



"مقاله پژوهشی"

بررسی آزمایشگاهی و عددی تأثیر مکان آبشکن بر شرایط هیدرولیکی و رسوبی آبگیر جانبی

مصطفی زمانی^۱، حمیدرضا ربیعی فر^۲ و محمد رستمی^۳

۱- دانشجوی دکتری، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلام، واحد تهران، جنوب، تهران، ایران
۲- استادیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلام، واحد تهران، جنوب، تهران، ایران، (نویسنده مسؤول: H_Rabieifar@azad.ac.ir)
۳- استادیار، وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۷/۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۱
صفحه: ۲۸۷ تا ۲۹۷

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: آبگیرها سازه‌هایی هستند که برای انحراف آب از مسیر رودخانه یا کانال مورد استفاده قرار می‌گیرند. بهینه‌سازی عملکرد آبگیرها و افزایش جریان ورودی به آبگیر، در عین کنترل بستر رسوبی کانال از لحاظ فرسایش و رسوبگذاری یکی از موضوع‌های مورد بحث مهندسی آب بوده است. به کارگیری آبشکن‌ها بر اصلاح الگوی جریان، کنترل فرسایش و انتقال رسوب به آبگیر تأثیرگذار است. هدف از این تحقیق استفاده از آبشکن‌ها، به‌منظور افزایش دبی ورودی به آبگیر جانبی، به نحوی که کم‌ترین آشفتگی، فرسایش و رسوبگذاری را ایجاد کند می‌باشد.

مواد و روش‌ها: به‌منظور اجرای آزمایش‌ها از کانالی مستطیلی به طول ۱۵ متر و عرض ۱/۵ متر با شیب ثابت به‌عنوان کانال اصلی استفاده شد. آبگیری جانبی به‌صورت کانالی مستطیلی به عرض ۰/۶ و طول ۵ متر با زاویه‌ی ۹۰ درجه نسبت به کانال اصلی، در فاصله‌ی ۱۰ متری از ابتدای کانال اصلی قرار داده شده است. مدل بدون آبشکن به‌عنوان مدل شاهد در نظر گرفته شد و در دیگر مدل‌ها، آبشکن در قسمت بالادست سمت آبگیر، بالادست روبروی آبگیر، پایین دست روبروی آبگیر و همچنین به‌صورت سری آبشکن در بالادست و روبروی آبگیر قرار گرفته است. مدل‌های آزمایشگاهی مذکور، در نرم‌افزار FLOW-3D مدل‌سازی و بر اساس نتایج و داده‌های آزمایشگاهی کالیبراسیون یا واسنجی شد.

یافته‌ها: بررسی نتایج آزمایشگاهی نشان داد، حالتی که آبشکن در پایین دست و روبروی آبگیر قرار دارد بهترین نتایج آبستسگی و نسبت انشعاب را در پی داشته و افزایش ۶۶ و ۴۱ درصدی را به‌ترتیب در دبی‌های ۴۰ و ۶۰ لیتر بر ثانیه برای دبی انشعابی نسبت به مدل شاهد را نشان داده است. با توجه به نتایج مدل‌های آزمایشگاهی، مدل با نحوه قرارگیری آبشکن در قسمت پایین دست و مقابل آبگیر جانبی (نحوه قرارگیری شماره ۴) به‌عنوان بهترین مدل انتخاب و به‌صورت عددی مدل‌سازی شد. اعتبارسنجی نتایج مدل‌های عددی و آزمایشگاهی در مقادیر هیدرولیکی نقاط جریان آب ($R^2=0/95$) و رقوم نقاط بستر ($R^2=0/74$) را نشان داد که حاکی از دقت قابل قبول مدل عددی و تحلیل صورت گرفته توسط نرم افزار Flow3D می‌باشد. در ادامه ابتدا با تغییر فاصله و سپس با تغییر طول آبشکن در نحوه قرارگیری شماره ۴، بررسی مدل عددی صورت پذیرفت و بهترین فاصله قرارگیری آبشکن، فاصله‌ای به میزان ۵۸ درصد عرض آبگیر و بهترین طول آبشکن، طولی به میزان ۳۰ درصد عرض کانال اصلی محاسبه شد.

نتیجه‌گیری: این پژوهش نشان داد استفاده از آبشکن در پایین دست و روبروی آبگیر در ابعاد مناسب نه تنها می‌تواند باعث افزایش نسبت دبی انشعابی ورودی به آبگیر شود، بلکه آبستسگی بستر کانال را نیز کمتر خواهد کرد که در نتیجه استفاده از این آبشکن‌ها در آبگیری قائم از کانال‌ها و رودخانه‌ها توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: آبشکن، آبگیر جانبی، رسوبگذاری، فرسایش، Flow3D

مقدمه

آبگیرها سازه‌هایی هستند که برای انشعاب آب از مسیر رودخانه یا کانال، به کانالی دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. سیستم آبگیری با توجه به خصوصیات منطقه و نحوه‌ی استفاده می‌تواند به صورت آبگیری از کف (۱۲)، توسط پمپ و یا آبگیری جانبی (۱۴) صورت پذیرد. آبگیرهای جانبی به عنوان یکی از مهمترین سازه‌های هیدرولیکی شناخته می‌شوند. طراحی این سازه‌ها با حداکثر راندمان آبگیری و با حداقل رسوب ورودی به آبگیر به‌ویژه زمانی که هدف از آبگیری تصفیه آب و استفاده از آن به‌عنوان آب شرب باشد، از مسائل مهم مهندسی رودخانه بوده است. ساده‌ترین شکل آبگیر جانبی، ایجاد یک انشعاب ۹۰ درجه از بازه مستقیم آن می‌باشد که در نتیجه‌ی آن الگوی جریان سه‌بعدی و پیچیده‌ای شکل می‌گیرد. این الگوی پیچیده توسط محققین گوناگون و در ابعاد مختلف مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

نیری و ادگارد (۱۵) نشان دادند که در محل آبگیر ۹۰ درجه، نحوه‌ی انتقال رسوب بسیار پیچیده بوده و برای بررسی آن نیاز به معادلات پیشرفته‌ی سه بعدی می‌باشد. در خصوص تأثیر ارتفاع آستانه در آبگیرهای جانبی مطالعاتی انجام شده‌است (۱۶). بارکودل و همکاران (۱۷) در مطالعات

خود بر روی آبگیر جانبی، که در مسیر مستقیم و با زاویه آبگیری ۹۰ درجه انجام گردید، نشان دادند که نسبت دبی انحرافی بیشترین تأثیر را بر روی نسبت رسوب انحرافی دارد. رامامورسی و ستیش (۸) برای جریان در کانال‌های شاخه‌ای و فرعی، معادلات حرکت جدایی را دنبال کردند. جریان بحرانی در شاخه پایین دست مورد بررسی قرار گرفت که سهم نیروی حرکتی کانال فرعی با افزایش نسبت دبی فرعی افزایش می‌یافت. مطالعه انجام شده توسط نظری و شفافی بجستان (۱۷) نیز نشان داد که الگوی جریان حلزونی در گوشه دیواره پایین دست کانال آبگیر نزدیک کف بوجود می‌آید که باعث انتقال شدید ذرات بار کف به درون آبگیر می‌شود.

