Archive of SID

پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال ششم، شماره ۳، زمستان ۱۳۹٦
صص. ۸۹-۷٤

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018

مطالعه عددی الگوی جابجایی گودال‌های برداشت شن و ماسه با مدل‌های یک بعدی و دوبعدی

امیر صمدی*- استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره) قزوین.
اصغر عزیزیان - استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره) قزوین.
جواد مظفری- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک.

پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۱۲/۱۱ تائید نهایی: ۱۳۹۶/۱۰/۲۵

چکیده

اجرای پروژه‌های عمرانی متعدد مانند طرح‌های سدسازی، راه‌سازی و ساختمان‌سازی باعث تشدید نیاز به مصالح کاربردی شن و ماسه در کشور شده است. در این بین، صرفه اقتصادی، سهل‌الوصول بودن و کیفیت بالای مصالح رودخانه‌ای موجب استفاده بیش از حد ظرفیت آورد رسوبی آنها جهت تامین مصالح در پروژه‌های عمرانی شده است. چنانچه برداشت شن و ماسه تحت اصول فنی مناسب از محل‌های مناسب و نیز تحت مدیریت صحیح صورت گیرد، نه تنها تبعات منفی آن به حداقل می‌رسد بلکه عملکرد رودخانه و پایداری آن نیز افزایش می‌یابد. در این مقاله ابتدا تعدادی سناریو برای برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه سرباز طرح‌ریزی و اثرات آن بر روی سیستم جریان رودخانه با استفاده از مدل یک بعدی شبیه‌سازی جریان و رسوب ارزیابی و تحلیل شده است. سپس نسبت به ایجاد یک گودال مصنوعی در مسیر رودخانه و اندازه‌گیری مشخصات هندسی آن در مدت زمانی یک ماه اقدام شده است. هم‌زمان نیز شبیه‌سازی عددی پاسخ سیستم رودخانه با استفاده از مدل‌های یک بعدی و دو بعدی مورد تحلیل قرار گرفته است. نتایج این تحقیق در وهله اول نشان داد که تاثیر الگوی تعمیق در بالادست محل برداشت شن و ماسه بیشتر از تاثیر تعریض رودخانه می‌باشد. یعنی تعریض ۸۰ متری تنها باعث گودافتادگی ۱۰۸/۵ سانتیمتری بستر می‌شود و درمقابل تعمیق یک متری آن موجب گودافتادگی ۱۲۰ سانتیمتری بستر می‌شود. لذا برداشت مصالح از بستر رودخانه در اعماق زیاد، تغییر تراز بستر رودخانه را شدیدتر خواهد کرد. ثانیاً نتایج شبیه‌سازی عددی نشان داد که مدل دو بعدی بکار رفته در شرایط یکسان از نظر خصوصیات جریان، مصالح و دانه‌بندی بستر، توابع انتقال رسوب و دیگر پارامترها، نتایج قابل اعتمادتری را بدست خواهد داد. نتایج این تحقیق نشان داد که می‌توان با مدلسازی عددی گودال‌های برداشت شن و ماسه، با دقت مناسبی پیامدهای آنرا تحلیل و نسبت به انتخاب الگوی مناسب برداشت مصالح اقدام نمود.

واژگان کلیدی: برداشت مصالح، رودخانه سرباز، رسوب، مدل عددی، شبیه‌سازی.

* نویسنده مسئول: E-mail: amsamadi@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018

مقدمه

امروزه در سرتاسر جهان و از جمله در ایران مصالح رودخانه‌ای از جمله شن و ماسه و قلوه‌سنگ در زندگی بشر و بویژه فعالیت‌های عمرانی و صنعتی کاربردهای مختلفی پیدا کرده است. قسمت اعظم شن و ماسه کشور ما از منابع آبرفتی بستر رودها تامین می‌شود. ویژگی دیگر این آبرفت‌ها قابل ترمیم بودن آنهاست، به این نحو که بخشی از منابع استخراج شده در فصل سیلاب توسط رودخانه جایگزین می‌شود (عزیزیان، ۱۳۸۹). اما در مقابل، برداشت بی‌رویه و خارج از ظرفیت شن و ماسه از بستر، حوضچه‌هایی را ایجاد می‌کند که ریخت‌شناسی رودخانه را دچار تغییراتی می‌کند و ممکن است اثرات سوئی بر سازه‌های احداث شده در کناره رودخانه از جمله پل‌ها و ایستگاه‌های پمپاژ داشته و حتی این امر موجب آب بردگی بخشی از اراضی شود. به بیان دیگر اگر بهره‌برداری از رودخانه‌ها از حد مجاز بیشتر شود، نتیجه آن عکس‌العمل رودخانه در جهت برقراری موازنه جدید می‌باشد و از این رو باید رودخانه را به مثابه یک موجود زنده دانست و برای کاهش اثرات باید رفتار با رودخانه کاملاً هوشیارانه و مبتنی بر قواعد خاص حاکم بر آن باشد. به عبارت بهتر هر گونه تغییر هر چند موضعی در ساختار رودخانه موجب یکسری تحولات جدید در محدوده گسترده‌تری از آن خواهد شد که لازم است قبل از اعمال هر نوع اقدامی، عکس العمل رودخانه به آن پیش‌بینی گردد (هدایتی‌پور و همکاران، ۱۳۸۸). در بسیاری از موارد ارزش اقتصادی تخریب‌های انجام شده می‌تواند به مراتب بسیار بیشتر از فروش مصالح رودخانه‌ای باشد. کشور ما در دو دهه گذشته با آثار سوء بهره‌برداری غیرفنی از مصالح رودخانه‌ای مواجه بوده که ازجمله آنها می‌توان از تخریب پل‌های بزرگ بالارود، قم‌رود و تالار نام برد (بهادری خسروشاهی، ۱۳۷۹).

در عین حال استفاده مناسب و فنی از این منبع طبیعی در برخی از بازه‌های رودخانه‌ها، می‌تواند به پایداری آنها کمک نماید و عملکرد پروژه‌های کنترل سیلاب را بهبود بخشد. صدور مجوز بهره برداری از مصالح رودخانه‌ای در ایران، تاکنون بدون در نظر گرفتن مبانی علمی و صرفاً بر مبنای قوانین تجربی بوده و عموماً ابعاد گودال برداشت مصالح رودخانه‌ای (طول، عرض، عمق و حجم برداشت) و نیز مکان و زمان برداشت مصالح از رودخانه‌ها متفاوت می‌باشند. لذا اتکا بر تجربه و ارائه رهنمودها و دستورالعمل‌های کلی برای برداشت مصالح رودخانه‌ای، اغلب می‌تواند منجر به خسارت‌های جبران ناپذیری شود و مستقیماً هندسه آبراهه و تراز کف رودخانه را تغییر دهد (صالحی نیشابوری و قدسیان، ۱۳۸۱).

برداشت مصالح می‌تواند با حفر ترانشه، ایجاد گودال در کف رودخانه، یا با برداشت سطحی تپه‌های شنی بالاتر از یک خط فرضی صورت گیرد. در تمامی حالت‌ها، ریخت‌شناسی قبلی آبراهه دگرگون شده و کمبود موضعی رسوبات پدید می‌آید. علاوه بر این، حفر ترانشه و گودال باعث آبشستگی بالادست می‌گردد. در برخی از رودخانه‌ها نیز به دلیل برداشت شن و ماسه در پایین‌دست سدها و در نتیجه هم افزایی دو عامل ایجاد سد و برداشت شن و ماسه، تغذیه رسوبی کاهش یافته و فروافتادگی کف آبراهه افزایش یافته است (نوحه‌گر و محمودی، ۱۳۸۲).

براون[۱] (۲۰۰۲) بیان نموده است که برداشت شن و ماسه بر روی ریخت‌شناسی و حرکت رسوب و فرم زیستی رودخانه تاثیر بسزایی دارد. برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه تغییراتی از قبیل تغییر فرم رودخانه و حرکات ذرات ریز رسوب بین پشته‌ها و چاله‌ها، رسوبگذاری و برداشت بار بستر، گل‌آلودگی و بطور کلی بر روی قواعد ساختاری جریان تاثیر می‌گذارد. اثرات این برداشت تا کیلومترها بر روی بالادست و پایین‌دست اثر می‌گذارد.

۱ Brown

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018

نتایج مطالعه دان بر روی رودخانه برازوس[۱] در تگزاس نشان داد که برداشت شن و ماسه تاثیر بسیار زیادی بر روی حمل رسوب به خلیج مکزیک، ریخت‌شناسی رودخانه و نیز منابع آب بالادست حوضه داشته است (دان[۲]، ۲۰۰۲). فمر[۳] (۲۰۰۳) نیز بیان نموده است که برداشت بی‌رویه مصالح از معادن شن و ماسه در رودخانه بعلت تغییر آورد رسوبی، موجب کاهش پایداری آبراهه، افزایش گل‌آلودگی و آسیب رساندن به زیستگاه می‌شود. حتی ورود رسوبات در اثر افزایش ظرفیت حمل رسوبات در آبراهه می‌تواند سبب پر شدن تالاب‌ها، افت سطح آب زیرزمینی و افزایش فرسایش کناری رودخانه شود.

