نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۷، شماره ۴، مهر – آبان ۱۳۹۲، ص. ۸۱۱-۸۰۲

Journal of Water and Soil
Vol. 27, No.4, Sept.-Oct. 2013, p. 802-811

شبیه‌سازی هیدرولیکی طرح‌های ساماندهی رودخانه با استفاده از مدل ریاضی Hec-Ras4 (مطالعه موردی رودخانه کارون)

نوال آزم[1*]- مهدی قمشی[2]- ژاله فایضی زاده[3]- مهوش منصوری هفشجانی[4]

تاریخ دریافت:۱۳۹۱/۱۲/۱۲
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۵/۲۰

چکیده

اصلاح مسیر از طریق پاکسازی بستر از رسوبات و ناهنجاری‌های موجود و هم‌چنین ایجاد میانبر به منظور حذف چم‌های تند و برقراری راستای مناسب از جمله روش‌های غیر سازه‌ای مؤثر در افزایش آبگذری و کاهش تراز سیلاب می‌باشد. تحقیق حاضر به مقایسه اثرات ۱- لایروبی رودخانه کارون در مقطع اهواز، ۲- حذف ارتفاعات ناهمگون در پایین‌دست رودخانه با هدف منظم‌تر کردن شیب و ۳- حذف مئاندر نعل‌اسبی پایین‌دست اهواز (مئاندر جنگیه) با استفاده از مدل ریاضی Hec-Ras4 پرداخته است. تجزیه و تحلیل نتایج مدل نشان داد که لایروبی در بازه‌ی اهواز به شکل کف‌کنی تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر روی پروفیل سطح آب ندارد و تنها روند رسوب‌گذاری و فرسایش را در این بازه سرعت می‌بخشد. به منظور رسیدن به نتیجه‌ایی بهتر و اثر بخش‌تر کردن لایروبی، ایده‌ی منظم‌تر کردن شیب هیدرولیکی رودخانه از طریق کاهش ارتفاعات ناهمگون در محدوده‌ی ۲ قوس واقع در پایین دست اهواز پیشنهاد و مورد بررسی قرار گرفت، که نتایج مدل نشان داد که این طرح اثر قابل ملاحظه‌ایی بر هیدرولیک جریان و بالابردن اثربخشی لایروبی خواهد داشت. در بخش پایانی اجرای مدل هم دیده شد حذف مئاندر نعل‌اسبی پایین‌دست اهواز بیش‌ترین تاثیر در کاهش تراز سیلاب و روند رسوب‌گذاری در بازه اهواز را دارد.

واژه های کلیدی: رودخانه کارون، لایروبی، حذف مئاندر

مقدمه

تغییرات و جابه جایی‌هایی که در اثر عوامل طبیعی یا مصنوعی در مسیر و ویژگی‌های هندسی رودخانه رخ می‌دهد، نتیجه منطقی عکس‌العمل سامانه رودخانه برای برقراری موازنه جدید بین فرایند فرسایش و رسوب‌گذاری می‌باشد. از این رو انجام دادن اقدامات ساماندهی و دخالت در نظام رودخانه‌ای مستلزم شناخت قواعد خاص حاکم بر آن بوده و بررسی و پیش‌بینی عکس‌العمل رودخانه قبل از هر اقدامی ضروری است. مطالعات فرسایش و رسوب‌گذاری این امکان را فراهم می آورد تا بتوان ضمن شناخت رفتار ریخت‌شناسی رودخانه، اثرهای اقدامات مختلف ساماندهی را بر عملکرد رفتاری رودخانه مورد ارزیابی کمی و کیفی قرار داده و از این طریق امکان تشخیص عوامل ناپایداری و اعمال معیارهای مناسب حفاظتی و اقدامات مهندسی را پیشاپیش میسر نمود (۵).

از جمله اهداف بهسازی رودخانه‌ها کاهش تراز سیلاب در بازه‌ای از رودخانه می‌باشد. این کار به وسیله افزایش توان آبگذری آبراه و سیلاب دشت همراه با اصلاح راستا و تثبیت رودخانه صورت می‌گیرد و شامل کلیه کارهایی است که منجر به اصلاح مسیر، تعریض، تعمیق مقطع عرضی، تنظیم عمق جریان و شیب طولی، تغییر ضریب زبری بستر، حذف موانع زاید در مسیر جریان و تثبیت کناره‌ها و بستر رودخانه می‌گردد.

رودخانه کارون از مشکل سازترین رودخانه‌ها به لحاظ فرسایش و رسوب‌گذاری می‌باشد. مکانیسم انتقال رسوب این رودخانه بسیار پیچیده بوده و عوامل مختلف از قبیل چسبنده بودن رسوبات معلق، درصد بسیار زیاد بار شسته (حوضه‌ای) و وجود قوس‌های فراوان آن را پیچیده‌تر نموده است. تغییرات رژیم جریان در رودخانه که بواسطه

۱-دانشجوی دکتری سازه های آبی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
(*- نویسنده مسئول: Email:naval.azam@yahoo.com)
۲و۴- به ترتیب استاد و دانشجوی دکتری گروه سازه های آبی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه های آبی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

Archive of SID
www.SID.ir

ایجاد سدهای متوالی در کارون ایجاد شده، سبب گردیده که حجم قابل توجهی از رودخانه توسط رسوبات پر شود و هر ساله شاهد صدمات جانی و مالی زیادی توسط سیلاب‌هایی با دبی کمتر از گذشته باشیم. وجود شهرهای بزرگ در مسیر رودخانه کارون و ضرورت حفاظت از این شهرها، اراضی کشاورزی و مراکز بزرگ صنعتی در برابر سیلاب، لزوم اجرای طرح‌های کنترل سیلاب در این رودخانه را ضروری می‌نماید.

