

ارزیابی تأثیر ساخت آبشکن بر پارامترهای هیدرولیکی در روخانه شطیپ با استفاده از مدل

MIKE11

مهدی احتشامی (ندری)^۱، محمد حیدرنژاد^{۲*} و ابراهیم زلقی^۳

(۲ و ۱) گروه علوم و مهندسی آب، واحد علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

(۲) گروه علوم و مهندسی آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

(۳) سازمان آب و برق خوزستان، ایران.

* نویسنده مسئول: mo_he3197@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۰۵

چکیده

هدف از انجام این تحقیق، مطالعه هیدرولیکی و بررسی کارایی آبشکن‌هایی است که به منظور حفاظت از چاه‌های فلمن و جلوگیری از تخریب بیشتر منطقه حفاظت شده در ساحل رودخانه شطیپ در نزدیکی شهر شوستر احداث شده‌اند. در بررسی حاضر، شرایط جریان به صورت غیرماندگار فرض شده و نتایج به دست آمده نشان دهنده کارایی خوب آبشکن‌ها و همچنین مناسب بودن این مدل ریاضی در شبیه سازی آبشکن‌ها بوده است. نتایج ناشی از این نرم‌افزار در محدوده مورد بررسی نشان دهنده تغییرات در تراز سطح آب و سرعت و تنش برشی بستر و عدد فرود جریان می‌باشد. ایجاد آبشکن‌ها باعث کاهش دبی به میزان ۱۱۵ متر مکعب بر ثانیه برای سیلاب ۱۰۰ ساله در محل شد بیشترین مقدار تغییرات در تراز سطح آب به ازای سیلاب ۴۷ سانتی‌متر و بیشترین مقدار تغییرات سرعت جریان ۰/۵۵۸ متر بر ثانیه بود. بیشترین مقدار تغییرات در تنش برشی بستر به ازای همین سیلاب ۱۴/۵۶۰ نیوتن بر مترمربع، و بیشترین مقدار تغییرات عدد فرود جریان ۰/۰۹۴۴ بود. با مقایسه نتایج حاصل از سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ سال و سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ سال، مشاهده شد که میزان تغییرات رابطه مستقیمی با افزایش دوره بازگشت دارد و هرچه میزان دوره بازگشت سیلاب بیشتر شود میزان تغییرات نیز افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: آبشکن، تنش برشی، جریان غیر ماندگار، عدد فرود و MIKE11.

مقدمه

رودخانه تحت تاثیر عوامل مختلفی مانند زمین‌شناسی منطقه، توپوگرافی دره رودخانه، خصوصیات مواد آبرفتی سیلابدشت رودخانه، مشخصات هیدرولوژیکی حوضه آبریز، شرایط هیدرولیکی جریان و نیز نحوه بهره‌برداری انسان از آن، تمایل طبیعی به دستیابی تعادل پویا را دارد. طبیعت تغییرپذیری برخی از عوامل فوق سبب می‌گردد تا رودخانه حتی در کوتاه مدت و در بازه‌های مختلف آن همواره در معرض تغییر و تحول باشد (یاسی، ۱۳۶۸). تغییرات و جابه‌جایی‌هایی که در اثر روند طبیعی یا توسعه طلبی هنجار و یا نابهنجار بشر در مسیر، راستا و هندسه رودخانه رخ می‌دهد، نتیجه منطقی واکنش سامانه رودخانه برای برقراری موازنه جدید می‌باشد. تغییرات رودخانه‌ای به صورت فرسایش و رسوب‌گذاری متناوب در بستر، تخریب و تعریض دیواره‌ها و سواحل، جابه‌جایی الگوی مارپیچی و راستای جریان، تغییر فرم رودخانه، میانبری و یا انحراف مسیر رخ می‌دهد (USAE, 1980). بنابراین می‌بایست در برخورد با رودخانه کاملاً هوشیار بوده و بر اساس قواعد خاص حاکم بر این سیستم عمل نمود، زیرا هرگونه تغییر، هرچند هم موضعی، در ساختار رودخانه موجب تغییراتی جدید و در محدوده‌ای گسترده‌تر خواهد شد. بنابراین لازم است که قبل از هرگونه اقدامی عکس‌العمل رودخانه نسبت به آن پیش‌بینی گردد. به عبارت دیگر اثرات تغییرات موضعی بر کل سیستم رودخانه مطالعه و بررسی شود. آبخن‌ها سازه‌هایی هستند که می‌توان با احداث آن‌ها فرسایش کناری رودخانه‌ها را کنترل کرده و موجب حفاظت از کناره‌های رودخانه‌ها شد. آبخن‌ها سازه‌های متقاطع و یا عرضی هستند که از دیواره رودخانه به سمت محور جریان توسعه یافته و سبب انحراف و هدایت جریان از کناره‌ها به سمت محور مرکزی راستای رودخانه می‌گردند. آبخن‌ها به صورت منفرد و یا به صورت یک سری متوالی در یک یا دو سمت رودخانه ایجاد می‌گردند. کارایی اصلی آبخن‌های رودخانه‌ای، انحراف جریان از کناره رودخانه و هدایت آن به سمت مجرای اصلی است. نتیجه انحراف جریان، توسعه یک ناحیه چرخشی با تلاطم شدید در پیرامون آبخن است که به صورت گسترده‌تری در پایین دست آبخن ظاهر می‌شود. در حالی که آبشستگی یک خطر جدی برای سازه‌ی آبخن و در نتیجه برای رودخانه محسوب می‌شود، پدیده رسوب‌گذاری در کناره پایین دست رودخانه راهکار طبیعی برای تثبیت دیواره رودخانه در راستای مورد نظر خواهد بود. به کمک مدل‌سازی ریاضی می‌توان مسائل مهندسی رودخانه زیادی را بررسی کرد. بررسی قابلیت مدل‌های مختلف برای شبیه‌سازی خصوصیات هیدرولیکی جریان در یک بازه رودخانه‌ای نظیر عمق، سرعت و تنش برشی در کناره‌های رودخانه از نیازهای اساسی در طرح‌های مهندسی رودخانه است. با این حال از نظر کاربردی، نیاز حداقل به اطلاعات صحرائی، حجم محاسباتی اندک و درجه اعتماد کاربرد مدل‌های ریاضی در رودخانه‌ها باید مورد نظر قرار بگیرد (یاسی و عزیزپناه، ۱۳۸۵). Adam (۲۰۰۳) با مقایسه رژیم رودخانه‌های جنگلی و خارج جنگلی، با استفاده از مدل HEC-RAS که در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد

