

تأثیر شکل دهانه آبگیر بر الگوی جریان و مقدار رسوب‌گذاری در آبگیر جانبی قائم

حمیدرضا جلیلی^{*۱} - علی حسین‌زاده دلیر^۲ - داوود فرسادی‌زاده^۳

تاریخ دریافت: ۸۹/۹/۲۲

تاریخ پذیرش: ۹۰/۶/۲۷

چکیده

آب جاری رودخانه‌ها یکی از منابع اصلی تامین، آب مورد نیاز کشاورزی و شرب می‌باشد. یکی از قدیمی‌ترین روش‌های برداشت آب از رودخانه‌ها که هنوز هم بیشترین کاربرد را دارد، استفاده از آبگیرهای جانبی قائم می‌باشد. در این نوع از آبگیرها، به‌علت عدم تناسب سرعت جریان در دهانه بالادست و پایین‌دست آبگیر، شاهد جداشدگی جریان و در پی آن رسوب‌گذاری در دهانه بالادست خواهیم بود. در این تحقیق، با استفاده از مدل عددی SSIIM 2.0 حالت هیدرولیکی بهینه آبگیر، به‌طوری که کمترین جداشدگی جریان در دهانه بالادست رخ دهد، تعیین و سپس مشابه همین مدل در مدل فیزیکی به اجرا درآمد. نتایج حاکی از آن بود که مدل هیدرولیکی بهینه در مدل عددی و مدل فیزیکی که بر اساس داده‌های رسوبی به‌دست آمده است، یکسان می‌باشند. این مدل بهینه، قوس ترکیبی ۷ در ۶۳ سانتی‌متری در دهانه بالادست آبگیر می‌باشد.

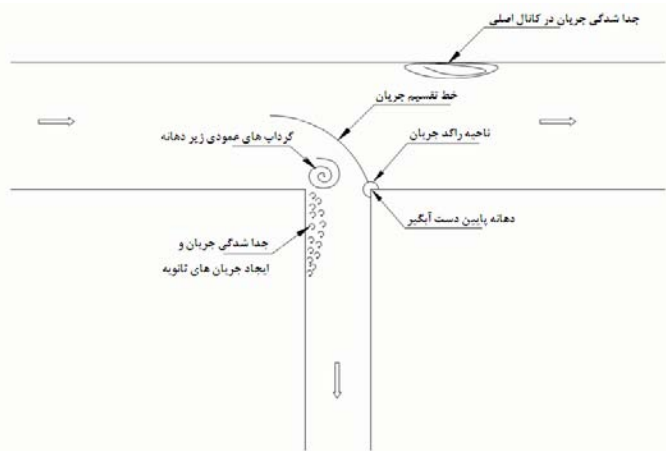
واژه‌های کلیدی: آبگیر جانبی قائم، جداشدگی جریان، دهانه آبگیر، رسوب‌گذاری، مدل SSIIM 2.0

مقدمه

شاید بتوان این گونه بیان داشت، که عمده‌ترین مشکلی که در یک انشعاب جریان با آن مواجه هستیم، جداشدگی جریان در دیواره بالادست آبگیر می‌باشد. هنگامی که آب وارد دهانه آبگیر می‌شود، سرعت در بالادست دهانه، حداکثر (در جهت جریان در کانال اصلی) و در پایین‌دست دهانه حداقل می‌باشد، که این تفاوت سرعت باعث ایجاد جریان‌های ثانویه و گردابی می‌گردد. در ناحیه جداشدگی، جریان در جهت ساعت‌گرد و یا پادساعت‌گرد (وابسته به جهت جریان در کانال اصلی) به دور خود می‌چرخد و این چرخش مانع عبور جریان از این قسمت می‌گردد، که این مساله باعث کاهش دبی ورودی، ته‌نشینی رسوبات در این ناحیه و در نتیجه بسته شدن آبگیر می‌گردد. در طول چند دهه تلاش همواره سعی بر آن بوده است که از مقدار این ناحیه جداشدگی کاسته شود تا آبگیری مناسب‌تر و مطمئن‌تری از نظر رسوب‌گذاری صورت گیرد. عمده عواملی که بر شرایط جریان در دهانه آبگیر تأثیر می‌گذارند را می‌توان بدین صورت تقسیم‌بندی کرد: ۱- نوع کانال (مستقیم یا قوس‌دار) ۲- نسبت دبی کانال اصلی به فرعی ۳- شرایط جریان (عدد فرود) (۲) ۴- نوع بار رسوبی (بار بستر یا بار معلق) ۵- محل قرارگیری آبگیر (در یک کانال قوس‌دار) ۶- زاویه آبگیری ۷- وجود سازه‌هایی همچون آستانه و صفحات مستغرق و یا وجود آبگیرهای دیگر در بالادست.

رودخانه‌ها یکی از ارزان‌ترین و در دسترس‌ترین منابع آب مورد نیاز بشر می‌باشند و نحوه ی آبگیری و انشعاب جریان از آن‌ها یکی از مباحث اصلی مهندسی هیدرولیک و رودخانه می‌باشد. لذا، تحقیقات گسترده‌ای در زمینه روش‌های آبگیری و نیز کنترل رسوب در آبگیرها انجام گردیده و توصیه‌های مختلف طراحی نیز ارائه شده است، با این وجود به‌دلیل جریان ۳ بعدی موجود در محدوده دهانه آبگیر (شکل ۱) و وجود پیچیدگی‌های خاص در این نوع از جریان (۴) و نیز تغییرات ناشی از رسوب‌گذاری و فرسایش در ریخت‌شناسی بستر کانال اصلی و کانال آبگیر سبب گشته است که تحقیق در این زمینه همچنان ادامه یابد. مشکلات آبگیری در آبگیرها را می‌توان بدین ترتیب عنوان کرد: ۱- جداشدگی جریان در دهانه بالادست آبگیر (ایجاد جریان‌های ثانویه و کاهش دبی آبگیری و در نتیجه رسوب‌گذاری در دهانه آبگیر). ۲- جریان‌های گردابی عمودی در پای آبگیر (فرسایش مواد بستر در جلوی دهانه آبگیر و ایجاد چاله آبستنگی در زیر دهانه) (شکل ۱). ۳- ایجاد ناحیه راکد جریان در دهانه پایین‌دست کانال آبگیر.