آبشکن‌ها یکی از پر استفاده‌ترین سازه‌های هیدرولیکی می‌باشند که برای حفاظت از ساحل رودخانه، تغییر الگوی جریان (۹) و تنظیم سطح آب بر روی رودخانه‌ها (۲۷) ساخته می‌شوند. پس از استفاده از این سازه‌ها خصوصیات جریان تغییر کرده و با توجه به تنگ‌تر شدن جریان، جهت و سرعت حرکت آب تغییر می‌کند (۴). این تغییرات باعث افزایش تنش برشی بستر و در نتیجه فرسایش کف کانال می‌گردد (۲۱). در استفاده از آبشکن‌ها با هر هدفی، عمق آبستسگی حداکثر و در پای آبشکن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تا جایی که در تحقیقات زیادی مانند (۱۶، ۱۱، ۱۰، ۳) این عمق مورد بررسی

مواد و روش‌ها

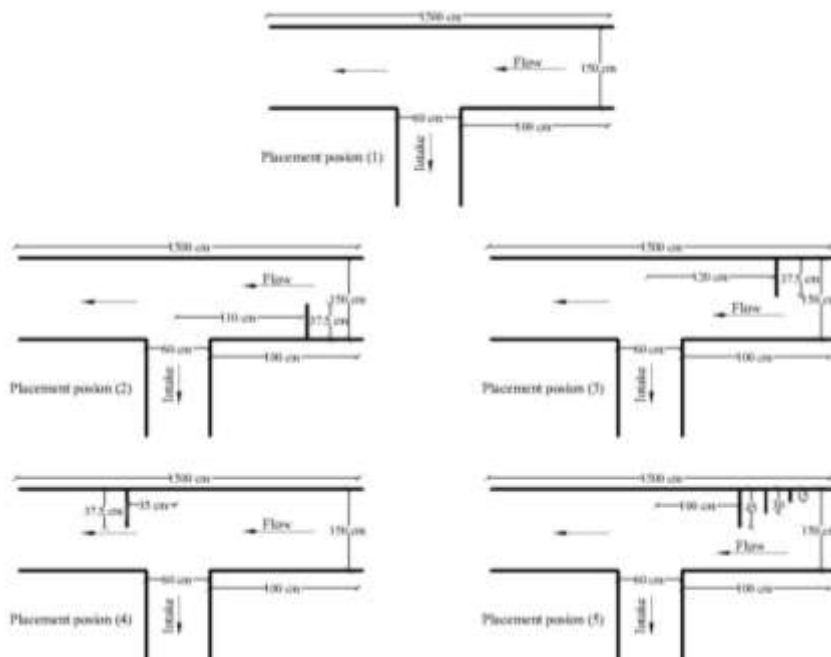
مدل آزمایشگاهی

به منظور اجرای آزمایش‌ها از کانالی مستطیلی به طول ۱۵ متر و عرض ۱/۵ متر با شیب ثابت به عنوان کانال اصلی استفاده شد. آبگیر جانبی کانالی مستطیلی به عرض ۰/۶ و طول پنج متر بوده است که با زاویه‌ی ۹۰ درجه نسبت به کانال اصلی، در فاصله‌ی ۱۰ متر از ابتدای کانال اصلی قرار داده شده است. جنس هر دو کانال پلکسی گلاس با ضخامت پنج میلی‌متر بوده است که توسط فریم فلزی پایدار شده است. در کانال اصلی بیشینه جریان قابل تنظیم ۸۰ لیتر بر ثانیه بوده است. در آزمایش‌های دارای آبشکن، از آبشکن‌هایی از جنس پلکسی گلاس به ضخامت پنج میلی‌متر استفاده شده است. طول و محل قرارگیری این آبشکن‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است. این آبشکن‌ها عمود بر مسیر جریان در کانال اصلی قرار داده شده‌اند. در تمامی آزمایش‌ها در کف کانال اصلی به ضخامت ۱۵ سانتی‌متر رسوبات از جنس ماسه با میانگین قطر ۰/۹ میلی‌متر و همچنین چگالی ۲۶۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب قرار گرفت. برای تعیین سرعت‌ها در فواصل ۱۰ سانتی‌متری طول و عرض از دستگاه سرعت‌سنج دو بدی P-EMS در عمق ۰/۶ ارتفاع از سطح جریان استفاده شد و برای برداشت تغییرات بستر نیز از بسترنگار خودکار در طول و عرض کانال مطابق شکل ۲ استفاده گردید. همچنین برای تنظیم دبی ورودی به کانال اصلی از پمپ قابل تنظیم استفاده شد. برای محاسبه‌ی دبی و تنظیم سطح آب در انتهای کانال اصلی و جانبی از سرریز مثلثی استفاده شد. به منظور مقایسه‌ی تأثیر مکان آبشکن، پنج حالت مختلف قرارگیری آبشکن مطابق شکل ۱، در ۲ دبی ورودی مختلف (مجموعاً ۱۰ آزمایش) مورد بررسی قرار گرفت. دبی اول ۴۰ لیتر بر ثانیه و دبی دوم ۶۰ لیتر بر ثانیه بوده است. با توجه به ثابت بودن شیب کانال، برای تغییر دبی، عمق را افزایش دادیم. عمق جریان در سری اول و دوم تست‌ها به ترتیب، ۱۱/۵ و ۱۶ سانتی‌متر، بوده است. منظور از نسبت آبگیری، نسبت دبی وارد شده به آبگیر جانبی به کل دبی ورودی به ابتدای کانال اصلی می‌باشد. با توجه به عدم تغییر درجه‌های سرریزی کانال اصلی و آبگیر جانبی، نسبت آبگیری در یک دبی خاص، یکسان خواهد بود. در نتیجه با مقایسه‌ی نسبت آبگیری در پنج حالت مختلف نحوه‌ی قرارگیری آبشکن، تأثیر مکان آبشکن بر نسبت آبگیری تعیین شد. همچنین با مقایسه‌ی سرعت‌ها در ورودی آبگیر و پایین‌دست آبگیر در کانال اصلی، تغییرات سرعت در حالات مختلف بررسی شد. سپس با محاسبه‌ی عمق آبستگي حداکثر و مورفولوژی بستر، فرسایش و رسوبگذاری مورد تحلیل و بحث قرار گرفت و در نهایت میزان رسوبات وارد شده به آبگیر جانبی در حالات مختلف مقایسه شد.

قرار گرفته است و راهکارهایی نظیر استفاده از آبشکن محافظ جهت کاهش این عمق پیشنهاد شده است (۵). نتیجه‌ی مشترک در همه‌ی این پژوهش‌ها انحراف جریان همراه با افزایش سرعت در بخش روبرو و پایین‌دست آبشکن بوده است.

در نتیجه‌ی موارد بیان شده استفاده از آبشکن‌ها در کانال‌هایی مانند آبگیرهای جانبی که نیاز به انحراف جریان داشته‌اند مفید به نظر می‌رسد. از این رو گوهری و همکاران (۱۸) با استفاده‌ی هم‌زمان از آبشکن و صفحات مستغرق در کانال آبگیر جانبی قائم به بررسی خصوصیات جریان در دهانه‌ی آبگیر پرداختند. آن‌ها نتایج را در نسبت انشعاب ۱۳، ۱۸ و ۲۴ درصد بررسی کردند. نتایج نشان داد طول ناحیه‌ی جدایی جریان در داخل آبگیر با افزایش دبی انحرافی به آبگیر کاهش پیدا می‌کند. با نصب آبشکن در مقابل آبگیر، عرض خط جدایی جریان در کف کاهش و در سطح افزایش می‌یابد که با این عمل، ناحیه‌ی تحت تأثیر آبگیر در کف کاهش یافته و مقدار ورود رسوبات به آبگیر نیز کم شده است. عوامل مختلف نشان می‌دهد کاربرد توام صفحات مستغرق و مجموعه آبشکن‌ها ورود رسوبات به آبگیر را کاهش می‌دهد (۲۵). همچنین افزایش زاویه‌ی آبشکن باعث کاهش دبی ورودی به آبگیر می‌گردد (۲۹). در ابعاد مختلف استفاده از این آبشکن‌ها در راستای بهبود عملکرد آبگیرها تحقیقات مختلفی انجام شد که اکثر نشان از بهبود عملکرد آبگیر داشته‌اند.