وی به انجام رسیده، تغییرات سرعت و عدد فرود در این دو نوع رودخانه را مورد بررسی قرار داده و تأثیر پوشش گیاهی بر رژیم و رفتار فیزیکی جریان را مورد قیاس قرار داده است. نتایج وی نشان می‌دهد که استفاده از مدل HEC-RAS می‌تواند مقادیر عددی مناسبی را جهت مطالعه رژیم و سایر خصوصیات هیدرولیکی جریان رودخانه، در اختیار محققین قرار دهد. یک بررسی مقایسه‌ای و مستقل در رابطه با تناسب و توانایی سه نرم افزار هیدرولیکی شناخته شده MIKE11، HEC-RAS، ISIS جهت شبیه‌سازی جریان در زیر سازه پل‌ها توسط دستورانی (۱۳۸۵) انجام شد. او به این نتیجه رسید که نتایج حاصل از HEC-RAS در مقایسه با دو نرم‌افزار دیگر به مقادیر آزمایشگاهی نزدیکتر است. حسینی و حبیبی (۱۳۸۴) سعی کردند تأثیر آبشکن‌ها بر حفاظت و احیاء زمین‌های مستعد کشاورزی حاشیه رودخانه زنگان رود را مورد بررسی قرار دهند و آثار مثبت یا منفی طرح پس از گذشت چندین سال از اجرا تجزیه و تحلیل شود. پژوهش‌های انجام شده در ایران در زمینه ارزیابی کارایی نرم‌افزارهای مختلف در مدل‌سازی سازه‌های رودخانه‌ای مانند آبشکن، گوره و غیره بیشتر محدود به نتایج مدل فیزیکی و مقایسه آن با مدل ریاضی بوده است و کمتر از اطلاعات صحرایی استفاده شده است (ترابی‌زاده و بینا، ۱۳۸۸). از این میان یاسی و عزیزپناه (۱۳۸۵) به مقایسه نتایج شبیه‌سازی جریان پایدار از مدل‌های ریاضی شناخته شده با نتایج نظیر از یک مدل فیزیکی رودخانه‌ای پرداختند. برای این منظور مدل فیزیکی بستر یک بازه از رودخانه نازلو طراحی و ساخته شد. برای شبیه‌سازی جریان، مدل ریاضی یک بعدی HEC-RAS، مدل شبه دو بعدی BRI-STARS و مدل دو بعدی سطح افق FAST-2D انتخاب گردید. پارامترهای مشترک جریان برای پنج شدت جریان مختلف، در سه زیر بازه رودخانه‌ای در شرایط اولیه و مرزی مشترک مقایسه گردید. به‌طور کلی در بازه مورد مطالعه، این سه مدل به‌ترتیب تطابق بهتری را با مدل فیزیکی داشته‌اند. همچنین غواصیه (۱۳۸۴) با بررسی اثر هیدرولیکی اپی و سد خشک روی هیدروگراف‌های سیل در کانال‌های مرکب به این نتیجه رسید که اولاً سد خشک (ایجاد مانع در سیلاب دشت و کانال اصلی به ازای یک دبی آستانه) در بهترین حالت می‌تواند تا ۲۳ درصد تأخیر و ۱۹ درصد تقلیل در نقطه اوج سیل ایجاد کند که این تقریباً چهار برابر تأثیر اپی (ایجاد مانع تنها در سیلاب‌دشت) می‌باشد و ثانیاً نتایج مدل یک بعدی در صورت کالیبراسیون مناسب در مقایسه با مدل دو بعدی قابل اعتماد است. حسینی و همکاران (۱۳۹۲) صحت عملکرد نرم‌افزار MIKE11 را با مقایسه نتایج مدل و نتایج حل تحلیلی بررسی کردند. آن‌ها مشاهده کردند که در مدل هیدرودینامیک گام زمانی به کار رفته در شرایط مرزی اثر زیادی بر روی دقت نتایج دارد و در مدل پخش و انتقال با افزایش ضریب پراکنش و زوال خطای نسبی بیشتر می‌شود، اما در هر دو مورد خطای نسبی محاسبه شده کمتر از ۶ درصد بوده است که بیانگر دقت بالای مدل می‌باشد. هدف از انجام این پژوهش بررسی و تفسیر نقش تنگ‌شدگی ناشی از ساخت آبشکن‌ها در تغییر دو پارامتر هیدرولیکی تراز سطح آب و سرعت جریان در دماغه آبشکن با استفاده از نرم‌افزار MIKE11

می‌باشد. به همین منظور تعداد ۱۲ عدد آبشکن بر روی رودخانه شطیپ در نزدیکی شهر شوشتر برای بررسی انتخاب گردید.

مواد و روش‌ها

تئوری

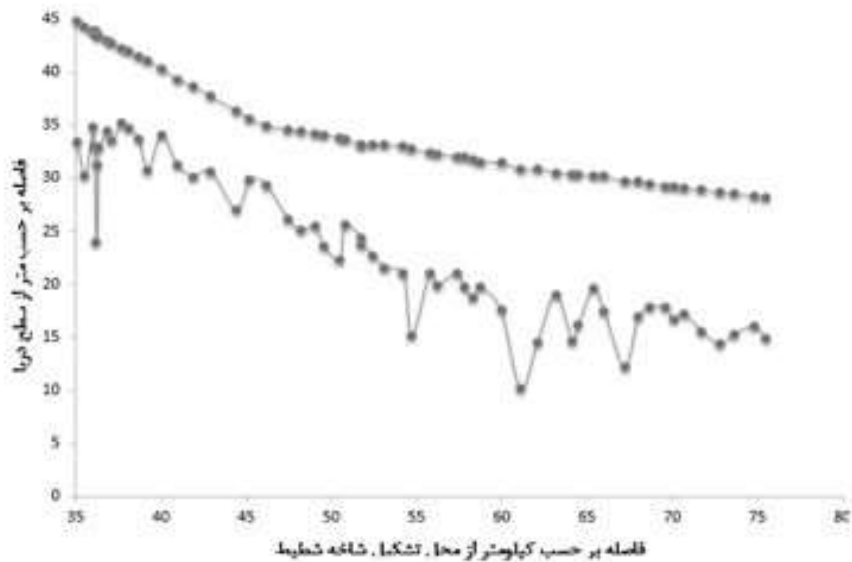
بسته نرم‌افزاری MIKE11 توسط انستیتو هیدرولیک دانمارک (DHI) تهیه شده و قادر به شبیه‌سازی یک بعدی جریان، انتقال رسوب و کیفیت آب به صورت ناپایدار در رودخانه‌ها، مصب‌ها و شبکه‌های آبیاری می‌باشد. این برنامه از روش اختلاف محدود برای حل یک بعدی معادلات حاکم جریان، انتقال رسوب و کیفیت آب استفاده می‌کند. مدل هیدرودینامیکی در واقع عنصر زیربنایی تمام سیستم مذکور است و پایه‌ای برای سایر مدل‌های موجود در برنامه نظیر پخش و انتشار، کیفیت آب و حمل رسوبات می‌باشد. مدل کیفیت آب این نرم‌افزار قادر به شبیه‌سازی پارامترهای کیفیت آب شامل DO، BOD، چرخه فسفر، جانوران، پوشش گیاهی و فلزات است. این مدل با وجود یک بعدی بودن در رودخانه‌های سیلاب دشتی با مقاطع مرکب، توانایی محاسبه پارامترهای هیدرولیکی به صورت شبه دو بعدی را داراست (DHI, 2007).