۱، ۲، ۳- به ترتیب کارشناس ارشد و دانشیاران گروه سازه‌های آبی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
(* - نویسنده مسئول: Email: Jalili_hr87@Ms.tabrizu.ac.ir)



شکل ۱- مشخصات جریان در یک انشعاب

با توجه به دلایل فوق، می‌توان این گونه بیان داشت که با تغییر در شکل ورود جریان به آبگیر و با ایجاد یکنواختی سرعت بین دماغه بالادست و پایین دست، می‌توان به مقدار زیادی از ابعاد جداسدگی جریان کاست. در این تحقیق به بررسی شکل دهانه آبگیر بر روی الگوی جریان و رسوب گذاری در دهانه آبگیر خواهیم پرداخت، برای یافتن حالت بهینه برای شکل دهانه ابتدا دهانه را از نظر هیدرولیکی با استفاده از مدل SSIIM 2.0 مورد بررسی قرار داده و سپس نتایج حاصل از مدل عددی در مدل فیزیکی به اجرا در می‌آید.

مواد و روش‌ها

مدل عددی

برنامه‌های محاسبات دینامیک سیالات (CFD) به دو نوع قابل تقسیم می‌باشند. نوع اول برنامه‌های جامع و نوع دوم برنامه‌هایی که منحصرأ برای مدل‌سازی در مهندسی رودخانه کاربرد دارند. مدل SSIIM 2.0 یکی از مدل‌های ۳ بعدی، از نوع دوم برنامه‌ها می‌باشد. مدل SSIIM مخفف عبارت Sediment Simulation In Intakes With Multiblock Option می‌باشد. این برنامه برای مهندسی رسوب، هیدرولیک، محیط زیست و رودخانه نوشته شده است. در ابتدا این برنامه برای شبیه‌سازی انتقال رسوب در کانال و رودخانه نوشته شد اما بعدها این برنامه برای موضوعات مهندسی هیدرولیک دیگر از قبیل مدل‌سازی سرریز، افت هد در تونل‌ها، روابط دبی اشل در رودخانه‌ها، جریان‌های غلیظ و ... توسعه داده شد. نسخه مقدماتی این مدل در سال ۱۹۹۱-۱۹۹۰ در انستیتو تکنولوژی نیروژ توسط پروفیسور السون تهیه شده و در سال ۲۰۰۲ نسخه تحت ویندوز این برنامه توسط زیر برنامه‌های DLL توسعه یافت که حاوی الگوریتم‌هایی برای انتقال رسوب و مقاومت جریان در برابر گیاهان بود.

بر اساس بندهای ۱ و ۵ می‌توان گفت که با تغییر در شکل ورودی دهانه آبگیر و با ایجاد یکنواختی سرعت بین دماغه بالادست و پایین دست آبگیر، به مقدار زیادی می‌توان از ابعاد جداسدگی جریان کاست. با کاهش در ابعاد جداسدگی جریان، از ابعاد ناحیه راکد جریان و در نتیجه از ابعاد رسوب گذاری در دهانه کاسته خواهد شد. همچنین با ایجاد یکنواختی سرعت بین دماغه بالادست و پایین دست دهانه آبگیر، موجب کاهش در گرداب‌ها عمودی ایجاد شده در اطراف دهانه آبگیر خواهیم شد، زیرا این گرداب‌ها به علت سرعت بالای جریان در دماغه پایین دست، رخ می‌دهند.

روش‌های مختلفی برای کنترل رسوبات ورودی به آبگیر تا کنون مورد آزمایش قرار گرفته است که از آن جمله می‌توان به لایروبی دوره‌ای، استفاده از آستانه و استفاده از صفحات مستغرق در جلوی آبگیر اشاره کرد، که هر یک از این روش‌ها دارای معایب و مزایای خاص خود می‌باشند. مثلاً، استفاده از آستانه در نسبت دبی‌های بالای ۰/۲ توصیه نمی‌شود (۲). همچنین صفحات مستغرق با توجه به گزارش بسیاری از محققان، تنها در نسبت دبی آبگیری کمتر از ۰/۲ قادر به کنترل مناسب رسوبات می‌باشند (تا حد ۸۰ درصد قادر به کنترل رسوبات می‌باشند) و با افزایش نسبت دبی آبگیری قادر به کنترل مناسب رسوبات نمی‌باشد (۲)، زیرا در نسبت دبی‌های بالا مکش ایجاد شده در اطراف آبگیر بیشتر از آن است که صفحات مستغرق با ایجاد جریان‌های ثانویه موجب انتقال رسوب از دهانه به طرف داخل رودخانه باشند. باید توجه داشت که بهترین روش برای افزایش راندمان آبگیری و کنترل شرایط جریان در آبگیر تعیین شرایط بهینه هیدرولیکی در اطراف دهانه آبگیر می‌باشد. هر اقدامی که یکنواختی سرعت بین دماغه بالادست و پایین دست آبگیر را بیشتر کند، باعث کاهش جریان‌های ثانویه، کاهش ابعاد جداسدگی جریان، کاهش رسوب گذاری در دهانه آبگیر و افزایش راندمان آبگیری خواهد شد (۱).