مارتین–وید و همکاران[۴] (۲۰۱۰) اثرات کف‌کنی (۵ متر طی مدت ۳۴ سال) ناشی از بهره‌برداری از معادن شن و ماسه رودخانه‌ای را با مدلسازی در رودخانه گالگو در شمال شرقی اسپانیا بررسی کردند. در این مطالعه از مدل بیلان براساس معادله بار بستر و یک الگوریتم برای تعیین اینکه آیا انتقال بار بستر موثر توسط ظرفیت انتقال یا میزان تولید رسوب کنترل می‌شود، استفاده شد. براساس نتایج ایشان، هرچقدر که رودخانه عمیق‌تر می‌شود، کانال رودخانه می‌تواند ظرفیت دبی‌های بالاتری را بدون خطر سیلاب از خود عبور دهد. ایشان همچنین یک مدل دیفیوژن ارتفاع بستر با فرض جریان یکنواخت ماندگار در یک دبی موثر (با استفاده از معادله میر–پیتر و مولر) اجرا کردند که نتایج آن با اطلاعات صحرایی تطابق خوبی در ضریب دیفیوژن $K= 0.045\ m^2/s$ نشان داد.

اشرف و همکاران[۵] (۲۰۱۱) با توجه به خطرات ناشی از برداشت شن و ماسه در رودخانه‌های ایالت سلانگور مالزی، نسبت به مدلسازی هیدرولیکی و انتقال رسوب برای تعیین پتانسیل ته‌نشینی شن و ماسه و جریان‌های عبوری رودخانه سلانگور اقدام نمودند. طبق گزارش ایشان، ارزیابی کیفیت آب نشان دهنده افزایش آلودگی رودخانه ناشی از افزایش غلظت ذرات معلق بلافاصله پس از ایستگاه رودخانه است. مدلسازی انتقال رسوب و تجزیه و تحلیل نتایج کیفیت آب انجام شده، اثرات اصلی فیزیکی در محیط زیست را نشان داده است.

گاوریلتی[۶] (۲۰۱۷) ابتدا با جمع‌آوری اطلاعات از منابع مختلف، به معرفی اجمالی بازار شن و ماسه، برجسته کردن روند اصلی و بازیگران تولید، صادرات و واردات پرداختند و سپس تاثیرات اصلی محیط زیست در ارتباط با روند بهره‌برداری از شن و ماسه را گزارش و جمع‌بندی نمودند. ایشان براساس یافته‌هایشان، توصیه‌هایی برای کاهش آسیب زیست محیطی در هنگام بهره‌برداری از معادن شن و ماسه ارائه نمودند. از جمله موارد مورد تاکید ایشان که بایستی توسط دولت‌ها و مقامات مسئول اجرا شود می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

(۱) تنظیم و اجرای قوانین و مقررات زیست محیطی و استانداردهای مربوط به فرایند برداشت از معدن؛ (۲) صدور مجوز برای عملیات استخراج معادن شن و ماسه؛ (۳) نظارت و بازرسی مکان‌های بهره‌برداری برای اطمینان از رعایت تمام تعهدات شرکت‌ها طبق استانداردها، مقررات و قوانین؛ و (۴) حمایت از شرکت‌های بهره‌برداری از معادن برای دسترسی به فناوری‌های پاک.

عزیزیان و امیری تکلدانی (۱۳۸۹) به منظور تعیین مکان‌های مناسب برداشت مصالح رودخانه‌ای و همچنین بررسی اثر گودال‌های ایجاد شده بر روی بستر رودخانه صفارود مازندران، از مدل یک بعدی HEC-RAS4.0 استفاده کردند و نتیجه گرفتند که تاثیر تعمیق در بالادست محل برداشت بیشتر از تاثیر تعریض رودخانه می‌باشد.

---

۱ Brazos River

۲ Dunn

۳ Femmer

۴ Martín-Vide et al.

۵ Ashraf et al.

۶ Gavriletea

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018

قهرمانی و همکاران (۱۳۹۰) نیز با انجام بازدیدهای میدانی، آثار زیست محیطی متعددی ناشی از برداشت غیرعلمی شن و ماسه در محورهای اصلی تامین کننده شن و ماسه شهر مشهد گزارش نمودند.

شایان و همکاران (۱۳۹۲) با بهره‌گیری از تصاویر هوایی سال ۱۳۸۱ و تصاویر ماهواره P5 سنجنده کارتوست مربوط به سال ۱۳۸۸، تغییرات مورفولوژیکی رودخانه کشکان خرم‌آباد ناشی از برداشت شن و ماسه را در بازه ۸ ساله بررسی کرده و گزارش نمودند که مقررات و قواعد موجود برداشت برای جلوگیری از تغییرات غیرمنتظره رودخانه کافی نیست.

اسماعیلی و همکاران (۱۳۹۲) با انجام برداشت زمینی از بستر رودخانه لاویج در یک بازه زمانی ۳ ساله، اثرات برداشت شن و ماسه بر تغییرات مورفولوژیکی رودخانه شامل شیب، عرض، عمق، قدرت رود، الگوی رود، اندازه ذرات و تعمیق بستر را بررسی نمودند. در این تحقیق، مشابه ویشارت و همکاران (۲۰۰۸) نقش اجرای سازه‌های مهندسی جهت کنترل رودخانه صرفاً در حد ایجاد تاخیر در تعدیل‌های مورفولوژیکی رودخانه بوده است.

امیری و همکاران (۱۳۹۳) نسبت به شبیه‌سازی رودخانه جراحی خوزستان در شرایط قبل و بعد از برداشت مصالح پرداختند. نتایج بررسی‌های ایشان نشان داد که سرعت جریان و عدد فرود در نتیجه برداشت مصالح افزایش می‌یابد که باعث ایجاد جهش‌های هیدرولیکی مختلف در طی بازه مورد مطالعه می‌شود و این عمل به نوبه خود باعث افزایش تنش برشی و فرسایش کناری رودخانه می‌شود که در ادامه موجب بروز تغییرات مورفولوژیک رودخانه در مناطق بالادست و پایین‌دست محل برداشت می‌شود.

اصغری سراسکانرود (۱۳۹۳) به منظور ارزیابی تاثیرات مخرب برداشت بیش از حد منابع شن و ماسه از بستر رودخانه‌ها، بازه‌ای ۲۰ کیلومتری از رودخانه قرنقو را بررسی نمودند و ضمن برآورد میزان تولید رسوب رودخانه با استفاده از منحنی دبی کلاسه جریان یکی از ایستگاه‌های هیدرومتری واقع در انتهای بازه، نسبت به تخمین میزان رسوب کل رودخانه اقدام نمودند و همچنین میزان آورد سالانه بار رسوبی را نیز براساس آمار رسوب‌سنجی ایستگاه مزبور تخمین زده‌اند. نتایج بررسی‌های بعمل آمده ایشان نشان داده است که میزان برداشت شن و ماسه فراتر از میزان ذخیره و آورد رسوبی رودخانه در فاصله سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۲ بوده است و اثرات سوئی نیز بر تغییرات مورفولوژیکی رودخانه (گودافتادگی بستر، تعریض رودخانه و شریانی شدن بستر) گذاشته است که این اثرات نیز با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست سنجنده ETM+(2008) و سنجنده OLI(2013) بررسی گردیده است.

عابدی و گنجی (۱۳۹۵) برای تعیین عوامل مؤثر بر وضعیت صدور مجوز برداشت و شن و ماسه رودخانه‌ای و آسیب شناسی آن و در نهایت پیشنهاداتی در مورد تغییر روند صدور مجوز برای رودخانه‌های استان گیلان مطالعه کردند. در این تحقیق ۴ معیار مختلف اقتصادی–اجتماعی، محیط زیستی، مدیریت، و قوانین و مقررات مورد بررسی قرار گرفت و درنهایت بعد از نظرسنجی از متخصصان و با بهره‌گیری از تکنیک دلفی فازی، معیارها و زیرمعیارهای مؤثر بر صدور مجوز برداشت شن و ماسه رتبه‌بندی شدند.