از سوی دیگر با توجه به هزینه و زمان مدل‌سازی آزمایشگاهی، استفاده از مدل‌های ریاضی و عددی توسط نرم‌افزارهای مورد قبول افزایش روز افزونی داشته است (۲۸). در این پژوهش‌ها تمرکز بر پارامترهای ثابت آبشکن‌ها بوده است و برای محل قرارگیری این آبشکن نسبت به آبگیر مطالعه‌ای صورت نپذیرفته است. لذا به نظر می‌رسد در ابتدا لازم است بهترین مکان آبشکن نسبت به آبگیر جهت نیل به اهداف مورد نظر انتخاب گردد. در این پژوهش تأثیر مکان و نحوه‌ی قرارگیری آبشکن‌ها در آبگیر جانبی به صورت آزمایشگاهی بررسی شده است. بدین منظور پنج حالت مختلف آبشکن در آبگیر شامل، آبگیر بدون آبشکن، آبشکن در بالادست در مقابل آبگیر، آبشکن در بالادست در جهت آبگیر، آبشکن در پایین‌دست در مقابل آبگیر و همچنین گروه آبشکن در بالادست و مقابل آبگیر در دو دبی مختلف مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفتند. با مقایسه‌ی دبی ورودی به آبگیر، میزان فرسایش و رسوبگذاری، میزان آبستگي حداکثر، مدل بهینه انتخاب خواهد شد که این مقایسه در ادبیات فنی تحقیق مشاهده نشد. پس از بدست آوردن بهترین نحوه‌ی قرارگیری، مدل عددی از نحوه‌ی قرارگیری مذکور اعتبارسنجی شده و پارامترهای دیگری نظیر فاصله از آبگیر و طول آبشکن نیز در این مدل‌ها مورد بررسی قرار گرفت.



شکل ۱- محل قرار گیری آبشکن در حالات مختلف پنج گانه
Figure 1. 5 Placement position of spur dike



شکل ۲- نمایی از تجهیزات اندازه گیری
Figure 2. View of the measuring equipment

کردن پارامتر شیلدز بحرانی برای تأثیر شیب به کار می رود. در این تحقیق این زاویه برابر ۳۲ درجه در نظر گرفته شد. برای حل معادلات ناویر استوکس، نیاز به شرایط اولیه و مرزی خواهد بود. در مرز ورودی فلووم از شرط مرزی دبی ثابت استفاده شد. در اینجا با توجه به شرایط آزمایشگاهی، از شرط دبی ثابت ۴۰ و ۶۰ لیتر بر ثانیه و شرط ارتفاع آب در ورودی برابر ۰/۱۱ و ۰/۱۶ متر، استفاده شد. در طرفین (دیوارها) و کف کانال از شرایط مرزی دیوار استفاده گردید. برای انتخاب مش مدل های مختلفی تست شد. از جمله مدل مش های نزدیک بهم لیکن به دلیل مغایرت با شرایط آزمایشگاهی و یا فرسایش در مرزها و یا عدم تشکیل مناسب

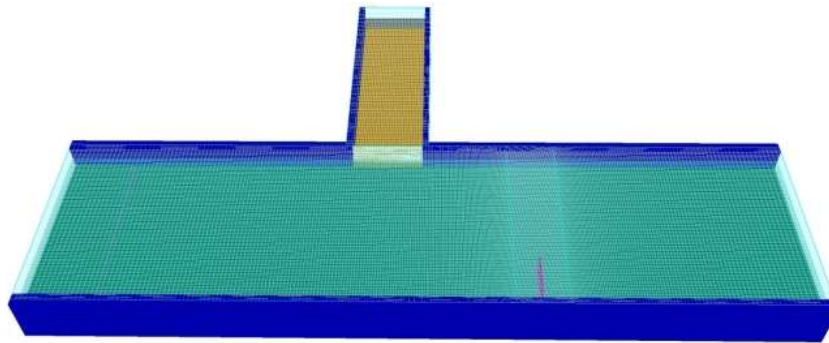
مدل عددی

مدل آزمایشگاهی مذکور، در نرم افزار *FLOW-3D* به صورتی که در ادامه شرح داده خواهد شد، مدل سازی شد. واحدها به صورت *SI*، دما بر حسب درجه سلسیوس و آب به عنوان سیال غیرقابل تراکم در نظر گرفته شد. عدد شیلدز بحرانی با توجه قطر ۰/۹ میلی متری دانه ها، شتاب گرانش برابر ۹/۸۰۷ متر بر مجذور ثانیه، چگالی ۲۶۵۰ کیلوگرم بر سانتی متر مکعبی ذرات بستر و همچنین ویسکوزیته ی سینماتیکی^{۶-۱۰} در نظر گرفته شد. برای مدل سازی آشفته گی جریان از مدل آشفته گی *RNG* استفاده شده است. زاویه ایستایی ذرات بیش ترین زاویه ی تکیه ی بستر را نشان می دهد (که معمولاً بین ۳۰ تا ۴۰ درجه می باشد) و برای اصلاح

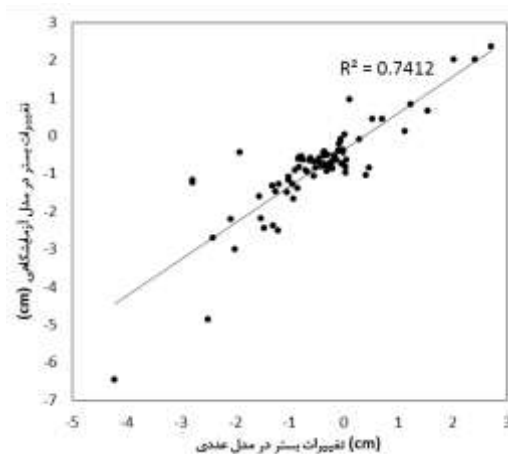
پس از استخراج داده‌های آزمایشگاهی، مدل برتر انتخاب و مدل‌سازی عددی این مدل انجام شد. برای اعتبارسنجی هیدرولیکی، یک بار کل کانال در نظر گرفته شد و ۲۹۱ نقطه مورد مقایسه قرار گرفت که نتایج با $R^2=0.95$ قابل قبول بود. با توجه به اینکه بیش‌ترین اغتشاش بعد از آبگیر اتفاق می‌افتاد، نتایج پس از آبگیر نیز استخراج شد و مورد اعتبارسنجی قرار گرفت که نتایج این ۱۳۵ نقطه نیز قابل قبول بوده است ($R^2=0.94$). پیچیدگی و پارامترهای زیاد مدل‌سازی جریان مغشوش مانع از مدل‌سازی دقیق جریان در این بخش شده است. مقایسه‌ی نتایج ۱۰۶ نقطه‌ی بستر با توجه به پیشینه‌ی زمینه‌ی تحقیق نشان از دقت قابل قبول مدل عددی ($R^2=0.74$) مطابق شکل ۴ داشته است. پس از اعتبارسنجی مدل‌های عددی، بهترین طول و فاصله از آبشکن مشخص شد. برای این کار ابتدا فواصل آبشکن به عنوان متغیر در نظر گرفته شد و بهترین فاصله انتخاب شد. با استفاده از مشخص بودن بهترین فاصله، با تغییرات طول آبشکن تأثیر طول آبشکن‌ها نیز تعیین گشت.

گردابه‌ها این مدل‌ها رد شد و در نهایت مدل مش تو در تو انتخاب شد.