جدول ۱- مدل‌های اجرا شده با استفاده از مدل عددی

شماره	روش حل	مدل آشفتگی	مشخصات مدل
۱	1st-order implicit	k-ε/Standard	آبگیر نرمال با تعداد سلول‌های شبکه ۲۰۰۰۰
۲	1st-order implicit	k-ε/Standard	آبگیر نرمال با تعداد سلول‌های شبکه ۵۰۰۰۰
۳	1st-order implicit	k-ε/Standard	آبگیر با پخ شدگی بالادست با شعاع ۵ سانتی‌متر
۴	1st-order implicit	k-ε/Standard	آبگیر با پخ شدگی بالا دست با شعاع ۱۰ سانتی‌متر
۵	1st-order implicit	k-ε/Standard	آبگیر با قوس یک طرفه (قوس ترکیبی ۷ و ۶۳ سانتی‌متر)
۶	1st-order implicit	k-ε/Standard	آبگیر با قوس ترکیبی دو طرفه متقارن (۱۰ و ۴۷ سانتی‌متر)
۷	1st-order implicit	k-ε/Standard	آبگیر با قوس ترکیبی دو طرفه متقارن (۹ و ۲۵ سانتی‌متر)
۸	1st-order implicit	k-ε/Standard	آبگیر با قوس دو طرفه متقارن ۱۹ سانتی‌متری
۹	1st-order implicit	k-ε/Standard	آبگیر با قوس دو طرفه متقارن ۱۰ سانتی‌متری
۱۰	1st-order implicit	k-ε/Standard	آبگیر با قوس دو طرفه متقارن ۲۸ سانتی‌متری
۱۱	1st-order implicit	k-ε/Standard	آبگیر با قوس ۲ طرفه نامتقارن (بالادست: ۷ و ۶۳ سانتی‌متر، پایین دست پخ شدگی ۱۰ سانتی‌متری)
۱۲	1st-order implicit	k-ε/Standard	آبگیر با قوس ۲ طرفه متقارن (قوس ترکیبی ۷ و ۶۳ سانتی‌متری)
۱۳	1st-order implicit	k-ε/Standard	آبگیر با قوس ۸ سانتی‌متری در کانال اصلی
۱۴	1st-order implicit	k-ε/Standard	آبگیر با صفحات موج دار ۳ سانتی‌متری در کانال اصلی
۱۵	1st-order implicit	k-ε/Standard	آبگیر با قوس ۲ طرفه معکوس ترکیبی (۷ در ۶۳ سانتی‌متری)

زاویه ۹۰ درجه به فلوم اصلی متصل گردیده است، انجام گرفت (شکل ۲). در هر آزمایش ابتدا به ساخت و نصب مدل‌های مورد نظر بر روی کانال آبگیر اقدام گردید (شکل ۳).

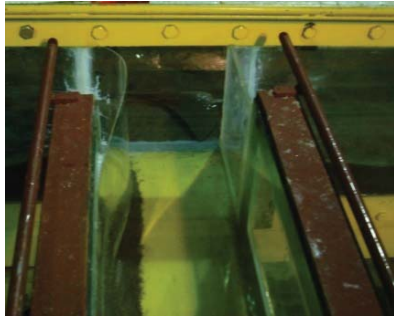
نمایی کلی از مدل‌های فیزیکی اجرا شده در این تحقیق در جدول ۲ دیده می‌شود. شایان ذکر است که کلیه مدل‌های فیزیکی بر اساس قوس بهینه به دست آمده از نتایج مدل عددی ساخته و نصب گردیده است. برای جلوگیری از فرار احتمالی رسوبات وارد شده به کانال آبگیر، در انتهای کانال آبگیر تله‌های رسوب‌گیر تعبیه گردید، که اطمینان حاصل شود ذرات رسوبی از کانال آبگیر خارج نمی‌شوند. ذرات رسوبی به کار برده شده در این آزمایش از جنس ماسه با دانه‌بندی نسبتاً یکنواخت با σ_g برابر ۱/۵ و d_{50} برابر ۰/۴۶ میلی‌متر می‌باشد. نسبت دبی‌های انتخاب شده برای اجرای این آزمایش، نسبت‌های ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ می‌باشد. شایان ذکر است که نسبت دبی، عبارت است از نسبت دبی کانال آبگیر به دبی کانال اصلی، در حالتی که عرض‌های ۲ کانال برابر باشند (در عرض واحد). کلیه آزمایش‌ها در این تحقیق با زمان ۳ ساعت اجرا شد. این زمان به چند علت انتخاب گردید: ۱- این زمان توسط محققان بسیاری برای اجرای آزمایش‌ها بر روی کانال آبگیر در نظر گرفته شده است ۲- در نظر گرفتن زمانی بیش از این زمان به دلیل قرار داشتن آزمایش در حالت آبشستگی بستر زنده ($v/v_c > 1$) و حرکت مقدار زیادی از رسوبات به طرف پایین دست، بسیار سخت می‌نماید. پس از پایان زمان آزمایش منتظر فرو نشست آب در کانال‌ها شده و سپس به برداشت توپوگرافی و اندازه‌گیری عمق حفره آبشستگی و سپس وزن کردن رسوبات اقدام شد.

مدل SSIIM معادلات ناویر- استوکس و مدل آشفتگی K-ε استاندارد را با استفاده از یک شبکه سه‌بعدی غیر متعامد بدون ساختار^۱ حل می‌کند (۶). برای منصف‌سازی نیز از روش حجم کنترل با استفاده از الگوریتم توانی^۲ یا الگوریتم جهت‌مند مرتبه دوم^۳ استفاده می‌شود. برای ارتباط ترم فشار و سرعت هم روش SIMPLE مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این تحقیق بیش از ۱۵ مدل عددی مورد آزمایش قرار گرفت (جدول ۱)، که از بین این ۱۵ مدل، بهترین مدل انتخاب و بررسی گرداب‌ها و جریان‌های ثانویه بر روی این مدل و مدل نرمال (دهانه آبگیر بدون تغییر شکل) صورت گرفت. در مدل‌های عددی ساخته شده طول کانال اصلی ۸ متر و کانال فرعی ۴ متر تعیین شده است که کانال فرعی در وسط کانال اصلی قرار گرفته، که فرض بر این است که در این طول، جریان پیش از رسیدن به آبگیر به حالت توسعه یافته رسیده است. همچنین عمق جریان در کانال برابر ۱۵ سانتی‌متر تعیین شد.