محدوده مورد مطالعه

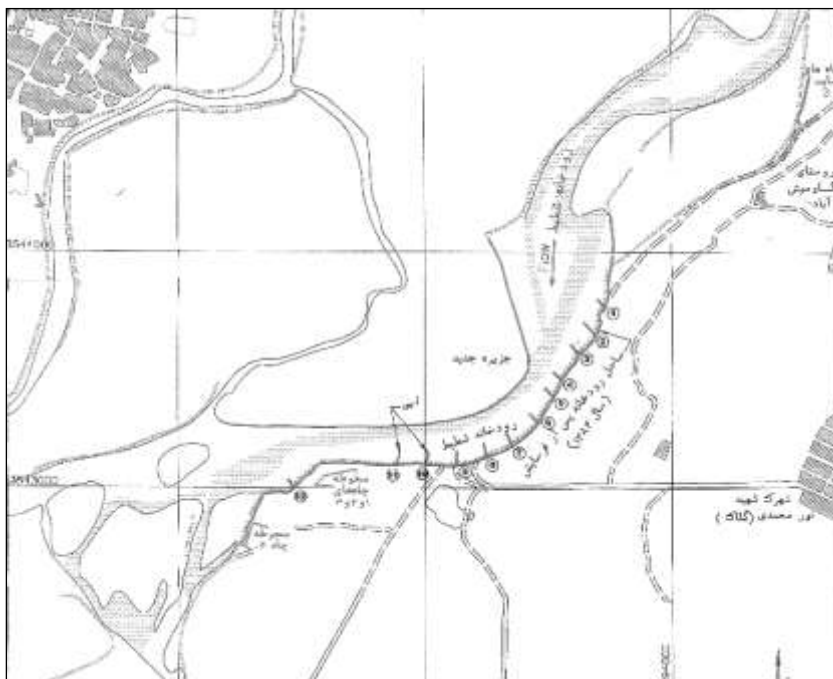
محدوده مدل‌سازی شده از رودخانه مورد نظر حدوداً از ابتدای شهر شوشتر و در ابتدای تشکیل شاخه شطیپ در بالادست منطقه فرسایش یافته مورد مطالعه تا محل ایستگاه عرب‌حسن در پایین‌دست منطقه فرسایشی و در طول ۴۰ کیلومتر از رودخانه کارون در امتداد رودخانه شطیپ می‌باشد. همچنین متوسط شیب طولی بستر رودخانه در محدوده مورد مطالعه در حدود ۰/۰۰۰۷۱ می‌باشد. در شکل ۱ پروفیل طولی رودخانه شطیپ برای سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله مشاهده می‌شود.

به منظور تعیین مشخصات هندسی آبشکن‌ها و موقعیت آن‌ها بازدیدی از منطقه به عمل آمد و با استفاده از دوربین نقشه برداری و GPS، موقعیت آبشکن‌ها در سیستم U.T.M، طول، عرض، ارتفاع، شیب طولی و دیگر خصوصیات آبشکن‌ها اندازه‌گیری شد. آبشکن‌ها از نوع مستقیم و با دماغه‌ی گرد هستند. طول آبشکن‌ها ۴۰ متر، ارتفاع آن‌ها ۲/۵ متر، عرض پایین ۱۰ متر و عرض بالا ۳ متر می‌باشد. جنس آبشکن‌ها از سنگ‌لاشه می‌باشد. در شکل ۲ موقعیت رودخانه شطیپ و محل آبشکن‌ها نشان داده شده است. آبشکن‌های موجود از کیلومتر ۴۴/۴۰۲ تا کیلومتر ۴۵/۲۰۵ در راستای رودخانه شطیپ ادامه می‌یابند. جهت معرفی سیستم رودخانه‌های فوق در بازه مدل‌سازی به مدل MIKE11 از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ استفاده گردید. کلیه مقاطع موجود که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته شامل

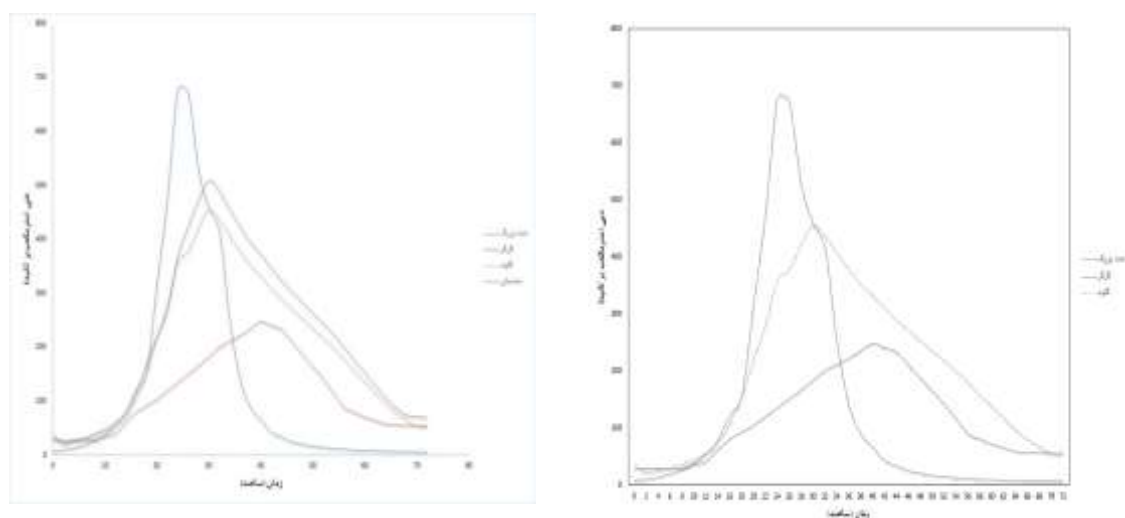
۱۲۸ مقطع عرضی از رودخانه کارون در محدوده شطیپ و با فاصله میانگین در حدود ۷۰۰ متر می‌باشند. همان‌گونه که از شکل ۳ پیداست به‌منظور صحت‌سنجی ضریب زبری مانینگ، هیدروگراف‌های همزمان مورخ ۱۳۶۸/۰۹/۲۳ تا ۱۳۶۸/۰۹/۲۵ در نظر گرفته شد.