بر این اساس، انجام هرگونه فعالیت در رودخانه‌ها از جمله برداشت مصالح رودخانه‌ای مستلزم شناخت قواعد حاکم بر رودخانه و پیش‌بینی عکس‌العمل رودخانه نسبت به آن است تا از پیامدهای زیان‌بار مربوطه جلوگیری شود. لذا انجام مطالعات فنی در این زمینه ضرورتی مهم است. در این خصوص ابتدا باید شناخت نسبی از رودخانه، حجم متوسط و حداکثر میزان جریان، رژیم سیلابی و رسوبی آن، ظرفیت حمل رسوب به عنوان پارامترهای مهم در تعیین نرخ فرسایش و همچنین تاثیر برداشت مصالح رودخانه‌ای بر هندسه جریان مورد بررسی قرار گیرد. در حقیقت با داشتن شرایط هیدرولوژیکی، هیدرولیکی و مورفولوژیکی رودخانه و شناسایی ویژگی‌های زمین‌شناسی منطقه، می‌توان پتانسیل و ظرفیت برداشت مصالح رودخانه‌ای را تعیین کرد. همچنین با استفاده از مدل‌های ریاضی می‌توان به شبیه‌سازی آثار ایجاد حفره‌های برداشت مصالح رودخانه‌ای در شرایط مختلف پرداخت و مکان‌های مناسب را هم‌زمان با مطالعات نرم‌افزاری و میدانی تعیین نمود. در این راستا، یکی از پارامترها و موارد مهم در تعیین مکان‌های مناسب برداشت مصالح رودخانه‌ای

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018

استفاده صحیح از توابع انتقال رسوب می‌باشد که باید با توجه به شرایط ریخت‌شناسی و هیدرولیکی رودخانه، توابع مناسب انتخاب گردد تا بتوان آوردهای رسوبی و هم‌چنین تغییرات ریخت‌شناسی رودخانه را به شکلی مناسب پیش‌بینی نمود. همانطور که می‌دانیم بسیاری از مدل‌های ریاضی موجود جهت محاسبات مربوط به رسوب از روش‌های مختلفی استفاده می‌کنند. لذا لازم است که ابتدا روابط انتقال رسوب (بار بستر، بار معلق و بار کل) مختلف مورد تجزیه و تحلیل کارشناسی قرار گیرد. بدین‌منظور در این تحقیق با استفاده از مدل‌های یک‌بعدی HEC-RAS و دو بعدی CCHE2D نسبت به ارزیابی و مقایسه توابع انتقال رسوب موجود اقدام شده است.

در این تحقیق همچنین سناریوهایی برای برداشت شن و ماسه از بستر و کناره‌های رودخانه سرباز واقع در استان سیستان و بلوچستان طرح شده و اثرات آنها بر مشخصات هیدرولیکی و رسوبی جریان رودخانه با استفاده از مدل HEC-RAS مورد بررسی قرار گرفته است. دلیل اصلی انتخاب رودخانه سرباز، به خاطر برداشت بی‌رویه و روزافزون مصالح شن و ماسه از این رودخانه در سالیان اخیر بوده است. در اثر این برداشت‌های بی‌رویه در یک بازه زمانی ۳ تا ۷ ساله (حدفاصل سال‌های ۱۳۸۱ الی ۱۳۸۸)، بستر رودخانه سرباز دچار بیش از ۴ متر کف کنی شده وکناره‌های آن نیز به مقدار زیادی تخریب گردیده و به زمین‌های زراعی واقع در حاشیه روستای راسک (ساحل چپ رودخانه سرباز) نیز آسیب جدی وارد شده که خود مشکلاتی را درمنطقه بوجود آورده است. حفاری حاشیه رودخانه موجب انحراف آب به این قسمت و فرسایش کناره‌های رودخانه شده که این تغییرات آثار سویی بر پل‌ها و ابنیه‌های احداثی بر روی رودخانه خواهد گذاشت.

همچنین برداشت مصالح رودخانه‌ای در محدوده مورد مطالعه باعث ایجاد اختلال در الگوی جریان رودخانه و در نتیجه تمرکز جریان رودخانه خصوصاً در مواقع سیلابی به سمت سواحل کناری شده است. تمرکز جریان در پای دیواره سواحل موجب تخریب و فرسایش آنها و متعاقب آن موجب تخریب باغات، اراضی کشاورزی و نیز پیشروی به سمت منازل مسکونی واقع در حاشیه رودخانه شده است. در حال حاضر برخی از منازل واقع در حاشیه رودخانه به علت افزایش تخریب سواحل خالی از سکنه شده است. لذا با توجه به معضلات و موارد مذکور، هدف از تحقیق حاضر مطالعه و بررسی اثر گودال‌های برداشت مصالح بر الگوهای جریان و رسوب رودخانه سرباز می‌باشد.

مواد و روش‌ها

محدوده مطالعاتی

رودخانه سرباز که یکی از پرآب‌ترین رودخانه‌های استان سیستان و بلوچستان محسوب می‌گردد، بخشی از رودخانه باهوکلات می باشد که از کوه پیرآباد سرچشمه می‌گیرد و با نام ریگاب مسیر خود را به سمت بخش سرباز طی می‌کند. در این بخش با آبراهه قوامک تلفیق شده و به سمت جنوب غربی از دره‌های پرپیچ و خم عبور می‌کند و سپس با رودخانه کیشی نیز در هم آمیخته و پس از ترکیب با رودخانه‌های شبگیر و گوهردشت، مسیر خود را به سمت جنوب شرقی طی می‌کند. رودخانه سرباز بعد از تلاقی با رودخانه پیشامگ، وارد بخش راسک می‌گردد. در این بخش نیز با آبراهه هدار مخلوط شده و روستاهای مختلفی را پشت سر می‌گذارد و در منطقه پیشین، به سد پیشین منتهی می‌شود و از سد پیشین به بعد با اسم باهوکلات در قسمت بندر گواتر چابهار به دریای عمان می‌ریزد. آب این رودخانه در طول مسیر خود برای روستاهای واقع در کناره‌های آن، منبع آب منحصر به فرد است. تراکم آبادی‌ها در مسیر این رودخانه بسیار زیاد است و زمین‌های زراعی آنها از همین رودخانه مشروب می‌گردند. رودخانه سرباز نقش بسیاری را در آبادانی زمین‌های اطراف خود دارد و از آنجا که آبرفت‌های زیادی را در این اراضی ته‌نشین می‌کند، بسیار پربرکت و آباد هستند. آب این رودخانه نه تنها منطقه سرباز، بلکه بخش راسک و سرزمین‌های پهناور دشتیاری را نیز مشروب می‌کند. بطورکلی می‌توان گفت که بیشتر زمین‌های حاصل‌خیز دشتیاری، بر اثر رسوبگذاری همین رودخانه، در طی سالیان متمادی و طولانی بوجود آمده‌اند. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه رودخانه را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018

روش تحقیق

برای بررسی تاثیر الگوهای مختلف برداشت مصالح شن و ماسه بر روی خصوصیات هیدرولیکی رودخانه سرباز، نه سناریو فرضی مختلف شامل برداشت مصالح از بستر و کناره رودخانه در یک بازه ۱۰ کیلومتری توسط مدل یک بعدی HEC-RAS شبیه سازی شد. بدین منظور اطلاعات موردنیاز که در ادامه تشریح شده‌اند به مدل وارد و سپس نتایج در بخش بعدی مورد تحلیل قرار گرفته است. سپس برای ارزیابی توانایی مدل‌های یک بعدی و دوبعدی در شبیه‌سازی نحوه حرکت گودال‌های برداشت شن و ماسه، گودالی به عمق تقریبی ۳ متر، عرض ۲۰ متر و طول تقریبی ۳۲ متر با استفاده از بولدوزر در بازه‌ای از رودخانه سرباز ایجاد گردید. ابعاد گودال در مدت ۳۱ روز در زمان‌های مختلف و توسط ابزار نقشه‌برداری (دوربین تئودولیت و شاخص) مساحی گردید. سپس نتایج بدست آمده از مدل‌ها با برداشت توپوگرافی گودال مقایسه و دقت آنها در بخش نتایج مورد تحلیل قرار گرفته است.

معرفی مدل یک‌بعدی HEC-RAS

مدل HEC-RAS (v4.1) توسط مرکز مهندسی هیدرولوژی، گروه مهندسین ارتش آمریکا (USACE) توسعه یافته و در آخرین نگارش خود علاوه بر قابلیت‌های قبلی توانایی تحلیل فرآیند رسوب، فرسایش و کیفیت را نیز دارا می‌باشد. این نرم‌افزار یک مدل یک‌بعدی برای شبیه‌سازی جریان و رسوب می‌باشد و تغییرات پروفیل طولی بستر رودخانه را در اثر رسوب‌گذاری و فرسایش برای دوره‌های طولانی مدت شبیه‌سازی می‌کند. هنگام استفاده از این نرم‌افزار، سری پیوسته جریان به قطعه‌های جریان ماندگار بر اساس متغیرهای دبی و زمان تقسیم می‌شود. برای هر یک از قطعه‌های جریان ماندگار، پروفیل سطح آب محاسبه می‌گردد و با استفاده از آن، سرعت، شیب انرژی، عمق و سایر پارامترها در هر یک از مقاطع عرضی به دست می‌آید. سپس نرخ انتقال رسوب در هر یک از مقاطع محاسبه می‌گردد. این نرخ نشان دهنده میزان رسوب انتقالی از هر مقطع در طول زمان است. سپس میزان رسوب‌گذاری و یا فرسایش در هر یک از مقاطع محاسبه خواهد شد و با استفاده از آن، تغییرات حاصل در مقاطع هندسی برای بازه زمانی مربوطه به دست خواهد آمد (Brunner, 2010; Brunner and CEIWR-HEC, 2010).