اولین مطالعه مدون در زمینه وضعیت رسوب‌گذاری رودخانه کارون، توسط خیراله (۴) در سال ۱۳۷۰ و به منظور ساماندهی این رودخانه برای عبور سیلاب با حداقل رسوب‌گذاری انجام شده است. در این مطالعه از مدل HEC- 6 با ۷ مقطع عرضی در طول حدود ۱۰ کیلومتر استفاده شده است. نتایج مطالعه نشان می‌دهد نرخ ارتفاع متوسط رسوب‌گذاری حدود ۳-۵ سانتیمتر در سال است. عباسی (۷) در سال۱۳۸۶، با استفاده از مدل شبکه عصبی QNET- 2000 نتیجه گرفت که با توجه به ظرفیت رسوب معلق عبوری از ایستگاه‌های اهواز و فارسیات، این بازه از رودخانه کارون دارای وضعیت رسوب‌گذار می‌باشد. شاهی‌نژاد و همکاران (۶) در سال ۱۳۸۸، هیدرولیک رسوب کانال لایروبی رودخانه کارون را با استفاده از مدل ریاضی GSTARS3 بررسی و شبیه‌سازی نموده و به این نتیجه رسیدند که برای مدیریت کانال لایروبی و حفظ آن به منظور کنترل مطمئن سیلاب، لازم است لایروبی دوره‌ای این کانال توسط لایروب های کوچک مدنظر قرار گیرد.

پورآصف و عبدالشاه نژاد (۲) در سال ۱۳۸۸ با پیشنهاد احداث ۶ میان‌بر در رودخانه کارون به صورت مصنوعی و تاثیر احداث این میان‌برها در کاهش تراز سیلاب، نشان دادند که با احداث هریک از میان‌برها در قوس‌های مورد مطالعه و برای مقادیر دبی با دوره بازگشت ۲۵ ساله در نقطه ورودی قوس، مقدار کاهش تراز سیلاب بیش از یک متر خواهد بود و حذف اثر مجموع افت‌های انرژی ناشی از قوس‌های موجود، موجب کاهش تراز عبور جریان به میزان قابل توجهی خواهد شد.

آذرنگ و همکاران (۱) در سال ۱۳۸۸ با استفاده از مدل یک بعدی CCHE به شبیه‌سازی هیدرولیکی و رسوبی رودخانه کارون در بازه اهواز- فارسیات پرداختند و سپس نتایج حاصل از اجرای مدل را با اندازه‌گیری‌های میدانی صحت‌سنجی نمودند. در نهایت با توجه به نتایج حاصل از مدلCCHE میزان رسوب گذاری در بازه اهواز- فارسیات را در حدود دو و نیم میلیون تن در سال برآورد کردند.

موسوی جهرمی و همکاران (۹) در سال ۱۳۸۹ تاثیر لایروبی جزایر تشکیل شده در رودخانه کارون با استفاده از مدل ریاضی CCHE2D و اطلاعات حاصل از مقاطع عرضی نقشه برداری شده در سال‌های ۷۷ و ۸۴ را مورد بررسی قرار دادند. نتایج مدل نشان داد که برای سیلاب های ۲، ۲۵ و ۱۰۰ ساله با لایروبی کامل جزایر تراز سیلاب به ترتیب ۰/۴۴ ، ۰/۲۴ و ۰/۲۷ متر کاهش خواهد یافت.

در این تحقیق روش لایروبی یا حفر بستر رودخانه کارون، ساماندهی رودخانه به شکل منظم نمودن شیب رودخانه با حذف ارتفاعات ناهمگون بستر و حذف قوس از طریق احداث میان‌بر مطرح و شبیه‌سازی گردید و تاثیر روش‌های ساماندهی فوق بر نحوه‌ی تغیرات بستر و پروفیل سطح آب در بازه‌های زمانی مختلف با استفاده از مدل Hec Ras4 ارزیابی شد و مناسب‌ترین روش ساماندهی رودخانه کارون به همراه نتایج کمی آن ارائه گردید.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

رودخانه کارون یکی از بزرگ‌ترین و طویل‌ترین رودخانه‌های ایران و حوضه آب‌ریز خلیج‌فارس و دریای عمان بوده و آب‌های مناطق وسیعی از کشور را جمع‌آوری و به خلیج‌فارس می‌رساند. طول رودخانه کارون حدود ۸۹۰ کیلومتر و حوضه آبریز آن منطقه‌ای به وسعت ۶۲۵۷۰ کیلومترمربع و آورد سالانه‌ی آن مطابق اندازه-گیری‌های ایستگاه اهواز ۲۲ میلیارد متر مکعب تخمین زده شده است.

مدل ریاضیHEC-RAS

مدل HEC-RAS برای محاسبات هیدرولیکی جریان یک‌بعدی در یک شبکه کامل از کانال‌ها طراحی شده است. مدل شامل سه مولفه تحلیل هیدرولیکی یک‌بعدی برای: ۱- محاسبه پروفیل سطح آب در حالت جریان ماندگار ۲- شبیه‌سازی جریان غیر ماندگار ۳- محاسبه انتقال رسوب در مرز متحرک می‌باشد. مولفه جریان ماندگار قابلیت مدل سازی پروفیل‌های سطح آب در رژیم‌های جریان زیر-بحرانی، فوق بحرانی و مختلط را دارا است.