شکل ۱: پروفیل طولی رودخانه شطیپ برای سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله (خط بالا تراز سطح آب - خط پایین رقوم بستر رودخانه)



شکل ۲: موقعیت رودخانه شطیپ و محل آبشکن‌ها بر روی رودخانه



شکل ۳: مقایسه هیدروگراف‌های همزمان در ایستگاه‌های مربوطه جهت عملیات صحت سنجی

ورودی در ایستگاه دشت‌بزرگ و گرگر به‌عنوان شرط مرزی بالادست و منحنی دبی - اشل در ایستگاه عرب‌حسن به‌عنوان شرط مرزی پایین‌دست به مدل معرفی و از هیدروگراف همزمان ایستگاه گتوند برای صحت‌سنجی ضریب زبری مانینگ استفاده شد (مهندسین مشاور عمران منابع آب اهواز، ۱۳۸۴). با اجرای مدل به دفعات زیاد و تغییر پارامتر n در مدل و مقایسه دبی پیش‌بینی شده توسط مدل با مقادیر اندازه‌گیری شده در ایستگاه گتوند مقدار ضریب زبری مانینگ به دست آمد. ضریب زبری $0/044$ برای رودخانه شطیپ بهترین تطبیق هیدروگراف محاسباتی با هیدروگراف مشاهداتی در ایستگاه گتوند را ایجاد می‌کرد. در مطالعات هیدرولوژی، با تلفیق هیدروگراف‌های سیلابی ایستگاه گتوند (رودخانه کارون)، دشت بزرگ (رودخانه شور)، ایستگاه شوشتر (رودخانه گرگر) و سیلاب‌های حوزه میانی حد فاصل گتوند تا شوشتر، هیدروگراف‌های سیلابی با دوره‌ی برگشت‌های مختلف در ابتدای تشکیل شاخه شطیپ برآورد گردید. هیدروگراف‌های برآورد شده در حالت تنظیمی (پس از بهره‌برداری از سد شهید عباسپور) بود. بنابراین در طرح حاضر، هیدروگراف‌های حالت تنظیمی به‌عنوان شرط مرزی بالادست شاخه شطیپ به مدل ریاضی MIKE11 معرفی گردید. جهت تأمین شرط مرزی پایین‌دست مدل ریاضی، مقاطع عرضی رودخانه تا محل ایستگاه عرب‌حسن بر رودخانه شطیپ انتخاب شد و با استفاده از آمار و روابط دبی - اشل در پایین‌دست برآورد و به مدل ریاضی معرفی گردید. لازم به ذکر می‌باشد که جهت بر طرف نمودن احتمال وجود خطای نسبی در برآورد رابطه دبی - اشل مذکور، محل برآورد و معرفی رابطه فوق در فاصله ۳۰ کیلومتری در پایین‌دست منطقه فرسایشی انتخاب شد که برطرف و خنثی شدن خطاهای احتمالی در این فاصله در محاسبات هیدرولیکی صورت خواهد گرفت. قانون تعمیم یافته‌ای برای انتخاب Δx و Δt که تمام موقعیت‌های ممکن را

پوشش دهد وجود ندارد. کاربرد باید به این نکته توجه داشته باشد که برنامه، تغییرات تمام متغیرها را در یک گام زمانی و گام مکانی به صورت خطی فرض می‌کند. لذا یک معیار برای انتخاب Δx و Δt این است که آن‌ها باید به اندازه‌ای کوچک انتخاب شوند که تغییرات غیر خطی در زمان و مکان را با دقت بالایی بیان کنند. برای مثال، در شبیه‌سازی تغییرات جزر و مد جهت توصیف کامل این پدیده در زمان، لازم است تا گام زمانی در محدوده ۱۰ تا ۳۰ دقیقه انتخاب شود. به طور مشابه در تغییرات سریع هندسه رودخانه، گام مکانی باید به اندازه‌ای کوچک انتخاب شود که توپوگرافی آن را با دقت بیان کند. به منظور رسیدن به یک حل پایدار و دقیق، شرایط زیر باید در نظر گرفته شوند:

تغییرات توپوگرافی باید با دقت لازم بیان شود، تا تغییرات غیرخطی در تراز آب و دبی‌ها با دقت کافی بیان شود. بیشترین مقدار مجاز Δx باید بر پایه این اصل انتخاب شود. گام زمانی، Δt باید به اندازه‌ای کوچک باشد تا یک موج را به دقت توصیف کند. اگر در مسیر رودخانه سازه‌ای قرار دارد، باید گام زمانی کوچکتری انتخاب شود. در انتخاب Δx و Δt می‌توان از رابطه‌های معیار کورانت و سرعت استفاده کرد. رابطه‌های یک‌بعدی حاکم بر جریان رودخانه عبارتند از معادلات پیوستگی (رابطه ۱) و اندازه حرکت (رابطه‌های سنت و نانت، رابطه ۲) که در محاسبات مدل هیدرودینامیک این نرم افزار به کار رفته‌اند (DHI, 2007):

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad \text{رابطه ۱}$$

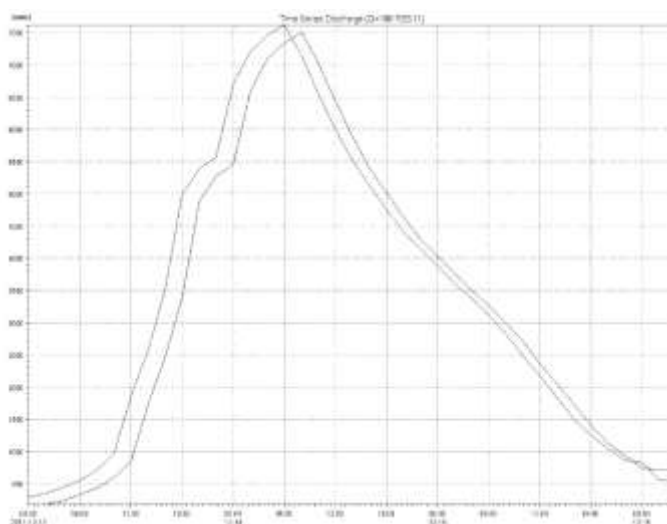
$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(\alpha \frac{Q^2}{A})}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{g|Q||Q|}{C^2 AR^*} = 0 \quad \text{رابطه ۲}$$

که در آن Q : دبی جریان ($\frac{m^3}{s}$)، A : سطح مقطع جریان (m^2)، q : دبی جریان فرعی ($\frac{m^2}{s}$)، h : تراز آب نسبت به یک سطح مبنا (m)، C : ضریب شزی ($\frac{m^{1/2}}{s}$)، α : ضریب تصحیح مربوط به سرعت‌های متفاوت در مقطع، R^* : شعاع زبری.