معرفی مدل دو بعدی CCHE2D

مدل عددی CCHE2D در سال ۱۹۹۷ در مرکز ملی علوم و مهندسی هیدرولیک محاسباتی (NCCHE) توسط ژیا، وانگ و سام زیر نظر دانشگاه می‌سی‌سی‌پی آمریکا تهیه گردید. این مدل با روش انتقال غیرمتعادل، حل هم‌زمان معادلات رسوب و جریان، انتقال رسوبات غیریکنواخت، تغییر بستر و مرتب‌شدگی بستر هماهنگ می‌باشد. ساخت هندسه میدان و نیز شبکه‌بندی میدان حل در نرم‌افزار مجزای پیش‌پردازنده تحت عنوان CCHE-MESH صورت می‌گیرد و حل میدان جریان و انتقال رسوب و مشاهده نتایج در محیط گرافیکی نرم‌افزار انجام می‌شود. این نرم‌افزار یک مدل دوبعدی هیدرودینامیک و انتقال رسوب در شبکه‌های آبراهه می‌باشد و شامل جنبه‌های متفاوتی از مدلسازی سیستم حوضه آبریز می‌باشد اما تاکید آن مدلسازی فرآیندهای فیزیکی آبراهه‌ها مانند هیدرولیک جریان، رسوبگذاری و فرسایش جریان و آنالیز پایداری شیب‌های جانبی آبراهه‌ها می‌باشد و هم چنین روندیابی انتقال رسوب قدرتمند CCEH2D باعث می‌شود این مدل برای مطالعات بلندمدت و کوتاه‌مدت قابل استفاده گردد (Jia et al., 2001).

داده‌های مورد نیاز شبیه‌سازی

به منظور استفاده از مدل‌های فوق، اطلاعات مورد نیاز از رودخانه سرباز در بازه‌ای به طول ۱۰ کیلومتر که به شرح زیر می‌باشند، مورد استفاده قرار گرفت: پلان عمومی بازه‌های رودخانه شامل محل شاخه‌های ورودی، محل پل‌ها، بندها،

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018

هیدروگراف جریان ورودی از بالادست (با دوره بازگشت‌های ۲، ۲۵ و ۵۰ ساله)، منحنی دبی–اشل در مقاطع انتهایی هر بازه، هیدروگراف جریان‌های ورودی از شاخه‌های فرعی، هندسه مقاطع عرضی کانال (توپوگرافی مقطع عرضی رودخانه)، مقاطع خشک، غیر موثر و بسته مقاطع، ضریب مانینگ در قسمت‌های مختلف هر مقطع، منحنی سنجه رسوب در مقطع بالادست هر بازه، دانه‌بندی رسوب ورودی از بالادست هر بازه، منحنی سنجه رسوب در شاخه فرعی، دانه‌بندی رسوب ورودی در هر شاخه فرعی و دانه بندی بستر.

با توجه به اینکه معمولاً هیدروگراف با دوره بازگشت ۲ ساله برای دبی غالب رودخانه و هیدروگراف با دوره بازگشت ۲۵ ساله برای مطالعات حریم و بستر استفاده می‌گردد، در بررسی‌ها این دو هیدروگراف مهم به عنوان هیدروگراف‌های کلیدی و تعیین کننده مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین جهت برآورد مقادیر دانه‌بندی موردنیاز در مدل و ترسیم منحنی دانه‌بندی مصالح بستر و بار معلق از ماکروی GradiState استفاده گردید و نتایج حاصل از این ماکرو وارد مدل گردید. با توجه به دانه‌بندی مصالح بستر و با به کارگیری معادلات انتقال رسوب مختلف، مشخص شد که استفاده از معادلات انتقال ایکرز و وایت نتایج فیزیکی مناسب‌تری را بدست می‌دهد. دلیل این انتخاب به این خاطر است که محدوده دانه‌بندی موجود در بازه مورد مطالعه، در محدوده قابل کاربرد معادله ایکرز و وایت قرار دارد و از طرفی کارایی و قابلیت این معادله توسط یانگ (۱۹۷۱) و وانونی (۱۹۷۵) بررسی و تایید شده است.

اندازه‌گیری صحرایی گودال مصنوعی

جهت بررسی نحوه حرکت گودال‌های برداشت شن و ماسه در رودخانه سرباز و مقایسه نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌های صحرائی و نتایج حاصل از شبیه‌سازی توسط مدل‌های یک بعدی HEC-RAS و دوبعدی CCHE2D، گودالی به عمق تقریباً ۳ متر، عرض ۲۰ متر و طول تقریبی ۳۲ متر با استفاده از بولدوزر در بازه‌ای از رودخانه سرباز ایجاد گردید. ابعاد گودال ایجاد شده در زمان‌های مختلف و توسط ابزار نقشه‌برداری (دوربین تئودولیت و شاخص) مساحی گردید. با توجه به امکانات موجود، به جای برداشت توپوگرافی گودال و محدوده آن، از مقاطع عرضی که به فواصل نسبتاً کم (جهت برداشت کامل هندسه گودال و جلوگیری از تقریب‌های ممکن در مرحله درون‌یابی با استفاده از مدل‌های مذکور) از هم فاصله داشتند، برداشت گردید. مدت زمان اندازه‌گیری گودال ۳۱ روز و در ماه اردیبهشت ۱۳۹۳ صورت گرفته است. در این مدت به علت بارش‌های متعدد، رودخانه همواره دارای جریان بوده، اما هیچ سیلی در محدوده مورد مطالعه رخ نداده است. برای مدلسازی حرکت گودال برداشت شن و ماسه با استفاده از مدل‌های فوق علاوه بر مشخصات هندسی گودال، احتیاج به اطلاعاتی از قبیل دانه‌بندی مواد بستر رودخانه در محدوده گودال، اطلاعات مربوط به دبی رودخانه در روزهای مختلف (هیدروگراف جریان)، منحنی سنجه رسوب رودخانه (دبی جریان– دبی رسوب) و . . . می‌باشد.

برای مطالعه نحوه حرکت گودال‌های برداشت شن و ماسه، لازم است که آوردهای رسوبی رودخانه و وضعیت رسوبگذاری و فرسایش‌پذیری آن مورد محاسبه و بررسی قرار گیرد تا از آسیب رساندن به رودخانه اجتناب گردد. با توجه به اینکه رودخانه سرباز، رودخانه‌ای مستعد به لحاظ تولید مصالح درشت‌دانه می‌باشد، لذا گودالی با چنین ابعاد بزرگی در آن ایجاد گردید. در حالی که اگر رودخانه‌ای توانایی تولید رسوب بالایی نداشته باشد ایجاد چنین گودالی موجب تخریب بالادست و پائین‌دست آن خواهد گردید و به نوعی تعادل هیدرولیکی و رسوبی رودخانه را برهم خواهد زد.

جهت کاربرد مدل‌های رسوبی در تخمین مناسب آورد رسوبی رودخانه، ابتدا بایستی مدل مورد نظر برای رودخانه مورد مطالعه واسنجی شود. برای واسنجی مدل‌ها ابتدا تمامی توابع انتقال رسوب در هر مدل و با توجه به شرایط و داده‌های موجود، در محدوده مورد مطالعه مورد استفاده قرار گرفت. یکی از موارد مهم در این مدلسازی تعیین مناسب‌ترین تابع انتقال رسوب می‌باشد. جهت این امر بایستی از داده‌های اندازه‌گیری شده بار معلق و بار بستر در بازه‌های مختلف استفاده نمود تا بتوان نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌ها را با مقادیر تخمین زده شده توسط مدل مقایسه کرد و یا بایستی بر اساس نقشه‌های

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018

توپوگرافی موجود در دوره‌های زمانی متوالی (۵ یا ۱۰ ساله) اقدام به شبیه‌سازی نمود تا تابع انتقال رسوبی که تغییرات طولی و عرضی رودخانه را درست تخمین می‌زند انتخاب نمود. با توجه به امکانات و مدت زمان محدود در این تحقیق از روش اول استفاده گردید. ضمناً جهت ارزیابی هر کدام از توابع موجود در مدل‌های منتخب از شاخص آماری میانگین نسبی انحراف معیار (RMSE) که به صورت زیر می‌باشد استفاده گردیده است:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{\infty}\left(x_i - x_a\right)^2}{n}} \qquad (۱)$$

که در آن، x_i = مقدار برآورد شده، x_a = مقدار واقعی متغیر موردنظر و n تعداد کل داده‌ها می‌باشد.

در مرحله وا سنجی، نیم‌رخ طولی بد ست آمده از هر تابع انتقال ر سوب با داده‌های م شاهداتی مقای سه گردید و تابعی که کمترین اختلاف (با ا ستفاده از شاخص RMSE) را ن شان داده ا ست به عنوان تابع انتقال ر سوب منا سب در نظر گرفته شد. در مدل HEC-RAS توابع انتقال ایکرز و وایت و انگلوند و هان سن و در مدل CCHE2D نیز توابع ایکرز و وایت ا صلاح شده و انگلوند و هان سن ا صلاح شده کمترین اختلاف را با داده‌های م شاهداتی ن شان می‌دهد. همچنین مقادیر ضریب زبری مانینگ در محدوده مورد مطالعه، در جدول ۱ گزارش گردیده است.

