

مکان‌یابی برداشت مصالح رودخانه‌ای با استفاده از مدل HEC-RAS (مطالعه موردی: رودخانه قورچای استان گلستان)

ابوذر مرادی^۱، سید مرتضی سیدیان^۲، مهدی کاهه^۳، علی حشمت‌پور^۴

تاریخ ارسال: ۱۳۹۶/۰۳/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۹/۱۱

مقاله برگرفته از پایان نامه ارشد

چکیده:

همه ساله رودخانه‌ها در اثر جریان‌های سیلابی فرسایش یافته و موجب تخریب پل‌ها و زمین‌های کشاورزی و در برخی موارد منازل مسکونی می‌شوند. برای کنترل و مدیریت رودخانه‌ها لازم است رفتار هیدرولیکی آن‌ها مورد بررسی قرار گیرد تا در مواقع بحرانی تصمیم مناسب اتخاذ شود. یکی از مهم‌ترین عوامل به هم خوردن تعادل هیدرولیکی رودخانه برداشت بی‌رویه رسوبات از بستر رودخانه می‌باشد. این تحقیق به منظور بررسی میزان برداشت رسوبات در رودخانه‌ی قورچای در بازه ۶ کیلومتری رودخانه در محل کارگاه‌های برداشت شن و ماسه صورت پذیرفت. بدین منظور بازدیدهای میدانی در محدوده مورد نظر انجام شد و اطلاعاتی مانند دبی، رسوب و نقشه ۱:۱۰۰۰ تهیه شد. پس از ورود اطلاعات به نرم افزار HEC-RAS هیدرولیک و رسوب مدل در بازه زمانی ۲۰۱۵-۲۰۰۵ اجرا گردید. در این رودخانه بهترین پیش‌بینی برای انتقال رسوب توسط رابطه یانگ انجام شد. بررسی تغییرات شیب بستر در مقاطع مختلف نشان داد نوسانات شیب در طول ۶ کیلومتر مورد مطالعه در سال ۲۰۱۵ نسبت به ۲۰۰۵ کاهش یافته است. همچنین متوسط سرعت نیز در سال ۲۰۱۵ نیز کاهش نشان می‌دهد. نتایج حاصل از شبیه‌سازی نشان داد میزان فرسایش و رسوبگذاری در ۵ کیلومتر اول تقریباً در حالت تعادل می‌باشد و مصالح در این منطقه قابل برداشت نیست. بهترین منطقه برای برداشت مصالح ۷۲۰ متر انتهایی رودخانه است که به دلیل شیب و شکل مقطع سرعت جریان کاهش پیدا می‌کند و رسوبگذاری با عمق متوسط ۹۰ سانتیمتر صورت می‌گیرد. محاسبات نشان داد میزان رسوب قابل برداشت در این رودخانه تقریباً ۰/۴ میلیون تن در سال است.

کلمات کلیدی: رودخانه قورچای، شبیه‌سازی، مصالح رودخانه، HEC-RAS

^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه گنبد کاووس

^۲ استادیار دانشگاه گنبد کاووس، s.m.seyedian@gmail.com (مسئول مکاتبه)

^۳ دکتری سازه‌های آبی، کارشناس ارشد وزارت نیرو

^۴ استادیار دانشگاه گنبد کاووس

مقدمه

رواناب سطحی و جریان آب در رودخانه‌ها باعث فرسایش خاک و حمل مواد رسوبی می‌شود. اطلاع از چگونگی فرسایش و توانایی حمل رسوب در رودخانه و آبراهه‌ها باید در هر طرح مهندسی مورد توجه قرار گیرد. کف کنی و یا بالا آمدن بستر رودخانه ارتباط مستقیم با رسوبات رودخانه‌ای دارد و لازم است تا مهندسان رودخانه‌شناسی کافی با آن داشته باشند (جباری و همکاران، ۱۳۹۳). فرسایش و رسوب‌گذاری از پدیده‌های رایج در رودخانه‌ها می‌باشد. برای بررسی رفتار رودخانه و پیش‌بینی تغییرات احتمالی آینده، برآورد بار رسوبی در بسیاری از پروژه‌های مهندسی همچون برنامه‌ریزی و طراحی منابع ذخیره آب، مورفولوژی و تغییرات بستر رودخانه، برآورد رسوب سالیانه رودخانه، طراحی و نگهداری کانال‌های آبیاری پایدار، لایروبی کانال‌ها و ... حائز اهمیت می‌باشد.

مهمترین مشکلاتی که انتقال رسوب و رسوب‌گذاری مواد رسوبی می‌تواند به وجود آورد عبارت‌اند از ایجاد جزایر در مسیر رودخانه و کاهش ظرفیت انتقال جریان‌های سیلابی، رسوب‌گذاری در مخازن پشت سدها و کاهش ظرفیت ذخیره مخازن و عمر مفید سدها می‌باشد (Tay et al., 2016). همچنین رسوب‌گذاری در مسیر رودخانه‌ها در هنگام سیلاب باعث ایجاد خسارت به بناها و مزارع، خوردگی تأسیسات سازه‌های رودخانه‌ای و رسوب‌گذاری در کف کانال و کاهش عمق مفید کانال می‌شود.

امروزه به علت ساخت‌وسازهای وسیع از رودخانه‌ها به عنوان منبع مهم شن و ماسه استفاده می‌شود. برداشت مصالح موجب تخریب شرایط طبیعی رودخانه و تغییر در شرایط هیدرولیکی و هیدرولوژیکی جریان در بازه‌های بالادست و پایین‌دست شده و مشکلاتی از قبیل فرسایش بستر و کناره‌ها، تخریب سازه‌های موجود در مسیر رودخانه و... را در پی دارد (Calle et al., 2017).

با توجه به مشکلات رسوب‌گذاری در رودخانه‌ها و به دلیل نیاز به استفاده از مصالح رودخانه‌ای نیاز است برای جلوگیری از خسارات احتمالی ناشی از برداشت

زیاد مصالح، مکان و مقدار مناسب برداشت تعیین شود. مدل‌های هیدرولیک و انتقال رسوب ابزارهای مناسبی برای شبیه‌سازی شرایط هیدرولیکی و میزان انتقال رسوب می‌باشند. استفاده از مدل‌های عددی به دلیل سهولت اجرا، انعطاف‌پذیری بالا در تغییر پارامترهای جریان و هزینه‌های کمتر نسبت به مدل‌های فیزیکی، اهمیت ویژه‌ای دارند (خسروی و همکاران، ۱۳۹۴).