مدل آزمایشگاهی

در این تحقیق، آزمایش‌ها در فلومی به طول ۸ متر و عرض ۰/۸ متر و ارتفاع ۰/۵ متر و با شیب کف متغیر به عنوان کانال اصلی و یک فلوم انشعابی به طول ۵ متر و عرضی برابر ۲۴ سانتی‌متر که با

- 1- Three Dimensional Non-Orthogonal Unstructured grid
- 2- Power Law
- 3- Second Order Upwind



شکل ۳- نمایی از مدل نصب شده در کانال آبگیر



شکل ۲- نمایی از فلوم آزمایشگاهی

جدول ۲- مدل‌های اجرا شده بر روی مدل فیزیکی

شماره مدل	نمای مدل	شماره مدل	نمای مدل	شماره مدل	
۱		۶		۲۴	<p>آبگیر نرمال با عرض ۲۴ سانتی‌متر</p>
۲		۷		۷	<p>آبگیر با قوس ۲ طرفه معکوس ۷ در ۶۳ سانتی‌متری</p>
۳		۸		۷	<p>آبگیر با قوس ترکیبی ۷ در ۶۳ در بالادست و پخش‌دگی ۵ سانتی‌متری</p>
۴		۹		۷	<p>آبگیر با قوس ترکیبی یک‌طرفه ۷ در ۶۳ سانتی‌متری</p>
۵		۱۰		۷	<p>آبگیر با قوس ۲ طرفه متقارن ترکیبی ۷ در ۶۳ سانتی‌متری</p>
					<p>استفاده از صفحات موج‌دار ۳ سانتی‌متری در بالادست کانال آبگیر</p>
					<p>ایجاد قوس ترکیبی ۷ در ۶۳ سانتی‌متری در کانال اصلی</p>

نتایج

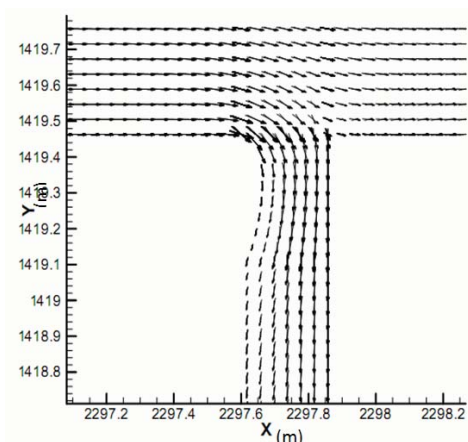
نتایج حاصل از مدل عددی

نتایج حاصل از مدل عددی SSIIM، با استفاده از نرم‌افزار Tecplot به صورت نموداری ترسیم گشت. با توجه به بررسی‌های صورت گرفته بین ۱۵ مدل عددی معرفی شده (جدول ۱)، مدل بهینه با در نظر گرفتن هزینه‌های ساخت و طراحی این نوع از آبگیرها، مدل شماره ۵ تعیین گردید. در زیر به بررسی نتایج حاصل از مدل عددی می‌پردازیم.

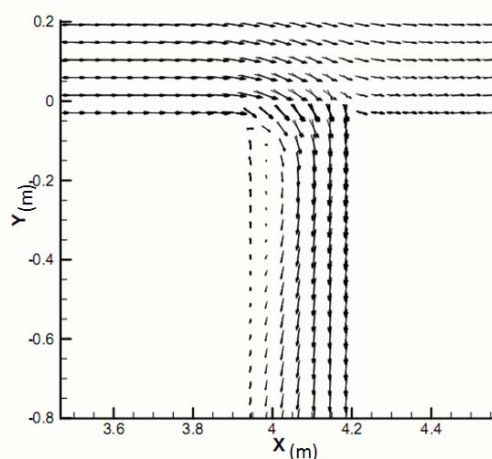
۴ قابل مشاهده می‌باشد. ابعاد جداشدگی جریان در مدل ۱ در واقع ایده‌ی ایجاد مدل شماره ۵ (شکل شماره ۵) می‌باشد. در مدل ۵ دیگر اثری از جداشدگی جریان مشاهده نمی‌گردد. بررسی‌های انجام شده نشان داد که ایجاد تنگ‌شدگی در کانال آبگیر نباید از حدی فراتر رود زیرا موجب افزایش سرعت جریان در این محل و مکش بیشتر هنگام وارد شدن جریان به آبگیر می‌شود که این افزایش مکش بر شدت گرداب‌های ایجاد شده در جلوی آبگیر می‌افزاید. این تغییر در مدل ۱۲ (شکل ۶) به خوبی نمایان است، نتایج مدل ۱۲، نشان از اثر تشدید می‌مدل بر افزایش مقدار رسوب وارد شده به آبگیر دارد.