جدول ۱- مقادیر ضریب زبری مانینگ در محدوده مورد مطالعه

ساحل راست	کانال اصلی	ساحل چپ
۰/۰۵۳	۰/۰۴۵	۰/۰۵۹

در ادامه برای بررسی میزان تاثیر برداشت شن و ماسه در سناریوهای مختلف، با استفاده از رابطه (۲) درصد تغییرات تنش برشی هر یک از سناریوها نسبت به سناریوی پایه (که همان سناریوی بدون برداشت مصالح شن و ماسه است) محاسبه شده است.

$$e_\tau = \left(\tau_{changed} - \tau_{base}\right) / \tau_{base} \times 100 \qquad (۲)$$

که در آن، e_τ = درصد تغییر تنش برشی، $\tau_{changed}$ = تنش برشی در حالت با برداشت شن و ماسه و τ_{base} = تنش برشی در حالت پایه (بدون برداشت شن و ماسه) هستند.

نتایج و بحث

ارزیابی سناریوهای فرضی با مدل یک‌بعدی

همان‌طور که بیان گردید، برای برر سی تاثیر الگوهای مختلف بردا شت م صالح شن و ما سه بر روی خ صو صیات هیدرولیکی رودخانه، سناریوهای مختلفی شامل برداشت مصالح از بستر و کناره رودخانه در مدل یک بعدی HEC-RAS در نظر گرفته شد. جهت بررسی گودال‌های برداشت در مجموع ۹ سناریو تعریف گردید که به شرح ذیل می‌باشند:

۱- برداشت شن و ماسه از کف رودخانه با عمق‌های ۱ ، ۲ و ۳ متر

۲- برداشت شن و ماسه از کناره‌های رودخانه با عرض ۲۰، ۴۰ و ۸۰ متر

۳- برداشت شن و ماسه با عمق ۱ متر از کف و عرض ۲۰ متر در کناره، عمق ۲ متر از کف و عرض ۴۰ متر در کناره و عمق ۳ متر از کف و عرض ۸۰ متر در کناره

www.SID.ir

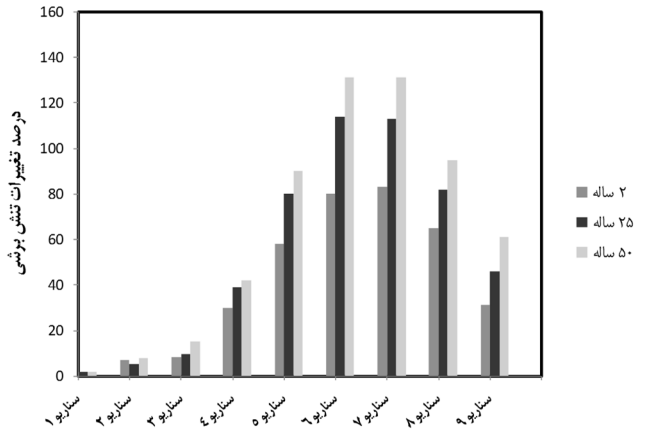
Archive of SID

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018

با توجه به سناریوهای مذکور، مدل برای دبی‌های با دوره بازگشت‌های ۲، ۲۵ و ۵۰ ساله اجرا گردید. مقادیر تنش برشی در سناریوهای مختلف و نیز میزان فرسایش بستر رودخانه در اثر برداشت شن و ماسه محاسبه گردید که نتایج حاصل در بازه مطالعاتی ارائه شده است (جدول ۲).

جدول ۲- مقادیر تنش برشی و گودافتادگی بستر رودخانه سرباز در سناریوهای مختلف

سناریو	میزان تعمیق بستر (متر)	میزان تعریض بستر (متر)	تنش برشی (نیوتن بر مترمربع)			میزان گودافتادگی بستر رودخانه (سانتیمتر)
			۲ساله	۲۵ساله	۵۰ ساله	
پایه	۰	۰	۶۰/۹۷	۶۴/۰۲	۶۷/۲۱	۰
۱	۰	۲۰	۶۱/۹۸	۶۵/۱۵	۶۷/۸۵	۵۲
۲	۰	۴۰	۶۴/۲۴	۶۹/۰۲	۷۱/۹۲	۹۰
۳	۰	۸۰	۶۶/۷۲	۷۳/۷۴	۷۶/۶۸	۱۰۸/۵
۴	۱	۰	۷۸/۹۷	۹۱/۱۴	۹۴/۱۸	۱۲۰
۵	۲	۰	۹۷/۴۲	۱۲۱/۹۹	۱۲۶/۸۳	۱۵۰
۶	۳	۰	۱۱۲/۵۳	۱۴۸/۰۵	۱۵۴/۶۰	۱۵۹
۷	۳	۲۰	۱۱۱/۷۸	۱۴۸/۴	۱۵۶/۸۸	۱۰۱
۸	۲	۴۰	۹۹/۲۱	۱۲۴/۹۲	۱۳۱/۰۴	۱۱۳/۶
۹	۱	۸۰	۸۵/۵۵	۱۰۳/۲۱	۱۰۷/۳۷	۱۲۵/۹



شکل ۲: درصد تغییر نسبی تنش برشی در سناریوهای مختلف

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود تاثیر تعمیق بر تراز بستر و مقادیر تنش برشی بستر در بالادست محل برداشت بیشتر از تعریض رودخانه می‌باشد. به گونه‌ای که اثر تعریض رودخانه به اندازه ۸۰ متر حتی کمتر از اثر یک متر تعمیق آن می‌باشد. لازم به یادآوری است که این نتایج با فرض آن است که برداشت تا مسافت زیادی در پائین‌دست رودخانه ادامه داشته باشد و اگر برداشت به صورت گودال‌هائی مثلاً به طول ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ متری باشد نتایج فوق صادق نخواهد بود و در چنین مواقعی، گودال‌های به وجود آمده در رودخانه توسط رسوبات سیلاب‌های بعدی پر خواهد شد. همچنین بیشترین تغییرات تراز بستر رودخانه در اثر فرآیند تعمیق بستر به میزان ۳ متر رخ داده است. در شکل ۲، درصد تغییر نسبی تنش برشی هر یک از سناریوهای مختلف نشان داده شده است.

همانطور که در شکل ۲ نشان داده شده، در سناریوهای ترکیبی ۷ تا ۹ که شامل تعریض و تعمیق بستر می‌باشند، به علت به تله افتادن جریان و ایجاد جریان‌های چرخشی در داخل گودال، مقادیر تنش برشی (و سرعت) و نیز میزان تغییرات تراز بستر دستخوش تغییراتی شده است. محاسبات نشان می‌دهد که در سناریوی ۷ (تعمیق ۳ متر و تعریض ۲۰ متر) علی‌رغم

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018

بالا بودن میزان تنش برشی، تغییرات تراز بستر کمتر از سناریوهای دیگر می‌باشد. علت این امر را می‌توان به اثر جریان‌های چرخشی و ثانویه مرتبط دانست. با افزایش عمق تعمیق، اثر جریان‌های ثانویه مانع از فرسایش هرچه بیشتر کف گودال خواهد گردید. اما با کاهش عمق تعمیق، جریان عبوری از گودال از توان فرسایشی بالاتری (به علت اثر کم جریان‌های چرخشی و بازدارنده) برخوردار بوده و موجب کاهش هرچه بیشتر تراز بستر رودخانه خواهد گردید. به بیان دیگر، در حالت تعمیق، هیچ‌گونه جریان بازدارنده‌ای (مانند جریان‌های چرخشی و ثانویه) در برابر فرسایش بستر وجود ندارد و جریان عبوری باعث تغییرات بیشتری در تراز بستر خواهد گردید. لذا در سناریوهایی که تنها شامل تعمیق بستر می‌باشد، مقادیر تغییرات تراز بستر بیشتر از سایر سناریوها می‌باشد. بعنوان نمونه، در سناریوی ۷ میزان تعمیق و تعریض به ترتیب ۳ و ۲۰ متر و در سناریوی ۸ میزان تعمیق و تعریض به ترتیب ۲ و ۴۰ متر بوده است. نتایج نشان می‌دهند که در سناریوی ۷ به علت عمق بیشتر نسبت به سناریوی ۸، اثر جریان‌های چرخشی در محدوده گودال از بازدارندگی بیشتری در برابر فرسایش بستر برخوردار می‌باشد. لذا میزان گودافتادگی بستر در سناریوی ۸ (بعلت اثر کمتر جریان‌های چرخشی و بازدارنده) بیشتر از میزان آن در سناریوی ۷ می‌باشد.

از آنجا که تنش برشی بیشتر، موجب فرسایش بیشتر می‌شود، بنابراین برداشت شن و ماسه از کف موجب افزایش تنش برشی و نهایتاً باعث فرسایش بیشتر بستر رودخانه می‌گردد و تاثیر این فرسایش تا ده‌ها متر بالاتر نیز مشهود است. در این تحقیق، دبی با دوره بازگشت ۵۰ ساله موجب تغییر سطح آب تا فاصله ۱۲۰۰ متری بالادست محل‌های برداشت شن و ماسه شده است. در شکل ۳ نیز میزان کاهش سطح آب در فاصله ۲۰۰ متری از بالادست محل‌های برداشت نشان داده شده است.