بخش انتقال رسوب این مدل برای شبیه سازی یک بعدی ته-نشینی رسوب و یا فرسایش و آب‌شستگی بستر در سال ۲۰۰۶ توسعه داده شده است. نتایج حاصل از مدل انتقال رسوب کاملا وابسته به نوع معادله انتخاب شده می‌باشد. ترتیب فرضیات، شرایط هیدرولیکی و اندازه دانه‌ها برای هر مدلی که ایجاد می‌شود و انتخاب روش تحت شرایطی که بسیار نزدیک به سیستم می‌باشد باید به دقت مورد توجه قرار گیرد (۱۲). در این تحقیق با استناد به نتایج واسنجی شاهی‌نژاد و همکاران (۶) در رودخانه کارون و در بازه‌ی اهواز از رابطه‌ی انتقال رسوب توفالتی استفاده گردید، زیرا رابطه توفالتی برای دانه بندی ماسه و در شرایط آزمایشگاهی-صحرایی بر اساس محاسبه ستون های عمودی غلظت استخراج گردیده است و در رودخانه های بزرگ نتایج قابل قبولی را ارائه داده است. با توجه به این‌که رودخانه کارون در طول ناحیه مورد مطالعه در دشت آبرفتی خوزستان عمدتا از لایه‌های ماسه‌ای و سیلتی پوشیده شده است، این رابطه مطابقت

Archive of SID

www.SID.ir

بیشتری با شرایط واقعی رودخانه کارون در بازه‌ی زمانی مورد نظر دارد.

داده‌های مورد نیاز

برای شبیه‌سازی هیدرولیک جریان و رسوب رودخانه کارون توسط مدل HEC-RAS4 به اطلاعات ژئومتری، هیدرولوژیکی و رسوبی رودخانه نیاز می‌باشد.

در بخش ژئومتری شکل شماتیک پلان رودخانه، مقاطع عرضی رودخانه، ضریب زبری مانینگ و ضرایب بازشدگی و تنگ‌شدگی به مدل داده شد.

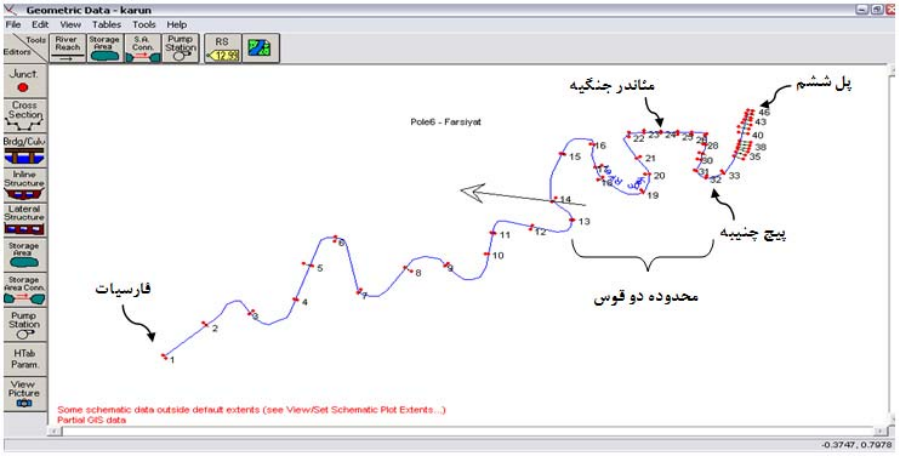
در این تحقیق بازه‌ایی ۵۰ کیلومتری از رودخانه‌ی کارون در حد فاصل پل ششم تا فارسیات در نظر گرفته شده، که شامل ۴۶ مقطع عرضی می‌باشد. در شکل ۱ پلان شماتیک رودخانه کارون در بازه پل ششم–فارسیات نشان داده شده است.

بعد از ترسیم شکلی شماتیک از بازه‌ی مورد مطالعه (شکل ۱)، ۴ سری متفاوت از مقاطع عرضی به مدل معرفی و مدل برای بخش‌های زیر اجرا شد. در سری اول شبیه سازی هیدرولیک جریان و رسوب رودخانه کارون بدون انجام عملیات لایروبی در بازه‌ی زمانی ۸۳–۸۹ انجام گردید و نتایج آن استخراج شد. بخش دوم مربوط به عملیات لایروبی در بازه‌ی اهواز (محدوده پل ششم تا پیچ چنیبه) است، که زیر نظر سازمان آب و برق استان خوزستان انجام گرفته و مقاطع مربوط به آن برداشت شده است. در بخش سوم از اجرای مدل، با توجه به نتایج بخش اول و دوم، ایده‌ی لایروبی در پایین‌دست اهواز ارائه گردید. در این ایده، لایروبی به صورت کاهش ارتفاع نقاطی از بستر که از شیب طبیعی رودخانه پیروی نمی‌کردند و در پروفیل طولی مربوط به خطالقعر رودخانه، بالازدگی این نقاط کاملا مشهود بود (محدوده‌ی دو قوس بزرگ در پایین دست اهواز)، پیشنهاد گردید. به طور کل در این بخش پنج مقطع عرضی مشمول کاهش ارتفاع و عریض‌تر شدن خطالقعر شدند. در بخش چهارم نیز مئاندر نعل اسبی پایین‌دست اهواز (مئاندر جنگیه) حذف و مقاطع مربوط به احداث میان‌بر مصنوعی به مدل داده شد.

ضرایب تنگ شدگی و باز شدگی بیان کننده میزان افت انرژی در اثر تغییر مقطع جریان می‌باشد. مقدار توصیه شده برای تنگ شدگی و باز شدگی طبق توصیه‌های مرکز هیدرولوژی گروه مهندسین ارتش آمریکا به ترتیب ۰/۱ و ۰/۳ می‌باشد، که در این تحقیق نیز مورد استفاده قرار گرفت (۱۲). هم‌چنین به منظور تخمین مقدار زبری مانینگ در موقعیت مقاطع عرضی مختلف از تجربیات و گزارش‌های قبلی استفاده شده است. در نهایت ضریب زبری مانینگ برای ارائه به مدل ۰/۰۳۵ در نظر گرفته شد (۳).

به منظور یافتن رابطه دبی آب – دبی رسوبات از آمار ۳۰ ساله‌ی ایستگاه هیدرومتری اهواز استفاده گردید. آمار مربوط به دبی و دبی رسوب با استفاده از نرم افزارهای آماری مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج به دست آمده درشکل ۲ آورده شده است.