مقایسه خطوط جریان در دو مدل ۱ و ۵

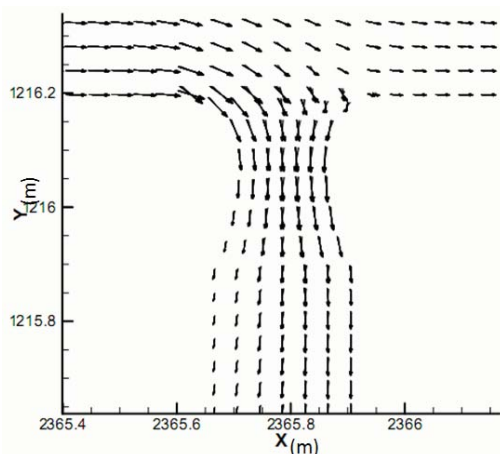
جداشدگی جریان در یک کانال آبگیر ۹۰ درجه به خوبی در شکل



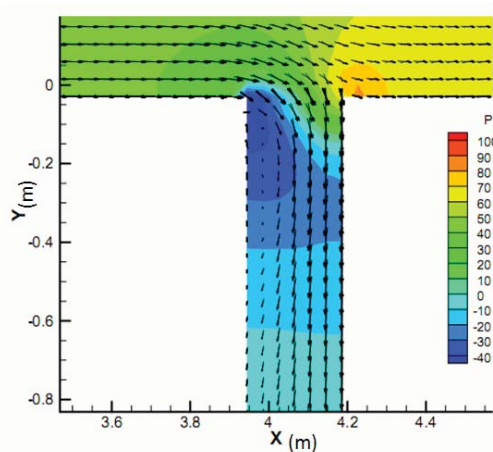
شکل ۵- خطوط جریان در تراز ۱ جریان در مدل ۵



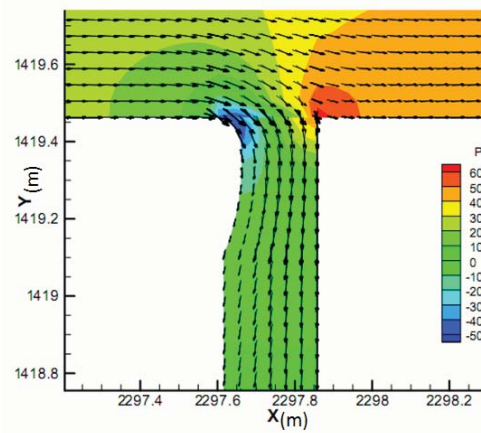
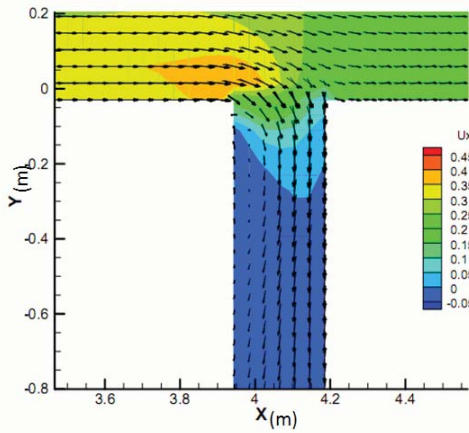
شکل ۶- خطوط جریان در تراز ۱ جریان در مدل ۱



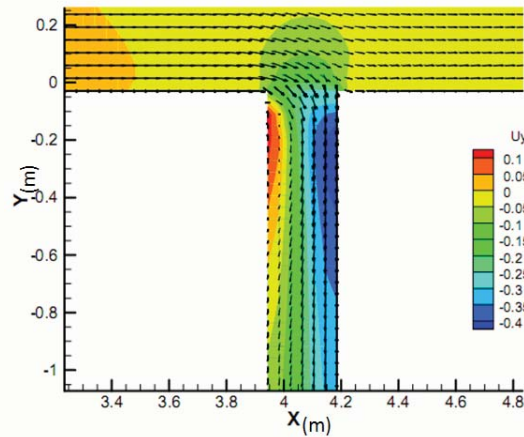
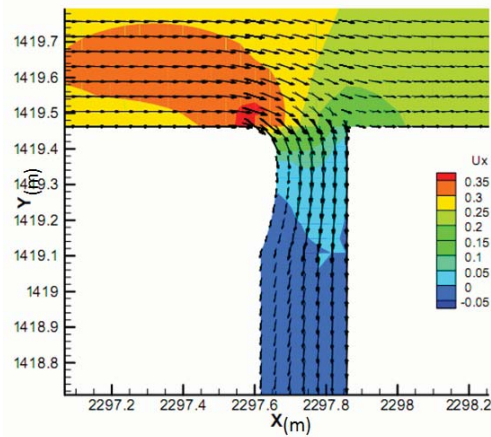
شکل ۷- خطوط جریان به هم راه خطوط هم فشار در مدل ۱



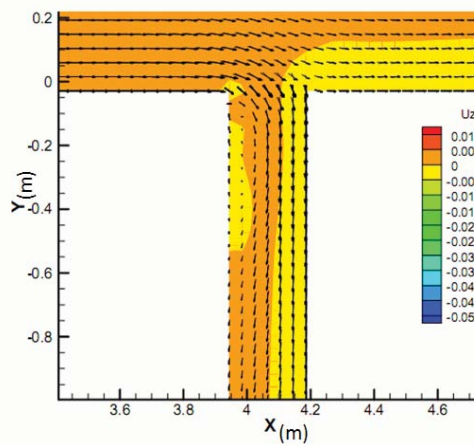
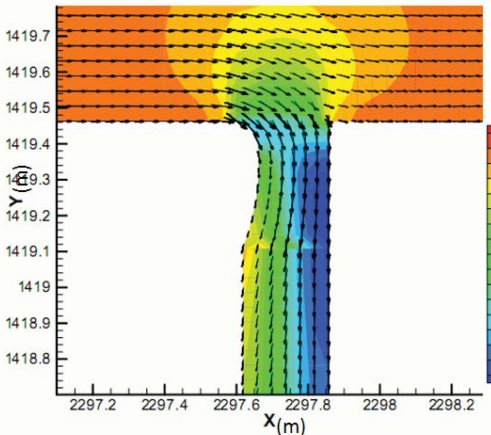
شکل ۸- خطوط جریان در تراز ۱ جریان در مدل ۱۲