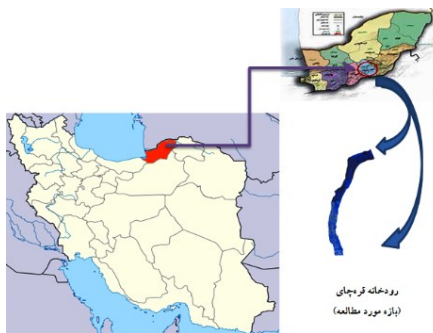
مطالعات (Morianou et al., 2016) و (تلوری، ۱۳۶۸) در زمینه بررسی رفتار هیدرولیکی رودخانه‌ها نشان داد دقت شبیه‌سازی ژئومتری بستر و اراضی حاشیه رودخانه‌ها در نتایج شبیه‌سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه‌ها بسیار تأثیرگذار است. (سالمان، ۱۳۸۵) و (باقری، ۱۳۸۴) به ترتیب تحلیل‌های هیدرولیکی جریان در رودخانه‌های بشلر و گرم‌رود با مدل هیدرولیکی HEC-RAS انجام دادند و جهت تعیین پهنه سیل از GIS استفاده نمودند.

(جباری و همکاران، ۱۳۸۸) با مدل HEC-RAS هیدرولیک جریان و رسوب را در رودخانه ابهر رود زنجان شبیه‌سازی کردند. نتایج نشان داد بهترین تخمین میزان انتقال رسوب توسط مدل یانگ صورت می‌گیرد. همچنین شرایط هیدرولیکی جریان به گونه‌ای است که تمامی مقاطع رودخانه در وضعیت فرسایش است. امام‌قلی‌زاده و همکاران وضعیت فرسایش و رسوب‌گذاری رودخانه شیرین‌دره را بررسی و بهترین تابع انتقال رسوب را تعیین کردند. (آزم و همکاران، ۱۳۹۲) با مدل HEC-RAS آبگذری و عمق جریان در رودخانه کارون در محدوده شهر اهواز را با سه سناریوی مختلف بررسی کردند.

(Chen and liu, 2009) تأثیر برداشت زیاد شن و ماسه را با HEC-RAS و یک مدل دوبعدی بررسی کردند. (Ghafouri Azar et al., 2012) با انجام آزمایشاتی در یک فلوم نشان دادند HEC-RAS ابزاری مناسب برای مکان‌یابی نقاط برداشت رسوب در رودخانه است.

(Ashraf et al., 2011) با مدل‌سازی جریان و رسوب با HEC-RAS نشان دادند در پایین‌دست محل برداشت شن و ماسه غلظت رسوب افزایش می‌یابد و

سیاسی، در مرز استان‌های سمنان و گلستان واقع شده است. پست‌ترین نقطه حوضه با ارتفاع ۱۵۰ متر در منتهی‌الیه شمال حوضه و بلندترین نقطه آن با ارتفاع ۲۸۵۰ متر در جنوب حوضه واقع شده‌اند. بدین ترتیب اختلاف ارتفاع بین پست‌ترین و بلندترین نقاط حوضه ۲۷۰۰ متر می‌باشد. منطقه‌ی مورد مطالعه رودخانه‌ی قورچای رامیان از سرشاخه‌های مهم گرگانرود است. این رودخانه به گرگانرود پیوسته و پس طی مسافتی وارد خزر می‌شود. بازه مورد مطالعه به طول ۶ کیلومتر در قسمت پایین دست رودخانه و در نزدیکی شهر رامیان واقع شده است. شکل ۱ منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل (۱): منطقه مورد مطالعه بازه رودخانه قورچای

روش کار

داده‌های مورد نیاز

این اطلاعات عبارت‌اند از مقاطع عرضی رودخانه، طول بازه‌ها و مقادیر ضریب مانینگ کلیه مقاطع رودخانه که به مدل معرفی گردید. اطلاعات مربوط به شکل هندسی رودخانه‌ها با استفاده از نقشه ۱:۱۰۰۰ مشخص گردید و برای مطالعه بازه مورد نظر ۲۶۷ مقطع عرضی رودخانه تهیه شد. هر چه فاصله مقاطع کمتر و تعداد آن‌ها بیشتر باشد شبیه‌سازی رودخانه دقیق‌تر و به واقعیت نزدیک‌تر خواهد بود. با رسم این خطوط، موقعیت، وضعیت و پهنای مقاطع عرضی از TIN زمین استخراج شد.

بعد انجام این مراحل جداول مربوط به لایه‌های ساخته‌شده از روی TIN تشکیل و لایه مقاطع عرضی و خط مرکزی جریان نیز ایجاد و در انتها فایل

تأثیرات زیادی بر محیط زیست دارد. (Kim (2005) با اجرای HEC-RAS تأثیر برداشت شن و ماسه را بر محیط زیست و پایداری رودخانه بررسی کردند. (Gharesifard et al. (2012) با استفاده از HEC-RAS تغییرات بستر رودخانه را بررسی کردند و بر اساس رسوبگذاری در مناطق مختلف، مکان‌های مناسب برای برداشت رسوب را تعیین نمودند. (Safi et al. (2017) پارامترهای هیدرولیکی جریان و رسوب را با HEC-RAS (سرعت، تنش برشی و تغییرات بستر) در رودخانه شبیه‌سازی کردند. آن‌ها حداکثر فرسایش و رسوبگذاری را در طول رودخانه تعیین کردند و پیشنهاد کردند با برداشت رسوبات جزایر رسوبی به وجود آمده در طول رودخانه می‌توان شرایط هیدرولیکی را بهبود بخشید دبی سیلابی عبوری از رودخانه را افزایش داد.

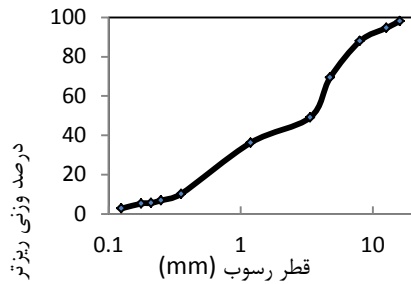
مهم‌ترین مشکل موجود در رودخانه قورچای برداشت بی‌رویه و غیراصولی رسوبات رودخانه‌ای از جمله شن و ماسه می‌باشد که بدون هیچ برنامه‌ریزی مشخصی صورت می‌گیرد. برداشت‌ها به صورت خیلی زیاد و با سرعت انجام می‌گیرد که موجب گود افتادگی بستر رودخانه در نقاط مختلف شده و تغییرات شدیدی در رژیم جریان را پدید آورده است. برداشت بی‌رویه مصالح، مشکلاتی مانند فرسایش دیواره‌ها، تخریب بناهای موجود در حاشیه رودخانه، واژگونی درختان در رودخانه و آسیب بندهای اصلاحی و تخریب پل موجود بر روی رودخانه را به وجود آورده است.