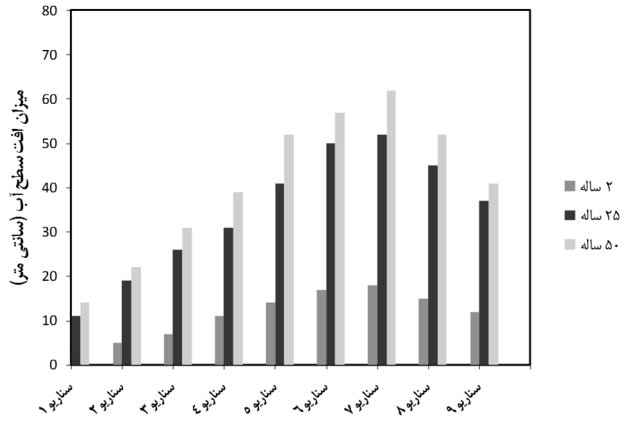
همان‌طور که در شکل ۳ مشخص است، سیلاب‌های با دوره بازگشت‌های بالا موجب تاثیر بیشتر و کاهش زیادتر سطح آب در بالادست محل‌های برداشت می‌شود. کاهش سطح آب رودخانه در اثر برداشت شن و ماسه موجب افت آب زیرزمینی می‌گردد و این مهم علاوه‌بر کاهش منابع آب زیرزمینی، سبب تخریب اراضی زراعی نیز می‌گردد. شایان ذکر است که برداشت شن و ماسه از دیواره‌های رودخانه اگرچه تاثیر کمتری روی سطح آب و در نتیجه شیب آن و تنش برشی دارد، اما این برداشت‌ها در دراز مدت موجب ریزش سواحل، ایجاد بهم ریختگی در رسوبات بستر و تغییر سطح مقطع رودخانه می‌گردد.

بررسی و نتایج حاصل از مدل‌سازی حاکی از آن است که در بازه‌های عریض رودخانه سرباز که شیب رودخانه نیز کم می‌باشد، مکان‌های مناسبی جهت ایجاد گودال‌های فوق‌الذکر و برداشت مصالح رودخانه‌ای می‌باشند. تعمیق بیش از حد بستر موجب گسترش اثر آن تا فاصلهٔ زیادی در بالادست و پائین‌دست می‌گردد. لذا توصیه می‌گردد برداشت‌ها بیشتر به صورت عرضی و کم‌عمق (کمتر از ۳ متر) انجام گردد تا تبعات منفی ناشی از برداشت مصالح رودخانه‌ای به حداقل برسد. همچنین برداشت مصالح از پائین‌دست سازه‌های تقاطعی همچون پل‌ها و بندهای انحرافی بایستی با رعایت فاصله مناسب صورت گیرد. نتایج مدل‌سازی حاکی از آن است که چنانچه در محدوده واقع در کیلومتر ۱+۴۶۹ سناریوی شماره ۷ (تعمیق بستر ۳ متر و تعریض ۲۰ متر) اجرا گردد، موجب تخریب و فرسایش بستر و در نهایت واژگونی پل ارتباطی خواهد گردید. همچنین بایستی از مناطق بالادست رودخانه سرباز که دارای شیب بالایی می‌باشند، شن و ماسه برداشت نگردد، زیرا موجب تخریب و فرسایش بیش‌از حد بستر و سواحل رودخانه خواهد گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

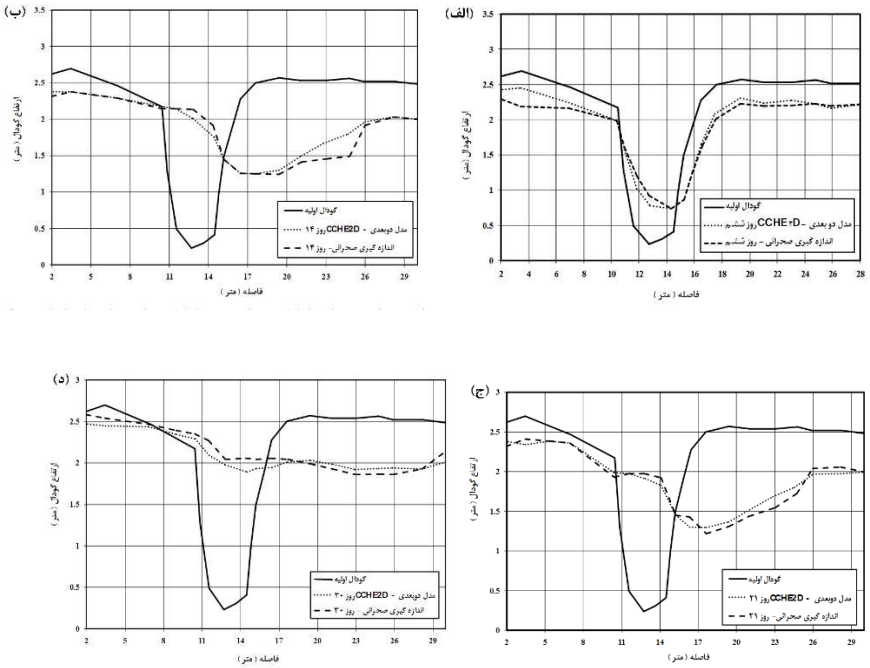
Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018



شکل ۳: کاهش سطح آب در فاصله ۲۰۰ متری بالادست گودال‌ها در سناریوهای مختلف

مقایسه الگوی جابجایی گودال شن و ماسه با نتایج مدل‌های یک‌بعدی و دو بعدی

پس از ارزیابی سناریوهای فرضی فوق، نسبت به ایجاد یک گودال شن و ماسه واقعی در بستر رودخانه سرباز مشابه سناریو شماره ۷ اقدام گردید. سپس نتایج اندازه‌گیری‌های صحرایی طی مدت زمانی یک ماه (فواصل ۶، ۱۴، ۲۱ و ۳۰ روزه پس از برداشت شن و ماسه) با شبیه‌سازی‌های مدل یک بعدی و دو بعدی مورد مقایسه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که در مدل HEC-RAS (v4.1) تابع انتقال رسوب یانگ و همچنین تابع ایکرز و وایت بصورت قابل قبولی تغییرات طولی رودخانه را پیش‌بینی نموده‌اند. در مدل CCHE2D نیز تابع انتقال ایکرز- وایت اصلاح شده نحوه تغییرات طولی رودخانه را به خوبی برآورد نموده است (هرچند در پاره‌ای از نقاط مقادیر تا حدودی متفاوت می‌باشند). در شکل ۴ نیز نتایج شبیه‌سازی عددی توسط مدل CCHE2D و نتایج حاصل از اندازه‌گیری صحرائی در زمان‌های مختلف (روزهای ۶- ۱۴-۲۱ -۳۰ بعد از ایجاد گودال) مورد مقایسه قرار گرفته‌اند.



شکل ٤: مقایسه بین نتایج حاصل از شبیه‌سازی عددی مدل دو بعدی و اندازه‌گیری‌های صحرائی حرکت گودال: الف) روز ٦، ب) روز ١٤، ج) روز ٢١، د) روز ٣٠

www.SID.ir

Archive of SID

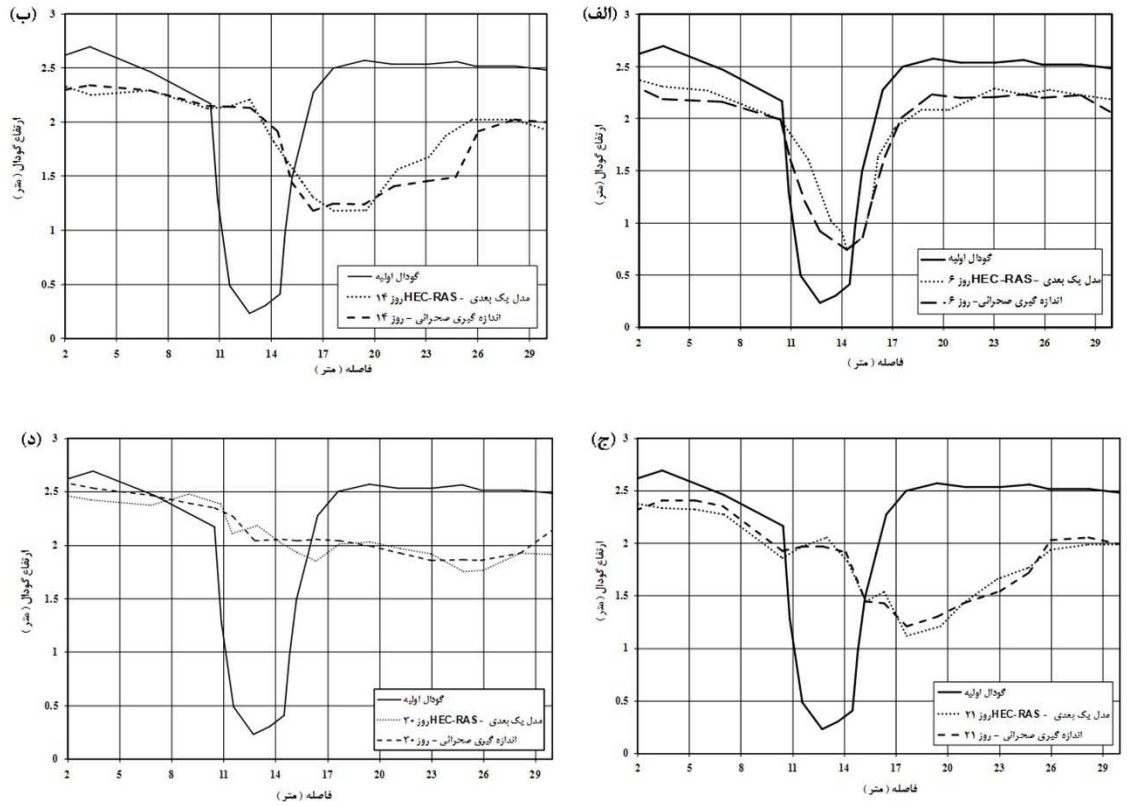
Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018