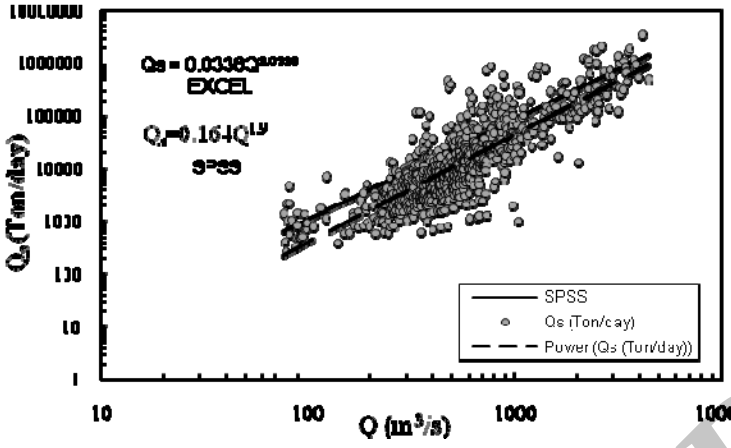
بخش رسوب مدل، از دو قسمت اصلی رسوبات معلق و رسوبات بستر تشکیل یافته است. در قسمت رسوبات معلق با توجه به منحنی‌های اندازه ذرات – درصد کوچکتر، برای هر کلاس، دبی‌هایی را انتخاب کرده، آن گاه با توجه به رابطه دبی آب – دبی رسوب، با احتساب ۳۰ درصد رسوبات معلق به عنوان رسوبات بستر، بار کل رسوبات را محاسبه نموده و با توجه به منحنی‌های موجود از تحقیقات قبل در این زمینه (۸) و محدوده اندازه برای هر کلاس، درصد های مربوط به هر اندازه در هر محدوده جریان محاسبه گردید. نمودار دانه-بندی متوسط ایستگاه اهواز در شکل ۳ آورده شده است. منحنی های موجود در شکل۳ یکی "منحنی تجمعی کوچکتر از D" و دیگری "هیستوگرام کلاس‌های دانه‌بندی" است.



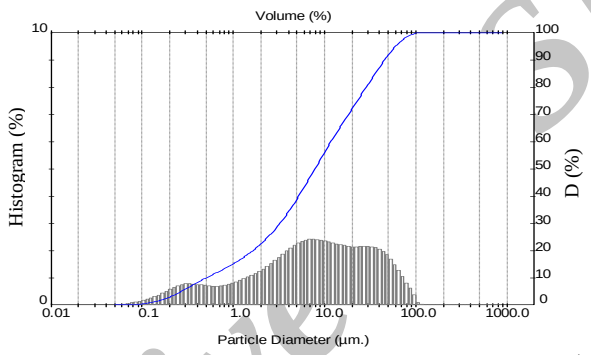
شکل۱- نمایش پلان شماتیک رودخانه کارون در بازه پل ششم – فارسیات

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۲ -رابطه دبی آب - دبی رسوبات معلق رودخانه کارون



شکل ۳- نمودار دانه بندی متوسط ایستگاه اهواز- رودخانه کارون

در بخش هیدرولوژیک از آمار دبی روزانه ایستگاه اهواز، دبی-اشل ایستگاه هیدرومتری فارسیات و درجه حرارت ایستگاه سینوپتیک اهواز استفاده گردید.

نتایج و بحث

بعد از اجرای مدل به مدت ۱۲ سال برای شرایط طبیعی رودخانه، تاثیر سه روش ساماندهی انجام عملیات لایروبی در بازه‌ی اهواز، انجام عملیات لایروبی در بازه‌ی پایین دست اهواز در حد فاصل پل چنیبه تا فارسیات و تاثیر حذف مئاندر نعل اسبی پایین دست اهواز (مئاندر جنگیه) با احداث میان‌بر مصنوعی بر پروفیل سطح آب و روند رسوب‌گذاری و فرسایش بستر رودخانه مورد مطالعه قرار گرفت. محدوده ایجاد این تغییرات به منظور ساماندهی رودخانه کارون در شکل ۱ نمایش داده شد.

هیدرولیک جریان

در این بخش دیده شد سطح آب با لایروبی بازه اهواز (حد فاصل پل ششم تا پیچ چنیبه)، نسبت به عدم لایروبی رودخانه، تفاوت محسوسی را نشان نمی‌دهد، زیرا پایین آوردن قسمت‌هایی از کف رودخانه موجب افزایش انرژی مخصوص در آن بخش شده و به افت سطح آب هیچ کمکی نمی‌کند. این موضوع برای تمامی دبی‌ها و همه‌ی مقاطع بازه مورد نظر صادق بود.

با لایروبی پایین دست اهواز (محل دو قوس) سطح آب در اکثر مقاطع اهواز پایین‌تر از میزان آن قبل از لایروبی قرار خواهد گرفت، زیرا عملیات کاهش شیب بستر با توجه به زیربحرانی بودن جریان در رودخانه‌ها موجب کاهش شیب هیدرولیکی و افزایش سرعت در مقاطع مورد نظر می‌شود و افت سطح آب را به همراه خواهد داشت. این مسئله در دبی‌های کم، مشهودتر است. کاهش عمق آب در مقاطع پایین‌دست اهواز بیشتر از مقاطع اهواز خواهد بود. لایروبی در بازه‌ی پل ششم تا پیچ چنیبه و لایروبی بازه‌ی ۲ قوس بزرگ رودخانه هیچ‌گونه تغییری را در سطح آب مقاطع پایین دست نزدیک ایستگاه فارسیات ایجاد نخواهد کرد.