در این تحقیق تغییرات هیدرولیک و رسوب در رودخانه قورچای با استفاده از مدل HEC-RAS شبیه‌سازی گردید. پس از تعیین بهترین رابطه انتقال رسوب، تغییرات عمق، سرعت و کف رودخانه در بازه ده ساله مدل‌سازی شد. سپس بهترین نقاط برداشت شن و ماسه و میزان برداشت در سال تعیین گردید.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه

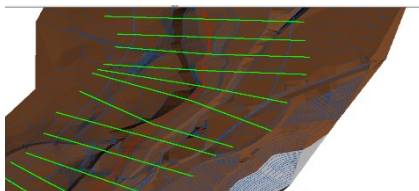
حوضه آبخیز قورچای در جنوب حوضه آبخیز گرگانرود و در جنوب شهرستان رامیان استان گلستان قرار دارد. منطقه مورد مطالعه از لحاظ موقعیت



شکل (۲): مقاطع عرضی رودخانه در رودخانه

دسته‌بندی داده‌های دبی

برای برآورد میزان رسوب رودخانه قورچای و برنامه‌ریزی جهت برداشت رسوب از بستر لازم است که مدل بر اساس داده‌های دبی روزانه شبیه‌سازی شود. با توجه به محدودیت مدل برای ورود اطلاعات دبی در بخش شبیه‌سازی رسوب، دبی‌های کم که تأثیر کمی بر میزان حمل رسوب دارند با دوره زمانی طولانی و دبی‌های زیاد با دوره کوتاه دسته‌بندی شدند. نتایج حاصل از دسته‌بندی داده‌ها برای دوره ۱۰ ساله ۲۰۱۵-۲۰۰۵ به صورت منحنی سری‌های زمانی به مدل وارد شد (جدول-۱).



شکل (۳): دانه‌بندی رسوبات بستر رودخانه

RASGIS جهت ورود اطلاعات هندسی رودخانه به مدل IHEC-RAS ایجاد می‌شود.

در این تحقیق با توجه به این که فقط یک ایستگاه هیدرومتری در خروجی حوضه وجود دارد، ضریب زبری مانینگ از روش عکس و اسلاید تعیین گردید (بنی‌حبیب و منتظر، ۱۳۹۰). بدین منظور از منطقه بازدید صحرائی به عمل آمد و از قسمت‌های مختلف بستر اصلی رودخانه و ساحل چپ و راست به‌طور جداگانه، عکس تهیه گردید. سپس برای تعیین مقدار ضریب زبری مانینگ از اسلایدهایی که دارای ضریب زبری مشخصی می‌باشند استفاده شد و پس از مقایسه‌های متعدد میان عکس‌های تهیه شده و اسلایدهای موجود (ضریب زبری مشخص) مقدار ضریب زبری مانینگ به‌طور متوسط برای بستر اصلی حدود ۰/۰۳ و برای دو ساحل چپ و راست حدود ۰/۰۴ در نظر گرفته شد. با نمونه‌برداری از کف و کناره‌های رودخانه در بازه مورد بررسی و ترکیب نمونه‌های مختلف، دانه‌بندی رودخانه تعیین شد. منحنی دانه‌بندی در شکل ۳ آورده شده است.

جدول ۱- دسته‌بندی دبی‌های مرتب شده ۱۰ ساله

ردیف	دبی (مترمکعب بر ثانیه)	تداوم دبی (روز)	ردیف	دبی (مترمکعب بر ثانیه)	تداوم دبی (روز)	ردیف	دبی (مترمکعب بر ثانیه)	تداوم دبی (روز)
۱	۲۲/۰	۶۳	۳۴	۱۹/۱	۲۸	۶۷	۱۴/۴	۲۶
۲	۸/۳	۱	۳۵	۹/۱۸	۱	۶۸	۴/۱۱	۴
۳	۲۷/۰	۳	۳۶	۲۲/۰	۱۳۰	۶۹	۵/۵	۹
۴	۲۵/۷	۱	۳۷	۱۴/۰	۱۴۹	۷۰	۷۵/۱۲	۴
۵	۳۵/۱	۵۷	۳۸	۲۷/۴	۲	۷۱	۹/۲۲	۱
۶	۲۲/۴	۲	۳۹	۱	۱۲	۷۲	۲۶/۱۰	۱۱
۷	۹۴/۱	۲۶	۴۰	۳/۸	۱	۷۳	۳/۵	۹
۸	۶۳/۹	۱	۴۱	۱۶/۳	۱۵	۷۴	۹۲/۸	۲
۹	۱۵/۱	۱۵	۴۲	۸/۰	۳۹	۷۵	۴۶/۳	۸
۱۰	۲۷/۵	۷	۴۳	۶/۰	۲۹۱	۷۶	۸/۰	۴۸
۱۱	۲۶/۱	۱۴۶	۴۴	۶۱/۷	۱	۷۷	۴۸	۱
۱۲	۸۳/۶	۱	۴۵	۴/۲	۷۹	۷۸	۲/۱۶	۱
۱۳	۳/۰	۴۳	۴۶	۲/۰	۱۴۳	۷۹	۸۱/۵	۱
۱۴	۴/۱	۹۵	۴۷	۷/۱	۵۹	۸۰	۰/۸	۲۹
۱۵	۴۳/۴	۳	۴۸	۳	۱	۸۱	۴/۳۰	۱
۱۶	۱/۱	۳۶	۴۹	۴۹/۰	۷۴	۸۲	۳۹/۳	۲
۱۷	۱/۱۰	۱	۵۰	۱۴/۶	۱	۸۳	۲۶/۰	۸۲
۱۸	۹۸/۵	۶	۵۱	۷۵/۱	۱۱	۸۴	۶۵/۸	۱
۱۹	۳۸/۱	۶۹	۵۲	۹/۵	۶	۸۵	۴۶/۰	۳۲
۲۰	۴۵/۰	۳۳	۵۳	۴/۲۵	۱	۸۶	۶۷/۵	۲
۲۱	۹/۲۶	۱	۵۴	۳۱/۹	۱	۸۷	۶/۰	۱۱
۲۲	۵۱/۸	۱	۵۵	۱/۲	۸۱	۸۸	۶۶/۵	۱
۲۳	۵۸/۰	۲۸۶	۵۶	۱۶/۰	۲۹۹	۸۹	۸۷/۰	۶۲
۲۴	۳۸/۴	۱	۵۷	۴۶/۴	۳	۹۰	۹۴/۲	۹۴
۲۵	۵۴/۱	۷	۵۸	۶۷/۷	۱	۹۱	۱۴/۰	۳۰۸
۲۶	۶۴/۶	۱	۵۹	۳۳/۲	۲۷	۹۲	۴/۲	۱۴
۲۷	۶/۱۳	۱	۶۰	۱۴/۰	۱۳۸	۹۳	۳۶/۶	۱
۲۸	۶۳/۲	۹	۶۱	۱۳/۵	۲	۹۴	۷۶/۲	۲۲
۲۹	۲۸/۹	۳	۶۲	۴/۰	۵	۹۵	۳۵/۰	۴۵
۳۰	۲/۴	۴	۶۳	۴/۰	۴۸	۹۶	۵/۴۱	۱
۳۱	۸/۱۵	۱	۶۴	۷/۱۳	۱	۹۷	۳/۷	۱
۳۲	۳/۱۰	۹	۶۵	۶/۴	۲	۹۸	۲/۰	۱۱۵
۳۳	۸/۷	۴	۶۶	۹۷/۰	۱۱۶			