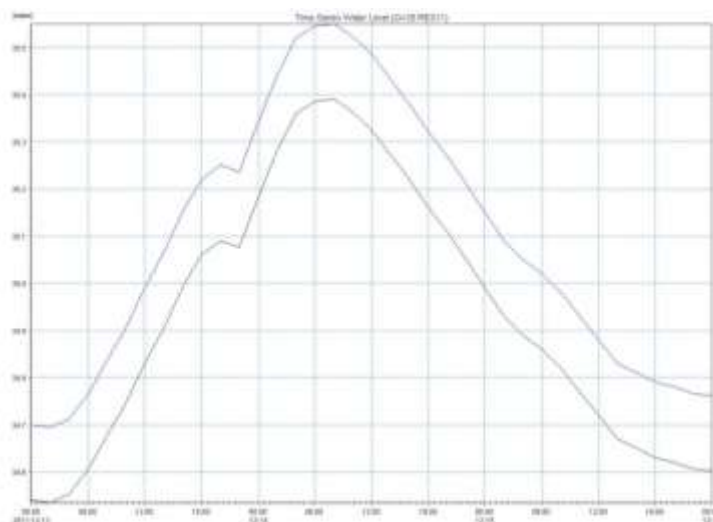
نتایج و بحث

پس از اینکه داده‌های موردنیاز جهت اجرای برنامه از قبیل داده‌های هندسی (مسیر رودخانه، مقاطع عرضی، ضریب زبری و شرایط مرزی) به نرم‌افزار وارد شد، مدل در دو حالت اجرا گردید. در حالت اول نرم‌افزار بدون در نظر گرفتن آبشکن‌ها و در حالت دوم مدل با در نظر گرفتن آبشکن‌ها اجرا شد تا تاثیر آبشکن‌ها در مقایسه با حالت اول مشاهده گردد. با توجه به یک بعدی بودن مدل MIKE11، جهت بررسی تاثیر حضور آبشکن‌ها، خط ساحل منطبق بر راستای دماغه آبشکن‌ها به مدل معرفی می‌گردد. در این صورت متوسط خصوصیات هیدرولیکی جریان انحراف یافته به بستر اصلی رودخانه محاسبه می‌گردد (Bina et al., 2010). حداکثر مقدار دبی در محل آبشکن‌ها برای سیلاب با دوره برگشت ۲۵

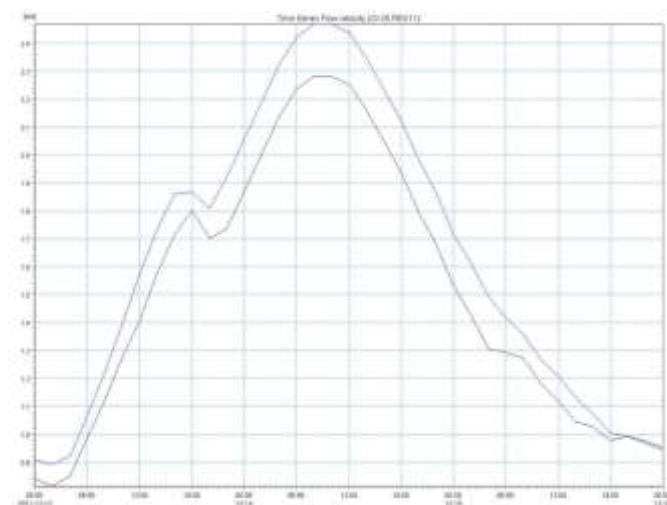
ساله ۵۸۷۱ مترمکعب بر ثانیه و برای دبی با دوره برگشت ۱۰۰ ساله ۷۶۲۱ مترمکعب بر ثانیه پیش‌بینی شد. دبی پایه در رودخانه نیز برابر با ۶۲۶ مترمکعب بر ثانیه می‌باشد. در شکل ۴ دو هیدروگراف با دوره بازگشت ۱۰۰ سال که در قبل و بعد از محل آبشکن‌ها با هم مقایسه شده‌اند نشان داده شده است. همان‌طور که پیداست هیدروگراف سیلاب در بعد از محل آبشکن‌ها نسبت به هیدروگراف قبل از محل آبشکن‌ها به میزان ۱۱۵ متر مکعب بر ثانیه افت دبی داشته است. در شکل‌های ۵، ۶، ۷ و ۸ به ترتیب نمودار تغییرات تراز سطح آب و سرعت جریان به‌ازای سیلاب ۲۵ ساله در آبشکن شماره ۳ (برای نمونه) و تنش برشی و عدد فرود به‌ازای سیلاب ۱۰۰ ساله در موقعیت آبشکن شماره ۵ (برای نمونه) مشخص شده است.



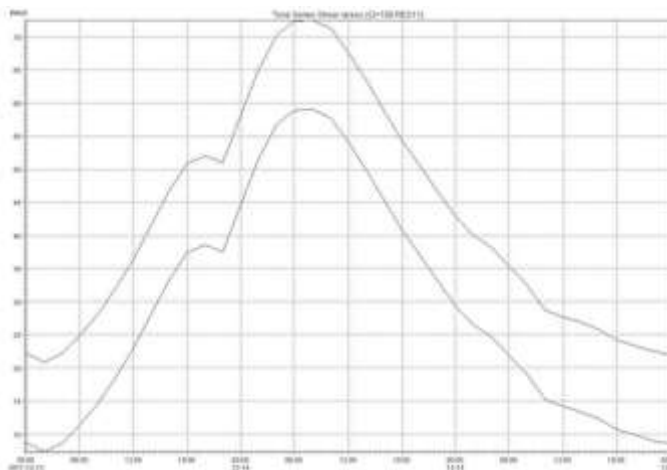
شکل ۴: مقایسه هیدروگراف سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله در رودخانه شطیپ با در نظر گرفتن آبشکن‌ها (خط بالا و پایین به ترتیب هیدروگراف سیلاب قبل و بعد از از محل آبشکن‌ها می باشد)



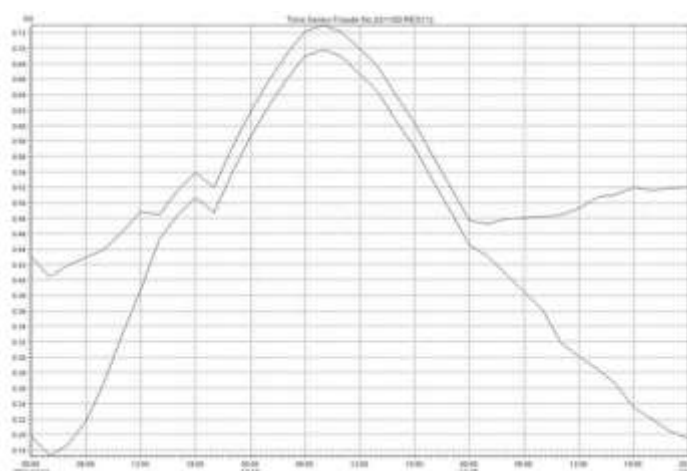
شکل ۵: تغییرات تراز سطح آب به ازای سیلاب ۲۵ ساله در موقعیت آبشکن شماره ۳ (نمودار فوقانی حالت با آبشکن - نمودار تحتانی حالت بدون آبشکن)



شکل ۶: تغییرات سرعت جریان به ازای سیلاب ۲۵ ساله در موقعیت آبشکن شماره ۳ (نمودار فوقانی حالت با آبشکن - نمودار تحتانی حالت بدون آبشکن)



شکل ۷: تغییرات تنش برشی جریان به ازای سیلاب ۱۰۰ ساله در موقعیت آبشکن شماره ۵ (خط بالا با آبشکن - خط پایین بدون آبشکن)