وجود پیچ‌های تند در رودخانه‌ها یکی از عوامل تشدید سیلاب

Archive of SID

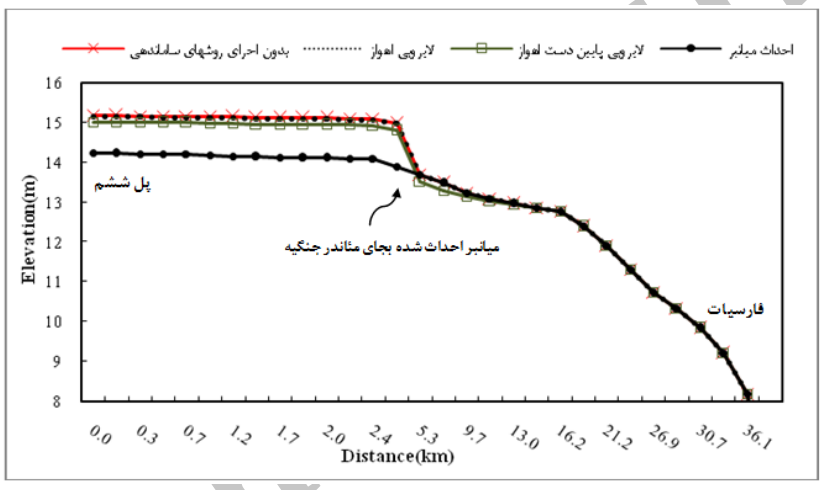
www.SID.ir

بوده و برای مقابله با آن اصلاح مسیر با ایجاد میان‌بر ضروری است. پس از احداث کانال میان‌بر به صورت وتر دایره، مشخصات جریان دچار تغییراتی می‌گردد. بلافاصله پس از احداث، به علت کاهش طول بازه، مسیر رودخانه در فاصله ابتدا و انتهای کانال دارای شیب نسبتا تندی خواهد بود، این امر سبب ازدیاد سرعت و در نتیجه کاهش سطح آب و آبگذری بیش‌تر در سیلاب‌ها خواهد شد (۱۱). شکل‌های ۴ و ۵ تغییرات پروفیل سطح آب را در هر دو حالت اولیه و پس از اصلاح آبراهه در بازه ی پل ششم-فارسیات برای دبی‌های ۵۰۰ و ۳۰۰۰ مترمکعب بر ثانیه نشان می‌دهد.

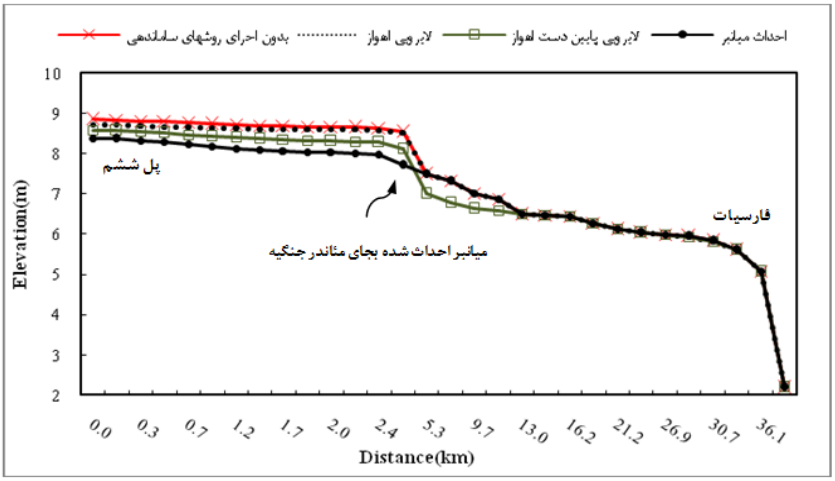
بررسی نتایج نشان داد بیش‌ترین سرعت عبوری آب در دبی یکسان مربوط به احداث میان‌بر و کم‌ترین سرعت مربوط به لایروبی بازه اهواز می‌باشد (جدول۱).

هیدرولیک رسوب

با اجرای مدل مشخص شد پدیده غالب در بازه‌ی اهواز رسوب-گذاری می‌باشد ولی در بازه‌ی پایین‌دست اهواز هر دو پدیده رسوب-گذاری و فرسایش دیده می‌شود. بیش‌ترین فرسایش مربوط به محدوده‌ی بین دو قوس و فارسیات می‌باشد. به غیر از بازه‌ی اهواز و محدوده‌ی بین دو قوس روند رسوب‌گذاری و فرسایش در سایر مقاطع بسیار ناچیز است. لایروبی در بازه‌ی اهواز روند نشست رسوبات را در این بازه شدیدتر از حالت طبیعی رودخانه می‌کند زیرا با پاکسازی انباشته‌های رسوبی به روش حفاری بستر با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۱ سرعت جریان کاهش یافته و در نتیجه روند رسوب‌گذاری در بازه اهواز شدت می‌گیرد و محل لایروبی شده بر اثر رسوب گذاری به حالت اولیه باز می‌گردد. شکل شماره ۶ بیانگر مطالب فوق می‌باشد.



شکل٤- پروفیل طولی سطح آب در بازه پل ششم تا فارسیات با دبی ۳۰۰۰ مترمکعب در ثانیه

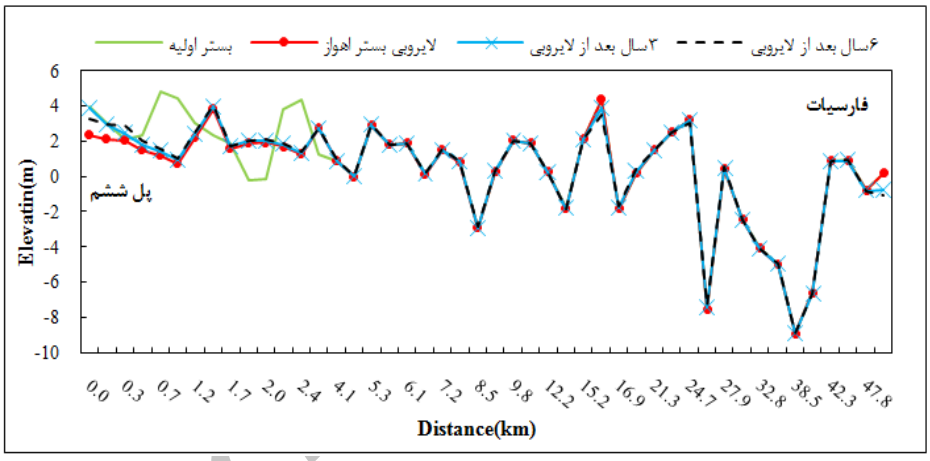


شکل۵- پروفیل طولی سطح آب در بازه پل ششم تا فارسیات با دبی ۵۰۰ مترمکعب در ثانیه

www.SID.ir

جدول۱- سرعت جریان در دبی ۳۰۰۰ مترمکعب در ثانیه با اجرای روش‌های ساماندهی در بازه اهواز بر حسب متر بر ثانیه