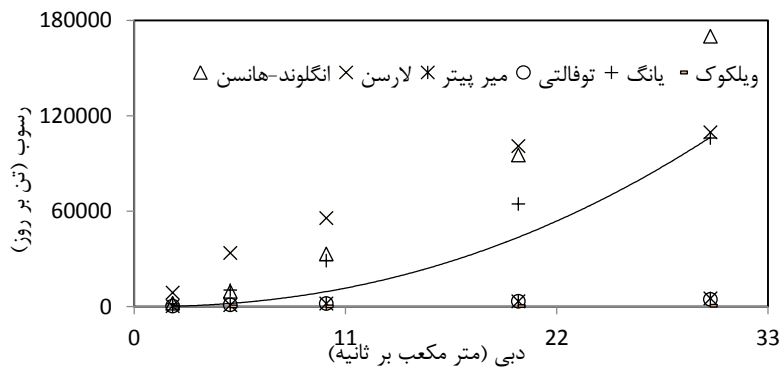
واسنجی مقادیر رسوب مدل

به‌منظور واسنجی معادله انتقال رسوب از منحنی سنجه رسوب در ایستگاه استفاده شد. با توجه به بررسی‌های انجام شده و قضاوت مهندسی، به طور متوسط میزان بار کف رودخانه ۲۰ درصد بار معلق در نظر گرفته شد.

از آنجایی که ۷ رابطه برآورد رسوب نظیر ایکرز - وایت، توفالتی، انگلند - هانسن، لارسن (کوپلند)، میر پیتر، ویلکوک و یانگ در مدل HEC-RAS وجود دارد، لذا تمام روش‌ها به‌منظور محاسبه میزان انتقال رسوب در بازه مورد نظر استفاده گردید. با توجه به اطلاعات وارد

مقدار رسوب را بسیار بیشتر از مقدار واقعی برآورد کرده است و در شکل آورده نشده است. (حسینی و همکاران، ۱۳۹۱) و (جباری و همکاران، ۱۳۹۳) نیز در تحقیقات خود نشان دادند روش یانگ میزان انتقال رسوب را نسبت به ۶ روش دیگر را بهتر پیش‌بینی می‌کند.

شده به نرم‌افزار میزان رسوب منتقل شده توسط روش‌های ذکر شده محاسبه شد و سپس نتایج این روش‌ها با رابطه منحنی سنجه مقایسه گردید. شکل ۴ نشان می‌دهد رسوب پیش‌بینی شده توسط رابطه یانگ در دبی‌های مختلف به رابطه دبی-رسوب نزدیک می‌باشد و این رابطه به عنوان بهترین رابطه برای انتقال رسوب در این رودخانه انتخاب گردید. رابطه ایگز وایت



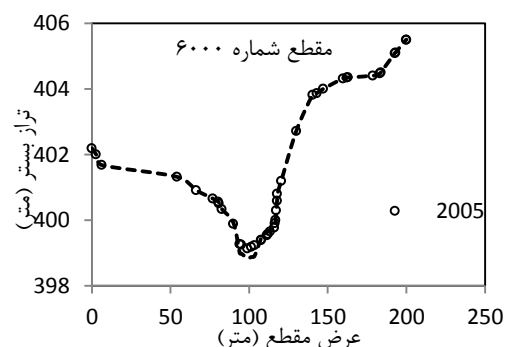
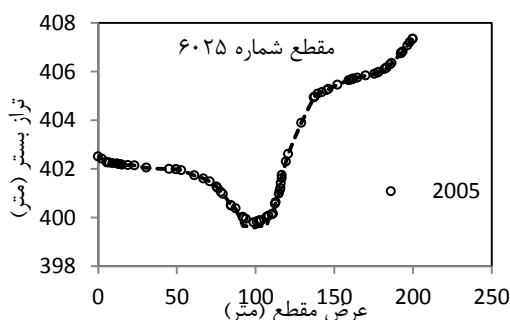
شکل (۴): مقایسه روش‌های مختلف با روش منحنی سنجه

تغییرات مقاطع در سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵

با بررسی مقاطع در بالادست رودخانه و مقایسه تغییرات عمق بین سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۵ می‌توان به این نتیجه رسید که در این قسمت از بازه رودخانه فرسایش به مقدار کم رخ داده است و رودخانه تقریباً در تعادل قرار دارد (شکل ۵).

نتایج و بحث

پس از وارد کردن اطلاعات مورد نیاز به مدل HEC-RAS و تعیین بهترین رابطه انتقال رسوب، مدل برای بازه ۱۰ ساله اجرا گردید و تغییرات هیدرولیک و مقاطع مورد بررسی قرار گرفت.