با توجه به شکل ۴ می‌توان چنین استنباط نمود که مدل CCHE2D توانائی قابل قبولی در پیش‌بینی حرکت گودال ایجاد شده در مسیر رودخانه دارد و می‌تواند در مطالعات فرسایش و رسوب و همچنین در تعیین مکان‌های مناسب برداشت مصالح رودخانه‌ای، بررسی اثرات برداشت مصالح بر روی ریخت‌شناسی رودخانه و سازه‌های موجود در مسیر رودخانه به کار رود. یکی از علل توانائی بالای این مدل در زمینه تحلیل فرآیندهای رسوبی را می‌توان به استفاده از توابع انتقال رسوبی همچون ایکرز- وایت اصلاح شده، انگلوند-هانسون اصلاح شده و وو و همکاران مرتبط دانست. این توابع از جمله توابع مهم و پرکاربرد در مطالعات رسوب می‌باشند و همچنین از مبانی بسیار قوی برخوردار می‌باشند. علاوه بر عوامل فوق استفاده از روش اجزاء محدود در حل معادلات جریان (پیوستگی، مومنتم و معادلات انرژی) و معادلات رسوبی سبب افزایش همگرائی نتایج حاصل از مدل با واقعیت می‌شود. هرچند این مدل نیز به‌طور دقیق نمی‌تواند میزان تغییرات و پارامترها را محاسبه نماید، اما نتایج نشان داد که این مدل نسبت به مدل یک بعدی HEC-RAS از توانائی و قابلیت بسیار بالائی برخوردار می‌باشد. از همه مهم‌تر دسترسی آزاد و رایگان به این مدل برای همگان نیز فراهم می‌باشد. نتایج حاصل از اجرای مدل HEC-RAS نیز تا حدود زیادی با واقعیت موجود مطابقت نشان می‌دهد. در شکل ۵ تغییرات طولی بستر حاصل از اندازه‌گیری‌های صحرائی و شبیه‌سازی عددی با استفاده از این مدل در زمان‌های مختلف نشان داده شده است. توابع انتقال رسوب به کار رفته در این مدل در نوع خود یکی از قوی‌ترین توابع انتقال می‌باشند. همچنین در نظر گرفتن چندین لایه برای بستر رودخانه، توانائی شبیه‌سازی مسلح‌شدگی بستر، تعریف کلاسه‌های مختلف دانه‌بندی، استفاده از شرایط مرزی مختلف جهت شبیه‌سازی جریان و رسوب در رودخانه، استفاده از چندین روش تخمین سرعت سقوط، استفاده از الگوی پرایزمن ۴ نقطه‌ای (سرعت همگرائی مدل را افزایش و مدت زمان شبیه‌سازی را کاهش می‌دهد) از جمله ویژگی‌های برتر مدل یک بعدی HEC-RAS می‌باشد.

جهت ارزیابی دقت نتایج حاصل از شبیه‌سازی عددی و اندازه‌گیری‌های میدانی از شاخص RMSE استفاده گردید. همان‌طور که در جدول ۳ قابل مشاهده می‌باشد، در مدل یک بعدی HEC-RAS توابع انتقال ایکرز و وایت و یانگ (۰/۱۱۲ و ۰/۱۰۱ در روز ۳۰ام) از شاخص RMSE کمتری نسبت به تابع انتقال انگلوند و هانسن (۰/۱۳۲ در روز ۳۰ام) برخوردار می‌باشند. این وضعیت برای تمام مقایسه‌های انجام شده طی ۳۰ روز برقرار بوده است. در نتیجه این توابع به عنوان توابع مناسب جهت استفاده در مطالعات مربوط به برداشت مصالح رودخانه‌ای انتخاب گردیدند. اما در مدل عددی CCHE2D تابع انتقال رسوب ایکرز و وایت اصلاح شده از شاخصRMSE کمتری نسبت به دیگر توابع برخوردار می‌باشد (۰/۰۹۴ در روز ۳۰ام). این وضعیت در تمام مقایسه‌های انجام شده طی ۳۰ روز برقرار بوده است. در نتیجه در این مدل نیز تابع انتقال ایکرز و وایت اصلاح شده به عنوان تابع انتقال رسوب مناسب برگزیده شده است. علاوه بر این، مقایسه بین شاخص RMSE در دو مدل منتخب نشان می‌دهد که تابع انتقال ایکرز و وایت اصلاح شده در مدل CCHE2D (۰/۰۹۲، ۰/۱۱۳، ۰/۰۶۷ و ۰/۰۹۴ به ترتیب برای روزهای ۶، ۱۴، ۲۱ و ۳۰ام) نتایج قابل قبول‌تری نسبت به تابع انتقال ایکرز و وایت در مدل HEC-RAS (۰/۰۸۵، ۰/۱۳۳، ۰/۰۸۱ و ۰/۱۱۲ به ترتیب برای روزهای ۶، ۱۴، ۲۱ و ۳۰ام) بجز در ابتدای شبیه‌سازی (روز ۶ام)، ارائه نموده است (شکل ۶). لذا می‌توان نتیجه گرفت که مدل عددی CCHE2D در شرایط یکسان از نظر خصوصیات جریان، مصالح و دانه‌بندی بستر، توابع انتقال رسوب و دیگر پارامترها، نتایج قابل اعتمادتری را بدست خواهد داد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٥: مقایسه بین نتایج حاصل از شبیه سازی عددی مدل یک بعدی و اندازه گیری های صحرائی حرکت گودال: الف) روز ٦، ب) روز ١٤، ج) روز ۲۱، د) روز ۳۰

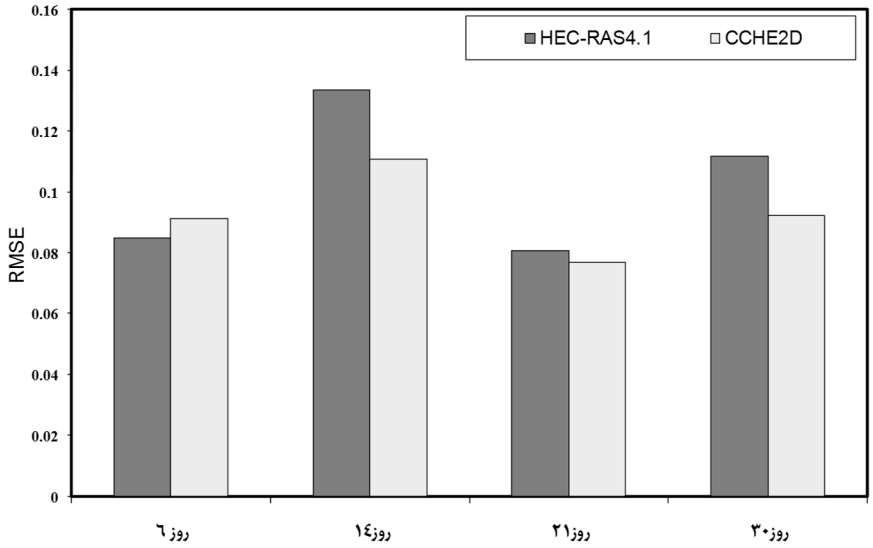
جدول ۳- ارزیابی شاخص RMSE در مدل‌های منتخب

مدل	تابع انتقال رسوب	روز ٦	روز ١٤	روز ۲۱	روز ۳۰
HEC-RAS	ایکرز و وایت	۰/۰۸۵	۰/۱۳۳	۰/۰۸۱	۰/۱۱۲
	یانگ	۰/۰۹۲	۰/۱۲۴	۰/۰۸۴	۰/۱۰۱
	انگلوند و هانسن	۰/۱۰۹	۰/۱۶۱	۰/۰۹۴	۰/۱۳۲
CCHE2D	ایکرز و وایت اصلاح شده	۰/۰۹۲	۰/۱۱۳	۰/۰۶۷	۰/۰۹۴
	انگلوند و هانسن اصلاح شده	۰/۱	۰/۱۲۹	۰/۰۷۱	۰/۱۰۷
	وو و همکاران	۰/۱۱۸	۰/۱۴۱	۰/۱۰۸	۰/۱۲

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٦: مقایسه شاخص RMSE برای توابع ایکرز و وایت و ایکرز و وایت اصلاح شده در مدل‌های منتخب