حذف مئاندر	لایروبی پایین دست اهواز	لایروبی بازه اهواز	بدون اجرای روشهای ساماندهی	Distance(km)
۰/۹۴	۰/۸۴	۰/۷۵	۰/۸۳	۰
۰/۸۷	۰/۷۷	۰/۷۴	۰/۷۵	۰/۲
۰/۸۹	۰/۷۸	۰/۷۳	۰/۷۷	۰/۳
۰/۸۲	۰/۷۳	۰/۷۱	۰/۷۱	۰/۵
۰/۷۴	۰/۶۴	۰/۶	۰/۶۳	۰/۷
۰/۷۲	۰/۶۲	۰/۵۹	۰/۶	۰/۹
۰/۷	۰/۶۱	۰/۵۵	۰/۵۹	۱/۲
۰/۶۷	۰/۵۸	۰/۵۶	۰/۵۶	۱/۶
۰/۶۹	۰/۵۸	۰/۵۵	۰/۵۶	۱/۷
۰/۶۷	۰/۵۷	۰/۵۳	۰/۵۵	۱/۹
۰/۶۸	۰/۵۹	۰/۵۵	۰/۵۷	۲
۰/۶۳	۰/۵۵	۰/۵۳	۰/۵۴	۲/۱
۰/۶۴	۰/۵۵	۰/۵۲	۰/۵۴	۲/۴
۱/۴۹	۱/۳۲	۱/۱۸	۱/۲۹	۳/۳



شکل٦- نمایش بستر رودخانه کارون در صورت لایروبی بازه اهواز

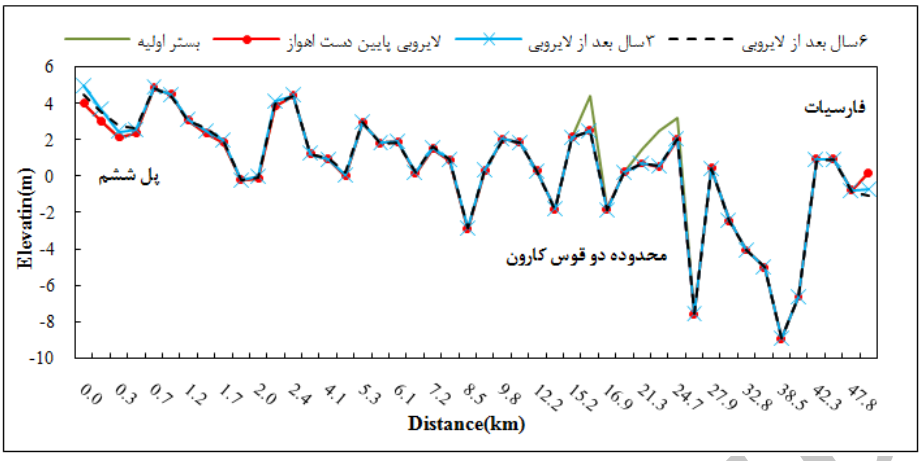
با لایروبی محدوده بین دو قوس در پایین دست اهواز، روند رسوب‌گذاری در بازه اهواز نسبت به حالات بدون لایروبی و لایروبی بازه اهواز کم‌تر مشاهده می‌شود و روند فرسایش نیز در پایین دست اهواز بسیار کُند می‌گردد. در ضمن لایروبی بازه پایین‌دست اهواز نشست رسوبات را یکنواخت‌تر کرده و از ایجاد جزایر رسوبی جلوگیری می‌کند. شکل ۷ بستر رودخانه کارون در صورت لایروبی بازه پایین دست اهواز را نشان می‌دهد.

پیچ‌های تند درجه انحنا مسیر رودخانه را افزایش داده و این امر با تشدید فرسایش و رسوبگذاری در قوس‌ها سبب ناپایداری کناره‌ها و بر هم خوردن تدریجی ساختار هندسی رودخانه و تغییر پلان و پروفیل آن می‌گردد (۱۰). با حذف مئاندر نعل اسبی پایین دست اهواز و احداث میان‌بر طول مسیر جریان کاهش می‌یابد در نتیجه بر شیب طولی و سرعت جریان افزوده می‌گردد و ظرفیت انتقال رسوب افزایش می‌یابد، که این مسئله روند رسوب‌گذاری در بازه اهواز را کاهش می‌دهد (شکل ۸).