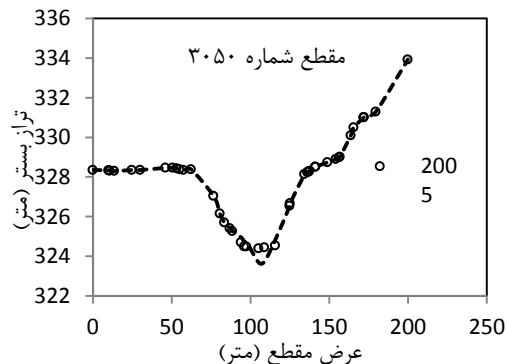
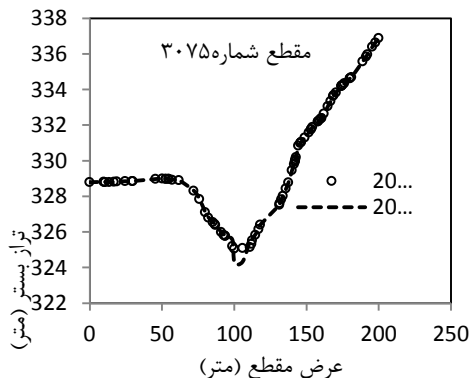
شکل (۵): نمایی از مقاطع در فاصله ۶ کیلومتری از پایین‌دست

مرکز مقطع قابل مشاهده می‌باشد. در بازدیدهای میدانی از رودخانه، گود افتادگی بستر در مرکز مقطع

تغییرات مقاطع در بازه میانی رودخانه در شکل ۶ آورده شده است. در این بازه حدود ۱ متر فرسایش در

کانال عمیقی در مرکز مقطع ایجاد شده بود.

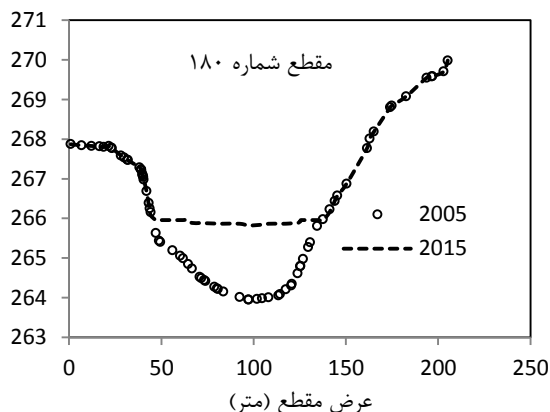
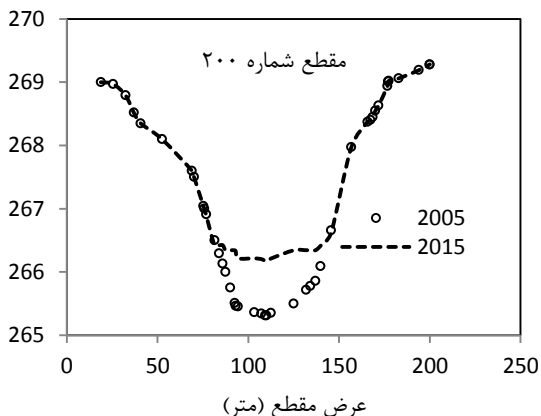
کاملاً مشخص بود و در محدوده کیلومتر ۳ رودخانه،



شکل (۶): نمایی از مقاطع در کیلومتر ۳ کیلومتری از پایین دست

محدوده از رودخانه به دلیل کاهش شیب و سرعت آب، مواد رسوبی حمل شده از بالادست رسوبگذاری می-شوند.

شکل ۷ تغییرات مقطع در محدوده پایین دست رودخانه را نشان می دهد. در پایین دست بازه مورد مطالعه تراز بستر به مقدار قابل توجهی افزایش یافته است که به سمت پایین دست این افزایش بیشتر می شود. در این

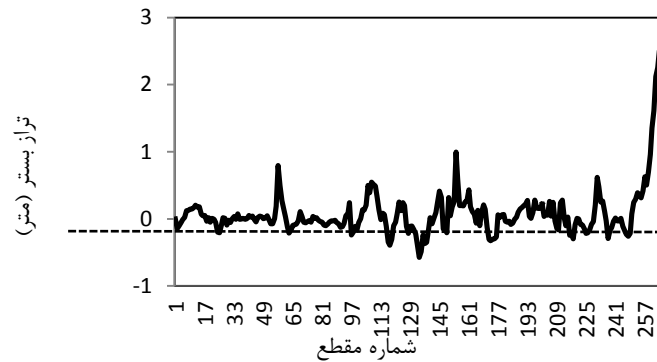


شکل (۷): نمایی از مقاطع در کیلومتر انتهایی رودخانه

۲۰۱۵ است. در سال ۲۰۱۵ نسبت به سال ۲۰۰۵ در بعضی مناطق فرسایش و در بعضی دیگر رسوبگذاری اتفاق افتاده است. در انتهای بازه مورد مطالعه، عمق رسوب گذاری به شدت افزایش یافته است که دلیل آن کاهش شیب رودخانه می باشد.

میزان تغییرات در تراز کف رودخانه قورچای

حداکثر تغییرات تراز بستر در رودخانه قورچای طی یک دوره ۱۰ ساله شبیه سازی شد. شکل (۸) روند تغییرات تراز بستر را نشان می دهد. خط افقی در تراز صفر مربوط به سال ۲۰۰۵ و خط چین مربوط به سال

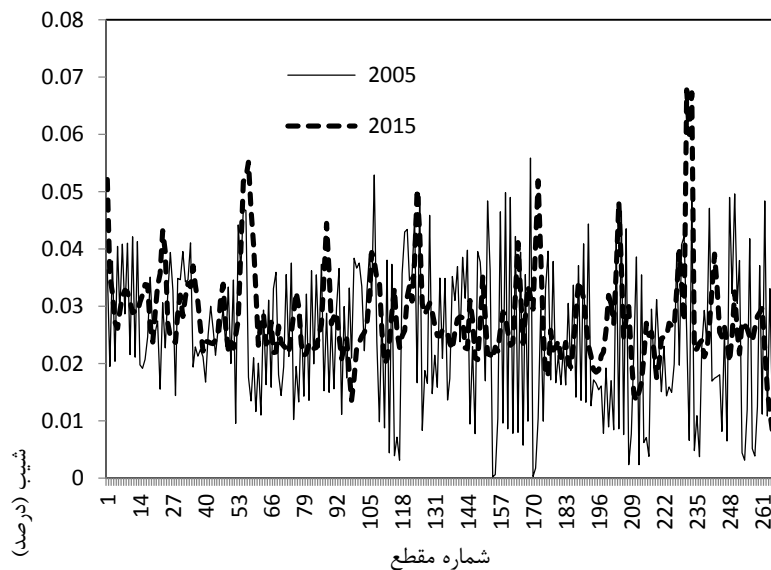


شکل (۸): تغییرات تراز بستر در مقاطع مختلف رودخانه

نوسانات شیب کمتر شده و به طور کلی در کل بازه تغییرات شیب نسبت به سال ۲۰۰۵ کاهش یافته است. در انتهای بازه شیب کاهش قابل توجهی دارد که این کاهش شیب منجر به رسوبگذاری و افزایش تراز در این بخش می‌شود (شکل ۹).

