسه پروفیل طولی رودخانه با مدل

نتیجه‌گیری

بررسی نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که مدل GSTARS-3 دقت قابل قبولی در مدل‌سازی انتقال رسوب در رودخانه‌ها دارد. این مدل با بهره‌گیری از مفهوم لولهٔ جریان توانایی مناسبی در پیش‌بینی پتانسیل فرسایش و رسوب‌گذاری را در مقاطع رودخانه‌ها دارد. کالیبراسیون مدل GSTARS-3 برای پیش‌بینی فرسایش و رسوب رودخانهٔ تلوار حسن‌خان نشان داد که از بین فرمول‌های موجود در این مدل، فرمول‌های یانگ و ایکرز اصلاح شده بیشترین دقت را دارند. با بررسی نتایج حاصل از اجرای برنامه، درمی‌یابیم که نتایج؛ نزدیکی خوبی به واقعیت دارد و به استناد این موضوع می‌توان گفت این مدل به‌دلیل شبه دو بعدی بودن از دقت و تطابق نسبتاً قابل قبولی برای بررسی فرسایش و رسوب‌گذاری در رودخانه‌ها برخوردار است و می‌توان از آن برای بررسی سایر رودخانه نیز استفاده به‌عمل آید.

منابع

۱. اصغری سراسکانرود ص، ۱۳۹۳. تحلیل تأثیرات برداشت شن و ماسه بر مورفولوژی رودخانه قرنقو (محدوده بعد از سد سهند تا روستای خراسانک)، هیدروژئومورفولوژی، ۱(۱): ۲۱-۳۹.

۲. اعلمی م، جدی ا، م، و احمدیان م، ۱۳۸۸. بررسی تأثیر احداث سد ونیار بر مورفولوژی رودخانه پایاب سد با استفاده از نرم‌افزار GSTARS 3، دومین همایش ملی سدسازی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان، ۱۰ اسفندماه.

۳. تلوری ع، ر، ۱۳۸۳. اصول مقدماتی مهندسی و ساماندهی رودخانه، انتشارات، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، ۴۹۰ ص.

۴. جباری آ، حسینی س، ا، حقی‌آبی ا، ح، امام‌قلی‌زاده ص، و بهنیا ع، ک، ۱۳۹۳. برآورد انتقال رسوب رودخانه با استفاده از مدل ریاضی HEC-RAS، مجله مهندسی آبیاری و آب، ۱۶: ۱۲-۲۳.

www.SID.ir

Archive of SID

۵. سیدیان م. ۱۳۸۵. بررسی وضعیت رسوب‌گذاری سد وشمگیر با استفاده از مدل GSTARS 3. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی آب، دانشگاه شهید چمران اهواز. ۱۳۵ ص.

۶. ظهیری ع. و دهانزاده ب. ۱۳۹۳. برآورد ظرفیت انتقال رسوب رودخانه‌ها با استفاده از مدل ریاضی شبه دوبعدی. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. ۲۲(۲): ۱۴۳-۱۵۸.

۷. ظهیری ع. ر. شاهی‌نژاد ب. و رستمی س. ۱۳۸۷. پیش‌بینی روتد فرسایش و رسوب‌گذاری در رودخانه کارون در محدوده شهری اهواز با استفاده از مدل ریاضی GSTARS، چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه تهران. ۱۷ تا ۱۹ اردیبهشت‌ماه.

۸. گلمایی س. ضیا تبار احمدی م. و بطنی آ. ۱۳۹۴. بررسی انتقال رسوب و تغییرات بستر رودخانه با استفاده از مدل ریاضی Gstars3 (مطالعه موردی: رودخانه گاوه رود). مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. ۲۲(۱): ۱۹۱-۲۱۰.

9. Ahn J. and Song C. G. 2017. Numerical modeling of long term reservoir sedimentation in semi-two dimensional manner. KSCE Journal of Civil Engineering. 1-6.
10. Cesare G. D. Schleiss A. and Hermann F. 2001. Impact of turbidity currents on reservoir sedimentation. Journal of Hydraulic Engineering. 127(1): 6-16.
11. Chang H. H 1988. Fluvial processes in River Engineering" John Wiley & sons NewYork. pp. 325-359
12. Yang C. T. and Simoes F. J. M. 2002. (generalized sediment transport model for alluvial river simulation version 3.0). US Department of the Interior, Bureau of Reclamation.
13. Yang C. T. Simoes F. J. M. Huang J. and Greimann B. 2006. Generaized Sediment Transport Models for AlluviaI Rivers and Reservoirs. US-China Workshop on advanced computational modeling in Hydroscience&Engineering, September, 19-21, Oxford, Mississippi, USA.

www.SID.ir