شکل ۸: تغییرات عدد فرود جریان به ازای سیلاب ۱۰۰ ساله در موقعیت آبشکن شماره ۵ (خط بالا با آبشکن - خط پایین بدون آبشکن)



شکل ۹: آبشکن های ساخته شده بر روی رودخانه شطیپ

همان طور که در شکل ۵ مشاهده می شود حداکثر تراز سطح آب به ازای سیلاب ۲۵ ساله در آبشکن شماره ۳ بدون در نظر گرفتن آبشکن ۳۵/۳۴ متر و با در نظر گرفتن آبشکن ۳۵/۵۵ متر می باشد. این بدین معناست که وجود آبشکن ها در محل آبشکن سوم باعث افزایش ۲۱ سانتی متری تراز سطح آب شده است و همان گونه که در شکل ۷ مشاهده می شود حداکثر تنش برشی به ازای سیلاب ۱۰۰ ساله در آبشکن شماره ۵ بدون در نظر گرفتن آبشکن ۵۹/۰۱۴ نیوتن بر متر مربع و با در نظر گرفتن آبشکن ۷۲/۵۱۴ نیوتن بر متر مربع می باشد. این بدین معناست که وجود آبشکن ها در محل آبشکن سوم باعث افزایش ۱۳/۵۰۰ نیوتن بر متر مربعی تنش برشی شده است. همان طور که از شکل ۸ پیداست حداکثر عدد فرود به ازای سیلاب ۱۰۰ ساله در موقعیت آبشکن شماره ۵ بدون در نظر گرفتن آبشکن ۰/۶۹۹۳ و با در نظر گرفتن آبشکن ۰/۷۲۵۷ می باشد. این بدین معناست که وجود آبشکن در این محل باعث افزایش عدد فرود به میزان ۰/۰۲۶۴ شده است. مقادیر مربوط به تغییرات تراز سطح آب و سرعت جریان و تنش برشی و عدد فرود در محل آبشکن ها تنش برشی و عدد فرود جریان در محل آبشکن ها در جداول ۱، ۲، ۳ و ۴ ذکر شده است و همان گونه که از این جداول پیداست، بیشترین افزایش تراز سطح آب پس از ساخت آبشکن ها در محل آبشکن شماره ۱ و بیشترین افزایش سرعت جریان پس از ساخت آبشکن ها در محل آبشکن شماره ۱۰ رخ داده است. بیشترین افزایش تنش برشی پس از ساخت آبشکن ها در محل آبشکن شماره ۹ و بیشترین افزایش عدد فرود جریان پس از ساخت آبشکن ها در محل آبشکن شماره ۴ رخ داده است.

جدول ۱: مقایسه حداکثر تراز سطح آب در محل آبخش‌ها با و بدون آن‌ها در سیلاب ۲۵ ساله (بر حسب متر)

موقعیت	تراز آب با دوره برگشت ۲۵ ساله		اختلاف	شماره آبخش
	با آبخش	بدون آبخش		
شطیط ۵۵۵۷/۳۶	۳۵/۵۹۰	۳۵/۳۸۰	۰/۲۱۰	۱
شطیط ۶۴۵۱/۲۸	۳۵/۵۷۰	۳۵/۳۷۰	۰/۲۰۰	۲
شطیط ۷۴۳۸/۱۴	۳۵/۵۵۰	۳۵/۳۴۵	۰/۲۰۵	۳
شطیط ۸۰۶۲/۹۶	۳۵/۵۰	۳۵/۴۱۵	۰/۰۸۵	۴
شطیط ۸۱۱۲/۶۴	۳۵/۴۹۰	۳۵/۴۵۴	۰/۰۳۶	۵
شطیط ۸۱۸۷/۰۵	۳۵/۴۸۰	۳۵/۲۷۹	۰/۲۰۱	۶
شطیط ۸۲۵۲/۸۹	۳۵/۴۶۰	۳۵/۳۵۰	۰/۱۱۰	۷
شطیط ۸۳۵۳/۲۹	۳۵/۴۴۰	۳۵/۳۱۰	۰/۱۳۰	۸
شطیط ۸۳۹۳/۲۹	۳۵/۴۱۰	۳۵/۳۹۴	۰/۰۱۶	۹
شطیط ۸۴۷۶/۶۹	۳۵/۴۰۰	۳۵/۲۸۰	۰/۱۲۰	۱۰
شطیط ۸۵۷۰/۶۶	۳۵/۳۸۰	۳۵/۲۹۹	۰/۰۸۱	۱۱
شطیط ۸۶۴۲/۶۴	۳۵/۳۶۰	۳۵/۲۶۸	۰/۰۹۲	۱۲

جدول ۲: مقایسه حداکثر تراز سطح آب در محل آبخش‌ها با و بدون آن‌ها در سیلاب ۱۰۰ ساله (بر حسب متر)

موقعیت	تراز آب با دوره برگشت ۱۰۰ ساله		اختلاف	شماره آبخش
	با آبخش	بدون آبخش		
شطیط ۵۵۵۷/۳۶	۳۶/۴۴۰	۳۵/۹۷۰	۰/۴۷۰	۱
شطیط ۶۴۵۱/۲۸	۳۶/۴۳۰	۳۶/۰۰۵	۰/۳۸۰	۲
شطیط ۷۴۳۸/۱۴	۳۶/۴۱۰	۳۶/۰۱۱	۰/۳۰۰	۳
شطیط ۸۰۶۲/۹۶	۳۶/۴۰۰	۳۶/۱۷۰	۰/۲۳۰	۴
شطیط ۸۱۱۲/۶۴	۳۶/۳۹۰	۳۶/۱۶۰	۰/۲۳۰	۵
شطیط ۸۱۸۷/۰۵	۳۶/۳۶۰	۳۶/۲۶۹	۰/۰۹۱	۶
شطیط ۸۲۵۲/۸۹	۳۶/۳۴۶	۳۶/۲۹۶	۰/۰۵۰	۷
شطیط ۸۳۵۳/۲۹	۳۶/۳۴۰	۳۶/۲۵۰	۰/۰۹۰	۸
شطیط ۸۳۹۳/۲۹	۳۶/۳۳۵	۳۶/۲۸۵	۰/۰۵۰	۹
شطیط ۸۴۷۶/۶۹	۳۶/۳۲۹	۳۶/۱۶۹	۰/۱۶	۱۰
شطیط ۸۵۷۰/۶۶	۳۶/۳۱۰	۳۶/۳۴۷	۰/۰۶۳	۱۱
شطیط ۸۶۴۲/۶۴	۳۶/۳۰۰	۳۶/۱۰۸	۰/۱۹۲	۱۲

جدول ۳: مقایسه حداکثر سرعت جریان در محل آبشکن‌ها با و بدون آن‌ها در سیلاب ۲۵ ساله (بر حسب متر بر ثانیه)