بررسی تغییرات درصد شیب

شکل ۱۱ مقدار شیب در هر مقطع را نشان می‌دهد. در کل بازه، شیب رودخانه در سال ۲۰۰۵ دارای نوسانات زیادی است. در برخی بازه‌ها در فاصله‌ی بسیار کوتاه تغییرات شیب بسیار زیاد است. در سال ۲۰۱۵



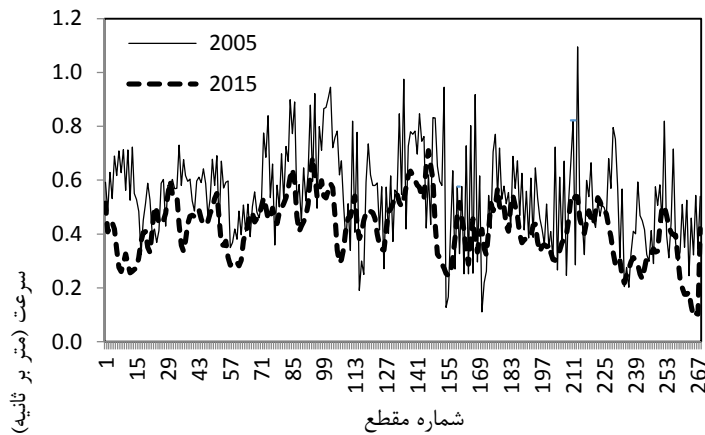
شکل (۹): بررسی تغییرات شیب رودخانه

اما در سال ۲۰۱۵ به دلیل کاهش شیب عمومی و تغییرات مقاطع، سرعت جریان کاهش یافته است. در بازه انتهایی رودخانه مقدار سرعت کاهش یافته است که به دلیل فرسایش در بالادست رودخانه و انتقال رسوبات به پایین دست و در نتیجه کاهش شیب می‌باشد. کاهش

بررسی سرعت آب در سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۵

بررسی میزان سرعت آب در مقاطع مختلف رودخانه و مقایسه سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۵ نشان می‌دهد در سال ۲۰۰۵ به علت شیب و شکل مقاطع رودخانه سرعت جریان آب زیاد است و همچنین نوسانات سرعت نیز به دلیل نوسانات شیب بیشتر است

شیب سبب تجمع رسوبات رودخانه در پایین دست شده است (شکل ۱۰).

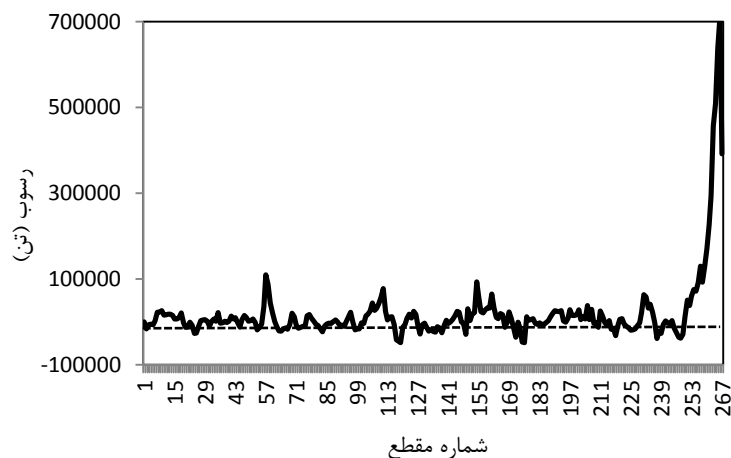


شکل (۱۰): تغییر سرعت آب در سال ۲۰۱۵ و ۲۰۰۵

جهت برداشت رسوب مناسب نمی‌باشند. در پایین دست رودخانه به علت کاهش شیب و عریض شدن رودخانه، به مقدار زیادی رسوب گذاری صورت گرفته است و این بخش می‌تواند جهت برداشت رسوبات بسیار مناسب باشد. به دلیل تجمع زیاد رسوبات در محدوده انتهایی رودخانه این محدوده را می‌توان به عنوان مناسب‌ترین محدوده برای برداشت رسوبات انتخاب کرد.

تعیین محدوده‌های مناسب برداشت مصالح

شکل ۱۱ میزان فرسایش و رسوبگذاری را در هر مقطع بر حسب تن نشان می‌دهد. با بررسی روند تغییرات رسوب گذاری در بازه مورد مطالعه از رودخانه می‌توان محدوده برداشت رسوبات را مشخص کرد. در قسمت قابل توجهی از رودخانه در مقاطع مختلف، فرسایش و رسوبگذاری به طور متناوب تکرار شده است. میزان رسوب گذاری در این مقاطع بسیار کم است و



شکل شماره (۱۱): تغییر میزان رسوب در مقاطع مختلف رودخانه

تعیین مکان و عمق مناسب برداشت رسوب

با توجه به نتایج حاصل از اجرای مدل و تغییرات فرسایش و رسوب در طول بازه مورد مطالعه و همچنین طبق بررسی‌ها و محاسبات انجام شده حداقل رسوب قابل برداشت ۲۲ سانتی‌متر می‌باشد (جباری و همکاران، ۱۳۹۳). بنابراین میزان برداشت و محدوده مورد نظر بر اساس این محدودیت تعیین گردید.

بر اساس نتایج حاصل از شبیه‌سازی مشخص شد که متوسط عمق برداشت حداکثر ارتفاع رسوب‌گذاری باشد. بررسی‌ها نشان داد رسوب‌گذاری در مقاطع بالادست بسیار ناچیز بوده ولی در مقاطع پایین‌دست به حدود ۹۰ سانتی‌متر می‌رسد (جدول ۲).