با توجه آنالیز حساسیت مش انجام شده در هر یک از مدل‌ها در نحوه‌ی قرارگیری آبشکن‌ها، و مقایسه‌ی نتایج آبشستگی پای آبشکن با نتایج آزمایشگاهی، از دو مش با ابعاد مختلف استفاده شد به‌صورتی که در فاصله‌های نزدیک‌تر به آبشکن‌ها، مش‌ها ریزتر بوده و با دور شدن از آبشکن‌ها مش‌ها بزرگ‌تر می‌شوند. زمانی که از مش تو در تو استفاده می‌شود، مش داخلی و مش خارجی نباید اختلاف اندازه زیادی داشته باشند. به صورت تجربی و با هدف کاهش خطا، توصیه شده که این دو مش دارای ابعادی در حدود دو برابر هم باشند (۱). همچنین باید دقت شود در محل برخورد این دو مش، با هدف کاهش خطا، ابعاد مش باید به صورت تدریجی تغییر کند. نمونه‌ای از مدل مش‌بندی شده در شکل ۳ قابل مشاهده می‌باشد. در این مدل‌سازی در مجموع از ۸۰۱۷۱۰ مش استفاده شده که ۷۴۶۴۶۰ از نوع درشت و ۵۵۲۲۵۰ آن از نوع ریز می‌باشند.



شکل ۳- مش‌بندی در مدل عددی
Figure 3. Meshing in a numerical model



شکل ۴- اعتبارسنجی مدل عددی
Figure 4. Verification of numerical model

هر یک از تست‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. با استفاده از آزمون t مستقل در نرم‌افزار SPSS مشاهده گردید، نسبت انشعاب در دبی ۶۰ لیتر بر ثانیه، به شکل معنی‌داری ($p<0.001$) بیش‌تر از نسبت انشعاب با دبی ۴۰ لیتر بر ثانیه است. عمده دلیل این رخداد، اختلاف بین عمق جریان در دو

نتایج و بحث نتایج آزمایشگاهی

خصوصیات جریان در کانال اصلی، کانال آبگیر جانبی و در نزدیکی آبشکن‌ها، برای دو دبی ورودی ۴۰ و ۶۰ لیتر بر ثانیه، بررسی شد. دبی‌های خروجی از کانال اصلی و آبگیر جانبی در

جریان، دبی انشعاب بیش‌تر شده است. در این حالت، در تست ۷ تغییرات زیادی نسبت به مدل شاهد ایجاد نشده است. این در حالیست که در تست ۸، ۹ و ۱۰ این تغییرات محسوس بود. نتایج مقایسه‌ی آماری دبی ورودی به آبگیر به روش کای‌مربع در نرم‌افزار SPSS نشان از عدم تفاوت معنی‌دار، در سطح احتمال ۹۵ درصد ($p=0.297$) بین محل‌های مختلف آبشکن‌ها می‌دهد. با توجه به اینکه مکان آبشکن‌ها در این مدل‌ها در حالت بهینه نمی‌باشد می‌توان این عدم معنی‌داری را ناشی از این موضوع دانست.

سری از تست‌ها می‌باشد که ارتفاع بیش‌تر ایجاد شده، سبب ورود جریان بیش‌تر به کانال جانبی می‌گردد. در نتیجه برای بررسی تأثیر مکان آبشکن بر دبی ورودی، لازم است، هر سری از تست‌های ۱ تا ۵ و ۶ تا ۱۰ در گروه خود مقایسه شوند. مقایسه‌ی نسبت دبی انشعاب در تست‌های ۱ تا ۵ نشان می‌دهد دبی انشعاب با تغییر محل آبشکن در تست‌های ۲ تا ۴ تغییر چندانی نمی‌کند و تست ۳، بیش‌ترین دبی انشعاب را با ۸۳ درصد افزایش نسبت به مدل شاهد ایجاد می‌کند. این در حالیست که در دبی ۶۰ لیتر بر ثانیه، با توجه به ارتفاع بیش‌تر

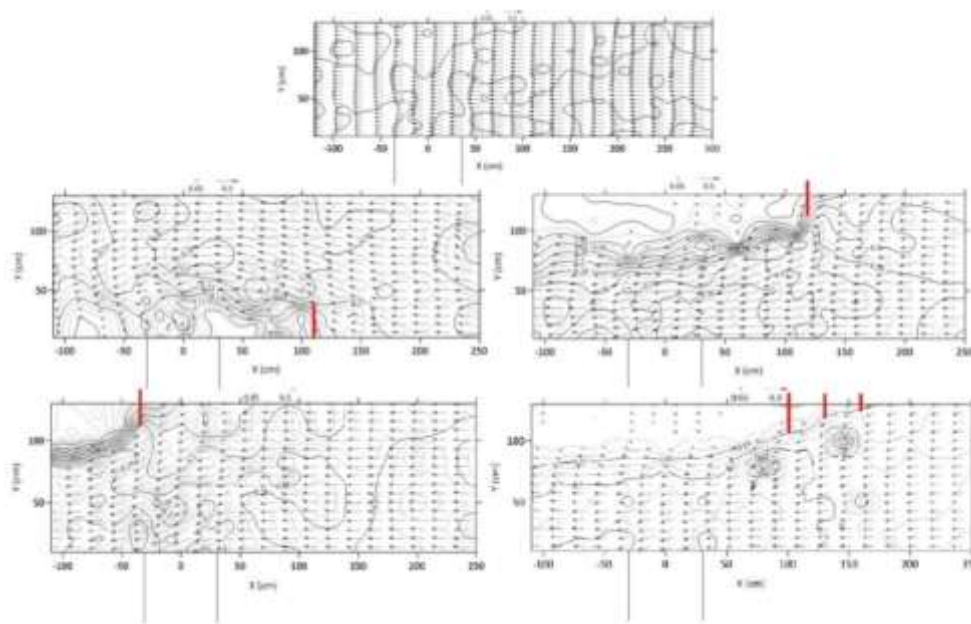
جدول ۱- نسبت انشعاب در تست‌های مختلف

Table 1. Diversion ratio in different tests

شماره تست	شماره نحوه قرارگیری	دبی ورودی (لیتر بر ثانیه)	عمق جریان (سانتی متر)	دبی کانال اصلی (لیتر بر ثانیه)	دبی آبگیر	نسبت انشعاب (درصد)
۱	۱			۳۵/۳	۴/۷	۱۱/۷
۲	۲			۳۲/۵	۷/۵	۱۸/۷
۳	۳	۴۰	۱۱/۵	۳۱/۲	۸/۶	۲۱/۵
۴	۴			۳۲/۲	۷/۸	۱۹/۵
۵	۵			۳۳/۲	۶/۸	۱۷
۶	۱			۴۰/۴	۱۹/۶	۳۲/۶
۷	۲			۳۸/۶	۲۱/۴	۳۵/۶
۸	۳	۶۰	۱۶	۳۱/۹	۲۸/۱	۴۶/۸
۹	۴			۳۲/۲	۲۷/۸	۴۶/۳
۱۰	۵			۳۰/۸	۲۹/۲	۴۸/۷