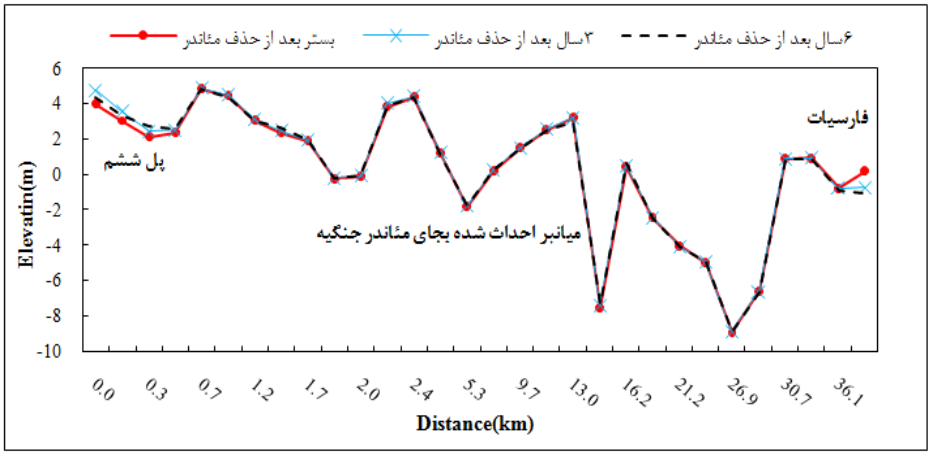
جدول ۲ میزان رسوب‌گذاری و فرسایش در بازه اهواز با اجرای طرح‌های ساماندهی را نشان می‌دهد. مقایسه نتایج نشان می‌دهد حذف مئاندر بیش‌ترین تاثیر در کاهش روند رسوب‌گذاری در بازه اهواز را خواهد داشت. با احداث کانال‌های میان‌بر، طول مسیر رودخانه کوتاه‌تر شده و شیب آن افزایش می‌یابد.

با کوتاه‌تر شدن طول مسیر رودخانه، از هزینه حفاظت کناره‌های رودخانه در مقابل فرسایش کاسته شده و نیز طول گوره‌های مهار سیلاب کاهش می‌یابد.

www.SID.ir



شکل۷- نمایش بستر رودخانه کارون در صورت لایروبی بازه پایین دست اهواز



شکل۸- نمایش بستر رودخانه کارون در صورت حذف مئاندر پایین دست اهواز

همچنین افزایش انرژی جریان ناشی از حذف مئاندر موجب فرسایش در نقاط مرتفع خط القعر رودخانه در نتیجه کاهش غیر یکنواختی بستر می‌گردد. صرفه جویی در هزینه لایروبی از دیگر فواید احداث کانال های میان‌بر است زیرا معمولا هزینه خاک‌برداری جهت احداث میان بر به صورت قابل توجهی کم‌تر از هزینه لایروبی برآورد شده است (۲).

نتیجه‌گیری

لایروبی در بازه اهواز موجب افزایش سطح آب در این بازه شده و ظرفیت آب‌گذری رودخانه را در دبی‌های سیلابی کاهش می‌دهد. در صورتی‌که لایروبی مقاطع پایین‌دست (محدوده‌ی دو قوس بزرگ رودخانه) موجب افزایش ظرفیت آب‌گذری رودخانه کارون در مقطع شهری اهواز و پایین دست اهواز می‌گردد.

لایروبی بازه اهواز (شکل فعلی لایروبی) رسوب‌گذاری را در بازه‌ی اهواز تشدید می‌نماید. در حالی‌که با لایروبی محدوده‌ی بین دو قوس در پایین دست اهواز رسوب‌گذاری و فرسایش با آهنگ کُندتری اتفاق می‌افتد و ایجاد جزایر رسوبی را که در حال حاضر از بزرگ‌ترین مشکلات رودخانه کارون است را تا حدود زیادی منتفی می‌کند.

با حذف مئاندر نعل‌اسبی پایین‌دست اهواز و ایجاد میان‌بر مسیر جریان کاهش یافته و در اثر افزایش شیب رودخانه و ایجاد راستای مناسب ظرفیت عبور جریان نیز رو به افزایش می‌گذارد، این امر کاهش تراز آب را در شرایط سیلابی در پی دارد. از طرفی افزایش ظرفیت آبگذری و شیب رودخانه از عوامل مؤثر بر کاهش فرایند رسوب‌گذاری در محدوده اصلاح می‌باشد.

www.SID.ir

جدول۲- میزان رسوب‌گذاری و فرسایش در بازه اهواز با اجرای طرح‌های ساماندهی بر حسب متر

After 6 years				After 3 years				Distance (km)
لایروبی پایین دست اهواز	لایروبی مقطع اهواز	حذف مئاندر	بدون اجرای روشهای ساماندهی	لایروبی پایین دست اهواز	لایروبی مقطع اهواز	حذف مئاندر	بدون اجرای روشهای ساماندهی	
۰/۴۹	۰/۹۱	۰/۳۹	۰/۶۲	۰/۹۷	۱/۵۴	۰/۷۵	۱/۲۵	۰
۰/۵۶	۰/۸۴	۰/۳۳	۰/۶۷	۰/۶۸	۰/۸۴	۰/۵۴	۰/۷۸	۰/۲
۰/۶۷	۰/۸۴	۰/۶۱	۰/۸۱	۰/۳۴	۰/۴۲	۰/۳۲	۰/۴	۰/۳
۰/۳	۰/۴۷	۰/۲۲	۰/۳۵	۰/۱۷	۰/۲۹	۰/۱۴	۰/۲۴	۰/۵
۰/۰۱	۰/۳۷	۰	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۲۵	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۷
−۰/۰۱	۰/۳۲	۰/۰۹	−۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۲۳	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۹
۰/۰۴	۰/۲۶	۰/۰۲	۰/۱۶	۰/۰۶	۰/۱۸	۰/۰۴	۰/۱۴	۱/۲
۰/۳	۰/۱۹	۰/۳۵	۰/۴	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۲	۱/۶
۰/۱۷	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۲۲	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۱۴	۱/۷
۰/۰۶	۰/۱۳	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۱	۰/۰۳	۰/۰۷	۱/۹
۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۰۵	۰/۱۶	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۰۴	۰/۱۲	۲
۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۰۶	۰/۳	۰/۲۹	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۲۴	۲/۱
−۰/۰۱	۰/۱۲	−۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۱	۰	۰/۰۹	۲/۴
−۰/۰۱	۰	−۰/۰۱	−۰/۰۱	۰	۰	۰	۰	۳/۳

بعد از اجرای مدل برای شرایط طبیعی رودخانه و سه روش ساماندهی انجام عملیات لایروبی در بازه‌ی اهواز، انجام عملیات لایروبی در بازه‌ی پایین دست اهواز در حد فاصل پل چنیبه تا فارسیات و حذف مئاندر نعل اسبی پایین‌دست اهواز با احداث میان‌بر مصنوعی، مشخص گردید حذف مئاندر نعل‌اسبی پایین‌دست اهواز بیش‌ترین تاثیر را در کاهش روند رسوب‌گذاری در بازه اهواز و افزایش آبگذری در زمان سیلاب دارد.