موقعیت	تنش برشی سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله		اختلاف	شماره آبشکن
	با آبشکن	بدون آبشکن		
شطیپ ۵۵۵۷/۳۶	۳/۰۹۰	۲/۹۶۷	-۰/۱۲۳	۱
شطیپ ۶۴۵۱/۲۸	۳/۱۲۰	۳/۰۰۷	-۰/۱۱۳	۲
شطیپ ۷۴۳۸/۱۴	۲/۴۶۷	۲/۲۸۱	-۰/۱۸۶	۳
شطیپ ۸۰۶۲/۹۶	۲/۹۵۰	۲/۷۶۰	-۰/۱۹۰	۴
شطیپ ۸۱۱۲/۶۴	۲/۹۲۰	۲/۵۶۴	-۰/۳۵۶	۵
شطیپ ۸۱۸۷/۰۵	۲/۵۳۰	۲/۵۱۹	-۰/۰۱۱	۶
شطیپ ۸۲۵۲/۸۹	۲/۸۹۰	۲/۷۵۳	-۰/۱۳۷	۷
شطیپ ۸۳۵۳/۲۹	۲/۹۱۰	۲/۷۹۳	-۰/۱۱۷	۸
شطیپ ۸۳۹۳/۲۹	۲/۹۰۰	۲/۴۹۷	-۰/۴۰۳	۹
شطیپ ۸۴۷۶/۶۹	۲/۴۶۰	۲/۰۲۷	-۰/۴۳۳	۱۰
شطیپ ۸۵۷۰/۶۶	۲/۵۳۰	۲/۴۲۹	-۰/۱۰۱	۱۱
شطیپ ۸۶۴۲/۶۴	۲/۵۷۰	۲/۴۶۱	-۰/۱۰۹	۱۲

جدول ۴: مقایسه حداکثر تنش برشی در محل آبشکن‌ها با و بدون آن‌ها در سیلاب ۱۰۰ ساله (بر حسب نیوتن بر مترمربع)

موقعیت	تنش برشی سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله		اختلاف	شماره آبشکن
	با آبشکن	بدون آبشکن		
شطیپ ۵۵۵۷/۳۶	۶۲/۴۱۳	۵۲/۵۱۴	۹/۸۹۹	۱
شطیپ ۶۴۵۱/۲۸	۶۱/۳۱۱	۵۱/۳۰۱	۱۰/۰۱۰	۲
شطیپ ۷۴۳۸/۱۴	۶۱/۵۱۲	۵۳/۳۲۱	۸/۱۹۱	۳
شطیپ ۸۰۶۲/۹۶	۶۲/۰۱۱	۵۲/۶۰۵	۹/۴۰۶	۴
شطیپ ۸۱۱۲/۶۴	۷۲/۵۱۴	۵۹/۰۱۴	۱۳/۰۵۰	۵
شطیپ ۸۱۸۷/۰۵	۷۲/۳۲۱	۵۸/۱۱۴	۱۴/۲۰۷	۶
شطیپ ۸۲۵۲/۸۹	۷۰/۵۱۴	۵۶/۰۱۴	۱۴/۵۰۰	۷
شطیپ ۸۳۵۳/۲۹	۶۶/۸۶۴	۵۸/۴۳۴	۸/۴۳۰	۸
شطیپ ۸۳۹۳/۲۹	۷۲/۰۱۴	۵۷/۴۵۴	۱۴/۵۶۰	۹
شطیپ ۸۴۷۶/۶۹	۶۶/۵۰۴	۵۷/۹۶۱	۸/۵۴۳	۱۰
شطیپ ۸۵۷۰/۶۶	۶۴/۰۴۸	۶۰/۹۳۸	۳/۱۱۰	۱۱
شطیپ ۸۶۴۲/۶۴	۶۳/۱۲۷	۵۹/۶۱۲	۳/۵۱۵	۱۲

جدول ۵: مقایسه حداکثر عدد فرود در محل آبشکن ها، با و بدون آنها در سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله

موقعیت	عدد فرود سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله		اختلاف	شماره آبشکن
	با آبشکن	بدون آبشکن		
شطیط ۵۵۵۷/۳۶	۰/۷۲۹۷	۰/۶۴۹۷	۰/۰۸۰۰	۱
شطیط ۶۴۵۱/۲۸	۰/۷۱۹۵	۰/۶۶۹۷	۰/۰۴۹۸	۲
شطیط ۷۴۳۸/۱۴	۰/۷۵۸۶	۰/۷۰۸۶	۰/۰۵۰۰	۳
شطیط ۸۰۶۲/۹۶	۰/۷۳۴۹	۰/۶۴۰۵	۰/۰۹۴۴	۴
شطیط ۸۱۱۲/۶۴	۰/۷۲۵۷	۰/۶۹۹۳	۰/۰۲۶۴	۵
شطیط ۸۱۸۷/۰۵	۰/۷۳۹۷	۰/۶۹۰۵	۰/۰۴۹۱	۶
شطیط ۸۲۵۲/۸۹	۰/۷۲۸۳	۰/۶۴۸۸	۰/۰۷۹۵	۷
شطیط ۸۳۵۳/۲۹	۰/۷۳۶۷	۰/۷۰۸۷	۰/۰۲۸۰	۸
شطیط ۸۳۹۳/۲۹	۰/۷۳۳۷	۰/۶۷۰۵	۰/۰۶۳۲	۹
شطیط ۸۴۷۶/۶۹	۰/۷۳۲۴	۰/۶۸۸۹	۰/۰۴۳۵	۱۰
شطیط ۸۵۷۰/۶۶	۰/۷۲۸۸	۰/۷۱۷۹	۰/۰۱۰۹	۱۱
شطیط ۸۶۴۲/۶۴	۰/۷۳۴۷	۰/۷۱۹۱	۰/۰۱۵۶	۱۲

نتیجه گیری

ساخت و ایجاد آبشکن‌ها باعث تنگ‌شدگی مجرا و کاهش عرض رودخانه شده و به همین دلیل موجب افزایش عمق و سرعت جریان می‌شود. در این پژوهش بیشترین افزایش تراز سطح آب به ازای سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ ساله مقدار ۲۱ سانتی‌متر بوده که در محل آبشکن شماره ۱ رخ می‌دهد. همچنین بیشترین مقدار سرعت جریان به میزان ۰/۴۳۳ متر بر ثانیه در محل آبشکن شماره ۱۰ رخ می‌دهد. کاهش عرض رودخانه به علت افزایش سرعت موجب افزایش تنش برشی جریان می‌شود. در این پژوهش بیشترین افزایش تنش برشی جریان به‌ازای سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله مقدار ۱۴/۵۶۰ نیوتن بر مترمربع بوده که در محل آبشکن شماره ۹ رخ می‌دهد. همچنین بیشترین مقدار عدد فرود جریان به میزان ۰/۰۹۴۴ و در محل آبشکن شماره ۴ رخ می‌دهد.