جریان تقریباً یکنواختی برقرار شده است و همانگونه که انتظار می‌رود، حین آبگیری از سرعت کاسته شده و پس از آن، دوباره به طور تقریبی یکنواخت می‌گردد. در تست ۲، اندازه سرعت قبل از آبشکن به حداقل میزان خود رسیده و پس از آن، بیشینه می‌گردد. با توجه به وجود آبشکن، سرعت‌ها در ورودی آبگیر به شدت کاسته شده و جریان آرامی وارد آبگیر می‌گردد. با توجه به مسیر جریان و حرکت دوباره‌ی جریان به سمت آبگیر، در نیمه‌ی دوم آبگیر، جریان با سرعت بیش‌تری به درون آبگیر منشعب می‌گردد. در تست ۳ و تست ۵، پس از آبشکن‌ها سرعت‌ها در عرض افزایش یافته و در نتیجه، اندازه‌ی سرعت‌ها در ورودی آبگیر از دیگر تست‌ها بیش‌تر است. با وجود اینکه اندازه‌ی این سرعت‌ها تقریباً با یکدیگر برابری می‌کند، دارای جهات یکسانی نیستند. به طوریکه جهت‌ها در تست ۵ به سمت آبگیر جانبی و در تست ۳ به سمت کانال اصلی می‌باشد. در تست شماره ۴، با توجه به تنگ شدگی جریان توسط آبشکن که پس از آبگیری رخ می‌دهد، جریان بر بالادست خود اثر کرده و سرعت‌ها در ورودی کانال آبگیر جانبی و نیمه‌ی ابتدایی آن، افزایش می‌یابد. این افزایش سرعت به اندازه‌ی تست شماره‌ی ۵ نمی‌باشد و با توجه به یکنواختی جریان تلاطم کم‌تری در ورودی آبگیر ایجاد کرده است و انتظار می‌رود که باعث کاهش آبشستگی‌های احتمالی گردد.

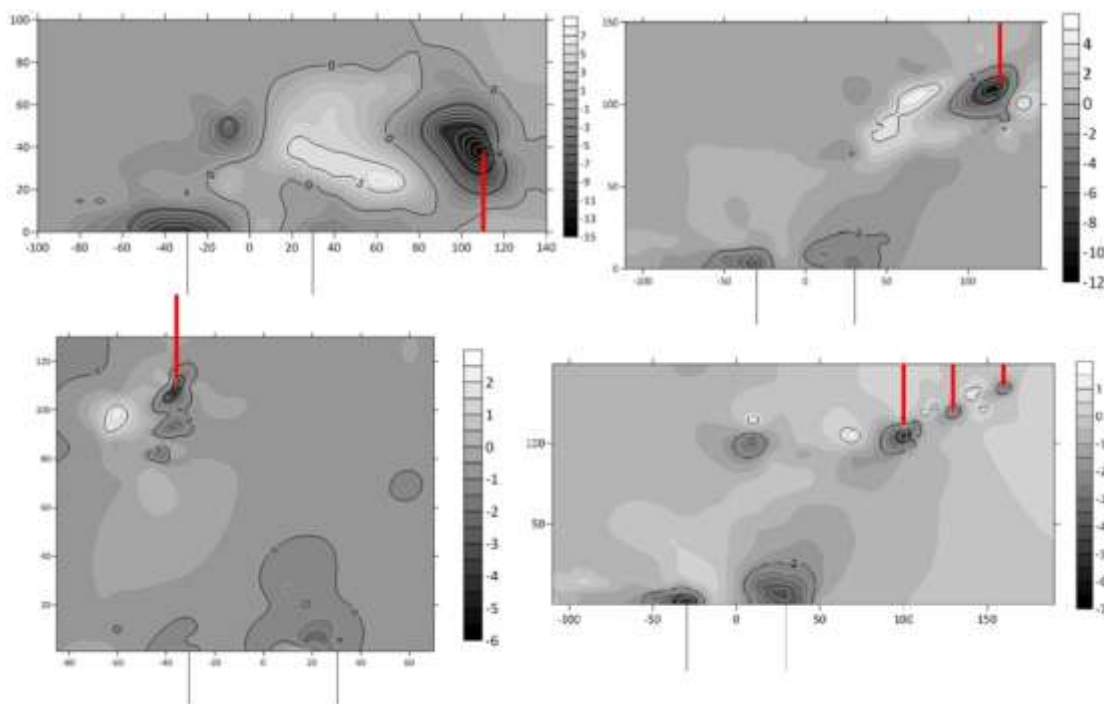
با استفاده از سرعت‌سنجی در نقاط مختلف، سرعت‌ها در عمق ۰/۶ ارتفاع در تست‌های مختلف محاسبه شد. نتایج این آزمایش‌ها برای دبی ۴۰ لیتر بر ثانیه در شکل ۵ نشان می‌دهد که در تست ۱ که از هیچگونه آبشکنی استفاده نشده، جریانی آرام و بدون گردابه تشکیل شده است. بیشینه سرعت در ابتدای ورودی آبگیر و در عرض ۵۰ سانتی‌متری، به حدود ۰/۳۱ متر بر ثانیه می‌رسد. در تست دوم، جریان‌های گردابه‌ای پس از آبشکن و در ورودی کانال آبگیر شکل گرفته‌اند که حداکثر سرعت در آن‌ها به ۰/۴۰ متر بر ثانیه نیز می‌رسد. در تست سوم، جریان‌ها با سرعت بیش‌تری به سمت آبگیر حرکت می‌کنند به شکلی که در ورودی آبگیر جانبی، سرعت‌ها به ۰/۴۲ متر بر ثانیه می‌رسد. همچنین در پایین دست آبشکن و مقابل آبگیر جریان‌های بازگشتی خفیفی تشکیل می‌گردد. در تست شماره ۴ نیز بیش‌ترین سرعت‌ها در ابتدای ورود به کانال آبگیر جانبی و برابر ۰/۳۴ متر بر ثانیه بوده است. در این حالت، جریان‌های چرخشی خفیفی در ورودی آبگیر و همچنین در نزدیکی آبشکن شکل گرفته است. در تست شماره ۵، جریان‌های چرخشی پر قدرتی، در پایین دست از آبشکن دوم و سوم شکل گرفته، که حداکثر سرعت را در دومین جریان چرخشی به ۰/۹۶ متر بر ثانیه رسانیده است. سرعت‌ها در ورودی به کانال آبگیر نیز به طور متوسط ۰/۴ متر بر ثانیه می‌باشد. در تست ۱، تا قبل از آبگیر،



شکل ۵- جهت و سرعت در بخش‌های مختلف کانال اصلی
Figure 5. Direction and velocity plan in different parts of the main channel

آبشکن و آبگیر دارد. با توجه به تغییرات دبی در حالت طبیعی، در نظر گرفتن این احجام از اهمیت بالایی برخوردار است. نتایج آماری نشان می‌دهد تغییرات و میزان آبستستگی در نحوه‌ی قرارگیری شماره ۴ با تمامی نحوه‌های دیگر، تغییراتی معنی‌دار ($p < 0.05$) دارد. با توجه به اینکه کم‌ترین آبستستگی و همچنین حجم فرسایش در هر دو دبی در نحوه‌ی قرارگیری شماره ۴ رخ می‌دهد و همچنین با توجه به نتایج بدست آمده از دبی‌های انشعابی و هیدرولیک جریان، می‌توان نتیجه گرفت نحوه‌ی قرارگیری شماره ۴، بهترین پاسخ‌ها را ارائه می‌دهد. با توجه به نتایج حاصله، استفاده از این نوع نحوه‌ی قرارگیری آبشکن، در کانال‌های مستقیم دارای آبگیر جانبی قائم و یا در رودخانه‌هایی با مسیر مستقیم با هدف افزایش دبی و کاهش فرسایش، قابل استفاده می‌باشد. در ادامه پارامترهای دیگر این مدل در مدل‌های عددی مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. در مقایسه با دیگر پژوهش‌های انجام شده در زمینه‌ی تحقیق، تنها می‌توان از مقایسه‌ی مدل ۳ نام برد که در چند پژوهش از جمله گوهری و همکاران (۱۸) مورد ارزیابی قرار گرفت. اگرچه نسبت ابعاد پژوهش حاضر با پژوهش ایشان برابری می‌کند ولی با توجه به استفاده از صفحات مستغرق در پژوهش ایشان، انتظار دستیابی به نتایجی متفاوت وجود داشت. نسبت انشعاب در پژوهش ایشان ۲۸ درصد بوده است که در پژوهش حاضر این نسبت به ۲۱ درصد رسیده است. علت اصلی این اختلاف، استفاده از صفحات مستغرق در پژوهش گوهری و همکاران (۱۸) می‌باشد. در دیگر مدل‌ها با توجه به عدم وجود پژوهش مشابه، امکان مقایسه وجود نداشته است.