با اجرای مدل برای یک بازه ۱۲ ساله دیده شد که رودخانه کارون به طور کلی طبیعت رسوب‌گذار دارد ولی هر سه سال یک‌بار برای یک بازه سه ساله روند فرسایشی در آن شدت بیش‌تری گرفته و موجبات کاهش روند رسوب‌گذاری را فراهم می‌کند. بعد از این زمان شرایط رودخانه به حالت معمولی بازگشته و رفته رفته شرایط رسوب-گذار حاکم می‌شود، که دلیل این مسئله تغییر رژیم هیدرولوژیکی رودخانه و تغییر متغیرهایی چون بده، شیب و رسوب می‌باشد.

منابع

۱- آذرنگ ف.، شفاعی بجستان م.، دهان زاده ب. و شاهی نژاد ب. ۱۳۸۸. کاربرد مدل یک بعدی CCHE در شبیه سازی هیدرولیکی و رسوبی رودخانه (مطالعه موردی: رودخانه کارون، بازه اهواز – فارسیات). هشتمین سمینار مهندسی رودخانه. دانشگاه شهید چمران اهواز.

۲- پورآصف ف. و عبدالشاه نژاد ر. ۱۳۸۸. بررسی تاثیر احداث میان برها بر کنترل سیلاب در رودخانه های مئاندری. هشتمین کنفرانس هیدرولیک. دانشگاه تهران.

۳- توکلی زاده ا. ۱۳۸۵. مدل سازی عددی هیدرودینامیکی و کیفی سیستم‌های رودخانه ای. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید چمران اهواز.

۴- خیراله ل. ۱۳۷۱. بررسی اثرات ساماندهی رودخانه کارون بر نرخ رسوب‌گذاری رودخانه در محدوده شهر اهواز. دومین سمینار مهندسی رودخانه. دانشگاه شهید چمران اهواز. ص۶-۱۳.

۵- راهنمای مطالعات فرسایش و رسوب در ساماندهی رودخانه‌ها. نشریه شماره ۳۸۳ .

۶- شاهی نژاد ب.، ظهیری ع. و رستمی س. ۱۳۸۸. بررسی و شبیه‌سازی هیدرولیک رسوب کانال لایروبی رودخانه کارون با استفاده از مدل ریاضی GSTARS. هشتمین سمینار مهندسی رودخانه. دانشگاه شهید چمران اهواز. ص ۱۹۸.

۷- عباسی ش. ۱۳۸۶. برآورد رسوب معلق رودخانه کارون با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی سازه‌های

Archive of SID

www.SID.ir

آبی. دانشگاه شهید چمران اهواز.
۸- فخری م. ۱۳۸۵. تعیین دانه بندی رسوبات معلق و بررسی رابطه آن با شرایط هیدرولیکی جریان در رودخانه های خوزستان. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید چمران اهواز.
۹- موسوی جهرمی س.ح.، شفاعی بجستان م.، عبدالشاه نژاد ر. و پورآصف ف. ۱۳۸۹. ارزیابی تاثیر لایروبی جزایر رودخانه کارون بر کاهش تراز سیل در بازه شهری اهواز با استفاده ازمدل ریاضی CCHE2D. اولین کنفرانس مدیریت سیلاب شهری. تهران.
10- Jansen P.Ph. 1983. principles of rivers Engineering . pitman . pub. co. London.
11- Petersen M.S. 1986. River Engineering. Prentice Hall. P. 580.
12- US Army Corps of Engineers .2008. Hydraulic Reference Manual of HEC-RAS.

Archive of SID

www.SID.ir

Journal of Water and Soil
Vol. 27, No.4, Sept.-Oct. 2013, p. 802-811

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۷، شماره ۴، مهر – آبان ۱۳۹۲، ص. ۸۱۱-۸۰۲

Hydraulic Simulation the Improving Methods Using the Mathematical Model Hec-Ras4 (Case Study: Karun River)

N. Azam[1*] – M. Ghomeshi[2]- Zh. Fayezizade[3]- M. Mansouri Hafshejani[4]

Received:02-03-2013
Accepted:11-08-2013

Abstract

The operation dredging of river bed and also creating a cut off for removing sharp meander and maintain proper alignment is effective non-structural methods for decreasing the flood level. This study compared the effects of 1) Dredging karoon river at ahvaz range, 2) Removing heterogeneity height in order to make uniformly downstream slope, 3) Removing ahvaz downstream horseshoe Meander, which has been analyzed by HecRas4 model. Data modeling analysis showed that dredging in the form of bed dig in ahvaz range will not have significant effect on water level profile. This method only increase sedimentation and erosion rate in ahvaz range. Achieving to better results, the idea of dredging ahvaz downstream between two meander in order to regulate hydraulic gradient through removing heterogeneity height was proposed. Findings showed that this method has significant effect on improving of Hydraulic of flow and dredging effectiveness. Finally, it will be found that removing of the ahvaz downstream horseshoe meander is the most effective method for reducing level of flood and sedimentation rate in ahvaz range.

Keywords: Karun River, Dredging, Cut off, HecRas4 Model

Archive of SID

1-PhD Candidate, Department of Water Structures, Faculty of Agriculture, Tabriz University
(*-Corresponding Author Email: naval.azam@yahoo.com)
2,4- Professor and PhD Candidate, Department of Water Structures, Faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Respectively
3- MS.c Candidate, Department of Water Structures, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology

www.SID.ir