جدول ۲- وزن و عمق رسوبات ته‌نشین شده

ارتفاع متوسط رسوب (متر)	طول بازه	وزن رسوب (تن)	مقاطع
۰/۰۴	۵/۱۱۴۷	۱۵۳۹۹۲	۵۱-۱
۳۸/۰	۵/۴۲۷	۱۸۳۱۱۱	۷۰-۵۲
۲۵/۰	۵/۱۰۱۲	۲۵۰۲۰۱	۱۱۵-۷۱
۱/۰	۲۳۸۵	۴۰۷۶۱۱	۲۲۱-۱۱۶
۴۵/۰	۳۱۵	۱۴۱۸۹۸	۲۳۵-۲۲۲
۸۷/۰	۷۲۰	۳۹۰۶۱۵۱	۲۶۷-۲۳۶

با استفاده از نتایج حاصل از شبیه‌سازی مدل HEC-RAS حجم متوسط رسوب خروجی از مقاطع مختلف رودخانه، میزان تغییرات در تراز کف هر یک از مقاطع و عمق مجاز برداشت مصالح شن و ماسه در بازه‌های مختلف قابل تعیین است. در بازه اول که از مقطع شماره ۱ تا مقطع شماره ۵۱ می‌باشد متوسط میزان ارتفاع رسوب ۴ سانتی‌متر بوده و میزان رسوب‌گذاری حدود ۱۵۳ تن می‌باشد. در این بازه میزان رسوب‌گذاری بسیار کم بوده و قابل برداشت نمی‌باشد. در بازه دوم که از مقطع شماره ۵۲ تا مقطع شماره ۷۰ می‌باشد طول بازه حدود ۵۰۰ متر بوده و ارتفاع رسوب‌گذاری تقریباً ۳۸ سانتی‌متر می‌باشد. در این بازه نیز میزان رسوب برای برداشت کم است. در بازه‌های سوم و چهارم به طول یک و نیم کیلومتر مانند بازه اول و دوم

میزان رسوب‌گذاری کم بوده و امکان برداشت رسوب وجود ندارد. در بازه پنجم شرایط از نظر عمق و حجم رسوب‌گذاری برای برداشت مناسب است. این بازه حدود ۳۰۰ متر بوده و ارتفاع رسوب‌گذاری تقریباً ۴۵ سانتی‌متر است و امکان برداشت رسوب در این محدوده وجود دارد. بازه ششم که از مقطع ۲۳۶ شروع شده و تا ۲۶۷ ادامه دارد بهترین مکان برای برداشت مصالح می‌باشد. طول این بازه تقریباً ۷۰۰ متر و ارتفاع رسوب‌گذاری در این بازه حدود ۹۰ سانتی‌متر است و بیش از نیمی از رسوب حمل شده از بالادست در این محدوده ته‌نشین شده است. بهترین منطقه برای برداشت مصالح رودخانه‌ای بازه‌های ۵ و ۶ هستند که طول این دو بازه حدود یک کیلومتر است.

محاسبه مجموع رسوب ورودی و خروجی در طول دوره شبیه‌سازی ۱۰ ساله در بازه مورد مطالعه با احتساب ۲۰٪ بار کف نشان می‌دهد میزان رسوب ورودی تقریباً معادل ۶ میلیون تن است که از این میزان رسوب تقریباً ۵۰۰ هزار تن آن از بازه انتهایی رودخانه خارج می‌گردد که با محاسبه آن میزان رسوب قابل برداشت معادل ۵ میلیون تن به دست می‌آید. بیشترین میزان رسوب‌گذاری در انتهای رودخانه به طول ۷۲۰ متر حدود ۳/۹ میلیون تن است که بهترین مکان برای برداشت رسوب در محدوده مورد مطالعه است. با توجه به محاسبات صورت گرفته در این بازه از رودخانه بر اساس میزان رسوب ورودی و خروجی در طی ۱۰ سال دوره شبیه‌سازی، میزان رسوب قابل برداشت مجاز در این رودخانه تقریباً ۰/۴ میلیون تن در سال است.

(حسینی و همکاران، ۱۳۹۱) در بازه ۴۳ کیلومتری رودخانه خررود عمق متوسط برداشت مصالح را ۴۰ سانتی‌متر و میزان برداشت رسوب را ۲ میلیون تن در سال تعیین کردند. همچنین (جباری و همکاران، ۱۳۹۳) در بازه ۵۰ کیلومتری رودخانه ابهرود میزان برداشت مصالح را ۱/۵ میلیون تن در سال پیشنهاد دادند. میزان مصالح قابل برداشت در رودخانه قورچای با تحقیقات انجام شده در رودخانه خررود و ابهرود نشان می‌دهد با توجه به طول کوتاه رودخانه رسوب قابل توجهی برای برداشت وجود دارد اما بازدهی‌های

مانند بهسازی رودخانه باعث کنترل سیل در رودخانه می‌شود.

بررسی ظرفیت انتقال رسوب در ۵ کیلومتر اول رودخانه نشان می‌دهد ظرفیت حمل رسوب رودخانه نسبتاً ثابت است و فرسایش و رسوبگذاری تقریباً در تعادل می‌باشند اما در کیلومتر ۶ به دلیل تغییرات مقطع و شیب، میزان رسوبگذاری افزایش می‌یابد. تغییرات تراز کف (فرسایش و رسوبگذاری) در بالادست منطقه مورد مطالعه به نحوی است که امکان برداشت رسوب وجود ندارد. در پایین‌دست منطقه به دلیل تغییرات عرض و شیب، رسوب قابل توجهی ته‌نشین می‌شود.

بازدیدهای میدانی نشان می‌دهد در صورت ادامه برداشت مصالح با مقدار فعلی انتظار می‌رود خسارات وارده بیشتر شود و ممکن است منجر به تغییر مسیر رودخانه شود.

میدانی نشان می‌دهد میزان برداشت بسیار بیشتر از این مقدار بوده و خسارات زیادی به وجود آورده است.