در هر ۱۰ تست، پس از پایدار شدن جریان، تغییرات بستر توسط بسترنگار خودکار اندازه‌گیری شد. تغییرات مورفولوژی برای تست‌های ۱ تا ۵ در شکل ۶ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌گردد، در تست شماره ۱ تغییرات کمی در بستر صورت پذیرفت که قابل صرف نظر کردن است. حداکثر آبستستگی در اغلب تست‌ها در پای آبشکن‌ها به وقوع پیوست. حجم رسوبات شسته شده در تست شماره‌ی ۴ کمینه و در تست شماره ۲ بیشینه بوده است. همچنین میزان آبستستگی حداکثر نیز در تست شماره ۴ کمینه و در تست شماره ۲ بیشینه بوده است. در تست شماره ۵ که در آن از سه آبشکن موازی استفاده شده، با توجه به رونددار شدن تغییر عرض بستر، آبشکن‌های اول و دوم در نقش آبشکن محافظ ظاهر شده و ضمن آنکه میزان آبستستگی حداکثر در پای آبشکن را به نصف تقلیل می‌دهند، آبستستگی در دهانه‌ی ورودی آبگیر را نیز به شدت کاهش می‌دهند. همچنین حداکثر رسوبگذاری در تست شماره ۲ رخ می‌دهد. این رسوبگذاری در بالادست کانال آبگیر قرار دارد و با توجه به جهت و طول آن و همچنین جهت جریان در تست شماره ۲، مسیر جریان را به سمت مخالف آبگیر منحرف ساخته، در نتیجه در میزان دبی ورودی به آبگیر نیز مؤثر خواهد بود. مشابه همین حالات در آبشکن‌ها با حالت قرارگیری یکسان، در تست‌های ۶ تا ۱۰ بوده است. در جدول ۲ تغییرات بستر در تست‌های مختلف قابل مشاهده است. بررسی حجم فرسایش و رسوبگذاری نشان می‌دهد که در برخی مدل‌ها تغییرات مورفولوژی بستر بسیار زیاد بوده است. این تغییرات نه تنها نشان از عملکرد نامطلوب برخی مدل‌ها داشته است، بلکه نشان از اغتشاش زیاد ایجاد شده توسط عملکرد همزمان



شکل ۶- تغییرات بستر پس از پایداری جریان (سانتی متر)
Figure 6. Bed deformation after the stability of the flow (Cm)

جدول ۲- میزان تغییرات بستر در تست‌های مختلف

Table 2. amount of bed deformation in different test

شماره تست	حجم رسوبگذاری (سانتی متر مکعب)	بیشترین عمق آبستگی (سانتی متر)	حجم فرسایش (سانتی متر مکعب)
۱	۲۲	۰/۶	۱۰۶
۲	۲۹۰۷	۱۴/۵	۱۲۴۴۵
۳	۵۶۶	۱۱/۴۱	۲۰۱۵
۴	۱۵۵	۶/۴۴	۵۰۳
۵	۴۷۹	۶/۹۸	۳۴۲۴
۶	۲۵	۱/۶	۳۸۷
۷	۳۰۴۵	۱۴/۹	۳۵۱۰۷
۸	۹۰۷	۱۳/۸	۹۶۰۲
۹	۳۴۵	۷/۶۴	۱۳۴۹
۱۰	۱۰۷۶	۹/۵	۷۱۶۶

نتایج مدل‌های عددی

بهینه‌ای از لحاظ ابعاد و مکان آبشکن جهت دستیابی به بهترین شرایط وجود دارد. میزان بیشینه سرعت‌ها در این مدل‌ها از ۰/۳۲ تا ۰/۴۳ متر بر ثانیه متغیر می‌باشد که همین امر باعث به وجود آمدن آبستگی‌های متغیر در مدل‌های مختلف در پای آبشکن می‌گردد. با توجه به کاهش خط جدایی جریان با کاهش طول آبشکن‌ها، این کاهش سرعت و آبستگی توجیه‌پذیر می‌باشد. با این حال با توجه به اینکه آبشکن در بالادست آبگیر قرار دارد افزایش قابل ملاحظه‌ای در دبی انشعابی رخ نمی‌دهد. در شکل ۷ خط جدایی جریان و آبستگی مدل‌های ۶ و ۱۰ نشان داده شده است. همانطور که قابل مشاهده است، خط جدایی جریان در محل آبگیر جانبی، با تغییرات طول آبشکن‌ها تغییر چندانی نمی‌کند. علت این امر اثر کم طول آبشکن بر خط جدایی جریان نسبت به عرض آبگیر و دبی کانال اصلی می‌باشد به طوری که با افزایش دبی خط جدایی جریان افزایش می‌یابد (۱۵). با توجه به عرض کم تنگ شدگی موجود، وضعیت جریان از لحاظ زیر

با توجه به نتایج مدل‌های آزمایشگاهی، مدل با نحوه قرارگیری شماره ۴، به صورت عددی مدل‌سازی شده و همانطور که در بخش مواد و روش‌ها بیان شد اعتبارسنجی گردید. در ادامه ابتدا با تغییر فاصله و سپس با تغییر طول آبشکن بررسی بهترین مدل صورت پذیرفت. این طول‌ها و نتایج مختلف آن در جدول ۳ نشان داده شده است. در مدل‌های ۱ تا ۵، طول آبشکن‌ها ثابت و برابر ۳۷/۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. با توجه به ثابت بودن حداکثر آبستگی در تمامی این مدل‌ها، با توجه به اینکه دبی انشعاب در مدل شماره ۲ بیشینه است، این مدل به عنوان مدل بهینه انتخاب شد و طول آبشکن با فواصل ۷/۵ سانتی‌متر در مدل‌های ۶ تا ۱۰ از ۱۵ تا ۵۲/۵ سانتی‌متر تغییر داده شد. نتایج نشان داد با افزایش طول آبشکن‌ها تا ۴۵ سانتی‌متر، دبی انشعاب افزایش می‌یابد و پس از آن با وجود افزایش آبستگی، دبی انشعابی به شدت کاهش پیدا می‌کند. در نتیجه می‌توان دریافت حالت