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که تاثیر تعمیق بر تغییرات تراز بستر در بالادست محل برداشت بیشتر از تعریض رودخانه می‌باشد. به گونه‌ای که اثر تعریض رودخانه به اندازه ۸۰ متر حتی کمتر از اثر یک متر تعمیق آن می‌باشد. به عبارت دیگر، مدل عددی HEC-RAS نشان داده است که با تعریض ۸۰ متری و تعمیق یک متری بستر رودخانه، گودافتادگی بستر به ترتیب به میزان ۱۰۸/۵ و ۱۲۰ سانتیمتر رخ می‌دهد. همچنین بیشترین تغییرات تراز بستر رودخانه در اثر فرآیند تعمیق بستر به میزان ۳ متر رخ داده که معادل ۱۵۹ سانتیمتر است. نتایج این مطالعات نشان داد که برداشت شن و ماسه موجب کاهش سطح آب در بالادست گودال‌های محل برداشت می‌شود زیرا بستر رودخانه دچار گودافتادگی شده است. علاوه بر آن، با توجه به کاهش سطح آب زیرزمینی در محل چاه‌های موجود در منطقه، نتایج تحقیقات قبلی (مجنونیان، ۱۳۷۸؛ شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۸۴؛ مشاوران وودوارد کلاید[۱]، ۱۹۸۰؛ فمر، ۲۰۰۳) مبنی بر افت سطح آب زیرزمینی بعلت کاهش نفوذپذیری بستر رودخانه در محل چاله‌های برداشت شن و ماسه تایید می‌گردد. این مهم علاوه‌بر کاهش منابع آب زیرزمینی، سبب تخریب اراضی زراعی نیز می‌گردد. همچنین برداشت شن و ماسه از دیواره‌های رودخانه اگرچه تاثیر کمتری روی سطح آب و در نتیجه شیب آن و تنش برشی دارد، اما این برداشت‌ها در دراز مدت موجب ریزش سواحل، ایجاد بهم ریختگی در رسوبات بستر و تغییر سطح مقطع رودخانه می‌گردد. همچنین براساس مقادیر بدست آمده از شاخص RMSE، مدل دو بعدی CCHE2D در شرایط یکسان از نظر خصوصیات جریان، مصالح و دانه‌بندی بستر، توابع انتقال رسوب و دیگر پارامترها، نتایج قابل اعتمادتری را نسبت به مدل یک بعدی HEC-RAS بدست خواهد داد. در واقع تابع انتقال ایکرز و وایت اصلاح شده در مدل CCHE2D خطای کمتری نسبت به تابع انتقال ایکرز و وایت در مدل HEC-RAS برای تخمین میزان جابجایی گودال شن و ماسه علی الخصوص بعد از روز ۶ام ارائه نموده است. نتایج این تحقیق نشان داد که می‌توان با مدلسازی عددی گودال‌های برداشت شن و ماسه، با دقت مناسبی پیامدهای آنرا تحلیل و نسبت به انتخاب الگوی مناسب برداشت مصالح اقدام نمود و از سوی دیگر بهتر است بجای تعمیق موضعی بستر رودخانه، نسبت به تعریض گودال برداشت شن و ماسه اقدام شود.

[۱] Woodward Clyde Consultants

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018

www.SID.ir

Archive of SID

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی "بررسی اثرات الگوهای مختلف برداشت مصالح رودخانه‌ای با استفاده از مدل عددی شبیه‌سازی جریان و رسوب" می‌باشد. بدین‌وسیله از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره) به خاطر حمایت از انجام طرح مزبور تشکر و قدردانی می‌نماید.

منابع

- اسماعیلی، رضا؛ حسین‌زاده، محمدمهدی؛ اقبالی، رضا، ۱۳۹۲، اثرات برداشت شن و ماسه بر ویژگی‌های ژئومورفیک رودخانه لاویج، استان مازندران، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۶، صص. ۵۷-۷۰.
- اصغری سراسکانرود، صیاد، ۱۳۹۳، تحلیل تاثیر برداشت شن و ماسه بر مورفولوژی رودخانه قرنقو (محدوده بعد از سد سهند تا روستای خراسانک)، مجله هیدروژئومورفوژی، شماره ۱، صص. ۲۱-۳۹.
- امیری، علی؛ حقی زاده، علی؛ زینی وند، حسین؛ طهماسبی پور، ناصر، ۱۳۹۳، اثرات برداشت شن و ماسه بر مورفولوژی بستر رودخانه با استفاده از مدل HEC-RAS، مطالعه موردی: رودخانه جراحی خوزستان، دومین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار، دانشگاه لرستان.
- بهادری خسروشاهی، فیروز، ۱۳۷۹، اصول و مبانی برداشت شن و ماسه از رودخانه‌ها، دفتر مهندسی رودخانه و سواحل، وزارت نیرو.
- شایان، سیاوش؛ شریفی‌کیا، محمد؛ دهستانی، هدیه، ۱۳۹۲، استخراج و اندازه‌گیری تغییرات مورفولوژیکی رودخانه کشکان ناشی از برداشت منابع شن و ماسه، فصلنامه فضای جغرافیایی، سال ۱۳، شماره ۴۳، صص. ۱۹۱-۲۰۷.
- شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۸۴، نشریه شماره ۳۳۶، راهنمای برداشت مصالح رودخانه‌ای، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور.
- صالحی نیشابوری، سید علی اکبر؛ قدسیان، مسعود، ۱۳۸۱، برداشت شن و ماسه از رودخانه‌ها، سمینار بررسی اثرات برداشت مصالح رودخانه‌ای، وزارت نیرو.
- عزیزیان، اصغر، ۱۳۸۹، مطالعات میدانی و نرم‌افزاری تعیین مکان‌های مناسب برداشت مصالح رودخانه‌ای و ارائه بسته نرم‌افزاری کاربردی، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران.
- عزیزیان، اصغر؛ امیری تکلدانی، ابراهیم، ۱۳۸۹، تعیین مکان‌های مناسب جهت برداشت مصالح رودخانه‌ای با استفاده از مدل عددی HEC-RAS4.0، پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه فردوسی مشهد، صص. ۱-۷.
- قهرمانی، نرجس؛ غفوری، محمد؛ لشگری پور، غلامرضا؛ غلامی، غلامرضا، ۱۳۹۰، بررسی اثرات مخرب زیست محیطی ناشی از برداشت بی رویه مصالح رودخانه‌ای (شن و ماسه) در محورهای اصلی برداشت شهر مشهد، فصلنامه زمین شناسی کاربردی، سال ۷، شماره ۱، صص. ۵۳-۶۲.
- مجنونیان، هنریک، ۱۳۷۸، حفاظت رودخانه‌ها (ویژگی‌های بیوفیزیکی، ارزش‌های زیستگاهی و ضوابط بهره‌برداری)، سازمان حفاظت محیط زیست کشور.
- نوحه‌گر، احمد؛ محمودی، فرجاله، ۱۳۸۲، بررسی اثرات برداشت مصالح (شن و ماسه) بر شکل بستر و رژیم رودخانه میناب، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی، ۳۵(۲)، صص. ۴۵-۵۸.
- هدایتی‌پور، کوردوان؛ صمدی بروجنی، حسین؛ هنربخش، افشین، ۱۳۸۸، بررسی تاثیر برداشت شن و ماسه از کناره رودخانه‌ها بر خصوصیات هیدرولیکی جریان با استفاده از مدل HEC-RAS (مطالعه موردی رودخانه خشکه رود فارسان)، هشتمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- *Brown, A.V. 2002. Impacts of Gravel Mining on Stream Ecosystems. University of Arkansas, USA.*

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018

www.SID.ir

Archive of SID

- *Brunner, G.W. 2010. River Analysis System. Hydraulic Reference Manual, HEC-RAS, v4.1, Hydrologic Engineering Center, U.S. Army Corps of Engineers, USA.*
- *Brunner, G.W. and CEIWR-HEC 2010. River Analysis System, User's Manual, HEC-RAS, v4.1, Hydrologic Engineering Center, U.S. Army Corps of Engineers, USA.*
- *Dunn, D.D. 2002. Influence of Sand and Gravel Mining on Sediment Transport in the Brazos River. Texas, US Geological Survey, 8011 Cameron Road, Austin, Texas 78754, USA.*
- *Femmer, S.R. 2003. Instream gravel mining and related issues in Southern Missouri, U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey.*
- *Jia, Y., and Wang, S.S.Y. 2001. CCHE2D:two-dimensional hydrodynamic and sediment transport model for unsteady open channel flows over loose bed. Technical Manual, Version 2.0, Technical Report No. NCCHE-TR-2001-1, University of Mississippi.*
- *Vanoni, V.A. 1975. Sedimentation Engineering. Manuals and Reports on Engineering Practice No. 54, ASCE, New York, 745 pp.*
- *Wishart, D., Warburton, J., and Bracken, L., 2008. Gravel extraction and planform change in a wandering gravel-bed river: The River Wear, Northern England, Geomorphology 94, 131 – 152.*
- *Woodward Clyde Consultants. 1980. Gravel removal guidelines manual for arctic and subarctic floodplains, U.S. Fish and Wildlife Service, Report FWS/OBS-80/09, Washington, DC.*
- *Yang, C.T. 1971. Sediment transport: Theory and practice, McGraw-Hill, Inc., New York, 396 pp.*

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018

www.SID.ir