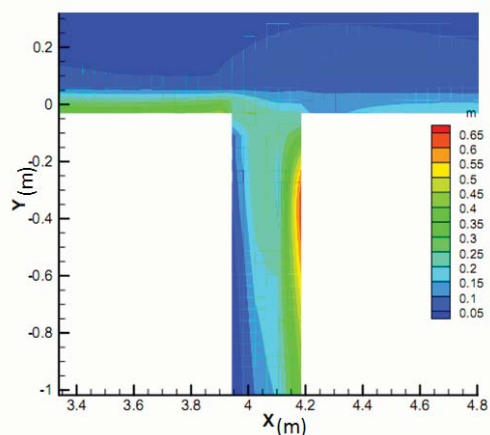
شکل ۸- خطوط جریان به هم راه خطوط هم فشار در مدل ۵ شکل ۹- خطوط جریان به همراه خطوط هم سرعت در جهت x در مدل ۱



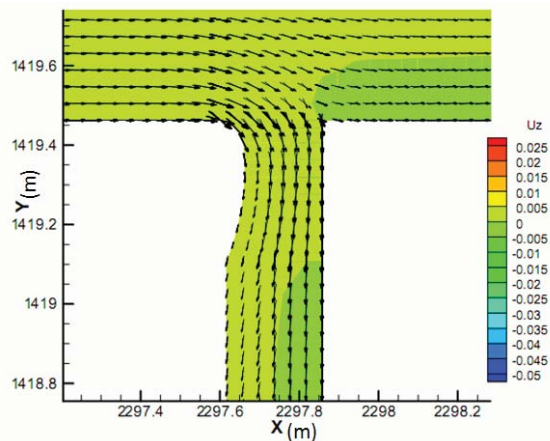
شکل ۱۰- خطوط جریان به همراه خطوط هم سرعت در جهت x شکل ۱۱- خطوط جریان به همراه خطوط هم سرعت در جهت y



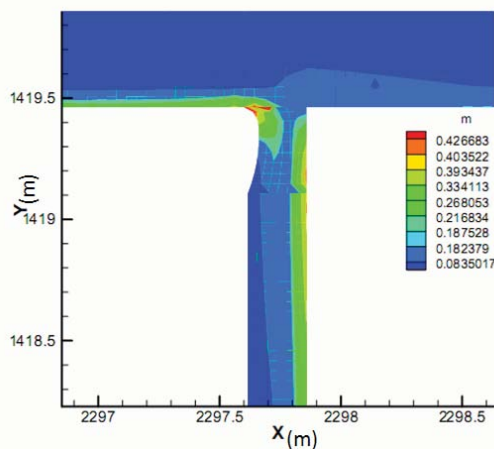
شکل ۱۲- خطوط جریان به همراه خطوط هم سرعت در جهت y شکل ۱۳- خطوط جریان به همراه خطوط هم سرعت در جهت z در مدل ۱



شکل ۱۵- خطوط هم تنش برشی بستر در مدل ۱



شکل ۱۴- خطوط جریان به همراه خطوط هم سرعت در جهت z در مدل ۵



شکل ۱۶- خطوط هم تنش برشی بستر در مدل ۵

(شکل ۱۰) از سرعت جریان در جهت X کاسته می‌شود و جریان مجبور به تغییر جهت یک‌باره و بسیار شدید نمی‌شود و به همین علت به آرامی و بدون جداشدگی و ایجاد گرداب وارد آبگیر می‌شود.

مقایسه خطوط هم سرعت در جهت Y در دو مدل ۱ و ۵

همان‌طور که در شکل ۱۱ مشاهده می‌شود، در گوشه بالادست کانال آبگیر جریان‌های با سرعت در جهت Y، مشاهده می‌شود که نسبت به جهت جریان در کانال آبگیر (رنگ قرمز و نارنجی) معکوس می‌باشد. این نواحی نشان دهنده محل جداشدگی جریان می‌باشند. در این نواحی جریان به دور خور می‌چرخد و جریانی بر خلاف جهت جریان در کانال آبگیر ایجاد می‌نماید. حداکثر سرعت با توجه به آنچه در شکل ۱۱ مشاهده می‌گردد، در قسمت پایین دست کانال آبگیر (رنگ آبی) مشاهده می‌گردد، که این پدیده بارها و بارها توسط محققان بسیاری چون رامامورتی (۵) بیان گردیده است. همچنین با

مقایسه خطوط هم فشار در دو مدل ۱ و ۵

همان‌طور که گفته شد، یکی از مشخصات ورود مناسب جریان به آبگیر که موجب ایجاد گرداب و جریان‌های ثانویه نگردد، ورود ملایم و بدون مکش جریان در جلوی آبگیر می‌باشد، این مکش در نمودارهای فشار با فشار منفی قابل مشاهده می‌باشد. همان‌طور که در شکل‌های ۷ و ۸ مشاهده می‌شود، در مدل ۵ با کاهش قابل ملاحظه فشار منفی در جلوی آبگیر روبه‌رو هستیم.

مقایسه خطوط هم سرعت در جهت X در دو مدل ۱ و ۵

همان‌طور که از شکل‌های ۹ و ۱۰ مشاهده می‌شود، سرعت در جهت X در مدل ۱ بیشتر می‌باشد و به همین علت هنگام وارد شدن جریان به آبگیر، تغییر جهت به‌صورت ناگهانی و یک‌باره صورت می‌گیرد. این تغییر جهت یک‌باره باعث جداشدگی جریان در گوشه بالادست آبگیر می‌شود، در حالی که با ایجاد قوس در کانال آبگیر

ثانویه‌ای می‌دهد که توسط محققان بسیاری چون بارکندل (۳) در دیواره پایین دست کانال آبگیر و نیز دیواره کانال اصلی بعد از آبگیر گزارش شده است (رنگ زرد).