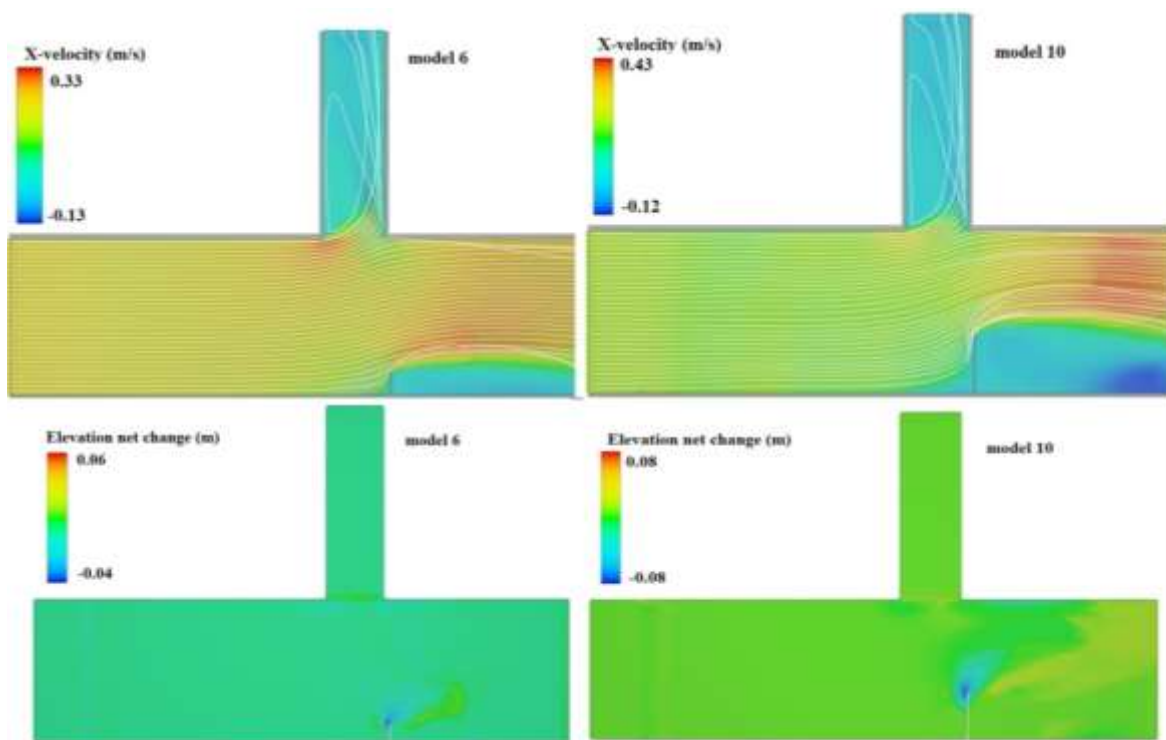
نظم بیشتری داده است. لازم به ذکر است با توجه به اندازه گیری سرعت‌ها در یک عمق خاص، خط جدایی جریان در لایه‌های زیرین کانال به خصوص در لایه مرزی تفاوت عمده‌ای خواهد داشت که مورد بحث این پژوهش نمی‌باشد.

بحرانی بودن تغییر نکرده است و خطوط جدایی جریان به شکل منظمی از جریان اصلی جدا شده‌اند. این مسئله توسط گوهری و همکاران (۱۸) نیز تایید شده است با این تفاوت که در تحقیق ایشان استفاده از صفحات مستغرق به این خط جدایی

جدول ۳- مشخصات و نتایج مدل‌های عددی

Table 3. Specifications and results of numerical models

بیشترین آبستنگی (سانتی‌متر)	دبی کانال فرعی (لیتر بر ثانیه)	دبی کانال اصلی (لیتر بر ثانیه)	فاصله آبشکن از آبگیر (سانتی‌متر)	طول آبشکن (سانتی‌متر)	شماره مدل
۷/۵	۷/۷۷	۳۲/۲۳	۴۰	۳۷/۵	۱
۶/۵	۷/۹۷	۳۲/۰۳	۲۵	۳۷/۵	۲
۶/۵	۷/۸۷	۳۲/۱۳	۳۰	۳۷/۵	۳
۶/۵	۷/۸۷	۳۲/۱۴	۲۵	۳۷/۵	۴
۶/۵	۷/۸۳	۳۲/۱۷	۲۰	۳۷/۵	۵
۳/۸	۷/۳۶	۳۲/۶۴	۱۵	۱۵	۶
۴/۷	۷/۵۳	۳۲/۴۷	۲۵	۲۲/۵	۷
۵/۳	۷/۸۳	۳۲/۱۷	۲۵	۳۰	۸
۷/۹	۷/۹۳	۳۲/۰۷	۲۵	۴۵	۹
۹	۶/۷	۳۲/۳	۲۵	۵۲/۵	۱۰



شکل ۷- شرایط هیدرولیکی و تغییرات بستر در مدل عددی شماره ۶ و ۱۰
Figure 7. Hydraulic condition and bed deformation in 6 and 10 model

آبشکن از آبگیر داشته است. همچنین این نتایج نشان از وجود نقطه‌ای بهینه در هر دو پارامتر جهت دستیابی به بیشترین دبی ورودی به آبگیر جانبی داشت. بررسی پارامترهای دیگر نظیر زاویه و یا استفاده هم‌زمان از صفحات مستغرق و این نحوه قرارگیری آبشکن، در تحقیقات آتی می‌تواند نتایج قابل توجهی داشته باشد. مقایسه سطوح معنی‌داری در نحوه قرارگیری آبشکن در این تحقیق در حالتی با طول ثابت انجام شده است. در تحقیقات آتی می‌توان این مدل‌ها را در حالات بهینه با یکدیگر مقایسه کرد.

نتیجه‌گیری کلی

در مقایسه‌ی تأثیر نحوه‌ی قرارگیری آبشکن بر دبی انشعاب، عوامل زیادی از جمله دبی ورودی، عمق جریان، زاویه‌ی آبشکن، طول آبشکن و... دخیل می‌باشند. نتایج نشان داد قرار دادن یک آبشکن در پایین‌دست و روبروی آبگیر در ابعاد مناسب نه تنها می‌تواند باعث افزایش نسبت دبی انشعابی ورودی به آبگیر شود، بلکه آبستنگی بستر کانال را نیز کمتر خواهد کرد. بهترین مدل قرارگیری آبشکن در قسمت پایین دست و روبروی آبگیر جانبی قائم انتخاب شد. نتایج نشان از دقت قابل قبول مدل عددی جهت بررسی طول و فاصله