نتیجه‌گیری:

در این تحقیق با مدل HEC-RAS الگوی هیدرولیک و رسوب رودخانه قورچای شبیه‌سازی شد و بهترین مکان و میزان برداشت شن و ماسه تعیین گردید. بازدیدهای میدانی در طی ۲ سال نشان داد ریزش دیواره‌های کناری رودخانه و تخریب پل بر اثر برداشت غیر اصولی مصالح اتفاق افتاده است. انتخاب محل و میزان برداشت موضوع مهمی است. همان اندازه که برداشت غیر اصولی موجب تخریب اراضی و جنگل‌های اطراف رودخانه قورچای می‌شود برداشت اصولی مصالح می‌تواند باعث تثبیت رودخانه، جلوگیری از خسارات احتمالی و افزایش آبگذری رودخانه شود. شهر رامیان در پایین‌دست رودخانه قورچای قرار دارد و برداشت مصالح در پایین‌دست

منابع:

- آزم، ن.، م. قمشی، ژ. فایضی و م. منصوری هفشجانی. ۱۳۹۲. شبیه‌سازی هیدرولیکی طرح‌های ساماندهی رودخانه با استفاده از مدل ریاضی HEC-RAS (مطالعه موردی رودخانه کارون). نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۷، شماره ۴، ص ۸۱۱-۸۰۲.
- بنی حبیب، م.ا.، و ع.ا. منتظر. ۱۳۹۰. راهنمای تعیین ضریب زبری رودخانه‌ها. نشریه شماره ۳۳۱ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور.
- باقری، ع. ۱۳۸۴. پهنه‌بندی سیلاب رودخانه گرمرو با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS پایان‌نامه دانشگاه شهید، چمران اهواز.
- تلوری، ع. ۱۳۶۸. بررسی پدیده پیچان رود و فرسایش رودخانه در قسمتی از رودخانه کارون. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ص ۱۲۳.
- جباری، آ.، س. ا. حسینی، ا. حقی‌آبی، ص. امامقلی‌زاده و ع. بهنیا. ۱۳۹۳. برآورد دبی انتقال رسوب رودخانه با استفاده از مدل ریاضی HEC-RAS. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب. سال چهارم، شماره ۱۶، ص ۱۹-۳۴.
- جباری، ا. و ه. فرضی. ۱۳۸۸. تولید شن و ماسه و نتایج آن در تغییر الگوی حمل بار رسوب رودخانه رازآور. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۹۳، ص ۱۵۷۴۳-۱۵۷۶۰.
- حسینی، س. ا.، ن. جواهری، و م. حبیبی. ۱۳۹۱. ارائه راهبردهای فنی در مکان‌یابی نقاط مناسب به‌منظور برداشت رسوبات رودخانه‌ای. مجله مهندسی و مدیریت آبخیز، سال چهارم، شماره ۲، ص ۸۴-۹۳.

خسروی، غ.، م. نجفی و م. اعظمی‌راد. ۱۳۹۴. ارزیابی قابلیت یک مدل عددی در شبیه‌سازی هیدرودینامیک جریان و رسوب مطالعه موردی: پیچان رود پایین‌دست سد میناب. علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، سال نهم - شماره ۳۰، ص ۵۱-۶۷.

سالمیان، ا. ۱۳۸۵. پهنه‌بندی سیلاب رودخانه بشار با نرم‌افزار HEC-RAS. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران.

Tay, M., S.B. Mitchell, J. Chen and J. Williams. 2016. Numerical modelling approach for the management of seasonal influenced river channel entrance. *Ocean & Coastal Management*, 130(3): 79-94.

Calle, M., P. Alho and G. Benito. 2017. Channel dynamics and geomorphic resilience in an ephemeral Mediterranean river affected by gravel mining. *Geomorphology*, 285: 333-346.

Morianou, G., N. Kourgialas, G.P. Karatzas and N.P. Nikolaidis. 2016. Hydraulic and Sediment Transport Simulation of Koiliaris River Using the MIKE 21C Model. *Procedia Engineering*, 162: 463-470.

Ghariesifard, M., A. Jahedan and B. Molazem. 2012. Determining the Suitable Sediment extraction Locations of Existing Sand and Gravel Mines on Boshar River in Iran using HEC-RAS Modeling. *ICSE6 Paris - August 27-31*, 477-485.

Ghafouri Azar, M., M.R. Namaee and M. Rostami. 2012. Evaluation a numerical model to simulate the variation of river bed due to a mining pit based on experimental data. *Asian journal of applied science*, 5(2): 154-163.

Hakim Safi, W., V Prasad and R. Khare. 2017. Simulation For Sedimentation Assessment A Case Study Of Kunar River In Afghanistan. *International Journal of Advance Research*, 5(2): 406-416.

Ashraf, M.A., M. J. Maah, I. Yusoff and A. Wajid. 2011. Sand mining effects, causes and concerns: A case study from Bestari Jaya, Selangor, Peninsular Malaysia. *Scientific Research and Essays*, 6(6): 1216-1231.

Chen, D., M. Liu. 2009. One- and Two-dimensional Modeling of Deep Gravel Mining in the Rio Salado. *World Environmental and Water Resources Congress*, 3462-3470.

Kim, C. 2005. Impact Analysis of River Aggregate Mining on River Environment. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 9(1): 45-58.

Determination of sand and gravel mine locations using HEC-RAS model (case study: Qurchay River in Golestan Province)

Abouzar Moradi¹, Seyed Morteza Seyedian², Mehdi Kahe³, Ali Heshmatpour⁴

Abstract

Rivers and streams was eroded by flood flows and destroy bridges, farmland, and in some cases homes every year. Study of rivers hydraulic pattern is necessary to control and manage rivers to make better decisions in critical situations. Irregular gravel mining is one of the most important factors to unbalance river hydraulic. The aim of this study is to evaluate the sand and gravel minig in river Qurchay that gravel mining operation was conducted in the range of 6 km. Therefore, collected of data contain sediment, discharge and map 1:1000. After entering data into the HEC-RAS model, hydraulic and sediment was simulate in period of 2005-2015. Yang relationship was predicted sediment transport very well. Bed slope changes in 6 km river in sections show that fluctuations of bed slope decreases in 2015 compared to 2005. It also shows the average speed is also reduced in 2015. The results of the simulation show that the rate of erosion and sedimentation at first 5 km is almost in equilibrium and does not cover gravel mining. The best area for gravel mining is final 720 meters of the river because flow velocity decreased due to slope and shape of cross section and sediment deposited with an average depth of 90 cm. Calculations show that the amount of gravel was mined almost 0.4 million tons per year.

Keyword: River mine, Qurchay river, simulation, HEC-RAS.

¹ Graduated student

² Assistant professor, Gonbad university, s.m.seyedian@gmail.com (Corresponding author)

³ Ph.D. in hydraulic Structure, Expert in Ministry of energy

⁴ Assistant professor, Gonbad university