مقایسه خطوط هم تنش برشی در کانال آبگیر در دو مدل ۱ و ۵

همان‌طور که در شکل‌های ۱۵ و ۱۶ دیده می‌شود، تنش برشی در دهانه بالادست، با استفاده از مدل ۵ افزایش می‌یابد. این افزایش تنش برشی سبب فرسایش رسوبات جمع شده در دهانه بالادست آبگیر و حرکت آنها به طرف پایین دست آبگیر می‌شود. با توجه به نتایج حاصل از خطوط تراز تنش برشی در مدل‌های ۱ و ۵ (شکل‌های ۱۵ و ۱۶) می‌توان گفت که هر چقدر به طرف پایین دست کانال آبگیر حرکت کنیم، تنش برشی در بستر روبه کاهش گذاشته و موجب نشست رسوبات و عدم جابجایی آنها خواهد شد.

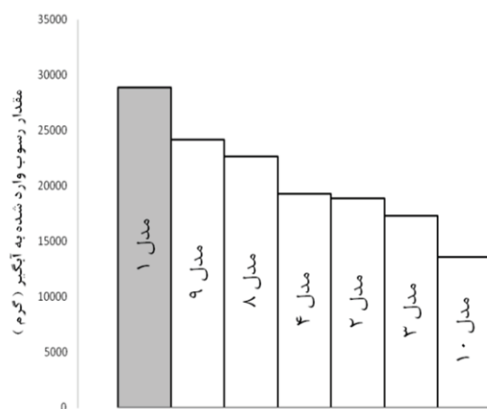
نتایج حاصل از مدل فیزیکی

در شکل‌های ۱۷ تا ۱۹ با استفاده از نمودارهای ستونی، مقایسه‌ای بین مقدار کاهش دبی رسوبی در مدل‌های ارائه شده در این تحقیق (جدول ۲) در نسبت دبی‌های ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ صورت گرفته است. با توجه به این شکل‌ها می‌توان دریافت که مدل‌های ۲، ۳ و ۴ (جدول ۲) تقریباً در تمام نسبت دبی‌ها بهترین نتایج را ارائه می‌دهند، هر چند که در نسبت دبی ۰/۶ تفاوت اندکی در نتایج را دیده می‌شود، بدین صورت که بهترین نتیجه در نسبت دبی ۰/۶ با استفاده از ایجاد قوس در کانال اصلی (مدل ۱۰) به دست آمده است. این در حالی است که این مدل نتایج قابل قبولی را در نسبت دبی‌های دیگر ارائه نموده است و به همین علت از لیست انتخابی برای تعیین حالت بهینه حذف شده است.

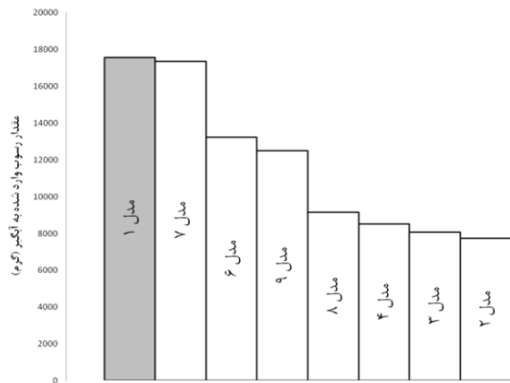
دور شدن از دهانه آبگیر به طرف داخل کانال آبگیر از میزان سرعت در جهت Y- در دهانه پایین دست این کانال کاسته می‌شود که این موجب نشست رسوبات حمل شده به داخل کانال آبگیر در این نواحی می‌گردد، این پدیده، یعنی کشیده شدن رسوبات داخل کانال آبگیر به طرف دهانه پایین دست، در نتایج مدل فیزیکی به خوبی نمایان بود. همچنین نتایج محققانی چون بارکندل (۳) موییدی بر این پدیده می‌باشد. با توجه به شکل ۱۲ متوجه می‌شویم که با استفاده از قوس ایجاد شده در کانال آبگیر، توانسته‌ایم به خوبی جریان‌های منفی ایجاد شده در جهت Y در دهانه کانال آبگیر را حذف نماییم. از مقایسه شکل‌های ۱۱ و ۱۲ می‌توان دریافت که در مدل ۵ به دلیل ایجاد قوس و آرام‌تر کردن جریان ورودی، بر سرعت جریان در جهت Y- در دهانه بالادست آبگیر افزوده شده و متعاقباً اندکی از سرعت جریان در جهت Y- در دهانه پایین دست کانال آبگیر کاسته شده است و این به معنی ایجاد تعادل بین سرعت جریان در دو دهانه بالادست و پایین دست آبگیر و در نتیجه کاهش در جداسدگی جریان و جریان‌های ثانویه می‌باشد.

مقایسه خطوط هم سرعت در جهت Z در دو مدل ۱ و ۵

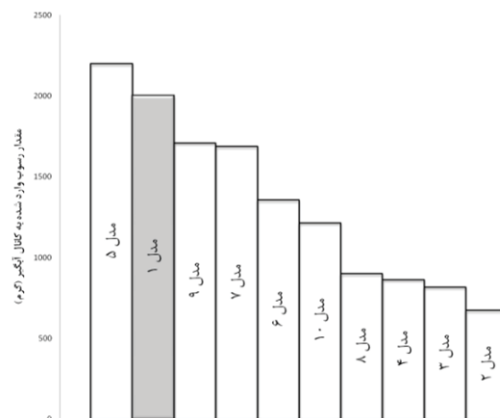
همان‌طور که از مقایسه شکل‌های ۱۳ و ۱۴ قابل برداشت می‌باشد، جریان‌های قائم (در جهت Z) در داخل آبگیر دچار تغییر شده است. در مدل ۱ در دهانه بالادست (محلی که جداسدگی جریان رخ می‌دهد) و نیز در دهانه پایین دست جریان‌های در جهت Z- وجود دارد، این در حالی است که در مدل ۵ در این نواحی تنها جریان قائم (در جهت Z) مشاهده می‌گردد. هر چند که مقدار سرعت در جهت Z در دو مدل تغییری نکرده است، اما تغییر در جهت جریان عمودی در دهانه بالادست و پایین دست آبگیر نشان از کاهش و یا حذف جریان‌های ثانویه و گردابی در این نواحی می‌دهد. نکته قابل توجه دیگر در شکل ۱۳، آن است که وجود جریان در جهت Z-، نشان از وجود جریان‌های



شکل ۱۷- مقایسه بین نتایج به دست آمده از وزن رسوبات وارد شده به آبگیر (نسبت دبی ۰/۶)



شکل ۱۹- مقایسه بین نتایج به دست آمده از وزن رسوبات وارد شده به آبگیر (نسبت دبی ۰/۲)



شکل ۱۸- مقایسه بین نتایج به دست آمده از وزن رسوبات وارد شده به آبگیر (نسبت دبی ۰/۴)

حذف می‌گردد.