منابع

1. An, S., H. Ku and P.Y. Julien. 2015. Numerical modelling of local scour caused by submerged jets. *Maejo International Journal of Science and Technology*, 9(3): 328 pp.
2. Barkdoll, B.D., R. Ettema and A.J. Odgaard. 1999. Sediment control at lateral diversions: limits and enhancements to vane use. *Journal of hydraulic engineering*, 125(8): 862-870 pp.
3. Choufu, L., S. Abbasi, H. Pourshahbaz, P. Taghvaei and S. Tfwala. 2019. Investigation of Flow, Erosion, and Sedimentation Pattern around Varied Groynes under Different Hydraulic and Geometric Conditions: A Numerical Study. *Water*, 11(2): 235 pp.
4. Duan, J.G., L. He, X. Fu and Q. Wang. 2009. Mean flow and turbulence around experimental spur dike. *Advances in Water Resources*, 32(12): 1717-1725.
5. Farzin, S., H. Karami, R. Hajiabadi, S. Nayyer, S.M. Hamzeh Ziabari. 2019. Evaluating the Effect of Various Parameters of Protective Spur Dike on Scour Depth Reduction using Group Method of Data Handling (GMDH) and Gene Expression Programming (GEP). *Journal of Watershed Management Research*, 10(19): 194-203 (In Persian).
6. Gohari, S., S.A. Ayyoubzadeh, M. Ghodsian and N.S. SALEHI. 2011. Flow Pattern at Lateral Intake Using a Spur Dike and Submerged Vanes. *Journal of Agricultural Engineering Research (Iran)*, 11(4): 1-18.
7. Hasegawa, Y., H. Nakagawa, H. Takebayashi and K. Kawaike. 2020. Three-Dimensional Flow Characteristics in Slit-Type Permeable Spur Dike Fields: Efficacy in Riverbank Protection. *Water*, 12(4): 964 p.
8. Ingle, R.N. and A.M. Mahankal. 1990. Discussion of "Division of flow in short open channel branches" by amruthur S. ramamurthy and mysore G. satish (april, 1988, vol. 114, no. 4). *Journal of Hydraulic Engineering*, 116(2): 289-291.
9. Jeon, J., J.Y. Lee and S. Kang. 2018. Experimental investigation of three-dimensional flow structure and turbulent flow mechanisms around a nonsubmerged spur dike with a low length-to-depth ratio. *Water Resources Research*, 54(5): 3530-3556.
10. Karami, H., H. Bassar, A. Ardeshtir and S.H. Hosseini. 2014. Verification of numerical study of scour around spur dikes using experimental data. *Water and environment journal*, 28(1): 124-134.
11. Kuhnle, R.A., C.V. Alonso and F.D. Shields. 1999. Geometry of scour holes associated with 90 spur dikes. *Journal of Hydraulic Engineering*, 125(9): 972-978.
12. Maclean, A.G. 1991. Bed shear stress and scour over bed-type river intake. *Journal of Hydraulic Engineering*, 117(4): 436-451.
13. Moradinejad, A., A.H. Haghiabi, M. Saneie and H. Yonesi. 2017. Investigating the effect of a skimming wall on controlling the sediment entrance at lateral intakes. *Water Science and Technology: Water Supply*, 17(4): 1121-1132.
14. Moradinejad, A., M. Saneie, A. Ghaderi and S.M.Z. Shahri. 2019. Experimental study of flow pattern and sediment behavior near the intake structures using the spur dike and skimming wall. *Applied Water Science*, 9(8): 195 pp.
15. Neary, V. and A. Odgaard. 1993. Three-Dimensional Flow Structure at Open-Channel Diversions. *Journal of Hydraulic Engineering*, 119(11): 1223-30.
16. Neary, V. and A. Odgaard. 1993. Three-Dimensional Flow Structure at Open-Channel Diversions. *Journal of Hydraulic Engineering*, 119(11): 1223-30.
17. Nayyer, S., S. Farzin, H. Karami and M. Rostami. 2019. A numerical and experimental investigation of the effects of combination of spur dikes in series on a flow field. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, 41(6): 256 pp.
18. Nazari, S. and M. Shafai Bejestan. 2010. The effects of intake angle on the discharge and sediment ratio to an intake in a 90 degree convergence bend. *Watershed Management Researches Journal*.
19. Neary, V.S. and A.J. Odgaard. 1993. Three-dimensional flow structure at open-channel diversions. *Journal of Hydraulic Engineering*, 119(11): 1223-1230 pp.
20. Neary, V.S., F. Sotiropoulos and A. J. Odgaard. 1999. Three-dimensional numerical model of lateral-intake inflows. *Journal of Hydraulic Engineering*, 125(2): 126-140.
21. Novak, P., A.I.B. Moffat, C. Nalluri and R. Narayanan. 2014. *Hydraulic structures*. CRC Press.
22. Pourshahbaz, H., S. Abbasi, M. Pandey, J.H. Pu, P. Taghvaei and N. Tofangdar. 2020. Morphology and hydrodynamics numerical simulation around groynes. *ISH Journal of Hydraulic Engineering*, pp: 1-9.
23. Ramamurthy, A.S. and M.G. Satish. 1988. Division of flow in short open channel branches. *Journal of hydraulic engineering*, 114(4): 428-438.
24. Rao, N.L., K. Sridharan and M.Y.A. Baig. 1968. Experimental study of the division of flow in an open channel. In *Proc. Conf. Hydr and Fluid Mech.*, Institution of Engineers, Australia, 139-142 pp.
25. Răzvan, E. 1989. *River intakes and diversion dams (Vol. 25)*. Elsevier.
26. Sajedi, M. and M. Habibi. 2005. Effect of submerged vane on sediment entry prevention in intake. *Third National Conference on Erosion and Sediment*. Tehran (In Persian).

27. Tabrizi, H., A.H. Haghiabi, M. Saneie and H. Younesi. 2017. Evaluation of spur dike effect on sediment and flow hydraulic of side intakes located on channel bends. *Watershed engineering and management*, 9(3): 346-359 pp.
28. Yang, J., J. Zhang, Q. Zhang, X. Teng, W. Chen and X. Li. 2019. Experimental research on the maximum backwater height in front of a permeable spur dike in the bend of a spillway chute. *Water Supply*, 19(6): 1841-1850.
29. Zahiri, A., J. Gholinejad, A.A. Dehghani. 2019. Prediction of Sediment Transport Capacity in Rivers using Quasi Two-Dimensional Mathematical Model. *Journal of Watershed Management Research*. 10(19): 142-153 (In Persian).

Numerical and Experimental Investigation of the Effect of Spur Dikes Placement Position on the Hydraulic and Erosion Conditions of Lateral Intakes

Mostafa Zamani¹, Hamidreza Rabieifar² and Mohammad Rostami³

1- PhD Candidate, Department of civil Engineering, Faculty of Engineering. South Tehran branch, Islamic Azad University Tehran, Iran

2- Assistant Professor, Department of civil Engineering, Faculty of Engineering. South Tehran branch, Islamic Azad University Tehran, Iran, (Corresponding Author: H_Rabieifar@azad.ac.ir)

3- Assistant Professor, Ministry of Jihad Agriculture, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute. Tehran. Iran

Received: 30 September, 2020

Accepted: 21 April, 2021

Extended Abstract

Introduction and Objective: Intakes are structures that are used to divert water from a river or canal. Optimizing the performance of intakes and increasing the inflow to the intake, while controlling the sediment bed of the canal in terms of erosion and sedimentation has been one of the topics of water engineering. The use of spur dikes is effective in modifying the flow pattern, controlling erosion and transferring sediment to the intake. The purpose of this study is to use spur dikes to increase the inflow to the lateral intake, in a way that causes the least turbulence, erosion and sedimentation.

Material and Methods: In order to perform the experiments, a rectangular channel with a length of 15 meters and a width of 1.5 meters with a fixed slope was used as the main channel. Lateral intake is a rectangular canal with a width of 0.6 and a length of 5 meters at an angle of 90 degrees to the main canal, at a distance of 10 meters from the beginning of the main canal. The model without spur dike was considered as a control model and in other models, the spur dike is located upstream of the intake, upstream in front of the intake, downstream in front of the intake and also as a series of spur dike upstream and in front of the intake. The laboratory models were modeled in FLOW-3D software and calibrated based on laboratory results and data.

Results: Examination of laboratory results showed that the condition of the spur dike at the downstream and in front of the intake has the best scouring results and branching ratio and increase of 66 and 41% at 40 and 60 liters per second, respectively, for branching flow ratio Shown to the control model. According to the results of laboratory models, the model was selected as the best model and modeled numerically with the location of the spur dike in the downstream and in front of the lateral intake (the position of No. 4). Validation of the results of numerical and laboratory models in the hydraulic values of water flow points ($R^2=0.95$) and the number of bed points ($R^2=0.74$) showed that the acceptable accuracy of the numerical model and analysis performed by Flow3D software. Then, first by changing the distance and then by changing the length of the spur dike in the position of No. 4, the numerical model was examined and the best distance of the spur dike, a distance of 58% of the width of the intake and the best length of the spur dike, a length of 30% of the channel width The original was calculated.

Conclusion: This study showed that the use of spur dike downstream and in front of the intake in appropriate dimensions can not only increase the ratio of inlet flow to the intake, but also reduce the scouring of the canal bed, as a result of the use of these spur dike in lateral intake of canals And rivers are recommended.

Keyword: Erosion, Flow3D, Lateral intake, Spur dike, Sedimentation