هیدروگراف سیلاب در بعد از محل آبشکن‌ها با کاهش دبی به اندازه‌ی ۱۱۵ مترمکعب بر ثانیه نسبت به هیدروگراف سیلاب در قبل از محل آبشکن‌ها و با یک تأخیر زمانی به سمت پایین‌دست حرکت می‌کند اما شکل آن تغییر خاصی پیدا نمی‌نماید. بنابراین هرچند شاهد تأخیر زمانی در این امر هستیم اما اگر هدف طرح به تأخیر انداختن سیلاب می‌باشد بهتر است که از سازه‌ی مناسب‌تری برای تأخیر در هیدروگراف سیلاب استفاده شود.

برگشت آب به بالادست، در اثر کاهش عرض جریان در بازه‌ی مورد نظر می‌باشد (بازه ای که آبشکن‌ها در آن احداث شده‌اند). با توجه به اینکه آبشکن‌ها جهت حفاظت از ساحل چپ رودخانه احداث شده‌اند و در برخی مقاطع خط‌القعر

رودخانه نزدیک ساحل راست رودخانه می‌باشد در سیلاب با دوره بازگشت‌های کوچک رقوم سطح آب رسیده به محل آبشکن‌ها کمتر از سیلاب با دوره بازگشت‌های بزرگتر می‌باشد. به همین دلیل تأثیر آبشکن‌ها در سیلاب با دوره بازگشت‌های بزرگتر، بیشتر می‌باشد.

با توجه به نتایج ذکر شده در بند اول، آبشکن شماره ۹ در معرض بیشترین مقدار فرسایش و ناپایداری قرار دارد. با توجه به عریض بودن رودخانه در محل احداث آبشکن‌ها، تغییرات تراز سطح آب با در نظر گرفتن آبشکن‌ها چندان قابل ملاحظه نمی‌باشد. بنابراین احداث آبشکن‌ها در این محدوده خطری برای زمین‌های کشاورزی و مناطق مسکونی اطراف محسوب نمی‌شود، بلکه منجر به ساحل سازی نیز می‌گردد. مدل MIKE11 در شرایط غیرماندگار به خوبی آبشکن‌ها را مدل نموده و جواب‌های قابل قبولی ارائه کرد.

منابع

- ترابی‌زاده، ع. و بی‌نا، م. ۱۳۸۸. ارزیابی هیدرولیکی آبشکن‌ها و اثرات آن بر روی رودخانه زهره با استفاده از مدل MIKE 11. هشتمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه. دانشگاه شهید چمران، ۸-۶ بهمن‌ماه ۱۳۸۹، اهواز، ایران.
- حسینی، ا. و حبیبی، م. ۱۳۸۴. ارزیابی فنی آبشکن‌های احداث شده برای حفاظت از اراضی سواحل زنگان رود. پنجمین کنفرانس هیدرولیک ایران. ۲۱ آبان‌ماه ۱۳۸۴، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران.
- حسینی، س.، شهیدی، ا. و کیهان، ک. ۱۳۹۲. مطالعه اثرات مدل‌های هیدرودینامیکی و روند توزیع مدل MIKE11. چهارمین کنفرانس هیدرولیک ایران. دانشگاه شیراز، ایران.
- دستورانی، م. ۱۳۸۵. ارزیابی کارایی بسته‌های نرم افزاری مختلف در شبیه‌سازی جریان در زیر پل‌ها. نشریه آب و فاضلاب. شماره ۱۷ (۴): ص ۲۹-۴۰.
- غواصیه، ا. ۱۳۸۴. بررسی اثر هیدرولیکی‌ای و سد خشک روی هیدروگرافهای سیل در کانالهای مرکب. پنجمین کنفرانس هیدرولیک ایران. ۲۱ آبان‌ماه ۱۳۸۴، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران.
- مهندسین مشاور عمران منابع آب اهواز. ۱۳۸۴. مطالعات مرحله اول طرح حفاظت ساحل رودخانه کارون در حومه شهر شوشتر، مطالعات مرحله اول و دوم.
- یاسی، م. ۱۳۶۸. اصلاح مسیر و حفاظت دیواره رودخانه‌های آبرفتی با استفاده از روش‌های بیولوژیکی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده مهندسی آبیاری، دانشگاه شیراز.

یاسی، م. و عزیزپناه، ب. ۱۳۸۵. مقایسه خصوصیات جریان در مدل فیزیکی با نتایج مدل‌های ریاضی یک بعدی،

شبه دوبعدی و دوبعدی در یک بازه رودخانه. تحقیقات منابع آب ایران. ۲ (۳) : ۸۹ - ۷۸.

Adam, K.S. 2003. Comparing Physical Habit Condition in Forested and Non Forested Stream. Thesis of Partial Fulfillment of the Requirements for The Degree of Master of Science Specializing in Civil and Environment University of Vermont. 136p.

Bina, M., Javan, M., Talebbidokhty, N. and Yasi, M. 2010. Ministry of Energy Bureau of Engineering and Technical Criterias for Water and Wastewater, Guideline for Design Construction and Maintenance of River Groynes, No.516.

DHI. 2007. Water & Environment, MIKE11, Reference Manual, Hydrodynamic reference A Modeling.

USAE. 1980. Detailed Project Report for Flood control and Environmental Assessment Sespe Greek at Fillmore .Ventura Country, California, U.S. Army Corps of Engineers Los Angles District.

Evaluation of Groyne Construction Effects on the Hydraulic Parameters in the Shoteyt River Using MIKE11 Model

M. Ehteshaami¹, M. Heidarnejad^{*2} and E. Zallaghi³

1,2) MSc, Department of Water Science engineering, Khuzestan Science and Research Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

2) Assistant Professor, Department of Water Science engineering, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

3) Director of sediment, Khuzestan Water and Power Authority (KWPA), Ahvaz, Iran.

Corresponding author: mo_he3197@yahoo.com

Received Date: 2018.02.24

Accepted Date: 2018.05.08

Abstract

The aim of this research was conducting the hydraulic study and examining the efficiency of groynes, which have been constructed to protect the Felman wells and to prevent further destruction of the protected area on the bank of the Shoteyt River near Shushtar city of Iran. It was assumed flow currents in a unsteady flow and the results indicated appropriate efficiency of groynes and suitability of the mathematical model in simulating the groynes. MIKE11's results in study area showed changes in water level, flow rate and the shear stress of the bed and Froude number of the flow. The groynes reduced the discharge to 115 m³/sec for a 100-year flood in the area. The maximum changes in water level for this flood has been 47 cm, and the maximum change in flow rate has been 0.558 meters per second. Maximum rate of shear stress for the bed and maximum changes of Froude number of flow for the same flood were 14.560 N/m² and 0.0944, respectively. Comparison of the results of the flood with a 25-year return period and the flood with the return period of 100 years showed a direct relationship between the changes and the increase of return period; the longer is the return period, the more changes will be.

Keywords: Froude number, Groyne, MIKE11, Shear stress and Unsteady flow.