۵- با استفاده از مشاهداتی که در آزمایشات مربوط به نسبت دبی ۰/۴ صورت پذیرفت می‌توان این گونه بیان داشت، که با استفاده از یک مدل مناسب از شکل دهانه، همانند مدل‌های ۲، ۴ و ۳ به خوبی می‌توان گرداب‌های ایجاد شده در پای آبگیر را کنترل نمود، به طوری که ورود رسوبات بیشتر به صورت لغزشی صورت پذیرد. این در حال است که در نسبت دبی ۰/۶ این کار امکان پذیر نیست.

۶- با توجه به نتایج به دست آمده، مدل ۴ بهترین نتیجه را برای کنترل شرایط جریان و رسوب را ارائه می‌نماید.

۷- در صورت استفاده از آبگیر با یک نسبت دبی ثابت بالای ۰/۴ بهترین گزینه برای کنترل شرایط جریان مدل ۱۰ خواهد بود.

۸- با توجه به مشاهدات صورت گرفته، گرداب‌های ایجاد شده در زیر دهانه آبگیر و نیز در ناحیه جدانشدگی ساعت گرد می‌باشند.

با توجه به تفاوت اندک بین نتایج مدل‌های ۲، ۳ و ۴، بهترین مدل، با استفاده از مقایسه بین هزینه‌های ساخت و طراحی این مدل‌ها انجام می‌دهیم. لذا، با توجه به سادگی طراحی و کمتر بودن هزینه کل مدل ۴، این مدل به عنوان بهترین مدل انتخاب می‌گردد.

نتیجه‌گیری

۱- با افزایش نسبت دبی آبگیری رسوب وارد شده به آبگیر رو به افزایش می‌گذارد.

۲- با حذف ناحیه راکد در دهانه پایین دست کانال آبگیر (مدل شماره ۳ در مقایسه با مدل شماره ۴) اندک کاهش در مقدار رسوب وارد شده به آبگیر می‌گردد (به میزان ۲ درصد).

۳- با توجه به مشاهدات صورت گرفته، با تغییر نسبت دبی از ۰/۴ به ۰/۶ از ارتفاع رسوبات ته‌نشین شده در آبگیر کاسته شده و در عوض بر طول کشیدگی رسوبات به داخل آبگیر افزوده می‌شود.

۴- به دلیل استفاده از قوس مناسبی که از شرایط طبیعی جریان (ابعاد جدانشدگی) پیروی می‌کند، تلاطم‌های اولیه در دهانه بالادست

منابع

- ۱- سیدیان م.، کرمی مقدم م.، و شفافی بجستانی م. ۱۳۸۷. تعیین شعاع بهینه در ورودی آبگیرهای ۵۵ و ۹۰ درجه با استفاده از تغییرات سرعت جریان. هفتمین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشگاه صنعت آب و برق، آبان ۱۳۸۷.
- ۲- عباسی ع.، و حبیبی م. ۱۳۸۵. بررسی آزمایشگاهی تأثیر توام آستانه و صفحات مستغرق در کنترل رسوب آبگیرهای قائم. هشتمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، اهواز، دانشگاه چمران.
- 3- Barkdoll B.D. 1997. Sediment control at lateral diversions. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the Doctor of Philosophy degree in Civil and Environmental Engineering, Graduate College of The University of Iowa. UMI Number: 9731762.
- 4- Neary V.S., and Odgaard A.J. 1993. Three dimensional flow structure at open channel diversions. J. Hydraul. Eng., 119(11), 1223-1230.
- 5- Ramamurthy A.S., Junying Q.U., and Diep V.O. 2007. Numerical and Experimental Study of Dividing Open Channel Flows. J. Hydraul. Eng., 133(10), 1135-1144.

- 6- Olsen B. 2005. A three-dimensional numerical model for simulation of sediment movements in water intakes with multiblock option. Version 1.1 and 2.0, User's manual, Department of hydraulic and environmental engineering the Norwegian University of science and technology.

Effect of Mouth Shape on the Flow Pattern and Sedimentation in the Vertical Lateral Diversion

H.R. Jalili^{1*} - A. Hoseinzade Dalir² - D. Farsadizadeh³

Received: 13-12-2010

Accepted: 18-9-2011

Abstract

One of the most important sources of drinking and agricultural water needs is rivers. One of the oldest methods of getting water from rivers that still has the greatest use is the gravity intake. In this type of intake, due to the disproportionate velocity at the upstream and downstream mouth of intake, occur flow separation and following sedimentation at the upstream mouth. In this study, by use of a numerical model (SSIIM 2.0) optimized hydraulic mode of intake, so that the minimum flow separation at the upstream mouth occurs, then similar models was performed in the physical model. Results indicated that the optimum model of numerical model and the optimum of physical model (based on sedimentation data) is the same. The optimal model is 7 in 63 cm combined arc at the upstream mouth.

Keywords: Vertical lateral intake, Flow separation, Secondary flows, Numerical model, SSIIM 2

1,2,3- MSc and Associate Professors, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Respectively

(*-Corresponding Author Email: Jalili_hr87@Ms.tabrizu.ac.ir)